UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
FACULTAD DE BELLAS ARTES DE SAN CARLOS
DEPARTAMENTO DE ESCULTURA

Programa de Doctorado
Artes Visuales e Intermedia

DE LA PLAZA AL CHAT: ANALISIS DE LAS TRANSFORMACIONES DEL ESPACIO PÚBLICO DESDE LA PRÁCTICA ARTÍSTICA NEOMEDIAL

Dirigida por: Dra. MARIBEL DOMÉNECH IBÁÑEZ
Dra. MARÍA JOSÉ MARTÍNEZ DE PISÓN

Presentada por: DIEGO JOSÉ DÍAZ GARCÍA
FEBRERO 2007

A mis padres Concha y Andrés

El espacio del futuro será de doble naturaleza la real y la virtual. La arquitectura tendrá “lugar”, en el sentido literal de la palabra, en ambos dominios: en el espacio real (la materialización de la arquitectura) y en el espacio virtual (la transmisión de señales electromagnéticas). El espacio real de la casa tendrá que situarse en el espacio del tiempo real de la transmisión.

Paul Virilio

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1 USOS Y TRANSFORMACIÓNES DEL ESPACIO PÚBLICO EN RELACIÓN A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN 43

1.1 El espacio público como interfaz de comunicación 45

1.2 La interfaz digital como espacio público 51

1.2.1 Clasificación de los espacios públicos digitales 56

1.3 Procesos migratorios entre lo físico y lo digital 61

1.3.1 El fenómeno de la transfuncionalización 69

1.4 El espacio público híbrido: la actualización del espacio público a través de la mezcla entre lo físico y lo digital 73

2 EL ESPACIO PÚBLICO HÍBRIDO EN LA PRÁCTICA ARTÍSTICA NOEMEDIAL 77

2.1 Espacio híbrido representado 88

2.2 Representación de lo digital en el espacio físico 97

2.3 Modificación del entorno físico 101

2.4 Las calles como tablero de juego 108

2.5 Comunicación remota 112

2.6 Objetos híbridos 118

3 *ZONA DE RECREO:* ADAPTACIÓN DE UN DISPOSITIVO TRADICIONAL DE JUEGO EN GRUPO BASADO EN EL INTERCAMBIO DE EQUILIBRIO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS 127

3.1 Contextualización de *Zona de Recreo* en el marco de la investigación 130

3.2 El proyecto *Zona de Recreo* 132

3.3 Análisis de los referentes artísticos de *Zona de Recreo* 141

3.4 *Zona de Recreo* analizada desde la interacción humano-ordenador: una Interfaz tangible y de juego de equilibrio en grupo 147

3.4.1 La cooperación en grupo en un entorno de juego físico 152

3.4.2 El juego de equilibrio 154

3.4.3 El incentivo de la comunicación oral en el prototipo *Vídeo Balancín* 157

3.5 Descripción técnica de *Zona de Recreo* 158

3.5.1 Descripción de los componentes físicos que forman el prototipo *Vídeo Balancín* 160

3.5.1.1 Sistema de anclaje 162

3.5.1.2 Eje central 164

3.5.1.3 Sistema rotular 165

3.5.1.4 Sistema de sensores situados en el interior de la rótula 166

3.5.1.5 Cámara neumática 167

3.5.1.6 Sistema de topes 169

3.5.1.7 Plataforma 170

3.5.1.8 Sistema de sensores situados sobre la superficie de la plataforma 171
3.5.1.9 Cuerpo central del sistema 172
3.5.1.10 Pantalla táctil 174
3.5.1.11 Ordenador (CPU) 175
3.5.1.12 Sistema de sonido 3D 176
3.5.2 Descripción de la aplicación digital 177
3.5.2.1 Recursos visuales 179
3.5.2.2 Movimientos de la cámara virtual 182
3.5.2.3 Sistemas de ayuda a la navegación 185
3.5.2.3.1 Sistemas de información de la torsión de la cámara virtual 186
3.5.2.3.2 Identificación y recuento de usuarios subidos a *Vídeo Balancín* 188
3.5.2.3.3 Sistemas de información textual 189
3.5.2.4 Los recursos sonoros 191
3.5.2.5 Descripción del entorno de programación y trabajo 193
3.5.2.5.1 Aproximación a la programación de movimientos: Rotación, traslación e interpolación 194
3.5.2.5.2 Aproximación a la programación del Sonido 3D 296
3.5.2.6 Captura, edición e inserción de vídeo digital 360º en el entorno virtual 299

4 *A CENTRAL AXIS:* VINCULACIÓN HÍBRIDA DE LOS ESPACIOS FÍSICOS Y DIGITALES DE RELACIÓN SOCIAL 203

4.1 Contextualización de *A Central Axis* en el marco de la investigación 206

4.2 El proyecto *A Central Axis* 210

4.3 Análisis de los referentes artísticos de *A Central Axis* 214

4.4 *A Central Axis*: la telepresencia unidireccional como forma de interacción y/o control social 219

4.5 Descripción técnica 222

4.5.1 Plataforma móvil 223

4.5.2 Sistema de detección de movimiento 229

4.5.3 Sistema de rastreo en el Chat IRC 231

4.5.4 Pantalla de proyección transparente 232

4.5.5 Sistema de detección de movimientos en la plataforma 233

4.5.6 Interfaz gráfica 234

5 *A TRIP AROUND A MAGIC PUZZLE:* EL JUEGO DE MESA Y LA REPRESENTACIÓN POR MEDIO DE REALIDAD AUMENTADA DE LOS *ESPACIOS HÍBRIDOS DE RELACIÓN SOCIAL* 237

5.1 Contextualización de *A Trip Around a Magic Puzzle* en el marco de la investigación 240

5.2 El proyecto *A Trip Around a Magic Puzzle* 242

5.3 Análisis de los referentes artísticos de *A Trip Around a Magic Puzzle* 247

5.4 *A Trip Around a Magic Puzzle:* El puzzle como dispositivo de navegación basado en una interfaz tangible de realidad aumentada y los juegos de mesa 252

5.5 Descripción técnica 255

5.5.1 Aproximación a la tecnología de realidad aumentada basada en reconocimiento de patrones: Artoolkit 258

6 *RED LIBRE RED VISIBLE:* UN PROYECTO EN TORNO A LA VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN INVISIBLE 263

6.1 Contextualización de *Red Libre Red Visible* en el marco de la investigación 267

6.2 El proyecto *Red Libre Red Visible* 270

6.3 Análisis de los referentes artísticos de *Red Libre Red Visible* 280

6.4 Territorios *Red Libre Red Visible* 287

6.4.1 Talleres *Red Libre Red Visible* 289

6.4.2 Exposiciones públicas de *Red Libre Red Visible* 293

6.5 Descripción técnica y uso de *Red Visible* 304

6.5.1 Instalación de una *Red Visible* 310

6.5.2 Descripción técnica de una *Red Visible* 314

6.5.3 La interfaz gráfica del *Cliente Red Visible V.2* 318

6.5.4 Descripción Técnica del *Cliente Red Visible* Versión 1 y 1.1 325

CONCLUSIONES 335

BIBLIOGRAFÍA 357

LISTA DE TABLES Y FIGURAS 375

LISTA DE IMÁGENES 378

RESUMEN DE LA TESIS 383

RESUM DE LA TESI 385

SUMMARY OF THE DOCTORAL THESIS 387

ANEXO I: PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS DE INVENCIÓN

ANEXO II: PUBLICACIONES EN CONGRESOS

ANEXO III: DVD DE DATOS CON LA PROGRAMACIÓN DE LOS SUB-PROYECTOS

ANEXO IV: DVD CON VÍDEOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS CUATRO SUB-PROYECTOS

AGRADECIMIENTOS

En estas primeras líneas, deseo dedicar una atención especial, muestra de gratitud y reconocimiento, a las distintas personas que de una u otra manera han tenido una importancia relevante en esta investigación doctoral. El tipo de proyecto desarrollado ha hecho imprescindible el intercambio de conocimientos entre profesionales de áreas afines y en ocasiones aparentemente dispares por lo que entorno a ella se ha creado de forma orgánica y natural un grupo de trabajo interdisciplinar.

En primer lugar mencionar a las doctoras Maribel Doménech Ibáñez y Maria José Martínez de Pisón que han compartido sabiamente la co-dirección de este trabajo y me han guiado con sus conocimientos, su amplia experiencia y su mayor generosidad durante el largo proceso de investigación. Su implicación en este proyecto ha enriquecido, sin lugar a dudas, mi experiencia personal como artista e investigador. Junto a ellas y los miembros del grupo de investigación Laboratorio de Luz he tenido la oportunidad, durante los más de cuatro años que ha durado este estudio, de intercambiar conocimientos y descubrir nuevos métodos y herramientas para la creación y la experimentación en el arte. He compartido también, durante este tiempo, largos momentos de estudio y aprendizaje con investigadores, programadores e ingenieros de distintas universidades, especialmente miembros del Mixed Reality Lab de la Universidad Nacional de Singapur y del Symbiotic System Lab de la Universidad de Kyoto. Su colaboración me ha permitido adoptar herramientas y procesos tradicionalmente ajenos a la práctica artística y acercarme a estrategias de trabajo e investigación propias de los estudios científicos. Su inestimable contribución en algunas de las obras realizadas así como su aproximación profana al arte contemporáneo me ha ofrecido nuevas perspectivas desde las que analizar mi investigación, aportando, sin lugar a dudas, otra dimensión a este trabajo.

Por último es importante nombrar aquí a Clara Boj, recientemente Doctora en Bellas Artes, artista, amiga y compañera. El trabajo realizado para esta tesis ha sido desarrollado en su compañía, los trabajos aquí presentados son fruto de ambos y su autoría compartida.

INTRODUCCIÓN

Cada vez asimilamos con mayor facilidad y rapidez los nuevos aparatos de comunicación que en cuestión de meses pasan de asombrarnos con su magia tecnológica a ser un objeto común de nuestra cotidianeidad. Teléfonos móviles, ordenadores portátiles, agendas digitales y multitud de ingenios con o sin cable nos acompañan a todas partes y nos transportan, sin movernos de sitio, a reuniones de trabajo, encuentros familiares, visitas guiadas e incluso aventuras ocasionales.

Hablar, ver y oír en la distancia es algo que asombra ya a muy pocos y las herramientas que lo permiten son casi una prótesis de nuestro propio cuerpo. Su diseño, cada vez más pequeño y orgánico se adapta a nuestros oídos o desaparece entre nuestro cabello. Su utilización es cada vez más sencilla y transparente y en ocasiones olvidamos su existencia, sin ser conscientes de que son los dioses de las ondas digitales los que, por medio de códigos cifrados, algoritmos y otros conjuros de la informática, transmiten nuestros mensajes mientras nosotros seguimos todavía, aunque parezca increíble, en el mismo lugar.

Pero ¿cual es ese lugar? ¿Qué sucede con los lugares que nos acogen, los espacios donde descansa nuestro cuerpo mientras nos comunicamos en la distancia? Quizás deberíamos formularlo de otro modo: ¿De qué manera repercuten las transformaciones tecnológicas en el espacio público? ¿Y en la vida social? ¿En la cultura? ¿En las relaciones profesionales, sentimentales o de cualquier orden? Es evidente que las transformaciones en los procesos de comunicación han provocado cambios profundos en la estructura política, económica y cultural de las sociedades desarrolladas. No solamente nos comunicamos en la distancia; también y por extensión, trabajamos desde casa, hacemos negocios en el coche y consumimos cultura desde Internet, entre muchas otras cosas.

Actualmente los nuevos medios tecnológicos impregnan todos los factores implicados en el acto comunicativo[1] y como resultado están transformando radicalmente

[1] Aquellos que todavía reciben o envían cartas escritas a mano o aquellos que disfrutan de las charlas largas y pausadas cara a cara con su interlocutor pensarán quizás que estamos exagerando. Sin embargo es evidente que la mensajería instantánea a través de Internet sustituye cada vez más a las cartas postales y el teléfono no es solamente una herramienta útil para conversaciones en la distancia sino que propicia

el paisaje urbano asociado a la comunicación que se ha transfigurado a partir de la emergencia del tercer entorno tal y como lo define Echevarria (Echevarría, 1999). El surgimiento de Telépolis, la ciudad conectada bajo el pulso de las redes de comunicación, ha provocado cambios estructurales en la noción de espacio público, en la definición de su naturaleza y sus límites. La capacidad del espacio público para acoger las relaciones sociales, tal y como ha sido concebida a través de la historia de la ciudad, y su función como contenedor de la interacción entre personas, se extiende ahora hacia territorios no estrictamente físicos, inmutables ante la ley de la gravedad. La nueva percepción de las dimensiones espacial y temporal que nos proporcionan los dispositivos digitales de comunicación, conlleva un proceso de hibridación de lo físico y lo digital estrechamente vinculado al fenómeno de la interacción remota y multimodal. Comunicarnos en la distancia por medio de la voz, la imagen e incluso el tacto cambia radicalmente nuestra relación con el entorno que se transmuta a nuestro antojo adoptando múltiples formas. El espacio físico ya no es más que un simple mecanismo para la localización del cuerpo material mientras el cuerpo mental se desplaza por las ondas, se multiplica por las redes y se hace presente a través de la percepción del otro, del interlocutor remoto.

En este proceso de expansión digital del espacio público, cabe preguntarse qué sucede con la ciudad real y tangible, con los parques y las plazas, con el espacio público físico como lugar de encuentro y convivencia. Para acercarnos a esta cuestión es necesario entender que las herramientas digitales no solamente se han convertido en mecanismos indispensables para la comunicación sino que se han establecido también como contenedores del ocio y el entretenimiento por excelencia. Numerosas prácticas lúdicas, juegos y experiencias tienen lugar a partir de la comunicación entre usuarios lejanos, la colaboración o la competición en red a través de Internet, la construcción de comunidades virtuales o el intercambio de material audiovisual, todo ello aderezado con gráficos de gran calidad y sorprendentes efectos sonoros. Estos factores en su conjunto tienen consecuencias, difíciles de valorar dada la escasa perspectiva temporal, sobre la utilización del espacio público físico. Aunque la movilidad

---

nuevas estrategias de relación entre los individuos. Si bien viejos y nuevos métodos conviven simultáneamente, un proceso imparable impregna de sabor tecnológico todos los actos de comunicación. Sirva de ejemplo la posibilidad de rastrear el recorrido de nuestras cartas postales a través de Internet o la continua intromisión del teléfono móvil cuando intentamos mantener una conversación cara a cara.

de ordenadores y videoconsolas, cada vez más pequeñas y autónomas, es un hecho consumado, gran parte de estas actividades se realizan al abrigo de habitaciones privadas, en salas a penas iluminadas por una pantalla intermitente y generalmente en soledad, acompañados eso si de amigos y extraños internautas.

Como podemos ver, el análisis teórico realizado en esta investigación se ha iniciado en el estudio del espacio público urbano. Partiendo de los motivos históricos que dieron lugar a la creación de esta tipología específica de espacio y en relación a los estudios de comunicación -y concretamente a partir del visionario acercamiento de Mcluhan sobre los efectos sociales de la tecnología- y la definición de interfaz -entendida ésta como espacio de conexión entre dos entidades distintas- hemos calificado al espacio público urbano como una interfaz de comunicación. En él se intercambia información, se desarrollan relaciones sociales y dinámicas de socialización entre los ciudadanos; actuando como un medio que funciona como espacio de conexión entre usuarios, mediando y transfiriendo la información entre ellos. De esta manera genera una comunidad de usuarios entorno a localizaciones específicas, entendido este proceso desde la óptica de la esfera pública y su concepción espacial desarrollada por Habermas.

De forma paralela hemos analizado y clasificado los nuevos espacios digitales públicos entorno a los cuales actualmente que se crean dinámicas comunidades virtuales debido a sus enormes capacidades de comunicación. Según los recientes estudios etnográficos realizados por Ana María Gálvez Mozo, en el espacio virtual se reproducen dinámicas de relación social similares a las llevadas a cabo en el espacio físico. En relación a estos estudios y a otras investigaciones como la definición del continuo formado por lo real, lo virtual y lo imaginado realizado por el antropólogo Gustavo Lins, la definición de virtualización de Pierre Lévy y el acercamiento desde la endofísica al estudio de lo real de Peter Weibel, proponemos la desmantelación de la aparente contraposición entre real y virtual, borrando sus límites y formulamos la acepción físico-digital entendida ésta como la diferencia de percepción de nuestro mundo exterior según el nivel sensible de nuestros sentidos –mundo físico- o de las interfaces tecnológicas –mundo digital-.

A partir de la confrontación de estos análisis al espacio público físico y digital, hemos estudiado los procesos migratorios que se están dando entre ellos, destacando el fenómeno de traspaso de funciones que se está produciendo desde los espacios físicos a los digitales, al que hemos denominado transfuncionalización; un proceso caracterizado por el endurecimiento del espacio urbano y el surgimiento de lo digital como una atrayente alternativa. De esta manera, exponemos que el espacio público hoy en día es híbrido, ya que nos comunicarnos indistintamente utilizando interfaces físicas y digitales, y que por otro lado, el espacio digital cada vez más se acerca a una representación más cercana al mundo físico. Por lo tanto, ante esta situación, proponemos la actualización del espacio público por medio de la hibridación físico-digital de sus capacidades de transferencia de información y comunicación para con ello recuperar la idea de espacio de relación interpersonal con la que fue inicialmente diseñado.

Con esta finalidad hemos llevado a la práctica cuatro propuestas artísticas con el propósito de estudiar desde distintas perspectivas la posible actualización del espacio público urbano utilizando las nuevas tecnologías de comunicación. En estos proyectos teórico-prácticos se analizan los procesos de hibridación entre lo físico y lo digital con respecto a las cualidades sociales del espacio público y se desarrollan nuevos dispositivos con el objetivo de ampliar las capacidades de comunicación, juego e interacción en este espacio. La formulación general de la tesis contempla las posibles causas de estos cambios, sus formas y procesos, planteando -en la medida de lo posible y desde la práctica artística entendida como espejo crítico de la realidad- estrategias para la convivencia dual de nuestro cuerpo físico y nuestro cuerpo conectado en los nuevos entornos híbridos de la experiencia.

Motivación personal

Desde joven he venido observando la incorporación de las TIC a la vida cotidiana como un proceso extremadamente novedoso e incipiente, que se ha ido convirtiendo poco a poco en un factor omnipresente en la vida diaria. Haber nacido cuando el teléfono era todavía un artículo escaso y valioso para muchas familias me permite adoptar una perspectiva panorámica que, sin lugar a dudas, será mucho más difícil de lograr para los nacidos en la generación de la telefonía G3, el mp3 o la PSP[2].

Si bien he vivido esta invasión digital como cualquier usuario fascinado y a la vez expectante ante las posibilidades de los nuevos medios informáticos, mi curiosidad se tornó en interés y poco a poco fui incorporando estas herramientas a mí trabajo artístico. En esa época me encontraba estudiando la licenciatura en Bellas Artes y comencé a experimentar de manera intuitiva y experimental con la tecnología digital multimedia, es decir, editores gráficos, aplicaciones de audio digital, editores de texto, una todavía lenta e inestable red Internet, etc….

En un primer momento mi acercamiento a estos instrumentos estuvo escaso de referentes. La digitalización de las herramientas tradicionales para el arte no me interesaba especialmente y aunque aprendí técnicas de pintura digital, de retoque fotográfico y de modelado 3D, encontraba, y todavía encuentro, que estas expresiones, sin duda virtuosas y sorprendentes, no contemplaban algunas características importantes de los nuevos medios digitales que tienen mucho que ver con los impulsos que mueven la creación artística: comunicación e interacción. El *píxel art*, tal como puntualiza Brea (Brea, 2002), explora los limites del acuarelismo pictórico pero nunca los propios del medio en el que se realiza. En mi experiencia, de una manera rápida y natural, fui pasando de utilizar el ordenador como un pincel a la generación de estrategias interactivas a partir del análisis pausado de los medios y sus efectos en la relación con el espectador, provocando situaciones y experimentando con los límites de los, por aquel entonces, tan restringidos medios. A medida que aumentaba mi interés en

[2] La nomenclatura de los nuevos dispositivos tecnológicos se nutre de siglas y extrañas combinaciones numéricas derivadas de los protocolos y códigos que las hacen posible. De esta manera lo que en principio define a un sistema de compresión, como en el caso del mp3 (realmente MPEG1-capa 3) se extiende para identificar un aparato concreto que reproduce sonidos en ese formato. Este vocabulario especializado, más propio de investigadores y desarrolladores que de consumidores, es una muestra más de la influencia de los medios tecnológicos en todas las facetas de la comunicación en este caso el lenguaje.

esta práctica lo hacia también mi colección de artilugios con las últimas novedades y aparatos que aparecían en el mercado y que quedaban rápidamente obsoletos por la aparición sólo meses más tarde de otros artefactos más rápidos, más potentes, más pequeños y con nuevas y asombrosas utilidades.

Contextualizando desde un punto de vista generacional hemos de entender que esta situación responde a un momento preciso de la historia política y cultural de nuestro país. Mi generación se sitúa inmediatamente posterior a la que propició el desarrollo económico que ha situado a España dentro del panorama mundial de países desarrollados. Nosotr@s, que nacimos con un cierto acceso a los bienes de consumo, hemos tenido la oportunidad de empezar a utilizar los ordenadores a una edad relativamente temprana. La aparición de las tecnologías digitales, concretamente las redes de ordenadores e Internet, ha caracterizado sin duda alguna a nuestra generación. Aunque en otros países este proceso se desarrolló algunos años antes, como en Estados Unidos, Francia e Inglaterra, el acceso generalizado a Internet en España empezó a ser posible a mediados de los años noventa.[3] Los avances han sido tantos y tan rápidos que sus efectos son ampliamente estudiados y merecen un detenido análisis a pesar del poco tiempo transcurrido.

Este proceso de cambio y transformación tecnológica ha nivel global ha ejercido una gran influencia en mi desarrollo profesional y en la concreción de mis intereses como artista e investigador. Por poner un ejemplo, explorar los primeros Chats españoles fue toda una experiencia. Much@s de nosotr@s nos quedamos "enganchad@s" a estos espacios de comunicación en los que en modo texto y sentados frente a nuestro ordenador podíamos desarrollar relaciones personales al otro lado de la *caja tonta*; incluso algun@s de nosotr@s encontró a su media naranja.[4] Por aquel entonces todavía relacionábamos el monitor del ordenador con el televisor y empezábamos a percatarnos de lo que significaba que dentro de ese dispositivo hubiera

[3] En enero del 1996 Infovía finalmente es operativo. De este manera Telefónica ofrecía acceso abierto a todos los que quisieran conectarse a Internet, basándose en un sistema barato de tarifa metropolitana (es decir, precio de llamada local) que utiliza como infraestructura la red telefónica. Esto provocó un elevado crecimiento de los usuarios y de las empresas que proporcionaban servicios Internet (ISP). De esta manera se empieza a generalizar el acceso a Internet en España.

[4] Las emociones y las pasiones se desarrollan plenamente en los espacios de comunicación del tercer entorno como lo demuestra el teléfono o más intensamente los chat de Internet. En su libro El Eros Electrónico Román Gubern (Gubern, 2000) analiza la capacidad del espacio digital de suscitar pasiones y emociones limitadas a la relación mental-corporal como lo demuestran las comunidades virtuales, los chat e incluso la televisión.

muchas personas con las que podías comunicarte a tiempo real. Estábamos, por así decirlo, vírgenes y, en cierta medida, indefensos ante un acontecimiento totalmente nuevo que nos atrapó con su extraordinarias propiedades de comunicación. Buscando los límites del Chat y de nuestra propia relación con el medio experimentábamos con múltiples personalidades para ver cuantos "yos" ficticios éramos capaces de simular durante una conversación. Era un ejercicio mental muy interesante que requería gran destreza y concentración al tener que simular varios alter egos al mismo tiempo, inventar personalidades lo más alejadas posible a estereotipos para evitar que te descubrieran y desarrollar conversaciones independientes y paralelas con otras personas y quien sabe si otros alter egos.

Mi generación también ha asistido a la aparición de la telefonía móvil[5], una tecnología que más que ninguna otra ha transformado la manera en que entendemos y planificamos nuestras relaciones laborales y sociales. Hoy en día nos resulta difícil prescindir de esta interfaz de comunicación y muestra de ello son los problemas que nos causa el olvidarnos en casa o que se quede sin batería nuestro teléfono móvil. La expresión estar localizado cobra ahora un nuevo sentido producto de la ubicuidad y la inmediatez y derivado a su vez de la terminología propia del medio telefónico. Ahora estamos localizados, operativos o dentro de cobertura. Estas expresiones dan forma a una nueva manera de entender la comunicación, estrechamente vinculada al dispositivo que la posibilita y a su estado en relación a las ondas. Como comentábamos anteriormente, la conexión continua con el otro remoto, lejano y ausente nos conduce a una permanente situación que podemos llamar de limbo comunicacional en un espacio híbrido entre el aquí y ahora de nuestro cuerpo físico y el allá deslocalizado del interlocutor remoto.

De alguna manera esta tesis doctoral tuvo su nacimiento en estos momentos de descubrimiento personal de las tecnologías. Entiendo estas primeras prácticas como tímidos tanteos o pequeñas exploraciones que, inconscientemente y sin ningún método definido, me acercaron a los nuevos entornos de comunicación, a su funcionamiento y sus tácticas. Este interés inicial se ha ido conformando con el paso del tiempo en un riguroso proceso de investigación en el marco de distintas instituciones vinculadas al

[5] En julio de 1995 Telefonica creó MoviStar y en enero de 1996 ya tenía un millón de clientes. El crecimiento es tan rápido que en 1999 ya habían cinco millones de usuarios, en la actualidad se calcula que hay 45 millones de teléfonos móviles activos en España prácticamente uno por cada habitante.

arte y a los procesos tecnológicos lo que, sin duda, me ha aportado el enfoque multidisciplinar necesario para abordar esta investigación desde una perspectiva más amplia y en coherencia con la situación anteriormente enunciada.

Contexto académico

Aunque esta tesis doctoral se integra indudablemente en el marco académico de Bellas Artes no podemos pasar por alto que, tal y como decíamos al principio de esta introducción, los desarrollos tecnológicos también están afectando al contexto de la cultura y el conocimiento. Bellas Artes, entendida como disciplina y también como institución educativa se encuentra seriamente afectada por este proceso, en un momento de cambio propiciado por la contaminación con otras áreas tradicionalmente distantes y extendiéndose hacia nuevos y excitantes territorios. El arte ya no es exclusivamente dominio de las Humanidades y cada vez más desde estudios científicos o tecnológicos se ofrecen nuevas perspectivas para la creación artística.

Esta colaboración interdisciplinar en la investigación artística se ve reflejada también en el contexto en el que se inscribe la tesis, dado que se ha desarrollado con el apoyo de distintas instituciones y laboratorios favoreciendo la convergencia de metodologías, teorías, conceptos, procesos, formas y estructuras de distintas áreas de conocimiento.

AÑOS	SITUACIÓN ACADÉMICA	ESTANCIAS EXTRANJERO
2002	**Beca FPU** Laboratorio de Luz Facultad de Bellas Artes Universidad Politécnica de Valencia	Future Lab Ars Electronica Center, Linz, Austria
2003		Mixed Reality Lab / National University Singapore
2004		Simbiotic System Lab, Universidad de Kyoto, Japón
2005	**Research Associated** Interaction and Entertainment Research Centre, Nanyang Technological University, Singapur	
2006		

Fig. 1 Cuadro descriptivo del marco académico en el que se ha desarrollado la investigación.

Durante aproximadamente cinco años he formado parte activa del grupo de investigación Laboratorio de Luz de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia. Tras obtener una beca del Plan Nacional de Formación de Profesorado Universitario (FPU) del Ministerio de Educación y Ciencia me incorporé a dicho laboratorio y comencé mi investigación. Paralelamente realizé los cursos de doctorado del programa Artes Visuales e Intermedia del Departamento de Escultura en los que desde distintas perspectivas profundicé en el estudio de las prácticas artísticas contemporáneas neomediales[6], entendidas como aquellas que utilizan las nuevas herramientas tecnológicas como medio de producción y creación.

Durante estos años he participado en el desarrollo de varios proyectos de investigación subvencionados en convocatorias públicas de I+D+I tanto por el Ministerio de Educación y Ciencia, como por la Generalitat Valenciana y la Universidad Politécnica de Valencia. Esta tesis doctoral se integra en el marco general de estos proyectos y los procesos seguidos se corresponden con la estructura y la metodología de los planes de I+D+I. El primero de estos proyectos, ya concluido, tiene como título *Estructuras narrativas de la imagen-movimiento: un sistema no lineal de producción y presentación de audiovisuales en el arte contemporáneo*[7]. Como resultado de esta investigación surgió el primero de los trabajos que analizaremos en la memoria de esta tesis. La obra denominada *Zona de recreo*[8] fue el cuerpo central mi proyecto de iniciación a la investigación, titulado: *Interfaces artísticos: Desarrollo y análisis del proyecto "Zona de Recreo" y del prototipo Vídeo Balancín,* con el cual obtuve el Diploma de Estudios Avanzados (D.E.A) en el año 2003. El dispositivo desarrollado durante esta investigación ha sido objeto de dos patentes solicitadas por la Universidad Politécnica de Valencia con el objetivo de proteger los resultados de la invención.

Posteriormente continué mi tarea investigadora en otros dos proyectos siempre en el marco del Laboratorio de Luz. El primero de ellos con el título *Sistema multiusuario*

6 Nótese el uso del término neomedial para referirnos al arte de los medios o también llamado media art o new media art. A diferencia de Jose Luis Brea (Brea, 2002) no distinguimos entre media art y new media art así como tampoco acotamos la definición en cuanto a aquel arte que se produce, de modo específico para su difusión y recepción efectiva a través de canales mediáticos. Entendemos las prácticas neomediales como aquellas que se valen de las nuevas tecnologías digitales para producir experiencias de comunicación sensorial, generalmente audiovisual, utilicen o no los medios de comunicación de masas.

7 Proyecto subvencionado por la Generalitat Valenciana con número de referencia GV 01-404.

8 Este proyecto recibió también el premio INJUVE del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTAS) y el premio Cañada Blanch, ambos con dotaciones económicas que permitieron su realización efectiva.

de manipulación de imagen-movimiento en un entorno 3D por medio de una interfaz gestual[9] realizado en colaboración con el grupo de investigación MedicLab también de la Universidad Politécnica y el segundo titulado *Percepción ampliada: un sistema dual de realidad aumentada*[10].

La mencionada beca me ofreció también la posibilidad de realizar diversas estancias breves en otras Universidades y Centros de Investigación. En primer lugar tuve la oportunidad de visitar durante dos meses el Future Lab del Ars Electronica Center en Linz (Austria) centro de referencia internacional en el ámbito del arte electrónico y la cultura digital[11].

Al año siguiente me incorporé durante un periodo de cuatro meses como investigador invitado en el Mixed Reality Lab de la Universidad Nacional de Singapur donde profundicé en el estudio de las herramientas, teorías y sistemas relativos a la interacción entre el ser humano y el ordenador[12] y especialmente las tecnologías de Realidad Mezclada[13]. Como resultado de esta estancia se concretaron dos proyectos que serán también analizados en esta tesis titulados A Central Axis y A Trip Around a Magic Puzzle.[14]

En el año 2004 realicé una tercera estancia en el Symbiotic System Lab de la Universidad de Kyoto (Japón). Durante tres meses amplié mis conocimientos sobre sistemas de integración físico-digital y realicé varios experimentos que se concretaron en la última obra que presentaré en este documento, el proyecto Red Libre Red Visible.

En la actualidad continuo mi actividad investigadora como miembro del Interaction and Entertainment Research Center de la Nanyang Technological University

[9] Proyecto subvencionado por la Universidad Politécnica de Valencia con referencia 20030540.
[10] Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología con referencia BHA 2003-02720.
[11] En el marco de esta estancia tuve la oportunidad de colaborar con los artistas e investigadores Golan Levin y Zacarias Lieberman en la creación de las obras de realidad aumentada *Re:Mark & Hidden worlds of Noise and Voice* que fueron expuestas en el Ars Electronica Festival 2002.
[12] Esta disciplina, cuya historia se remonta apenas a veinte años, se conoce con el término inglés Human Computer Interaction. En España utilizamos indistintamente esta acepción o su traducción directa al castellano Interacción Humano Ordenador.
[13] De nuevo los términos ingleses inundan la terminología de nuestra investigación. Utilizamos Realidad Mezclada como traducción directa de Mixed Reality. Del mismo modo utilizaremos de aquí en adelante el término Realidad Virtual y Realidad Aumentada como sinónimos de los términos originales Virtual Reality y Augmented Reality.
[14] Estos proyectos se realizaron en el contexto de una universidad de habla predominantemente inglesa. De ahí sus títulos que podemos traducir como Un eje central y Un viaje alrededor del puzzle mágico.

en Singapur[15]. Este centro de reciente creación aglutina profesionales de distintas áreas en el desarrollo de nuevos procesos y entornos digitales para el entretenimiento. El enfoque general de nuestra investigación trata de sobrepasar la percepción visual o auditiva, en la que se basan los actuales videojuegos, por otras sensaciones y estímulos capaces de provocar una interacción con el usuario más rica y multimodal, basada en el pensamiento activo como nuevo paradigma sensorial.

Contexto científico

La actual situación de convergencia de métodos y teorías propias de disciplinas de pensamiento del Arte, la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, responde a una evolución acorde con los cambios radicales que está experimentando la sociedad y que en gran medida se deben a los acelerados desarrollos tecnológicos que han facilitado descubrimientos científicos y humanísticos de gran valor para el ser humano. Hechos como la invención del teléfono móvil y su efecto en la sociedad o el listado completo del código genético han revolucionado nuestra percepción del mundo y nuestra forma de concebir la vida. Tal es así que cada vez más proyectos e investigaciones tanto artísticas como científicas se posicionan en este contexto rizomático también conocido como ACTS, Arte-Ciencia-Tecnología-Sociedad.

Para Claudia Gianetti (Giannetti, 2002) podemos abordar y definir este fenómeno de hibridación de las disciplinas con el término sintopía, empleado por el neurocientífico Ernst Poppel para dilatar la idea de interrelación de diferentes disciplinas hacia una dimensión de cohesión entre maneras de pensar y métodos diversos de forma no sólo aditiva sino ante todo creativa. Compartimos con ella la idea de que en el contexto del ACTS se extiende más la idea de sintopía que la de interdisciplinareidad. Según Gianetti *En el cruce de las artes, las tecnologías y las ciencias, nos referimos a un proceso de acercamiento, contigüidad, interferencia, apropiación, intersección y compenetración, que conduce a la generación progresiva de redes de contacto y de influencias multidireccionales.*

[15] Centro de Investigación en Interacción y Entretenimiento.

En este nudo de confluencia los artistas curiosos de saber han comenzado a acercarse a las perspectivas y los modos de conocimiento de la ciencia. Al aproximar el trabajo artístico a las reflexiones vinculadas a la ciencia el artista se transforma también en investigador. Esto no es nada nuevo si entendemos que la producción artística siempre ha estado ligada al ámbito de la producción de identidades y de conocimiento, un campo que ahora es abarcado principalmente por los desarrollos surgidos desde la ciencia y la tecnología. Hasta la primera revolución industrial, la producción de conocimiento estaba mediada principalmente por la generación de las artes en todas sus variantes, especialmente en las sociedades rurales y agrícolas. Actualmente esta tarea ha recaído principalmente en la ciencia apoyada e intensificada por los desarrollos tecnológicos.

Al acercarse a la ciencia el artista intenta recuperar su lugar en la producción de conocimiento y sociedad. Este nos parece un punto clave para entender el gran interés que desde el arte se manifiesta hacia disciplinas como la biología, la química, las telecomunicaciones e incluso la ingeniería. De este modo el artista trata de recuperar su lugar en la construcción colectiva de nuestra identidad social. Por otro lado, y este es un factor muy importante, esta aproximación no se da solamente desde el arte hacia las ciencias sino también y simultáneamente en dirección inversa. Los estudios científicos se aproximan al arte como medio para explorar los procesos cognitivos de la creatividad y abrir nuevas vías para la investigación y el descubrimiento. El pensamiento lateral o divergente propio de los estudios sociales y el arte se presenta como camino a explorar en búsqueda de nuevas hipótesis y metodologías para la ciencia y nuevas utilidades o expresiones para la tecnología. Las ciencias sociales y el arte se muestran como un ámbito de conocimiento necesario no solo para cuestionar y repensar la ciencia sino, y esto tal vez sea lo más importante, encontrar nuevos caminos de investigación que sin ellas serían desestimados.

De esta contaminación mutua se esperan enormes descubrimientos en todos los niveles que presumiblemente cambiarán nuestras sociedades y, por que no, aportarán soluciones a algunos de los problemas endémicos de las mismas. La participación activa de la cultura en las investigaciones científico tecnológicas introduce en estos desarrollos un carácter crítico que cuestiona algunos de los objetivos y las conductas de dichas investigaciones, analizando los mensajes y apuntando nuevos caminos de

investigación. Según Wilson (Wilson, 2002) *los artistas y en general los productores culturales han de estar ansiosos de saber lo que los investigadores están haciendo y pensando*. En el lado opuesto, los científicos y tecnólogos asumen una posición similar, al ser conscientes de que las experimentaciones artísticas pueden serles esencialmente útiles para sus propios intereses. En un futuro próximo podrán aparecer nuevas zonas de interés creadas por las intersecciones entre arte, ciencia, tecnología y sociedad, muestra de ello es que en la actualidad ya es posible observar diversos factores que están dando lugar a nuevas áreas de investigación (Wilson, 2002). Algunos de estos factores son:

- Influencia en la vida. Como ya hemos comentado, tecnología e investigación científica están expandiendo sus influencias en cualquier esquina de la vida, desde medicina, comunicación y administración, hasta vida domestica, educación y entretenimiento. En épocas anteriores la influencia de la investigación era más limitada; había largos periodos desde que la investigación era desarrollada hasta que ésta afectaba a la vida cotidiana (si es que llegaba a darse el caso), pero en estos momentos dichas influencias son directas y su repercusión radical. En este sentido debemos preguntarnos cómo pueden las artes continuar actuando en las fronteras culturales actuales si ignoran este factor.

- Influencia en el pensamiento. Ciencia y tecnología también están cambiando las nociones básicas sobre la naturaleza del universo y de la humanidad. Por ejemplo las tecnologías de comunicación desafían nuestra percepción sobre el espacio-tiempo pulverizando las distancias; nuevas investigaciones miran en el corazón biológico de la vida e identifican los orígenes de las estrellas. En nuestra opinión los agentes culturales que basan sus producciones en relación a preguntas filosóficas, como pueda ser el caso del arte, deben de prestar atención a estas influencias.

- Estudios críticos y teorías culturales. Esta disciplina desafía los tradicionales modos de estudio cultural y cuestiona el concepto de “sabiduría” que trata de entender las artes, humanidades y ciencias en aislamiento las unas con la otras y segregando “alta” y “baja” cultura. Esta teoría crítica reconstruye pensamientos estandarizados, como los estudios científicos que demandan la verdad y la objetividad del mundo. Artistas y científicos son vistos como agentes culturales y su trabajo es entendido dentro

de un amplio marco mezcla de diversos ámbitos como el psicológico, el político, el económico y el cultural. La teoría crítica analiza y cuestiona conceptos como realidad, naturaleza, ciencia, genero, identidad y cuerpo.

- Actividades artísticas. El gran aumento de las actividades artísticas que usan ordenadores, Internet, y otras áreas de interés científico son una incipiente muestra de cómo será el futuro de las artes en el que se dedicará una especial atención a la ciencia y la tecnología.

Actualmente ya es fácil encontrar numerosos eventos desarrollados en el nexo de unión entre el arte, la ciencia, la tecnología y la sociedad. En los últimos diez años la evolución exponencial de esta área ha dado pie al fértil campo de trabajo en el que actualmente nos encontramos. Numerosas exposiciones, conferencias y festivales llenan el calendario anual de citas en un continuo transitar de investigadores presentando sus últimas creaciones. En estos eventos se hacen públicas las innovaciones surgidas en nuevos modelos de centros y grupos de investigación en los que artistas y científicos encuentran un lugar común para la creación y la experimentación. Al mismo tiempo la figura del artista independiente –que trabaja en el contexto Art-Ciencia-Tecnología-Sociedad- ha cobrado validez y sobre todo ha empezado a ser posible gracias al progresivo abaratamiento de los precios del material electrónico y también de la colaboración en grupo a través de la red.

Consecuencia de todo ello cada año tenemos un rico panorama de nuevas producciones artístico-científicas en el campo del arte y la tecnología. A nivel internacional la formación de nuevos investigadores-artistas también es bastante frecuente debido a la aparición de nuevas academias y facultades de new media así como programas de master y doctorados especializados en los diversos aspectos de este ámbito. Debido a esto, año tras año un gran número de nuevos artistas-investigadores acceden a este campo atraídos por las interesantes propuestas y nuevas posibilidades que en él se dan lugar. Se generan de esta manera un tejido rico en colaboraciones e intercambio de conocimiento.

Para ilustrar la emergencia del ACTS en los últimos años podemos citar el ejemplo del reciente 25 aniversario del festival Ars Electronica que anualmente se

celebra en la ciudad austriaca de Linz. Este festival reúne las investigaciones más notables surgidas en equipos de artistas, ingenieros, científicos y sociólogos. Si analizamos la evolución de este festival pionero en su campo podemos ver que en los años setenta el número de participantes y visitantes apenas superaba un par de centenares. En su 25 aniversario se batió el record de asistencia con más de 50.000 visitantes.

Sin embargo si analizamos el estado de desarrollo de esta disciplina en el ámbito español nos encontramos con una situación bastante diferente a la comentada. Como comenta Juan Martín Prada en el Libro Verde sobre el Sistema Arte Ciencia Tecnología en el Estado Español[16] *la investigación en la intersección arte-ciencia-tecnología realizada en España no cuenta actualmente con una adecuada infraestructura organizativa ni de medios que garanticen su desarrollo y competitividad con la desarrollada en otros países de nuestro entorno.* Aunque se están haciendo importantes esfuerzos por solucionar esta situación por parte de determinados colectivos y grupos de investigación de las universidades españolas, el retraso heredado es considerable y la falta de un apoyo serio desde la administración, (aun no se ha considerado el ACTS como una línea prioritaria del Plan Nacional de I+D+I), junto a otros muchos factores, hace difícil que se reduzca esta distancia a corto plazo. En cualquier caso si que existen numerosas iniciativas a nivel nacional, varios grupos de investigación, algunos centros y Medialabs que, aunque no suficientes en términos generales y a nivel comparativo con otros países, ofrecen una programación y una cadena de recursos con cierta presencia aunque con posibilidades de trabajo reducidas.

[16] A propuesta de la Comisión de Humanidades de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología se constituyó en Septiembre de 2003 la plataforma ACT formada por profesionales, directores de centros e iniciativas diversas en el sector de las Artes, la Ciencia y la Tecnología. A partir de varios encuentros se ha realizado un informe sobre el estado de la Intersección Arte-Ciencia-Tecnología en el estado español, con la idea de sugerir las recomendaciones adecuadas para favorecer su impulso y mejor desarrollo. El Libro Verde es un informe preliminar que a partir del contraste entre los expertos y especialistas en el campo dará lugar al Libro Blanco definitivo. Estos informes se pueden consultar en http://www.artecienciatecnologia.org/borradores.html

Límites de la investigación

Para la realización de la tesis doctoral presentada en este documento ha sido necesario acotar el campo de investigación respondiendo a las necesidades e intenciones de la misma. A continuación describimos los márgenes en los que hemos desarrollado la investigación así como la justificación de esa elección.

- Naturaleza de la investigación. Esta tesis se ha centrado en la realización de cuatro sub-proyectos teórico-prácticos de investigación presentados en esta memoria. A partir del análisis de la situación actual del espacio público, de los procesos de transformación que le afectan y de los referentes artísticos desarrollados en el mismo marco conceptual, hemos centrado nuestros esfuerzos en la puesta en práctica de cuatro propuestas artísticas que analizan, expresan y proponen la actualización del espacio público urbano. De este modo, la profundidad y el enfoque del análisis conceptual sobre el estado actual del espacio público ha sido realizada en base a las intenciones y presupuestos de los trabajos artísticos realizados. Por lo que creemos conveniente resaltar el enfoque teórico práctico de la investigación aquí presentada.

- Acotación del área de estudio. El área de estudio principal en la que se centra esta investigación es el arte público neomedial. Por él entendemos los trabajos artísticos realizados utilizando las nuevas tecnologías que dialogan con el espacio público, especialmente como las tecnologías digitales transforman este tipo de espacios. El análisis y clasificación de estos trabajos artísticos nos ha servido como referentes contextuales para llevar a cabo las cuatro sub-proyectos de investigación teórico-prácticos que forman el cuerpo central de esta tesis doctoral.

Otra importante área en la que se inscribe esta investigación es el estudio del espacio público, concretamente hemos analizado como la masiva incorporación a la vida cotidiana de los nuevos medios y tecnologías digitales de la información y la comunicación afectan a la manera en que los ciudadanos utilizamos este tipo de espacios y también -como a raíz de estas y otras transformaciones- surgen nuevos lugares de naturaleza digital donde la ciudadanía ejercita masivamente la comunicación. Para la realización de este análisis hemos recogidos datos de disciplinas como el urbanismo, la filosofía, la sociología y la etnografía. Basados en los resultados

obtenidos a partir de este estudio, proponemos también algunas vías para la actualización del espacio público físico utilizando las nuevas tecnologías con la intención de revitalizar el uso del mismo y con ello recuperar la función principal con la que fue diseñado; servir como lugar de relajación, encuentro y comunicación.

Paralelamente a estos análisis también hemos realizado una intensa investigación en disciplinas como la programación informática y la interacción humano ordenador. A partir del conocimiento del estado de la investigación en estas áreas de naturaleza científico-técnica, hemos llevado a cabo los cuatro sub-proyectos que conforman esta tesis, desarrollando nuevos sistemas de interacción entre el ser humano y el ordenador que funcionan como prototipos que aportan y permiten desarrollar nuevos acercamientos a sistemas de interacción, juego y comunicación en grupo.

Como podemos ver, el marco conceptual de esta investigación parte del análisis y la clasificación de las prácticas artísticas en arte público neomedial para, a través de un examen sobre el tema de estudio -realizado desde las humanidades- centrado en las transformaciones que afectan al espacio público físico y digital, desarrollar cuatro proyectos teórico-prácticos en el marco de las investigaciones en disciplinas como la interacción humano ordenador. En este sentido nos parece importante resaltar que esta tesis desarrolla relevantes investigaciones insertadas en el campo de la ingeniería informática y de la interacción humano ordenador, por lo tanto nos encontramos ante un ejemplo de investigación desarrollada en el campo del ACTS, un reciente espacio de trabajo donde artistas, científicos y humanistas trabajan juntos en el desarrollo de nuevas investigaciones que analizan y desarrollan nuevos prototipos para estudiar y provocar cambios y desarrollos en la sociedad contemporánea.

- Acotación de los referentes artísticos analizados. Para la clasificación de los referentes artísticos hemos seleccionado propuestas de arte público que utilizan las nuevas tecnologías para desarrollar dinámicas de interacción, comunicación y socialización entre los ciudadanos. Hemos realizado una clasificación de estas obras que puede ser consultada en el capítulo tercero de esta memoria. Para ello hemos creído conveniente dejar fuera de esta clasificación otras propuestas que se sitúan también en el terreno del arte público pero que no utilizan las nuevas tecnologías. Hemos restringigo el campo de estudio a este ámbito por dos razones: actualmente ya

se han realizado numerosas investigaciones en arte público pero el arte público neomedial -al ser un fenómeno reciente- es un área poco estudiada hasta el momento por lo que merece un estudio espacial y porque la investigación realizada está centrada en la producción de arte neomedial –con la ejecución de cuatro sub-proyectos teórico prácticos- y por tanto nos ha parecido conveniente acotar de este modo el campo de estudio con la intención de contextualizar mejor nuestro trabajo.

- Número de sub-proyectos realizados. La elección del número de proyectos ha sido motivada por una cuestión de temporalidad. Esta investigación se ha llevado a cabo en el marco de la beca de investigación FPU de cuatro años de duración. En la planificación inicial realizada, planteamos la inicial intención de realizar cuatro sub-proyectos de investigación; de esta manera podríamos realizar uno por año. Aunque dejamos abierta la posibilidad de que el número fuera mayor o menor. Finalmente, hemos realizado los cuatro proyectos planteados al principio pero ello ha conllevado la demora de un año en la finalización de la investigación.

- Acotación metodológica. La metodología llevada a cabo en esta investigación ha estado basada en un sistema híbrido entre las áreas de investigación artística, científica, tecnológica y de humanidades. Al tratarse de una investigación multidisciplinar de naturaleza teórico práctica que de forma general indaga sobre las transformaciones sociales producidas por las nuevas tecnologías, hemos creído conveniente utilizar determinados procedimientos específicos que componen los distintos sistemas metodológicos que cada una de las ramas de estudio utiliza. Por ejemplo, de la ciencia-tecnología hemos tomado los estudios de usuario y la metodología de carácter práctico basada en el testeo, valoración y modificación de los diversos prototipos realizados. Del arte y las humanidades hemos tomado la metodología analítica, recurriendo al estudio y clasificación de las fuentes referenciales y conceptuales. Como podemos ver, hemos utilizado un nuevo sistema metodológico híbrido que utiliza procedimientos del campo de la ciencia y las humanidades.

- Acotación bibliográfica. La bibliografía utilizada en esta investigación ha consistido en una recopilación de textos fundamentales de cada una de las áreas de estudio que la abarcan. Las fuentes han sido muchas y variadas; desde los estudios

filosóficos de Habermas, Echevarría, Levy ó Benjamin, pasando por la sociología de Augé, Castells, Lins, Saskia, Struje ó Virilio y los estudios de comunicación de Debord, Mcluhan, hasta textos de teoría del arte de cómo los de Brea, Giannetti, Lunenfeld, Weibel, Wilson, etc. También se encuentran un buen número de textos publicados en revistas y congresos de carácter científico-tecnológico (ACM, IEEE, etc), la mayoría en formato digital. Es por ello que el lector podrá observar que se tratan de textos y recursos que se encuentran en Internet; hemos creído conveniente citar este tipo de textos, aun en el caso de que también se encuentren en formato impreso, por la comodidad y facilidad de acceso a ellos que este medio conlleva. Por otro lado, cuando hemos citado trabajos de otros artistas, hemos recurrido -siempre que ha sido posible- a textos publicados en catálogos ó congresos. De esta manera hemos intentado reproducir la información sobre la obra específica con la máxima fidelidad que nos ha sido posible.

- Actualidad de la investigación. Nuestro trabajo se centra en el análisis de procesos sociales vigentes en estos momentos. El dinamismo provocado por los continuos desarrollos tecnológicos nos ha llevado a actuar con cierta precaución prestando una atención continuada a esta evolución y a los cambios y características derivados de la misma. En este sentido una revisión futura de esta investigación nos permitirá dilucidar con cierta perspectiva los logros y fracasos de la misma.

Objetivos

A continuación presentamos los objetivos propuestos y que conforman el leiv motiv de esta tesis doctoral:

- Analizar las transformaciones que está sufriendo el espacio público a partir de los últimos avances en las tecnologías de información y comunicación. Nos hemos guiado a partir de la cuestión: ¿Cómo afectan los nuevos medios digitales al paisaje urbano contemporáneo y al uso que del mismo hacen sus habitantes?

- Mostrar las transformaciones de este proceso mediante la creación de piezas artísticas y/o dispositivos basados en la interacción multimodal. Entendemos estas obras como herramientas para el análisis y la experiencia, proporcionando pistas para la comprensión de los fenómenos que se dan en el espacio público.

Hemos perseguido estos objetivos a partir del desarrollo teórico-práctico de diversos proyectos que en su conjunto conforman el cuerpo central de esta investigación. Estos proyectos se han guiado a su vez por distintos sub-objetivos que podemos enumerar como:

1 Estudio de los elementos urbanos susceptibles de actualización mediante la incorporación de utilidades propias de las nuevas tecnologías. Investigar las expectativas surgidas en el campo del entretenimiento digital y su aplicación en el entorno urbano.

2 Observar el uso y la interacción remota de los usuarios en los espacios físicos y digitales de relación social. Analizar la convivencia integrada y simultánea de estos espacios generando estrategias para su representación.

3 Examinar las tecnologías actuales y su eficacia como herramientas para la creación artística, tanto a nivel de representación como en cuanto a la activación de tácticas interactivas en el espacio híbrido.

4 Generar dispositivos para la representación de los espacios híbridos de relación social tanto a nivel simbólico como funcional a partir de la modificación de interfaces tradicionales de juego. Estos dispositivos deben ser susceptibles de una utilización intuitiva y de una integración transparente en el espacio físico y reflejar la herencia cultural de la interfaz modificada.

5 Aproximar este proyecto a las tecnologías de libre distribución y bajo coste de manera que los avances derivados de esta investigación puedan ser fácilmente difundidos y utilizados.

De modo global esta tesis doctoral persigue el diseño de dispositivos interactivos que nos ayuden a mostrar los resultados del análisis del estado actual del espacio público y sus transformaciones. Estas obras, objetos o instalaciones, tienen como

finalidad expresar mediante la representación metafórica y la interacción multiusuario, y pretenden ayudar al espectador a reconocer su lugar dentro de este proceso complejo que es la comunicación contemporánea.

Metodología

Si bien esta tesis doctoral se presenta en el marco académico de la Facultad de Bellas Artes por el itinerario anteriormente mencionado se han ido filtrando modos de hacer propios de otras disciplinas, asumiendo la investigación el carácter híbrido del entorno definido por el ACTS. La confluencia de teorías y metodologías de distintas áreas ha provocado un proceso sintópico del cual se nutre nuestro trabajo y en el que podemos diferenciar claramente dos modelos prioritarios:

1. De aplicación: guiado por los proyectos de investigación aplicada, cuyo propósito es aportar soluciones diferentes o alternativas al problema definido en el tema, mediante la creación de prototipos o modelos que implican, en nuestro caso, la aplicación de técnicas informáticas y de diseño de interfaces físicas para la interacción entre los seres humanos y los ordenadores.

2. Teórico: con un carácter analítico y reflexivo, su propósito es aportar nuevos conocimientos a las líneas de investigación en las que incide la tesis (concretamente a las líneas del Departamento de Escultura de la UPV relacionadas con el arte público y arte-tecnología). Estos conocimientos están vinculados al análisis del contexto referencial y conceptual del tema de la tesis, así como a las técnicas artísticas y herramientas informáticas utilizadas. El desarrollo de este estudio teórico informa y contextualiza las aportaciones realizadas en la parte de aplicación.

La confluencia de estos modelos se ha traducido en la organización de las labores de investigación entorno a un proceso teórico-práctico organizado en etapas. En un primer momento este plan fue definido en los objetivos de la beca FPU, es decir, abarcando un periodo de cuatro años para posteriormente realizar a la defensa pública de los resultados obtenidos. Finalmente y dadas las necesidades del propio proceso

investigador hemos necesitado aproximadamente cinco años para dar forma definitiva a esta tesis doctoral.

Para llevar un seguimiento riguroso de los logros y problemas que pudieran surgir, decidimos establecer diversas etapas consecutivas que estructuraran el plan inicial. Cada etapa comprendía una serie de sub-objetivos necesarios de alcanzar antes de pasar a la siguiente fase. Cada vez que un periodo se consideraba completo se revisaba el plan general redefiniéndolo según las conclusiones parciales obtenidas.

FECHAS	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN
Mayo 2001 hasta Julio 2002	Análisis y clasificación de los referentes artísticos. Estudio del marco conceptual de la investigación. Esta fase ha sido continuada durante toda la duración de la investigación, buscando y profundizando continuamente en nuevos referentes.
Septiembre 2002 hasta Febrero 2003	Desarrollo del primer sub-proyecto práctico. Conclusiones y análisis de los resultados
Marzo - agosto del 2003	Desarrollo del segundo sub-proyecto práctico. Conclusiones y análisis de los resultados
Agosto – Diciembre del 2003	Desarrollo del tercero sub-proyecto práctico. Conclusiones y análisis de los resultados
Enero del 2004 Julio del 2005	Desarrollo del cuarto sub-proyecto práctico. Conclusiones y análisis de los resultados
Agosto del 2005 Julio del 2006	Redacción de la memoria de la tesis doctoral.

Fig. 2. Esquema de las etapas en que se ha dividido la investigación

Como podemos ver en el cuatro anterior, en principio consideramos dividir la investigación en cuatro sub-proyectos, entendiendo esta decisión como el número adecuado a desarrollar, ya que, en un principio, esta investigación debía prolongarse durante cuatro años y por lo tanto realizaríamos un proyecto al año. Sin embargo

preferimos dejar que durante la propia investigación, de forma orgánica, se fueran sucediendo los proyectos sin cerrar definitivamente a priori su número. Finalmente su número ha sido cuatro realizados durante cinco años.

En nuestro plan inicial no podíamos preveer con exactitud las dificultades técnicas ni la necesidad de adquirir determinados conocimientos tecnológicos para llevarlo a cabo. La necesidad de superar limites materiales y de conocimiento ante el uso de las herramientas ha supuesto un desafío constante que implicaba remodelar continuamente la investigación. Ante la creación de cada uno de los sub-proyectos hemos tenido que adquirir nuevas habilidades técnicas, conocimientos teóricos y recursos materiales lo que ha convertido esta investigación en un proceso integral dentro del ACTS.

Esta planificación responde a un plan metodológico relacionado con la investigación-acción de carácter cualitativo, consistente en realizar diversos proyectos prácticos, analizar pormenorizadamente la calidad de los resultados obtenidos y su validez dentro de los objetivos inicialmente planteados. Desde esta perspectiva la metodología propuesta no ha sido unitaria sino que ha tenido dos vertientes principales:

1. Descriptiva: observar, analizar, describir, planificar, explicar y comprender los conceptos que intervienen en el marco de estudio y también los dispositivos técnicos referenciales.

2. Experimental: a nivel técnico: Desarrollar y evaluar las distintas herramientas informáticas y dispositivos físicos propuestos; y creativo: Desarrollo práctico.

Las experiencias llevadas a cabo en cada una de las fases del proceso investigador han sido evaluadas atendiendo a su correspondencia con los objetivos específicos y generales propuestos y también en cuanto a la calidad del diseño conceptual y estructural de la obra artística desarrollada. La correcta ejecución a nivel técnico –herramientas de software, diseño de interfaces físicas y gráficas de interacción– también ha sido tenida en cuenta en esta evaluación. Para ello hemos recurrido a métodos propios del Human Computer Interaction como son los estudios de

usuarios. En cada uno de los sub-proyectos realizados hemos analizado los siguientes aspectos:

- Relación de los usuarios con la obra. El acto de interacción proporciona información acerca de la comunicación entre espectador y dispositivo. Hemos analizado la intensidad de esta comunicación, la frecuencia, las distintas tácticas de acercamiento que suscita en cada persona, etc…

- Interacción bi-direccional. Para conseguir una interacción natural no solamente hemos de proporcionar estímulos al sistema para que éste responda con una acción predeterminada o aleatoria. Los sistemas han de ser capaces también de proponer estímulos al usuario e iniciar el proceso de interacción. Hemos analizado estos eventos en cuanto a la flexibilidad temporal, la calidad de la respuesta, su adaptación a distintos usuarios, etc..

- Transparencia y atracción. Una vez que el/los usuarios han iniciado el proceso de interacción con la obra hemos analizado la relación establecida entre ambos entes: interés, comprensión del mecanismo, facilidad de manejo, adaptación a entornos y actividades naturales del usuario, etc.…

- Funcionalidad y funcionamiento. Somos conscientes de la necesidad por parte del usuario de entender los mecanismos que rigen el funcionamiento de la obra o al menos de entender cuales son los procesos que le permiten una correcta interacción con la misma.

- Interpretación y comprensión. Como herramienta expresiva ¿cumplen estas obras su función comunicadora? ¿Son capaces de transmitir mensajes a los usuarios y se corresponden los mensajes recibidos con los mensajes enviados?

Los datos necesarios para realizar estas evaluaciones han sido recopilados mediante la observación atenta de la interacción de los usuarios con las obras. Cada uno de los proyectos realizados ha sido expuesto públicamente en diversas ocasiones lo que nos ha permitido diseñar diversas tácticas de análisis, tanto mediante la observación anónima como mediante conversaciones con los usuarios. De igual modo

la auto-critica consciente ha regido todo el proceso de nuestra evaluación permitiéndonos recoger aportaciones de terceros, corregir errores técnicos y conceptuales, analizar vías inexploradas, etc.

Estructura de la memoria

El volumen de la tesis ha sido articulado como informe-memoria de las investigaciones teórico-prácticas llevadas a cabo. La estructura seguida para la redacción de la tesis mantiene dos partes bien diferenciadas. En primer lugar acotamos el campo teórico en el que nos movemos y presentamos un análisis global desde distintas perspectivas. Todo ello queda recogido en el capítulo primero *Usos y transformaciones del espacio público en relación a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación* y en capítulo segundo *el espacio público híbrido en la práctica artística noemedial.* En estos dos apartados describimos el contexto de actuación y definimos los márgenes teóricos que dan paso a nuestra investigación y que son:

- La capacidad del espacio público físico y digital para suscitar y acoger la comunicación.
- Los procesos migratorios entre los espacios públicos físicos y digitales. En este aspecto prestamos especial atención al fenómeno de la transfuncionalización.
- La hibridación del espacio público y la actualización del espacio público físico por medio de las TIC.
- Análisis y clasificación en base a seis categorías fundamentales de las prácticas artísticas neomediales en el espacio público.

Los siguientes capítulos de esta memoria componen lo que consideramos el núcleo central de nuestra investigación. En ellos hacemos una descripción pormenorizada, a nivel conceptual y técnico, de cada uno de los cuatro proyectos desarrollados, relacionándolos con el marco general de la investigación, resaltando su valor específico como propuestas de desarrollo práctico. En cada capítulo desglosamos las relaciones y evoluciones que se han ido desarrollando en nuestra investigación. Hemos utilizado la misma estructura en cada uno de ellos repitiéndola en forma de

módulo, lo que facilita el análisis comparativo entre las distintas propuestas. Estos son los apartados que la constituyen:

- Contextualización del sub-proyecto en el marco de la investigación.
- Descripción del sub-proyecto a nivel conceptual, técnico (a modo general) y de funcionamiento e interacción.
- Análisis de los referentes artísticos más influyentes analizando similitudes y diferencias.
- Relación del proyecto con otras disciplinas y/o interpretaciones no directamente relacionadas con el marco genérico de esta investigación.
- Descripción técnica exhaustiva del proyecto. Este último apartado nos muestra detalladamente los elementos técnicos utilizados tanto de software como de hardware.

En un primer momento pensamos en separar las descripciones técnicas de cada proyecto y ponerlas como un cuerpo aparte de esta tesis, por ejemplo en un anexo. Pensamos que esto sería más conveniente ya que la estructura actual puede separar al lector del hilo principal de la tesis, pues en determinados capítulos las descripciones técnicas ocupan bastante extensión. Finalmente hemos optado por presentar las descripciones técnicas de manera conjunta a los proyectos, el análisis teórico y la descripción técnica se encuentran de esta forma al mismo nivel ya que así es como se ha desarrollado esta investigación; en una confluencia total entre la investigación teórica y el desarrollo de nuevos dispositivos tecnológicos. Estructurar la memoria de esta manera va en sintonía con el modelo de tesis doctoral presentada, en el que investigación teórica y práctica forman parte fundamental y al mismo nivel en el proceso de creación artística.

En el último apartado presentamos las conclusiones abarcando de manera global los resultados obtenidos en cada uno de los proyectos y su adecuación a los objetivos. También adjuntamos a esta memoria cuatro anexos correspondientes a las patentes solicitadas para la protección de los derechos de invención, las publicaciones académicas en conferencias y revistas especializadas, la programación realizada y un DVD con vídeos descriptivos de los cuatro sub-proyectos.

1 USOS Y TRANSFORMACIONES DEL ESPACIO PÚBLICO EN RELACIÓN A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

1.1 El espacio público como interfaz de comunicación.

En el espacio público se reflejan muchos de los aspectos que constituyen las complejas ciudades contemporáneas, es un espacio sensible a los numerosos factores sociales, económicos y políticos que actualmente están alterando nuestras sociedades. Desde la dimensión socio-cultural el espacio público asume el rol de soporte de relación, de encuentro, de construcción de la identidad ciudadana, de expresión comunitaria. Entendemos por espacio público los lugares diseñados para que en ellos se constituya una comunidad; son espacios creados para favorecer el encuentro entre los ciudadanos, fomentando las relaciones sociales y convirtiendo nuestras ciudades en lugares sensibles donde se produce la identificación de sus habitantes con su entorno urbanístico y social. Los espacios públicos son fundamentales para crear un tejido social en el que los ciudadanos se identifiquen como individuos y como colectividad, dando lugar a estrategias de asociacionismo e intercambio, creando de esta manera sociedades activas desde una perspectiva cultural y social.

Podemos entender mejor la naturaleza de este tipo de espacio si hacemos un breve repaso histórico de los motivos que dieron lugar a su aparición. Aunque el origen del espacio público se remonta al Ágora de la Antigua Grecia, podemos ubicar su aparición en la ciudad moderna aproximadamente en el siglo XIX donde el modelo urbanístico del momento reclamó la creación de lugares en los que destacase el componente natural como una de las soluciones para paliar la degradación que dejó consigo el proceso de industrialización. La creación de paseos arbolados, jardines públicos y privados y parques urbanos muestra la necesidad que la ciudad decimonónica tiene de nuevos espacios públicos en los que el entorno debe ser *natural* y con ello se propicien las relaciones sociales; categorizando -por la dialéctica de contrarios- lo *artificial* en relación a los espacios de trabajo y lo *natural* a los espacios de ocio, relaciones y entretenimiento.

La introducción de la *naturaleza* en las ciudades es un fenómeno que se da en el mismo momento en la mayor parte de las grandes ciudades de Europa y América del Norte. Todas ellas desarrollaron algún proyecto público o privado en el que la “naturaleza urbana” aparece como parte integrante del nuevo espacio urbano de la

ciudad.[17] Esto se debe principalmente a dos factores originales: por un lado los procesos de industrialización impusieron tales transformaciones en las ciudades que crearon nuevos problemas urbanos y sociales, reclamando nuevas ideas para solucionarlos; por otra parte la naturaleza adquirió en ese momento gran prestigio y se le atribuyeron valores positivos en el ámbito pedagógico, terapéuticos, etc...

Las ciudades más florecientes durante el siglo XIX sufrieron grandes transformaciones en su organización arquitectónica y social debido al capitalismo industrial y comercial. La población obrera creció rápidamente y con el establecimiento de la jornada laboral -después de la primera guerra mundial-, apareció el tiempo libre y se generaron los primeros equipamientos de ocio para la ciudad industrial. Al mismo tiempo, las clases altas de estas ciudades, compuestas por una burguesía de negocios floreciente, comenzaron a preocuparse por el aspecto estético de su ciudad e impulsaron, tanto desde la administración pública como de manera privada, la creación de jardines y espacios de esparcimiento y relación en el ámbito de la metrópolis.

Paralelamente a este gusto por la estética de la naturaleza, diversos grupos de higienistas y reformistas consideraron durante el siglo XIX que el entorno era un factor determinante para las condiciones de vida en las ciudades. Las transformaciones de la sociedad industrial imponían a las grandes masas de población obrera unas inhumanas condiciones de vida que contribuían a su degradación física y moral. La creencia de que el contacto con la naturaleza tenía virtudes moralizadoras e higiénicas y que el medio natural podía influir positivamente sobre la conducta moral de los ciudadanos, mejorando su calidad de vida, fue el principal factor que impulsó la aparición de lo que hoy conocemos por parque público o parque urbano[18]. Estos parques se consagraron, desde su proyección arquitectónica a la higiene pública y la difusión de la denominada *cultura positiva*; el parque, tal y como lo concebían los higienistas, debía proporcionar

[17] Es interesante señalar la aparición de movimientos como el *Park Movement* que surgió en Estados Unidos y que promovía la creación de parques urbanos en la mayoría de ciudades norteamericanas.

[18] Frederick Law Olmsted, uno de los arquitectos paisajistas más importantes del siglo XIX por ser el creador entre otros del Central Park de Nueva York, considera la necesidad de crear dentro de las nuevas metrópolis espacios dedicados a la función higienizadora moral y física. Estos pensamientos los encontramos en un documento de 1860 en que Olmsted defiende que “el valor de esta propiedad de la ciudad depende del grado en que será adaptada para atraer ciudadanos que obtengan las plenas necesidades de ejercicio y una ocupación mental alegre al aire libre, con el resultado de una mejor salud, y buena forma en todo lo que respecta a las pruebas y los deberes de la vida, con el resultado también, necesariamente, de mayores ingresos y contribuyentes capacitados, de manera que al final la inversión será aprovechable por la ciudad” (García, 1997).

un ocio moralmente aceptable que impulsase la higiene física y moral del ciudadano. Debía servir para restaurar la salud del obrero minada por el trabajo industrial y las deficiencias de la vivienda, *de manera que la inversión fuera aprovechable económicamente desde el momento en que permitía el reciclaje de la mano de obra obrera* (Arranz, y otros., 1994). El argumento higienista era utilizado ampliamente por los defensores del parque como solución a problemas sociales como la delincuencia, el alcoholismo, la insalubridad del entorno urbano, etc.

A partir de este momento el jardín público, redefinido funcionalmente como parque urbano, se convirtió en una cuestión social donde se plantearon por primera vez una serie de problemas nuevos de cara a satisfacer no solo las necesidades de un individuo en particular sino de todo un grupo de gran dimensión, la comunidad urbana. Este fenómeno supuso una renovación del concepto urbano de metrópolis que comenzó a articularse desde una nueva morfología que tomaba estos espacios de ocio y esparcimiento como puntos referenciales de la distribución espacial. Los planes urbanísticos se orientaron a complementar el crecimiento de la urbe siguiendo el modelo de la ciudad jardín y atendiendo a las distintas áreas funcionales que la ciudad del momento demandaba.

Los espacios públicos urbanos adquirieron desde este momento una gran importancia convirtiéndose en descriptores de los acontecimientos y las actividades populares que ocurrían en las áreas urbanas. La mayoría de estas zonas se utilizaron a partir de entonces como punto de encuentro vecinal, lugar para la celebración de fiestas o actividades deportivas y asumieron un gran protagonismo como identificadores locales y geográficos de los diversos colectivos sociales que en ellas se reunían.

Para continuar con el análisis del espacio público entendido como interfaz de comunicación, y dejando por el momento a un lado su aparición histórica en las sociedades contemporáneas, sugerimos acercarnos al análisis de estos espacios desde los estudios de comunicación. Desde este ámbito podemos ver como de forma general se tiene asumido que todo comportamiento es una forma de comunicación y ya que no existe forma contraria al comportamiento, esto es, un no-comportamiento o anti-comportamiento, tampoco existe no-comunicación (Watzlawick, y otros., 1991) (Armand and Michele, 1997). Por lo tanto nos encontramos con que constantemente nos

estamos comunicando con otros, de forma verbal -conversando- o no verbal, mediante gestos corporales por ejemplo. Sorprendentemente solo del 7 al 11% de la comunicación es verbal, el resto es no verbal y en gran medida mediada por los medios y tecnologías de comunicación: prensa, radio, televisión, teléfonos móviles, Internet, etc.

Tomando como punto de partida la mencionada importancia de la comunicación no verbal y especialmente del medio en el que está distribuida, podemos ver como algunas teorías presuponen que la comunicación se realiza en cinco pasos (Shannon, 1948). Este proceso inicia con el remitente del mensaje y la transmisión del mismo a través de un canal a otro individuo, organización o un grupo de gente. Después de recibirlo, el receptor lo interpreta y finalmente responde a él, tras esto termina el proceso de comunicación. A partir de este modelo clásico de teoría de la comunicación y tras la revisión de las supuestos conceptuales de Mcluhan (McLuhan, 1964) nos encontramos de nuevo con la enorme importancia de los canales o *medios* por los cuales circula el mensaje. Para Mcluhan, la tecnología es una extensión del hombre y, ya que la implantación masiva de las tecnologías en la sociedad crean nuevos medios[19], estos reconfiguran al propio ser humano ya que no solo afectan al orden de la sensibilidad sino también a las propias estructuras de pensamiento, es decir, la concepción que el hombre tiene del mundo y de sí mismo. Con esto, Mcluhan plantea la paradoja de que el hombre crea tecnologías que al mismo tiempo crean un cierto tipo de hombre.

A partir de la revisión de la teoría de la comunicación desde el punto de vista de Mcluhan entendemos que los medios tienen una enorme importancia en el proceso de la comunicación ya que filtran el mensaje según sus características específicas modificándolo y adaptarlo antes y durante la emisión, propagación y recepción del mismo. Estos medios pueden ser de muy diversas tipologías, para describirlos generalmente se pone como ejemplo las capacidades ofertadas por el amplio abanico de tecnologías disponibles actualmente. Estas capacidades van desde la transmisión de información de forma escrita –por ejemplo la clásica imprenta que dio lugar a la prensa-, pasando por la transmisión de voz y audio –los medios de comunicación audiovisual no interactivos, como televisión y radio-, para terminar en los recientes medios interactivos digitales de comunicación surgidos a partir de la aparición de las redes de ordenadores,

[19] Por ejemplo la transmisión de hondas electromagnéticas creó la radio y la televisión o la transmisión de datos entre ordenadores ha dado lugar a Internet.

en los que los usuarios se convierten en emisores de información surgiendo por primera vez en la historia la posibilidad del libre intercambio de conocimiento de muchos a muchos. De esta manera aparece un tipo de medio que de alguna forma siguen filtrando y transformando la información de forma sutil e indirecta, pero que también posibilita que los ciudadanos puedan publicar cualquier contenido en él, del mismo modo que lo pueden hacer en el espacio público, ejercitando el derecho de libre expresión democrático. Desde este punto de vista entendemos que con Internet ha surgido un medio que en cierta medida se comporta como un reflejo de la mítica Ágora griega en la que los ciudadanos discutían y opinaban libremente ante cualquier tema concerniente a la Polis.

Por otro lado si hacemos un análisis de los procesos y lugares donde se desarrolla la comunicación desde la perspectiva de las esferas pública y privada, podemos encontrar una clara intencionalidad en el diseño de espacios y el tipo de comunicación y funciones que se dan en ellos. La esfera privada es la destinada a ser ejercida en familia, el mundo de los negocios y la política; es donde un grupo de personas se reúne en privado para discutir y llevar a cabo la toma de decisiones significativas; para la constitución de esta esfera se han diseñado espacios específicos como las alcobas y las salas de reuniones, por ejemplo. En el lado opuesto, desde una formulación histórica, la esfera pública consiste en un espacio separado de la familia, los negocios y el estado. Habermas definió la esfera pública como una red para comunicar información y puntos de vista (Habermas, 1991). Además la estudió desde una variedad de significados que implican una concepción espacial -los lugares donde se articulan, distribuyen y negocian los significados- y también como cuerpo colectivo constituido por el público (Habermas, 1989). Siendo el espacio público el lugar diseñado para que en él se ejercite la esfera pública, y concretamente, espacios diseñados para tal fin han sido los parques, jardines y plazas -que posteriormente analizaremos como espacios físicos de relación social.

Retomando el análisis histórico previo sobre la aparición del espacio público, podemos ver como éste ha sido diseñado para que en él se den el tipo de actividades que permitan desarrollar las relaciones sociales y por tanto crear esfera pública. Los parques son centros de relación social donde los ciudadanos van a observar, hablar, encontrarse, pasear, etc. Son espacios que entretejen la vida urbana y explican mucho

acerca de las ciudades en las que surgen. Por lo tanto estamos ante un ejemplo de espacio que ha sido diseñado bajo diversas funciones, siendo una de ellas -y tal vez la más importante- la de ser un lugar que favorezca y permita la comunicación entre las personas.

Por último, si nos acercamos al comportamiento del espacio público desde el punto de vista de la tecnología informática, podemos ver como éste actúa como una interfaz. Desde esta rama de conocimiento, una interfaz es definida como una zona de contacto y conexión entre dos componentes físicos, entre dos aplicaciones o entre un usuario y una aplicación. De manera más general, una interfaz es el punto, el área, o la superficie a lo largo de la cual dos entidades de naturaleza distinta convergen; por extensión, se denomina interfaz a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común. Desde esta perspectiva podemos entender la interfaz como el lugar en donde se produce la interacción, el espacio donde se desarrollan los intercambios, por lo que podemos hablar del espacio público como una interfaz de comunicación, entendiendo éste como el espacio en el que se "conectan" o comunican dos o más personas. Al igual que un teléfono móvil es una interfaz de comunicación entre dos personas que se encuentran en distintas localizaciones geográficas, el espacio público urbano se nos presenta con un comportamiento similar, al ser el medio diseñado específicamente para que en él se de la comunicación entre las personas situadas en una determinada proximidad geográfica.

1.2 La interfaz digital como espacio público

Antes de adentrarnos en el análisis del espacio público digital hemos creído conveniente describir el marco terminológico y conceptual en el que hemos establecido esta investigación. Este marco se sitúa en el margen generado por la dialéctica de contrarios surgida ante la aparente contraposición entre el mundo de lo real, físico y tangible y el de lo digital, virtual e intangible.

En el reconocido texto, *El mundo como interfaz*, Peter Weibel (Weibel, 2001) defiende, desde el punto de vista de la endofísica, que nuestra percepción del mundo es parcial, pues estamos inmersos en el mismo. Según él, un acercamiento desde una posición exterior podría arrojar datos y experiencias muy distintas a las que cotidianamente experimentamos. Estas diferencias, entre la percepción de un sistema desde el punto de vista endo y exo, se deben a que el medio es modificado por nuestra presencia ya que nunca somos agentes transparentes para el mismo. Al afectar el entorno en el que nos encontramos, estamos contaminándolo -desde el punto de vista de los estudios de campo- y por lo tanto nuestra comprensión del medio está alterada por nosotros mismos. En relación a esto, un importante factor a tener en cuenta es la interfaz sensorial que nos permite acceder al mundo exterior. Como seres humanos disponemos de un determinado número de sentidos que filtran y nos transmiten una información mediada por los mismos; estos sentidos configuran un umbral de percepción a través del cual entendemos nuestro entorno, pero al mismo tiempo discriminan los elementos situados fuera de dicho umbral. Por lo tanto, no podemos ser conscientes por nosotros mismo del inabarcable mundo exterior, ya que la percepción de cualquier entidad está filtrada por la interfaz que nos comunica con ella. En este sentido es necesario resaltar que desde los estudios científicos se han desarrollado un gran número de dispositivos tecnológicos que amplían las capacidades perceptivas del ser humano permitiendo acceder al mundo de lo hertziano, de lo microscópico, de lo macroscópico, etc.

Desde un punto de vista distinto, Pierre Lévy (Levy, 1998), en su teoría sobre la "virtualización", establece una interpretación similar a la ya descrita relación entre lo real y virtual de Weibel. Pero en este caso, en lugar de desarrollarla desde el ámbito de la percepción lo hace desde la construcción de significados. A partir de la etimología de la

palabra “virtual”, la cual proviene de “virtualis” (latín medieval) y, a su vez, de virtus (fuerza, potencia), se refiere a aquello que existe en potencia, pero no está en acto. Lévy entiende la virtualización como transformación; como abstracción de la identidad hacia un cambio de identidad. Mientras que aquello que es posible se convierte en real sin que cambie nada, ya que lo real es una réplica exacta de lo posible, lo actual -por su parte- se virtualiza y por lo tanto se transforma en virtual a la espera de volver a ser actualizado y transformado en real. En este ciclo, lo real está constantemente en transformación perdiendo su característica de perdurabilidad y por lo tanto, virtualizándose constantemente. Lo más destacadazo para Lévy es el hecho de que en ese paso, desde lo real a lo virtual, se origina una verdadera transformación del elemento en cuestión, llevándose a cabo de esta manera una evolución en los sistemas de generación de contenidos. Por lo tanto, podemos entender la existencia de un sistema circular de producción de elementos reales-virtuales herederos, por un lado, de la imaginación y, por el otro, de lo virtual. Bajo estas perspectivas -de percepción mediada de la realidad- entendemos que la concepción de lo real se queda en un imposible ya que nunca podremos llegar a experimentarla tal como es.

Si acercamos este análisis al espacio público, podemos entender la virtualidad como una “realidad” –el espacio público virtual existe y por tanto es real-, en la que la pareja de antónimos real-virtual dejan de tener sentido y por lo tanto proponemos utilizar la concepción físico-digital. En ella se da una clasificación distinta de estos dos conceptos: lo físico nos remite al ámbito de lo perceptible por nuestros sentidos, siendo lo digital imperceptible, por lo que es necesario, para acceder a este entorno, disponer de dispositivos tecnológicos[20] que así nos lo permitan; en palabras de Mcluhan “extensiones del hombre” (McLuhan, y otros., 1992). Se trata de una clasificación basada en los límites naturales de nuestros sentidos y que categoriza por igual toda información percibida por el ser humano -ya sea por medio de interfaces naturales o artificiales-, al entenderla como una información mediada del mundo exterior.

Bajo esta clasificación podemos fácilmente entender que el espacio público hoy en día existe en el entorno de lo físico y lo digital. Actualmente encontramos espacios públicos digitales que a modo de parques y plazas permiten la comunicación y propician

[20] O interfaces. Al igual que entendemos nuestros sentidos como interfaces, los dispositivos tecnológicos actúan aumentando las posibilidades de percepción del ser humano.

las relaciones sociales entre las personas, creando comunidades y esfera social entorno a estos espacios. En la actualidad existe en el espacio digital un gran número de comunidades virtuales, este espacio público digital tanto puede ser la base para la construcción de representaciones sobre totalidades sociales imaginadas de grandes dimensiones –por ejemplo, de comunidades virtuales transnacionales- como puede favorecer la creación de múltiples y fragmentadas comunidades virtuales de pequeña o mediana dimensión. En estas comunidades los usuarios están familiarizados en mantener conversaciones en un sistema de representación indexical, en el que elementos como las características físicas, la forma de vestir, los gestos, el tacto, el olor, etc., no se encuentran presentes. Pero ello no implica que no puedan establecer relaciones sociales y sentimentales; Ana María Gálvez Mozo (Gálvez, 2004) defiende que a pesar de esa calidad indexical, en la interacción siguen existiendo dinámicas de grupo y comunidad. De hecho para el antropólogo Gustavo Lins Ribeiro *todas las comunidades son virtuales, en el sentido de que no pueden ser abarcadas en su totalidad por un individuo y en el sentido de que existen, en la mayor parte del tiempo, como potencialidad y no como realidad, simulando la existencia de un sujeto colectivo* (Ribeiro, 2002). Podemos entrever, en esta declaración de Ribeiro la expansión del termino virtual, cercano al terreno de lo imaginado, y más concretamente, -según el autor- miembro del continuo formado por lo real, lo virtual y lo imaginario. Este continuo consiste básicamente en que lo virtual consta de una cierta presencia que lo constituye más cercano al campo de lo real; los elementos virtuales están –desde la concepción de Lévy- predispuestos a transformarse en reales, y desde el punto de vista de la terminología informática presentes, en el sentido de que -de alguna manera- puedes acceder a ellos; como por ejemplo los mundos virtuales 3D. Lo imaginario por otro lado, es aquello que de alguna manera se da, pero solamente en el plano de nuestra imaginación, no habiéndose constituido aun en una presencia, ni siguiera virtual. Para Lins, una comunidad virtual como los MUD[21] donde generalmente se desarrollan juegos de roll y la interacción entre los usuarios se realiza en modo texto, estaría más cercana a la imaginación que *Second Life*[22], por ejemplo, que consta de un sistema gráfico de

[21] Juegos del inglés Multi-User Domain or Dimension (Multi-usuario dominio o dimensión). Los Muds son juegos de ordenador multiusuario que combinan elementos de juegos de rol. El juego se desarrolla generalmente en modo texto, donde los jugadores leen descripciones de espacios, objetos, acontecimientos, caracteres y criaturas.

[22] En español Segunda Vida. Creado en 2002 y lanzado al público un año después, este entorno de juego masivo multiusuario permite que se desarrolle cualquier clase de juego dentro de él mismo. Desde juegos de combate en primera persona hasta juegos de rompecabezas como Tringo. Fundado por RealNetworks, Second Life proporciona a sus usuarios, denominados residentes, las herramientas necesarias para

representación tridimensional; esto es debido al hecho de que un espacio representado con una gran indexicalidad -por ejemplo mínimos elementos gráficos- requiere un mayor esfuerzo de imaginación para acceder a él que otro con una representación más cercana al mundo de lo real.

Por otro lado, actualmente está ampliamente aceptada la afirmación de que los ordenadores conectados entre sí crean comunidades virtuales entorno a espacios digitales públicos. Este espacio digital, constituido físicamente por cable LAN, fibra óptica y zonas de cobertura inalámbrica, entreteje una amplia red mundial permitiendo el acceso a millones de personas, por lo que cuando nos conectamos a la red podemos acceder a distintas áreas públicas y privadas de la misma. Para Winocur (Winocur, 2001), *todas las formas de encuentro propiciadas por Internet entre los ciudadanos que se realizan con cierta regularidad pueden constituir eventualmente una esfera pública.* Entendiendo que el medio tecnológico propicia la creación de comunidades de usuarios que desarrollan su identidad y actividad como grupo de manera bastante similar a la que se realiza en comunidades creadas entorno a un espacio físico concreto.

Winocur también resalta que no toda la población mundial tiene acceso hoy en día al espacio digital. El número de personas que utilizan Internet está continuamente incrementándose pero todavía existen -especialmente en los países en vías de desarrollo- grandes sectores de población con acceso restringido -censurado- o sin posibilidad de conexión a la "red de redes"[23]. Por lo tanto, se da una determinada homogeneización respecto al perfil de individuos que acceden a la esfera pública digital creada por los usuarios de Internet. Aunque el sector de la población mundial con acceso a este medio se va incrementando continuamente, y con ello diversificando su perfil, sigue resultando utópica la idea de un mundo global donde todos los ciudadanos tienen la posibilidad de estar conectados a las redes de comunicación.

Por último en este apartado desglosamos a continuación las características más importantes de la interfaz digital entendida como espacio público:

---

agregar y modificar su mundo virtual, así como para participar en su economía. De esta manera, los residentes crean la mayoría del contenido del espacio virtual, poseyendo además los derechos intelectuales de estos contenidos. La página web oficial es [www.secondlife.com]

[23] En relación a esto, en el año 2002 el tema del festival Ars Electronica fue Unplugged (desconectados), en donde se pusieron de relieve las dificultades que los habitantes del tercer mundo –especialmente en países africanos- tienen en acceder al uso de las TIC

- El espacio público digital crea comunidades de usuarios transnacionales y con heterogéneas localizaciones geográficas.
- En ellos se da una comunicación no presencial y remota. Las comunidades pueden estar formadas por miembros de cualquier parte del planeta.
- Los usuarios de estos espacios públicos pueden tener múltiples personalidades. Adaptando diversos perfiles psicológicos donde las diferencias de género y clase social pueden ser fácilmente disfrazadas.
- Las relaciones se pueden dar a tiempo real o diferido.
- La comunicación es mediada por la interfaz, ya esa en modo gráfico, texto, sonido, video, etc.
- Las relaciones mantenidas en este medio pueden ser guardadas, archivadas y consultadas por otros.
- La comunicación se puede producir de uno a uno, de uno a muchos o de muchos a muchos.

1.2.1 Clasificación de los espacios públicos digitales

Bajo la denominación de espacios públicos digitales entendemos todos aquellos lugares ubicados dentro de las redes de comunicación que, o bien han sido diseñados específicamente para el ocio y el entretenimiento, o bien, dadas sus especiales características, se han convertido además en vínculos para la búsqueda de información, en lugares de encuentro y relación interpersonal. De entre la gran variedad de espacios presentes en la red nos vamos a referir específicamente a los que centran su funcionamiento en el encuentro e intercambio verbal y experiencial entre individuos, por lo que a partir de ellos se crean comunidades virtuales. Estos espacios serían pues el espejo de los espacios públicos físicos ya que en ellos se desarrollarán a groso modo actividades semejantes (o afines) basadas esencialmente en el esparcimiento, la comunicación y el relax.

El mundo digital de la red Internet podemos clasificarlo dependiendo de las herramientas que utiliza, de los contenidos que expresa y también del tipo de comunicación que posibilita entre los usuarios. De esta manera podemos distinguir entre teléfono y TV chat, correo electrónico, el WWW (World Wide Web) como espacio informativo, los chats, los foros de debate, las listas de difusión, los juegos on-line, etc. Si bien todos estos elementos posibilitan cierta comunicación y por tanto generan un tipo de relación interpersonal entre los usuarios, bajo la denominación de espacios públicos digitales entenderemos únicamente aquellos espacios en los que la comunicación y la relación entre las personas se realizan como entretenimiento y dentro de los parámetros del tiempo libre y el ocio. Concretamente vamos a centrarnos en:

- Teléfono y TV Chat. Este medio está formado por la comunicación en grupo realizada a través de telefonía móvil o fija, en la actualidad se encuentra totalmente integrado en nuestra sociedad y permite a los ciudadanos comunicarse desde cualquier localización, llamando a terminados números telefónicos donde es posible participar en conversaciones mantenidas en grupo. Este espacio, que se crea temporalmente al haber varias personas conversando entre ellas, se encuentra en un lugar ageográfico y desubicado espacialmente, pero es público ya que cualquier persona puede acceder a él a través de su terminal telefónica.

-Chats. El término Chat es un anglicismo derivado del verbo "to chat" que quiere decir charla, tertulia, conversación. En estos espacios digitales, los usuarios entablan conversaciones en tiempo real de manera individual o colectiva con personas remotas. Su funcionamiento se acerca al teléfono ofreciendo la posibilidad de conectar con varias personas simultáneamente. La comunicación se realiza normalmente por medio de texto, generalmente frases cortas compuestas por elementos sintagmáticos simples y a menudo contracciones de palabras, aunque los avances tecnológicos permiten ya la conversación con audio y vídeo (videoconferencias), siguen siendo más popular el uso del texto por su sencillez y fiabilidad en el funcionamiento y también el anonimato físico que propicia.

Un modelo avanzado de *chat* son los espacios de convivencia virtual, donde los usuarios son representados por agentes virtuales comúnmente denominados *avatars* (personajes digitales). Generalmente un avatar no es más que la representación gráfica de un usuario en el mundo virtual a través de la cual se relaciona con los demás usuarios (concretamente con los otros *avatars*). Algunos de ellos están también programados para tener cierto grado de autonomía y realizar determinadas acciones en el entorno virtual interactuando con los demás avatars[24]. En este caso pasan a llamarse *bot*[25]. Cuando el usuario no está conectado el *bot* se encuentra en estado de autonomía y puede realizar diversas acciones que pueden consistir en guardar mensajes, hacer un registro de todas las interacciones que haya tenido durante ese periodo, poder realizar algún tipo de objetivo básico solicitado por el usuario, etc.

[24] Un ejemplo de este tipo de espacios muy populares actualmente en el ciberespacio Second Life (segunda vida), un espacio virtual en 3D completamente creado por sus usuarios residentes, siendo éstos además propietarios de esas creaciones. Surgido en el año 2003, en la actualidad cuenta con más de trescientos mil usuarios, quienes construyen su propia casa y negocios de todo tipo, incluso tienen su propia moneda: el dólar Linden que puede ser cambiada a dólares americanos.

[25] El término "bot" procede de la contracción de la palabra robot derivada originariamente del checo "robota" que significa trabajo.

Img. 1. Entorno de convivencia digital *Second Life*

- Espacios de creación y gestión colectiva de contenidos. Foros de debate, listas de distribución, Wiki, Contents Manage Systems (CMS), blogger, etc. Estos espacios han sido concebidos como lugares para el intercambio de conocimiento y comunicación en cuestiones concretas de interés para los usuarios. Los foros de debate están abiertos a la consulta y aportación de todos los interesados pero no a tiempo real, es decir, cada uno de los usuarios deja un mensaje que puede ser consultado y ampliado a posteriori por los demás usuarios. Generalmente estos espacios tienen asociado un sistema de distribución de mensajes gracias al cual los usuarios reciben los nuevos comentarios en forma de correo electrónico. Los bloggers, Wiki y CMS son algo distinto a los foros de debate ya que normalmente consisten en que solo un usuario o grupo de usuarios escriben en ellos sobre un tema específico. Normalmente el resto de la comunidad de internautas puede leerlos y añadir sus comentarios a partir de ellos, pero no pueden introducir un nuevo comentario desde el principio.

Los Wiki y CMS por su parte son espacios de trabajo basados en entornos web creados y mantenidos por una comunidad de usuarios, normalmente estos lugares gestionan grandes cantidades de información y son dinámicamente actualizados. Entorno a ellos se establece una extensa comunidad transnacional que colabora estableciendo relaciones que se encuentran a medio camino entre lo laboral y lo personal.

Tanto los foros como los bloggers podemos considerarlos como una mezcla entre el mail y el chat con los que comparten características. Por un lado se asemejan al mail dado el carácter personal y reflexivo de las comunicaciones y a la ausencia directa del interlocutor, y por otro lado se acercan al chat pues los mensajes pueden ser compartidos por múltiples usuarios. Además representan un nuevo método comunicacional inexistente con anterioridad en el espacio físico. Podemos describirlos con un dinámico tablón de anuncios especializado donde los usuarios dejan mensajes que son luego contestados por otros usuarios iniciando una reflexión acerca de un tema concreto. Estos nuevos medios son muy utilizados por los usuarios de la red ya que ofrecen la posibilidad de compartir conocimientos de manera ágil y especializada.

Los chat, los foros de debate y los bloggers se han convertido en los últimos años en los lugares de la red más utilizados dadas las especiales características comunicativas que presentan; podemos encontrarlos dedicados a temas muy específicos o dirigidos a un sector poblacional concreto. De esta manera podemos afirmar que son clubes virtuales donde la gente se reúne para compartir experiencias dentro de un interés concreto. Dada su abundancia, estos espacios se clasifican por comunidades diferenciadas por edades, gustos musicales, género, gustos musicales, etc., y también por intereses temáticos como arte, ciencia, matemáticas, literatura, cocina, etc. Son espacios especializados donde el tipo de encuentro y de relaciones con los demás usuarios vienen en principio determinados por la elección del contenido del lugar.

- Juegos on line. Esta nueva modalidad permite a varios participantes simultáneamente interactuar dentro del mismo juego desde ubicaciones remotas. La necesidad tradicional de encuentro en un espacio físico para iniciar un juego colectivo desaparece y es sustituida por la telepresencia que permite a los usuarios comunicarse y jugar a tiempo real desde la distancia. Estos juegos podemos encontrarlos tanto a través de la red Internet (en los que los usuarios se encuentran físicamente lejanos y son en ocasiones desconocidos unos para los otros) como dentro de pequeñas intranet que delimitan el espacio de acción y el número de terminales conectadas y por tanto es posible que los usuarios se conozcan e incluso estén físicamente próximos mientras juegan.

Podemos encontrar un gran número de videojuegos basados en el uso de la red como un elemento comunicacional gracias al cual se desarrollan entornos de colaboración en grupo. Éste fenómeno ha supuesto una verdadera revolución en el concepto de juego colectivo[26]. Ahora los usuarios/jugadores pueden evolucionar en el mismo espacio digital y colaborar o competir entre sí. Ya no se trata solo de enfrentarse a la máquina, sino que se interactúa directamente con otras personas, con su inteligencia, habilidad, agilidad mental, suerte... Algunos juegos exigen estrategias compartidas, la creación de reglas sociales por parte de los jugadores, de comunidades virtuales o clanes que se enfrentan entre ellos. Todo un complejo sistema de relaciones sociales se deriva de la utilización de este tipo de juegos.

[26] Las ventajas que ofrecía Internet para compartir información con fines militares, científicos y educacionales (por este orden) fueron más tarde utilizadas para desarrollar juegos que aunque diferían notablemente de los que ahora conocemos sentaron las pautas de un nuevo modo de comunicación. Uno de los primeros fue BBS (Bulletin Board System) que básicamente se trataba de aventuras que se jugaban en modo texto. Otra eran los ya comentados MUD (Multi User Dimension), algo así como un servidor de Internet, también en modo texto, que proporcionaba un entorno para establecer relaciones multiusuario. Sobre todo eran juegos de rol. Por último, también estaban los juegos por e-mail (Play By EMail o PBEM). Los primeros consistían en el intercambio de mensajes con los movimientos de un juego en concreto, donde el ajedrez era la estrella. Después se ampliaron a los de estrategia por turnos. La verdadera eclosión de los juegos en red llegó con el Doom, del tipo Arcade en 3D (videojuego de acción de gran sencillez gráfica, precursor de los actuales videojuegos 3D de acción en primera persona) y que comenzó a jugarse en redes locales. Al poco tiempo apareció el título que definitivamente iba a consolidar esta nueva forma de jugar: Quake, directo heredero del Doom, pero superándolo con creces. En la actualidad, este tipo de juegos se cuentan por centenas: Star Craft, Subspace, Silkroad, Age of Empires, Matrix, etc...

1.3 Procesos migratorios entre lo físico y lo digital

Si analizamos los cambios que se están dando en el ámbito de lo urbano no debemos pasar por alto que el escenario de las relaciones entre los ciudadanos en el plano físico también está cambiando. Un endurecimiento generalizado se extiende por las ciudades. Entendámoslo metafórica o literalmente, cada vez es más duro disfrutar del espacio público en el entorno urbano ya sea por cuestiones arquitectónicas que cubren de cemento cualquier refugio confortable, por la polución producida por los coches, por políticas asociadas a la economía o por estrategias de seguridad ciudadana. Esto conlleva que en nuestro tiempo de ocio busquemos alternativas cada vez más alejadas de la reunión en el parque o el paseo entre amigos.

Sirva de ejemplo la influencia que sobre plazas y parques ejercen los Centros Comerciales. El modelo de centro comercial periférico -templo del ocio- y el *shopping*[27] se extienden por todas partes y su funcionamiento como aglutinador de actividades de ocio, deporte y compras tiene efectos directos sobre el uso del espacio público. Los *megacentros*[28], modelos económicos globales que se establecen por igual y sin apenas variaciones por todo el planeta, se caracterizan por su gran tamaño y por la enorme cantidad y diversidad de objetos de deseo y actividades para la distracción, todo ello calculadamente aliñado con colores luminosos e hilo musical. Paradójicamente, y para mayor perplejidad, dentro de estos espacios se suele recrear a modo de parque temático el espacio público al aire libre con un conjunto de juegos especialmente diseñados para los niños. Este espacio artificial ejerce un efecto casi hipnótico sobre los ciudadanos que pasan largas horas deambulando entre sus enormes pasillos atiborrados de productos.

[27] El modelo globalizado propio de las grandes superficies comerciales conlleva también, entre otros factores, una globalización del lenguaje. Utilizamos aquí la acepción inglesa shopping (ir de compras) conscientes de que no pertenece al castellano. Nos sirve de modo irónico para acentuar que ir de compras ya no es una actividad propia del plano de la necesidad sino del plano del deseo y el ocio. To shopping es una nueva expresión que indica el ir de compras como entretenimiento y actividad social, deambulando por los grandes almacenes pasando el tiempo en una nueva forma de ocio. Las grandes superficies comerciales proceden de un modelo económico originario de Estados Unidos donde la estructura descentralizada y expandida de la ciudad convierte al coche en una herramienta imprescindible. Aglutinar todas las tiendas en un mismo lugar facilita la circulación de los ciudadanos que en un mismo espacio encuentran todo lo que necesitan.

[28] Los nuevos centros comerciales se caracterizan también por el uso del superlativo: mega, súper, y otros prefijos se acoplan a los conceptos para indicarnos la magnitud de su espacio físico y de su visión global como lugar de encuentro.

El parque, la plaza o el jardín siguen cumpliendo sus funciones pero es evidente que el centro comercial los suple en buena manera al ofrecer aglutinadas bajo un mismo techo[29] un amplio muestrario de actividades. Creemos importante incidir en la recreación simulada de escenarios urbanos organizados entorno a calles, avenidas y plazas a las que se orientan escaparates, cafeterías y parques infantiles. Este simulacro de metrópoli condensada satisface al potencial consumidor pues aparentemente le ofrece las ventajas de la ciudad y ninguno de sus inconvenientes[30].

Los centros urbanos reflejan sensiblemente las consecuencias de la proliferación de este tipo de grandes almacenes y, en los casos más drásticos, se han convertido en monumentos destinados al turismo, parques temáticos como remembranza de aquello que fue. Podemos ilustrar esta situación tomando como metáfora el decorado de un plató cinematográfico: tenemos fachadas de edificios emblemáticos perfectamente restaurados, tanto que en ocasiones parecen falsos, y una serie de calles que los unen y los rodean dando paso a la circulación constante de visitantes, al tránsito apresurado del turista y al uso utilitario del habitante. Sin embargo difícilmente suscitan la identificación del ciudadano con su entorno vital. La Ciudad Escaparate ofrece pocas oportunidades a los ciudadanos para hacer uso del espacio publico, disminuido y arrinconado entre el tráfico, la especulación inmobiliaria y la planificación urbana centrada en el turismo[31].

A todo esto hemos de añadir sin duda el factor velocidad aportado por las tecnologías de la comunicación que han acelerado exponencialmente todos los procesos cotidianos, tanto laborales como domésticos e incluso emocionales. La facilidad para comunicarnos en cualquier momento y en cualquier lugar ha provocado

[29] Aunque en España gozamos de temperaturas moderadas durante las cuatros estaciones los espacios al exterior experimentan lógicamente la lluvia, el sol y el viento. Los centros comerciales ofrecen a los usuarios un clima uniforme y controlado todo el año, sea verano o invierno. Este microclima es otro de los factores que lleva a los ciudadanos cada vez más hacia estos lugares.

[30] Embotellamientos causados por el tráfico, los problemas de aparcamiento, la contaminación o las variaciones del clima son algunos de las desventajas de la ciudad real en comparación con los espacios comerciales. Si podemos aparcar fácilmente, pasear al abrigo del tiempo, hacer las compras, ir al cine y acto seguido cargar fácilmente nuestro coche y volver a casa ¿quién necesita la ciudad real?

[31] Diversos ejemplos nos vienen a la mente pero ninguno tan escandalosamente evidente como el de la ciudad de Valencia que poco a poco ve desaparecer la idiosincrasia popular de sus barrios más identitarios para dar paso a construcciones megalómanas en proyectos urbanísticos que prescinden conscientemente del habitante real para dar paso únicamente al espectador, al visitante consumidor y al aplauso del turismo. Nuestra observación aquí no es fruto del comentario azaroso e irresponsable sino que nos hacemos eco de las numerosas plataformas ciudadanas que en contra de la especulación urbanística paralela a estos procesos han surgido por toda Valencia.

un incremento de los procesos de conexión entre personas y esto se refleja en la multiplicación de operaciones económicas, de intercambios comerciales, de información recibida y enviada, etc…

La instantaneidad propia de los nuevos medios facilita los procesos laborales pero, al contrario de lo que en principio imaginamos, esta situación no se traduce en un aumento del tiempo libre sino en su disminución. La disociación de trabajo y espacio laboral -posible a partir de la aparición de la telefonía móvil, los ordenadores portátiles e Internet- convierte cualquier lugar en oficina improvisada y cualquier momento en tiempo laboral. De esta manera cada vez es más difícil separar entre ocio y trabajo ya que estas prácticas se mezclan y combinan a través de los mismos canales de comunicación y utilizan los mismos espacios, las mismas herramientas y en ocasiones métodos muy similares. En este espacio compartido se incrementa la velocidad y desaparece el tiempo libre[32] y con ello disminuye la utilización del espacio público físico como lugar para la relajación y el ocio.

Consecuentemente encontramos que ante el progresivo endurecimiento del espacio público físico y la expansión del tiempo laboral se articula la atracción de lo artificial, protagonizada por los entornos comerciales de ocio y distracción y los nuevos espacios virtuales de comunicación propios de las tecnologías digitales. Diversos factores que convergen en la conformación de un nuevo territorio para lo público, para las relaciones sociales y la interacción entre personas. Parece ahora difícil definir este territorio desde parámetros puramente urbanísticos, sociales o de comunicación y es necesario expandir nuestra percepción para abarcar la amalgama de realidades superpuestas que encontramos a nuestro alrededor. La situación actual del espacio público está directamente relacionada con un conjunto de complejos y potentes procesos que desde hace años están transformando nuestras ciudades y modos de vida. Estos procesos están modificando el diseño, la utilidad y las maneras de uso de los espacios públicos abocándolos hacia un nuevo paradigma. Los más significativos son el aislamiento, la metropolización, la fragmentación, la privatización, la aparición de

[32] La invención de la aeronáutica trajo consigo el empequeñecimiento de las distancias. Sin embargo las ventajas de este hecho no han facilitado a largo plazo la expansión del tiempo de recreo. Los desplazamientos son ahora más rápidos pero al mismo tiempo se han multiplicado. Con las tecnologías de comunicación digitales sucede algo parecido. Asistidos por ordenadores y medios de comunicación hemos conseguido una simplificación de las tareas pero al mismo tiempo se ha producido un incremento de las mismas y su expansión fuera de los límites espacio temporales propios de la actividad laboral.

los espacios públicos digitales, etc. A continuación pasamos a describir brevemente los procesos mencionados.

En términos generales, la vida en las grandes ciudades tiende al aislamiento de sus ciudadanos. El estilo de vida neoliberal basado principalmente en el éxito profesional y el consumo masivo de artículos de lujo hace que los ciudadanos cada vez tenemos menos tiempo e interés en deambular por parques y plazas. Las sociedades capitalistas invitan a sus ciudadanos a la búsqueda del éxito social con el que esperan conseguir la calidad de vida y reconocimiento deseados. Debido a esto la velocidad y el estrés de los ciudadanos en busca de ese reconocimiento y éxito se incrementen cada vez más. La aparición de nuevos y cada vez más efectivos sistemas de gestión y comunicación a tiempo real y el progresivo aumento de la velocidad en los medios de transporte humano y de mercancías, colaboran en este proceso de aceleración social. En palabras de Paul Virilio *la puesta en práctica del tiempo real para las nuevas tecnologías es, se quiera o no, la puesta en práctica de un tiempo sin relación con el tiempo histórico, es decir, un tiempo mundial. El tiempo real es un tiempo mundial. Hasta ahora toda la historia ha tenido lugar en un tiempo local* (Virilio, 1997). Para Virilio la hegemonía de este tiempo real supone una grave amenaza para el ser humano, ya que, según él, los humanos necesitamos sentir el volumen temporal consistente en un tiempo pasado, un presente y un futuro. La omnipresencia del tiempo real hace desaparecer el pasado y el futuro, convirtiendo el presente en un constante continuo en el que podemos vagar perdidos indefinidamente.

Debido a este proceso de aislamiento social se está produciendo la desaparición del modo de vida propio de los barrios con el incremento del anonimato y la incomunicación entre sus ciudadanos que cada vez más cambian su domicilio de una ciudad a otra, o incluso de un país a otro, lo que implica que los habitantes de los barrios –o en un mismo edificio- no se conozcan entre ellos. El anonimato de los vecinos en una ciudad y en pequeños o medianos pueblos en la actualidad se produce de manera bastante frecuente.

En estrecha relación con este proceso existen claros síntomas de incomunicación personal que nuestras sociedades están experimentando en los últimos años. Podemos afirmar que los ciudadanos encuentran dificultades para iniciar nuevas

relaciones con personas desconocidas en el entorno físico-presencial. Algunos de los factores que producen esta incapacidad de comunicación están relacionados con el proceso de globalización, como los movimientos migratorios de población, la inseguridad ciudadana, el miedo al extraño, etc. Estos temores se globalizan y se alimentan a través de los medios de comunicación que nos mantienen informados de lo que ocurre a diario en otras ciudades; incluso los que viven en lugares más seguros tienen sensación de inseguridad al hacer suyos los temores de otros. En el *Forum de Barcelona* uno de los paneles del programa "Ciudad y ciudadanos del siglo XXI" estaba centrado en este factor. En él se expusieron los distintos aspectos relacionados con la sensación de inseguridad ciudadana. Para Fernando Carrión (Carríon, 2002) se está produciendo un cambio en los temores de las ciudades, pasamos del miedo por el hecho de andar solo, a la soledad, del hecho de ser de noche, a la oscuridad, en definitiva a la inseguridad por prevención situacional. La prevención de la seguridad es una variable que en algunas ciudades se ha introducido junto con las políticas públicas de la ciudad, políticas o medidas de prevención que hacen que el individuo tenga que pensar constantemente en la seguridad: no ir por la noche a según que parques, construcción de muros en zonas residenciales, etc.

De este modo encontramos un síntoma de que las sociedades avanzadas están psíquicamente enfermas de incomunicación, parece como si las personas ya no seamos capaces de comunicarnos directamente los unos con los otros y tengamos que recurrir a dispositivos tecnológicos. Pero al mismo tiempo, podemos verlo también como un remedio a esa enfermedad, ya que, al fin y al cabo, el aumento en el uso de los dispositivos tecnológicos de comunicación también lleva consigo un aumento de la comunicación en sí misma. Por lo tanto entendemos este proceso como un posible encuentro entre la tradición y la modernidad.

En los últimos 50 años las ciudades han sufrido el fenómeno de la metropolización, esté proceso sucedió en paralelo al de la pura aglomeración de las poblaciones. Como resultado hemos asistido a la fragmentación de las poblaciones urbanas a lo largo de las principales vías de circulación. Esto obliga a los ciudadanos a una continua utilización del transporte público o privado para desplazarse de una manera casi forzada para cualquier necesidad. Este fenómeno implica largos desplazamientos donde es fácil perderse, asociado al estrés que producen, y la

modificación de nuestra percepción subjetiva de las distancias y por tanto de la estructura de la ciudad.

En nuestros desplazamientos diarios mentalmente reestructuramos una ciudad casi imaginaria compuesta por espacios conocidos separados por otras zonas muertas a la manera de *agujeros negros*; espacios donde no tenemos la necesidad de ir y que por tanto nunca conoceremos. En el lado opuesto, encontramos otros barrios o zonas populares, generalmente el centro histórico y alguna otra zona de la ciudad, que la mayoría de la población visita, tales como zonas de ocio, comerciales e institucionales. De esta manera los espacios públicos de las zonas no populares caen frecuentemente en el abandono por parte de la administración y de forma casi paralela los habitantes de esas zonas dejan de visitarlos y utilizarlos. De forma contraria, en las zonas populares encontramos un excesivo celo por parte de la administración en la preservación y conservación de las mismas, ya sea por tratarse de espacios históricos o administrativos. Una excesiva reglamentación, unida a un severo control policial, hace que estas zonas sean difícilmente utilizables para los usos que de forma histórica atribuimos a parques y plazas.

Paralelamente, este proceso de fragmentación del espacio público ha traído consigo una proliferación de nuevos lugares diseñados para el esparcimiento y la relación social de los habitantes. Estos lugares están asociados a la lógica del capital en términos de privatización gracias a la *transferencia de poder al sector privado y la globalización* (AA.VV., 2004). Como hemos comentado antes, nos referimos a centros comerciales y de ocio donde la reunión se produce inducida por la compra y el recreo controlado por los negocios. Si entendemos el espacio público como el lugar donde se ejerce la ciudadanía, donde ésta se hace visible, por ejemplo, a través de una manifestación, hoy día la ciudadanía se constituye mayoritariamente en los centros comerciales, donde ésta se ejerce a través del poder de consumo. Pero evidentemente estos espacios privados tienen un diseño y sentido muy distinto al que tuvieran los parques y plazas. Su principal valor es el consumo y aunque se puede dar lugar a las relaciones interpersonales, estas se desarrollan en un segundo plano.

Además de los centros comerciales, uno de los símbolos de privatización del espacio público más significativo es el automóvil. El filosofo Martín Barbero critica el

paradigma con que ciertos urbanistas pretenden establecer un modelo de ciudad basado en los flujos de tráfico. Ante ello, Barbero se alarma: *La verdadera preocupación de los urbanistas ya no será que los ciudadanos se encuentren sino todo lo contrario: ¡que circulen!* (BARBERO, 2003). De esta manera el automóvil se convierte en uno de los medios claves en términos de privatización del espacio público, subidos en nuestro coche podemos deambular por la ciudad en una especie de espacio privado móvil.

Ante este paradigma global encontramos que los parques y plazas han sido remodelados en los últimos años bajo la excusa de un diseño más actual pero que realmente los han convertido en espacios de tránsito, lo que implica un diseño más duro e inhabitable. La progresiva eliminación de bancos, zonas sombreadas y vegetación en el espacio público de nuestras ciudades, especialmente en las plazas y también en aceras y chaflanes, están convirtiendo nuestros barrios en zonas de tránsito donde difícilmente se pueden establecer dinámicas de comunicación entre los vecinos. Paralelamente a este efecto de la desaparición y deterioro progresivo de los bancos, aparecen las terrazas de los bares que invaden el espacio público privatizándolo y haciendo necesario el consumo para poder disfrutar de estos lugares. La exclusión del que no quiere o no puede pagar el canon de la plaza-terraza-bar supone la ruptura con una de las características principales que ha de tener el espacio público; la integración ciudadana. Aunque estos bares generan riqueza en forma de empleo e impuestos, ello no justifica la tergiversación del espacio que están produciendo al someter el espacio de lo público al capital privado y por lo tanto apoderarse de los espacios que han sido creados y diseñados con financiación pública. Además estos mecanismos están asociados también al turismo masivo, uno de sus efectos es el de los bares y terrazas modelo franquicia donde los productos y la imagen de marca están seriados, produciendo la pérdida de la singularidad y con ello el detrimento de identificación del ciudadano con su cultura local.

En el lado opuesto, la aparición de los ya descritos espacios públicos digitales propicia que los ciudadanos puedan conocerse y comunicarse en estos nuevos lugares y por lo tanto ya no sea tan necesario trasladarse a los parques para llevar a cabo sus relaciones sociales. Pensamos que este proceso se está produciendo, en parte, como respuesta al nuevo paradigma de los espacios públicos, caracterizado por el desinterés social que en estos momentos existe por este tipo de espacios. Como hemos visto,

profundos y complejos procesos se están desarrollando entorno a los parques y plazas de nuestras ciudades. Por lo tanto, los ciudadanos se ven invitados al desarrollo de relaciones sociales a través de los nuevos medios y dispositivos tecnológicos. Entendemos pues este proceso, no como que el espacio digital le haya ganado la partida al físico, sino que, ante un decaimiento previo de éste último, lo digital ha surgido como una alternativa.

Ciertas características de los espacios digitales posibilitan nuevos modos de relación interpersonal, como el anonimato por el uso de seudónimos y la ausencia de representación física de los interlocutores, etc. Esto los hace indudablemente atrayentes al permitir interactuar en un nuevo modelo de espacio donde las acciones desarrolladas no tienen implicaciones graves, desde el punto de vista físico, en las personas. Aunque recientes estudios sobre la relación en entornos digitales han demostrado que en ellos se desarrollan prácticamente los mismos modos y leyes de comportamiento social en el proceso comunicativo que en los físicos (Gálvez, 2004).

1.3.1 El fenómeno de la transfuncionalización

La afluencia cada vez mayor de usuarios en los espacios digitales nos indica el comienzo de un proceso de *transfuncionalización* emergente desde el espacio físico al digital. Este proceso se caracteriza principalmente porque las funciones con que fueron tradicionalmente concebidos los parques urbanos se están trasladando al contexto digital de los nuevos medios de comunicación. El encuentro con otras personas, el diálogo y el juego son acciones que tradicionalmente han estado ligadas a los espacios urbanos de esparcimiento y en estos momentos tienen lugar, cada vez con mayor frecuencia a través del email, los chat o los juegos en red. Podemos entender mejor esta *transfuncionalización* si observamos cuales son los factores que intervienen en cada uno de estos espacios:

- El cuerpo es una referencia ineludible de la identidad personal y a través de él nos relacionamos con los otros, en este sentido nos encontramos con la dicotomía corpóreo-incorpóreo. En los espacios digitales nuestra presencia es incorpórea y nos liberamos por tanto de todo tipo de condicionantes estéticos. El efecto *cara a cara* fundamental en la comunicación en el espacio físico, pierde su importancia en el contexto virtual.

- El acceso a los espacios físicos viene determinado por la proximidad a nuestra vivienda o lugar de trabajo. Los espacios digitales se encuentran allí donde haya un ordenador conectado a Internet, el acceso puede establecerse tanto desde el puesto laboral, la vivienda personal o una terminal móvil. Las distancias físicas se minimizan al disponer de un lugar de esparcimiento abierto al mundo desde nuestro domicilio.

- La diversidad de los visitantes a estos espacios es otro factor esencial en este cambio. Las distancias han constituido para todas las sociedades en la historia, el marco condicionante de las relaciones grupales. Desde la aparición de los espacios públicos digitales, las distancias geográficas desaparecen y podemos comunicarnos con personas físicamente lejanas a tiempo real. En los tradicionales espacios públicos físicos esta posibilidad no existe y es necesaria una presencia física cercana para que pueda darse la comunicación (la conversación vía teléfono móvil la clasificaríamos

también como un fenómeno de comunicación digital ya que los interlocutores no están físicamente presentes y está mediada por una interfaz tecnológica).

- El tránsito de unos espacios a otros. Dentro de los parámetros de Internet, podemos cambiar de lugar, de chat o de foro en cualquier momento sin que ello suponga ningún problema de desplazamiento. En cambio en el espacio físico este cambio está mediado por la distancia de un emplazamiento a otro que está directamente relacionada con la densidad de espacios que existan en una ciudad determinada.

- La afluencia a los espacios digitales se caracteriza porque podemos acudir a ellos a cualquier hora del día o la noche, pues no son factores que influyan fundamentalmente en la usabilidad de la red, dado el carácter global de Internet siempre encontraremos a otras personas con las que compartir experiencias. Los espacios físicos están determinados por factores físicos como el clima, la alternancia noche-día, etc., que determinan su utilización y por tanto la condicionan.

-La arquitectura de los espacios físicos determina la confortabilidad de los individuos que los utilizan. No siempre encontramos aquellos lugares donde poder pasear agradablemente o permanecer sentados de manera cómoda para dialogar con nuestros acompañantes. En el entorno digital, nuestra comodidad física viene determinada por la arquitectura y diseño de nuestra propia casa o lugar desde el que conectamos. Por lo que somos responsables de la misma y podemos adaptar este lugar a nuestras necesidades; de esta manera podemos relacionarnos en el mundo digital cómodamente instalados en un sillón al resguardo del frío. Por otro lado la arquitectura digital puede estar configurada también para satisfacer nuestros gustos y de este modo relacionarnos en un jardín virtual lleno de plantas exóticas. El efecto ilusorio del mundo virtual, unido al diseño de nuestra propia comodidad, propicia también que cada vez un mayor número de personas se relacionen a través de este medio.

Podemos enumerar muchos más factores que hacen que el traspaso de funciones desde el mundo real al digital esté progresando, sobre todo en lo que se

refiere a lugares de ocio y entretenimiento[33]. Si observamos detenidamente algunos de estos nuevos espacios relacionales, podemos darnos cuenta de cómo las actividades que se realizan son las mismas que en los parques urbanos, pero prescindiendo del carácter físico del mundo de lo tangible y están construyendo otra realidad paralela procedente de lo digital y por lo tanto fácilmente adaptable a nuestros deseos.

Todo este tipo de cambios suponen una importante transformación en el entramado de relaciones sociales de la ciudad. De alguna manera, estamos asistiendo a una disgregación del espacio urbano, debido a la mayor presencia de usuarios en la red y a las posibilidades comunicativas que este medio ofrece. El entramado de la metrópolis y las relaciones de trabajo que se dan en ella, siempre ha sido un entorno difícil para la vida en sociedad; los parques han intentado ofrecer zonas libres para la distracción y el tiempo libre que satisficieran las necesidades de relación de los individuos. Estas necesidades son satisfechas ahora también por los nuevos espacios de relación social que ofrecen además la posibilidad de nuevas experiencias interpersonales.

En definitiva es un mundo digital en el que los usuarios se relacionan en un escenario idealizado de la realidad y según los mismos hábitos. Es una curiosa muestra de cómo la transfuncionalización desde el mundo real al digital ha llevado consigo una reproducción virtual de los espacios físicos dotándolos además de las ventajas inherentes a su condición digital. Un espacio híbrido donde realidad y virtualidad se mezclan generando nuevas formas de relación social.

Por todos estos procesos anteriormente descritos, podemos afirmar que las zonas públicas urbanas -entendidas desde el punto de vista de los objetivos y funciones con que fueron creadas- están en vías de desaparición. Aunque físicamente sigan existiendo, su transformación en cuanto a uso y diseño, hace que ya no sean esos espacios inicialmente pensados para el descanso y las relaciones sociales y por lo tanto se transformen en otro tipo de espacios. Tal vez sigan siendo públicos en muchos de sus casos, pero lejanos a aquel ideal de los higienistas y reformadores del siglo XIX.

[33] Este traspaso de funciones se está produciendo también en el mundo laboral que cada vez más se realiza dentro del contexto de las redes comunicacionales de Internet, a través del mail y las videoconferencias. El teletrabajo es un fenómeno derivado de este traspaso de funciones a partir del cual es posible prescindir el espacio físico de la oficina y trabajar desde un espacio doméstico conectado eso si a Internet.

Nos encontramos ante un difícil panorama de actuación donde la transformación en favor de un supuesto progreso está modificando nuestras ciudades y por tanto nuestras formas de vida. Trasladarse y consumir parecen ser las dos grandes metas que nuestros gobernantes están dispuestos a proporcionarnos y ante esto, los parques y las plazas, espacios pensados para estar, relajarse y conversar cara a cara tienen un difícil papel que jugar en la actualidad.

1.4 El espacio público híbrido: la actualización del espacio público a través de la mezcla entre lo físico y lo digital

En la actualidad estamos continuamente moviéndonos entre el espacio físico y digital de relación social sin casi ser conscientes de ello. Constantemente nos comunicamos pasando, por citar un ejemplo, con total normalidad de navegar por Internet y chatear con nuestros amigos de cualquier parte del mundo a conversar con nuestro vecino. Habitamos en un espacio híbrido mezcla de lo físico y lo digital, un espacio en el que esta mezcla cada vez se difumina más gracias a la progresiva incorporación a nuestra cotidianidad de los dispositivos tecnológicos. En estos espacios podemos encontrar un lugar en el que estar mientras nos comunicamos individualmente o en grupo con otras personas que puedan estar presentes o remotas. De esta manera lo físico y lo digital se entremezcla para producir nuevos sistemas y modos de relación interpersonal acordes con el tiempo en el que vivimos.

El concepto de espacio hibrido[34] parte de un entendimiento diferente sobre el propio espacio, tomando la noción de espacio de Henri Lefáebvre (Lefáebvre, 1991), podemos acercarnos mejor a este concepto. Hoy en dia muchas de las discusiones sobre el espacio son influenciadas por su teoría introducida en los años 70, en ella espacio consiste en una interacción entre percibir, concebir y vivir el espacio, y todas estas acciones se realizan en movimiento. El espacio hibrido puede ser entendido de esta manera como un espacio en movimiento y en interación entre diversas acciones como percibir, concevir y vivir tanto con elementos físicos como digitales ya que el espacio público es formado no solo por elementos materiales, sociales y acciones políticas -como argumentó Lefáebvre- sino también por los surgidos a partir de las tecnologías digitales.

Podemos aplicar al proceso de conocimiento y relación con el espacio hibrido las conclusiones del urbanista Kevin Lynch (Lynch, 1960) y el geografo social Yi-Fu Tuan (Tuan, 1979), en las que como habitantes de la ciudad intentamos entender el mundo de alrededor nuestro partiendo de un instinto de supervivencia elemental, para luego actuar en consecuencia con la concepción espacial que ha sido creada en ese proceso.

[34] Término introducido por Eric Kluitenberg al problematizar la capacidad de las acciones y actividades en el espacio público debido al incremento de la invisibilidad de las tecnologías digitales permitiendo una masiva vigilancia y control de la población.

La distinción que hace Michel de Certeau (Certeau, 1984) sobre la ciudad actual (la que experimentamos fisicamenten y vivimos en ella) y el concepto mental de ciudad (la racional, modelo ordenado de la ciudad) es también aplicable en este contexto ya que con la transición desde la concepción del espacio tradicional al espacio hibrido, el concepto que la gente tiene de la ciudad -que es determinado por las experiencias diarias- cambia. La influencia de las cada vez más invisibles tecnologías digitales en las vivencias del ciudadano en el espacio público cada día es mayor, y de esta manera afectan, casi sin ser conscientes de este ello, a la imagen mental que ellos tienen y en sus acciones. Cuando la ciudadanía conozca las caracteristicas de los medios digitales tendrá un mejor entendiemiento del carácter de los espacio hibridos y serán capaces de sobrellevarlos mejor. Hay ciertos indicios de que este proceso ya están en desarrollo como por ejemplo el increíble aumento de acceso a Internet en los últimos años; en febrero del 2002 ya había conectados a Internet alrededor de 544 millones de usuarios y de estos un 83,3% usaban habitualmente el correo electrónico, un 21,3% el Chat y un 5% los grupos de discusión (AUI, 2002). En el siguiente gráfico podemos ver el aumento del número de personas conectadas a Internet desde su aparición hasta febrero del 2002.

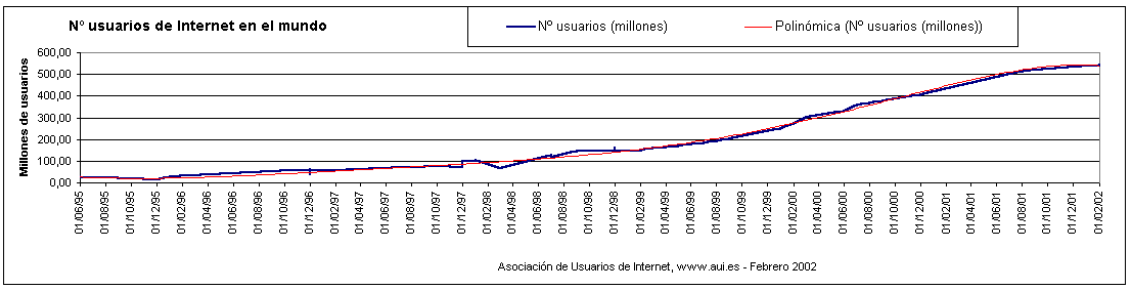


Fig. 3: Evolución del número de usuarios en Internet

Otro ejemplo que podemos resaltar en este sentido es el uso masivo de los teléfonos móviles. Según datos de la Comisión de Mercado de las Telecomunicaciones Españolas, a finales de julio del 2006, España superó los 45,2 millones de móviles activos, lo que supone una penetración del 102%, sobre los 44,39 millones de habitantes computados por el Instituto Nacional de Estadística (Directo, 2006). Lo que viene a decir que prácticamente la totalidad de la población dispone y utiliza al menos un teléfono móvil. Este intensivo uso por parte de la población actual hace que las personas estemos continuamente comunicándonos remotamente entre nosotros,

creando una comunicación de presencia difusa caracterizada por la presencia híbrida en el espacio físico y digital.

Este tipo de comunicación en el plano de lo digital se encuentra hoy en día omnipresente en nuestra realidad urbana y social. La amplia cobertura, que actualmente roza el 100% de la geografía de nuestro país, hace que en nuestro deambular por el espacio físico estemos también conectados y presentes en el digital, siendo accesibles remotamente en cualquier momento por cualquier persona que quiera contactar con nosotros. Nos encontramos actualmente ante la desaparición de espacios absolutamente físicos. Entendidos estos como espacios donde no transita ningún tipo de información digital, como cobertura de telefonía móvil, radio, televisión, señal GPS, acceso inalámbrico a Internet o a una red local, etc.

En el lado opuesto, encontramos que la gran mayoría de los espacios físicos ya se encuentran presentes en el mundo digital. De una u otra manera, casi todos los edificios, plazas, calles, etc., de nuestras ciudades tienen su presencia en la red. Por citar un ejemplo, la guía QDQ tiene actualmente digitalizadas las calles de varias ciudades españolas, como Madrid, Barcelona, Valencia y Sevilla. En su página web de acceso gratuito podemos ver, junto al mapa de estas ciudades, diversas imágenes tomadas desde distintos ángulos de todos los edificios que existen en estas ciudades. Resulta impresionante poder acceder a esta gran base de datos en red en la que actualmente ya se encuentran completamente digitalizadas ciudades enteras. Otro ejemplo en este sentido que no debemos pasar por alto es el programa Google Earth que hace una reconstrucción digital del planeta Tierra a partir de imágenes por satélite. Los usuarios pueden acceder a la visión de cualquier parte del globo terráqueo y también a la información de carreteras, hoteles, parques, etc., incluso pueden colocar información personal locaizada geográficamente en lugares específicos.

Volviendo al mundo de lo digital podemos ver el interés actual por combinar los espacios puramente digitales con características físicas. Los videojuegos que hacen una representación hiperrealista del espacio físico son un claro ejemplo en este sentido. No solo por su avanzada representación gráfica del mundo físico –realizada con gran detalle de texturas, sonidos ambientales, reflejos, iluminación, etc-, sino que además simulan con perfecto realismo las leyes físicas permitiendo una compleja interacción

con los elementos digitales que en él se encuentran presentes. Para interactuar con estos entornos puramente digitales encontramos un creciente interés actual por disciplinas como el HCI (Human Computer Interaction, en español interacción humano ordenador) por encontrar nuevos paradigmas para la relación entre el ser humano y las tecnologías que no estén basadas en la visualidad o sonoridad sino que posibiliten un acercamiento multimodal al espacio digital utilizando interfaces tangibles, espacios sensitivos, sistemas multisensoriales, etc. De esta manera encontramos una interacción mucho más rica y completa con estos entornos digitales intentado sacar el mayor provecho posible del uso intensivo de los cinco sentidos con los que percibimos el espacio físico[35].

Ante esta situación descrita en la que lo físico se digitaliza y lo digital intenta representar lo físico a la misma vez que busca nuevas maneras de comunicarse con él, el espacio público urbano actual necesita una actualización de sus capacidades, acercándolo al terreno de lo digital y con ello recuperando, en la medida de lo posible, esa idea de espacio de comunicación y relación interpersonal con la que fue inicialmente diseñado. Si bien es verdad que actualmente ya se están produciendo ciertos avances en este sentido -podemos comunicarnos por teléfono móviles y en algunos casos acceder a redes inalámbricas desde parques y plazas- creemos que es posible utilizar otro tipo de recursos que hagan más atractivas estas áreas y con ello fomenten su uso por la ciudadanía.

[35] Otro claro ejemplo de este interés por desarrollar juegos con nuevos sistemas de interfaz lo podemos ver la nueva generación de vídeo consolas donde nuevos dispositivos como mandos con sensor de movimiento, guitarras, pistas de baile, etc., que obligan a los jugadores a desarrollar una intensa actividad física y de coordinación de movimientos.

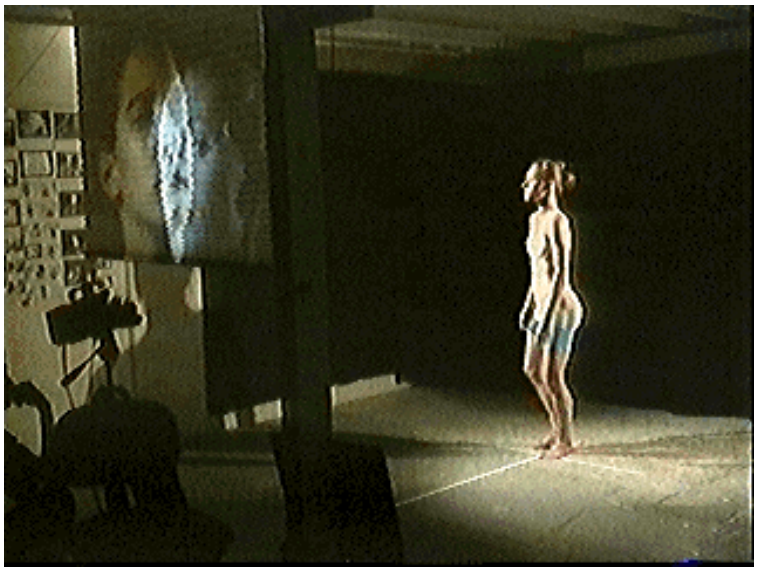
2 EL ESPACIO PÚBLICO HÍBRIDO EN LA PRÁCTICA ARTÍSTICA NOEMEDIAL

En este apartado presentamos la clasificación realizada sobre las prácticas artísticas noemediales que reflexionan sobre las transformaciones del espacio público producidas principalmente por la masiva implantación de las TIC en nuestra sociedad. Aunque hay un gran abanico de trabajos en este sentido, conscientemente hemos acotado el campo de análisis a las obras que utilizan los nuevos medios tecnológicos para expresar estos cambios. Nuestra elección ha venido motivada por el hecho de que estamos interesados en proyectos que investigan sobre las transformaciones sociales utilizando las mismas herramientas y medios que las están provocando. Este tipo de trabajos tienen un doble interés, primero la propia ejecución de la obra inherente a la práctica artística y segundo las transformaciones que esos dispositivos generan con el objetivo de buscar nuevas vías o modos de actuar ante los procesos de cambio mencionados.

En la actualidad hay un gran número de producciones artísticas desarrolladas bajo este marco tecnológico y conceptual, están situadas en la intersección del ACTS y son creadas bajo el paraguas de investigaciones multidisciplinares que analizan la hibridación del espacio público. Los artistas se nutren de las investigaciones desarrolladas desde el urbanismo, la sociología, la psicología social, la etnografía virtual, la ciencia, la tecnología, etc, interpretándolas en sus obras, a la misma vez que colaboran activamente en las investigaciones desarrolladas por estas mismas ramas del saber, contribuyendo con nuevos puntos de vista surgidos a partir de la práctica y la reflexión artística. Generando de esta manera un rico campo de investigación en el que el arte no está relegado al terreno de la representación y por lo tanto toma parte activa en proyectos de investigación científica y tecnológica desde una perspectiva política, social, urbanística y medioambiental.

Aunque las propuestas que hemos analizado son relativamente recientes podemos encontrar referentes en trabajos como el conocido *Electronic Cafe* de Sherrie Rabinowitz y Kit Galloway. Este proyecto, iniciado hace 30 años, fue uno de los primeros en explorar las telecomunicaciones en el contexto de la performance, los medios de comunicación y el entretenimiento. En la actualidad está compuesto por más de cuarenta espacios conectados a lo largo del planeta en los que se desarrollan espectáculos en los que los actores se encuentras distribuidos físicamente interactuando entre ellos a través de las redes de comunicación. *Electronic Cafe surgió*

como una experimentación artística y se ha convertido en un contexto institucionalizado que integra innovación tecnológica con sensibilidad multicultural (Sherrie y Kit, 1979). Ha sido pionero en nuevas aproximaciones, por ejemplo, creando eventos como ambientes musicales creados por DJs en diversas ciudades interconectadas, con múltiples personas en distintas localizaciones bailando juntas en una misma imagen virtual compuesta, y actuaciones en las que la imagen de un artista es proyectada en el lugar remoto y el artista controla instrumentos y luces situados en ese lugar.



Img. 2. *Electronic Café*, Sherrie Rabinowitz y Kit Galloway, 1979

Aunque Electronic Cafe trabaja sobre el concepto de espacio público híbrido, se desarrolla en entornos físicos de interior y no en espacios públicos al aire libre. Las mayoría de las obras que presentamos en este apartado han sido desarrolladas en parques, calles, plazas, etc., de esta manera analizan nuevas posibilidades de interacción en el espacio público, con la intención de comprobar si la implantación de las TIC en el espacio urbano es una forma positiva de revitalizar el mismo.

Bajo esta premisa se están realizando también investigaciones académicas desde campos como los estudios urbanísticos. Mirhiam Struje en su tesis "Interactionfield - Public Space in the Digital Age (Struje, 2002) ” (Campos de interacción – Espacios públicos en la edad digital) realiza una investigación con el propósito de *describir nuevas formas para un renacimiento de la función pública del espacio urbano*

desde el campo del arte interactivo. Para ello, la autora ha realizado una clasificación de 22 trabajos en cinco categorías basadas en los efectos sociales que las obras de arte interactivo en el espacio público pueden generar y analizadas desde la perspectiva de regeneración de esfera pública. Estas cinco categorías son:

- Promover la interacción a la confrontación y al contacto con extraños.
- Promover la formación de la esfera pública a través de la crítica, discusión y reflexión en la sociedad.
- Promoción de la interacción y de la integración social en la vecindad local.
- Percibir el desarrollo actual reflejado por la tecnología en base a sistemas sensuales de experiencias.
- Activar la participación consciente en la creación del espacio público.

En nuestra investigación también hemos realizado una clasificación de trabajos que intervienen en el espacio público físico desde la práctica artística neomedial. Hemos tomado el trabajo de Struje como un punto de partida, aunque nuestra clasificación está enfocada principalmente desde la óptica de la práctica artística relegando a un segundo lugar los estudios sociales.

Otro modelo de clasificación que nos ha servido como referente es el surgido a partir de la taxonomía de la Realidad Mezclada realizada por Milgram y Kishino (Milgram y Kishino, 1994). Aunque esta clasificación está realizada desde el punto de vista de la mezcla de elementos reales y virtuales en los sistemas de representación de imágenes, en la actualidad ha trascendido su inicial campo de estudio. En nuestro caso, hemos creído conveniente aproximarnos a este continuo desde la hibridación del espacio público. De esta manera hemos realizado una clasificación de las diversas características provenientes del terreno de lo digital en su incorporación en el espacio físico. Uno de los aspectos más interesantes de la taxonomía de Milgram y Kishino consiste en la clasificación que hace del “continuo virtual” en base a una diferencia porcentual en la mezcla de elementos físicos y digitales. De esta forma, si estamos ante un ambiente en el que más de la mitad de sus componentes son físicos hablaremos de un espacio de Realidad Aumentada. Por el contrario, si predominan los elementos digitales, estaremos ante un espacio considerado de Virtualidad Aumentada o incluso de un espacio virtual -si la totalidad de sus componentes son de naturaleza digital-.

Nuestra propuesta consiste en identificar, en primer lugar, si el espacio en donde se desarrolla la esfera pública es en su mayor medida de naturaleza física o digital. Estableciendo de esta manera una clasificación en base al concepto de continuo similar a la de Milgram y Kishino. De esta forma tendríamos cuatro estados de hibridación del espacio público. En el primero de ellos, compuesto por la polaridad de lo físico, la esfera pública se desarrollaría completamente en los parques, calles y plazas de nuestras ciudades mediante comunicación presencial. Pero si introducimos la comunicación remota, por ejemplo, surgida a partir del uso de la telefonía móvil, estaríamos en un espacio público físico aumentado, surgido gracias a la suma de capacidades digitales. También podríamos añadir imágenes, sonidos, elementos físicos interactivos, etc. para configurar esta nueva tipología de espacio. Este espacio seguirá siendo físico-aumentado en la medida en que la esfera pública generada entorno a él se constituya esencialmente por medio de características de lo físico. Pero si seguimos aumentando las capacidades digitales nos encontraremos con que la generación de esfera pública se empezará a realizar en mayor medida en el espacio digital, encontrándonos entonces en el entorno del espacio público digital compuesto con elementos provenientes del mundo físico. Un claro ejemplo de este apartado son las comunidades virtuales que mantienen fuertes lazos con sus realidades físicas, intercambiando información sobre sus entornos vivenciales o realizando periódicamente encuentros presenciales entre sus miembros. El último apartado de este continuo, estaría compuesto por ambientes puramente digitales, como los videojuegos en red, en los que jugadores desde cualquier parte del planeta se comunican en entornos sintéticos sin ninguna relación con el mundo físico y por tanto la esfera pública generada a partir de ellos no se puede constituir fuera de ese espacio de juego.

	Realidad Mezclada			
Modelo de Milgram y Kishino	Ambiente real	Realidad aumentada	Virtualidad aumentada	Ambiente virtual
← Continuo →				

	Espacio público híbrido			
Adaptación al espacio público	Espacio público físico. Parques, plazas, calles, etc	Espacio público físico aumentado. Capacidades de lo digital	Espacio público digital con comunicación en el mundo físico	Espacio público digital
← Continuo →				

Fig. 4. Esquema descriptivo de la adaptación de la taxonomía de Milgram y Kirshino al espacio público híbrido

En esta investigación nos hemos centrado en una parte específica de este continuo, concretamente en propuestas artísticas neomediales que se sitúan dentro del ámbito del espacio público físico aumentado, porque al igual que Struje estamos principalmente interesados en analizar la capacidad de este tipo de trabajos de revitalizar la esfera pública generada entorno al espacio urbano. Aunque pueda parece que nos estamos centrando en un estrecho margen, en el que al espacio público físico se le añade información, mecanismos interactivos y sistemas provenientes de lo digital, si miramos detenidamente la actividad artística actual, nos encontramos con una gran cantidad de obras desarrolladas en este campo. Por lo tanto, hemos realizando una extensa recopilación de este tipo de trabajos clasificándolos en 6 categorías fundamentales que serán expuestas a continuación. Pero antes creemos conveniente mencionar que para seleccionar estas obras nos hemos centrado en trabajos que utilizan las nuevas tecnologías por ser estas los agentes responsables de los cambios en la sociedad actual. Dejando fuera medios como la prensa, la radio y la televisión ya

que hoy en día la sociedad los ha acogido, estandarizando su uso y las transformaciones sociales provocadas por ellos ya han sido masivamente estudiadas y clasificadas. De esta manera no hemos incluido, por ejemplo, propuestas como las muestran de vídeo arte en pantallas urbanas, al ser el medio video-televisión el utilizado en ellas.

A continuación pasamos a describir brevemente las seis categorías desarrolladas:

- Espacio híbrido representado

En este primer apartado hemos clasificado obras que hacen una representación del espacio híbrido y lo muestran en exposiciones, generalmente en museos o galerías. No son obras que han sido pensadas para ser realizadas en el exterior, directamente en el espacio público. Pero a pesar de esto hemos creído conveniente incluirlas en esta investigación pues están inscritas en el mismo marco conceptual.

- Representación de lo digital en el espacio físico

Trabajos que en el espacio público interceptan información digital y la representan de manera plástica. De esta manera, muestran de forma directa y sencilla la hibridación físico–digital generando una percepción aumentada del espacio público físico.

- Modificación del entorno físico

Propuestas que a partir de dispositivos interactivos, en la mayoría de los casos a escala arquitectónica, permiten a los visitantes interactuar con ellas generando experiencias de juego y/o comunicación. Generalmente están localizadas en espacios concretos, como plazas o parques, los cuales se transforman durante un periodo de tiempo determinado en gigantescas instalaciones interactivas multiusuario.

- Las calles como tablero de juego

Sistemas de juego distribuido por toda la ciudad que utilizan pequeños artefactos portátiles diseñados específicamente o, más comúnmente teléfonos móviles y PDAs. El espacio urbano se transforma en tablero de juego y los participantes en elementos activos del mismo. En muchas ocasiones, se puede participar en estos juegos a través de Internet utilizando sistemas de comunicación por medio de voz y datos con los jugadores en el espacio urbano.

- Comunicación remota

Propuestas que esencialmente comunican espacios distintos, estos pueden ser físicos remotos o virtuales. La comunicación se puede desarrollar en grupo o individualmente, en público o en privado, y puede ser verbal o gestual.

- Objetos híbridos

Diseño y creación de objetos o sistemas especialmente pensados para ser insertados en el espacio público, tales como mobiliario urbano o dispositivos acoplados en elementos arquitectónicos. Estos objetos consisten en mecanismos que ofrecen posibilidades provenientes de las TIC al espacio físico al ser utilizados como elementos audiovisuales, comunicación, información, interacción, dinámicas de juego, etc.

En los siguientes apartados vamos a describir varios ejemplos de obras en cada una de las categorías, estas obras han sido elegidas por su relevancia y la claridad con que ilustran la clasificación propuesta. Presentamos a continuación un cuadro en el que se muestran las obras analizadas y su clasificación. Como podemos ver, es común encontrar propuesta clasificadas en varios de los apartados anteriormente descritos. Por ejemplo resulta común encontrar propuestas que utilicen mecanismos de juego en los que los participantes se comunican entre ellos. Por ello, hemos optado por clasificar los ejemplos en base a una categoría principal (marcada con el símbolo O) y sus categorías secundarias (marcadas con X). La categoría principal es elegida en función de cual es el elemento más significativo que define la propuesta. Estas obras serán explicadas pormenorizadamente en los siguientes apartados de esta memoria.

	El espacio híbrido representado	Representación de lo digital en el espacio físico	Modificación del entorno físico	Las calles como tablero de juego	Comunica-ción remota	Objetos híbridos
Gnomon	O					
Signals from Broken Garden Furniture	O					
Meridians	O					
The Choreography of Everyday Movement	O					
Field-Works	O					
Remain in Light	O	x				
Sky Ear		O				
Life: a user´s manual		O				
Trace		O				
Alzado Vectorial			O			
Body Movies			O	x		
Blinkenlights			O			x
Hello Mr. President			O		x	
Pac-Manhattan				O	x	
Can you see me now?				O	x	
I Like Frank				O	x	
AgoraPhone					O	x

	El espacio híbrido representado	Representación de lo digital en el espacio físico	Modificación del entorno físico	Las calles como tablero de juego	Comunica-ción remota	Objetos híbridos
Chat-Stop: Star to comunícate!					O	x
Bump					O	x
Love City				x	O	
Juegos de agua				x		O
Reactive Active Playground				x		O
Playware				x		O
Bruit rose			x			O
Loti			x			O
Puddlejumper						O
lumalive						O

Fig 5. Cuadro de clasificación de propuestas artísticas sobre la hibridación del espacio público

2.1 Espacio híbrido representado

La aparición de herramientas como el GPS están generando nuevas posibilidades expresivas a artistas interesados en ciencias como la geodesia. Performances y acciones de diverso tipo se desarrollan en el espacio público, trazando significados y generando nuevas aproximaciones desde lo artístico a la visión geográfica del planeta. Cuestiones como implicaciones políticas y sociales en la cartografía, la vigilancia y la localización, salen a relucir en muchas de estos proyectos que heredan ciertos modos de trabajar de la performance, en las que las experiencias son realizadas individualmente o en pequeños grupos, de manera que es la documentación de estas acciones la que generalmente es expuesta al público.

Presentamos a continuación algunas obras escogidas para ilustrar este apartado; algunas de ellas han sido pensadas para ser desarrolladas directamente en espacios expositivos y en otras, aunque la experiencia haya sido desarrollada en el espacio público, se accede a ellas a través de la exposición pública del resultado de esa experiencia. Por ello, generalmente no se produce un acercamiento a la obra directamente en el entorno público físico pero conceptualmente contemplan, desde distintas ópticas, procesos de hibridación de lo físico. Estas implicaciones conceptuales y el hecho de ser prácticas artísticas desarrolladas bajo el paraguas neomedial, son los motivos por lo que nos hemos decidido a incluirlas en esta clasificación. En cierta manera, podemos considerar este apartado como introductorio a los siguientes trabajos en los que sí se produce una puesta en escena en el espacio público.

Gnomon realizada por Tom Bonauro, John Randolph y Bruce Tomb en 1996 para el Museo de Arte Moderno de San Francisco (Tomb, y otros., 1998), es una obra basada en el concepto de localización específica de información digital en el espacio físico. Consiste en una escultura de 3 metros de altura y 800 kilos de peso que utiliza información GPS para identificar la posición donde supuestamente debería ser ubicada en este museo. Debido a que los servicios militares de Estados Unidos insertan ruido en la señal GPS, y también a determinadas condiciones atmosféricas, la información de esta localización puede estar en cualquier lugar alrededor de un centenar de metros de la verdadera situación de Gnomon. Utilizando un sistema autónomo de movimientos, la escultura se mueve lentamente intentado alcanzar la posición indicada por el GPS, pero

como esta posición varía continuamente, *Gnomon* cambia de dirección mostrando una continua confusión de movimientos, incluso en ciertas ocasiones trata de moverse desde un espacio a otro intentando traspasar las paredes que separan las salas expositivas. En cierta manera los visitantes a la exposición no pueden evitar sentir un poco de pena por esta enorme, frustrada y confusa escultura.

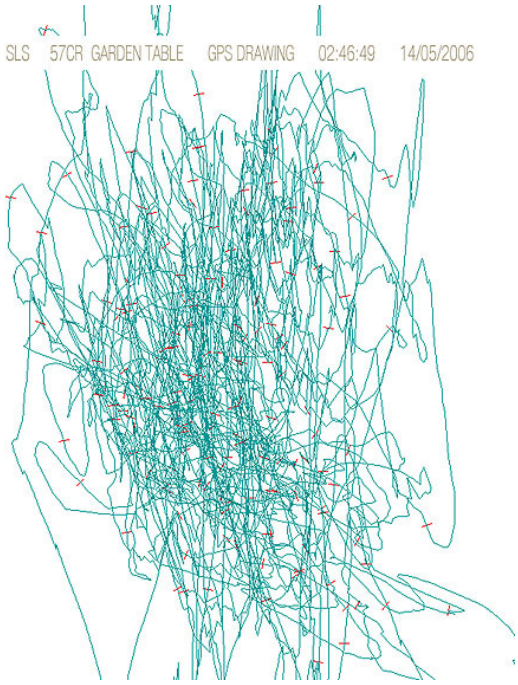
Un Gnomon es un objeto muy simple empleado por antiguos arquitectos, chamanes y vigilantes para localizar un lugar en el que construir o meditar durante el viaje. Nosotros, como una amalgama de artistas diseñadores, inventores y arquitectos, revisamos las concepciones debajo de esta herramienta para ser usada en el mundo postmoderno (Tomb, y otros., 1996).

Img. 3. *Gnomon,* Tom Bonauro, John Randolph y Bruce Tombs, 1996

Esta obra ilustra de manera ejemplar la enigmática relación entre la localización de objetos en el espacio físico y el digital. La cosificación de lo físico implica la pesadez del objeto en contraposición con lo digital y su aparente inmaterialidad. La localización de *Gnomo* cambia rápidamente en el terreno de lo digital y, lenta y pesadamente, en el de lo físico, recreando este contraste hasta niveles de verdadera parodia.

Algunos proyectos de *GPS Drawing* (Dibujando con GPS) se acercan bastante a Gnomo, como la serie de trabajos realizados por Jeremy Wood titulados *Signals from Broken Garden Furniture* (Señales desde los muebles de jardín rotos), 2006. En ellos

también encontramos una reflexión sobre la localización digital de elementos en el espacio físico en relación a como la tecnología informática nos puede servir como medio para ampliar las posibilidades expresivas de los artistas y también para entender mejor determinados aspectos del proceso de creación en sí mismo (George, 2002). En este caso, bastante más simple tecnológicamente pero no por ello menos interesante a nivel conceptual. Consisten en grabar durante un periodo de tiempo determinado la información GPS de la localización de un elemento inmóvil situado sobre uno de estos muebles de jardín. Para luego representarla ha modo de dibujo en una superficie bidimensional. Según su autor *estos dibujos capturan los movimientos de un objeto estático en un mundo de información geográfica organizada. Su falta de precisión proporciona una valiosa muestra del momento en el que vivimos. Son nubes 3D, compuestas por una simple línea y creadas por ajustes de navegación; cambios de posición que el receptor continuamente calcula al intentar posicionarse a sí mismo entre las orbitas de los satélites y las interferencias del ambiente* (Wood, 2006).



Img. 4. *Garden Table* (Mesa de Jardín), Jeremy Wood, 2006[36]

[36] Grabación de 2 horas y 46 minutos del movimiento de una mesa en el espacio digital, en rojo está marcada su posición en cada minuto.

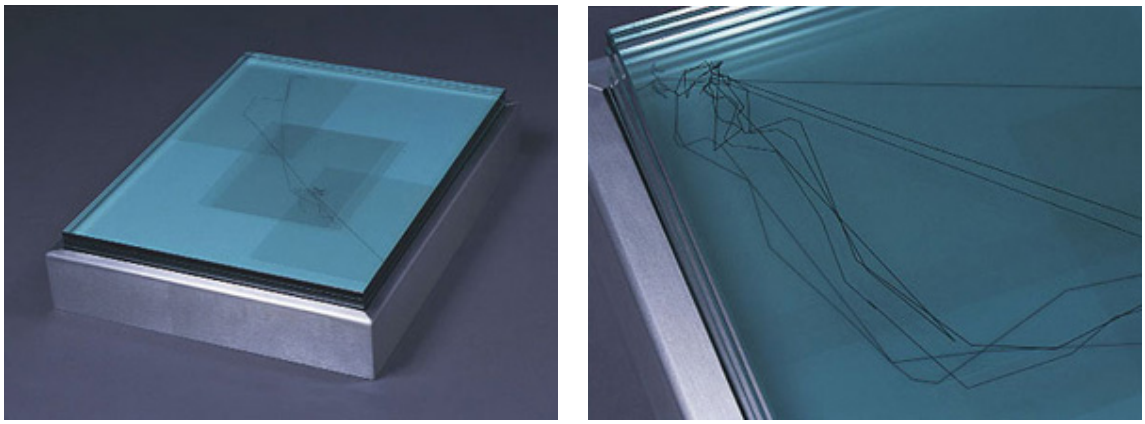
En otra serie llamada *Meridians* (meridianos) realizada desde el año 2006, Jeremy Wood establece dos líneas paralelas que corresponden al Meridiano de Greenwich y el Meridiano GPS. En una acción realizada en el parque Greenwich dibujó la expresión “True Places” (Lugares verdaderos). En este lugar reside el Observatorio Real de Inglaterra, el lugar donde tiempo y espacio fue establecido como una estandarización internacional en el año 1884. El meridiano de Greenwich fue medido inicialmente con el sistema de coordenadas de elipsoide Airy en 1830, el mejor de su época. En la imagen resultante de esta acción, reproducida a continuación, está situado en la línea base de la palabra “TRUE” (verdad), la línea que constituye “PLACES” (lugares) es el meridiano GPS que ha sido medido con el sistema GRS80 y está alineado con el máximo ajuste disponible hoy en día. Según el artista, la R de TRUE está colocada sobre la base del Observatorio Real, y la A de LUGARES tuvo que ser ajustadas para evitar una cafetería.

Nuestra navegación personal se está transformando desde mirar hacia arriba a las estrellas a través de años luz de espacio a mirar abajo a dispositivos digitales minúsculos. ¿Podemos encontrar lugares verdaderos sin mirar hacia donde vamos? (Wood, 2006).

Img. 5. *Meridians: True Places*, Jeremy Wood, 2006

Con esta poética reflexión, Wood cuestiona la mediación tecnológica en la percepción de nuestro mundo. En su acción muestra la variación histórica de la localización del Meridiano de Greenwich motivada por la precisión de los dispositivos tecnológicos disponibles en cada momento. También hace un pequeño juego irónico sobre la azarosa localización de los lugares, modificando con total libertad la posición de las letras R y A, con la intención de resaltar la subjetividad e intereses políticos que históricamente han marcado el emplazamiento de determinados lugares en los mapas cartográficos.

Otra conocida artista que trabaja con GPS es Teri Rueb. Su trabajo *The Choreography of Everyday Movement*, (La coreografía del movimiento diario) realizado en el año 2002 tiene una presentación en formato instalación y web. Consistente en un mapa topográfico sobre las relaciones sociales y culturales inscritas en los desplazamientos diarios. Los recorridos de cada participante son transformados en representaciones visuales formadas por dibujos dinámicos generados a tiempo real y mostrados en Internet. Estos dibujos son archivados para posteriormente ser presentados en formato tridimensional; cada jornada es impresa en acetato y colocada en un bocadillo formado por planchas de cristal. Al ir colocando varias planchas, crea un efecto de profundidad en el que el observador puede comparar los cambios en el movimiento de los viajeros durante el tiempo.

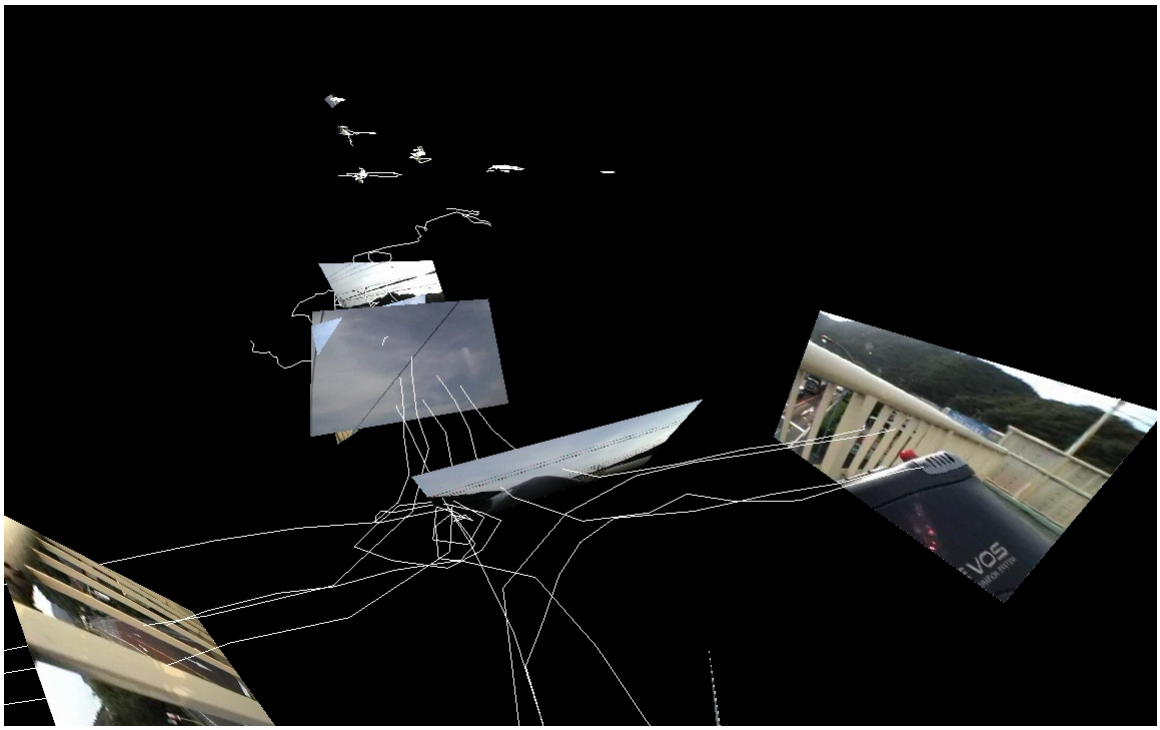


Img. 6. *The Choreography of Everyday Movement*, Teri Rueb, 2002

En palabras de la autora, *este proyecto hace visible nuestros movimientos a través de la ciudad, revelando patrones socio políticos del fluido de cuerpos en el*

territorio urbano. En estos dibujos vemos imágenes que a menudo muestran las elecciones de una ruta respecto a otra, las concentraciones de movimientos alrededor de determinados barrios y la repetición y variación de los movimientos a lo largo del tiempo (Rueb, 2002). Nos encontramos con una investigación que hace una representación visual de los desplazamientos de los ciudadanos por la ciudad para desarrollar ciertos análisis sobre las relaciones sociopolíticas de estos recorridos.

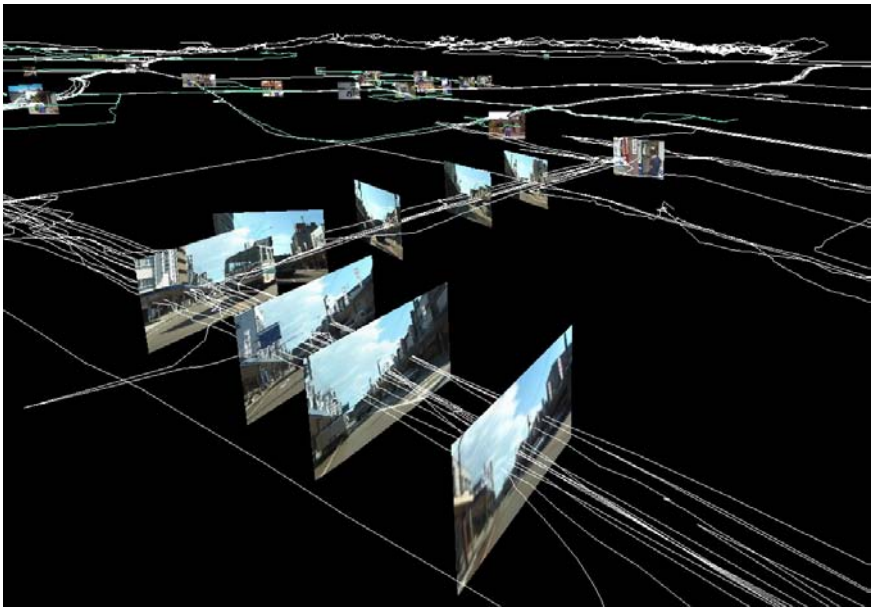
Otro trabajo que representa los desplazamientos por los ciudadanos en el espacio es la obra de Masaki Fujihata titulado *Field-Works*, desarrollada desde el año 1992 hasta la actualidad. Un proyecto con diversas versiones que reflexiona sobre la identidad de las ciudades y se desarrolla en función del contexto específico de cada lugar. Este trabajo consiste en palabras del autor en *una serie de proyectos que reconstruyen memorias colectivas en el Ciberspacio como un tipo de vídeo archivo usando información de posición capturada por medio de dispositivos GPS e imágenes en movimiento* (Fujihata, 1992).



Img. 7. *Field-Works,* Masaki Fujihata, 1992

Hasta la fecha Fiel Works ha sido mostrada en numerosas ocasiones, sus cambios o versiones se ven reflejadas en el título de la obra. Así en la Trienal de Yokohama, presentó *"Field-work@Hayama 2000"*, en la exposición *Future Cinema* en el ZKM de Kalrsrue presentó *"Field-Works@Alsace"*. Básicamente está formada por la representación de los recorridos por el espacio público que realizan varias personas mientras van grabando con una videocámara su paseo por ese espacio. Al mismo tiempo un dispositivo GPS graba la localización de estas personas, y en las últimas versiones del proyecto, un sensor magnético captura la orientación de la cámara. Con toda esta información, Fujihata crea un entorno virtual en tres dimensiones por el que los visitantes pueden navegar utilizando una sencilla interfaz, consistente en un disco en posición horizontal que al girarlo cambia el punto de vista del entorno virtual.

Como se puede observar en las imágenes, este entorno virtual está compuesto por líneas que representan el recorrido de los transeúntes -construidas gracias a la información obtenida por el GPS- que son recorridas por planos de vídeo. En los vídeos se ven las imágenes grabadas en los paseos y su posición en la línea del entorno virtual coincide con la posición en la que esa imagen ha sido grabada. Además la orientación de los vídeos en el espacio virtual corresponde a la que iba teniendo la cámara en cada momento de la grabación[37].



Img. 8. Imagen de la obra *Field-Works,* Masaki Fujihata, 1992

[37] En las versiones más recientes ya que utiliza sensores magnéticos

En esta obra vemos como el espacio virtual está formado por información digitalizada del mundo físico. Se trata de una reconstrucción de este entorno en base a la información obtenida por varios dispositivos tecnológicos como GPS, videocámaras y sensores magnéticos. En ella podemos observar las relaciones entre los recorridos realizados por los transeúntes y también visualizar lo que ellos pudieron ver en ese momento específico.

Remain in Light, realizada por Haruki Nishijima en el año 2001 consiste en una representación visual y sonora de las ondas analógicas que hay en el ambiente y que son capturadas utilizando un *sistema electrónico para cazar insectos* (Nishijima, 2001). Los usuarios pueden ver la representación de las ondas en forma de luces en el espacio expositivo e interactuar con ellas de diversas maneras. Para la captura de las ondas es necesario utilizar un sistema específico, creado por Nishijima, y posteriormente traducir estos datos en la instalación propiamente dicha, donde se lleva a cabo su visualización.

Img. 9. *Remain in Light*, Haruki Nishijima, 2001

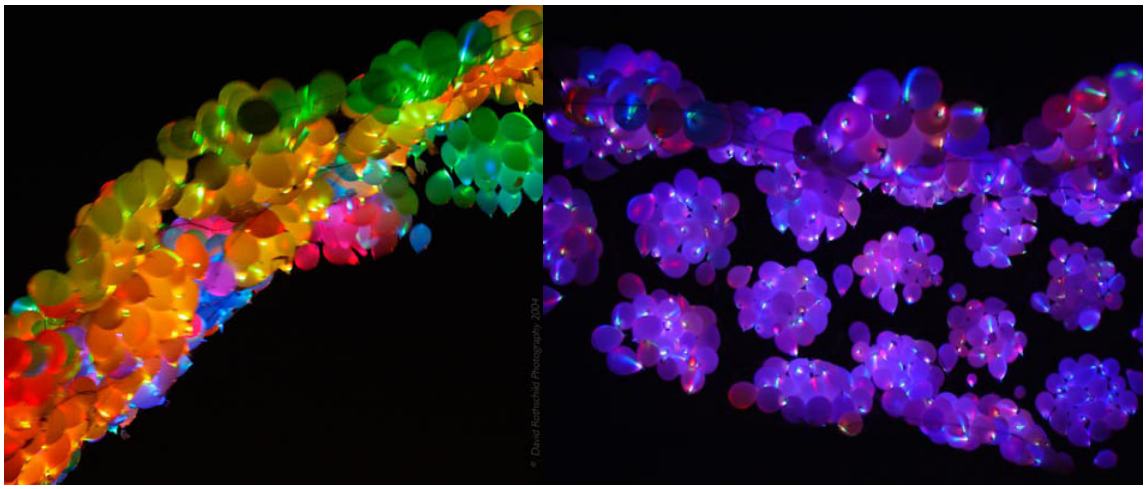
En este proyecto los visitantes a la instalación pueden acceder a la visualización de los datos que previamente han sido grabados por el artista en un paseo por la ciudad. De un modo sensiblemente distinto a las anteriores propuestas, este trabajo recoge información digital situada en localizaciones específicas del espacio público, que luego es representada en la exposición del mismo. Haciendo una representación del espacio híbrido basada en la idea de las capas de información invisible superpuestas al espacio físico y en continua comunicación con él.

En el caso de los trabajos de GPS Drawing the Jeremy Book y de la obra Gnomon, los pequeños desajustes entre estas capas de información digital y el mundo físico constituyen su principal base conceptual. Por otro lado Teri Rueb y Fujihata nos hablan de las relaciones sociopolíticas en el espacio físico a partir de la representación y el análisis del tránsito que los ciudadanos realizan por le mismo. Por último, Nishijima hace una representación poética de las ondas de radio que circulan libremente por el espacio urbano después de ser capturadas. En todos estos casos el resultado final es una obra expositiva que reflexiona sobre la relación entre los espacios físicos y digitales, cada una de ellas bajo distintos puntos de vista y parámetros técnicos y conceptuales. Pero creemos importante resaltar que todas ellas están pensadas para ser llevadas a cabo en espacios expositivos. En los siguientes apartados veremos obras que son desarrolladas en calles, parques y plazas permitiendo a los usuarios experimentar directamente las nuevas posibilidades ofertadas por las TIC en el espacio público.

2.2 Representación de lo digital en el espacio físico

En estrecha relación con el apartado anterior, esta categoría contempla propuestas artísticas que representan o visualizan información digital en el espacio físico, de esta manera permiten que los ciudadanos puedan experimentar, en el mismo lugar en el que suceden, los procesos de hibridación de lo público. Aunque lo digital se constituye en un espacio post-geográfico, cada día más se está mezclando con nuestros entornos urbanos a través de la masificación de pequeños dispositivos electrónicos como ordenadores portátiles, teléfonos móviles y PDAs que están creando una red distribuida de terminales digitales con capacidades de procesado autónomas y comunicación entre ellas. Estos dispositivos crean espacio público híbrido en el sentido de propiciar la comunicación entre personas remotas y también el acceso a información digital desde cualquier lugar.

Desde las prácticas artísticas neomediales podemos encontrar, por ejemplo, trabajos que utilizan diversos tipos de escáneres de datos para filtrar las ondas del espectro herciano y utilizarlas como recurso gráfico o sonoro. En muchos casos la visualización que se realiza de esta información capturada es interpretada por los dispositivos tecnológicos según los intereses conceptuales del artista, por lo que estaríamos hablando de una representación de esa información. Como en el caso de la obra *Sky Ear* de Usman Haque, 2003-4, formada por una estructura compuesta por un gran número de globos de helio que contienen sensores que responden a las alteraciones que se producen en los campos hertzianos que la instalación encuentra a su paso. Al activarse, los sensores producen cambios de color en los LEDs que contienen los globos iluminándolos con multitud de colores que van variando conforme la nube de globos se va desplazando por el cielo. Otro aspecto interesante de este proyecto, consiste en que algunos de estos globos contienen en su interior teléfonos móviles. El público puede llamar a estos teléfonos para escuchar el sonido de los fenómenos naturales que estos encuentran a su paso, modificando a la misma vez las ondas situadas a su alrededor y variando con ello la composición luminosa generada por el conjunto de globos. Es un ejemplo de arquitectura efímera, móvil y aérea que se genera a partir de información electromagnética vinculada al espacio público físico específico.



Img. 10. *Sky Ear,* Usman Haque, 2003-4

> *Los campos electromagnéticos existen en cualquier sitio de nuestra atmósfera. Los núcleos urbanos en particular tienen una diversa y vibrante cultura hertziana, con llamadas a teléfonos móviles, combinando emisiones de televisión con aperturas de puertas de garaje que interfieren con transmisiones de radio y ordenadores portátiles con conexión inalámbrica, etc., por no mencionar los campos electromagnéticos naturales que ya existen de por sí en la naturaleza. Este proyecto consiste en una investigación espacial de algunos de estos fenómenos* (Haque, 2003).

Otro ejemplo de interacción con hondas electromagnéticas, pero en este caso acotado al espacio urbano terrestre, es el proyecto *Life: a user´s manual*, (vida: un manual de usuario) de Michelle Teran, 2003-6 (Teran, 2003). En este proyecto, Teran realiza una especie de deriva situacionista por el espacio urbano, interceptando, por medio de un sencillo escáner de frecuencias, las señales de cámaras inalámbricas de vídeo y mostrando sus imágenes en un monitor portátil en la propia calle. De la niebla analógica, mostrada por el monitor, surgen fantasmalmente no-lugares como recepciones de hotel, oficinas de banco o cajeros automáticos, pero también espacios tan privados como la habitación de un bebé.

Estos paseos muestran los diferentes niveles de percepción disponibles en una localización específica, haciendo accesible la información invisible a nuestros sentidos en ese determinado lugar. Con ello realiza un mapeado urbano de espacios donde

existen emisiones audiovisuales específicas mostrando lo que ocurre en una franja del espectro hertziano donde operan toda una serie de dispositivos, como cámaras inalámbricas. *Life: A User's Manual* muestra como el espacio electromagnético impregna la ciudad desdibujando los límites entre lo físico y lo digital.

Img. 11. *Life: a user´s manual*, Michelle Teran, Linz Walk, 2005

Otro ejemplo de la mezcla entre información física y digital, pero en esta caso centrado en el sonido es *Trace*, realizada por Teri Rueb en 1999. Consiste en una instalación sonora medioambiental que se encuentra ubicada en los senderos cercanos a los fósiles de Burgess Shale en el parque nacional de Yoho, en Bretaña, Columbia. Los visitantes pueden pedir prestada una mochila que contiene unos auriculares, un ordenador portátil y un receptor GPS. Dependiendo del recorrido elegido van escuchando determinados sonidos asociados a su localización, estos sonidos consisten en narraciones, canciones y poemas que conmemoran la perdida de personas (Rueb, 2000). Andar por estos senderos es como deambular por un jardín de esculturas donde, en lugar de monumentos visibles, los visitantes encuentran determinados sonidos asociados a lugares específicos. *Traces explora pérdidas y transformaciones en un momento histórico donde conceptos de memoria, presencia y ausencia están sometidos a cambios importantes en sus significados culturales. Este cambio de significados está directamente relacionado con los desarrollos en el campo de las tecnologías de la*

información. Por esta razón, he escogido un ordenador como una herramienta cultural y medio que ofrece pistas sobre nuestro entendimiento contemporáneo del tiempo, la memoria y la mortalidad (Rueb, 1999)

.

Img. 12. *Traces*, Teri Rueb, 1999

Las obras aquí presentadas consisten en experiencias realizadas en el espacio público. La representación –ya sea en forma de imágenes, ondas o sonidos- de la información digital -y por tanto invisible a nuestros sentidos- que existe en una determinada localización espacial es el marco conceptual que relaciona a todas ellas. De esta manera, los usuarios que las experimentan son capaces de percibir sensorialmente el espacio público híbrido, entendiendo en que consiste y despertando su interés por el mismo, a la vez que disfrutar de la percepción ampliada del entorno en el que se encuentran.

2.3 Modificación del entorno físico

Desde hace algunos años estamos asistiendo a la aparición de líneas de investigación derivadas del concepto de arquitectura interactiva. Estas propuestas prometen ofrecer en un futuro próximo construcciones que reaccionan estructuralmente a determinados impulsos. En la actualidad ya hay diversos proyectos en este sentido, como el desarrollado en el HMD Media Lab de Plymouth en Inglaterra que ha creado espacios con paredes móviles que interactúan con la presencia de personas. Otro ejemplo es el conocido proyecto *Aegis Hyposurface*, creado por el Spatial Information Architecture Laboratory (SIAL) en Melbourne, Australia, en el año 2001 (SIAL, 2001). Este proyecto consiste en una pared dividida en multitud de placas móviles controladas por 900 cilindros neumáticos. De esta manera se crea un espacio que físicamente reacciona a impulsos eléctricos pudiendo crearse complejos mecanismos de interacción y juego entre usuarios.

Img. 13. *Aegis Hyposurface*, SIAL, 2001

Centrándonos en el terreno de las prácticas artísticas, uno de los artistas que está realizando una interesante reflexión sobre las transformaciones que está sufriendo el espacio público desde la aparición de las TIC es Rafael Lozano Hemmer. En su obra *Alzado Vectorial,* realizada en el año 2000 con motivo del cambio del milenio, un dispositivo tecnológico une la plaza del Zócalo en México D. F. con Internet. Esta impresionante plaza es la tercera más grande del mundo con 240 metros de largo por 220 metros de ancho, pudiendo albergar a más de 200.000 personas y haciendo que la

escala humana parezca insignificante ante la magnitud del espacio que la compone. A través de la página web del proyecto los usuarios pudieron modificar la posición de 18 cañones láser robotizados situados en la plaza con un total de 126.000 vatios de potencia; estos cañones eran visibles a más de 20 kilómetros de distancias. Los usuarios podían definir la posición deseada y tras esto enviar la solicitud de posición al sistema central, este sistema anotaba esta solicitud y la situaba en una lista de espera, indicándole al usuario en que momento preciso su composición se llevaría a la práctica. Cada composición tenía una duración predefinida de seis segundos, creando de esta manera una continua danza luminosa coreografiada por los ciudadanos e interpretada por los focos de luz. Al mismo tiempo, los usuarios podían ver en la web y a tiempo real el estado de la plaza gracias a tres cámara webs; en ellas se podían observar claramente la posición de los haces de luces desde cualquier parte del mundo.

> *Aparte del poder de la instalación, mi intención no fue la de crear un catártico espectáculo del milenio sino un espacio de reflexión lento y fluctuante. El concepto de la obra era que la gente desde Internet pudiera diseñar esculturas de luz usando una interfaz 3D, para luego enviarlas a México donde serían puntualmente renderizadas por los focos de luz de la plaza y finalmente documentadas en un archivo digital* (Lozano-Hemmer, 2004).

Img. 14. *Alzado Vectorial,* Rafael Lozano Hemmer, 2000

> *Alzado Vectorial es un intento de establecer nuevas relaciones creativas entre las tecnologías de control, siniestros paisajes urbanos y público local y remoto. Fue pensada para conectar el espacio post-geográfico del Internet con la realidad urbana específica de la ciudad más populosa del mundo* (Lozano-Hemmer, 2005).

En esta obra podemos ver como se mezclan y utilizan los dos espacios de relación social, el físico y el digital. Las acciones de los usuarios que acceden a la obra desde Internet tienen su reflejo en el espacio físico real al poder controlar en la distancia la posición de los focos. Los espectadores en la plaza de México D. F. pueden observar el suave movimiento de estos focos que actúan como una interfaz que representa la actividad y anuncia la existencia del mundo virtual.

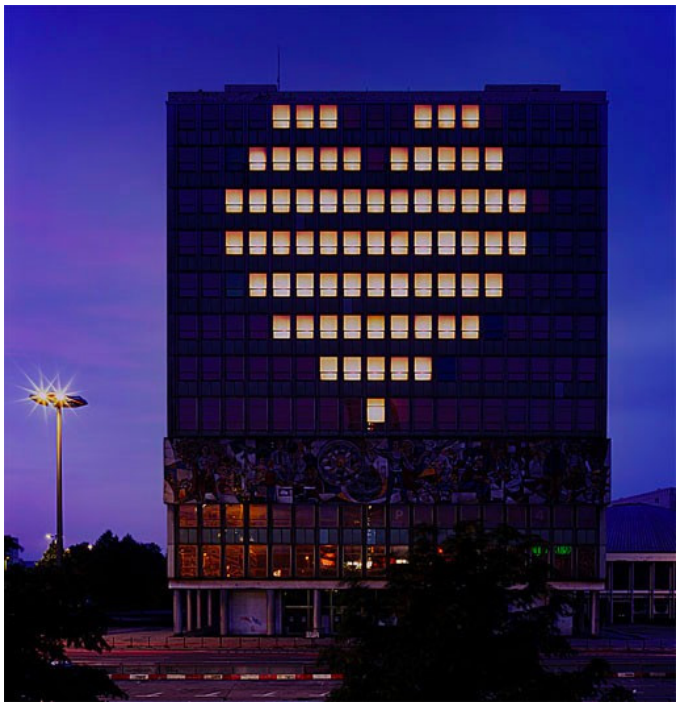
En otro proyecto titulado *Body Movies* Rafael Lozano-Hemmer (Lozano-Hemmer, 2002) desarrolla otra interesante instalación en el espacio público. En este caso una monumental pantalla de proyección sirve como interfaz de interacción entre la obra y los transeúntes en la plaza. El sistema tecnológico utilizado es aparentemente sencillo pero muy efectivo; un potente proyector de diapositivas proyecta imágenes de personas caminando por diversas plazas, pero al mismo tiempo varios focos de luz proyectan sobre la misma superficie de tal manera que queman la imagen impidiendo la visualización de la diapositiva proyectada. Cuando un transeúnte se interpone entre el foco de luz y la pantalla, su sombra tapa la proyección luminosa y por ello muestra la imagen proyectada. Los usuarios pueden de esta manera ir descubriendo la imagen global escondida en la proyección al mismo tiempo que bromean haciendo juegos de sombras. Pero además la obra tiene un doble juego consistente en que los usuarios vayan situando sus sombras en relación con la posición de las personas proyectadas en la diapositiva, desvelando éstas y al mismo tiempo, propiciando la colaboración ciudadana. El objetivo es desvelar las imágenes de todas las personas proyectadas, una vez conseguido éste, la diapositiva proyectada cambia por la siguiente. Si los usuarios no consiguen o no intentan desvelar la imagen proyectada, ésta va cambiando automáticamente tras un tiempo predefinido.

Img. 15. *Body Movies*, Lozano Hemmer, 2002

Podemos entender *Body Movies* como uno proyecto que nos hace reflexionar sobre las nuevas posibilidades de interacción en el espacio público aportadas por los nuevos medios y su capacidad de fomentar la comunicación entre las personas desconocidas. Podemos encontrar numerosos ejemplos de investigaciones sobre interacción en grandes pantallas en el espacio público (Daniel y Ravin, 2004; Harry, y otros., 2004; Kento, y otros., 2004), pero queremos resaltar que *Body Movies* especialmente eliminar la distancia entre los ciudadanos y la escala arquitectónica, acerca ésta a una dimensión más human y permite la identificación de los ciudadanos con su entorno urbano. De esta forma, la monumentalidad en los trabajos de Rafael Lozano juega un papel fundamental en el intento de establecer nuevas vías de diálogo con el espacio público y su dimensión arquitectónica.

Blinkenlights es otro trabajo a resaltar dentro de esta categoría. Desde el 12 de septiembre de 2001 hasta el 23 de febrero del 2002 cualquier persona que pasara por Berlín, concretamente alrededor de la fachada del conocido edificio *Haus des Lehrers* (casa del profesor), podía ver e interactuar con una inmensa pantalla monocromática de 18 por 8 píxeles de resolución. Cada uno de estos píxeles en realidad estaba formado por una de las ventanas de la fachada frontal de ese edificio, formando un número total de 144 píxeles. Gracias a este dispositivo, los visitantes podían enviar desde sus teléfonos móviles animaciones y también jugar al tradicional juego *Ping Pong* creado por Atari en el año 1072. Esta obra fue creada con motivo del veinte aniversario del *Chaos Computer Club (CCC)*, una de las organizaciones más grandes e influyentes de hackers del mundo. El CCC nación en Alemania y se ha extendido a otros países de

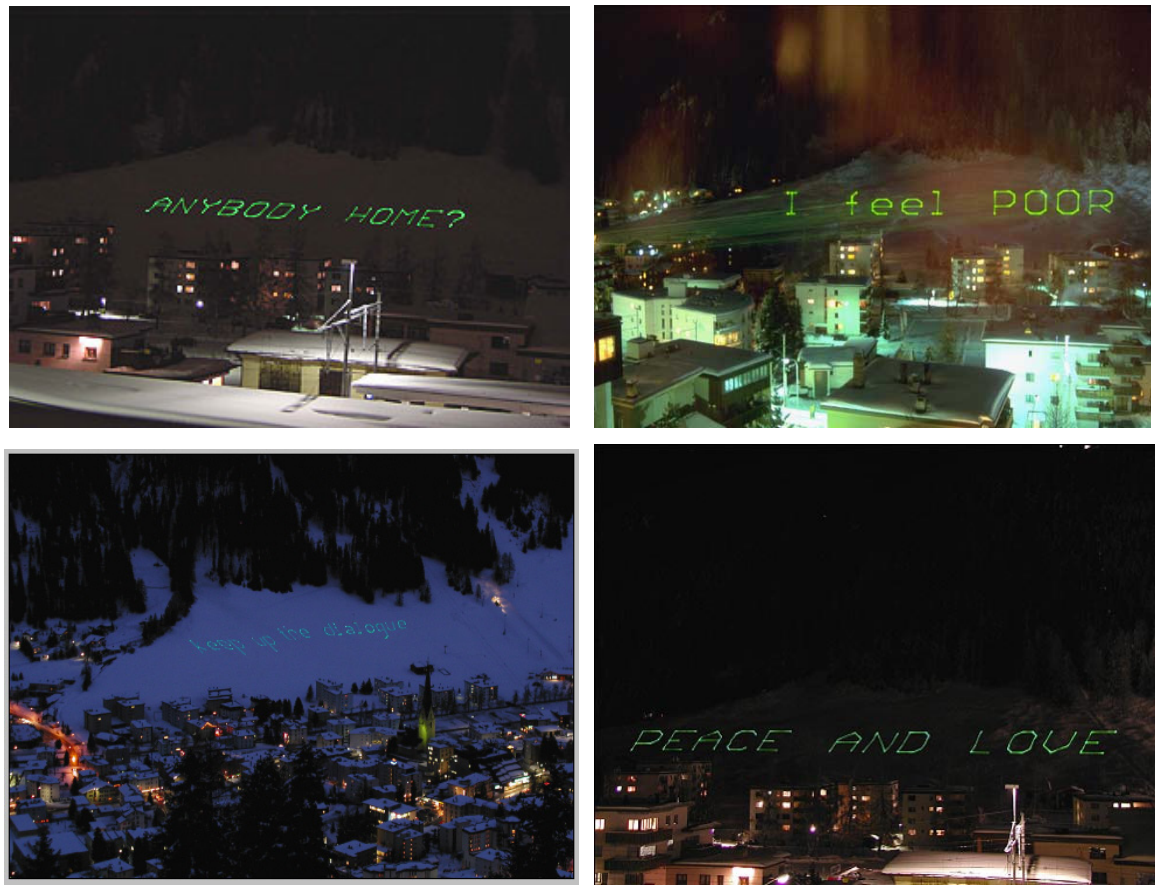
habla alemana, actualmente está formada por cerca de 1.500 miembros y se define como una *comunidad galáctica de seres vivos, independientes de edad, sexo, raza u orientación social, que se esfuerza a través de las fronteras legales para fomentar la libertad de la información* (CCC, 2001). De esta manera el CCC lucha por la transparencia de los gobiernos, la libertad de la información y el derecho humano a la libertad de comunicación. Apoyando los principios éticos del hacker, el club también lucha para el acceso libre a los ordenadores y a la infraestructura tecnológica.



Img. 16. *Blinkenlights* en Berlin, Chaos Computer Club, 2001

Otros proyectos de investigación están desarrollando plataformas de comunicación entre dispositivos móviles –teléfonos, pda- y grandes pantallas públicas (Tim, y otros., 2004). Pero *Blinkenlights* se caracteriza por buscar un particular efecto estético lejano a la utilización de las más avanzadas tecnologías disponibles en su momento. Estamos pues ante una obra que se caracteriza por la búsqueda de una retro-tecnología basada en extender las pantallas de baja resolución a la majestuosa escala arquitectónica, a la misma vez que genera un sistema de juego en el espacio público para grandes grupos de participantes y un ejercicio de comunicación y libre expresión de la opinión pública.

Otro trabajo realizado bajo el objetivo de transformar el espacio público en un lugar de libre expresión, pero en este caso bajo directas connotaciones políticas es *Hello Mr. President* (Hola señor presidente) realizado por Johannes Gees (Gees, 2001). Un proyecto interactivo creado con motivo del Foro de Economía Mundial (WEF) celebrado en el año 2001 en la ciudad suiza de Davos. Esta obra ofrecía la posibilidad a cualquier persona del planeta de expresar su opinión a través del envío de un mensaje en formato texto -por SMS o Internet- que luego era proyectado en la ladera de una montaña nevada utilizando un potente rayo láser. Pocas veces se ha ofrecido una posibilidad tan potente y directa a los ciudadanos de expresar sus opiniones en el espacio público, incrementada además por la importancia del foro que en esos momentos se estaba llevando a cabo y la gran repercusión que tuvo en los medios de comunicación.



Img. 17. *Hello Mr. President,* Johannes Gees, 2001

En las cuatro obras presentadas en este apartado podemos ver como el espacio público físico se transforma en un lugar interactivo y participativo que propicia dinámicas de juego, comunicación e interacción entre los ciudadanos. Estamos ante ejemplos de las nuevas posibilidades ofrecidas por las TIC para hacer más dinámicos nuestros entornos urbanos. Tecnológicamente empieza a ser posible crear otros modos de hacer arquitectura y pensar en espacios públicos donde el entorno físico deja de ser inerte para convertirse en un lugar dinámico con potentes capacidades expresivas para la creación artística.

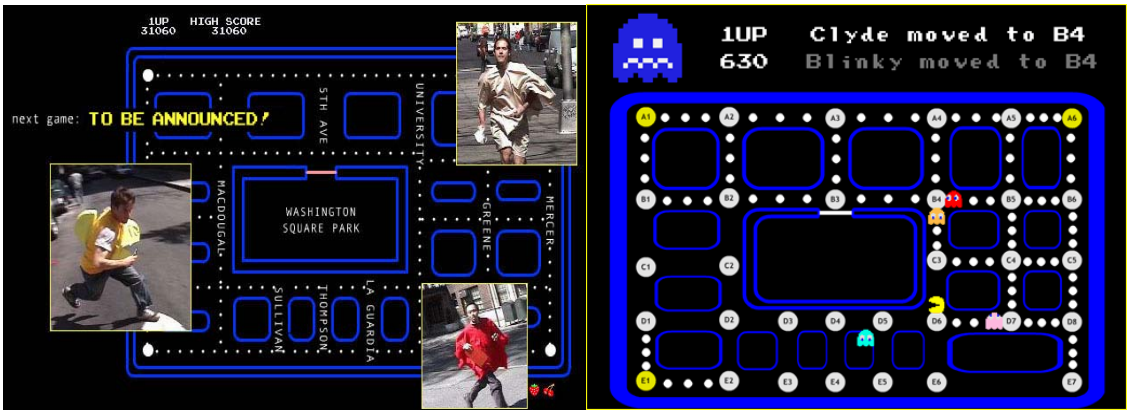
2.4 Las calles como tablero de juego

Otra interesante uso que los artistas están haciendo en los últimos años del espacio público consiste en la utilización de tecnologías digitales para desarrollar juegos que suceden entre las calles de nuestras ciudades y terminales remotas conectas a Internet. Muchos de estos proyectos son adaptaciones de juegos tradicionales de tablero o de los primeros videojuegos Arcade de finales de los 70 y principios de los 80. Usando dispositivos como teléfonos móviles y PDAs, los jugadores pueden desplazarse libremente por el espacio público, intercambiando información con otros que pueden estar también en un espacio físico cercano o remoto o incluso en Internet. De esta manera se establecen dinámicas de juego que mezclan distintos entornos de interacción y posibilitan ricas experiencias en el espacio público.

Un primer ejemplo en este sentido es la obra Pac-Manhattan, creada por un grupo de alumnos del programa de postgrado Interactive Telecommunications de la Universidad de New York NYU[38], en el año 2004. Consiste en un juego urbano a gran escala que utiliza las calles de New York para recrear la sensación del videojuego Pac-Man (Come Cocos) creado por Nanco en el año 1980. Esta nueva versión *ha sido creada para explorar que pasa cuando los videojuegos son movidos desde su "pequeño mundo" de sobremesa, televisores y ordenadores y colados en un gran "mundo real" de esquinas de calles y ciudades* (NYU, 2004).

El juego consiste en que un jugador vestido como un Pac-man corre por el parque Washington en Manhattan, intentando recoger todos los puntos virtuales situados en el mismo. Cuatro jugadores vestidos como los fantasmas del videojuego original intentarán capturar al Pac-man antes de que este recolecte todos los puntos. Utilizando teléfonos móviles, conexiones inalámbricas y programas informáticos específicos creados para este juego, las posiciones de Pac-man y los fantasmas son capturadas y la situación del juego emitida en Internet donde cualquier persona puede seguirlo en directo.

[38] Amos Bloomberg, Kate Boelhauf, Dennis Crowley, Christopher Hall, Will Lee, Morekwe Molefe, Mike Olson, Megan Phalines, Mattia Romeo, Oli Stephensen, Pakorn Thienthong, Peter Vigeant.



Img. 18. *Pac-Manhattan*, Interactive Telecommunications Programme, NYU, 2004

En este caso, podemos ver como la mezcla de elementos físicos y digitales se produce en el juego. Los puntos que ha de recolectar Pac Man para salvarse de los fantasmas son virtuales mientras que estos últimos son físicos. También otras personas desde Internet pueden visualizar el desarrollo del juego a tiempo real. Aunque la relación más interesante, en nuestra opinión, es la adaptación de un videojuego –hoy en día tradicional- al espacio urbano y a las tecnologías actuales. De esta manera, Pac-Manhattan rescata un icono cultural de nuestro pasado más reciente y lo actualizada relacionándolo en cierta manera con la preocupación actual por el estado del espacio público urbano.

El colectivo Blast Theory también está especializado en desarrollar sistemas de juego similares, entre sus trabajos creemos conveniente resaltar *Can you see me now?* (¿Puedes verme ahora?), realizado en el año 2001 (Steve, y otros., 2006). Consiste en un juego de persecución desarrollado en red y en las calles de un espacio físico de aproximadamente 300 metros cuadrados. En este tablón de juego, 10 participantes online son colocados aleatoriamente. Otros tantos situados en las calles y localizados por GPS son visibles por los jugadores en red cuando están cerca de ellos. Estos "corredores" están provistos de PDAs que les muestran la posición de los jugadores online sirviéndoles de guía para poder capturarlos, de esta manera tienen una cierta ventaja con respecto a los jugadores en red, ya que ellos pueden saber en todo momento donde estos se encuentran. Usando las teclas del ordenador para escapar por las calles digitales, los jugadores en red pueden también enviar mensajes, intercambiar tácticas entre ellos y escuchar a sus perseguidores a través de los Walkie Talkies que

utilizan para comunicarse. El juego habrá acabado si un “corredor” captura a un jugador en red al estar situado a menos de 5 metros de él.

Img. 19. *Can you see me now?*, Blast Theory, 2001

I Like Frank (me gusta Frank) es otro trabajo realizado por este mismo colectivo, en el año 2004 (Theory, 2004). Es un excelente ejemplo de juego multiusuario basado en la localización de los jugadores en el espacio urbano (Omer, y otros., 2006). Este juego se desarrolló en red a través de la web del proyecto y en las calles de la ciudad de Adelaida usando teléfonos móviles 3G. Los jugadores de ambos espacios podían conversar entre ellos al mismo tiempo que buscaban al evasivo Frank. De esta manera, a diferencia del juego anterior, tenían que colaborar entre ellos para ganar. Los jugadores en red se movían en una representación virtual de la ciudad, viendo fotografías de localizaciones específicas de ella. Algunas de esas fotos revelaban la localización de un objeto escondido, una vez encontradas, los jugadores en red solicitaban ayuda a los jugadores de la calle para que fueran a esa localización y recuperaran ese objeto, de esta manera iban persiguiendo al escurridizo Frank hasta finalmente alcanzarlo.

Img. 20. *I like Frank*, Adelaida, Blast Theory, 2004

Como podemos ver, existe en la actualidad un creciente interés por este tipo de propuestas de juego en el espacio público. El uso generalizado de teléfonos móviles de última generación hace posible desarrollar este tipo de experiencias donde los participantes se reúnen para utilizar el entorno urbano de manera diferente, interactuando con él y con los otros participantes del juego presenciales o remotos. El masivo número de participantes que pueden formar parte en estos juegos hace que sean herramientas socializadoras muy interesantes ya que fomentan la comunicación y las relaciones interpersonales entre los participantes.

2.5 Comunicación remota

La limitada percepción de nuestros sentidos es un tema comúnmente analizado en propuestas artísticas. Ver y hablar en la distancia son hoy en día acciones comunes y cotidianas en nuestra vida. La nueva generación de telefonía móvil 3G permite realizar video conferencias desde diminutas terminales prácticamente en cualquier lugar del mundo y a cualquier hora. Por lo tanto, estamos actualmente inmersos en una sociedad ubicua donde nos comunicamos constantemente e independientemente del lugar en el que nos encontremos.

La comunicación en las obras de arte neomedial que trabajan con el espacio público es una característica que está presente en una u otra forma en casi todo este tipo de trabajos. Estas obras pueden permitir la comunicación entre las personas que se encuentren en un mismo espacio físico, entre espacios físicos remotos y entre espacios físicos y digitales. Hemos creído conveniente presentar en esta categoría varios trabajos que aportan nuevos modos de comunicación e interacción social entre personas desconocidas en el espacio público.

El primer proyecto que presentamos a continuación es AgoraPhone, desarrollado por Kelly Dobson, en el año 2002 (Dobson, 2002), consiste en un sistema gratuito de comunicación, sin censura y fácilmente accesible. Los usuarios pueden llamar desde cualquier lugar a un número de teléfono asignado a una "escultura comunicacional" instalada como un elemento de mobiliario urbano que recibirá esa llamada en el espacio público. Cualquier persona cercana en ese momento a la escultura puede recoger la llamada y conversar con su interlocutor remoto.

Según su autor *consiste en una prótesis social que permite la telepresencia en el espacio urbano* (Dobson, 2002). Gracias a este sistema, cualquier conversación puede ser mantenida entre extraños protegidos por el anonimato ya que AgoraPhone no graba ni los números de tlf ni las conversaciones mantenidas en ellas, incluso existe la opción de enmascarar la voz de tal manera que nadie pueda reconocer a su interlocutor. De esta manera, el carácter de anonimato mantenido en las conversaciones en Internet es transferido en cierta manera al espacio local urbano.

Img. 21. *AgoraPhone*, Kelly Dobson, 2002

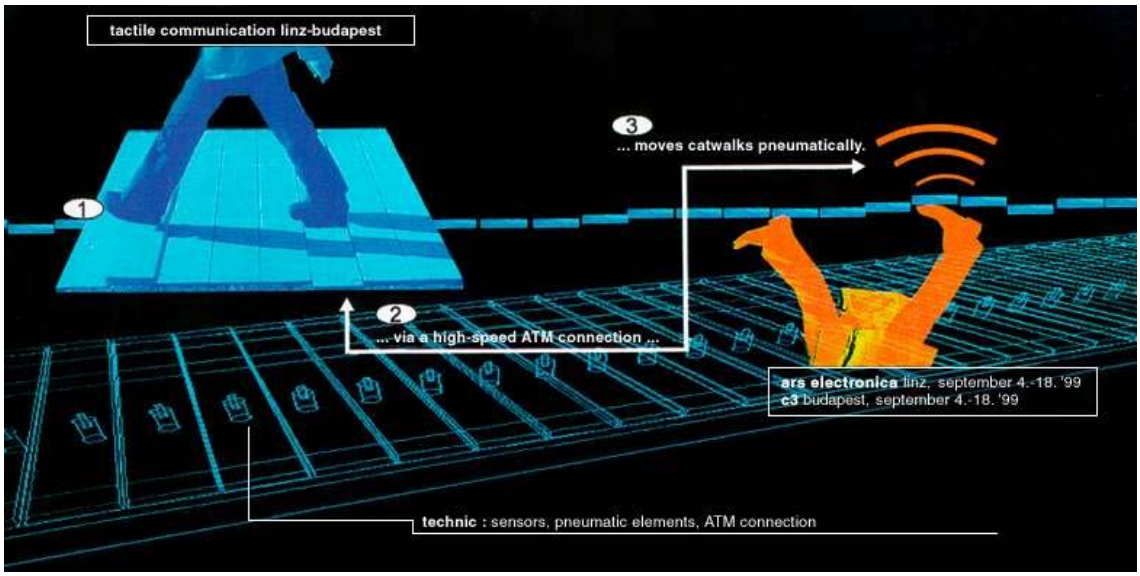
Otro proyecto con similares intenciones es *Chat-Stop: Star to comunícate!* (Borries, y otros., 2002) realizada por Friedrich von Borries, Gesa Glück, Tobias Neumann, André Schmidt en el año 2002. Es una obra pensada para las paradas de autobuses y coches, estos lugares han sido modificados con sistemas de vídeo interactivo y gracias a ellos las personas de distintas paradas de autobuses que están esperando pueden comunicarse entre ellas. De esta manera si una persona quiere, puede empezar una videoconferencia con cualquier otra situada en una parada distante.

Este sistema aumenta la sensación subjetiva de seguridad por medio de la comunicación con el otro, dejando a un lado la sensación de aburrimiento intrínseca a estos lugares, ya que la espera se transforma en un acto activo. La comunicación por medio de un sistema de vídeo vigilancia tergiversa la utilidad de este tipo de dispositivos, demostrando una vez más como los artistas son capaces de transformar las herramientas diseñadas con otros fines de una forma creativa y positiva socialmente. De este modo, la transparencia de esta obra y la voluntariedad de uso, unida a la capacidad de diversión, hacen que desaparezca la sensación de vídeo vigilancia y aburrimiento, convirtiendo un lugar de transito en un sitio donde se experimentan sensaciones y emociones, transformando nuestra estancia en este lugar en una interesante experiencia.

Img. 22. *Chat-Stop: Star to comunícate!,* Friedrich von Borries, Gesa Glück, Tobias Neumann, André Schmidt, 2002

Los dos proyectos presentados anteriormente utilizan sistemas de comunicación basados en voz y video, a continuación presentamos *Bump*, un sistema creada por Christian Smretschnig, Michael Bieglmayer, Roland Graf, Werner Schmid en el año 1997, que permite la comunicación a través del intercambio de peso. En esta obra dos pasarelas sensibles a las pisadas de los visitantes y situadas en distintas ciudades están interconectadas de manera que las personas situadas sobre las mismas pueden sentir la presencia de las otras. Gracias al uso de sensores de presión y a un mecanismo de neumáticos cilíndricos interconectados por red, las pisadas de los visitantes en una pasarela son remotamente trasladadas y sentidas por los visitantes de la otra.

Concretamente esta obra está compuesta por dos plataformas de 15 metros de largo y 1.5 de ancho que contienen 75 escalones cada una. Si una persona pisa en una de estos escalones, el peso de su cuerpo crea un impulso que es transmitido en forma de datos. Una vez este impulso es recibido en la otra plataforma el correspondiente cilindro neumático se eleva 1 cm con respecto al resto. Los visitantes tienen de esta forma noticia de la acción remota correspondiente a la pisada de la otra persona; pueden escuchar el sonido de elevación del pistón, ver su movimiento y también sentir cierta presencia de la otra persona al pisar sobre él.



Img. 23. *Bump*, Christian Smretschnig y otros, 2001

Bump tergiversa la noción de proximidad creando una falsa ilusión de la ella (AEC, 2001). Subidos a la plataforma tenemos la sensación de sentir a una persona al otro lado de la misma, sentimos como la tierra se convierte en un transmisor de energía transformándose, en cierta manera, en un ente sensible y elástico donde una pisada en un lugar determinado hace que en otro lugar salga un pequeño volumen. Por otro lado también encontramos referencias a mecanismos como teclados musicales, ya que cada una de las dos pasarelas tienen 75 escalones, formalmente encontramos una relación con este tipo de sistemas, llamándonos la atención y convirtiéndose en una especie de máquina sonora táctil.

Otras obras tratan de promover la comunicación entre los ciudadanos a través de juegos multiusuario desarrollados en el espacio público. Un ejemplo de esto es el caso del proyecto desarrollado por el colectivo Active Ingredient (ingredientes activos) que han creado un juego interactivo que une a los ciudadanos de Leicester, Nottingham y Derby. Love City permite enviar mensajes de texto vía teléfono móvil entre los habitantes de estas ciudades, *en un juego que premia crear conexiones interpersonales* (Ingredient, 2006).

Img. 24. *Love City*, Active Ingredient, 2006

El juego utiliza un sistema para localizar a los participantes de las tres ciudades basado en celdas. Cuando un jugado A entra a una de esas celdas, recibe un SMS que incluye una actualización del juego con el estado de otras personas en esa misma área en las otras dos ciudades. De esta manera, los jugadores pueden conectarse entre ellos enviando un mensaje de texto a otra persona situada en una plaza remota. Si el jugador B acepta la invitación del jugador A una conexión es creada, si una segunda conexión es creada entre este grupo y un tercer jugador C, entonces un “Menage à trois” es creado. Cuando un trío es formado, el jugador A es premiado con un avatar conocido como “hijo del jugador A” que actúa como un agente de él en esa celda particular. Las siguientes conexiones con este agente son transmitidas al jugador original que puede estar lejos de esa celda pero puede aceptarlas y continuar con el objetivo de crear más “hijos” y de esta forma ganar más puntos.

Como hemos comentado al inicio de este apartado, la comunicación a distancia se ha convertido en los últimos años en una capacidad generalizada y accesible a cualquiera. Los ejemplos aquí presentados han sido seleccionados debido a su interés específico y a la manera singular y novedosa que tienen de establecer la comunicación

entre las personas. La creación de sistemas de comunicación en el espacio público, sentir la presencia de personas remotas a través de intercambiar los pesos o ganar puntos en un juego gracias al establecimiento de comunicaciones remotas, son algunos de los numerosos recursos que los artistas neomediales utilizan para fomentar y tergiversar la comunicación a distancia en el espacio público.

2.6 Objetos híbridos

La miniaturización de los dispositivos tecnológicos unida al menor consumo de energía y también a su mayor robustez en lo que respecta al tiempo de vida y las condiciones meteorológicas, está empezando a crear nuevas generaciones de sistemas inteligentes y autónomos que prometen transformar el paisaje de lo que hasta ahora considerábamos espacio público urbano. Una de las áreas donde más se está desarrollando investigaciones en este sentido es la destina a la creación de dispositivos de juego en el espacio urbano al aire libre (Oren, y otros., 2006).

Como primer ejemplo en este sentido nos gustaría presentar la instalación interactiva *Juegos de Agua* creada por el grupo de investigación *Experimentación en Comunicación Interactiva* de la Universitat Pompeu Fabra con motivo del Forum Universal de las Culturas Barcelona 2004. De forma general consiste en un recorrido compuesto por un grupo de fuentes de agua que inicialmente se encuentran en estado de reposo arrojando pequeñas cantidades de agua, pero cuando un grupo de personas hace un corro y giran alrededor de una de esas fuentes, estas se activan y muestran los *juegos de agua* ocultos en ellas.

Img. 25. *Juegos de agua,* Experimentación en Comunicación Interactiva, Universitat Pompeu Fabra, 2004

Desarrollada conceptualmente bajo los objetivos de respetar la diversidad cultural y étnica, al mismo tiempo que fomentar las condiciones para la paz y sostenibilidad en nuestras sociedades, este proyecto es un excelente ejemplo de

sistema interactivo al aire libre en el que se desarrollan dinámicas de juego entre grandes grupos de usuarios y en donde se produce un uso intensivo de interacción multiusuario. En él se han identificado y contextualizado las limitaciones y problemas que una instalación interactiva de este tipo conlleva, desarrollando un diseño de interacción que –según sus autores- cumple las siguientes características: naturalidad, aprendizaje corto, robustez, aportación de significado, no intrusividad, multiusuario, participativa y excelente flujo (Pares, 2005).

Otro ejemplo de investigaciones en esta área, en este caso centrada a la creación de dispositivos de juego para parque urbano, es el proyecto *Reactive Active Playground*, desarrollado por el grupo de investigación Smart Cities del MIT, USA. En esta investigación, nuevos sistemas de interacción y juego se están desarrollando con el objetivo de responder a la pregunta de que si *pueden las tecnologías aumentar las experiencias de juego de los niños en el parque o por el contrario deben seguir estando libres de ellas* (Susanne, 2006).

Img. 26. *Reactive Active Playground,* Smart Cities, MIT, 2006

Este primer prototipo está formado por dos estructuras longitudinales compuestas por planchas de madera que tienen incorporadas sensores de presión, estas planchas están separadas entre sí por la distancia de paso de un niño de cuatro años. Cada una de las planchas de madera tiene un pequeño motor al lado de ella, este

motor tiene un molinillo colocado en su extremo. Cuando un niño pisa una de esas planchas, el motor asociado gira, de manera que el giro de los molinillos acompaña al niño en su caminar por la estructura. Con este sencillo mecanismo, esta investigación resalta el valor que tiene para los niños los sistemas de juego diseñados con un final abierto (Susanne, y otros., 2006). En ellos se produce una asociación rica y dinámica del niño con el dispositivo de juego, ya que éste lo personaliza al diseñar un mecanismo de juego propio entorno al dispositivo tecnológico y, al mismo tiempo, fomenta el desarrollo intelectual y creativo del niño.

Otro proyecto con similares objetivos es el desarrollado por varios investigadores de la Universidad de Shouthern Denmark, llamado Playware (Henrik, y otros., 2005). Consiste en un sistema modular que puede ser acoplado y utilizado de diversas maneras proporcionando con ello la posibilidad de establecer un amplio abanico de posibilidades de juego. Cada uno de esos módulos[39] de 21 cm x 21 cm tiene una luz como actuador que puede tener ocho colores distintos y una fuente sonora, están diseñados de tal manera que pueden ser acoplados unos con otros creando una firme estructura. También tiene un sensor de presión y un procesador que hace que cada uno de estos bloques tenga capacidad independiente de procesado, pero al mismo tiempo estos bloques también están provistos de capacidad de comunicación entre ellos a través de conexiones físicas, lo que permite crear complejos mecanismos de juego.

Este concepto tecnológico que consiste en la utilización de elementos con capacidad independiente de procesado, de entrada y salida de datos y comunicación entre ellos, deriva de la concepción de inteligencia artificial incorporada en cada uno de ellos. De esta manera, cumple los requisitos de ser un sistema flexible e inteligente, destacando su capacidad de adaptación y comunicación con el entorno físico en que esté situado.

[39] En la segunda versión de este dispositivo

Img. 27. *Playware,* Universidad de Shouthern Denmark, 2005

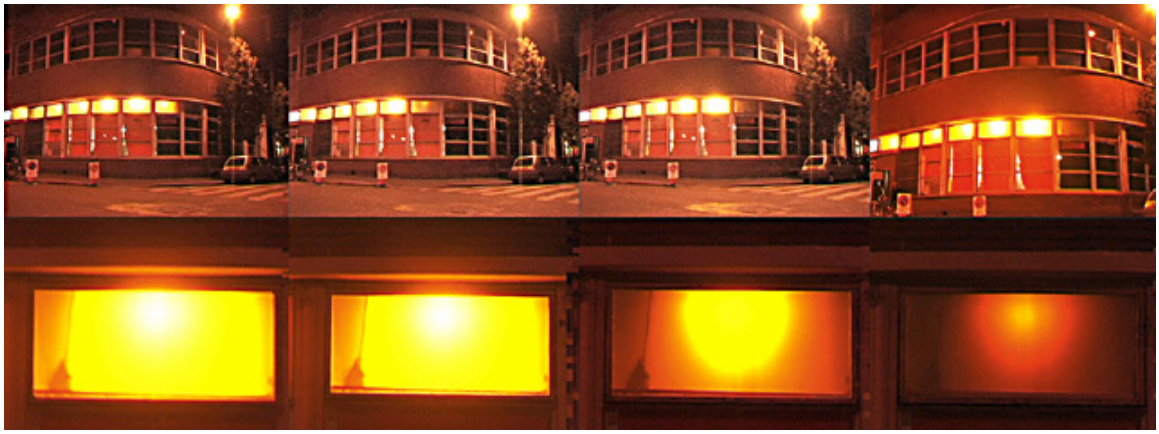
Uno de los objetivos con los que ha sido creado este proyecto es el de promover la salud a través del ejercicio físico producido en los juegos al aire libre. Específicamente por la preocupación de los investigadores en el aumento de los problemas de salud como la obesidad infantil y otras enfermedades relacionadas con el estilo de vida en las sociedades industrializadas, defendiendo que *la unión entre las tecnologías digitales del entretenimiento y el ejercicio físico pueden servir para ayudar ante el importante crecimiento de la obesidad infantil en los últimos años* (Henrik y Carsten, 2005).

Desde una perspectiva más general, encontramos otros proyectos que utilizan estos sistemas inteligentes, independientes, conectados y/o autoalimentados con la intención de crear nuevos modos de expresión en el entorno urbano. Un ejemplo de esto son los trabajos del colectivo HeHe formado por Helen Evans y Heiko Hansen, definidos por ellos mismos como proyectos de *retro ingeniería cultural de los sistemas tecnológicos que nos rodean* (Evans y Hansen, 2005). Uno de sus múltiples proyectos titulado *Bruit rose* (ruido rosa), 2004, consiste en la modificación de una caja de luz situada en la calle que generalmente es usada para colocar anuncios publicitarios. Esta

transformación agrega una nueva función inspirada en las acciones que se suceden a su alrededor, permitiendo visualizar el ambiente sonoro de esa zona. Las luce emitidas por el panel son un reflejo del nivel de actividad en ese espacio y sirven como representación visual animada, lejana al tipo de información que generalmente muestran estos espacios de publicidad urbana.

Img. 28. *Bruit Rose,* Helen Evans y Heiko Hansen, 2004

Otro trabajo bastante similar es Loti, realizado en el 2003, este proyecto transforma una fachada de un edificio en un ecualizador gráfico que responde a la música emitida en su interior. Los transeúntes que pasan por la calle pueden ver de forma gráfica el nivel de audio emitido por este edificio, transformando su fachada en una representación interactiva del estado sonoro en el interior del edificio.



Img. 29. *Loti*, Helen Evans y Heiko Hansen, 2003

En los dos ejemplos anteriores podemos ver como elementos del mobiliario urbano y arquitectónicos son transformados agregándoles ciertas capacidades interactivas. Son ejemplos de las nuevas capacidades susceptibles de ser utilizadas en nuestros entornos urbanos. El futuro próximo se plantea con una gran evolución de este tipo de proyectos en la que podemos imaginar las calles de nuestras ciudades provistas de dinámicos sistemas interactivos que mostrarán información a tiempo real a la misma vez que permitirán desarrollar dinámicas de juego y comunicación gracias a ellos.

Otro importante ámbito de desarrollo de este tipo de elementos interactivos es el denominado *Smart Material* (materiales inteligentes), estos materiales generalmente están siendo utilizados para diseñar prendas inteligentes que muestran y responden a los estímulos medioambientales, reaccionando de una manera eficiente, fiable y reversible a un determinado grupo de acciones controladas por un sistema de control activo. Aunque en un primer momento pueda parecer fuera de los límites de esta clasificación, hemos creído conveniente presentar en esta apartado este tipo especifico de materiales ya que el increíble desarrollo que están teniendo en la actualidad nos da una idea de que en un futuro próximo serán implantados masivamente en nuestra sociedad y debido a ello el espacio público sufrirá nuevamente grandes modificaciones.

Algunos de estos materiales han sido diseñados para cambiar su color en respuesta a una determinada temperatura, por ejemplo una bañera que cambia de color cuando el agua que contiene está a una determinada temperatura o cucharas que advierten de que el café o el te está demasiado caliente evitando con ello que nos

quememos al beberlo. Técnicamente estos comportamientos son denominados como "termocromáticos" ya que un estímulo térmico causa útiles respuestas ópticas. Un ejemplo de este tipo de prendas, pero en este caso "electroluminosa", es el proyecto *Puddlejumper*, realizado por Elise Co en el año 2003 (Co, 2003). Consiste en una chaqueta impermeable luminosa que brilla con la lluvia. Está compuesta por un grupo de unidades electro-luminiscentes en la parte delantera de la chaqueta con determinados elementos electrónicos y conectados a sensores de agua situados en la espalda de la chaqueta. Cuando el agua toca uno de esos sensores, la correspondiente lámpara se ilumina, creando un estampado luminoso parpadeante que refleja el ritmo de la lluvia.

Img. 30. *Puddlejumper,* Elise Co, 2003

Por último en este apartado nos gustaría presentar otro ejemplo, en este caso desarrollado en el marco de investigación comercial, se trata del reciente desarrollo de una nueva generación de textiles fotónicos por la empresa Philips (Research, 2006). Este nuevo tipo de textiles lleva incorporado la tecnología *Lumalive* que permite colocar grupos de LED flexibles integrados completamente en la tela sin alterar la suavidad o la flexibilidad del paño. Estos textiles luminescentes permiten crear materiales que pueden incorporar mensajes dinámicos, gráficos o superficies multicolores.

Img. 31. *Lumalive,* Philips, 2006

Como podemos ver, estamos ante uno de los campos más prometedores en lo que respecta a las nuevas tecnologías que serán viables en un futuro próximo. La incorporación a la vida cotidiana de sistemas interactivos en el espacio público y también de tejidos inteligentes permite un amplio rango de aplicaciones y usos que sin duda modificarán en gran medida la manera en que hoy en día desarrollamos la comunicación en este espacio. Aunque algunos de los ejemplos presentamos en este último apartado no han sido realizados bajo una finalidad artística inicial, hemos creído conveniente presentarlo brevemente como un nuevo medio tecnológico que afectará decisivamente a la sociedad actual y también porque están en el ámbito de investigaciones tecnológicas desarrolladas en el campo de la intersección del ACTS.

3 *ZONA DE RECREO:* ADAPTACIÓN DE UN DISPOSITIVO TRADICIONAL DE JUEGO EN GRUPO BASADO EN EL INTERCAMBIO DE EQUILIBRIO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

CUADRO REFERENCIAL DEL SUB-PROYECTO	ZONA DE RECREO
OTROS COLABORADORES EN LA INVESTIGACIÓN	Clara Boj, Moisés Mañas
FINANCIACIÓN	- INjuve, Instituto de la Juventud. Premio producción proyectos audiovisuales 2002. 3000 € - Fundación Cañada Blanch. Premio producción proyectos audiovisuales 2002. 3000 € - Diego Díaz. Producción propia. 3000€
EXPOSICIONES PÚBLICAS	- Enero - Febrero 2003. “Certamen de Audiovisuales Injuve”, Sala Amadís, Madrid - Junio – Julio 2003. “Certamen de Audiovisuales Injuve”, Centro Montehermoso, Vitoria Gasteiz - Noviembre 2003. “Becas Fundación Cañada Blanch”, Colegio Oficial de Arquitectos, Valencia - Agosto – Octubre 2004 “ISEA 2004. Wireless Experience”. Kiasma Art Museum, Helsinki, Finlandia
PATENTES	- Solicitud de Patente nº P200202533 con fecha 28/140/2002 por parte de la Universidad Politécnica de Valencia - Solicitud de Patente nº P200300855 con fecha 01/04/2003 por parte de la Universidad Politécnica de Valencia
PUBLICACIONES	- Diaz, D., Boj, C., Mañas, M., Domenech, M. y Martinez de Pisón, M., "Free Network Visible Network", en *Proceedings ACM SIGCHI Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2004*, Singapore, Junio, 2004
OTROS	- Cuerpo central del proyecto “*Interfaces artísticos: Desarrollo y análisis del proyecto Zona de Recreo y del prototipo Vídeo Balancín* ” con el que obtuve el Diploma de Estudios Avanzados D.E.A en el año 2003

Fig. 6. Cuadro referencial del sub-projecto Zona de Recreo

3.1 Contextualización de Zona de Recreo en el marco de la investigación

Como hemos descrito en la introducción de esta memoria, uno de los objetivos principales de esta tesis doctoral consistente en mostrar, por medio de la creación de dispositivos artísticos interactivos, las transformaciones que está sufriendo el espacio público de relación social. Para llevar a cabo dicho objetivo hemos estudiado la situación de los parques y plazas de nuestras ciudades y el transito de actividad de estos espacios a los nuevos lugares donde se ejercita la comunicación surgidos en el ámbito de lo digital. Como primer resultado de esta investigación hemos desarrollado Zona de Recreo, un ejemplo de posible instrumento creado para entender mejor la situación en la que se encuentra el espacio público e intentar mediar, en la manera de nuestras posibilidades, en los procesos de transformación que le afectan. De esta forma respondemos a otro de los objetivos principales de esta investigación consistente en, tras entender nuestro entorno de relación social como un espacio híbrido compuesto por elementos físicos y digitales, desarrollar dispositivos que creados a partir de esta idea planteen ciertas reflexiones sobre los modos y lugares donde se desarrolla el juego y la interacción, y además, al insertar estos dispositivos en los espacios de relación social, estudiar la posible actualización del espacio público generada por ellos.

Concretamente hemos llevado a cabo este primer sub-proyecto teórico-práctico con la intención de modificar un dispositivo de juego en grupo, común en muchos de los parques de nuestras ciudades, adaptándolo a las tecnologías del entretenimiento por ordenador. La finalidad ha sido la de actualizar este tipo de dispositivos tradicionales de juego gracias al uso de las nuevas posibilidades surgidas en el marco de las tecnologías digitales de entretenimiento.

En su desarrollo no hemos querido diseñar una estrategia global de modificación del parque urbano, sino focalizar nuestras investigaciones e intereses en un elemento específico de su mobiliario para estudiar pormenorizadamente cómo afecta a este elemento la adopción de las nuevas tecnologías digitales de comunicación y entretenimiento por ordenador. En un primer lugar seleccionamos el dispositivo de juego a modificar y luego lo transformamos en un nuevo dispositivo interactivo con el que proponemos un acercamiento a nuevas formas de comunicación entre el ser humano y los entornos virtuales basadas en el intercambio de equilibrio en grupo. Este nuevo

dispositivo -que como veremos más adelante consta de una entidad física objetual bastante potente- es un mediador entre el mundo de lo tangible y el de lo intangible por medio del equilibrio.

Atendiendo a la clasificación que hemos realizado de las obras de arte público neomedial presentada en el apartado segundo de esta memoria, podemos clasificar principalmente Zona de Recreo dentro de la categoría de “objetos híbridos”. Como podremos ver más adelante en la descripción del sub-proyecto, hemos creado un nuevo dispositivo interactivo y recreativo diseñado para ser ubicado en plazas y parques de nuestras ciudades que como principal característica utiliza elementos físicos y digitales con la intención de crear dinámicas de juego y comunicación entre los ciudadanos. Otra categoría en la que también podemos insertar este primer sub-proyecto de investigación es la denominada “las calles como tablero de juego”, ya que Zona de Recreo es un dispositivo de juego en el espacio público que permite que los ciudadanos desarrollen juegos en grupo, divirtiéndose y propiciando la comunicación entre ellos.

Por otro lado resulta importante señalar que el proyecto Zona de Recreo fue concebido inicialmente como una obra artística y su desarrollo ha derivado posteriormente hacia otros terrenos de aplicación, debido a la importancia de una de sus partes fundamentales desarrolladas; el prototipo Vídeo Balancín. Hemos seguido por tanto varias líneas de estudio paralelas para el desarrollo del conjunto de la investigación, por un lado el de la estructura física del prototipo Vídeo Balancín, que podemos enmarcar en el ámbito de creación de prototipos industriales, por otro el de la aplicación gráfica Zona de Recreo, que podemos clasificar dentro de la generación de entornos virtuales en tres dimensiones, y por último la fusión de ambas líneas de investigación que podemos clasificar dentro del campo de estudio de la interacción humano ordenador.

3.2 El proyecto *Zona de Recreo.*

Img. 32. Secuencia de juego en Zona de Recreo

Iniciamos este proyecto de investigación tomando como premisa el hecho de que cada vez nos relacionamos menos en los espacios públicos que inicialmente fueron diseñados para ello como parques y plazas, y establecemos nuevos ámbitos de comunicación interpersonal enmarcados en las nuevas tecnologías digitales. A partir de varios estudios sobre el diseño de mobiliario urbano en las áreas de juego infantil para parques urbanos (National Recreation Association. y Butler, 1958; Brink y Canadian Institute of Child Health., 1985; Brett, y otros., 1993; Rojals, 2004) y tomando como referente objetual algunos de esos elementos, decidimos adaptar un modelo de dispositivo de juego, llamado balancín, al ámbito de las nuevas tecnologías para convertirlo así en un nuevo elemento híbrido que reúna las características más positivas de los dos terrenos de los que se nutre: las nuevas tecnologías del entretenimiento por ordenador y los dispositivos tradicionales de juego diseñados para parques y plazas.

El uso de este elemento y su trasformación nos permitió articular el marco discursivo en el que queríamos situar Zona de Recreo: el balancín nos remite a los espacios públicos y su modificación tecnológica nos habla de la revolución que el uso de nuevas tecnologías está suponiendo en la creación de dispositivos de comunicación interpersonal. De este modo, en la investigación se encuentran presentes los elementos más característicos de los espacios físicos y digitales de relación social, aquellos que nos posibilitan formalizar el concepto de trasfuncionalidad - de manera tanto objetual como gráfica - desde lo físico a lo digital. Estos elementos son:

- Los dispositivos de juego infantil para parque urbano. Tras un concienzudo estudio de los diversos dispositivos y sistemas de juego que existen en la actualidad para los parques urbanos, hemos seleccionado un balancín por varios motivos que señalamos a continuación:

  - Es un dispositivo que desde su composición nos invita, y casi obliga, a ser utilizado en grupo. Al estar constituido por un eje central sobre el que pivota una plataforma a la que pueden subir dos o más personas, debemos equilibrar el sistema a través del intercambio de peso, de tal manera que el balanceo de la estructura se puede controlar fácilmente en grupo. En el caso de ser usado por una sola persona esto se vuelve bastante más complicado.

- Aumenta la presencia en los entornos virtuales gracias al uso del equilibrio.

- Es un elemento común muy extendido en los parques. De esta manera nuestro dispositivo puede ser utilizado intuitivamente por los usuarios ya que su funcionamiento es muy similar al balancín original.

- Este dispositivo presenta unas características estructurales que permiten fácilmente ser modificadas y adaptadas a las nuevas tecnologías digitales.

El balancín original consiste en una estructura realizada normalmente en madera policromada acoplada a uno o varios muelles sobre los que pivota. Este elemento se puede encontrar con muy diversas formas y versiones, un muelle, dos muelles, modelo caballito, vaca, etc. A continuación podemos observar la imagen de un balancín en la actualidad.

Img. 33. Balancín en un parque público

- Los videojuegos de aventuras gráficas. Nos hemos centrado específicamente en los juegos que utilizan la representación de espacios en tres dimensiones a partir de la cual se genera un recorrido en el que se presentan diversas pruebas y/o fases que el jugador debe superar. Todos ellos tienen en común la representación subjetiva de la arquitectura, de manera que posibilita la existencia de lugares arquitectónicamente imposibles en el mundo real pero que guardan ciertas normas heredadas de éste, como algunas fuerzas físicas: el rozamiento, la colisión entre objetos, la gravedad, etc. Estos juegos han proliferado en los últimos años, pues hasta hace poco tiempo los límites tecnológicos no permitían su distribución debido a la gran cantidad de recursos que requiere la generación de gráficos tridimensionales a tiempo real. Pero la aparición de las nuevas generaciones de tarjetas gráficas, así como el incremento de la potencia en los procesadores, están haciendo que cada vez estos juegos sean más sofisticados.

Img. 34. videojuego Matrix

Partiendo del análisis y rediseño de estos dos elementos hemos desarrollado la parte práctica de esta investigación que combina por un lado el movimiento físico de la estructura balancín con la representación gráfica de un mundo virtual y posibilita la interacción entre el mundo físico y el digital. Zona de Recreo es por tanto un nuevo dispositivo de juego que podemos definir a partir de sus dos componentes principales:

- Vídeo Balancín: Es un prototipo consistente en una plataforma interactiva multiusuario que surge de la transformación del típico balancín a través de la incorporación de nuevos elementos mecánicos e informáticos. La utilización individual o colectiva del dispositivo Vídeo Balancín, posibilita al espectador interactuar utilizando el movimiento de su cuerpo con la aplicación gráfica generada específicamente para el proyecto Zona de Recreo.

Img. 35. El dispositivo Vídeo Balancín desarrollado para Zona de Recreo

La plataforma interactiva Vídeo Balancín conserva muchos de los aspectos formales del dispositivo balancín original, aunque adopta una estética mucho más acorde con la nueva realidad que quiere representar. Está construida principalmente en madera y hierro policromado y sus dimensiones superan las del dispositivo original,

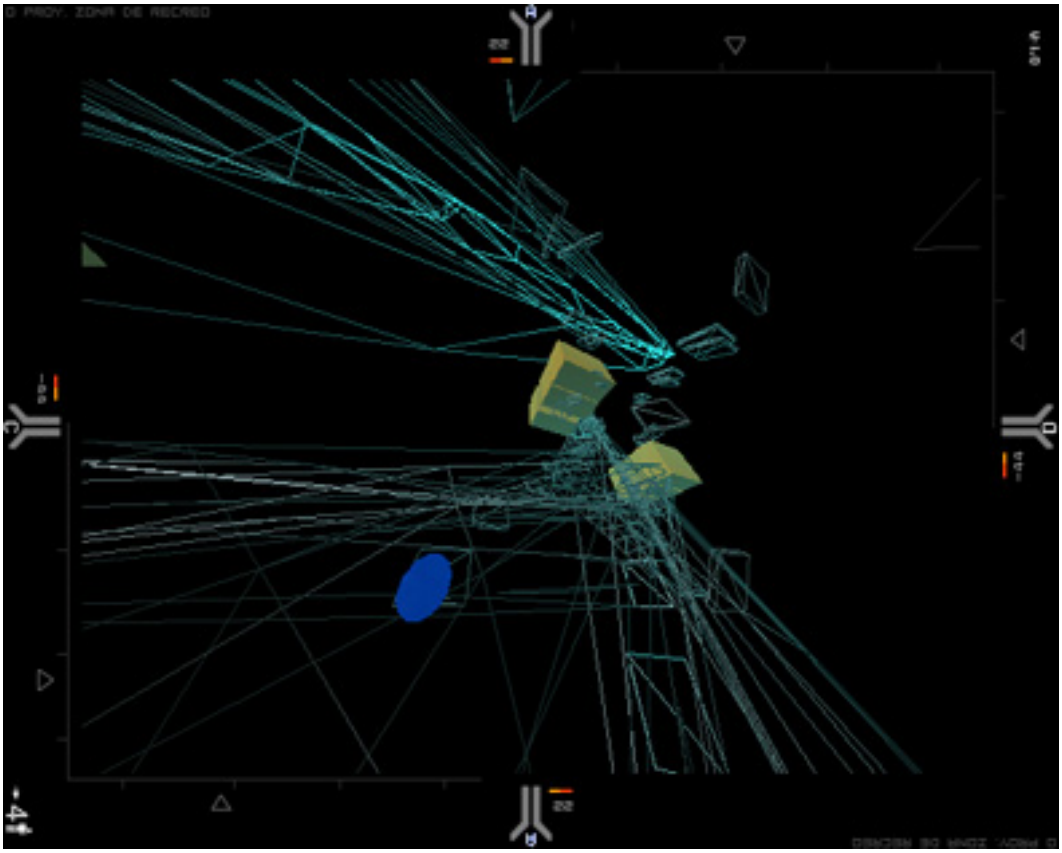
debido a que Zona de Recreo se dirige a usuarios adultos aunque se han proyectado versiones reducidas del prototipo para las condiciones físicas de los niños.

Es importante señalar que aunque el prototipo Vídeo Balancín se ha desarrollado específicamente para la obra artística Zona de Recreo, se estudia la posibilidad, dadas sus especiales y novedosas características, de emplearlo como plataforma interactiva que ofrezca otros contenidos como pueden ser juegos educativos, puntos de información, etc... Para ello hemos realizado un estudio pormenorizado de las novedosas características de interactividad que aporta este dispositivo desde el marco de la interacción humano-ordenador. Esta investigación ha estado basada principalmente en el estudio de la usabilidad de su interfaz física y digital, con el objetivo de establecer conclusiones que sirvan como marco para desarrollar nuevas aplicaciones en el campo de la educación y el entretenimiento.

- Aplicación gráfica: Esta aplicación se visualiza en la pantalla táctil que incorpora el dispositivo Vídeo Balancín y nos permite navegar por un mundo virtual que conecta el mundo tangible de los parques urbanos con una representación gráfica del mundo intangible digital. Un recorrido por este espacio nos permite acceder a diversas representaciones de los espacios públicos urbanos creando con ello una dialéctica de espacios superpuestos que nos remite a la hibridación presente en nuestra cotidianeidad.

Para generar gráficamente este diálogo entre “mundos” hemos utilizado diferentes estilos de creación para cada uno de ellos. El mundo digital esta representado por un entorno 3D compuesto por un conjunto de polígonos que forman una estructura abstracta de líneas visualizada sobre fondo negro. Con ello remitimos a los usuarios a la representación de entornos 3D al más puro estilo de los primeros mundos sintéticos donde la carencia de potencia en los equipos informáticos obligaba a los diseñadores a utilizar un escasísimo número de polígonos y aun no era posible utilizar gran cantidad de texturas en la generación de entornos 3D a tiempo real. Con este recurso también nos remitimos a la estructura de araña utilizada normalmente para representar Internet. Aunque sabemos que no es posible plantearse una geografía de Internet utilizando los parámetros del mundo físico, normalmente encontramos esquemas y gráficos que la describen como un complejo trazado urbano rizomático

lleno de nodos de conexión o núcleos desde donde fácilmente podemos saltar de un sitio a otro.



Img. 36. Zona de Recreo: mundo digital

El mundo físico está construido utilizando vídeos 360º previamente capturados de parques de la ciudad de Valencia. Gracias a ello establecemos un referente fiel con el entorno físico representado y además las imágenes-vídeo nos muestran la gran cantidad de matices que tienen los entornos reales de convivencia y por contraste la carencia de estos matices que tienen los entornos digitales.

Img. 37. Zona de Recreo: mundo físico

La interacción diseñada para el mundo 3D nos permite saltar fácilmente entre las representaciones de los mundos físicos y digitales. En este sentido podemos compararlo con la sensación del individuo contemporáneo que vive en el mundo físico y en numerosas ocasiones, al cabo del día, accede a través de Internet o el teléfono móvil al mundo digital. Nuestra intención ha sido desarrollar un sistema de intercambio de información entre estos dos mundos que permita a un grupo de personas interactuar entre sí y también, al mismo tiempo, con los mundos físicos y digitales representados en Zona de Recreo. Vídeo Balancín permite que las acciones llevadas a cabo entre uno y otro entorno estén interrelacionadas y tengan efectos claramente perceptibles entre sí. Por lo tanto podemos decir que el funcionamiento de nuestro prototipo Vídeo Balancín consiste en crear una interfaz de comunicación entre el mundo físico y el mundo digital.

Por otro lado el carácter lúdico de nuestro dispositivo le permite beneficiarse de las extraordinarias posibilidades sociales relacionadas con el juego. Según Muñoz

Gutiérrez (Muñoz Gutierrez, 2000) *Jugamos para ver cómo podría ser, jugamos para prepararnos por si fuera, jugamos para evaluar lo que sería, jugamos para sentirnos de otro modo, jugamos para sentirlos de otro modo, jugamos en fin para recorrer los caminos que no recorremos*. Por ello entendemos la interacción de entornos virtuales como una manera fácil, económica y directa de simular experiencias de juego que permitan a los usuarios experimentar otros ámbitos y modos de percepción de la realidad.

La concreción del sub-proyecto Zona de Recreo podemos definirla como una investigación en el terreno del ACTS que propone la consideración de un nuevo tipo de interfaz física interactiva multiusuario como sistema de comunicación hombre-ordenador y que ofrece nuevas posibilidades en el desarrollo de interfaces tanto para usos artísticos como para otras finalidades. Esta investigación se desarrolla en un nuevo terreno abierto a la experimentación utilizando las posibilidades expresivas que nos ofrecen las nuevas tecnologías. Con ello hemos intentado crear un referente cultural basado en elementos tradicionales que contempla también la actualización de dichos elementos a la contemporaneidad, con la intención de hacer un uso creativo de las nuevas tecnologías. De esta manera proponemos la revitalización de los parques y plazas por medio de la actualización de su mobiliario a las nuevas tecnologías.

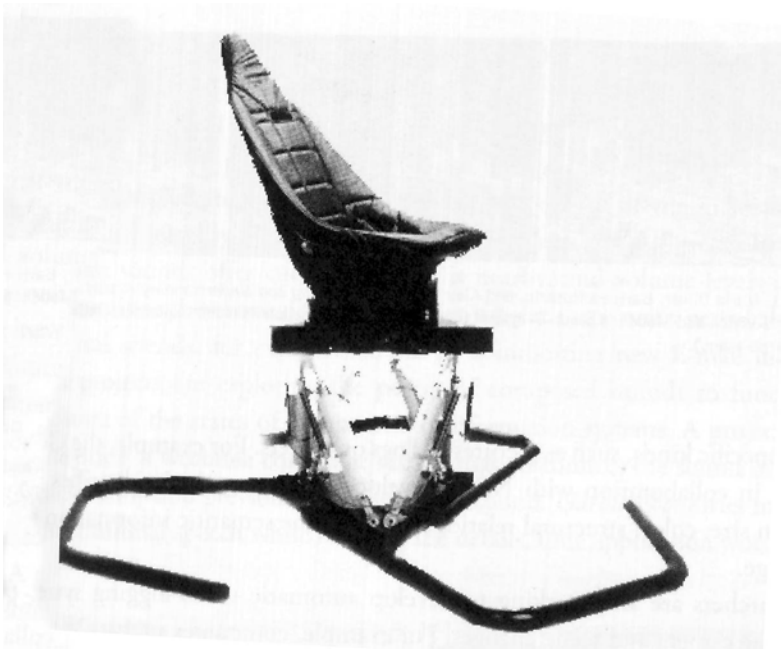
3.3 Análisis de los referentes artísticos de *Zona de Recreo.*

Al iniciar este proyecto de investigación recurrimos al estudio y análisis de otros proyectos artísticos de similar naturaleza realizados hasta el momento. Inicialmente teníamos una idea un tanto vaga en cuanto a que desarrollo práctico llevar a cabo; nuestro objetivo de partida consistía en modificar un elemento del mobiliario de los parques urbanos mezclándolo con sistemas y dispositivos digitales e interactivos de juego en grupo. A continuación analizamos otros trabajos que investigaban sobre el equilibrio como medio, para producir una mayor sensación de presencia en entornos virtuales y también trabajos de investigación sobre nuevos modos de interactuar y representar el panorama.

En la obra *Skywriter* desarrollada por Monika Fleischmann y Wolfgang Straus un usuario se sitúa sobre una plataforma especialmente diseñada para sentir el balanceo. Además el usuario puede controlar la navegación por un entorno virtual cambiando su centro de gravedad y así tener la sensación de estar volando por un paisaje virtual. En palabras de Monika Fleischmann (Wilson, 2002) *Al revés que un joystick o un ratón, que reducen al ser humano a un reflejo mínimo de sus actos, Virtual Balance requiere el uso coordinado de todo su cuerpo y su percepción… el efecto dramático de esta acción es gobernado por la relación entre las personas y su propio cuerpo.*

Img. 38. *Skywriter,* Monika Fleischmann y Wolfgang Straus, 1997

La referencia principal entre nuestra investigación y *Skywriter* consiste en la utilización del equilibrio como interfaz de navegación en el espacio virtual. En este sentido nos parece importante señalar que hay bastantes investigaciones desarrolladas bajo esta premisa, desde sistemas militares que buscan representar con la mayor fidelidad posible determinadas situaciones, a los cines 3D en los que los sillones se mueven acordes con la visualización proyectada en ese momento ó las máquinas de vídeo juegos que utilizan como interfaz dispositivos físicos como motos o coches de carreras, que también se balancean para aumentar la sensación de velocidad en los jugadores. Un ejemplo en este sentido es el dispositivo *CyberAir Base* comercializado por la compañía Virtogo, un relativamente sencillo sistema de interacción en el que la posición de un sillón es controlada por ordenador por medio de varios cilindros neumáticos.



Img. 39. Imagen del simulador CyberAir Base

La mayor diferencia de este tipo de interfaces físicas con nuestra investigación consiste en que en todas ellas -y también en *Skywriter*- la interfaz está desarrollada para una sola persona y nuestro sistema interactivo está específicamente desarrollado para ser utilizado por un grupo de dos a cuatro personas. Esta diferencia nos parece relevante ya que la interacción en grupo llega a ser tan significativa que hace que la

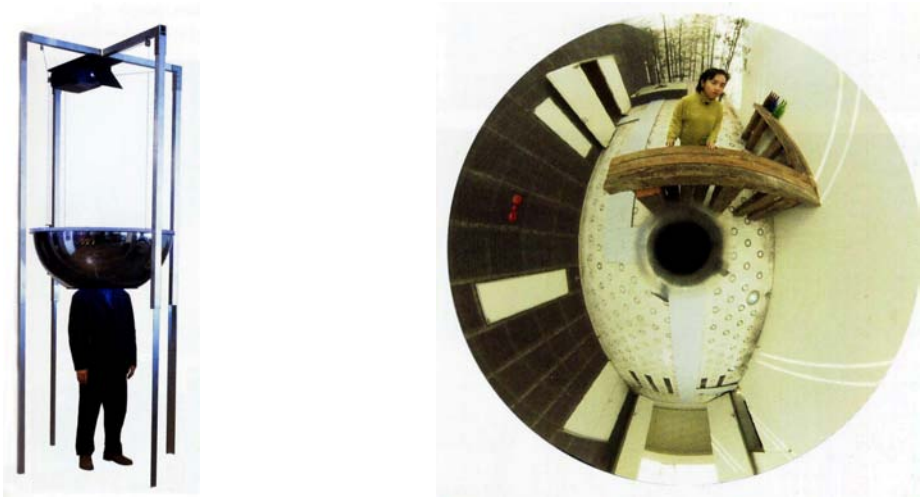
experiencia entre los usuarios sea entendida de una forma totalmente distinta en uno u otro caso. De hecho la investigación desarrollada justifica su notoriedad en base a la innovación resultante en este sentido, de tal manera que podemos afirmar que por el momento no conocemos ningún sistemas de navegación en entornos virtuales basado en el balanceo en grupo que haya sido desarrollado hasta la fecha.

De manera bastante similar podemos entender también la relación con la obra *Legible City* de *Jeffrey Shaw* en la que un usuario subido en una bicicleta puede pasear por la reconstrucción virtual de varias ciudades; en su primera versión era posible pasear por el bario de Manhattan en New York. La representación arquitectónica de estas ciudades está realizada utilizando textos tridimensionales que sustituyen a los edificios, de esta manera los usuarios establecen una relación con este espacio inscrita entre la ciudad física y la literatura. *La ciudad de las palabras es una especie de libro tridimensional que puede ser leído en cualquier dirección y donde los espectadores construyen su propia conjunción de textos y significados según el recorrido escogido al pasear en la bicicleta* (AEC, 1990).

Img. 40. *Legible City,* Jeffrey Shaw, 1989

Esta obra tiene una doble relación con nuestra investigación; por un lado la interfaz física en la que el equilibrio tiene una presencia destacada, estar subido en una bicicleta es un acto de equilibrio en sí, y en un segundo lugar, y como relación más importante, el propósito con que la obra ha sido realizada. Nos referimos a invitar al usuario a navegar por la representación virtual de una ciudad, una representación que no intenta ser fiel a la realidad, sino que está realizada desde la interpretación conceptual del significado de la obra. Tanto *Legible City* como *Zona de Recreo* plantean un acercamiento a la ciudad a través de lo subjetivo, de lo personal, de lo humano al fin y al cabo, y permiten al usuario pasear libremente por una interpretación íntima de la misma.

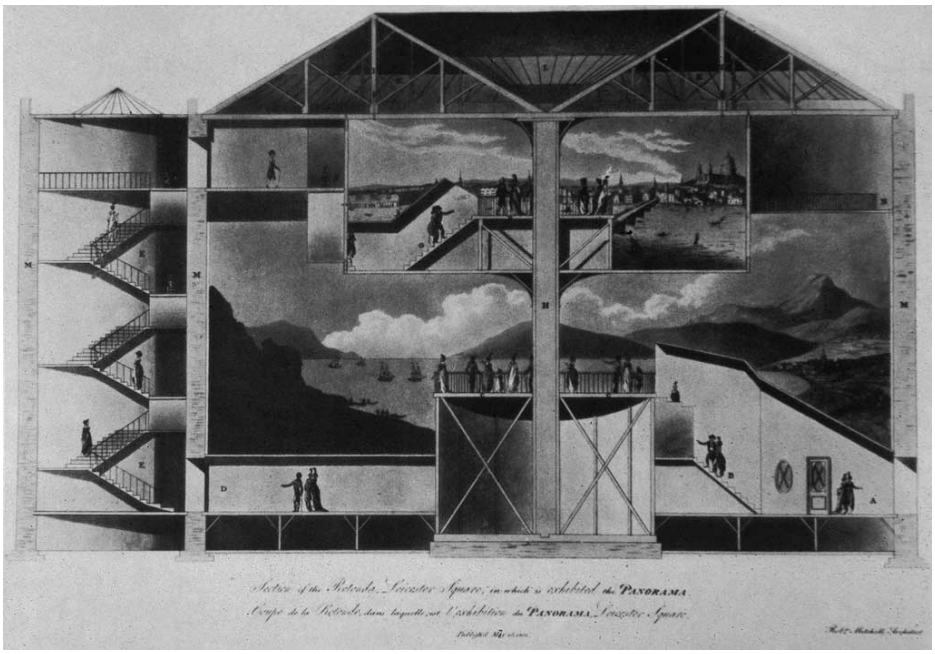
En la obra *The visitor living* by *numbers,* Luc Courchesne presenta una instalación interactiva en la que un usuario puede navegar por un espacio de vídeo inmersito 360º (Courchesne, 2001). El usuario ha de introducir su cabeza en el centro de una semiesfera situada a la altura de su cuello y de esta manera puede ver a su alrededor la proyección de vídeo pregrabado. El sistema de navegación consiste en que el usuario encuentra a su alrededor una serie de números, del 1 al 12, situados a modo de las horas de un reloj. Pronunciando estos números el sistema le dirige hacia esa dirección siempre y cuando se encuentre en un nudo de comunicaciones, la obra por lo tanto no es totalmente navegable en el sentido de que hay un sistema de canales interconectados y el usuario puede navegar por el mismo, pero le es imposible salir de él.



Img. 41. *The visitor living by numbers*, Luc Courchesne, 2001

En esta obra la relación más relevante con nuestra investigación consiste en el vídeo pregrabado 360º que utiliza. El sistema utilizado en los dos proyectos es básicamente el mismo, una lente especial que colocada en el objetivo de una cámara de vídeo digital de alta definición permite obtener imágenes tipo anillo en las que queda registrado los 360º del panorama situado alrededor de la misma. Pero el dispositivo de visualización de estas imágenes utilizado es diferente, en el caso de *The visitor living by numbers* consiste en una proyección vertical en la que el usuario introduce la cabeza y puede visualizar a su alrededor el vídeo 360º. En nuestra obra el sistema utiliza una pantalla colocada en posición plana situada en el centro de los usuarios de tal manera que para que ellos puedan explorar el panorama han de girar la estructura, creando un sistema de visión similar a una mirilla que hay que mover para ir descubriendo la imagen situada a su alrededor. Es por tanto que el sistema de visualización en estas dos obras es en cierta manera opuesto: en *The visitor living by numbers* el usuario esta en el centro y la proyección lo rodea intentando reproducir las condiciones reales en las que se produce el acto de visión, en *Zona de Recreo* los usuarios están situados alrededor de una pantalla central, más relacionada con mecanismos de visión propios de instrumentos como la ya mencionada mirilla.

En ambas obras nos remitimos al uso del panorama, un sistema de representación inmersivo ideado por el pintor arquitectónico alemán Breisig y desarrollado por primera vez en 1788 cuando Robert Barker hizo una vista panorámica de la ciudad de Edimburgo, en 1791 realizó su panorama más conocido que representa la ciudad de Londres (Pragnell, 1968). Los panoramas implicaban una compleja construcción arquitectónica para ofrecer a los visitantes la representación de un horizonte circular, dada su espectacularidad estos estuvieron muy relacionados con las exposiciones universales.



Img. 42. *Panorama de Londres*, Barrer, 1971

En nuestra obra, y también en *The visitor living by numbers*, el panorama se convierte en interactivo ya que además de ser navegable a voluntad del espectador, cosa que también permitía el panorama original, las imágenes que aparecen en él están en movimiento y el usuario puede interactuar con ellas de distintas maneras. Por lo tanto podemos afirmar que nos encontramos ante un nuevo sistema de panorama, heredero del tradicional, pero modificado gracias a las aportaciones de las nuevas tecnologías digitales del audiovisual. De esta manera consideramos que hemos adaptado el panorama clásico a los recursos tecnológicos y conceptuales de nuestro tiempo.

3.4 *Zona de Recreo* analizada desde la interacción humano-ordenador: una Interfaz tangible y de juego de equilibrio en grupo.

En este apartado vamos a presentar un análisis sistemático del proyecto artístico *Zona de Recreo* y del prototipo *Vídeo Balancín* realizado desde la perspectiva del Human Computer Interaction (HCI o interacción humano-ordenador). Pero antes de presentar ese análisis creemos conveniente definir y acotar el campo de estudio de esta disciplina:

> *"HCI es una disciplina referida al diseño, la evaluación y la puesta en práctica de los sistemas de cálculo computacional interactivos para el uso humano y para el estudio de los fenómenos más importantes que lo rodean".* (Hewett, 1992)

De esta definición podemos extraer que se trata de una disciplina centrada en el análisis y la mejora de los mecanismos de comunicación entre el ser humano y el ordenador. Desde la aparición de las primeras computadoras la relación hombre-máquina ha sufrido numerosas evoluciones promovidas en principio por el desarrollo de nuevas y cada vez más potentes capacidades y por otro lado por el interés de disminuir las distancias perceptivas entre nuestro cuerpo y el ordenador, intentando generar mecanismos de aproximación que se basan en las cualidades perceptivas básicas del ser humano (los cinco sentidos) y en sus cualidades cognitivas para minimizar los efectos desorientadores de esta relación y multiplicar sus posibilidades comunicacionales.

El siguiente gráfico muestra cómo se entiende dentro de esta disciplina el desarrollo de nuevos sistemas de relación hombre-ordenador. En él podemos observar tres niveles de desarrollo y estudio clasificados en capas horizontales. Si interpretamos este gráfico de abajo hacia arriba, veremos que partiendo del desarrollo de nuevas tecnologías se han generado dispositivos que comunican al ser humano con el ordenador por vías tanto físicas como cognitivas, utilizando nuevos lenguajes simbólicos que potencian la asociación entre estos dos elementos y dan lugar a aplicaciones muy útiles dentro del mundo del trabajo y la organización social. Podemos decir pues que esta disciplina se encarga de eliminar las barreras perceptivas y cognitivas entre el ser

humano y la máquina, en un mundo en que cada vez más basa su funcionamiento (a nivel laboral, económico, científico, etc.) en la relación entre estas dos entidades.

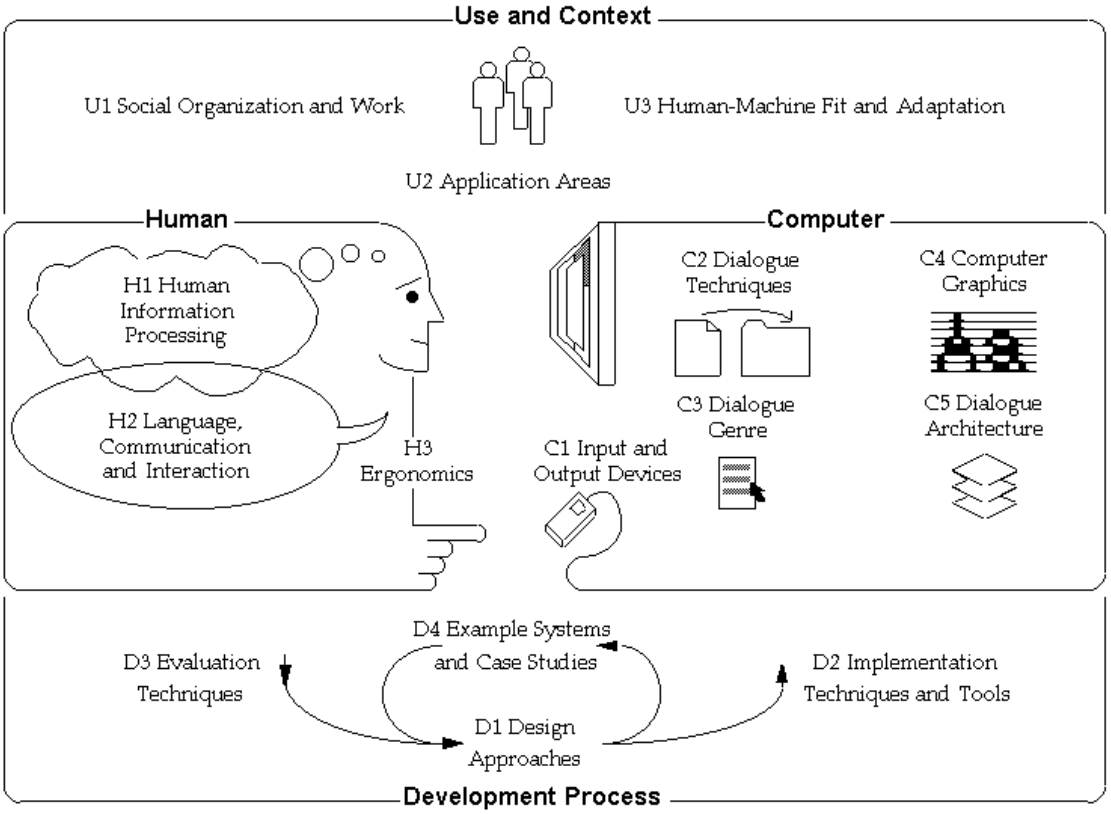


Fig. 7. Esquema descriptivo de usos y contexto del HCI (Hewett, 1992).

A continuación vamos a desglosar las características más relevantes de *Zona de Recreo* desde el punto de vista del HCI.

- Una interfaz interactiva tangible: *Vídeo Balancín* es una interfaz tangible ya que utiliza un elemento corpóreo (su estructura física) a través del cual los usuarios se comunican e interactúan con el sistema informático (Kenneth, 2004). El sentido del tacto ejerce de vaso comunicante entre los usuarios y el sistema a través de tres vías diferentes; cada uno de estos puntos de contacto ejercen sobre el sistema *Vídeo Balancín* de canal de información a través del cual el usuario obtiene respuestas inmediatas a sus acciones en forma de sensaciones perceptivas e información gráfica y sonora. Estos tres interfaces de comunicación son:

- La plataforma: el contacto de los pies del usuario con la plataforma y la distribución por tanto de su peso dependiendo de la posición en que se sitúe, hacen pivotar toda la estructura, la cual se inclina y reacciona a través de cambios en la imagen del monitor y el sonido. De esta manera, el usuario siente, a través de sus pies, el ángulo de torsión y la fuerza de inclinación de la estructura. Al colocar sensores de presión en esta plataforma el sistema puede determinar también cuantas personas utilizan simultáneamente *Vídeo Balancín* y por tanto variar el tipo de respuesta adecuándolo a cada situación.

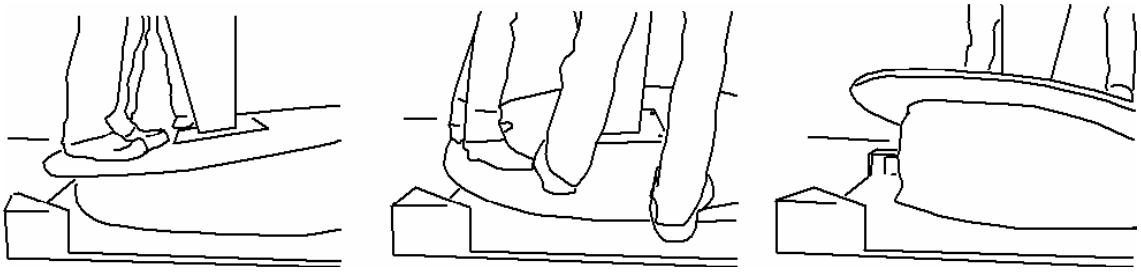


Fig. 8. Esquema de contacto tangible con la estructura a través de los pies

- La barandilla: a través de las manos el usuario se sujeta a la barandilla y ejerce fuerza sobre la estructura pudiendo variar el ángulo y la dirección de la inclinación. Las respuestas de *Vídeo Balancín* son inmediatas a estos movimientos y se representan también en los cambios en la imagen y el sonido.

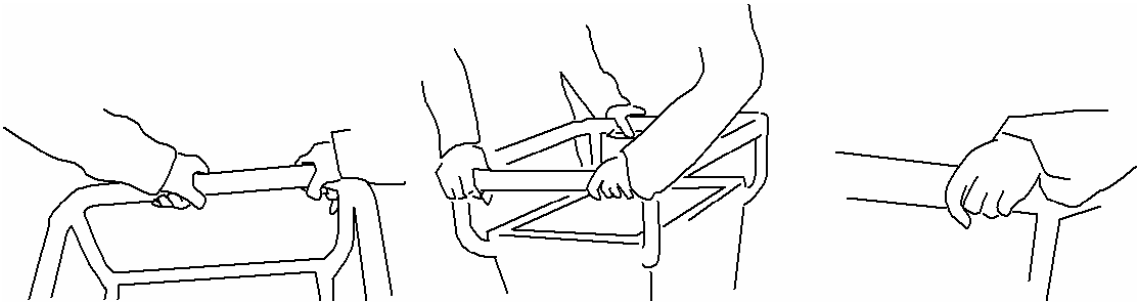


Fig. 9. Esquema de contacto tangible con la estructura a través de las manos

- La pantalla táctil: introduce al usuario en una forma más compleja de interacción con el dispositivo; a la vez que se desplaza por la estructura y la hace balancearse, puede navegar por la aplicación gráfica que se visualiza en la

pantalla y modificar de este modo su representación. Al mismo tiempo, el usuario puede, al tocar determinados elementos, interactuar con el programa informático y con ello desarrollar las distintas fases del juego. De esta manera la pantalla táctil ofrece un sistema de interacción con una percepción directa y sencilla. Por ello se produce un efecto mayor de inmersión en el mundo digital ya que el cristal mediador parece desaparecer y se obtiene la sensación de estar tocando realmente los elementos representados.

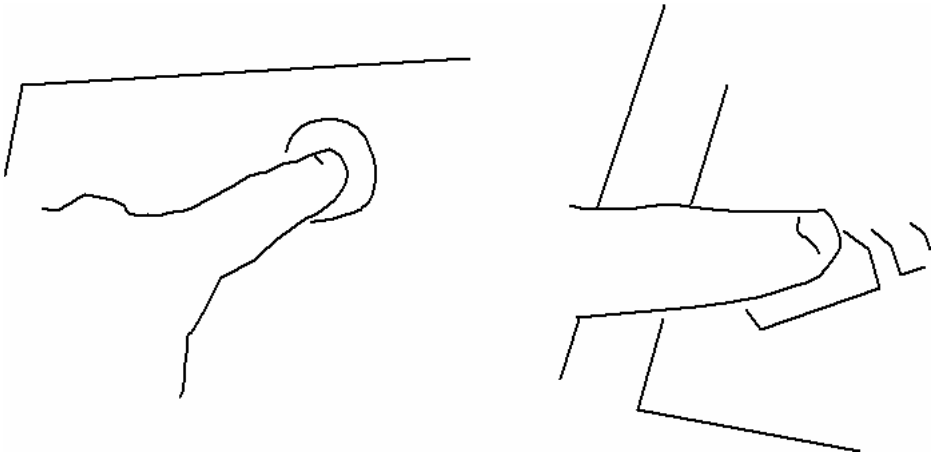


Fig. 10. Esquema de contacto tangible con la estructura utilizando la pantalla táctil

Estas tres vías de comunicación a través del tacto utilizadas simultáneamente hacen de *Vídeo Balancín* una nueva interfaz dentro del campo del HCI ya que establece nuevas posibilidades de comunicación entre el usuario y el dispositivo que se ven amplificadas cuando se hace un uso colectivo del mismo.

- Una interfaz interactiva multiusuario: *Vídeo Balancín* es un dispositivo interactivo diseñado para ser utilizado por un número variable de personas, que puede ser desde una hasta cuatro. La interacción variará dependiendo de su uso individual o colectivo pero siempre estará regida por los parámetros de movilidad y balanceo sobre la plataforma. Un uso individual permitirá al usuario-jugador navegar por la aplicación gráfica y descubrir mediante sus propios impulsos todo el espacio digital. Sin embargo el juego se potencia enormemente cuando se utiliza de manera colectiva por dos o más usuarios.

Hemos descrito anteriormente diversos entornos virtuales basados en la cooperación y el juego en grupo (chats, juegos en red) pero todos ellos se diferencian de nuestro prototipo en que la colaboración que posibilitan se encuentra delimitada exclusivamente en parámetros de relación digital, a través de diálogos o acciones consensuadas y expresadas mediante mensajes de texto o imágenes.

Vídeo Balancín propone un nuevo tipo de interacción física en grupo no convencional (Steffi y Ernst, 2004) basada en el intercambio del equilibrio colectivo en un entorno físico real y su repercusión en el mundo digital representado. El estado presencial de los usuarios que utilizan simultáneamente esta interfaz y la importancia de su colaboración a nivel físico y verbal para explorar al máximo las posibilidades del dispositivo dotan a nuestro prototipo de un carácter híbrido en el que se superponen lo físico y lo digital para indagar nuevos modos de relación social.

Para definir correctamente el carácter multiusuario de *Video Balancín* queremos resaltar las aportaciones que ofrece al desarrollo de nuevas formas de relación ser humano-ordenador. Estas aportaciones son:

-La cooperación en grupo en un entorno físico.
-El juego de equilibrio.
-El incentivo de la comunicación oral.

Por la importancia de las mismas como factores innovadores propios de nuestro dispositivo vamos a definirlas de manera independiente en los siguientes epígrafes.

3.4.1. La cooperación en grupo en un entorno de juego físico.

El prototipo *Vídeo Balancín* está diseñado para ser utilizado principalmente de manera colectiva. Es prácticamente obligatorio para los usuarios establecer una cooperación física para poder disfrutar de una experiencia interactiva completa con el prototipo. Esta colaboración se manifiesta en la orientación de los movimientos e impulsos de los jugadores que de alguna manera han de estar consensuados para navegar por la aplicación gráfica. De no existir tal colaboración la navegación se vuelve caótica y resulta imposible orientar la interacción por el camino deseado.

Cuando los usuarios se suben a la estructura ésta se balancea hacia ellos; su único eje central establece este movimiento y obliga a los usuarios a sujetarse a la barandilla y establecer un diálogo a nivel de intercambio de fuerzas, tanto con los demás usuarios como con la propia estructura. De esta manera se establece un primer momento de cooperación física entre los jugadores que tienen que ajustar la diferencia de sus fuerzas para llegar a un equilibrio compartido.

Tras este primer momento los usuarios pueden iniciar su experiencia interactiva con la interfaz gráfica del dispositivo y por tanto han de cooperar a nivel físico para poder elegir la dirección en la que van a navegar por el entorno digital. Por medio del sistema de navegación del entorno digital los usuarios pueden ir descubriendo los diferentes elementos que constituyen el mundo tridimensional prediseñado. De este modo las acciones que los usuarios realizan en el entorno físico de juego se ven reflejadas de manera inmediata en el espacio digital de *Vídeo Balancín* por lo que, sin la colaboración a nivel físico entre los usuarios, es imposible establecer una experiencia interactiva completa con la interfaz gráfica del prototipo.

Esta cooperación favorece que los usuarios establezcan una relación más desinhibida con el prototipo y por tanto pueden interactuar de una manera más directa y lúdica con él. De este modo desaparecen ciertas barreras de comunicación que en un primer momento pueden distanciar al usuario de la experiencia interactiva.

Otra aportación positiva, derivada de la necesidad de colaboración en esta experiencia lúdica, consiste en que fomenta la idea de grupo entre los jugadores, de

modo que deben llegar a acuerdos para conseguir objetivos comunes, lo que fomenta valores como el compañerismo. A diferencia de los habituales y populares juegos en red, donde el objetivo se consigue a través de la lucha y el enfrentamiento con los demás jugadores, *Vídeo Balancín* nos ofrece una nueva modalidad mucho menos agresiva y que se beneficia de las aportaciones de todos los usuarios para generar una mayor y más interesante interactividad. El objetivo (navegar por la aplicación) se consigue si hay colaboración, no enfrentamiento. Considerando la colaboración como un valor muy positivo a potenciar desde todos los campos, creemos muy interesante continuar desarrollando nuevos sistemas de cooperación en entornos virtuales que puedan ser aplicados en terrenos como la educación, la psicología, la psiquiatría, etc.

3.4.2 El juego de equilibrio

La plataforma interactiva *Vídeo Balancín* basa su funcionamiento a nivel general en la búsqueda del equilibrio entre los jugadores-usuarios y la estructura. Este equilibrio puede tener un carácter individual, donde el jugador busca su posición con respecto a la plataforma y se desplaza por ella balanceándose, o bien un carácter de grupo, en este caso los usuarios tienen que establecer un intercambio de equilibrio entre ellos y la plataforma.

En este sentido podemos comparar *Vídeo Balancín* con varias modalidades deportivas que se ejecutan en posición bípeda sobre una tabla (Board)[40] en situación de inestabilidad, producida por el propio desplazamiento y las características del medio en el que éste se desarrolla, lo que genera unos desequilibrios que deben ser corregidos con reequilibraciones constantes por parte del deportista. En *Vídeo Balancín* esta tabla es la plataforma circular sobre la que el/ los jugadores se sitúan y, aunque no se produce un desplazamiento real, si que se produce un movimiento basculante respecto al eje central. El jugador de *Vídeo Balancín* debe, (como en el WindSurf) sujetarse a la barandilla del cuerpo central para equilibrarse constantemente y poder utilizar la fuerza de su propio peso como impulso que le ayude a recuperar la posición vertical.

Podemos definir el equilibrio de manera general como el estado de un cuerpo cuando las fuerzas encontradas que obran en él se compensan y contrarrestan mutuamente. Aplicado al ser humano, el equilibrio es una actividad refleja mediante la cual podemos controlar adecuadamente el cuerpo para mantener y/o recuperar la postura corporal balanceada, en contra de la fuerza de la gravedad y del medio inercial. Se le considera como un sentido que nos impulsa y dirige constantemente para mantener nuestro cuerpo erguido. Bien podemos, si queremos, caernos hacia delante o hacia atrás, hacia la derecha o hacia la izquierda; pero un reflejo nos obliga a buscar la compensación antes de producirse la caída, centrándonos a tiempo[41].

[40] En relación a esto podemos citar deportes como el snowboard, el esquiboard o el WindSurf.
[41] Cuando caemos solemos hablar de pérdida de equilibrio, es decir hemos perdido momentáneamente la capacidad de mantenernos erguidos. El término vértigo definiría también una alteración del sentido del equilibrio.

Para enfocar el fenómeno del equilibrio de modo más científico surgen grandes dificultades, debido a la complejidad de integración de los múltiples factores implicados, pero, a pesar de esto, podemos destacar dos puntos de vista distintos como punto de partida para una definición más sistemática y científica del equilibrio:

- Psicomotor: Desde este punto de vista el equilibrio es una cualidad coordinativa específica. Es el fruto de la sensación de la postura balanceada del cuerpo. El equilibrio se evidencia como la capacidad que permite el mantenimiento y recuperación de la posición estática o dinámica funcional con respecto a la fuerza de la gravedad. Como prerrequisito de orden psicomotor del movimiento y elemento del esquema corporal, el cerebro ha recibido información de las sensaciones posicionales (de la posición correcta del cuerpo) estáticas, dinámicas o en vuelo. Para experimentar momentos de equilibrio se ha de pasar por el desequilibrio.

- Físico: El cuerpo humano está en equilibrio cuando la suma de las fuerzas y de los movimientos aplicados es nula y el cuerpo está en posición adecuada con respecto a la línea de gravedad (la vertical que pasa por el baricentro). Todas las fuerzas internas han de asegurar el mantenimiento de la posición.

Nuestro dispositivo utiliza los conceptos tanto de equilibrio psicomotor como de equilibrio físico. Por un lado el balanceo de la estructura hace al usuario buscar continuamente una nueva posición equilibrada, por otro lado la pérdida de verticalidad nos induce a pensar en una posible caída pero la resistencia de la estructura a la fuerza producida por nuestro peso lo impide.

Gracias a la compleja función del equilibrio mantenemos también lo que se llama la conciencia espacial, es decir, una relación correcta entre nuestro cuerpo y lo que nos rodea. La información que nos ayuda a mantener esa relación no proviene de un receptor único, como ocurre en los demás sentidos clásicos, sino por tres:

-La vista, que nos informa de los movimientos de los objetos y de su situación relativa.

-La sensibilidad propioceptiva (articulaciones y músculos) y extereoceptiva (táctil). Es importante el papel del cuello (que nos indica cambios de posición de la cabeza con respecto al resto del cuerpo) y de las plantas de los pies (que nos indican el contacto con el suelo).

-El sentido vestibular (laberinto posterior y otros elementos del oído interno) cuya función es captar los desplazamientos espaciales de nuestro cuerpo y enviar la información pertinente para poner en marcha los mecanismos que deben compensar esas variaciones de la situación espacial.

El prototipo *Vídeo Balancín* favorece la conciencia espacial en entornos sintéticos tridimensionales al basar su funcionamiento en el peso y los movimientos de los usuarios en el espacio físico. Al producirse el balanceo, la continuidad visual del espacio representado en la aplicación gráfica genera unos referentes espaciales que ofrecen sensación de estabilidad y control sobre el dispositivo. Esto, unido al contacto permanente del usuario con la estructura a través de sus pies y manos, obliga a un constante reajuste de la verticalidad y del equilibrio.

Uno de los mayores retos que se presentan hoy día en el diseño de entornos digitales en tres dimensiones es el perfeccionamiento de la sensación de presencia en los mismos. Al estar inmersos en un entorno virtual, suele suceder que los individuos pierdan la noción de su propio cuerpo y no lleguen a relacionarse correctamente con los elementos del mundo digital. *Vídeo Balancín* utiliza el equilibrio como un factor fundamental para promover una correcta relación y una conciencia constante por parte del usuario de su propio cuerpo. En este sentido pensamos que hemos alcanzado unos resultados satisfactorios, ya que al producirse el intercambio de pesos entre los usuarios y la estructura y ponerse en marcha el juego de equilibrio, los usuarios tienen una mayor conciencia de su peso y su presencia en el entorno digital y también disfrutan de una conciencia espacial más coherente con el entorno.

3.4.3 El incentivo de la comunicación oral en el prototipo *Vídeo Balancín*

Las aplicaciones multiusuario presentes en la red Internet basan su funcionamiento principalmente a través de la comunicación verbal en modo texto. Esto ha generado una nueva codificación del lenguaje que se ha visto transformado notablemente. Sin duda uno de los dispositivos responsables de estos cambios es el teclado, ya que impone un determinado uso del medio debido a sus características específicas. De modo similar sucede con los mensajes de texto de los teléfonos móviles que han dado lugar a expresiones propias del medio. En este sentido, una de las peculiaridades más interesantes que hemos podido comprobar, una vez realizado el prototipo *Vídeo Balancín,* ha sido que nuestro dispositivo no sólo favorece la comunicación a nivel físico y digital, sino que también favorece la comunicación oral. Al estar jugando cuatro personas subidas a la plataforma móvil, resulta imprescindible llegar a un acuerdo para elegir la dirección hacia la que se desea inclinar la estructura. Además, durante todo el tiempo en el que se produce la interacción, tanto física como en el entorno virtual, los participantes se ven constantemente obligados a ponerse de acuerdo en cada una de las decisiones a tomar. El consenso se consigue a través del diálogo.

Este es un factor que nos resulta especialmente interesante pues recupera la palabra como elemento fundamental de la interacción y añade un elemento hasta ahora poco desarrollado en las relaciones hombre-ordenador. Los iconos y elementos gráficos son los *puntos calientes* a través de los que se desarrolla la interacción en la mayoría de aplicaciones informáticas actuales y la participación en un entorno multiusuario tiene lugar normalmente desde la individualidad de una terminal remota, lo que hace desaparecer la comunicación oral. *Vídeo Balancín* incorpora la comunicación oral a su estrategia de funcionamiento y esto lo convierten en un dispositivo mucho más dinámico, interactivo y sobre todo con gran capacidad comunicacional.

3.5 Descripción técnica de *Zona de Recreo*.

El proceso de diseño y posterior construcción del prototipo *Vídeo Balancín* ha estado fundamentalmente centrado en el estudio de las diferentes estructuras para juegos que se basan en el movimiento y en el conocimiento y manejo de las tecnologías actuales a nuestro alcance para la realización de interfaces interactivas.

Al plantearnos la resolución tanto formal como estructural e informática del dispositivo hemos tenido que hacer frente a los problemas que han surgido desde muy diversas disciplinas de conocimiento. Esto ha convertido el proceso de desarrollo del prototipo en un estudio integral del objeto, donde hemos resuelto cuestiones tanto ergonómicas como mecánicas y de programación. En un primer momento comenzamos a desarrollar el prototipo que debía responder a priori a las siguientes demandas iniciales:

- Establecer un sistema de movimiento susceptible de ser medido y transformado en datos. La principal característica de *Vídeo Balancín* se debe a su funcionamiento como estructura móvil, por lo que fue primordial encontrar un sistema de balanceo apto para registrar tanto el grado de torsión como la dirección de los movimientos.

- Óptima respuesta a los movimientos. Necesitábamos determinar un dispositivo que facilitara la interacción en tiempo real a través de los movimientos del cuerpo.

- Estabilidad y resistencia para ser utilizado tanto por una como por varias personas simultáneamente.

- Seguridad. El prototipo debía ofrecer confianza a los usuarios, tanto a nivel de su integridad física, como a nivel del funcionamiento informático que debía ser estable en todo momento. El movimiento balanceante del prototipo debía ser suave y armonioso para poder interactuar con él en condiciones de seguridad.

- Mantener las referencias con el dispositivo original. Una de las condiciones que consideramos esenciales en el proceso de desarrollo de nuestro prototipo fue la de

mantener la relación metafórica con el tradicional juego balancín. La estructura formal no debía distanciarse demasiado de la conocida por el usuario, para reforzar la relación entre dispositivo de juego tradicional y dispositivo tecnológico, haciendo de nuestro prototipo un elemento híbrido que combinase características de los dos campos.

3.5.1 Descripción de los componentes físicos que forman el prototipo *Vídeo Balancín*.

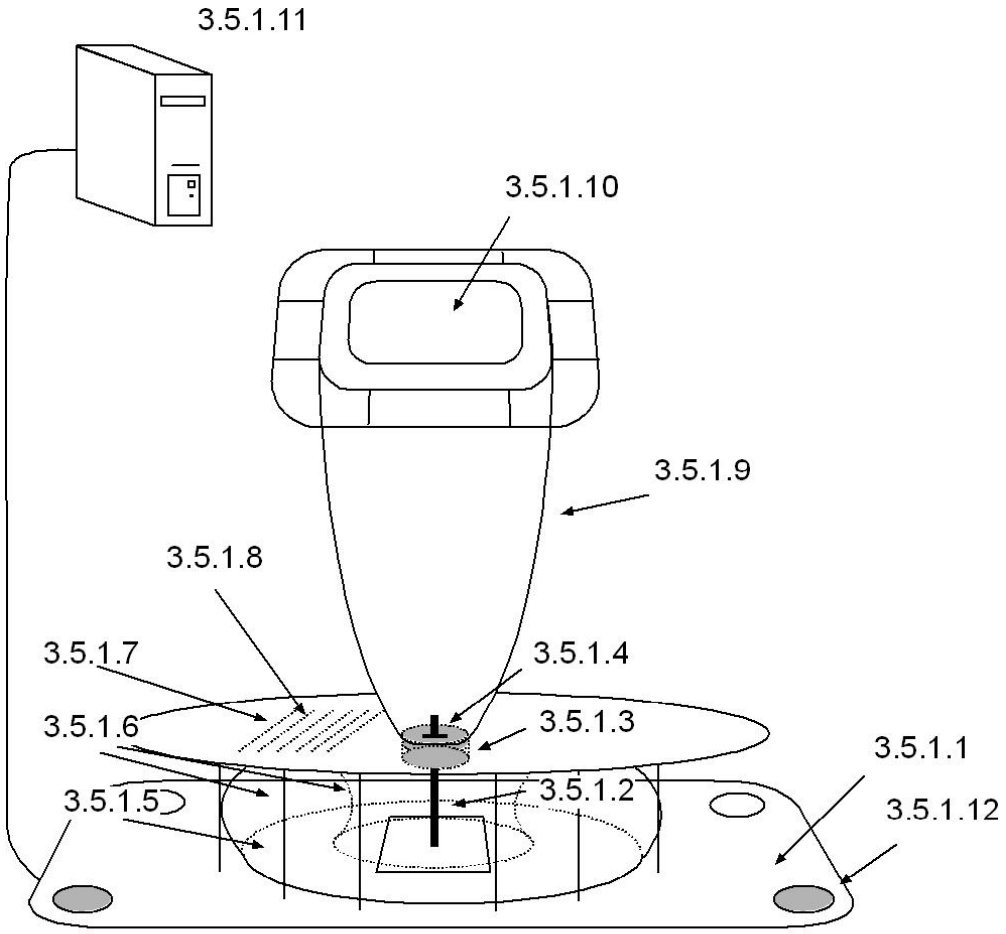
En este apartado iremos describiendo pormenorizadamente cada uno de los componentes físicos que forman el prototipo *Vídeo Balancín*. Hemos realizado la clasificación de estos componentes a partir de las divisiones estructurales que tiene el propio prototipo y que se caracterizan principalmente por su disposición en capas horizontales. Hemos optado por empezar con la descripción de las capas de nivel inferior, en contacto con el suelo para ir subiendo progresivamente hasta llegar a la superficie del dispositivo. También hemos catalogado estas distintas capas desde el punto de vista de la función que realizan y de los componentes que integran. Con todo ello, en el desarrollo del presente epígrafe el lector encontrará una descripción general y comprensible del dispositivo.

Podemos describir el sistema de funcionamiento del prototipo presentado desde el punto de vista de dos grandes campos aparentemente diferenciados entre sí. Estos campos son, por un lado el sistema de funcionamiento a nivel físico (la estructura y los componentes informáticos-hardware) y por el otro el sistema de funcionamiento a nivel digital (el software).

El prototipo a nivel físico está dividido en varias partes, entre ellas podemos citar: un sistema de anclaje, de amortiguación de la torsión, sistema rotular, de sensores, de sonido 3D, etc. A nivel digital hemos desarrollado un software en el que hay programado un entorno digital en tres dimensiones con espacios procedentes (capturados) del mundo real.

Resulta obligado comentar que el resultado de nuestra investigación es un prototipo que se encuentra aún en fase de desarrollo por lo que creemos conveniente dejar constancia de que los posibles fallos aplicables al mismo están siendo estudiados para una versión posterior. Por ello, paralelamente a la descripción de los componentes incluimos una nota relativa a las posibles mejoras del prototipo.

A continuación presentamos un esquema global de la estructura física del dispositivo. En él se pueden observar cada una de sus partes con la correspondiente numeración relativa al epígrafe de esta tesis doctoral en la que se describe detalladamente.



3.5.1.1 SISTEMA DE ANCLAJE

3.5.1.2 EJE CENTRAL

3.5.1.3 SISTEMA ROTULAR

3.5.1.4 SISTEMA DE SENSORES SITUADOS EN EL INTERIOR DE LA ROTURA

3.5.1.5 CÁMARA NEUMÁTICA

3.5.1.6 SISTEMA DE TOPES

3.5.1.7 PLATAFORMA

3.5.1.8 SISTEMA DE SENSORES SITUADOS EN LA SUPERFICIE DE LA PLATAFORMA

3.5.1.9 CUERPO CENTRAL DEL SISTEMA

3.5.1.10 PANTALLA TÁCTIL

3.5.1.11 ORDENADOR (CPU)

3.5.1.12 SISTEMA DE SONIDO 3D

Fig. 11. Esquema de estructura del dispositivo Vídeo Balancín

3.5.1.1 Sistema de anclaje.

Está formado por una plataforma realizada a partir de una plancha de madera cuadrada de 2 cm de grosor y 1’5 metros de longitud. Esta plancha está en contacto directo con el suelo y gracias a ello sirve de sistema estabilizador para la estructura móvil que sustenta. En ella se han realizado determinadas perforaciones para acoplar diversos componentes como el eje central, la cámara neumática, el sistema de sonido 3D y también para pasar el cableado que conecta todos los componentes con el ordenador que puede estar a una distancia variable de la estructura gracias a cables prolongadores.

En el siguiente esquema se puede ver en planta y alzado el sistema de anclaje que hemos desarrollado para el prototipo.

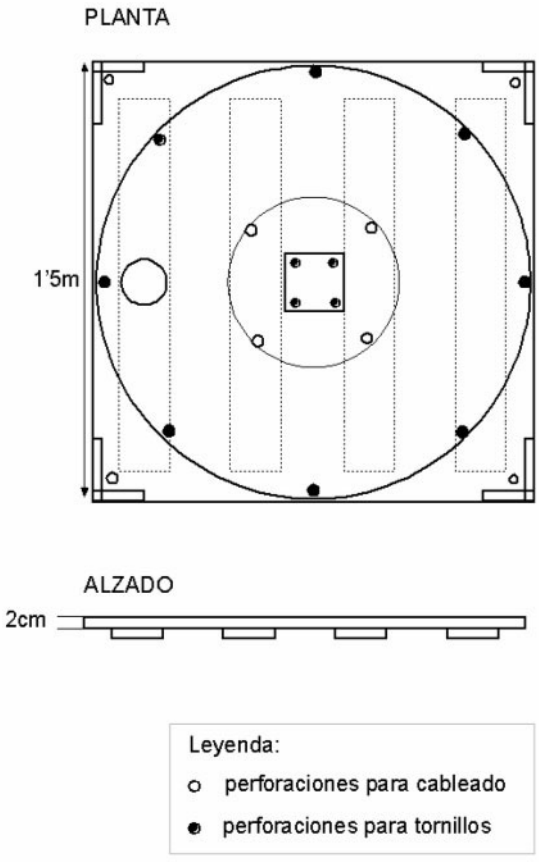


Fig. 12. Planta y alzado del sistema de anclaje

Notas para una versión posterior: Dado que el sistema de anclaje debe aportar sujeción y estabilidad al conjunto del prototipo contemplamos la posibilidad de realizar este componente con un material más pesado, por ejemplo, hierro o acero. De esta manera aportaríamos mayor rigidez y resistencia al conjunto de la estructura. Aunque por otro lado esto incrementaría los costes de producción y haría mucho más difícil y costoso su transporte. Por lo que planteamos la posibilidad de realizar una estructura hueca de metal que pueda ser rellenada de arena una vez colocado en su ubicación concreta. De esta forma nos beneficiaríamos de la rigidez del metal y del peso de la arena una vez rellenada esta estructura; a la hora de desmontar y transportar el dispositivo esto no sería ningún problema ya que vaciaríamos la estructura y con ello el peso se reduciría notablemente. A continuación presentamos un esquema de construcción de esta estructura.

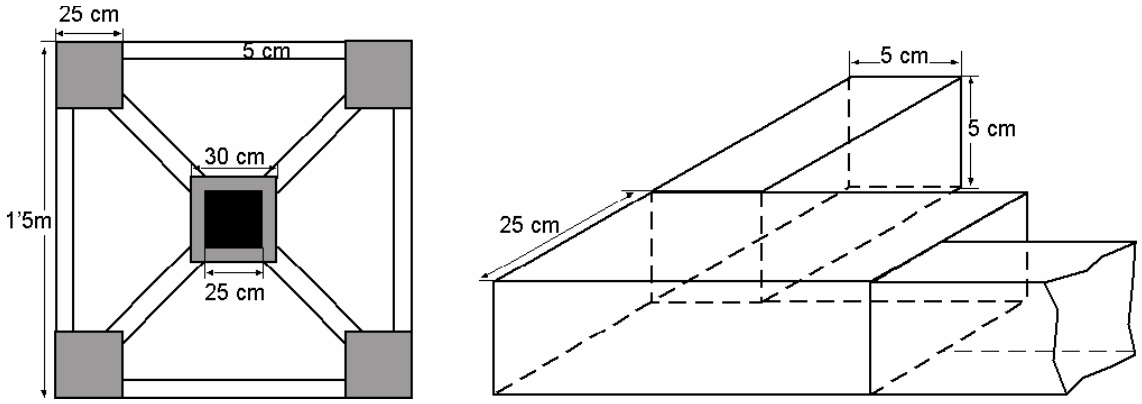


Fig. 13. Diseño para una versión posterior del sistema de anclaje con estructura metálica hueca que permite ser rellenada con arena

3.5.1.2 Eje central.

En el centro de la plataforma descrita en el apartado anterior se encuentra atornillado un eje central de acero macizo de 8 cm de diámetro y 30 cm de alto. Este eje es de gran resistencia y robustez debido a que ha de soportar todas las fuerzas derivadas de los movimientos y pesos de las personas que se suban al dispositivo.

A continuación mostramos la planta y el alzado de este eje central.

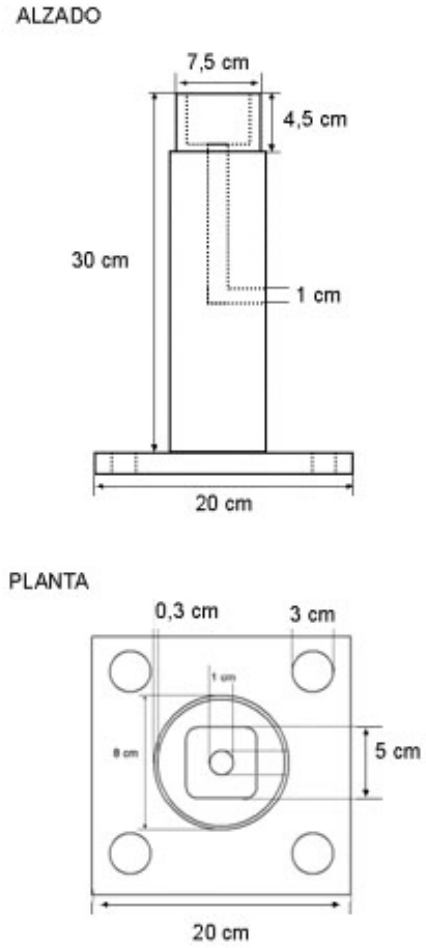


Fig. 14. Planta y alzado del eje central

3.5.1.3 Sistema rotular.

En el extremo superior del eje central, se sitúa una rótula provista de un engranaje gracias al cual podemos establecer movimientos de giro entre dos superficies y al mismo tiempo asegurar su unión. Al colocar esta rótula en posición horizontal sobre el eje central a 30 cm del suelo, los movimientos que permite se basan en la rotación sobre los ejes “Z” y “X” de la propia rótula. Los siguientes gráficos representan estos movimientos así como una descripción de la planta y el alzado.

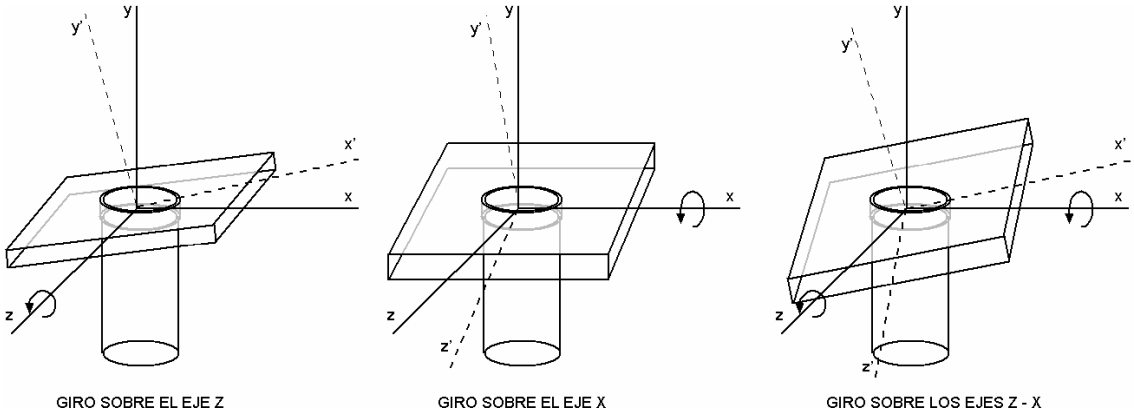


Fig. 15. Esquemas descriptivos de los ejes de giro de la rótula

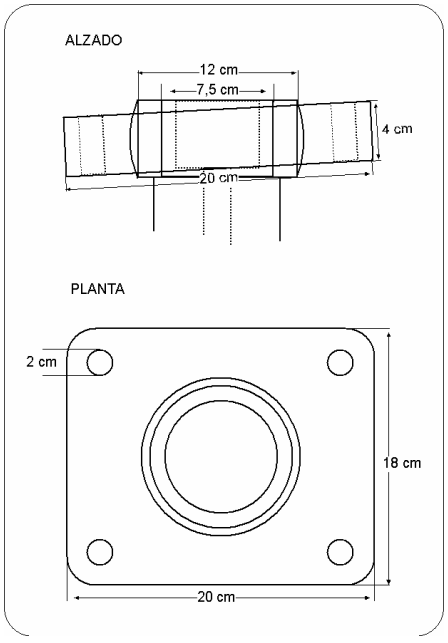


Fig. 16. Planta y alzado de la rótula

3.5.1.4 Sistema de sensores situados en el interior de la rótula.

En el interior de la rótula hemos acoplado un sistema de sensores gracias a los cuales podemos medir en todo momento los ángulos de torsión de la estructura. Estos sensores, están conectados a un ordenador que procesa esta señal. Inicialmente pensamos utilizar potenciómetros, pero tras un primer intento creímos conveniente utilizar medidores digitales de torsión ya que nos dan unas muestras mucho más fiables, precisas y sobre todo estables. También nos beneficiamos al utilizar este tipo de sensores de su pequeño tamaño pudiendo por tanto colocarlos en el interior de la parte superior del eje central como se puede ver en el esquema.

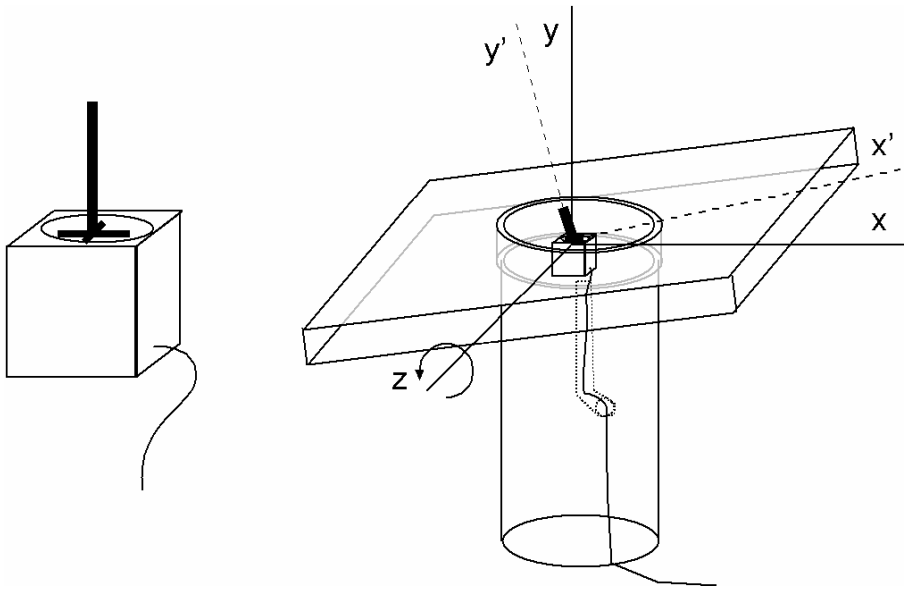


Fig. 17. Esquemas de un medidor digital de torsión y de su emplazamiento en el interior de la rótula

3.5.1.5 Cámara neumática.

Colocada en posición horizontal y centrada sobre el sistema de anclaje, esta cámara neumática tiene situado en su centro geométrico el eje central del sistema. Sus dimensiones son: 1’5 m de diámetro total y 35 cm de diámetro del anillo que la forma. En su interior alberga aire a una determinada presión, permitiéndonos ajustar la respuesta de la cámara al peso de las personas que se suban a la estructura.

La cámara está cubierta por una funda de lona. El objetivo que nos mueve a utilizar esta funda es doble; por un lado resguardar la cámara de posibles pinchazos y por el otro utilizar la fuerza de contención que la funda ejerce sobre la cámara para evitar la expansión indefinida de la cámara que acabaría por romperse de no existir tal funda. Gracias al establecimiento de este sistema de contención podemos aumentar la presión del aire que se encuentra en el interior de la cámara y con ella ajustar a nuestro gusto la respuesta del sistema.

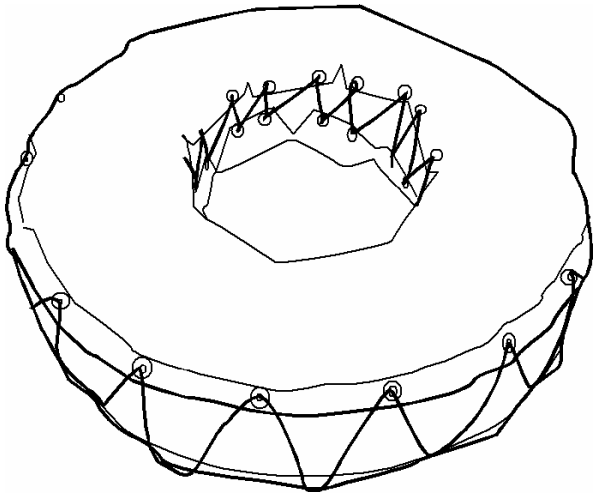


Fig. 18. Funda de contención de la cámara neumática

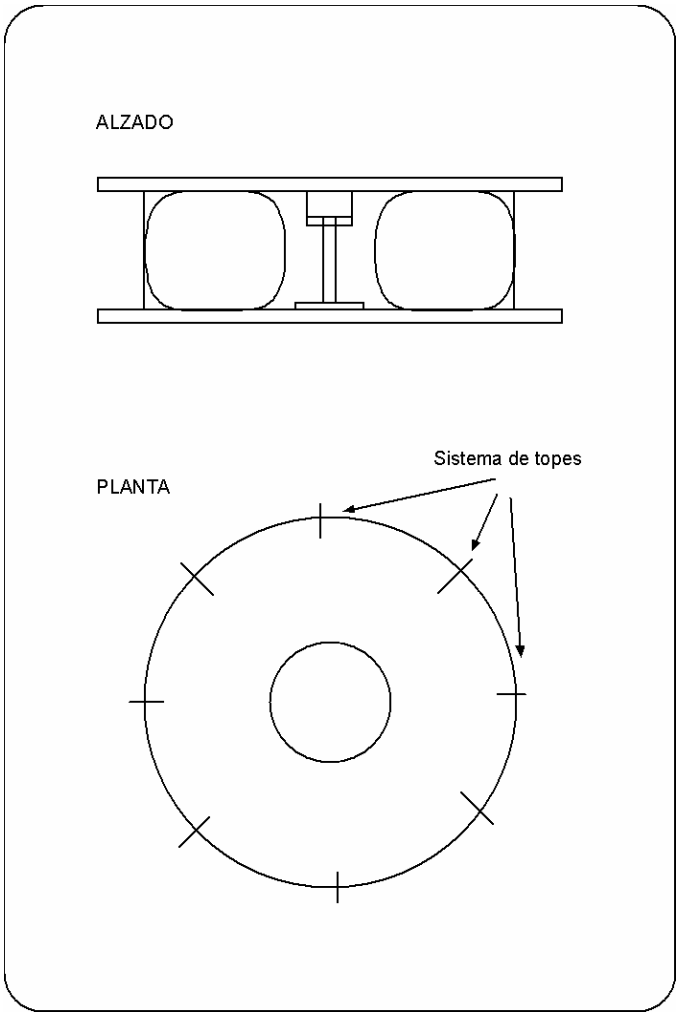


Fig. 19. Planta y alzado de la cámara neumática

Notas para una versión posterior: Existe la posibilidad, para futuras versiones, de utilizar un sistema que inyecte o extraiga aire a presión de una manera automática. A grandes rasgos, este sistema funcionaría de la siguiente manera: el sistema calcula el peso de todas las personas que en ese momento están subidas a la estructura y ajusta la presión de la cámara respecto a ese cálculo. Este tipo de sistemas nos aporta un gran beneficio al poder regular la respuesta del prototipo para que sea la idónea en todo momento, ya que con ello regulamos la presión del aire que hay en el interior de la cámara al peso del número de personas que se suban a la estructura[42].

[42] En este sentido es necesario resaltar que la variación de peso que soporta Vídeo Balancín es bastante grande ya está diseñado para ser utilizado desde una hasta cuatro personas. El peso puede variar por tanto desde 70 kilogramos, si se sube una persona de mediana envergadura hasta 400 kilogramos si el sistema es utilizado al mismo tiempo por cuatro personas de 100 kilogramos cada una.

3.5.1.6 Sistema de topes.

Alrededor de una cámara neumática hemos situado un sistema de topes compuesto por ocho secciones de cuerdas de gran elasticidad. En el caso de que la estructura se balancee hacia uno de sus lados, estas cuerdas van progresivamente aumentando la resistencia que ejercen sobre el lado que se levanta. Cuando llegan a su límite de elasticidad la plataforma ya no puede balancearse más. De esta manera hemos creado un sencillo sistema de topes que no produce un tirón brusco al llegar al límite de torsión de la estructura, sino que va ejerciendo una resistencia gradual que hace que la estructura llegue a su límite de torsión suavemente.

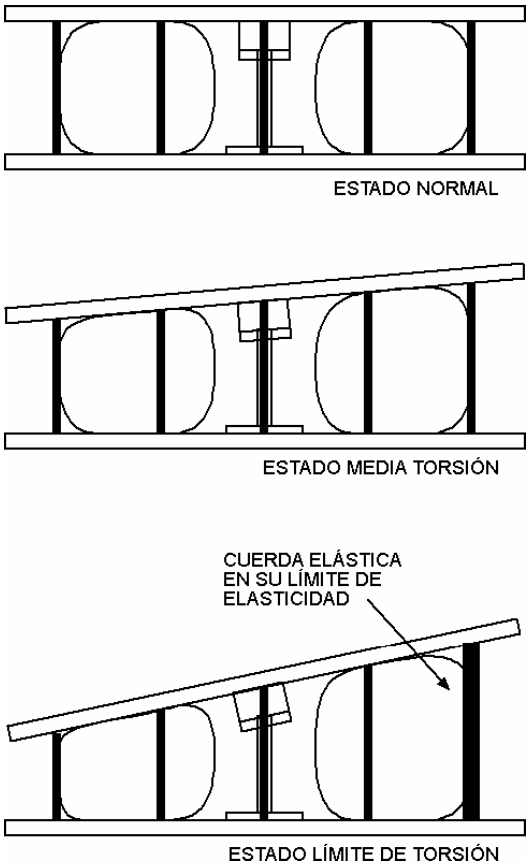


Fig. 20. Sistema de topes

3.5.1.7 Plataforma.

Compuesta por una doble plancha circular de madera de un metro y medio de diámetro y dos centímetros de grosor cada una. Esta plataforma descansa sobre la cámara neumática y está unida por debajo a la cara superior del sistema rotular y por encima al cuerpo central del sistema. En el centro de esta plataforma circular hemos realizado un orificio de diez centímetros de diámetro para poder pasar el cableado que conecta la rótula y el sistema de sensores con los altavoces, el ordenador y la pantalla táctil.

Las dimensiones de la plataforma y su altura sobre el suelo están adaptadas para que cuatro personas se puedan subir a ella cómodamente. También permite que los usuarios puedan andar haciendo círculos alrededor de la pantalla central y con ello ir viendo los distintos puntos de vista del sistema gráfico reproducido en la pantalla táctil.

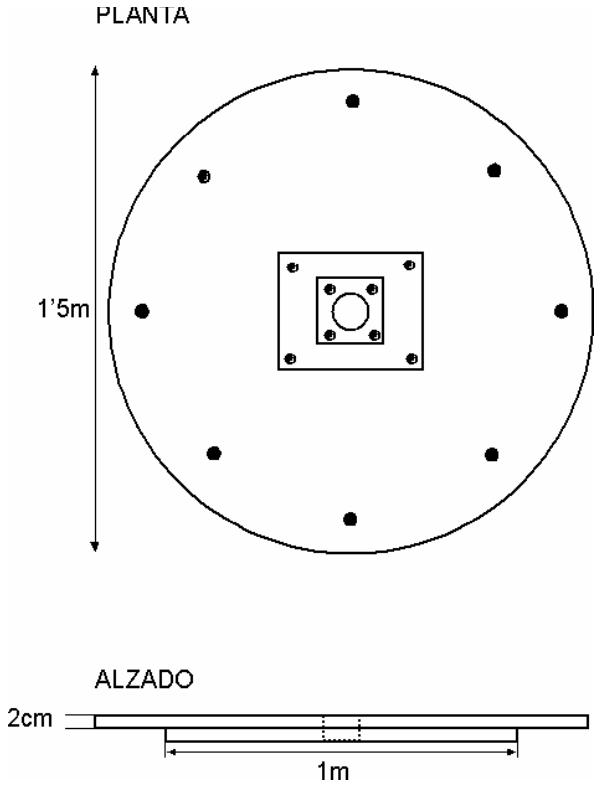


Fig. 21. Plataforma

3.5.1.8 Sistema de sensores situados sobre la superficie de la plataforma.

La plataforma descrita en el epígrafe anterior está cubierta en su cara superior por un sistema de sensores de presión gracias a los cuales el sistema informático puede saber cuantas personas se encuentran en ese momento subidas a la estructura. Este sistema de sensores de presión está formado por cuatro alfombrillas pisables: un sencillo sensor digital[43] que básicamente funciona uniendo un flujo eléctrico cuanto el usuario ejerce presión al pisar sobre ellos.

Sobre este sistema de sensores hemos colocado una capa de moqueta de color negro para ocultarlos y al mismo tiempo preservarlos de posibles roturas.

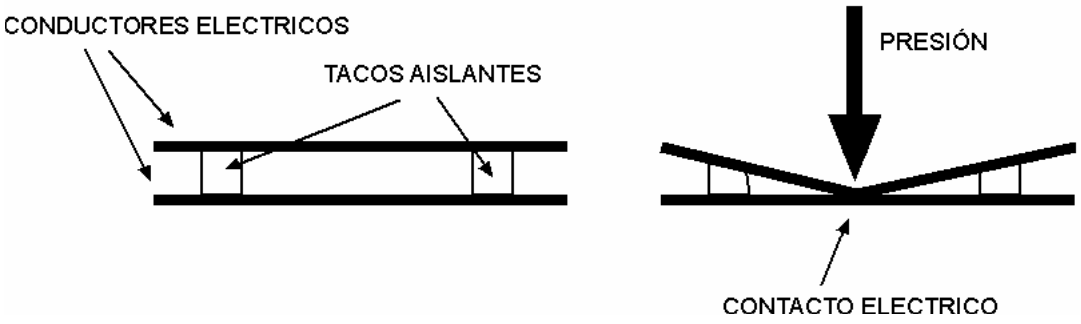


Fig. 22. Sistema de sensores de presión

[43] Un sensor digital tiene dos estados: abierto o cerrado. Se diferencia de los sensores analógicos pues estos tienen un rango que posiciones variables con el objetivo de que registren variaciones de intensidad.

3.5.1.9 Cuerpo central del sistema.

Construido en hierro policromado está formado por un tronco de pirámide invertido, unido en su base a la plataforma y en su parte superior preparado para acoger la pantalla táctil. Esta estructura metálica consta también de una barandilla tubular que rodea todo el perímetro del tronco piramidal en su parte superior con la intención de que las personas al subirse a la plataforma se agarren a ella. Las medidas del cuerpo central del sistema son: 70 cm de alto, 45 cm en sus dos caras más anchas y 35 cm de ancho en sus dos caras más estrechas.

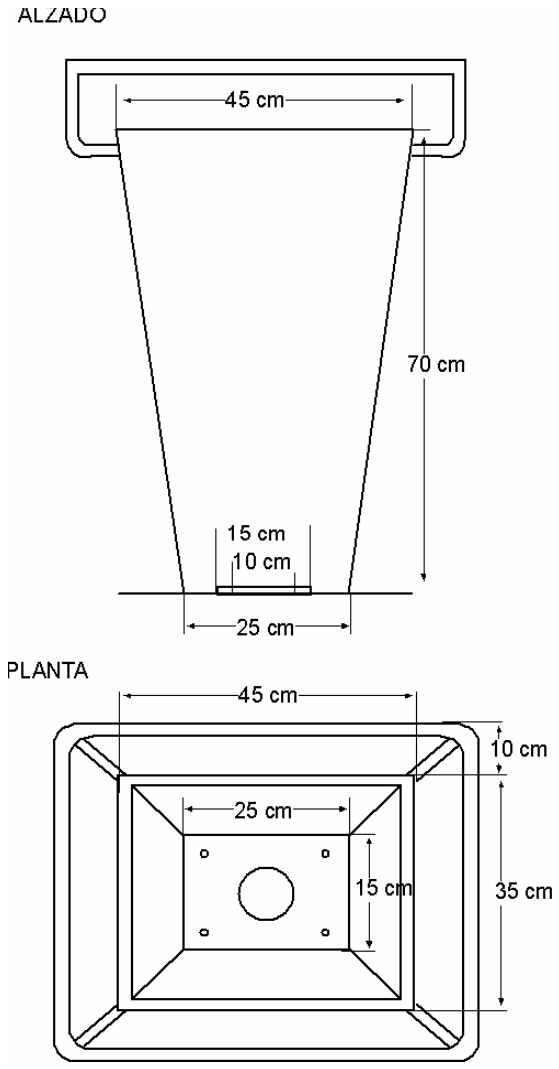


Fig. 23. Alzado y planta del cuerpo central de sistema

Las dimensiones estándar de la pantalla TFT de 17 pulgadas determinaron las dimensiones del cuerpo central del sistema en su parte superior ya que la abertura rectangular superior debe permitir una correcta fijación del monitor.

En el interior de esta estructura está situado el altavoz de graves y también se distribuye el cableado, tanto de alimentación como de datos para conectar el monitor con el ordenador.

Notas para una versión posterior: Para futuras versiones esta estructura puede estar construida por diversos materiales como por ejemplo plástico o poliéster, lo que permitirá una mayor variedad de diseños. Dependiendo del campo de aplicación del dispositivo se podrá variar su forma y diseño, para ofrecer mayor dinamismo al conjunto, reforzando su carácter lúdico mediante formas y colores. Sus dimensiones pueden ser variables en un rango entre los 30 cm de altura, para una versión infantil, hasta los 70 cm actuales si el dispositivo va destinado a adultos. La parte superior variará dependiendo de utilizar pantallas de 13, 15, 17 o 21 pulgadas.

3.5.1.10 Pantalla táctil.

Consiste en un monitor industrial táctil TFT de diecisiete pulgadas que está insertado en la parte superior de la estructura central adaptándose exactamente al mismo nivel para generar una superficie plana.

La elección de una pantalla TFT en lugar de una CRT (las comúnmente utilizadas) se debe a que el mayor volumen de estas últimas dificulta el movimiento de la estructura y el balanceo interfiere además en la calidad de la imagen que vibra continuamente. Las pantallas planas están especialmente preparadas para evitar cualquier tipo de interferencias. Esta pantalla está provista de un cristal especial anti-vandálico lo que refuerza su dureza y estabilidad.

En la pantalla se ven las imágenes procesadas por la CPU. También podemos interactuar con ella al tocar con nuestro dedo índice los diversos elementos interactivos con que consta el programa desarrollado para *Zona de Recreo*.

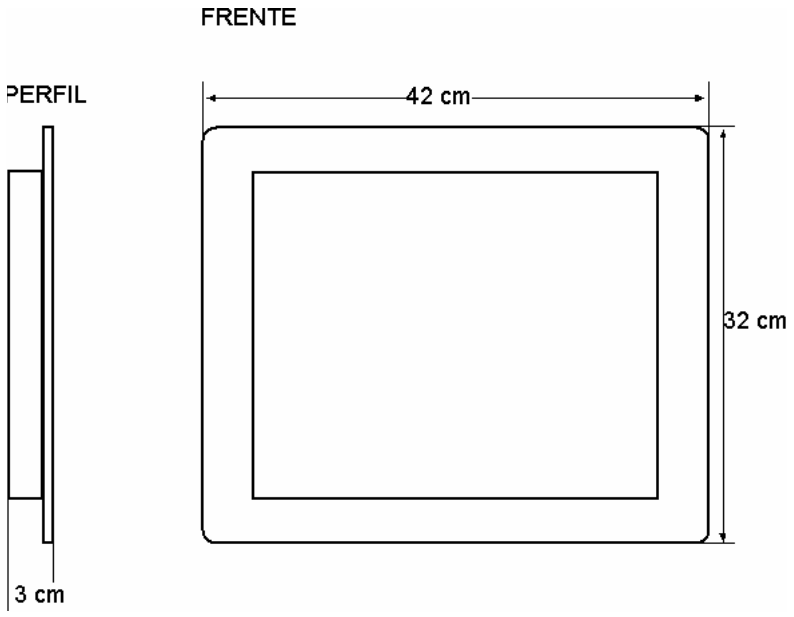


Fig. 24. Esquema de la pantalla táctil

3.5.1.11 Ordenador (CPU).

El ordenador está situado a una cierta distancia del dispositivo gracias al uso de cableado extensor. Consiste en un PC con procesador Pentium IV 2400 Ghz, 512 Mb de memoria Ram, 80 Gb de disco duro. Además tiene dos componentes particulares. Uno es la tarjeta de sonido Creative SoundBlaster 4.1 que le permiten gestionar sonido 3D. El otro es la tarjeta gráfica GForce 4Ti 4200 que dispone de 128 Mb de memoria DDR que puede realizar un gran número de cálculos de información gráfica a tiempo real[44].

[44] Según el manual de la tarjeta ésta puede renderizar 113 millones de vértices por segundo y realizar 1.03 trillones de operaciones por segundo.

3.5.1.12 Sistema de sonido 3D.

El sistema de sonido interactivo 3D está compuesto por cuatro altavoces situados en las esquinas del sistema de anclaje y orientados hacia arriba. También consta de un altavoz de graves situado en el centro del cuerpo del sistema. Gracias a este mecanismo hemos desarrollado un método que nos permite controlar, dependiendo del grado de torsión de la estructura, la procedencia de cada sonido al ser emitido por uno u otro altavoz. Con esto tenemos una relación mucho más envolvente y dinámica con todo el sistema interactivo. En la siguiente imagen representamos la orientación de los 5 conos de sonido (4 independientes y 1 de graves general para todo el sistema). Esta orientación está diseñada para que a la altura de la cabeza de los usuarios que estén subidos al balancín se produzca la mejor recepción sonora, distinguiéndose claramente la procedencia del sonido.

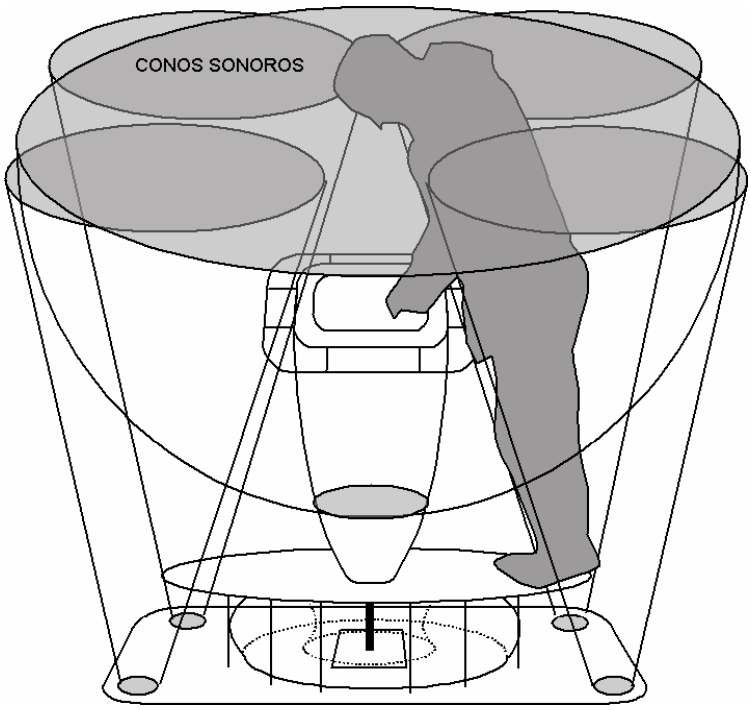


Fig. 25. Sistema de sonido 3D

3.5.2 Descripción de la aplicación digital

Para el desarrollo de este proyecto ha sido necesario programar un espacio interactivo en 3D que cumpliera con las características de los videojuegos actuales. Nuestra intención ha sido la de diseñar un mecanismo de interacción suficientemente desarrollado como para atraer a los usuarios y estimular su juego con el mismo. Por ello hemos utilizado técnicas de programación similares a la de los videojuegos en tres dimensiones, con distintas fases o etapas del juego caracterizadas por distintos efectos sonoros y visuales. En este apartado vamos a describir pormenorizadamente cada uno de los recursos utilizados así como la estructura general del juego.

La estrategia de juego es simple, los usuarios han de navegar por un espacio inicial al que hemos llamado *espacio sintético* y han de encontrar unos determinados elementos interactivos. Cada vez que los usuarios tocan uno de estos elementos acceden a la segunda fase o espacio del juego llamado *espacio capturado* en el que han de realizar una serie de acciones y cuando han terminado pueden volver al escenario inicial y así ir pasando de un espacio a otro hasta un número determinado de veces. Por otro lado, este escenario inicial es modificado cada vez que los usuarios vuelven a él desde la segunda fase de juego. Cuando los usuarios han estado un determinado número de veces en ambos espacios, el juego se considera terminado, el sistema avisa a los jugadores y vuelve a su estado inicial.

A continuación presentamos un cuadro sobre los contenidos del videojuego programado con el objetivo de mostrar una visión global del interactivo y señalar sus distintos estados de juego. Como se puede observar, distinguimos tres estados de interacción con el juego: el primero de ellos, denominado *latente,* cuando no hay nadie interactuando y el sistema está en reposo. Después, cuando los usuarios empiezan a interactuar, pueden hacerlo en el estado *espacio sintético* o en el estado *espacio capturado*. En cada una de esos tres estados de juego existen una serie de acciones específicas programadas: acciones de imagen, de movimiento de la cámara virtual, de los sistemas de ayuda a la navegación y del sonido. En los siguientes epígrafes realizaremos una descripción pormenorizada de cada una de estas acciones.

	ESTADO LATENTE	ESPACIO SINTÉTICO	ESPACIO CAPTURADO
IMAGEN	Fondo negro del espacio sintético 3D	Polígonos en estructura de alambre. Puertas de enlace y *pastilla azul* con color plano.	Sistema de Virtualidad Aumentada, vídeo 360º
MOVIMIENTO DE LA CÁMARA	Parado en espera de usuario	Rotación / traslación / interpolación	Rotación
SISTEMA DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN	Están inactivos	Información ángulo de torsión Información nº usuarios Información limites espacio	Información espacio capturado Información nº usuarios
SONIDO	Ambiental	Ambiental / posicionamiento 3D / activación puertas de enlace / traslación	Parques

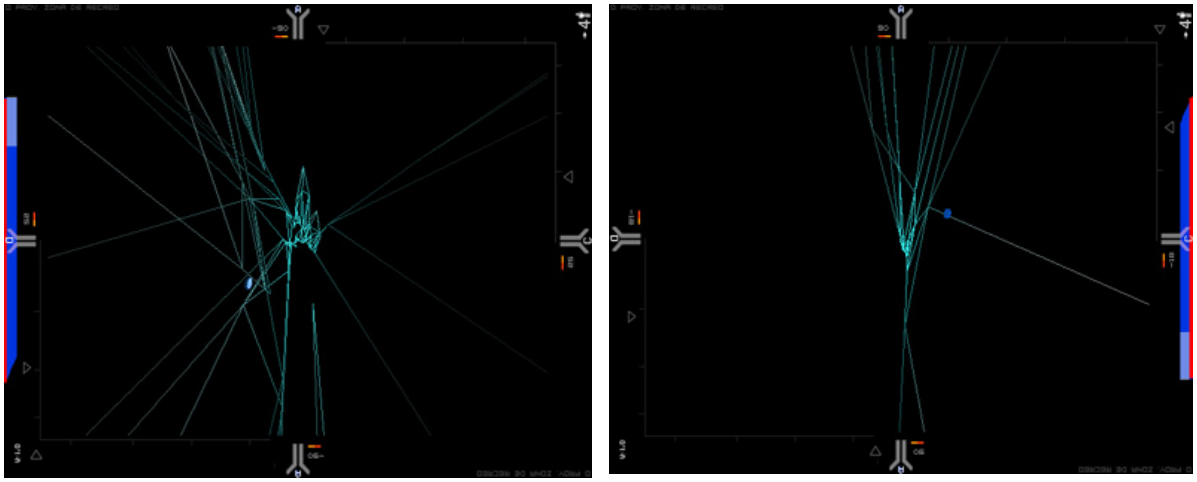
Fig. 26. Cuadro de estados del juego

3.5.2.1 Recursos visuales

Para la concreción formal de la aplicación digital de *Zona de Recreo* hemos programado un entorno virtual en tres dimensiones que representa gráficamente la contraposición entre el mundo real y el digital. En este sentido, podemos decir que el mundo 3D desarrollado para este proyecto está dividido en dos sub-mundos o entornos virtuales. Estos son:

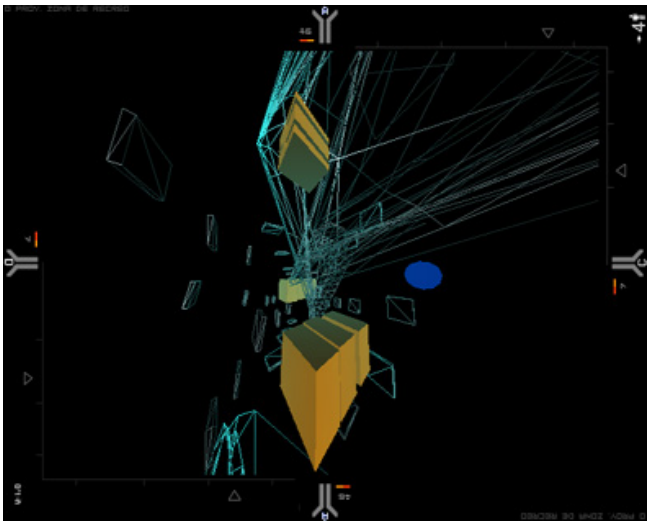
- Espacio sintético: Consiste en la representación del espacio público digital y se basa en la construcción de un espacio arquitectónico subjetivo con la finalidad de expresar las relaciones de fuerzas y energías que se establecen en nuestros entornos de relación social.

En su diseño hemos utilizado recursos formales propios de la estética digital, como superficies cortantes, colores planos y luminosos, objetos representados en estructura de alambre, superficies pixeladas, etc. Las tecnologías de generación de entornos virtuales en 3D nos permiten remitirnos fácilmente a las representaciones gráficas más habituales de los videojuegos y el mundo digital. En este espacio podemos ir navegando por un entorno en tres dimensiones e ir accediendo a otros espacios a través de determinados elementos interactivos a los que hemos llamado puertas de enlace.

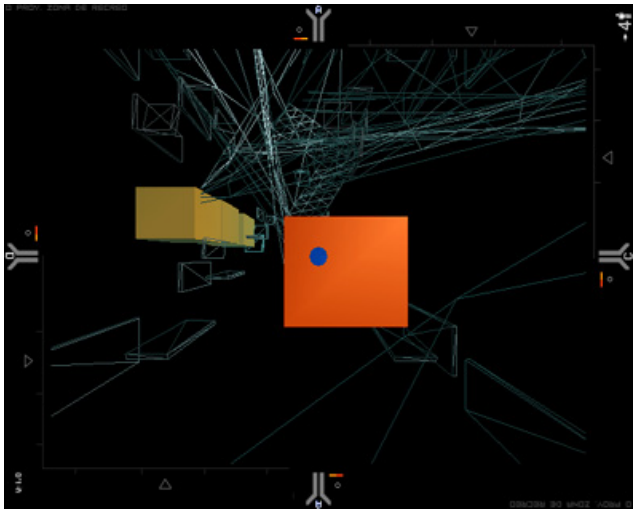


Img. 43. Espacio sintético

Al ir navegando por el *espacio sintético* encontramos un número determinado de puertas de enlace. Estas puertas de enlace se caracterizan por que son los únicos elementos geométricos de este entorno, junto con la *guía azul,* modelados con un color plano, todos los demás elementos están creados en estructura de alambre. Al establecer esta diferencia gráfica los usuarios pueden identificar claramente cada uno de estos elementos. Cuando nos acercamos a alguna de estas puertas de enlace podemos observar como cambian de color y emiten un sonido característico invitándonos así a tocarlas y con ello a acceder al *espacio capturado*. Una vez en el *espacio capturado* los usuarios pueden volver al punto en el que dejaron el *espacio sintético* simplemente tocando la *guía azul* que en ese momento se encuentra en el centro de este espacio.

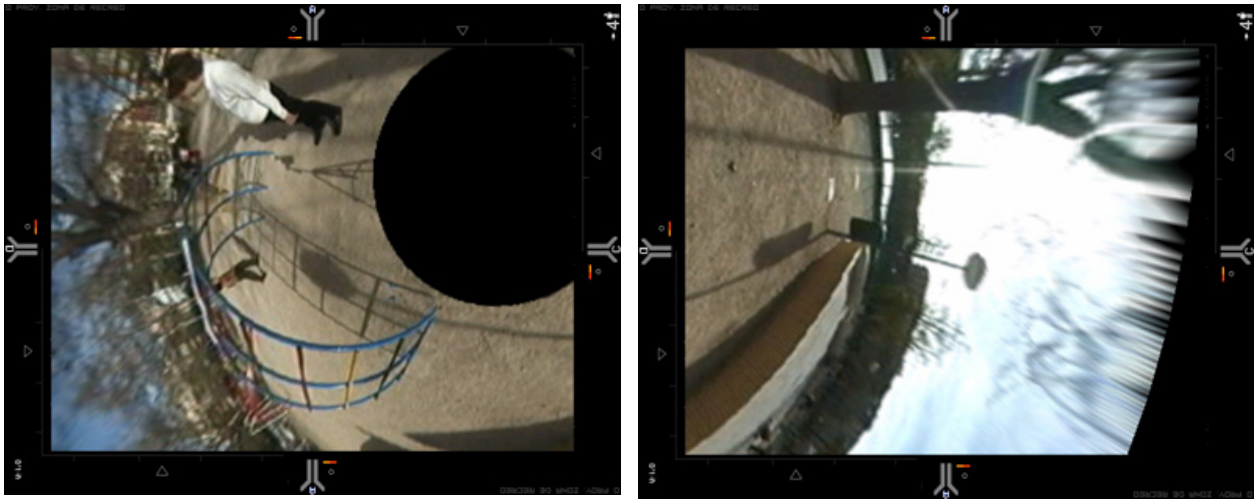


Img. 44. Vista del espacio sintético y varias puertas de enlace



Img. 45. Cambio de color de una puerta de enlace al situar la pastilla azul sobre ella

- Espacio capturado: Consiste en la representación de un espacio público urbano. Está constituido en base a vídeos 360º pregrabados de parques de la ciudad de Valencia. Son representaciones videográficas para las que hemos utilizado mecanismos de construcción de entornos 3D basados en las tecnologías de vídeo inmersivo a través de la captura, edición e inserción de vídeo 360º en el entorno virtual (ver apartado 3.5.2.6). En este espacio la cámara del entorno sintético rota sobre sus ejes sincronizada a los movimientos de la estructura, gracias a ello podemos ver las distintas partes de un panorama-vídeo 360 grados.



Img. 46. Espacio capturado

3.5.2.2 Movimientos de la cámara virtual.

Las imágenes que aparecen en la pantalla de *Vídeo Balancín* son en realidad una representación del mundo digital en tres dimensiones realizada por la única cámara[45] virtual presente en este espacio. Con el objetivo de que podamos movernos y visualizar el mundo 3D hemos programado tres tipos de movimientos que varían la posición y ángulo del punto de vista que nos ofrece dicha cámara:

- Rotación: la cámara del espacio 3D rota sobre sus ejes centrales "X" y "Z" al estar continuamente sincronizada a tiempo real con los ejes centrales "X" y "Z" de la estructura *Vídeo Balancín*. Cuando la estructura de *Vídeo Balancín* gira hacia uno de sus lados la cámara virtual también lo hace en ese mismo sentido pero multiplicando por 4. Es decir, si la estructura se gira -15 grados en su eje "Z", como sucede en el gráfico siguiente, la cámara se gira -60 grados en ese mismo eje. Con esto conseguimos tener un mayor ángulo de visión del mundo virtual y un aumento en la sensación de torsión sobre la estructura. Este movimiento se realiza en todo momento tanto en el *espacio sintético* como en el *espacio capturado*.

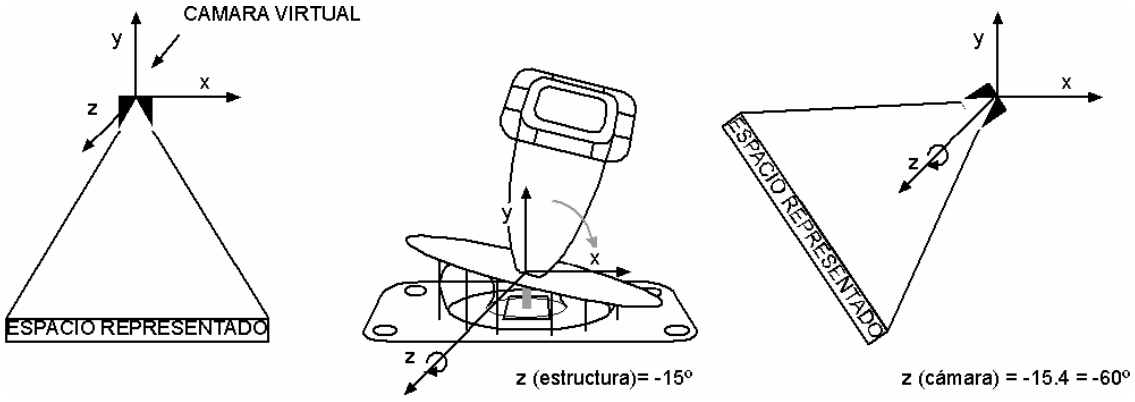


Fig. 27. Ejemplo de rotación sincronizada a tiempo real entre la estructura y la cámara virtual

[45] En un espacio virtual podemos tener tantas cámaras como queramos e ir cambiando a nuestro gusto entre los distintos puntos de vista que ellas nos ofrecen. También podemos ver todas al mismo tiempo dividiendo la pantalla de nuestro ordenador en distintas subventanas asociadas cada una a una cámara.

- Traslación: Cuando la cámara virtual gira más de 60º (en positivo o negativo) de torsión de los ejes "X" ó "Z"[46], activamos el movimiento de traslación de la cámara. Estos movimientos de traslación consisten en que la cámara avance en la dirección opuesta al ángulo global de torsión de la estructura. Si el ángulo de torsión es menor entonces estos movimientos se desactivan parándose la cámara progresivamente.

En realidad este movimiento de traslación es algo más complejo pues están basados en que la cámara sigue a un objeto determinado que hemos llamado *guía azul*. Este objeto es una ficha de color azul que tiene asignadas una serie de propiedades como aceleración, deceleración, roce, velocidad mínima y velocidad máxima. Cuando se activa el movimiento de traslación la *guía azul* se traslada por el espacio en sentido contrario al ángulo de torsión de la estructura, aumentando su velocidad, que inicialmente es cero, hasta su velocidad máxima restada en todo momento por el roce. Cuando esto sucede, la cámara sigue a la *guía azul* a través de un movimiento de interpolación. Este movimiento sólo se produce en el *espacio sintético* y no en el *capturado* ya que en éste sólo es posible realizar el movimiento de rotación descrito anteriormente.

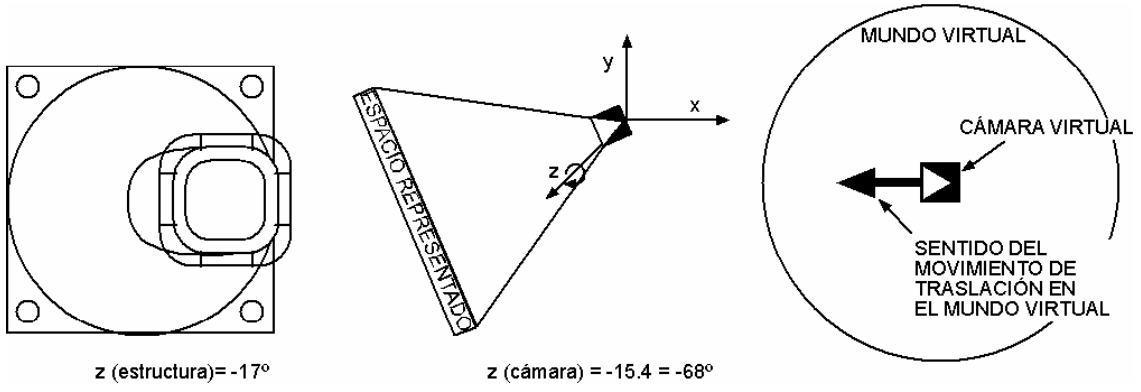


Fig. 28. Movimiento de traslación

- Interpolación: Un movimiento de interpolación consiste en cambiar la posición de un objeto de un punto a otro en un número determinado de pasos. Esto produce que el cambio de posición no sea un salto, sino un movimiento progresivo de un punto a

[46] Recordamos que esto es debido a que la estructura de "Vídeo Balancín" gira al menos 15º en sus ejes "X" ó "Z". La torsión de la cámara es cuatro veces mayor que la de la estructura física.

otro. *Zona de Recreo* utiliza este tipo de movimiento en determinados momentos como, por ejemplo, cuando tocamos alguna de las puertas de enlace que nos llevan a los parques, o cuando una vez dentro de estos clicamos en la pastilla azul para volver al *espacio sintético*. También los movimientos de traslación de la cámara son en realidad movimientos interpolados, ya que en este caso se sigue a la *guía azul* progresivamente consiguiendo que este elemento nos preceda en nuestro paseo virtual y con ello facilitando la visualización y la orientación en el espacio virtual.

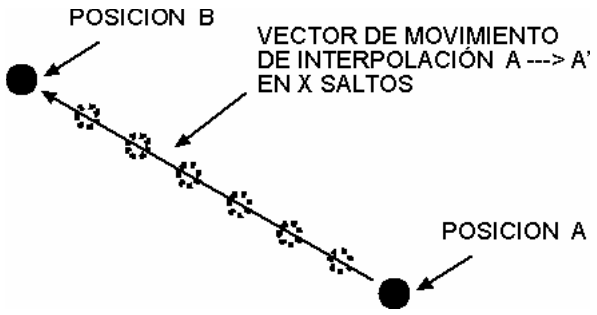


Fig. 29. movimiento de interpolación

3.5.2.3 Sistemas de ayuda en la navegación.

Los diversos sistemas de ayuda a la navegación en el entorno 3D de la interfaz gráfica, desarrollados para *Zona de Recreo,* han sido diseñados con la intención de que no sea necesaria la creación de ningún tipo de ayuda adicional en otros soportes. Estos sistemas parten de la intención de que sean comprensibles de una manera intuitiva y que, gracias a esa información, los usuarios puedan desarrollar completamente su experiencia personal sin problemas. En este sentido las características de estos sistemas de ayuda a la navegación son:

- Universales: basada en el uso de determinados diagramas y sistemas de marcación universales, comprensibles independientemente del país de procedencia de los usuarios.

- Constantes: todos los sistemas de ayuda a la navegación permanecen constantes en la aplicación Zona de Recreo con la intención de facilitar a los usuarios el aprendizaje y el proceso de familiarización con los mismos.

- Gráficos: los sistemas de ayuda a la navegación están basados principalmente en una carga gráfica.

- Textuales: formados por información en modo texto, también hemos usado este tipo de características para presentar determinada información.

- No sonoros: no hemos usado ningún sonido para estos sistemas ya que la carga sonora de la aplicación *Zona de Recreo* ya está suficientemente desarrollada en otros aspectos.

3.5.2.3.1 Sistemas de información de la torsión de la cámara virtual.

En la interfaz gráfica diseñada, encontramos dos tipos de sistemas que facilitan información a los usuarios sobre el ángulo de torsión de la cámara virtual. Estos sistemas son:

- Reglas de torsión: en dos de las esquinas de la pantalla encontramos reglas en posición horizontal o vertical (según el borde en el que se encuentren) con un pequeño triángulo que indica el índice de torsión. El desplazamiento de este indicador nos da información gráfica fácilmente interpretable del nivel de torsión de la estructura en ese momento.

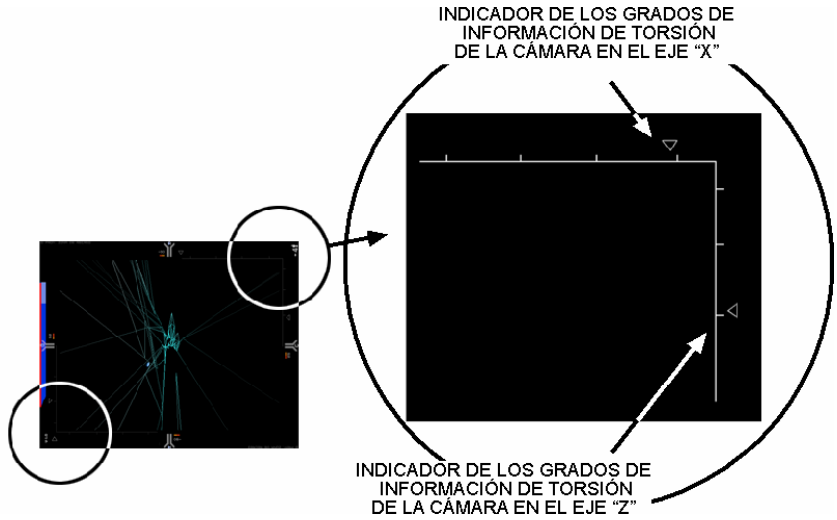


Fig. 30. Reglas de torsión

- Ángulo de torsión: en el centro de cada uno de los cuatro lados de la pantalla hemos colocado una salida numérica que nos indica los grados de torsión de la cámara virtual en los ejes “X” ó “Z”. Este sistema es muy directo de descifrar y preciso en cuanto al tipo de información que proporciona.

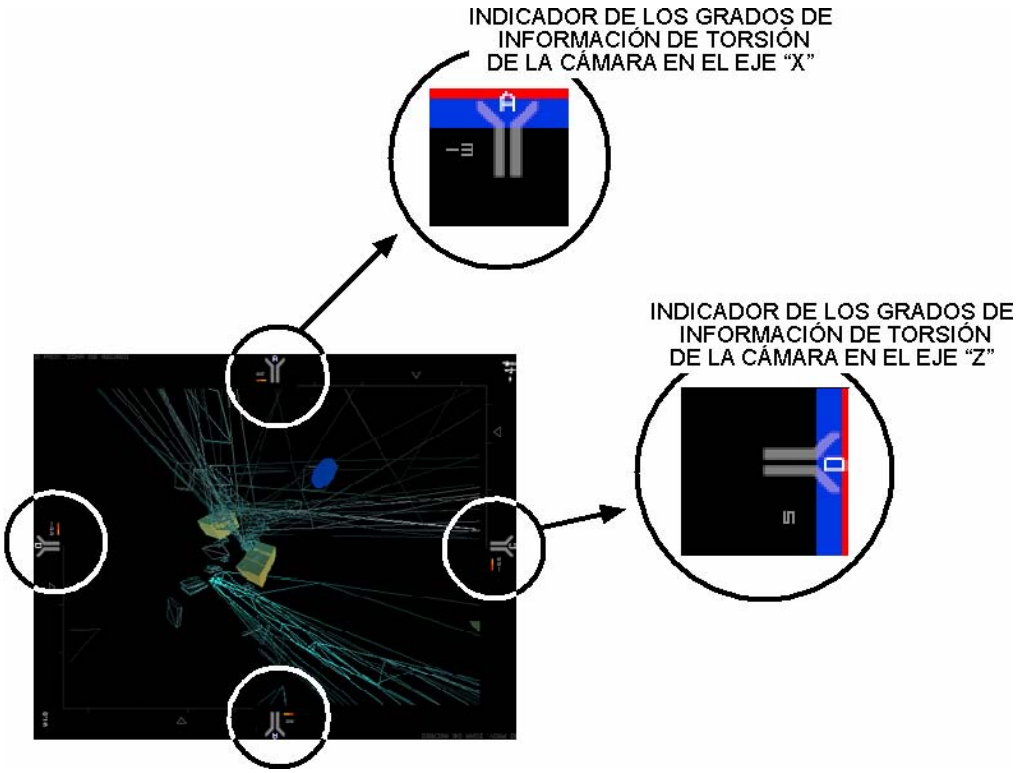


Fig. 31. Ángulo de torsión

3.5.2.3.2 Identificación y recuento de usuarios subidos a *Vídeo Balancín*

El prototipo *Vídeo Balancín* sabe cuantas personas hay subidas a su estructura física gracias a los cuatro sensores de presión colocados en la superficie de la plataforma. Esta información es reflejada en la interfaz gráfica diseñada para *Zona de Recreo* de una doble manera:

- Con el número de cuantos usuarios reflejado en una de las esquinas de la pantalla.

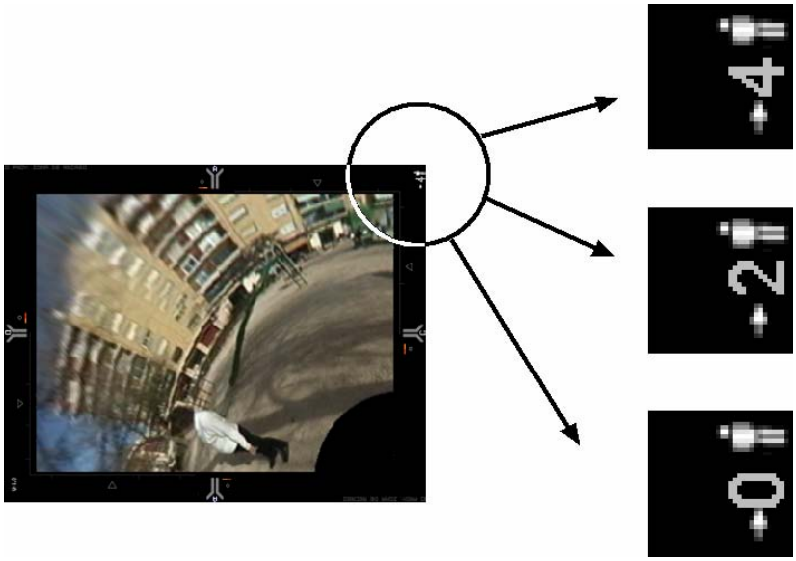


Fig. 32 Indicador del número de usuarios subidos a la estructura

- Con una marca que identifica al usuario con su lugar de juego.

Fig. 33. Marca que identifica al usuario

3.5.2.3.3 Sistemas de información textual

En la interfaz gráfica de la aplicación existen varias salidas de texto encargadas de informar a los usuarios con determinados datos importantes para el desarrollo del juego. Estas diferentes salidas de texto son:

- Cuando los usuarios pasan sobre alguna de las puertas de enlace y también cuando se introducen en alguno de los “espacios capturados”, en la interfaz gráfica aparece información relativa a ese espacio. Esta información hace referencia al nombre de la zona.

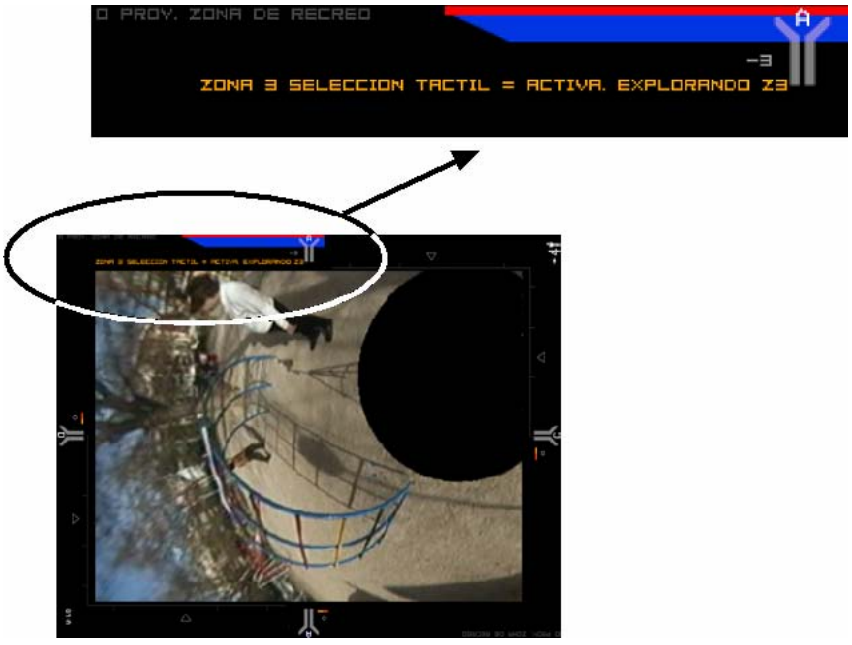


Fig. 34. Información textual del nombre de los espacios virtuales

- Información de los límites de nuestro mundo 3D. Para evitar el caso de que los usuarios se dirijan indefinidamente en una sola dirección en el mundo digital y que por tanto se alejen del mismo, ha sido necesario establecer unos límites de navegación que demarquen el área por la cual pueden pasear. Cuando sobrepasan esta área, un mensaje de alerta aparece y el movimiento de traslación se detiene en esa dirección, obligando a los usuarios, si quieren seguir moviéndose por el espacio virtual, a volver en el sentido contrario al que llevaban hasta ese momento.

Fig. 35. Información textual de los límites del espacio virtual

3.5.2.4. Los recursos sonoros

Zona de Recreo está compuesta por diversos sonidos que podemos clasificar según su funcionamiento:

- Sonidos ambientales en el *mundo sintético*. Diversos sonidos se activan repetidamente a lo largo de nuestra experiencia al pasear por este mundo. No están reproduciéndose continuamente sino que el ordenador los selecciona al azar y los va reproduciendo intermitentemente. Estos sonidos dan un clima más dramático al ambiente virtual potenciando así la estética galáctica del mismo. El sistema está programado con silencios de duración variables entre los sonidos con el objetivo de que no se haga repetitiva su escucha.

- Sonidos de posicionamiento 3D. Se activan y desactivan junto al movimiento de traslación de la cámara. Se caracterizan por que cada uno de los cuatro sentidos de desplazamiento posibles en el entorno 3D de *Zona de Recreo* tiene asignado un sonido distinto. Este tipo de sonido está emitido desde los altavoces más cercanos a la dirección hacia la que se doble la plataforma. Con esto tenemos una doble categorización sonora, por un lado los usuarios identifican el sonido característico de la dirección de torsión de la estructura correspondiente y por el otro, este proceso de identificación está apoyado por el posicionamiento espacial del sonido en el espacio.

- Sonidos de activación de las puertas de enlace. Se emiten cuando la *guía azul* pasa por encima de alguna de esta puertas y también cuando alguno de los usuarios toca en alguna de ellas. El objetivo es el de reforzar la información hacia los usuarios para que sepan que estos elementos son puertas de enlace hacia otras partes del mundo digital.

- Sonidos de cambio espacial. Con este nombre identificamos los sonidos que son emitidos cuando algún usuario toca alguna de las puertas de enlace y se produce la traslación hacia algún *espacio capturado*. También se emiten cuando se produce esta traslación en sentido contrario, es decir, cuando algún usuario toca la pastilla azul y por tanto vuelve desde el *espacio capturado* al *espacio sintético*.

- Sonidos de parques. En los distintos *espacios capturados* el único sonido que podemos escuchar es el sonido original pregrabado de los parques. Este sonido se caracteriza por ser el único que no ha sido generado en el ordenador y por tanto acerca a los usuarios a la cualidad gráfica del entorno *espacio capturado* basada en la representación del mundo real por medio de técnicas de captura y representación de vídeo y audio.

3.5.2.5 Descripción del entorno de programación y trabajo.

Hemos realizado la interfaz gráfica de la aplicación *Zona de Recreo* en un entorno 3D utilizando el software de programación Macromedia Director 8.5.1. En esta versión, se ha añadido por primera vez en la distribución de este programa la posibilidad de programar entornos virtuales en tres dimensiones.

El desarrollo de entornos virtuales en tres dimensiones generados a tiempo real tiene un problema fundamental, consistente en el gran consumo de recursos que requiere del procesador y de la tarjeta gráfica del ordenador. Para intentar paliar en la medida de nuestras posibilidades estos problemas hemos usado un número reducido de polígonos y optimizado texturas para generar nuestro entorno virtual y también hemos usado el ordenador más potente que estaba a nuestro alcance en esos momentos.

Por otro lado, como el software que hemos usado para programar el entorno virtual tiene unas reducidas posibilidades de generación de objetos (modelos)[47] hemos modelado la mayoría de los elementos del espacio virtual que encontramos en nuestra aplicación con el programa de modelado 3D Studio Max. Una vez modelados estos elementos, los hemos importado dentro del entorno de programación Director gracias al plugin 3D Max Exporter proporcionado por Macromedia.

También hemos aumentado, gracias al uso de dos extras, las posibilidades de programación de Director. El primero de ellos se llama Dsound y proporciona a Director la capacidad de programar sonido 3D. El segundo se llama CXtrajoystcik que permite comunicarse con el puerto de juegos de dispositivos compatibles con joysticks (generalmente en la tarjeta de sonido) para recibir información sobre el estado de los sensores que muestrean la torsión de la estructura.

[47] Estos modelos son primitivas geométricas: plano, cubo, esfera, cilindro y partícula.

3.5.2.5.1 Aproximación a la programación de movimientos: Rotación, traslación e interpolación.

Como acabamos de mencionar, para recibir información del estado de los sensores situados en el interior de la rótula hemos utilizado el extra cXtraJoystick V1.2. Este extra permite que Director pueda leer datos del puerto de juegos y así poder saber el grado de torsión de la estructura física *Vídeo Balancín*. Una vez conseguida la lectura de los sensores, hemos programado, respecto a esta información, los tres tipos de movimientos descritos anteriormente: rotación, traslación e interpolación.

- Lectura de los sensores. Para llevar a cabo esta lectura lo primero es abrir el cXtraJoystick Xtra asignándole una variable. Las líneas de programación para realizar esto sería la siguiente:

```
global joy
joy = new(xtra("cXtraJoystick"))
```

- Rotación. Programación para leer la torsión de la estructura y asignarla a la cámara. Las siguientes líneas han de ser colocadas en un espacio donde se compruebe repetidamente la lectura de los sensores, al menos 15 veces por segundo.

```
global joy
member("3D").cameraRotation = vector(((joy.Gety()) / 180), ((joy.GetX()) / 180), 0)
```

- Traslación. El único objeto que realmente se traslada en el espacio virtual de *Zona de Recreo* es la “pastilla azul”. Estas son sus líneas de programación.

```
--  asignamos a vec los valore x,y,z del vector que nos da la información de rotación de la
cámara
 vec = member("3D").cameraRotation
--  asignamos a vec1 los valore x,y,z del vector que nos da la información de posición en
el espacio del modelo “boton01” que corresponde a la “pastilla azul”
 vec1 = member("3D").model("boton01").worldPosition
 --  ejemplo para mover la cámara
 if vec.x > 60 --si la cámara está rotada más de 60 grados en el eje x
```

```
        --aumentamos la velocidad del objeto “boton01” para que se mueva
        obj.model("boton01").translate(0, pSpeed + pAccel, 0, #parent)
        --y le indicamos la dirección de movimiento
        obj.model("boton01").transform.rotation=vector(0, 0, vec.x)
end if
```

- Interpolación. Hay varios tipos de movimientos de interpolación en *Zona de Recreo*, como ejemplo de este movimiento vamos a explicar el de la cámara que interpola su posición con la de la “pastilla azul”.

```
--guardamos la información de la posición en el mundo 3D del modelo “boton01” (la pastilla azul) en la variable trans
trans = obj. model("boton01").getworldtransform()
-- le asignamos una interpolación en 12 saltos a la camara1 hacia la posición de la variable trans que tiene guardado el valor de la posición del objeto “boton01” (la pastilla azul)
obj.camera[1].transform.interpolateto(trans, 12)
```

3.5.2.5.2 Aproximación a la programación del Sonido 3D.

Nuestro prototipo está compuesto por un sistema de sonido envolvente interactivo. La posibilidad de programar este tipo de sonido para que interactúe con los movimientos de la plataforma nos viene dada por el extra DirectSound del programa Macromedia Director. Este extra da un control mucho más potente sobre el sistema de sonido que el que nos ofrece Director. Director soporta Windows API que sólo le proporciona soporte para un canal de sonido, en cambio DirectSound le permite acceder a controlar Microsoft DirectSound API. DirectSound API proporcionan una baja latencia de mezclado de sonido, aceleración de hardware y acceso directo a los dispositivos de sonido. También permite tener un control mayor sobre los sonidos permitiendo variar la posición, el volumen, la panorámica y la frecuencia.

En un mundo 3D las fuentes de sonido son puntos desde los que el sonido se emite en todas las direcciones o como un cono fuera del cual el sonido es atenuado. En el mundo real la percepción de la posición del sonido en el espacio es influenciado por un número de factores como los siguientes:

- Volumen. Cuanto más lejano está un objeto del oyente, más atenuado suena. Este fenómeno se conoce como rolloff.

- Compensación de la llegada. Un sonido emitido por una fuente a la derecha del oyente llegará el oído derecho del oyente levemente antes de que llegue el oído izquierdo (la duración de esta compensación es aproximadamente un milisegundo).

- Amortiguación. La orientación de los oídos de las personas permite distinguir si el sonido viene de detrás, ya que en ese caso, se amortigua levemente comparado con los sonidos que vienen delante del oyente. Además, si un sonido procede de la derecha las ondas sonoras que alcanzan el oído izquierdo son amortiguadas por la masa de la cabeza del oyente.

Un elemento importante para el funcionamiento del sonido 3D son los conos de sonido. Un sonido con una posición pero sin ninguna orientación es una fuente sonora que podemos representar como un punto; cuanto más lejano se encuentre el oyente del

sonido en cualquier dirección más atenuado es el sonido. Por el contrario un sonido con una posición y una orientación es un cono de los sonidos. El extra DirectSound construye los conos de sonido incluyendo un cono interior y otro exterior. Dentro del cono interior, el sonido está al máximo volumen. Fuera del cono exterior el sonido normalmente es inaudible. Entre el cono exterior y el interior el volumen cambia gradualmente de un nivel a otro. El concepto de los conos de sonido es ilustrado en la siguiente imagen.

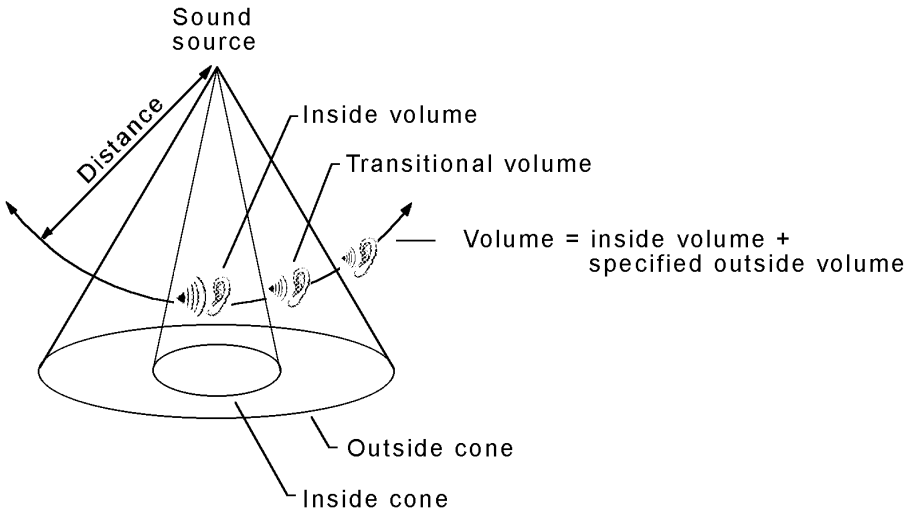


Fig. 36. Esquema de conos sonoros

Otro elemento que interviene en la ejecución del sonido 3D es el de las mínimas y máximas distancias. Si una persona se acerca a una fuente de sonido, el sonido se hace más intenso. Pasado un cierto punto, el sonido deja de aumentar. Esta es la distancia mínima a la fuente de sonido. De un modo similar, la distancia máxima de la fuente de sonido es la distancia a partir de la cual ese sonido ya no es audible. La siguiente ilustración muestra el concepto de la mínima y máxima distancia de la fuente sonora.

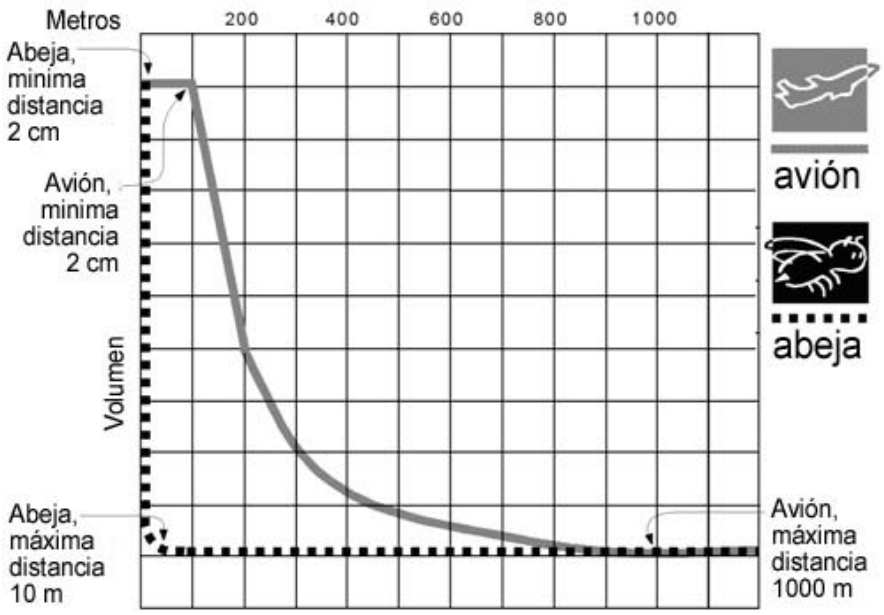


Fig. 37. Esquema de mínima y máxima distancia audible a la fuente sonora

Respecto a los dispositivos de sonido, hemos utilizando la tarjeta Creative Sound Blaster 4.1, gracias a ello, tenemos un hardware que nos posibilita usar cuatro canales de sonido independientes y un canal adicional de graves.

Con este sistema y las características propias del prototipo que facilitan la emisión de sonido 3D, hemos podido realizar un entorno donde la experiencia de sonido envolvente está altamente lograda. La estructura de Vídeo Balancín está compuesta por una base cuadrada en la que hemos colocado, en cada uno de sus extremos, un altavoz orientado hacia arriba y en el centro del prototipo el quinto altavoz con el canal de graves. Esto hace que, cuando los usuarios se suban a la estructura y orienten su cabeza hacia abajo para ver la pantalla, la disposición de sus oídos sea la correcta para poder percibir con la máxima claridad la emisión del sonido 3D desde los altavoces colocados debajo de ellos.

3.5.2.6 Captura, edición e inserción de vídeo digital 360º en el entorno virtual.

Para poder grabar los vídeos panorámicos hemos utilizado una cámara de video digital mini DV a la que hemos acoplado una lente 360º que ha modo de ojo de pez permite grabar 360º en el eje horizontal y un segmento del eje vertical que va de 20º a 120º.

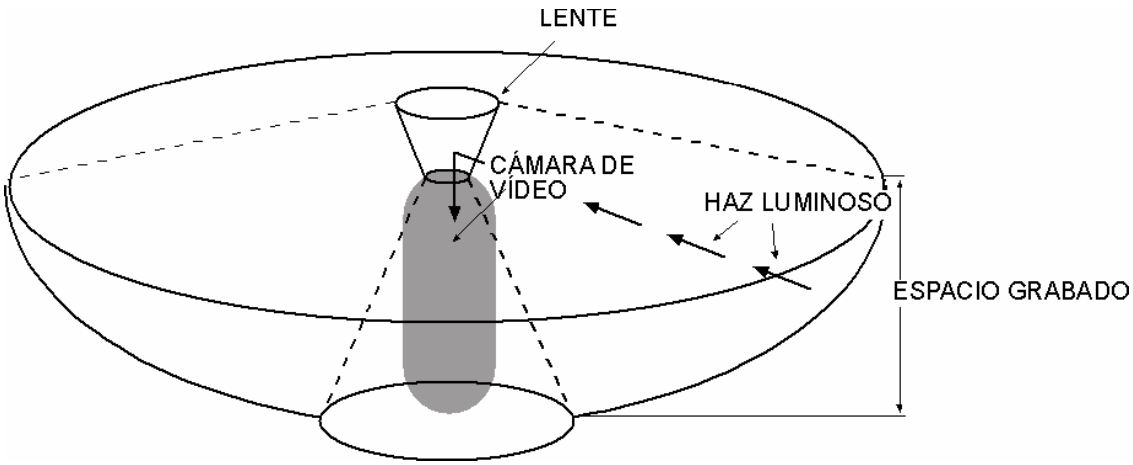


Fig. 38. Esquema de funcionamiento de la lente

Esta lente se acopla a un modelo específico de cámara de vídeo digital; el SONY TVR900, un modelo con 3CCD. Esta cámara digital tiene una opción de grabación de imágenes por barrido obteniendo con ello una mayor calidad de imagen que otras cámaras de vídeo digital no provistas de este sistema. Las imágenes que obtenemos gracias a este dispositivo tienen la forma de un anillo circular con un círculo negro en su centro. Este circulo es debido a que el sistema de lentes básicamente funciona como un espejo que recoge los haces de luces provenientes del exterior y los rebota hacia los CCD interiores de la cámara, por lo que la cámara graba también el propio sistema de lentes acoplado a ella y lo traduce en este circulo negro.

Concretamente para este sub-proyecto hemos grabado diferentes parques de la ciudad de Valencia. Provistos de un trípode al que acoplábamos la cámara de vídeo en posición vertical –es decir mirando hacia el cielo- las personas que se encontraban en estos parques, no tenían la sensación de estar siendo grabados, puesto que pensaban

que la cámara estaba enfocada hacia el cielo, algún edificio o tal vez las ramas de algún árbol. Esto nos permitió grabar tanto imágenes como sonido de espacios públicos en los que las personas que allí estaban no eran conscientes de ser filmados por el objetivo de una cámara, y gracias a ello, pudimos obtener secuencias de imágenes que se caracterizan por la inhibición de las personas que aparecen en ellas.

Una vez registrados los vídeos digitales, estos fueron capturados en el ordenador. Tras seleccionar la secuencia que queremos introducir en el mundo virtual, procedemos a exportarla como secuencia de imágenes en formato BMP. Posteriormente, tratamos dicha secuencia de imágenes con el objetivo de limpiarlas de posibles desperfectos. También añadimos a cada una de las imágenes un canal Alpha con la selección de la parte del anillo correspondiente a la zona que queremos hacer transparente en el mundo 3D. Por otro lado el tamaño final en píxeles de las imágenes es potencia de dos, ya que las tarjetas gráficas trabajan mucho más rápido renderizando imágenes con estas características; concretamente nuestras imágenes tienen un tamaño de 512 x 512 píxeles, formato tiff y 32 bits de resolución con canal alpha.

Img. 47. Ejemplo de imagen capturada con lente 360º

Una vez que tenemos todas las secuencias de imágenes exportadas, importamos cada una en de ellas a una librería externa de Director.

Tras ello, creamos una semi-esfera en el espacio virtual y para asignarle una textura que actúe como imagen-movimiento en su cara interior, hemos programado las siguientes líneas de código que hacen que el sistema vaya cargando la siguiente textura y borrando la anterior creando con ello una ilusión de animación de secuencia de vídeo.

```
--   le asignamos la textura de la semi-esfera el valor de la variable “e”
e = obj.texture("txr7").member
-- le asignamos a la variable “e” el valor de la variable “x”
 x = e.memberNum
-- si “x” es igual a 200 (el número máximo de imágenes que tenemos) pone el ---- valor de “x” a 1
(para que empiece de nuevo)
if x = member("200").memberNum then
            x = member("001").memberNum
            else
            -- le sumamos 1 al valor de “x” para que cargue la siguiente textura
            x = x + 1
end if
```

4. *A CENTRAL AXIS:* VINCULACIÓN HÍBRIDA DE LOS ESPACIOS FÍSICOS Y DIGITALES DE RELACIÓN SOCIAL

CUADRO REFERENCIAL DEL SUB-PROYECTO	A CENTRAL AXIS
OTROS COLABORADORES EN LA INVESTIGACIÓN	Clara Boj, Adrian David Check, Lee Shang Ping
FINANCIACIÓN	- Mixed Reality Lab, National University of Singapore, 12.000 € - Singapore Art Museum, 3.000 €
EXPOSICIONES PÚBLICAS	- Agosto 2003 - abril 2004, *Interrupt*, Singapore Art Museum, Singapur
OTROS DATOS DE INTERÉS	Entidades colaboradoras: Oficina Valenciana de Turismo.
PUBLICACIONES	- Diego, D., Boj, C. y Cheok, A., A Central Axis en *The Playground Projects_03,* National University of Singapore, Singapore, 2003 - Diego, D. y Boj, C., A central Axis. Un proyecto de conexión entre los espacios físicos y virtuales de relación social en *Caber@rt Bilbao 2004. Desafíos para la identidad ubicua*. Ayuntamiento de Bilbao, Área de cultura y Euskera, 2005
OTROS	- Cuerpo central del proyecto de investigación "A Central Axis: una instalación telemática a tiempo real entre Valencia y Singapur" realizado como Tesina del título universitario Especialista en programación en Internet e Intranet CEUPII, Centro de Posgrado, Universidad Politécnica de Valencia, en el año 2004

Fig. 39. Cuadro referencial del sub-proyecto *A Central Axis*

4.1 Contextualización de *A Central Axis* en el marco de la investigación

La idea global que impulsó este proyecto se basa en que, de manera general y simultánea, la sociedad actual está experimentando en estos momentos la emergencia de la tecnología informática en todos los niveles de la vida, tanto social, como laboral o sentimental. De una forma extraordinariamente rápida los ciudadanos incorporan a sus vidas nuevos dispositivos computacionales surgidos con el propósito de ampliar y mejorar las capacidades del ser humano. Específicamente las tecnologías de telecomunicaciones, utilizadas en esta investigación, están suponiendo una verdadera revolución social desde finales del siglo XX. *Casi todo el mundo está de acuerdo en que la telecomunicación ha cambiado radicalmente nuestra cultura. Pero no todos están de acuerdo sobre las implicaciones de los significados implícitos de esos cambios* (Wilson, 2002).

Los artistas -como ya hemos descrito en el segundo apartado de esta tesis doctoral- están generando obras que involucran arte, tecnología, ciencia y sociedad para tratar de aproximarse a las nuevas prácticas sociales, tanto desde la utilización efectiva de las nuevas herramientas de expresión digital, como desde el cuestionamiento de los nacientes ámbitos sociales derivados de la transformación de nuestras sociedades.

A Central Axis es un proyecto de investigación desarrollado entre España y Singapur que ha sido expuesto en el Museo Nacional de Arte de Singapur desde agosto del 2004 hasta abril del 2004, como parte integrante de la exposición colectiva dedicada al arte y las nuevas tecnologías titulada *Interrupt*. Con esta exposición el museo generó un pequeño panorama de la situación del arte en relación a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el entorno asiático e internacional contemporáneo. En palabras de la comisaria de la exposición Jun Yap:

> *Una interrupción describe un momento de discontinuidad donde ocurre un cambio o una reorientación. La interactividad es en este sentido un entorno de interrupciones, de escenarios de divergencia y respuestas, opciones y*

resultados. Las tecnologías que subyacen a las prácticas artísticas no son inherentes a las innovaciones tecnológicas. Es a través de las abstracciones tecnológicas del código, los programas, los interruptores y las interrupciones que las practicas en ciberarte y nuevos medios se han transformado en reflejos de la cultura tecnológica (Yap, 2003).

De este modo, los sistemas tecnológicos se han introducido también paulatinamente en el territorio de exhibición del arte por excelencia, el museo. Estos espacios están abriendo sus puertas cada vez más a manifestaciones artísticas situadas entre el campo de ACTS. *Al final del siglo (veinte), el "arte digital" se ha convertido un término establecido, y museos y galerías de todo el mundo han iniciado a coleccionar y organizar grandes exposiciones de trabajos digitales* (Paul, 2003). Aunque este es un proceso todavía incipiente podemos afirmar que se han iniciado algunos pasos en este sentido.

En relación a esta apertura de los espacios museísticos a la exposición de prácticas artísticas neomediales, en *A Central Axis* nos hemos aproximado a los supuestos conceptuales de esta tesis doctoral desde una perspectiva distinta al proyecto anterior. En este caso hemos desarrollado un sistema interactivo con el propósito de analizar y mostrar en el espacio museístico las distintas actividades y modos de uso de los espacios públicos de relación social. Es bastante común actualmente, sobre todo en el entorno del diseño web y multimedia, estudiar los las aplicaciones digitales a través de herramientas como test o encuestas de opinión que permiten comprobar si los elementos de navegación, el color, las imágenes, etc., son agradables al usuario, comprensibles, facilitan la navegación e invitan a su utilización. Podemos, jugando un poco con los términos, preguntarnos también por el nivel de usabilidad que presenta el espacio público de las ciudades contemporáneas: los parques, plazas y jardines. ¿Están diseñados estos espacios para la socialización, el ocio y el entretenimiento? En cierta medida *A Central Axis* pone sobre la mesa esta pregunta y propone un estudio detallado para buscar posibles respuestas.

De forma paralela en esta investigación intentamos cumplir otro objetivo consistente en desarrollar un prototipo de espacio público híbrido. Nuestra intención es crear nuevos sistemas de comunicación interpersonal para espacios públicos basados en la mezcla de elementos físicos y digitales, ya que creemos que con estos sistemas podemos potenciar las relaciones personales desarrolladas en ellos. Consideramos este aspecto fundamental para nuestra investigación, pues creemos que es importante llevar a cabo, desde el punto de vista de la creación artística, nuevos sistemas que intenten activamente modificar nuestras sociedades.

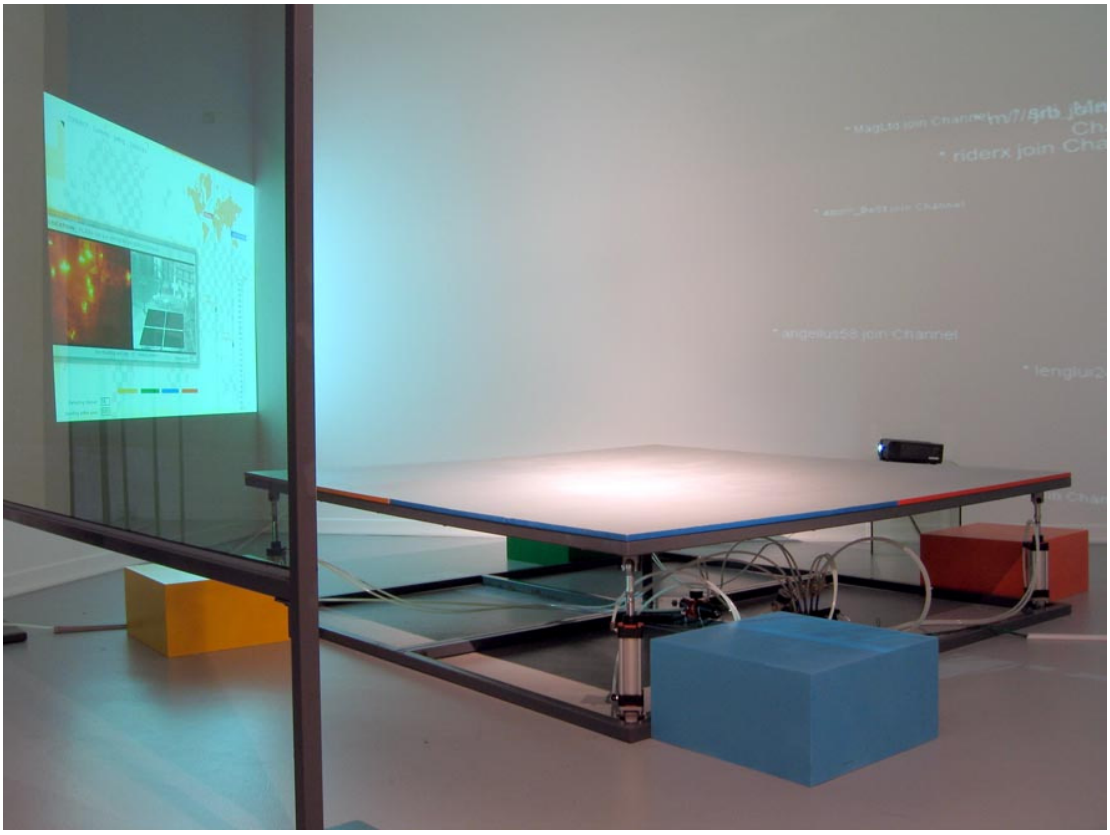
Con esta investigación hemos realizado otro acercamiento en nuestro objetivo de analizar las tecnologías actuales que permiten la representación de entornos reales y virtuales de relación social. Para ello hemos estudiado varios sistemas que serán descritos pormenorizadamente en los siguientes apartados. Estos sistemas cubren un amplio espectro, desde los dispositivos de visión por ordenador, pasando por la emisión de contenidos en red, hasta distintas formas de representación de la información: sistemas robotizados o presentación interactiva de contenidos.

Por otro lado, atendiendo a la clasificación de obras de arte público neomediales presentada en el capitulo segundo de esta memoria, podemos situar *A Central Axis* -como categoría principal- dentro de las propuestas que representan el espacio híbrido. El prototipo resultante de esta investigación consiste en un sistema diseñado para un espacio museístico que interactúa con los datos provenientes de dos espacios remotos; uno físico y otro digital. Esta instalación interactiva hace una representación de estos dos espacios con la intención de que los visitantes al museo puedan interactuar con ellos, creando un espacio público híbrido en el que -al mismo tiempo- se analizan las características más importantes de los espacios físicos y digitales de relación social.

De forma secundaria, esta investigación también puede estar clasificada dentro del grupo de trabajos que reflexionan sobre los nuevos sistemas y modos de comunicación remota surgidos a partir del uso de las nuevas tecnologías. En la descripción de este proyecto el lector podrá encontrar un análisis sobre el peculiar modo de comunicación desarrollado en este proyecto entre las personas remotas y las que interactúan con la instalación; un sistema en el que la información se transforma estableciendo determinados canales mediados de comunicación.

Por último, podemos entender *A Central Axis* como un elemento compuesto por elementos físicos y digitales diseñado con el objetivo de establecer nuevas dinámicas de socialización en el espacio público. Desde este punto de vista también podemos clasificar esta investigación en el apartado de objetos híbridos; a pesar de que ha sido desarrollada para ser expuesta en el espacio museístico, si la situamos la instalación resultante de este sub-proyecto en el espacio público urbano, podemos ver como actúa como un elemento que dinamiza este espacio gracias al uso de estrategias de relación social desarrolladas en un espacio compuesto por la mezcla de elementos físicos y digitales.

4.2 El proyecto *A Central Axis.*



Img. 48. Vista general de la instalación *A Central Axis* en el Singapore Art Museum, agosto 2004

La instalación *A Central Axis* se compone de diversos elementos, cada uno de ellos con una significación diferente, pero complementaria dentro del conjunto global de la obra artística. Para una primera aproximación podemos describirla brevemente como una plataforma móvil situada en el espacio expositivo del museo en Singapur que reacciona a tiempo real ante los movimientos de las personas que caminan por una céntrica plaza de Valencia. De esta manera los visitantes que suben a la plataforma en Singapur experimentan, a modo de balanceo, los movimientos de los transeúntes en España los cuales a su vez desconocen que sus acciones generan esta reacción a más de 10.000 Km., de distancia.

Por otro lado la afluencia de visitas a un canal Chat, elegido azarosamente, genera una información textual que es recogida y vídeo proyectada sobre un muro de cristal-espejo, creando un ambiente envolvente en toda la sala, especialmente en el espacio situado sobre la plataforma. Estos textos se mueven de forma aleatoria simulando los desplazamientos de peces en una pecera y gracias a esto los visitantes subidos a la plataforma pueden interactuar también con estos textos flotantes, interponiéndose en su camino y haciéndolos cambiar de dirección. La plataforma se convierte de este modo en un espacio híbrido desde el que es posible interactuar a través del movimiento y el peso del cuerpo, tanto con el mundo físico como con el mundo virtual, y experimentar diversas sensaciones asociadas a la percepción visual, háptica y al equilibrio.

Entendemos la plataforma como un sistema sensible que se mueve al recibir las acciones que acontecen al otro lado del sistema, gracias a ella hemos transformado una determinada área de la plaza de Valencia en una superficie sensitiva, en cierta medida esponjosa, que ilusoriamente cede al ser pisada; el juego consiste en imaginar el globo terráqueo como un elemento elástico, desde el punto de vista estructural, que puede ser hundido en uno de sus lados transmitiéndose esa deformación a su antípoda. Pero esa deformación es producida en un sistema constituido por un eje central que conecta dos emplazamientos y por lo tanto la superficie situada alrededor de ese eje se inclina sobre el mismo. De esta manera la obra establece un eje imaginario, físico y rígido alrededor del cual simbólicamente se transforma todo el planeta. Pero al mismo tiempo, los usuarios situados sobre la plataforma pueden re-equilibrar su inclinación con su propio peso situándose en el extremo elevado de la misma, estableciendo de este modo un diálogo de equilibrios entre presencias remotas, un diálogo en el que la acción-reacción es un elemento central creando una tensión entre ambos lados del sistema situados en España y Singapur.

A Central Axis pretende ser un sistema mediador entre el mundo real y el digital que permite el intercambio entre parámetros físicos y digitales de comunicación no presencial (Scott, y otros., 1998). Los transeúntes de los espacios relacionales, tanto físicos como digitales, ejercen de motor de interactividad de esta instalación y el espectador que sube a la plataforma actúa de conector sensitivo entre ellos e interactúa

con los dos mundos. En este sentido entendemos *A Central Axis* como un sistema que posibilita la unión de los espacios de relación social físicos y digitales a través de la mezcla de ambos. De esta manera este proyecto se nos presenta como la puesta en práctica de un ejemplo y modelo de espacio publico híbrido, creado con la intención de hacer conscientes a los visitantes a la instalación de la existencia de estos espacios.

Como ya hemos comentado en el capitulo primero de esta investigación, pensamos que las plazas hoy en día ya son un elemento híbrido compuesto por una mezcla entre el tiempo de transmisión (el espacio digital de la información) y arquitectura física. Un ejemplo claro de esto es que la mayoría de las plazas de nuestras ciudades ya son monitorizadas a distancia vía cámaras web, algunas de ellas son públicamente accesibles a través de Internet y otras son observadas por servicios de seguridad. En este contexto pensamos que actualmente ya hay una vinculación bastante generalizada entre los espacios físicos y digitales de relación social.

En *A Central Axis* nos propusimos realizar una representación de esta vinculación híbrida y para ello hemos tomado como ejemplo de espacio público físico la plaza de la Virgen de Valencia. Esta plaza se encuentra situada en el casto histórico de la ciudad y da acceso por uno de sus laterales a la Catedral de Valencia. Nos ha parecido un ejemplo perfecto de este tipo de espacios ya que su diseño actual responde al tipo de transformaciones que se están dando en el espacio público en la actualidad. Pero también resulta importante señalar que su elección es en cierta medida circunstancial, de manera que en lugar de esta plaza pudiera haber sido cualquier otra ya que para este proyecto buscábamos un espacio público genérico donde las relaciones interpersonales se llevaran a la práctica.

Por otro lado como ejemplo de espacio público digital hemos utilizado un Chat que aleatoriamente es seleccionado por un programa informático realizado a tal efecto. Este tipo de espacios responde perfectamente a las necesidades de esta investigación y su elección se basa en entender estos lugares como el reflejo en el mundo de lo digital de los parques y plazas de nuestras ciudades.

Fig. 40. Esquema de relación entre los espacios de relación social

Como ya hemos comentado este proyecto de investigación nace con la intención de analizar el estado de los espacios físicos y digitales de relación social por medio de la observación y el análisis de estos desde el punto de vista de su actividad, de sus formas de uso, de su transito, etc. De esta manera muestra a los visitantes una representación de estos dos espacios y también la actividad que a tiempo real está sucediendo en los mismos. Con ello los visitantes a la instalación pueden tener una idea clara y directa del tipo de uso y las diferencias específicas que se dan en ellos. Mediante la metáfora de un eje que conecta la plaza y el Chat, este proyecto vincula a tiempo real estos dos espacios con el dispositivo central del sistema. De esta manera *A Central Axis* se comporta como un sistema interactivo sensible que responde a los cambios que se están dando de forma remota en los espacios de relación social. Esta instalación es transformado a tiempo real por las acciones remotas de las personas en la plaza o el Chat como metáfora del mundo actual; un mundo sensible en el que cualquier pequeña acción puede tener tremendas repercusiones sin que los agentes que la hayan producido sean conscientes de ello, haciendo, de esta manera, un pequeño homenaje al meteorólogo Edward Lorenz que en los años sesenta describió la teoría del caos en base al efecto mariposa en el clima (Edward, 1963).

En *A Central Axis* las personas que se sitúan en la plaza o en el Chat no son conscientes de que están modificando un sistema interactivo situado en un lugar remoto. De forma paralela los visitantes a la instalación sufren las consecuencias de las acciones remotas de los transeúntes en la plaza y en el Chat, ellos pueden interactuar con estas acciones modificándolas en cierta medida, pero siembre bajo unos márgenes muy limitados. Son victimas, por así decirlo, del sistema en el que se encuentran, engañados bajo la ilusión de una cierta interacción limitada y controlada en la que ellos realmente solo afectan a algunos parámetros de representación del sistema pero no de manera estructural al mismo.

4.3 Análisis de los referentes artísticos de *A Central Axis*

Podemos contextualizar el proyecto *A Central Axis* dentro del arte telemático, este tipo de prácticas artísticas han sido desarrolladas a la par de los avances tecnológicos realizados en el campo de la ingeniería en telecomunicaciones, por lo tanto podemos ver como la evolución de los trabajos en este ámbito ha ido de la mano de los avances tecnológicos. En cierto sentido todo tipo de telecomunicación es una telepresencia, una tecnología que permite a una persona estar presente de alguna manera en un lugar distante, desde este punto de vista el teléfono, vídeo conferencia e incluso el email pueden ser entendidos sistemas de telepresencia. En nuestra investigación utilizamos ciertos recursos de este tipo de tecnología y por lo tanto queremos resaltar en este apartado algunas obras relacionadas con ella y que hemos tomado como referente ante la realización de la misma.

Podemos tomar como ejemplo el trabajo del artista Paul Serman, que activamente ha explorado el arte telemático desde 1980. Las distintas versiones de su obra *Telematic Dreaming* son conocidas como uno de los trabajos más significativos de este campo. Estas piezas consisten generalmente en dos camas o sofás situados en distintas localizaciones geográficas, los usuarios de ambas camas pueden acostarse en las mismas y su imagen es capturada y proyectada verticalmente sobre la superficie de la otra cama a tiempo real. De esta forma describe Paul Sermon la obra:

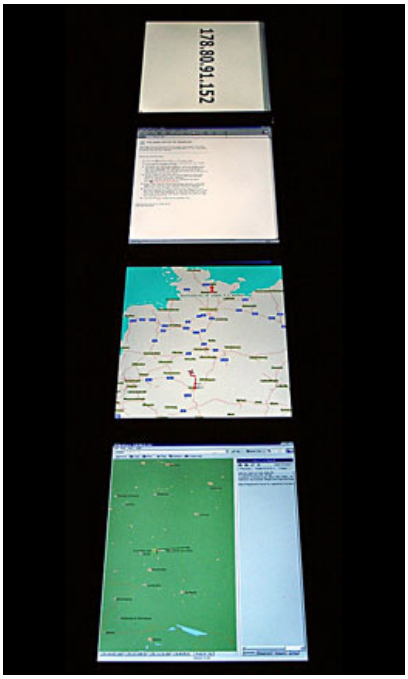
> *Telematic Dreaming deliberadamente juega con las connotaciones ambiguas de la cama como superficie de proyección de telepresencias. La complejidad sicológica de los objetos disuelve la distancia geográfica y tecnológica relacionada en toda la instalación vía ISDN* (SERMON, 1995).

Img. 49. Telematic Dreaming, Paul Sermón, 1995

Podemos considerar *Telematic Dreaming* como una obra paradigmática en el contexto del arte telemático. El resultado de la telepresencia íntima, mantenida por lo usuarios en esta obra, está muy bien conseguido desde el punto de vista de la comunicación y la sensación de presencia y transporte corporal, además estamos ante un ejemplo ya clásico en este tipo de propuestas ya que fue una de los primeros trabajos realizados en este ámbito. Esta obra fue desarrollada en el año 95 y desde entonces un gran número de propuestas en este sentido se han desarrollado hasta la fecha. Actualmente la tecnología y el ancho de banda en las comunicaciones se ha incrementado notablemente permitiendo realizar video conferencias con una cámara web y un ordenador personal o incluso recientemente con teléfonos móviles 3G. *Telematic Dreaming* puede ser entendida en este sentido como una obra que utiliza los avances tecnológicos de su momento que han quedado ampliamente superados solo 10 años después. De esta forma podemos ver como una investigación artística plantea nuevos marcos conceptuales y tecnológicos que al poco tiempo están accesibles de manera global por los ciudadanos, esto es debido principalmente al vertiginoso avance de las tecnologías y su enorme poder de integración en nuestras sociedades.

A Central Axis es una investigación basada en conceptos de telepresencia pero no hemos intentado desarrollarla desde el punto de vista estricto del término, dos personas remotas interconectadas a tiempo real como en el caso de Sermon, sino que hemos entendido este campo de investigación desde un punto de vista distinto. La comunicación en *A Central Axis* se desarrolla en sentido unidireccional ya que los usuarios solo pueden acceder a una parte de la información emitida, obligándoles a adoptar la posición de emisor o receptor, pero no les es facilitada la posibilidad de hacer las dos cosas al mismo tiempo, parodiando con ello los medios de comunicación tradicionales (radio, televisión) donde supuestamente se realiza el acto de comunicación, un acto que por otra parte se encuentra limitado y controlado por el medio.

La obra *Alpha 3.4* realizada por el colectivo Tsunamii.net muestra la información resultante de la monitorización de los movimientos por el espacio físico y el digital. Durante el periodo en el que fue expuesta en la Documenta XI, varios de los miembros de tsunamii.net estuvieron realizando recorridos por el espacio físico de la exposición, a la vez que un programa desarrollado por ellos llamado *webwalker* registraba su recorrido por el espacio digital de un servidor web. Toda esta información era mostrada al público en diversas pantallas.



Img.50. *Alpha 3.4*, Tsunamii.net, 2002

Al igual que en *A Central Axis* esta obra establece una comparación entre los espacios físicos y digitales desde el punto de vista del transito de las personas por los mismos. En *A Central Axis* hemos estudiado cómo los ciudadanos transitan una plaza escogida como paradigma de espacio físico y un canal Chat como ejemplo de espacio digital, pero por otro lado en *Alpha 3.4* el sistema monitoriza los movimientos de los artistas a modo de acto performático; en nuestra investigación este aspecto es un tanto diferente ya que monitoriza a un número indeterminado de personas sin que estas sean conscientes de ello. Por último en *Alpha 3.4* se muestra de manera gráfica los movimientos que los actores realizan a lo largo del día por los espacios físicos y digitales, en *A Central Axis* de manera diferente, muestra el tipo de uso y relación con el espacio que tienen los ciudadanos al transitarlo.

Otra obra significativamente relacionada con nuestra investigación es *VirtuAlive* creada en 1995 por las artistas Nina Sobell y Emily Hartzell. Consiste en un vehículo que los visitantes al museo pueden utilizar, en él los artistas han colocado una cámara web robotizada que es controlada y visualizada a tiempo real por los internautas desde la web del proyecto. Los conductores del vehículo pueden ver en una pequeña pantalla la imagen que en ese momento están emitiendo a Internet; de esta manera se convierten en una especie de chóferes para los usuarios que controlan la cámara desde Internet.

Img. 51. *VirtuAlive,* Nina Sobell y Emily Hartzell, 1995

Tanto en esta obra, como en *A Central Axis,* encontramos un uso creativo de la idea de telepresencia a la vez que, en cierta manera, ésta se encuentra un poco tergiversada. Los usuarios no pueden tener comunicación por medio de mensajes de voz o texto, no se les ha dado la posibilidad de establecer este tipo de comunicación tan práctica a la hora de llevar a cabo un acuerdo entre ellos para la elaboración del recorrido a seguir, tienen por tanto la posibilidad de utilizar un sistema mediado que no tiene como objetivo principal la utilidad y la claridad para el acto de comunicación en sí; por el contrario estamos ante un proyecto de naturaleza artística con otro tipo de intenciones. Se trata más bien de manifestar la no transparencia de los sistemas de comunicación, de interrogarnos sobre los nuevos tipos de relaciones establecidas a partir de esta experiencia y cómo los usuarios establecen nuevos modos de comunicación.

Otra obra bastante relacionada con *A Central Axis* es *Bump* realizada por Christian Smretschnig, Michael Bieglmayer, Roland Graf, Werner Schmid. Ha sido presentada en el aparatado 2.5 de esta investigación como un ejemplo de la clasificación de obras que trabajan con el concepto de comunicación remota. En lo que respecta a las relaciones con *A Central Axis* podemos comentar que desde el punto de vista formal tiene bastantes puntos en común. Destaca sobre todo el hecho de que el peso o la presencia de los visitantes sea tele-transportado entre espacios remotos. En nuestra obra estas presencias son mostradas utilizando una plataforma cuadrada que se balancea sobre su eje central y en *Bump* por medio de una pasarela alargada dividida en peldaños que suben y bajan. También el mecanismo utilizado es similar a nivel tecnológico, ya que las dos obras utilizan cilindros neumáticos. Aunque la mayor diferencia es que en nuestra obra solo tenemos una plataforma y en *Bump* dos pasarelas, impidiendo de esta manera que se produzcan dinámicas de comunicación ya que los transeúntes por la plaza de Valencia, como ya hemos comentado anteriormente, no eran conscientes de sus acciones, en cambio en *Bump* uno de los juegos principales de la obra consiste principalmente en las dinámicas de comunicación que se producen a través de las personas situadas en las dos pasarelas.

4.4 *A Central Axis*: la telepresencia unidireccional como forma de interacción y / o control social.

Podemos definir nuestra instalación como un dispositivo de comunicación telemática unidireccional. Esta comunicación se produce en dos niveles diferentes consistentes en el espacio real y el digital que convergen en el espacio expositivo situado concretamente sobre la plataforma en la sala expositiva del museo de Singapur. Los datos procedentes del espacio público urbano se transmiten al espacio expositivo y generan un lenguaje interactivo susceptible de ser interpretado por el espectador. Lo mismo ocurre con los datos procedentes del espacio digital. Sin embargo esta comunicación no sucede en sentido contrario, nada de lo que el espectador diga o haga en el espacio expositivo tiene repercusión directa en la plaza de Valencia o en el canal Chat.

Los elementos básicos para la comunicación se encuentran en la instalación *A Central Axis* un tanto tergiversados. El emisor/es envía el mensaje comunicativo prescindiendo de la expresión verbal (ya sea oral o escrita) o corporal con el receptor. Ni siquiera tiene conocimiento de estar participando en un proceso de comunicación y de que al caminar por un determinado lugar o al entrar o salir a un Chat está enviando un mensaje a un museo situado en Singapur. Es el acto de pisar una determinada área en una plaza de Valencia o entrar o salir en un Chat lo que genera el mensaje que es transmitido a través de Internet hacia nuestra instalación.

El receptor por su parte recibe simultáneamente los mensajes generados por múltiples emisores desde distintos puntos y puede interactuar con ellos a través del movimiento de sus manos, de su peso y de la posición de su cuerpo. Sin embargo su respuesta a estos mensajes no es transmitida y por tanto no llega de vuelta al emisor. La comunicación se queda en este punto limitada a la interacción con el dispositivo. Una interacción controlada y reducida por una serie de posibilidades que no alteran significativamente el dispositivo, sino que más bien lo modifican a nivel de su apariencia temporal y circunstancial. De esta manera los visitantes en la sala de exposiciones pueden sentir la ilusión de una falsa interacción debido desde la escasa repercusión y la superficialidad de la misma.

De este modo Internet actúa de canal de comunicación por el que son transmitidos los mensajes procedentes de los dos espacios monitorizados, tanto el físico como el digital y los hace llegar a la sala de exposiciones. Este canal ha sido manipulado (a través de un software realizado a tal efecto) para traducir los mensajes enviados por los emisores en un tipo específico de datos. El receptor por tanto no recibe el mensaje íntegro, tal y como lo creó el emisor, sino que un filtro situado en el canal de comunicación altera estos mensajes según unos propósitos determinados y los convierte en impulsos eléctricos (que abren o cierran unas electro-válvulas y por tanto mueven la plataforma) y/o en textos proyectados. Nuestra instalación actúa en cierta medida como un protocolo de comunicación que convierte los datos procedentes de Valencia y del Chat en sintagmas de un nuevo lenguaje interactivo, compuestos de impulsos, movimientos y palabras proyectadas.

Desde otro punto de vista podemos cuestionarnos si la interacción unidireccional que se da en nuestra obra, vista desde el concepto de *telepresencia,* se puede considerar realmente interactiva. En este sentido la interacción ha de ser reciproca ya que esto permite que los usuarios intercambien información en un acto de comunicación, obligando por ello a que la interacción sea bidireccional. En *A Central Axis* hemos creado un tipo de interacción bastante degradada ya que, aunque los visitantes en la exposición puedan sentir que están afectando al sistema, estas modificaciones son anecdóticas para el mismo. Por lo tanto esta obra se sitúa entre los límites de la interacción y la telepresencia, cuestionando el acto comunicativo que se da en ella.

También queremos comentar la relación que se establece en *A Central Axis* con el estado de control social basado en la televigilancia y el telecontrol en el que nos encontramos en la actualidad. En nuestra instalación podemos observar remotamente el comportamiento de los transeúntes de la Plaza de la Virgen en Valencia, gracias a la conexión a una de las cámaras que la Oficina Valenciana de Turismo utiliza para promocionar la ciudad. Estas cámaras emiten, de forma abierta y continua las 24 horas del día en Internet, vistas panorámicas de varios cientos de enclaves turísticos de la Comunidad Valenciana.

En este contexto el aumento de dispositivos tecnológicos de visión y emisión de imágenes estáticas o en movimiento ha sido exponencial en los últimos años debido principalmente al aumento de la sensación de inseguridad ciudadana, al abaratamiento del precio de estos dispositivos y a la mejora de sus capacidades técnicas. En estos momentos estamos totalmente habituados a la constante presencia de dispositivos electrónicos de captura de imágenes como cámaras de vigilancia, cámaras de vídeo o de fotos. En relación a esto podemos citar el festival Ars Electronica celebrado en 1998 en el que el tema fue "InfoWar", en él se trataron temas como la importancia de la información, el control de la comunicación, la monitorización, la vigilancia y terrorismo electrónico. La descripción de la obra *Big Father* del artista Simon Penny expuesta en este festival ese mismo año comenta en este sentido: *durante los últimos veinte años, se ha desarrollado un nuevo sistema global de comunicación digital compuesto por satélites, fibra óptica, cable axial y redes de ordenadores… cualquier puerta de información electrónica conectada en este sistema se convierte en un órgano del mismo. Este sistema de órganos opera en un basto rango de escala, desde la galaxia (satélites que observan el espacio y observatorios de base), hasta el globo terráqueo (satélites que miran a la tierra), lo local (sistemas de video vigilancia), lo personal (tecnologías de imagen médica), y el microcosmos (escáneres, microscopios de electrones)* (Penny, 1998).

Las consecuencias de este nuevo sistema global de comunicación son enormes y como muestra de ello han cambiado nuestra forma de concebir el espacio público; en buena medida somos conscientes de la dificultad que supone tener intimidad en él, nos sentimos observados y posiblemente grabados y visualizados a distancia. Esto mismo sucede, por citar un ejemplo, en la mayoría de avenidas, calles y carreteras debido al gran número de centros de control de tráfico. Como respuesta a este paradigma los ciudadanos nos comportamos en todo momento con una inconsciente y asumida discreción basada en un comportamiento políticamente correcto en el estrecho margen permitido por las normas de control social.

4.5 Descripción técnica

Para una mayor comprensión de como nuestra instalación juega con los conceptos relatados anteriormente, vamos a describir de manera detallada cada uno de los elementos principales que componen la obra y su funcionamiento. Estos elementos podemos clasificarlos también como físicos -aquellos con presencia palpable en la sala expositiva- y digitales, entendiendo como tales el software y los códigos de programación utilizados. Elementos físicos y digitales se combinan generando un dispositivo de interacción multiusuario dinámico y sensible.

Desde un punto de vista de diseño de la interfaz de la obra nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

- Que reflejara claramente los contenidos de la obra y el sistema de interacción de la misma. Ya que uno de los objetivos generales para la realización de esta investigación fue el de estudiar los comportamientos y formas de uso del espacio público, creemos fundamental expresar estos resultados de la forma más clara y didáctica posible.

- Que fuera multiusuario. La interacción y visualización de la obra por parte de los visitantes fue pensada para que fuera realizada en grupo. Como la monitorización de la actividad remota en la plaza y en el chat se realizaba en grupo, creímos conveniente que el acceso a esa información también se realizara de la misma manera. De esta forma los usuarios de las tres entidades que forman *A Central Axis*: la plaza, el chat y la instalación en el museo, acceden a la ellas bajo el mismo tipo de situación.

- Que fuera robusta. Debido a que la obra resultante debía de ser expuesta en el Singapore Art Museum por el periodo de un año y que se trata de un sistema interactivo compuesto por ciertos elementos robotizados, esta obra debía ser resistente al paso del tiempo y a la interacción con los visitantes.

4.5.1 Plataforma móvil

Consiste en una estructura poliédrica de metal sobre la que hemos situado una plancha de madera. Las dimensiones de esta estructura son 2350 x 2350 x 600 mm. Las aristas laterales de esta figura están compuestas por cilindros neumáticos lo que nos permite variar la altura de cada uno de ellos y por tanto mover (inclinar) la base superior de este prisma rectangular (la plataforma de madera).

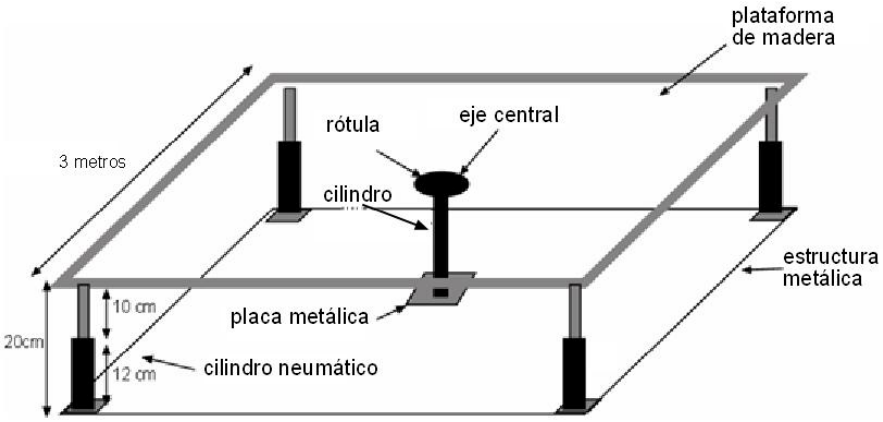
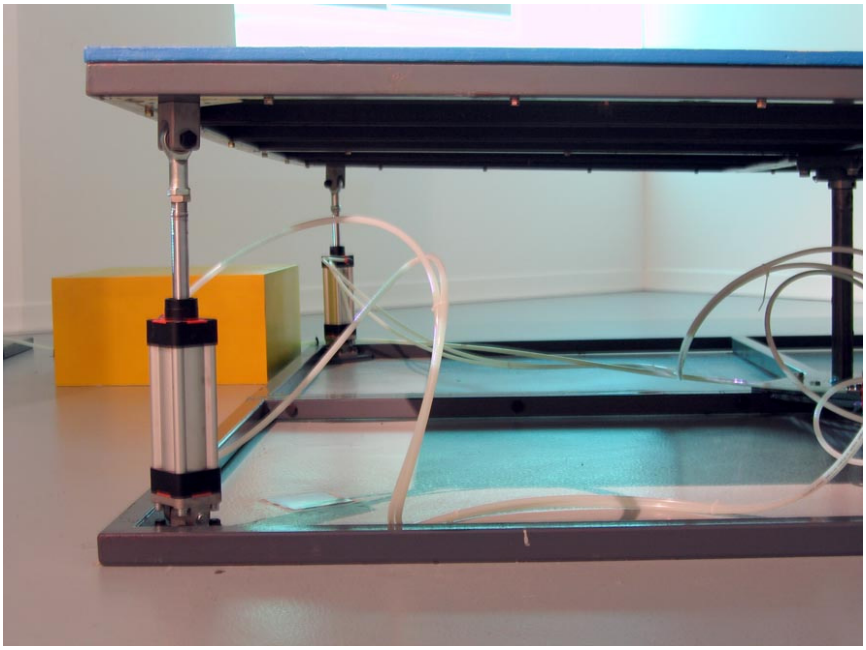
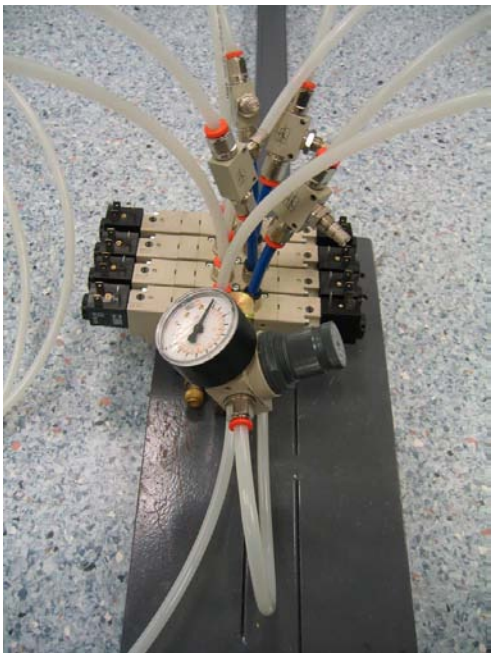


Fig. 41. Esquema estructural de la plataforma



Img. 52. Imagen de detalle de la plataforma y los cilindros neumáticos

Cada uno de estos cilindros neumáticos esta unido mediante tubo de poliuretano a un dispositivo electrónico situado en la parte inferior de la plancha de madera en el que hemos colocado ocho electro-válvulas. Cada cilindro está unido por tanto a dos electro-válvulas y el conjunto de este sistema esta unido también mediante tubo de poliuretano a un compresor de aire situado a cierta distancia del espacio expositivo. Un sistema de relés controlado por ordenador nos permite intervenir en la apertura o cierre de estas electro-válvulas y por tanto en la inyección o extracción de aire de cada uno de los cilindros neumáticos, lo que conlleva el aumento o la disminución de su longitud vertical y por tanto el movimiento de la plataforma siguiendo una u otra inclinación.



Img. 53. Sistema de electro-válvulas

Hemos determinado una altura media inicial para los neumáticos (y por tanto para la plataforma). A partir de esa dimensión pueden disminuir hasta la altura mínima o crecer hasta la máxima permitiendo distintos tipos de movimientos. En el interior de este prisma cuadrangular, uniendo los centros geométricos de las bases, hemos situado una de las partes esenciales de esta plataforma, a partir de la cual el conjunto del proyecto a heredado el nombre. Un eje central de hierro, sobre el que descansa una rotula mecánica está unido a la parte inferior de la estructura, sobre la que se encuentra la plancha de madera.

Img. 54. Eje central y rótula

Esto nos permite inclinar la plataforma hacia uno u otro vértice de manera progresiva, reduciendo las tensiones entre los vértices opuestos a la dirección del movimiento. Los usuarios que se suben a la plataforma pivotan sobre este eje central haciendo descender uno de los vértices y elevando el contrario.

Para controlar a través del ordenador dicha inclinación hemos realizador un pequeño programa en C++ que controla la tarjeta de actuadores Cebek Centronics de 8 reles. Este programa recibe la información de otro software que detecta el movimiento de las personas al pasar por la plaza de la Virgen en Valencia. Hemos escogido dicho controlador ya que necesitamos 8 relés, pues cada uno de los cilindros neumáticos tiene una entrada y una salida de aire y -puesto que hay cuatro cilindros en la plataforma- con 8 relés podemos controlar todas estas entradas-salidas. La potencia de la señal eléctrica de salida que tiene cada relé es de 5 Amperios y como para poder inyectar el aire comprimido a los cilindros neumáticos es preciso abrir o cerrar una electro-válvula, fue necesario colocar un transformador intermedio que aumentara dicha potencia hasta 24 Voltios y 12 Amperios, para que de esta manera los relés de Centronics pudieran abrir y cerrar las electro-válvulas y estas a su vez inyectar o extraer aire a los cilindros neumáticos.

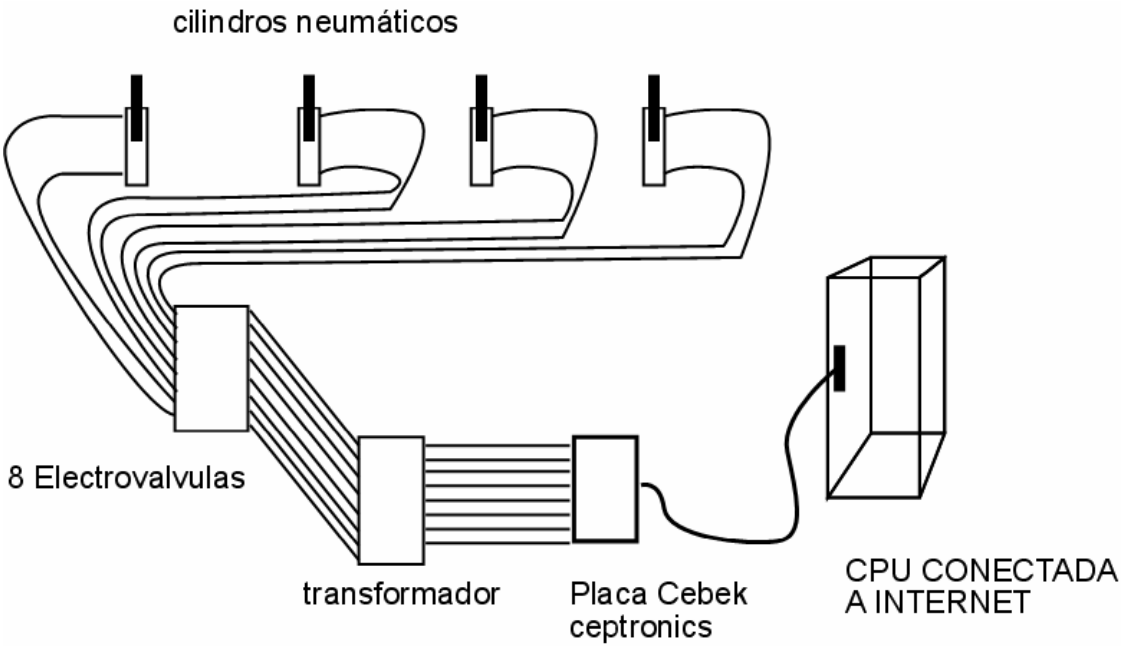


Fig. 42. Esquema técnico de la plataforma

Hemos diseñado un sencillo protocolo de comunicación con la intención de pasar la información del sistema de *tracking* de la web cam situada en Valencia al software controlador del actuador 8 relés de Cebek. Para ello tomamos la metáfora de un Byte ya que está compuesto por cuatro bites que pueden tomar valores de 1 ó 0 (abierto o cerrado) para relacionarlos con las posibles composiciones de valores y determinar una respuesta del actuador distinta en cada uno de los casos. Cada vez que un usuario cruza la plaza de Valencia, el sistema de visión por ordenador envía un Byte al sistema actuador, de esta manera cada uno de sus cuatro bites está relacionado con un cilindro que puede estar activo o pasivo independientemente. Para ello los cuatro bites de un Byte están ordenados según su posición en la cadena basada en los siguientes valores Byte [bite 1 (valor 0 ó 1), bite 2 (valor 0 ó 1), bite 3 (valor 0 ó 1), bite4 (valor 0 ó 1)].

1-2-3-4	Orden de escritura de los binarios

Fig. 43. Orden de escritura de los binarios

En las siguientes tablas podemos ver una descripción pormenorizada del protocolo de comunicación.

Bite 1 relacionado con Cilindro LEFTTOP	Bite 2 relacionado con Cilindro RIGHTTOP
Bite 3 relacionado con Cilindro LEFTDOWN	Bite 4 relacionado con Cilindro RIGHTDOWN

Fig. 44. División de los cuatro sectores de la plataforma y numeración de los cilindros

Por otro lado el valor de los dígitos es el que se muestra en el siguiente cuadro.

1	ACTIVO
0	NO ACTIVO

Fig. 45. Valores de los dígitos

A continuación presentamos la tabla de correspondencias del protocolo diseñado. En él se pueden ver todos los valores que son aceptados por el mismo y también la función atribuida a cada uno de esos valores.

Protocolo entre los programas de visión por ordenador y controlador de la plataforma	
1111	CENTRADO
0000	CENTRADO
1001	CENTRADO
0110	CENTRADO
1110	LEFTTOP UP & RIGTHDOWN DOWN
0111	RIGHTDOWN UP & LEFTUP DOWN
1011	LEFTDOWN UP & RIGHTUP DOWN
1101	RIGHTTOP UP & LEFTDOWN DOWN

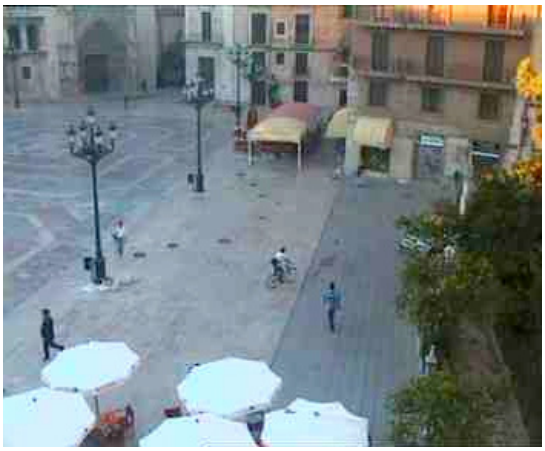
1000	LEFTTOP UP & RIGTHDOWN DOWN
0100	RIGHTTOP UP & LEFTDOWN DOWN
0010	LEFTDOWN UP & RIGHTOP DOWN
0001	RIGHTDOWN UP & LEFTOP DOWN
1010	LEFTTOP + LEFTDOWN UP & RIGHTTOP + RIGHTDOWN DOWN
0101	RIGHTTOP + RIGHTDOWN UP & LEFTOP + LEFTDOWN DOWN
1100	LEFTTOP + RIGHTTOP UP & LEFTDOWN + RIGHTDOWN DOWN
0011	LEFTDOWN + RIGHTDOWN UP & LEFTTOP + RIGHTTOP DOWN

Fig. 46. Protocolo entre los programas de visión por ordenador y controlador de la plataforma

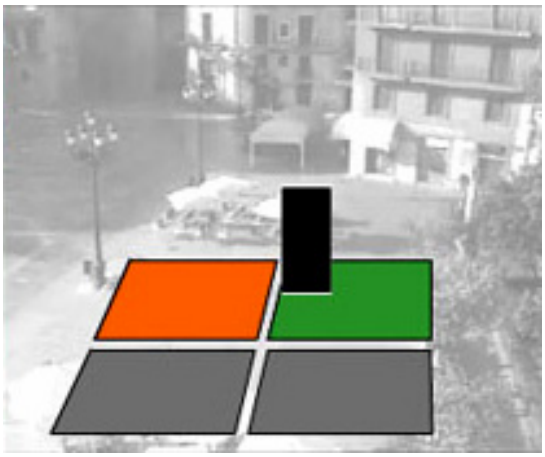
4.5.2 Sistema de detección de movimiento

Los movimientos de la plataforma responden, como decíamos anteriormente, a los movimientos de los transeúntes en la plaza de la Virgen de Valencia. Para detectar estos movimientos y transmitirlos hasta Singapur nos hemos servido de una tecnología de uso muy habitual en nuestros días: una web cam y su transmisión en directo vía streaming broadcasting a través de Internet. Esta web cam pertenece a una red instalada por la oficina de turismo de Valencia en diversos puntos de la ciudad con la intención de ofrecer imágenes a tiempo real a cualquier persona interesada y en cierta manera turista potencial. Es por tanto una información pública y de acceso libre y gratuito que podemos encontrar con bastante asiduidad en la red Internet.

De la imagen global que nos ofrece esta web cam hemos seleccionado una pequeña área (un cuadrado) que se corresponde en dimensiones proporcionales con la plataforma física situada en Singapur. Este cuadrado lo hemos dividido a su vez en cuatro partes (correspondientes con los cuatro vértices del cuadrado).



Img. 55. Imagen procedente de la web cam



Img. 56. Representación gráfica del sistema de de detección del movimiento

Por medio de un software desarrollado específicamente para esta instalación podemos saber en que momento alguien atraviesa cada una de estas zonas y por tanto obtener una serie de datos que nos permiten inyectar o extraer aire de los cilindros neumáticos y hacer que la plataforma se mueva. La imagen de la web cam nos ofrece información visual sobre la plaza y las personas que la circulan y el área seleccionada

nos permite establecer las coordenadas necesarias para inclinar la plataforma hacia uno u otro vértice dependiendo del cuadrante por el que sea atravesada por los transeúntes.

Acto seguido un pequeño programa encapsula un Byte según el protocolo anteriormente detallado y lo envía al sistema de relés que controla la apertura de las electro-válvulas para gestionar la cantidad de aire en el interior de los cilindros neumáticos.

4.5.3 Sistema de rastreo en el Chat IRC

Al igual que hemos diseñado un sistema para detectar las idas y venidas de los transeúntes en un espacio físico, (la plaza de Valencia) hemos hecho lo mismo para obtener un registro de las personas que entran y salen de un espacio digital (un Chat). A través de un pequeño programa cliente que se conecta a un canal IRC (Internet Relay Channel) entramos a un Chat y descargamos parte de la información que podemos encontrar en él. De toda esta información solamente nos interesa la relativa a la conexión-desconexión (entrada - salida) de usuarios al canal, ya que esto nos indica el tránsito, la afluencia de personas a este espacio público digital de relación social.

Esta información, reducida por tanto a frases del tipo: *QERQ## join the channel* o *qurhfyy55%% leaves the channel*, pasa a formar parte de un archivo de texto que utilizamos para proyectar sobre la pantalla de cristal.

Img. 57. Información procedente del IRC proyectada sobre la pantalla transparente

4.5.4 Pantalla de proyección transparente

Este es un elemento muy importante dentro de la obra *A Central Axis*. Consiste en una estructura de metal que sirve de soporte a una lámina de cristal de 260 x 200 cm. La altura total del dispositivo es de 300 cm, exactamente la altura del espacio expositivo por lo que se percibe como un gran muro transparente. El cristal que hemos utilizado es una combinación de vidrio transparente y espejo que, dependiendo de la situación y la dirección de la fuente lumínica, podemos ver a través (cristal transparente) o nos vemos reflejados (espejo). Esta doble cualidad nos permite jugar con la luz ambiental para obtener una proyección de video de calidad sobre una superficie transparente. Esta pantalla se encuentra situada delante de la plataforma móvil, de tal manera que tanto los visitantes subidos a la plataforma como los que se encuentran al otro lado del cristal pueden ver la proyección y al mismo tiempo lo que hay al otro lado del cristal.

Esta superficie nos proporciona además reflejos múltiples de los textos proyectados en las paredes de la sala que generan un efecto de repetición tridimensional, es decir los textos se repiten orientados en distintas direcciones y con distintas perspectivas. Este efecto es de una gran belleza e introduce visualmente al espectador en un ambiente híbrido donde los textos le rodean flotando y moviéndose en distintos planos.

Img. 58. Pantalla de proyección transparente

4.5.5 Sistema de detección de movimientos en la plataforma

Una vez el visitante se encuentra subido en la plataforma, interactuando con la presencia de los transeúntes en el espacio público de Valencia, puede también interactuar mediante su propio movimiento con los datos procedentes del Chat. Alojada en el marco superior de la estructura de metal que soporta la pantalla de proyección hemos colocado una mini cámara. Con la imagen que esta cámara nos ofrece, hemos diseñado un sistema de detección de movimientos que nos permite saber en que posición exacta se encuentra el usuario subido a la plataforma y en consecuencia alterar la proyección de los textos. Cuando nuestro sistema de detección localiza al usuario desplaza los textos proyectados de tal modo que nunca se superpongan a la silueta del usuario sino que lo esquivan, lo rodean y rebotan con él. Este sistema, de gran simplicidad, permite a los espectadores introducirse en un ambiente de realidad aumentada donde sus actos en el mundo físico tienen repercusión en el ambiente digital de textos flotantes.

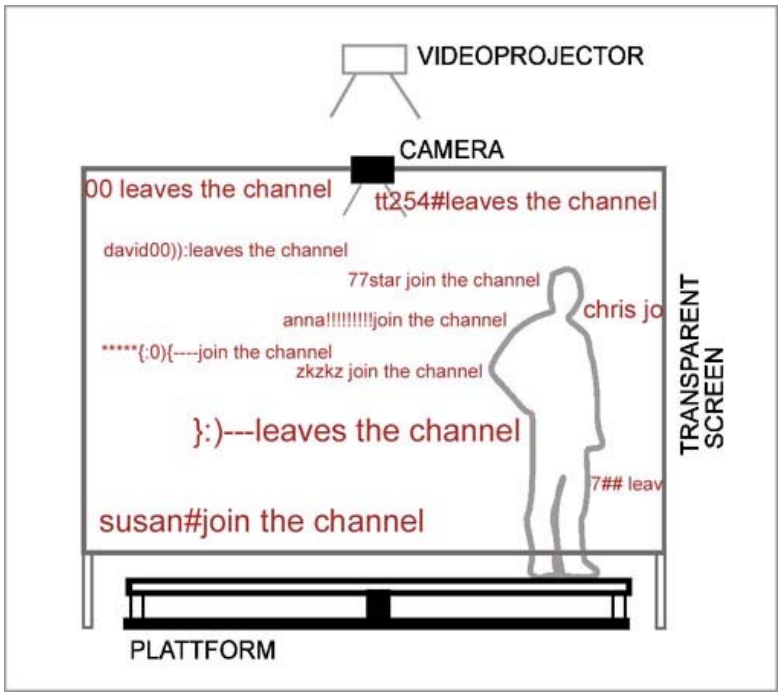
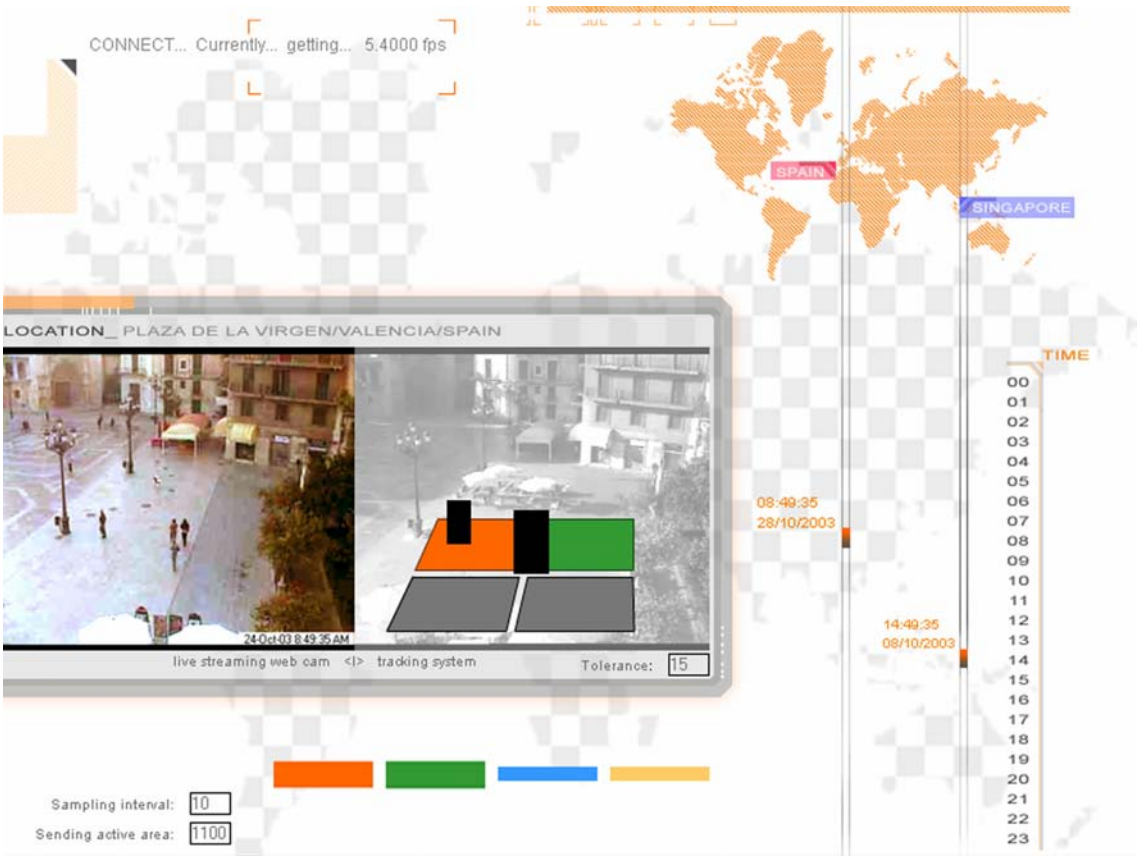


Fig. 47. Sistema de detección de movimientos

4.4.6 Interfaz gráfica

Para facilitar la comprensión de la obra, a la vez que complementar su apariencia estética, hemos diseñado una interfaz gráfica que se proyecta sobre una de las paredes de la sala y que ofrece información visual clara y sencilla sobre los espacios de actuación.



Img. 59. Interfaz gráfica proyectada en la sala junto a la plataforma

A la derecha encontramos un pequeño plano del mundo donde se localizan España y Singapur unidos por un eje ficticio. Estas localizaciones nos ofrecen la información horaria a tiempo real de manera que el usuario puede observar claramente el desfase horario entre los dos países (6 horas en verano y 7 en invierno). La actividad de la plataforma desde el punto de vista de la frecuencia de sus movimientos depende del momento del día en España, y por lo tanto, será muy distinto subirse a ella durante la mañana o la noche.

En esta proyección se puede ver también la imagen en directo que nos ofrece la web cam desde España y a su lado una representación grafica del sistema de detección de movimiento en el que –como ya hemos comentado- cuatro zonas delimitadas que se activan al ser cruzadas por los transeúntes en Valencia. De esta manera el usuario puede relacionar fácilmente los movimientos de la plataforma con lo que está sucediendo en la plaza de Valencia y por tanto interactuar de manera intencionada con la obra, colocándose en uno u otro vértice de la misma.

5. *A TRIP AROUND A MAGIC PUZZLE:* EL JUEGO DE MESA Y LA REPRESENTACIÓN POR MEDIO DE REALIDAD AUMENTADA DE LOS *ESPACIOS HÍBRIDOS DE RELACIÓN SOCIAL*

CUADRO REFERENCIAL DEL SUB-PROYECTO	A TRIP AROUND A MAGIC PUZZLE
OTROS COLABORADORES EN LA INVESTIGACIÓN	Clara Boj, Adrian David Check, Xu Ke, Liu Wei
FINANCIACIÓN	- Mixed Reality Lab, National University of Singapore, 2.000 € - Singapore Art Museum, 1.000 €
EXPOSICIONES PÚBLICAS	- septiembre 2003 - septiembre 2004, "C.A.S.T Convergences between Art, Science and Technology", Singapore Art Museum, Singapore - Enero 2004. Concurso Beep. Palau Robert, Barcelona - Mayo 2004. Exposición Murcia Joven 2004, Casa Díaz Casou, Murcia
PREMIOS Y SELECCIONES	- Primer Premio Murcia Joven 2004. 6000 € - Seleccionada en el Primer Concurso Internacional Beep Art de arte interactivo
PUBLICACIONES	- Diaz, D., Boj, C., David, A., y Xu, K., A trip Around a Magic Puzzle, National University of Singapore, Singapore, 2003 - Diaz, D., Boj, C., David, A., y Xu, K., "A Trip Around a Magic Puzzle" en *ISEA 2004. 12th International Symposium on Electronic Art*, Publicación on line. http://www.isea2004.net/mainframe.php?id=proceedings, Helsinki, 2004

Fig. 48. Cuadro referencial del sub-proyecto *A Trip Around*

5.1 Contextualización de *A Trip Around a Magic Puzzle* en el marco de la investigación.

Siguiendo la línea de los demás sub-proyectos, esta investigación mantiene como finalidad realizar una representación simbólica de los espacios híbridos existentes en nuestras ciudades. Como hemos visto en el primer apartado de esta memoria, estos espacios se caracterizan por ser un lugar generado a partir de la mezcla de los espacios de comunicación físicos y digitales. Podemos imaginarlos como un sistema constituido por una doble arquitectura: una física y estática, y otra de naturaleza digital y dinámica que habita en el espacio de lo virtual pero que se encuentra en cierta medida superpuesta a la primera, pudiendo realizar toda suerte de composiciones.

De forma paralela hemos analizado las diferentes tecnologías actuales desde el punto de vista de su eficacia como herramientas para la representación y la interacción en los espacios híbridos. A partir de este análisis y con la intención de facilitar la comprensión de este tipo de espacios donde las arquitecturas físicas y digitales se entremezclan, nos planteamos su representación utilizando la tecnología de realidad aumentada. Esta tecnología fue desarrollada por primera vez en el año 1996 por el laboratorio del *Human Computer Interaction* de la Universidad de Washington, sus autores describen los objetivos que les han llevado a desarrollarla de la siguiente manera: *Como los ordenadores han llegado a ser más ubicuos e invisibles, necesitamos nuevas interfaces que borren la línea entre realidad y virtualidad y permitan a los usuarios moverse fácilmente entre los dominios físicos y digitales* (Billinghurst, y otros., 2001).

Creemos que este tipo de tecnología nos permite representar de manera muy eficiente nuestra idea de cómo los espacios y canales de comunicación físicos y digitales constituyen los espacios híbridos de relación social. A continuación resaltamos los principales motivos que nos han llevado a elegir dicha tecnología:

- La realidad aumentada permite visualizar la mezcla de objetos físicos y digitales bajo las leyes de la perspectiva lineal renacentista. Por lo que se obtiene una lograda sensación de presencia de dichos objetos en el entorno físico.

- Las imágenes resultantes del uso de esta tecnología se obtienen a tiempo real, permitiendo visualizar los espacios híbridos y sus modificaciones con gran eficacia.

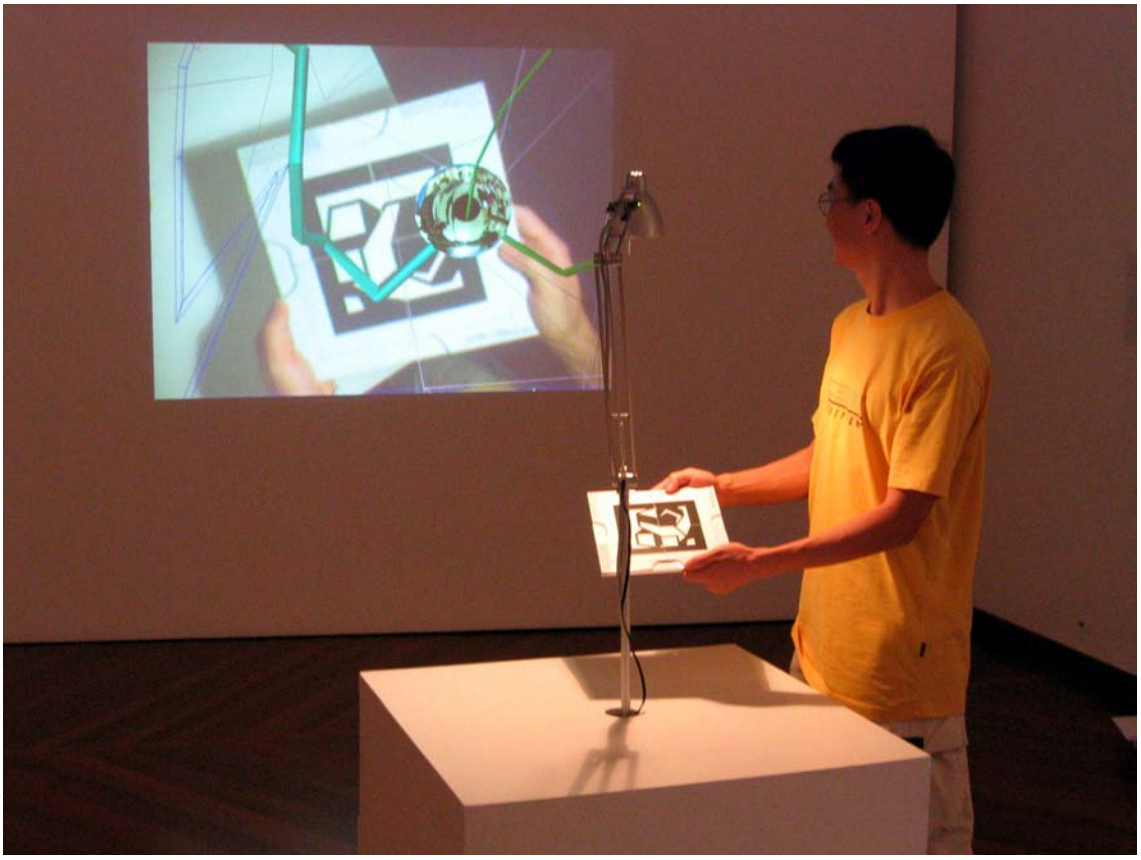
- Las aplicaciones son interactivas y permiten la manipulación de objetos virtuales. Podemos desplazarlos en el espacio, rotarlos, eliminarlos, clonarlos, crearlos, etc, y también estos objetos pueden interactuar entre ellos.

- El entorno de ejecución es tridimensional. Por lo que en principio podemos utilizar todos los recursos audiovisuales desarrollados para los entornos de videojuegos digitales en tres dimensiones.

Junto a estos motivos, nos planteamos modificar una interfaz de juego de mesa para adaptar dispositivos de juego tradicional a las nuevas tecnología. Bajo una concepción similar a la investigación desarrollada en el sub-proyecto *Zona de Recreo*, en este caso pretendemos aumentar las características de un elemento tradicional de juego basado en los puzzles. El objetivo de dicha transformación fue comprobar cómo afecta a los usuarios la percepción de la tecnología cuando está asociada a recursos comunes que no mantienen relación directa con ese imaginario tecnológico; estamos acostumbrados a que los nuevos avances tecnológicos sean implementados en dispositivos de última generación creados con llamativas líneas de diseño, pero nosotros hemos optado por la mezcla de tecnologías de última generación con interfaces basados en juegos tradicionales.

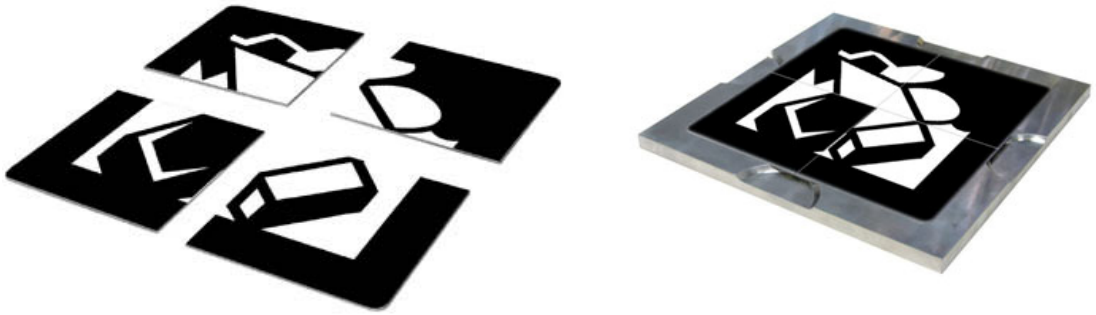
En base a esta modificación de elementos tradicionales de juego, podemos clasificar este sub-proyecto dentro del apartado de objetos híbridos descrito en el capítulo segundo de esta memoria. Estamos pues ante un ejemplo de proyecto de investigación sobre arte público neomedial que crea nuevos objetos híbridos especialmente diseñados para ser insertados en el espacio público con la finalidad de establecer nuevas capacidades de socialización en estos espacios. Si analizamos *A Trip Around* desde el punto de vista de los contenidos que representa, lo podemos clasificarlo también -de forma secundaria- dentro del grupo de trabajos que realiza una representación del espacio híbrido.

5.2 El proyecto *A Trip Around a Magic Puzzle.*



Img. 60. *A Trip Around* en el Singapore Art Museum, Septiembre 2003

Podemos entender *A Trip Around* como una interfaz tangible que nos permite controlar la navegación por un entorno de realidad aumentada. El elemento central de esta instalación es un puzzle construido a partir de una plancha cuadrada de aluminio de unos 20 centímetros de lado y 8 milímetros de grosor. En su parte interior hay una hendidura de 4 milímetros de profundidad destinada a alojar las cuatro piezas del puzzle, de esta manera podemos intercambiar su posición y también su cara de visualización.



Img. 61. Imágenes de detalle de las cuatro piezas y vista general del puzzle

Este tipo de estructura nos recuerda a los tableros de juego de mesa y está diseñada para que los usuarios lo cojan y lo muevan libremente por el espacio expositivo. Concretamente, los usuarios deben colocar el puzzle dentro del área de grabación de una cámara web situada a cierta distancia de la mesa donde el puzzle está situado. La cámara está insertada en el extremo superior de un flexo que a la vez sirve para iluminar el puzzle.

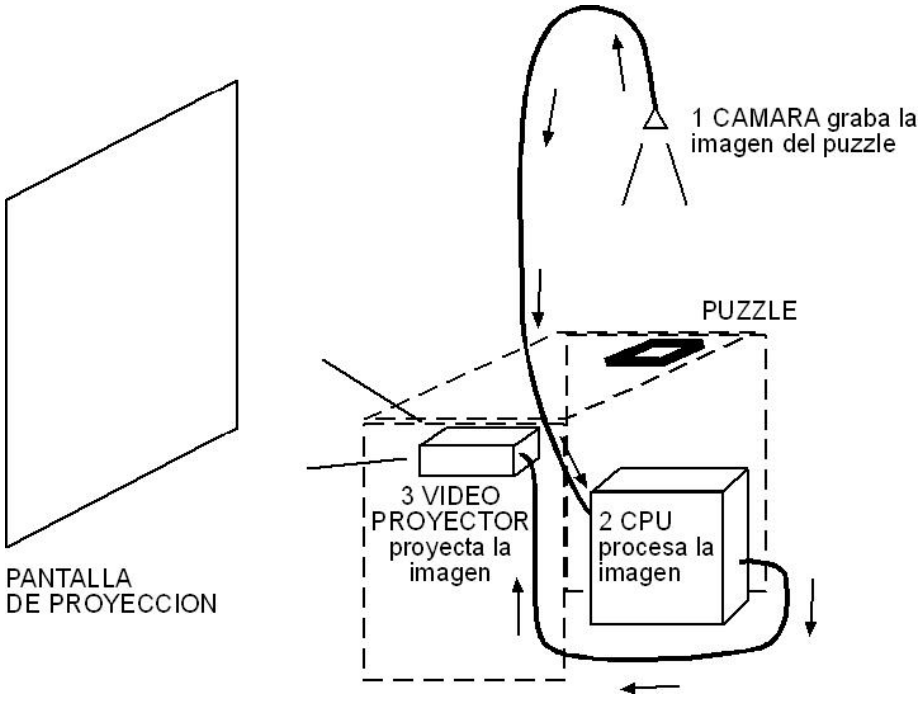


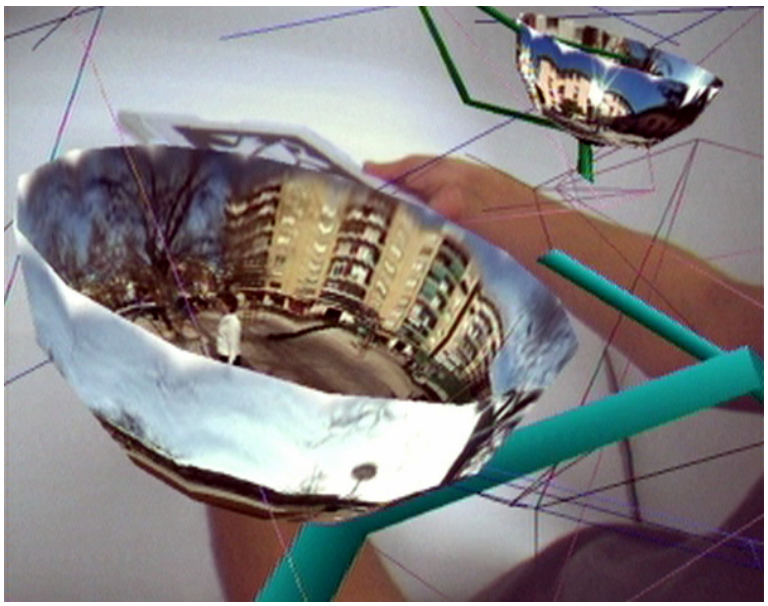
Fig. 49. Esquema de instalación

Gracias a esta distribución los visitantes pueden mover y girar el puzzle libremente debajo del área de grabación de la cámara y de esta manera ver -en la imagen proyectada sobre una pared cercana- la construcción tridimensional de realidad aumentada. De esta manera creamos un circuito cerrado en el que el usuario puede fácilmente identificar sus propias manos proyectadas sujetando el puzzle. Pero además los usuarios pueden ver en la imagen ciertos elementos 3D superpuestos al puzzle de forma que se produce un efecto de cierta sorpresa y magia; si el usuario observa directamente el puzzle físico no ve los objetos virtuales, pero si mira la proyección ve a tiempo real sus manos sujetándolo y a la vez que gira o mueve éste objeto observa cómo los elementos virtuales también se mueven dando la sensación de que realmente se encuentran situados sobre el puzzle. Este es el efecto más sorprendente que produce la tecnología de realidad aumentada, un tanto difícil de comprender si no se ha experimentado antes, pero que básicamente crea la ilusión de que elementos virtuales están presentes en el mundo real y reaccionan a determinados estímulos.

La elección de un puzzle como interfaz para este proyecto ha sido motivada principalmente porque queríamos establecer una relación metafórica entre la idea de puzzle y la cartografía de las ciudades contemporáneas. En este sentido, entendemos el puzzle como una interfaz social (Pamela, 2005) que representa un sistema fragmentado, compuesto por piezas intercambiables entre si y la arquitectura de las ciudades contemporáneas, como un espacio compuesto de fragmentos conectados a través de redes de comunicación. También, otro motivo que nos ha llevado a la elección de un puzzle como interfaz de juego, ha sido el introducir un elemento interactivo extraído de la herencia cultural de los juegos de mesa en las nuevas investigaciones desarrolladas en el campo de la realidad aumentada. De esta manera, establecemos un sistema de juego con múltiples posibilidades de interacción, ya que el usuario pueda modificar la disposición de las piezas y con ello variar el resultado final de la obra, además esta interacción puede ser desarrollada en solitario o en grupo por lo que la experiencia de juego puede ser enriquecida en este sentido.

Img. 62. Secuencia de imágenes cambiando la posición de las piezas del puzzle

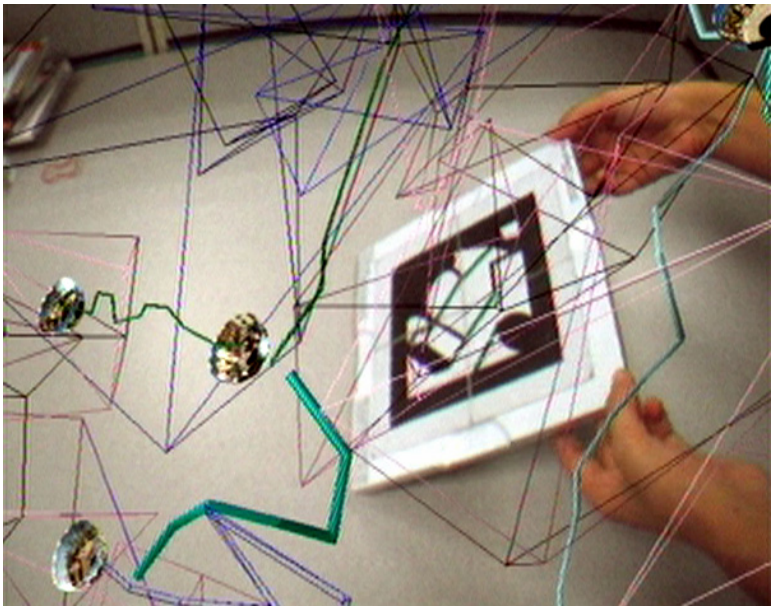
Como ya hemos comentado, los elementos virtuales generados en *A Trip Around* corresponden a la representación simbólica de los espacios híbridos donde actualmente se desarrolla la comunicación, para ello hemos creado un entorno 3D compuesto por una serie de estructuras arquitectónicas digitales que representan redes de comunicación y unen diferentes áreas de relación social físicas y digitales. En esta compleja estructura encontramos diferentes parques que actúan como elementos representantes de los espacios públicos urbanos.



Img. 63. Imagen de los parques compuestos por video 360º

Al igual que en la pieza *Zona de Recreo,* utilizamos video digital 360º pregrabado de algunas plazas y jardines de la ciudad de Valencia. Para adaptar esta imagen 2D al entorno 3D hemos mapeado la imagen vídeo de los parque a la mitad

inferior de una esfera, de tal manera que se produce una corrección de la desviación óptica producida por la lente 360º. Con ello hemos desarrollado un nuevo sistema de visualización basado en realidad aumentada del tradicional panorama.



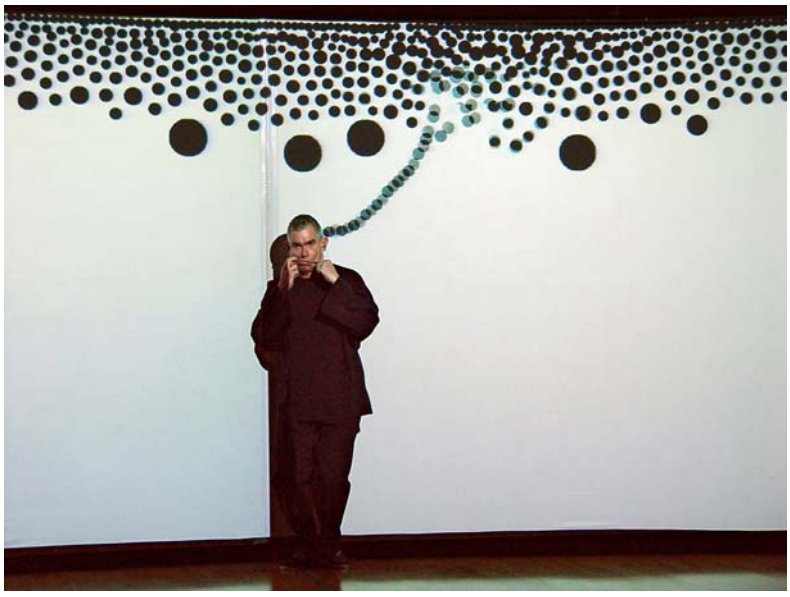
Img. 64. Imagen de la estructura digital

La interacción con este dispositivo es bastante simple, ya que, además de mover el puzzle para ver desde distintos ángulos los objetos digitales representados, los usuarios pueden -cambiando la posición de las piezas- ir viendo los diferentes parques y visualizar las distintas vistas generales del entorno 3D. En estas vistas generales podemos apreciar determinadas estructuras que aparecen superpuestas a los parques y los conectan entre sí, representado la arquitectura paralela al espacio físico y los canales invisibles por los que viaja la información. De esta manera, hemos realizado una representación que metafóricamente muestra cómo estos espacios conviven y se relacionan entre sí.

5.3 Análisis de los referentes artísticos de *A Trip Around a Magic Puzzle.*

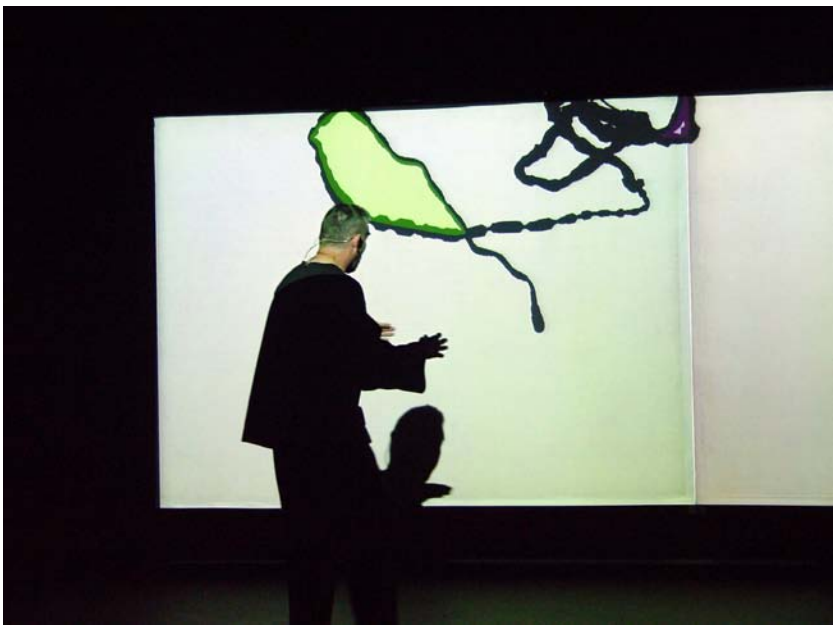
Uno de los referentes de esta investigación es la obra *Messa di Voce* (2003) de *Golan Levin* y *Zach Lieberman,* consiste en un sistema de visualización de la voz humana que mantiene unas implicaciones poéticas. La tecnología que hace posible esta representación es un programa informático que integra algoritmos a tiempo real de análisis de visión y de voz. Concretamente, un ordenador conectado a una videocámara detecta la localización de la cabeza de una persona y también analiza las señales de audio que llegan desde el micrófono utilizado por esta persona. Como respuesta a estos datos de entrada, el programa genera varios tipos de formas que son proyectadas en una pantalla enfrente de los actores, estas formas se ajustan específicamente a los sonidos tanto de palabras como de cantos interpretados por los actores.

Gracias al sistema de reconocimiento de la cabeza de los actores, las imágenes son proyectadas de tal manera que parecen emerger directamente de sus bocas. En algunas de las visualizaciones, los elementos gráficos proyectados no sólo representan gráficamente sonidos vocales, sino que también sirven como una interfaz de juego interactivo con la que los actores pueden modificar y manipular las formas.



Img. 65. Imagen de la obra *Messa di Voce*

En palabras de Golan Levin y *Zach Lieberman*, *el interés de nuestro grupo en fonestesia, o simbolismo fonético, se basa en el corazón del proyecto de Messa di Voce. Según esta idea, los sonidos de las palabras reflejan, en cierto grado, connotaciones asociadas a otros dominios perceptivos tales como forma o textura* (Levin, 2004).



Img. 66. Imagen de la obra *Messa di Voce*

La principal relación de esta obra con *A Trip Around* consiste en la interpretación y representación simbólica de conceptos abstractos e invisibles. *Messa di Voce* representa simbólicamente los sonidos interpretados por los visitantes a la instalación. De esta manera se van creando cuadros digitales en los que sus elementos han sido creados por la interpretación de sonidos a través de un programa. En *A Trip Around* también realizamos una representación simbólica, aunque de diferente naturaleza y conceptos, hemos representado cómo entendemos la actual relación y distribución del espacio urbano de relación social en las ciudades contemporáneas. Esta representación ha sido realizada a partir de nuestro imaginario abstracto, en base al modo en que las relaciones sociales se llevan a cabo en los espacios públicos.

Otra obra que nos parece interesante analizar y que también hemos tomado como referente es *The Golden Calf* realizada por Jeffrey Shaw en 1994. Consiste en

una escultura digital que el espectador puede ver al coger e ir moviendo por el espacio una pantalla plana que se encuentra inicialmente apoyada sobre una peana. El espacio digital visible en el monitor está compuesto también por otra peana, igual a la del mundo real, sobre la que encontramos un toro de bronce. De este modo las peanas –física y digital- se convierten en un punto de referencia con el espacio físico y con ello transforman intuitivamente la pantalla en una ventana hacia el mundo digital. La obra además está muy relacionada con el lugar en el que se encuentra, ya que todo su entorno está reflejado en la superficie del toro usando fotografías del espacio; de esta manera la obra aumenta la relación entre lo digital y lo físico creando una lograda ilusión perceptiva en la que los visitantes tiene la sensación de visualizar un toro invisible situado sobre una peana verdadera.

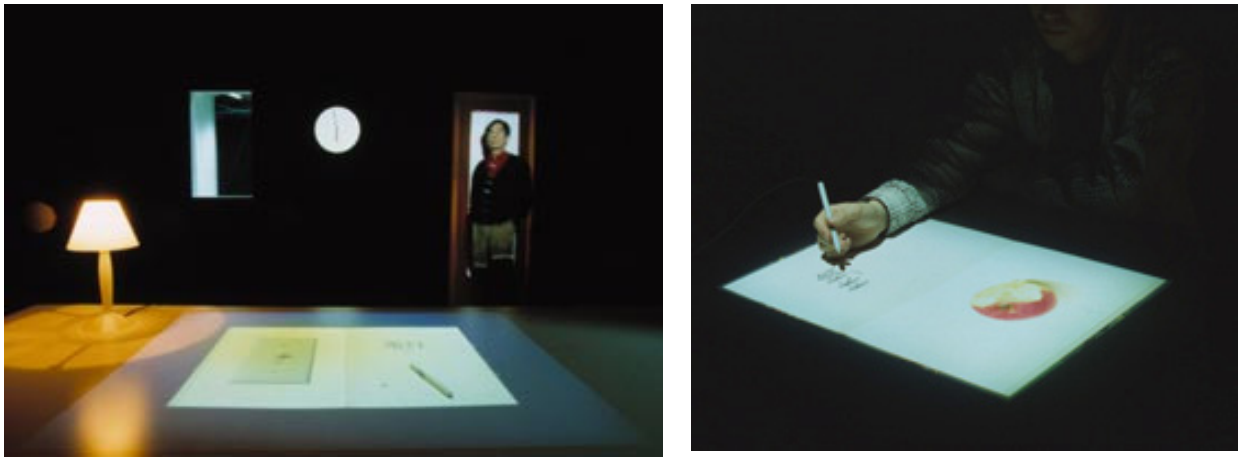
Img. 67. *The Golden Calf,* Jeffrey Shaw, 1994

Nos encontramos con un trabajo que representa elementos invisibles y que crea la ilusión perceptiva de que estos elementos digitales se encuentran en el espacio físico. De este modo los usuarios se dejan engañar y participan en la obra atrapados por el juego de ilusión.

En nuestra obra *A Trip Around* también establecemos juegos de ilusión en los que representamos elementos digitales creando la sensación de que estos están ubicados en el espacio físico, aunque nuestra interfaz es distinta al tratarse de un puzzle y el dispositivo de visualización consiste en una imagen proyectada. La

experiencia de interacción en ambas obras es bastante similar, ya que en ambos casos han de coger una interfaz -en la obra de Shaw un monitor y en la nuestra un puzzle- para interactuar con la obra. Esta interacción está localizada en un espacio concreto alrededor del cual el usuario puede moverse libremente obteniendo distintas representaciones de la obra.

La obra *Beyond Pages* (Masaki, 1996; Jean, 2005) realizada en 1995 por Masaki Fujihata está formada por una mesa de escritorio, con una lámpara y una silla situadas en una pequeña habitación en penumbra. Sobre la mesa hay un libro virtual proyectado, en sus páginas encontramos imágenes y textos tales como una manzana y la palabra "manzana" escrita a su lado. Cuando el visitante selecciona la manzana digital con un lápiz óptico, en su imagen aparece un mordisco, que se incrementa cada vez que el espectador actúa sobre ella, hasta que sólo queda una imagen de la manzana totalmente comida. En otra página están las imágenes de una puerta que al interaccionar sobre ella produce la apertura de otra puerta proyectada en el espacio real, en la que por un instante aparece una niña. También sobre el escritorio hay una lámpara real que se puede encender y apagar seleccionando la imagen de un interruptor proyectada en las páginas del libro. De este modo encontramos diversos modos de interacción cada uno distinto y sorprendente, un juego de poesía objetual y sutiles metáforas.



Img. 68. *Beyond Pages,* Masaki Fujihata, 1995

Beyond Pages suma, a la austeridad de un cuarto de estudio, cierto grado de fantasía, invitando a los visitantes a nuevas experiencias según sus propias acciones basadas en la selección de imágenes y palabras que afectan a cambios en el ambiente real del espacio. Además esta obra es una de las primeras puestas en escena y concepción del libro digital.

La relación más importante *Beyond Pages* con *A Trip* Around consiste en que en este trabajo Fujihata aumenta las capacidades de un libro tradicional gracias al uso de las nuevas tecnologías. Al igual que el puzzle, esta modificación permite llevar a cabo nuevas funciones a dispositivos tradicionales y de esta manera se produce una hibridación entre lo físico y lo digital generando nuevos sistemas con capacidades aumentadas. Esta obra es una de las primeras que toma como referencia el libro mágico y configura toda su puesta en escena.

Otra obra de Fujihata que también tiene una relación importante con esta investigación es *Field-Works.* Esta obra ha sido descrita detalladamente en el apartado 2.1 de este documento, dentro de la clasificación realizada sobre obras que representan el espacio público híbrido. En este apartado la retomamos para describir la relación más importante que tiene con *A Trip Around,* consiste en que en ambos trabajos se recrea, mediante una representación virtual en tres dimensiones, un determinado entorno físico. Este entorno virtual está compuesto por un conjunto de líneas que conectan determinadas imágenes vídeo capturadas del mundo físico. Se trata pues de una correspondencia formal entendida desde el punto de vista de la utilización de recursos plásticos, ambos entornos digitales están compuestos por estructuras de líneas y planos de vídeo. Pero conceptualmente estos elementos representas distintas entidades, en nuestro proyecto, por ejemplo, las líneas representan los canales de comunicación que se establecen entre los espacios públicos, físicos y digitales, y en la obra de Fijihata el recorrido pregrabado de las personas en un paseo por un determinado lugar. Estamos pues ante obras con distinto contenido conceptual pero con un similar uso de los recursos gráficos.

5.4 *A Trip Around a Magic Puzzle:* El puzzle como dispositivo de navegación basado en una interfaz tangible de realidad aumentada y los juegos de mesa.

En la instalación *A Trip Around a Magic Puzzle* encontramos como elemento físico más significativo el puzzle descrito en el epígrafe anterior. En esta investigación hemos aumentado ciertas capacidades y características de este dispositivo tradicional de juego de mesa. En referencia a este aumento de características hemos titulado la obra con la expresión *a Magic Puzzle* (un puzzle mágico), debido a que a nivel perceptivo esta modificación crea una cierta sensación de magia asociada al dispositivo. A continuación vamos a describir algunas de las capacidades y características aumentadas en el puzzle.

- Ilusión óptica. La sensación de ilusión óptica está provocada principalmente por el uso de la tecnología de realidad aumentada que nos permite visualizar elementos digitales sobre entornos físicos de una forma tan efectiva y realista que provoca la sensación de que dichos elementos estén realmente presentes en el entorno físico. Para producir este efecto, y al tratarse de un recurso tecnológico, necesitamos de la mediación de un dispositivo de visualización, generalmente se usan los Head Mounted Display -comúnmente llamados castos de realidad virtual-, a los que se les acopla una cámara de vídeo en su parte frontal a la altura de los ojos; de esta manera el usuario puede ver el entorno de realidad aumentada desde su punto de vista. Superpuesta a esta imagen-vídeo del entorno físico, el usuario puede ver además determinados objetos digitales, creando con ello una imagen compuesta donde difícilmente se puede diferenciar que es digital, y por tanto añadido o aumentado, y que no. En nuestra pieza hemos optado por utilizar como dispositivo de visualización un vídeo proyector, de esta manera, el acto de interacción con la obra se convierte en un acontecimiento colectivo y es más evidente la tecnología de realidad aumentada, ya que los usuarios pueden ver los elementos digitales superpuestos en la imagen proyectada y comprobar la ausencia de los mismos en el puzzle físico.

- Interfaz de comunicación entre el ser humano y el ordenador. Esta nueva posibilidad lo convierte en un dispositivo de navegación; al ir variando la combinación formada por sus cuatro piezas podemos ver una representación diferente del entorno de

realidad aumentada. De esta manera los usuarios pueden de forma extremadamente sencilla y directa interactuar con la obra.

Por otro lado, dentro del concepto de interfaz de comunicación podemos entender el puzzle como una interfaz tangible, ya que está constituido por un elemento físico que permite al usuario coger y manipular los bits (Hiroshi y Brygg, 1997) y de esta manera interactuar con la obra. También, este elemento está categorizado como un juego de mesa por lo que utilizamos su herencia cultural para que los usuarios puedan aprender rápidamente el funcionamiento del mismo, a la misma vez que transferimos al mundo digital parte de esa herencia, expandiendo con ello los límites de contenidos del mismo; ya que aun hoy en dia la diversidad cultural del mundo físico no se encuentra totalmente representada en el mundo digital. Por todo esto hemos prestado espacial atención en el diseño de este elemento conscientes de la importancia que conlleva la interfaz física para proporcional una rica interacción (Eva y Jacob, 2006). A continuación presentamos algunas de las características más significativas del puzzle entendido desde el punto de vista de ser una interfaz tangible y juego de mesa.

- Al ser una interfaz tangible, para funcionar, los usuarios han de cogerla y cambiar la posición de sus piezas. Esto es una gran ventaja para personas que no están acostumbras a trabajar con ordenadores, ya que hemos eliminado el teclado y el ratón por lo que coger el puzzle se convierte en la única manera de interactuar con la obra.

- Al remitir a un elemento tradicional de juego, los usuarios saben su funcionamiento básico consistente en intercambiar sus piezas y de esta manera no es necesario facilitar explicaciones del funcionamiento del sistema. Por lo que estamos transmitiendo la cultura tradicional propia de una esfera social al mundo digital y con ello estamos enriqueciendo al mismo.

- Los usuarios al coger el puzzle sienten su peso específico aumentando la sensación de ficisidad y por tanto de presencia en el entorno digital, en cierta manera podemos afirmar que estamos dotando de peso a los objetos digitales que configuran la representación de realidad aumentada.

- Se trata de un juego de mesa que puede ser desarrollado individualmente o en grupo. Al tener la vídeo proyección en una pared cercana, varias personas pueden observar e interactuar al mismo tiempo con la obra. Con ello, la obra se beneficia de la interacción en grupo aumentado su capacidad de comunicación y socialización de los usuarios.

5.5 Descripción técnica

Para la realización de esta obra hemos utilizado la tecnología de visión por ordenador basada en reconocimiento de marcas fiduciales. Hemos desarrollado un programa informático programado con el lenguaje C/C++ que utiliza las librerías llamadas ARtoolkit (Augmented Reality Tool Kit). Estas librerías realizan una serie de cálculos geométricos destinados a superponer a tiempo real elementos sintéticos a imágenes capturadas del mundo real. La mayoría de estos cálculos utilizan las rutinas programadas con el lenguaje OpenGL (Open Graphic Lenguaje) que tienen implementado casi todas las tarjetas gráficas de los ordenadores actuales, de esta manera estos procesos se realizan por hardware y no requieren consumir recursos del procesador, beneficiándonos de la velocidad de cálculo actual existente en los nuevos modelos de tarjetas gráficas. Las librerías ARtoolkit fueron desarrolladas por el laboratorio Human Computer Interaction de la Universidad de Washington y están a disposición de la comunidad informática bajo la licencia General Public Licence.

El funcionamiento de estas librerías consiste básicamente en el reconocimiento de patrones fiduciales (imagen 2D con unas determinadas características) que el ordenador tiene previamente guardados en memoria. Para ello el ordenador conectado a una cámara analiza cada una de las imágenes que ésta le envía, con la intención de buscar ese modelo determinado de patrón gráfico. Una vez encuentra este patrón, el programa realiza una serie de cálculos destinados a encontrar la posición en el espacio real desde la que la cámara en el entorno físico ha tomado la imagen. Tras esto, el programa puede colocar un elemento digital en tres dimensiones superpuesto a esta imagen. Todo este proceso se ha de realizar a una velocidad mínima (aunque variable dependiendo de la potencia del ordenador) de al menos 15 veces por segundo, de tal manera que se produce la ilusión de imagen en movimiento en la retina humana similar al proceso cinematográfico. El efecto final consiste en que los elementos digitales parecen estar presentes en las imágenes tomadas por la cámara en el espacio físico. Si variamos la posición de la cámara o la marca, el modelo digital se mueve acorde con esta variación de tal manera que sigue el movimiento de la marca, esto se debe a que el programa analiza cada una de las imágenes que toma la cámara y actualiza la posición del objeto digital acorde con el cambio de perspectiva de la marca respecto a la cámara.

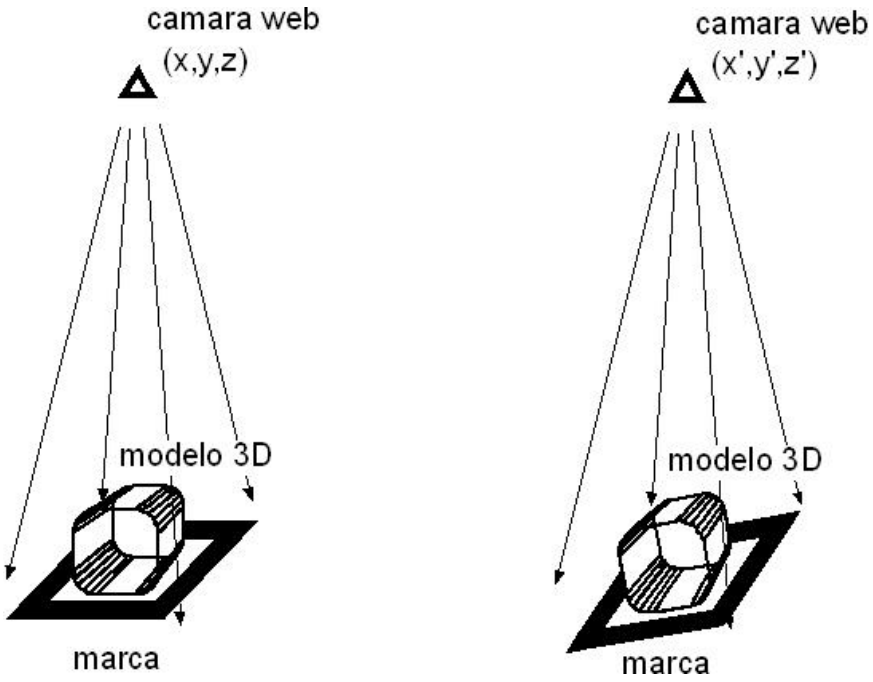


Fig. 50. Esquema de funcionamiento

En nuestra instalación se establece también otro juego; una vez que el programa ha encontrado una marca –concretamente el marco negro- analizar la imagen diseñada en el interior de la misma. Como el programa tiene memorizadas una serie de marcas puede comparar sus diseños interiores y con ello saber que marca está viendo la cámara. En *A Trip Around* las marcas del puzzle están creadas por la composición que forman las cuatro piezas del puzzle. De esta manera, cambiando la posición de estas piezas podemos crear un determinado número de marcas diferentes. Como hemos comentado anteriormente, el programa tiene registradas en memoria cada una de estas posibles composiciones aleatorias, y gracias a ello es capaz de compararlas y encontrar la marca correspondiente.

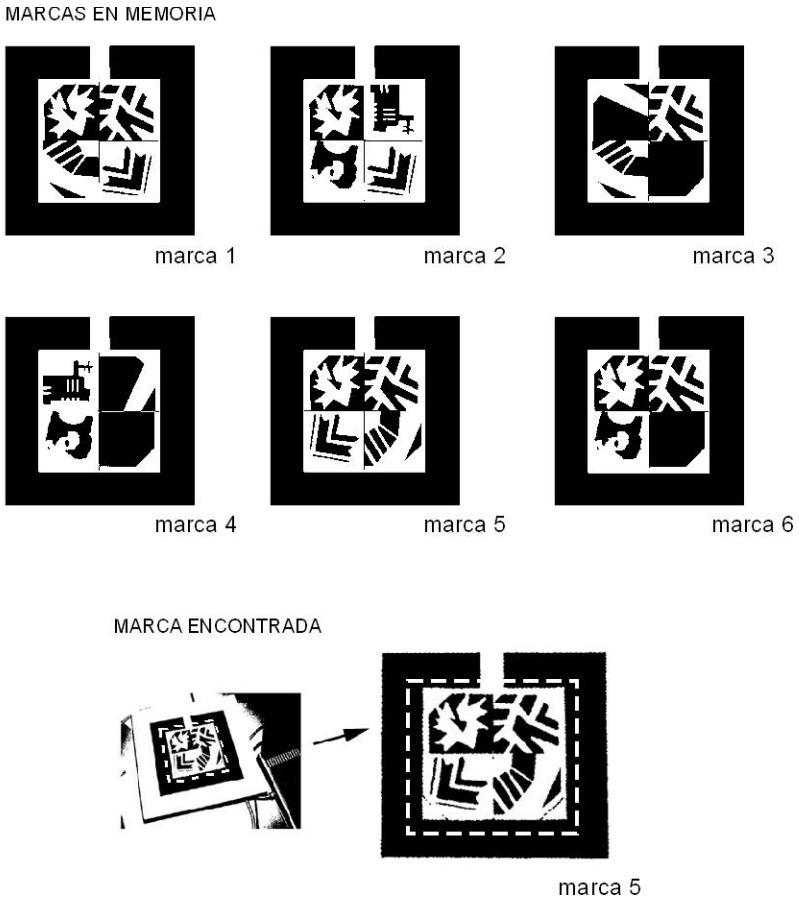
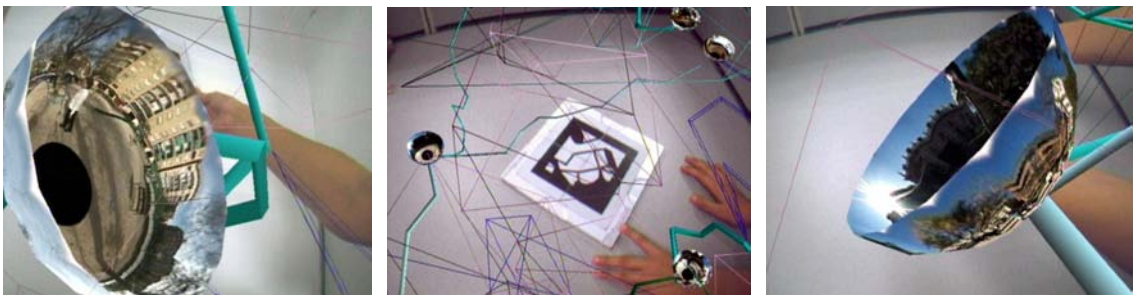


Fig. 51. Esquema de comparación de las marcas

Una vez que el programa ha encontrado la marca en la imagen capturada por la web cam, y ya que cada una de las marcas tiene asignada un punto de vista distinto del entorno 3D, el programa está capacitado para representar un determinado punto de vista del mundo híbrido.



Img. 69. Diferentes visualizaciones del mundo 3D

5.5.1 Aproximación a la tecnología de realidad aumentada basada en reconocimiento de patrones: ARtoolkit

Para una mejor comprensión del sistema vamos a describir pormenorizadamente el algoritmo de detección de marcas y de cálculos geométricos que realiza la librería ARtoolkit. En primer lugar, y a modo de introducción, creemos necesario comentar que estas librerías dividen el fluyo continuo de la imagen vídeo capturada y enviada por la cámara, en imágenes estáticas ordenadas secuencialmente por orden de llegada. Tras esto realiza los cálculos convenientes para cada una de ellas, para mostrar en el dispositivo de visualización el resultado de la variación de estas imágenes con el mismo orden secuencial. De esta forma se produce el efecto de imagen en movimiento propio del cine y gracias a la potencia de procesado en los ordenadores actuales, es posible realizar dichos cálculos a una velocidad superior a 15 imágenes por segundo, por lo que el usuario no aprecia ningún retraso entre la imagen que directamente observa del entorno físico y su modificación presentada en el dispositivo tecnológico de visualización.

A continuación vamos a describir paso por paso y de forma detallada las diferentes acciones que el algoritmo de realidad aumentada -programado en las librerías ARtoolkit- realiza. Esos procesos son una mezcla de geometría descriptiva en dos y tres dimensiones:

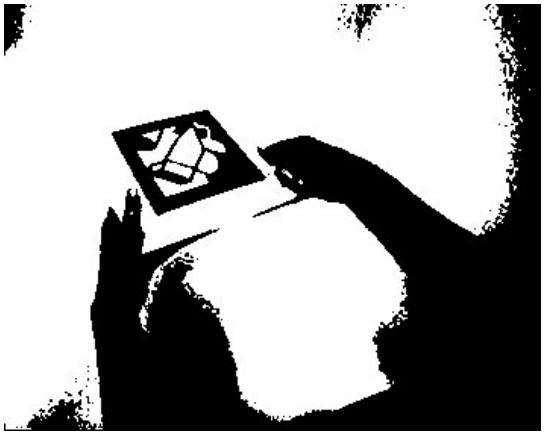
- Conexión, inicialización de la cámara web y apertura de una ventana (o modo a pantalla completa) en el sistema operativo. Este proceso se realiza una sola vez al inicializar el programa, tras esto, el programa está listo para mostrar en la ventana las imágenes finales una vez realizados todos los cálculos necesarios para cada una de ellas.

- Captura de la primera imagen proveniente de la cámara web. A continuación el programa inicia el proceso de análisis y modificación de cada una las imágenes que vamos a describir en lo siguientes puntos. Pero es importante resaltar que este proceso lo realiza para cada imagen individualmente y una vez terminado lo muestra en pantalla, para posteriormente continuar con el análisis de la siguiente imagen. El programa continúa en este estado de ejecución hasta que el usuario finaliza el mismo, cerrándose

entonces la conexión con la cámara, la ventana abierta y liberando la memoria Ram del sistema operativo.

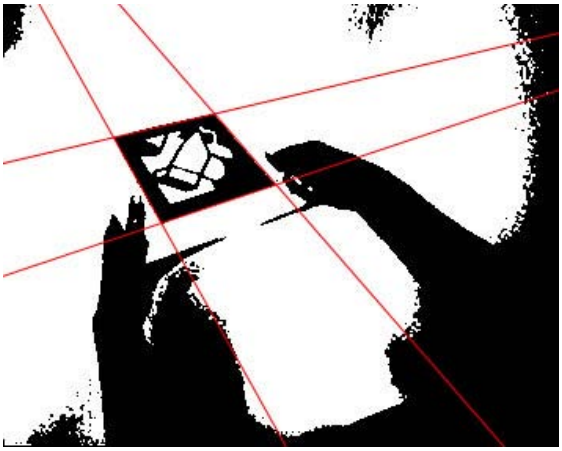
Img. 70. Primera imagen capturada de la web cam

- Modificación de la imagen a un bit de profundidad de color. En la imagen siguiente se puede observar el efecto de dicha modificación, gracias a esto el algoritmo puede analizar rápidamente cada uno de los píxeles de la imagen, ya que estos solo pueden tener dos valores, blanco o negro, 0 ó 1.



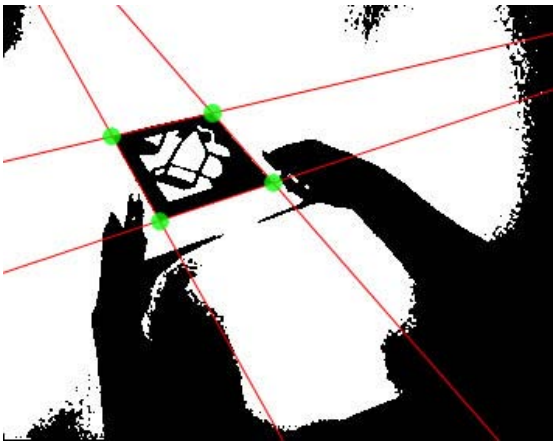
Img. 71. Resultado de la transformación de la imagen anterior a 1 bit de profundidad de color

- Análisis y detección de los bordes de la marca fiducial. El algoritmo busca los bordes de un poliedro. En la siguiente imagen podemos visualizar con líneas rojas el resultado de encontrar dichos bordes.



Img. 72. Detección de los bordes de la marca

- Detección de las esquinas de la marca. Una vez que el algoritmo ha encontrado los bordes está en disposición de encontrar las cuatro esquinas del poliedro. Tras esto, el algoritmo inicia dos procesos que se ejecutan en paralelo, uno destinado a realizar los cálculos de geometría en tres dimensiones (Cálculos 3D) y el otro de geometría en dos dimensiones (Cálculos 2D).



Img. 73. detección de las cuatro esquenas de la marca

- Cálculos 3D. Cálculo de la posición de la cámara. Como el algoritmo conoce la posición de las cuatro esquinas del poliedro puede calcular donde está la cámara en el espacio respecto a la marca.

- Cálculos 3D. Cálculo de la correspondiente representación del modelo 3D acorde con la posición de la cámara calculada en el anterior proceso.

- Cálculos 2D. Transformación del poliedro en un cuadrado.

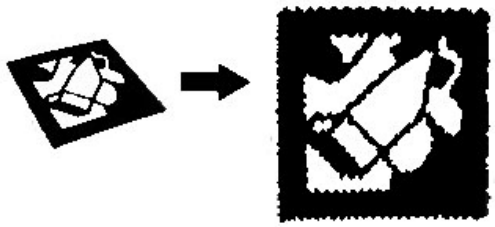


Fig. 52. Cuadratura del poliedro

- Cálculos 2D. Análisis y comparación de la imagen que se encuentra en el interior del marco negro con las marcas que tiene previamente memorizadas, con la intención de asignar el contenido vinculado a la marca que más se asemeja a la imagen analizada.

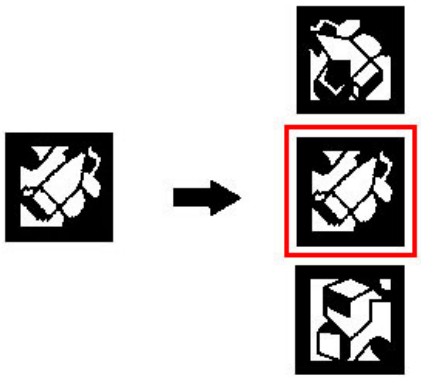
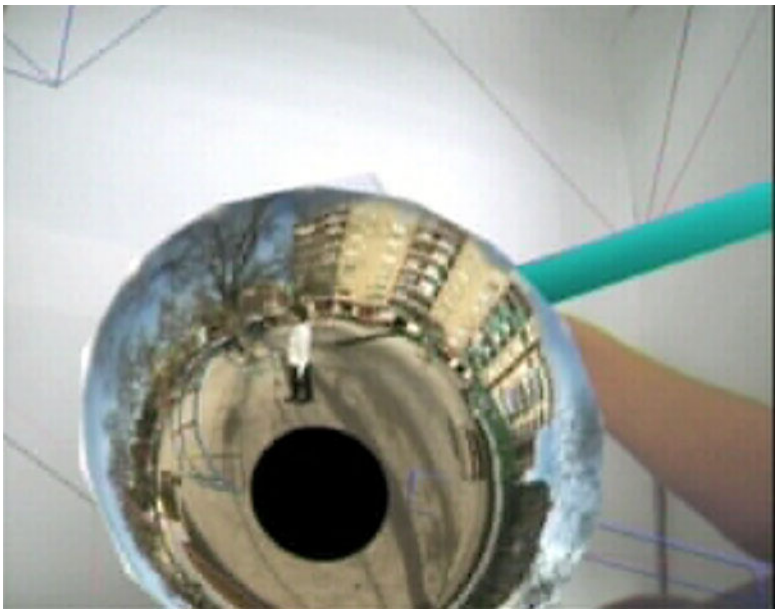


Fig. 53. Comparación y selección de marcas

- Representación del modelo 3D. El programa retoma la imagen original capturada por la cámara y sobre ella superpone, respecto a las coordenadas de representación previamente calculadas, el modelo 3D que esté asignado a la marca específica que está visualizando.



Img. 74. Imagen resultante del proceso de realidad aumentada

6 *RED LIBRE RED VISIBLE:* UN PROYECTO EN TORNO A LA VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN INVISIBLE

CUADRO REFERENCIAL DEL SUB-PROYECTO	RED LIBRE RED VISIBLE
OTROS COLABORADORES EN LA INVESTIGACIÓN	Liu Wei, Xu Ke, Dui Ta
FINANCIACIÓN	- Interaction and Entertainment Research Centre, Nanyang Technological University, Singapore, 18.000 €
EXPOSICIONES PÚBLICAS	- Septiembre 2004, “Escultura en acción”, Castillo de Alaquas, Valencia - Abril – mayo 2005, “Red Libre Red Visible + Lalalab”, Galería Valle Ortiz, Valencia. - Octubre - Diciembre 2005, “Digital Paradise”, Daejeon Museum of Art, Korea - Diciembre 2005 – enero 2006 “Contemporanea”, EACC, Castellón - Agosto 2006, “ISEA06 Zero One Festival”, San Jose, USA **Talleres Red Libre Red Visible:** Medialab Madrid, Madrid, febrero 2005 Fundación Bilbao Arte, Bilbao, mayo 2005 Centro Parraga, Murcia, Diciembre 2005
OTROS DATOS DE INTERÉS	- Premio Sala Proyectos Artísticos Caber@rt Bilbao 2004 **Proyecto realizado en colaboración con:** - Symbiotic System Lab, Kyoto University - Interaction and Entertainment Research Centre, Nanyang Technological University, Singapore

PUBLICACIONES EN REVISTAS Y PARTICIPACION EN CONFERENCIAS	- Diaz, D., Boj, C. y Duy, E., Free Network Visible Network *Proceedings ISEA 06 Zero One San Jose, International Society of Electronic Arts,* San Jose, 2006 - Adrian David, C., Keng Soon, T., Ta Huynh Duy, N., Tran Cong Thien, Q., Shang Ping, L., Wei, L., Cheng Cchen, L., Diaz, D. y Boj, C. Social and physical interactive paradigms for mixed-reality entertainment en *ACM Computers inEntertainment, Vol. 4, No. 2, April 2006.* - Diaz, D., Boj, C., David, A., Xu, K. y Liu, W., Aesthetic Entertainment of Social Network Interaction: Free Network Visible Network *Proceedings ICEC International Conference on Entertainment Computing*, Japan, 2005 - Diaz, D., Boj, C., David, A., Xu, K. y Liu, W., Free Networks Visible Networks *Proceedings AMT 2005 International Conference on Active Media Technology*, Takamatsu, 2005 - Diaz, D., Boj, C., David, A., Xu, K. y Liu, W., Free Network Visible Network *Proceedings ACM SIGCHI Advances in Computer Entertainment Technology, ACE 2005*, Valencia, 2005 - Diaz, D., Boj, C., David, A., Xu, K. y Liu, W., Free Network Visible Network *Sonar 2005. Advanced Music and multimedia Art Festival*, Barcelona, 2005 - Diaz, D., y Boj, C., Free Network, Visible Network *Cyber@rt, Bilbao 2004*, Bilbao, 2004

Fig. 54. Cuadro referencial del sub-proyecto *Red Libre Red Visible*

6.1 Contextualización de *Red Libre Red Visible* en el marco de la investigación

Esta investigación responde en primera instancia a uno de los objetivos específicos planteados en esta tesis doctoral, consistente en desarrollar un dispositivo informático que permita visualizar el flujo de información intercambiado en redes inalámbricas. Creemos importante mostrar este tipo de visualización porque de esta forma difundimos la idea de espacio público híbrido, compuesto por elementos físicos y digitales y lleno de significados invisibles. En los tres proyectos anteriores hemos partido de la modificación de un dispositivo de juego, para continuar con el estudio y el análisis de los espacios de relación social y proseguir con la representación simbólica de estos espacios. En este proyecto hacemos -en cierta manera- una visualización de los datos digitales que circulan por el espacio físico. Estos datos son capturados por un sistema tecnológico y su representación intenta reflejar el recorrido que hacen, por lo que podemos decir que estamos ante un sistema casi científico de visualización. Pero por otro lado, la naturaleza ondular de los datos capturados es invisible a nuestros sentidos, por lo tanto estos datos no tienen una representación determinada. La representación que hacemos está creada en base a algunas de las características de los paquetes de datos capturados -como tamaño, sentido de dirección, tipo de dato, etc-, y en relación a un grupo de objetos tridimensionales prediseñados, que a modo de patrón se adaptan a estas características. Por lo tanto podemos entender el sistema de visualización desarrollado como una *visualización representada* de los datos que circulan entre las redes inalámbricas.

Tradicionalmente la ciencia ha intentado explicar el mundo que nos rodea a través del análisis de datos capturados del mundo real. En muchas ocasiones, para una mejor comprensión del problema, la ciencia ha utilizado representaciones gráficas que explican los fenómenos de manera más sencilla que el análisis en si mismo. En cierta manera la historia de la ciencia puede ser descrita mirando las distintas representaciones de los fenómenos científicos que se han realizado en diferentes épocas. Desde un punto de vista formal estas representaciones, diagramas, esquemas, dibujos, gráficos matemáticos, etc… han cambiado a la misma vez que el conocimiento científico ha evolucionado y se han desarrollado nuevos dispositivos para capturar datos y representarlos.

De forma paralela a estas representaciones científicas, en determinados momentos históricos, el arte también ha recurrido a la ciencia y la tecnología como medio de acercamiento a la representación de nuestro mundo. Si hacemos un repaso histórico podemos ver como estas líneas de investigación se acercan en artistas como por ejemplo Durero, Leonardo Da Vinci ó Vermer de Delf, que utilizaron la cámara oscura como sistema de representación. Otro momento de convergencia fue la aparición de la fotografía en el siglo XIX, entendida ésta como un instrumento utilizado tanto desde una perspectiva científica como artística. En el sentido opuesto, el arte es también el lugar de la representación. Los artistas expresan en su trabajo las impresiones del mundo, utilizando sus ideas, emociones e incluso sueños para representar un mundo que en muchas ocasiones existe solamente en su interior. En arte, representación significa crear "otro mundo" que puede ser utilizado para explicar este mundo por medio de su deformación ó por medio de nuevas formas modeladas para interrogarnos, para hacernos sentir las diferentes percepciones que habitan en nosotros.

Ahora, en este momento de convergencia y transformación, cuando científicos y artistas utilizan los mismos instrumentos para analizar nuestro entorno, a veces es difícil discernir la diferencia entre la representación científica del mundo real y el mundo subjetivo creado por los artistas. Más incluso cuando los paisajes soñados por los artistas de los nuevos medios se vuelven "reales" a través de las nuevas tecnologías.

Red Libre Red visible es un proyecto localizado en la intersección entre imaginación y representación, en la ilusión de crear un nuevo mundo y la posibilidad de mejorar el que ya tenemos. Usando una representación metafórica de los datos invisibles, creamos un nuevo ambiente en el que:

- Elementos físicos y digitales interactúan entre si, convirtiendo la ciudad en un soporte para la representación de dicha interacción.

- El mundo soñado y el mundo real se combinan en un nuevo sistema simbiótico. Naturaleza y artefacto coexisten y se respetan mutuamente.

- Se accede al espacio de la información y la comunicación. Siendo parte de la transmisión de cultura, creando conocimiento y aprendiendo gracias a su intercambio.

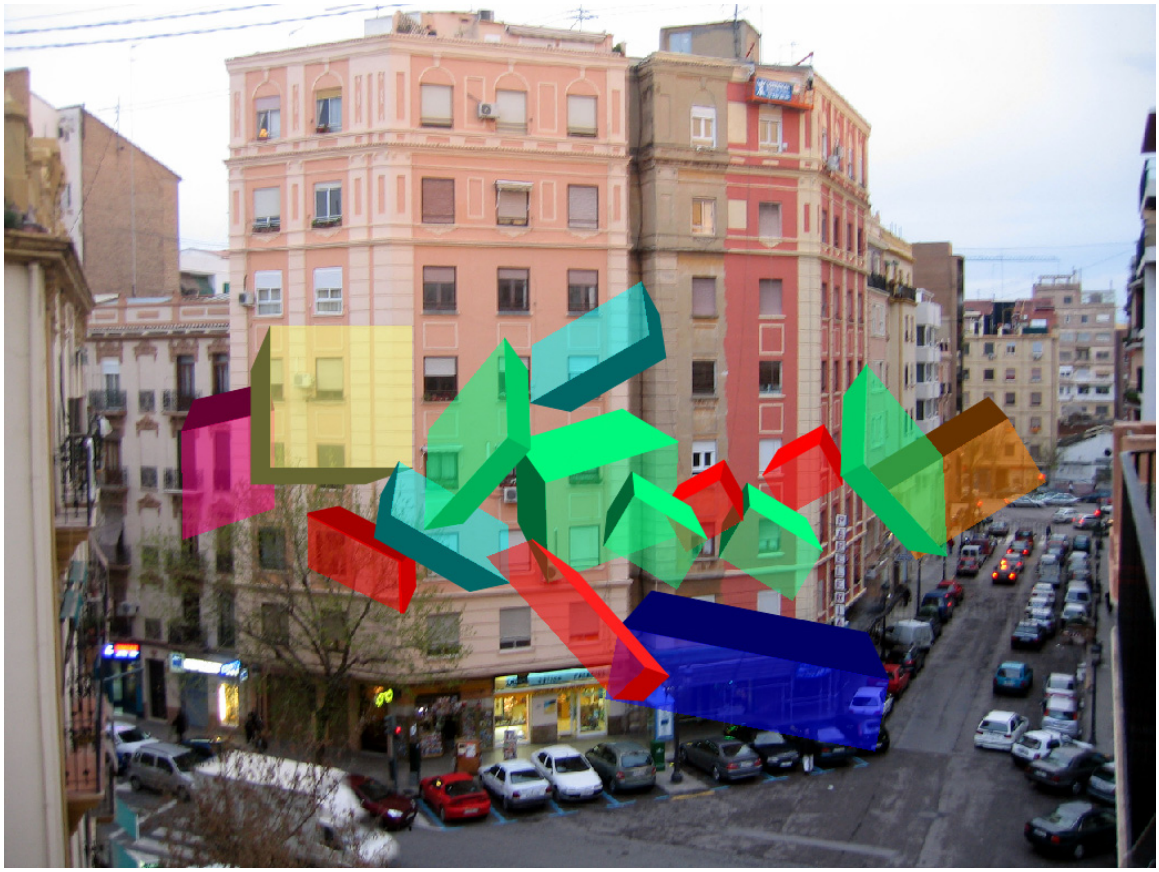
Si atendemos a la clasificación de proyectos de arte público neomedial presentada en el segundo capítulo de esta memoria, podemos clasificar *Red Libre Red Visible* en cuatro de esas categorías. En primer lugar y como características principal situaríamos esta investigación dentro del apartado de obras que realizan una visualización-representación de lo digital en el espacio físico. Utilizando la tecnología desarrollada en este proyecto, cualquier persona puede -utilizando un ordenador portátil equipado con una cámara web- visualizar la representación de la información digital intercambiada entre ordenadores en una red inalámbrica y también visualizar determinados elementos digitales como imágenes, vídeos, textos, modelos 3D superpuestos en el espacio físico. Por otro lado, al superponer estos elementos sobre el espacio urbano, los usuarios lo transforman, al alterar y/o reemplazar determinados elementos del mismo, por lo que también podemos clasificar este proyecto dentro del apartado de obras que modifican el entorno urbano utilizando las tecnologías digitales. Otro importante aspecto de este proyecto consiste en las potentes dinámicas de comunicación que se establecen a partir del mismo; al colocar los anteriores elementos gráficos en el espacio público, las personas pueden intercambiar mensajes utilizando el entorno urbano como un tablero de intercambio de información. Por lo tanto otra categoría en la que también insertamos el proyecto es la llamada comunicación remota. Finalmente, utilizando todas estas nuevas capacidades aportadas por este proyecto, creamos nuevas posibilidades de juego en el espacio urbano, por lo que también podemos clasificar este proyecto en el apartado de obras que transforman las calles como tablero de juego.

Como podemos ver estamos ante un proyecto bastante amplio que realiza una inserción desde distintos ángulos de las nuevas tecnologías en el espacio urbano. De manera que propone la creación de dinámicas de generación de socialización en espacios urbanos híbridos, donde lo digital y lo físico se encuentran presentes con el objetivo de regenerar la situación actual del espacio público urbano.

6.2 El proyecto *Red Libre Red Visible*

Img. 75. El proyecto *Red Libre Red Visible* en ISEA 06 San José, USA

En los últimos 20 años la información digital ha inundado el mundo en que vivimos. No importa donde estemos, incluso si no somos capaces de verla, podemos imaginarnos rodeados por datos. Estos datos, a pesar de su naturaleza digital, están conectando personas, están llenos de información que contiene conocimiento, ideas, sentimientos y emociones. El espacio de las redes digitales es también el espacio de los *significados invisibles* que representan las relaciones entre la gente, el intercambio de información y conocimiento.



Img. 76. Ejemplo de visualización de la Información flotando en el aire

Pero desgraciadamente, no todo el mundo puede acceder al conocimiento debido a limitaciones técnicas, económicas y en ocasiones políticas. La mayor parte de las redes digitales son restringidas y a menudo la información pasa por filtros que dependen de criterios ideológicos o económicos que afectan al receptor final.

A través de la representación de estos *significados invisibles*, este proyecto quiere actuar en el paisaje urbano como medio para crear nuevas estrategias en el espacio público y reivindicar, por medio de acciones artísticas y de juego, la libertad de los ciudadanos para acceder y gestionar el espacio digital de comunicación, creando *redes libres* autogestionadas que proporcionen libertad en la expresión, la comunicación y el intercambio de información entre los usuarios.

Por redes libres nos referimos a cualquier red de ordenadores que permite el tránsito de libre información y conocimiento. Por tránsito nos referimos a la información

que fluye por la red. Una red libre se define por lo que los usuarios pueden hacer en ella, más que por la tecnología con la que ha sido construida. Sin embargo nuestro proyecto se centra principalmente en la tecnología de comunicación inalámbrica ya que es la manera más fácil y económica para establecer una red que pueda ser autogestionada por sus usuarios.

Las redes libres inalámbricas no serían posibles sin la participación de la gente. Se crean con la colaboración entre ciudadanos que se convierten en un puente de conexión entre nodos. Una de las principales limitaciones de estas redes es el reducido radio de acción y la necesidad de establecer distancias mínimas entre nodos. Nuestro proyecto pretende extender la ilusión de un mundo conectado a través de la interconexión de miles de redes libres.

De esta forma, *Red Visible* se enfoca principalmente en la idea de espacio público digital y trata de ayudar a las comunidades de usuarios de redes libres en su tarea de crear redes para el libre intercambio de información y conocimiento. Un elemento clave de este tipo de redes es la *Intranet*, un espacio en el cual los usuarios intercambian información y recursos, creando y/o regenerando la comunidad de vecinos-usuarios que las utilizan. De esta manera, las Intranets pueden servir como medios para regenerar el degradado tejido social de nuestras macro-ciudades, facilitando la comunicación entre las personas a través del intercambio de recursos y la colaboración entre ellas[48].

Mediante la representación de los datos que están continuamente flotando a nuestro alrededor, proporcionamos una reflexión crítica sobre el espacio de significados invisibles en el que estamos inmersos, y proponemos algunas cuestiones derivadas del uso del espacio público a través de las nuevas tecnologías de la comunicación, como las redes digitales:

- ¿A quien pertenece el espacio de la información?

48 Creemos necesario mencionar la existencia de software libres que permiten la gestión de Intranets de manera muy eficiente. Permitiendo el intercambio de archivos entre los usuarios y comunicación mediante paneles de noticias, chat y incluso voz sobre telefonía IP. Un ejemplo de este es el programa KDX más información en http://www.haxial.com/products/kdx/

- ¿Cómo se ve afectada nuestra vida diaria por el aumento de los datos digitales?

Nuestro principal objetivo es contribuir a la redefinición del concepto de territorio público mediante la creación de redes de conectividad visibles que mezclen el espacio público físico y digital. En las ciudades la información circula continuamente (de manera visible o invisible), nosotros queremos establecer un espacio híbrido donde la visualización de los datos invisibles pueda ayudarnos a entender mejor la sociedad de la información. Como hemos mencionado anteriormente, estamos rodeados de significados invisibles, que viajan de un sitio a otro, comunicando gente y transmitiendo conocimiento, pero, ¿cuál es nuestro lugar en medio de este recorrido? En cierta manera este proyecto es una representación científica del flujo de datos, trasladada del papel a la calle, de las gráficas estadísticas a la ciudad. En esta representación tridimensional podemos entender mejor nuestra posición en la sociedad de la información y ser parte de la misma, creando contenidos y convirtiéndonos en un nodo conectado a la red.

Red Libre Red Visible es un proyecto de intervención urbana, que usa las posibilidades de las nuevas tecnologías para crear nuevos paisajes en el espacio público, a través de la visualización de los datos que fluyen por las redes digitales. Desde este punto de vista, la investigación tiene también como objetivo desarrollar nuevas herramientas para la creación de un nuevo tipo de “paisajismo pictórico”, en el que se hace una representación en relación a cómo entendemos en nuestra contemporaneidad los espacios urbanos. Para ello utilizamos las herramientas y recursos tecnológicos de nuestros días, ordenadores personales, videocámaras, programas informáticos, etc. La utilización de este tipo de tecnología no es un acto banal, pues están actuando de forma radical y significativa en la manera en que entendemos y actuamos en los espacios públicos de relación social. Por lo tanto, hemos creído conveniente reutilizar estas mismas tecnologías para intentar expresar y dar a conocer, desde el punto de vista de una investigación en el campo del ACTS, las acciones que están produciendo. Nuestra aportación con esta investigación consiste en representar y mostrar ciertos procesos que se están dando en nuestras sociedades actuales; procesos complejos, muchos de ellos incipientes, pero muy significativos.

En este contexto los resultados gráficos de la investigación -las imágenes generadas por la aplicación desarrollada-, son un nuevo modo de acercamiento a la comprensión y representación de nuestras ciudades actuales. Una nueva manera de entender el paisaje, heredera de la tradición pictórica pero anclada en la actualidad e insertada en los discursos relativos a arquitecturas virtuales y espacios híbridos. De esta manera la investigación pretende mostrar cómo se está modificando nuestra percepción del mundo mediante la visualización y representación de los *significados invisible*s que nos rodean. Hacer visible lo invisible nos permite intervenir en el entorno urbano y aportar nuevos significados al espacio colectivo mediante la construcción de arquitecturas que, superpuestas al espacio real, generan un lugar híbrido, mezcla del espacio físico y el digital, producto de la incorporación de las tecnologías de la comunicación a la vida cotidiana.

A través de la demarcación territorial de áreas con acceso gratuito a Internet mediante redes inalámbricas y la representación virtual de la información que circula por las mismas, pretendemos enfatizar la percepción de la ciudad como un ente morfológicamente activo, modificado continuamente por los recorridos invisibles que trazan las tecnologías de la comunicación. Utilizando la tecnología de Realidad Aumentada representamos gráficamente la transmisión de datos que circulan entre redes inalámbricas y creamos una estructura digital, superpuesta a la estructura física de la ciudad, que nos muestra los nodos de conexión mediante la representación de los trazados, de los recorridos que efectúa la información. Cada usuario de la red puede ver flotando frente a él los datos que fluyen desde y hacia su ordenador y con ello tener una percepción diferente del entorno urbano en el que se encuentra.

Una Red Libre inalámbrica se construye con la instalación de puntos de acceso distribuidos por la ciudad e interconectados entre ellos. Al ser capaces de transformar este tipo de redes en una *Red Visible,* al representar la conexión entre estos nodos a través de los datos digitales que circulan por los mismos, obtenemos un mapa visual de la ciudad digital, una nueva capa de calles, uniones e intersecciones creadas por la información mientras fluye entre estos espacios. Esta nueva cartografía de la información digital está siempre cambiando, mostrando dinámicamente la interacción entre usuarios, la comunicación entre ciudadanos, el intercambio de emociones y sentimientos.

Img. 77. Imagen de datos capturados por el Cliente Red Visible en Tokio, Japón

Concretamente, para llevar a cabo esta investigación hemos desarrollado una aplicación informática llamada Cliente Red Visible que genera una representación, utilizando tecnología de realidad aumentada, en base a los datos intercambiados en una red específica y capturados por el servidor CarnivorePE. Un programa creado por el colectivo Radical Software Group (RSG) que captura la información que circula por la red y la hace accesible para ser utilizada con cualquier propósito. En realidad, este proyecto es una crítica al uso por parte del FBI de otro programa con el mismo nombre[49] creado para filtrar todo el tráfico de Internet buscando determinada información como pornografía infantil o terrorismo. En el caso del proyecto de RSG, la información captura es interpretada por programas creados por terceros que de forma gráfica, sonora o mecánica hacen interpretaciones creativas de la misma, sirviendo a la misma vez como una protesta a la política del FBI y como un medio para la expresión artística.

Hemos seleccionado la tecnología de realidad aumentada para desarrollar este proyecto por varias razones, pero la principal de todas ellas es que tras el estudio realizado en el anterior proyecto de investigación, con el objetivo de analizar y clasificar las diversas tecnologías que permitan la representación de los espacios híbridos de

49 El programa del FBI se llama Carnivore y el de RSG Carnivore Personal Edition, edición personal. Para más información www.rhizome.org/carnivore

relación social, hemos considerado que la tecnología de realidad aumentada cumple los intereses de la presente investigación al permitir visualizar en el entorno físico, a tiempo real y en tres dimensiones el flujo de información digital intercambiado entre ordenadores en una red inalámbrica. Además, esta tecnología tiene dos características fundamentales para este proyecto que destacamos a continuación:

- Está distribuida de forma libre y gratuita bajo licencia GNU-GPL. Esta licencia permite la modificación del programa, teniendo que distribuir el código fuente del mismo, pero también implica que los nuevos programas desarrollados a partir de este código sean siempre distribuidos bajo la misma licencia. Partiendo de la base de que la construcción de programas informáticos es un trabajo distribuido y colaborativo entre multitud de personas, esta licencia establece un marco legal para desarrollar programas informáticos que utilizan diversas fuentes y comparten su código fuente para que otros desarrolladores puedan crear nuevos programas a partir de ellos. *Red Libre Red Visible* propone como uno de sus objetivos principales apoyar la libre distribución de información y conocimiento, por lo tanto todos los resultados surgidos de esta investigación son distribuidos bajo estas premisas y utilizan la licencia GNU-GPL.

- Utiliza tecnologías de bajo coste, al ser necesario solamente el uso de una red inalámbrica, un ordenador personal, una web cam y una marca impresa.

Hasta la fecha hemos realizado varias versiones del *Cliente Red Visible* con la intención de aumentar sus posibilidades e ir refinando el funcionamiento del mismo. Actualmente los usuarios pueden modificar las formas que representan los datos capturados por cualquier diseño que consideren oportuno y también colocar información añadida en forma de textos, modelos 3D ó imágenes digitales sobre lugares específicos del espacio público físico. Estos textos e imágenes solo son visibles utilizando nuestro programa. Con ello hemos creado una herramienta que permitir el intercambio de información entre una comunidad específica de usuarios en el espacio público.

De esta forma hemos retomado el concepto de Intranet descrito anteriormente y lo hemos aplicado al espacio público físico, desarrollando herramientas digitales que permiten intercambiar información textual y visual en este espacio. Con ello fomentamos la creación de comunidades de usuarios en entornos vecinales, aumentado la

sensación de identificación con su entorno urbano, a través de las nuevas posibilidades de apropiación y personalización del espacio público ofertadas por las TIC. Hemos usado el graffiti digital, entendido este como un nuevo medio que permite modificar la iconografía visual del entorno urbano sin alterar –físicamente- el mismo y, por lo tanto, ofreciendo un espacio abierto para la comunicación en el espacio público entre una comunidad específica que respeta el derecho de distanciamiento a este medio a los ciudadanos que no quieran ser partícipes en estas comunidades.

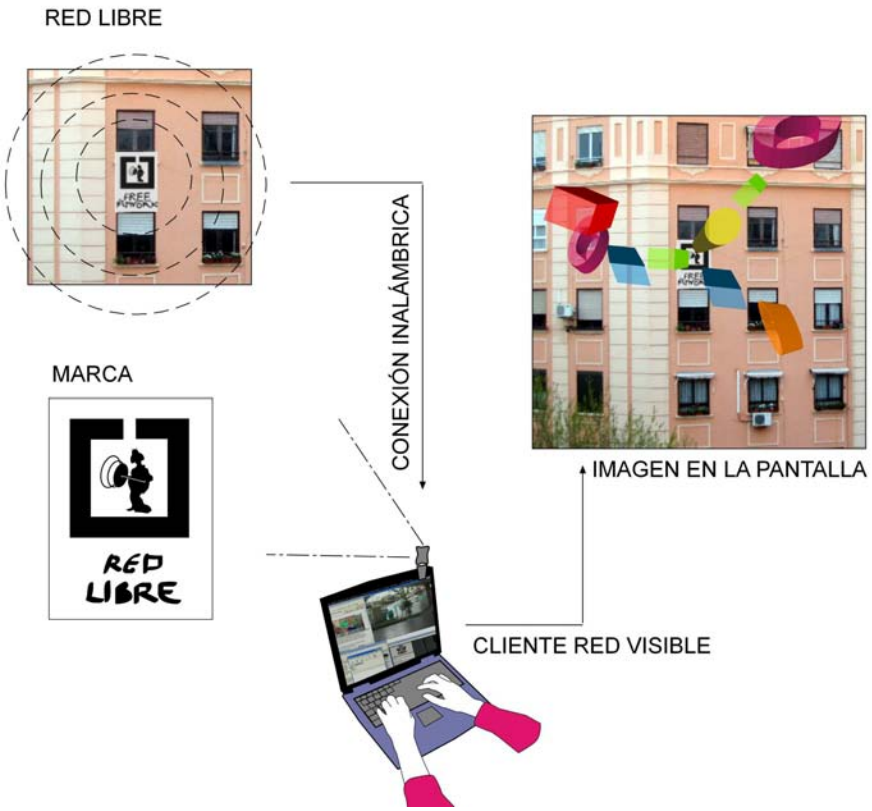


Fig. 55. Esquema de funcionamiento

Con todo esto la investigación realizada ha generado una herramienta informática abierta a modificaciones y diversas versiones. Pero es importante resaltar que esta investigación no se centra solamente en la realización de la herramienta informática, sino que la propuesta artística real se sitúa a medio camino entre la investigación y desarrollo de aplicaciones informáticas, la acción social, las experiencias performáticas y la puesta en escena museística. Se trata de un proyecto abierto, con

múltiples interpretaciones e intersecciones y en continua evolución. De manera global planteamos dos formas de interpretar esta investigación, ambas se complementan reforzando de esta manera la investigación desarrollada.

- Conceptualmente esta investigación representa los significados invisibles que continuamente recorren nuestros entornos, con la intención de hacernos conscientes de ello, al mismo tiempo que hacer una representación plásticas de los mismos –mediante el uso del graffiti digital como medio de comunicación-. Realizando con esto una divulgación de los espacios híbridos públicos.

- Socialmente esta investigación trata de colaborar con los colectivos de redes inalámbricas, para el establecimiento de redes libres y gratuitas de intercambio de información y conocimiento, invitando a los ciudadanos a ser parte activa de las decisiones respecto al uso y diseño de los espacios públicos digitales de nuestras ciudades.

Img. 78. Una persona utilizando el cliente Red Visible

Hemos llevado a cabo la distribución de la tecnología desarrollada a través de Internet. Gracias a esto, los resultados de nuestra investigación son accesibles de forma gratuita a todas las personas que puedan estar interesadas en la misma, descargando las aplicaciones desarrolladas desde la web del proyecto: www.lalalab.org/redvisible y propiciando con ello que los usuarios tengan sus propias experiencias perceptivas a partir de su utilización.

Como podemos ver, el proyecto *Red Visible* está desarrollado bajo la idea de colaboración, que establecemos de dos formas posibles. En primer lugar, instalando la aplicación desarrollada y usándola, de esta forma la *Red Visible* se hará más grande, aumentando su área de cobertura y oferta de recursos y, en segundo lugar, ofreciendo la posibilidad de continuar desarrollando y modificando esta investigación, ya que toda la tecnología desarrollada está distribuida bajo licencia GNU-GPL, ofreciendo de forma libre y gratuita todo el código fuente.

Paralelamente hemos realizado varios talleres *Red Libre Red Visible* con la intención de difundir el proyecto y a la vez hacer conscientes a los participantes de los cambios y nuevas características que se están dando en el espacio público de relación social. Para ello, en los talleres formamos a los asistentes en la instalación y uso del *Cliente Red Visible* y también en un nivel más avanzado, a su modificación, hasta la fecha hemos realizado tres de estos talleres.

6.3 Análisis de los referentes artísticos de *Red Libre Red Visible*

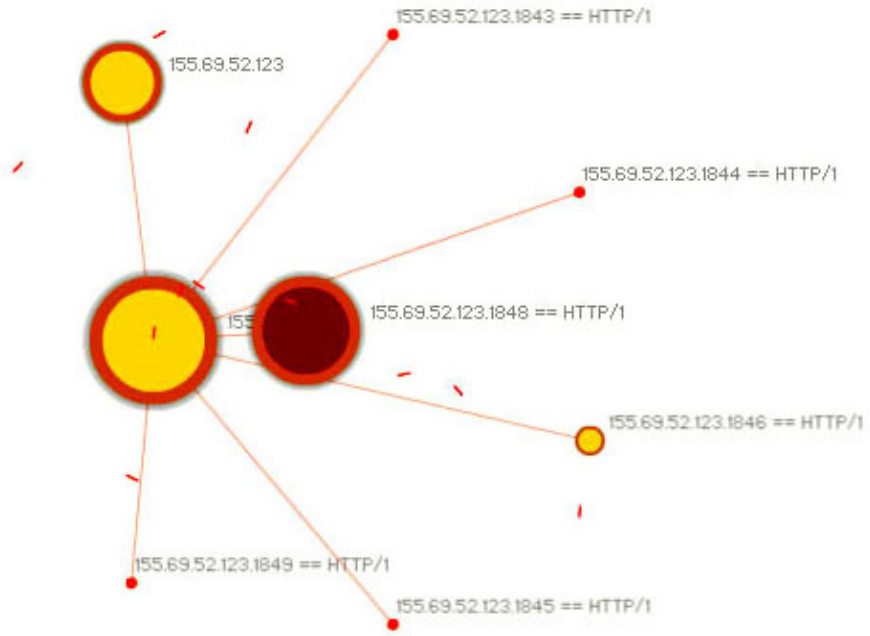
El proyecto *Red Libre Red Visible* está inscrito, desde un punto de vista formal, en el ámbito de investigación sobre la visualización de grandes cantidades de datos. La representación de estos datos está siendo un tema destacado en la producción artística de los últimos años. En muchos casos estas prácticas artísticas se desarrollan con la intención de llamar la atención sobre la no-neutralidad –y a menudo arbitraria naturaleza– de la información, en su papel de modelar nuestra experiencia subjetiva del mundo. La mayoría de los sistemas actuales de organización social están relacionados con bases de datos y, de esta manera, los códigos sociales y determinadas estructuras de relación se pueden hacer evidentes a través de la visualización de la información contenida en esas bases de datos. Nuestro proyecto usa metáforas visuales para representar el tráfico en la red, creando una analogía entre sistemas naturales e información online, resaltando, como dice Christian Paul, *las relaciones entre datos que pueden no ser obvias a primera vista y que existen más allá de la superficie que normalmente percibimos* (Paul, 2003).

Img. 79. *El Quijote Valence*, Benjamín Fry, 2004

Un ejemplo de este tipo de obras es *El Quijote Valence, 2004-2005.* En esta obra, *Benjamín Fry* hace una representación tridimensional de las relaciones establecidas entre las distintas palabras que constituyen el texto del libro de Cervantes, con la intención de responder a la pregunta *¿cómo se puede representar visualmente el uso que se hace de las palabras en un libro determinado?. El Quijote tiene 233.433 palabras en total, de las cuales 18.000 son únicas de esta obra literaria. Un gráfico de barras que incluyera tantos elementos resultaría prácticamente inútil. Sería demasiado grande para poder interpretarlo a simple vista, y si lo redujéramos al tamaño de nuestro campo de visión, sería demasiado pequeño para entenderlo* (Benjamin, 2004). Bajo estos propósitos *Fry* hace una representación del texto del libro basada en reglas simples según determinadas acciones de sistemas orgánicos como crecimiento, atrofia, adaptación y metabolismo.

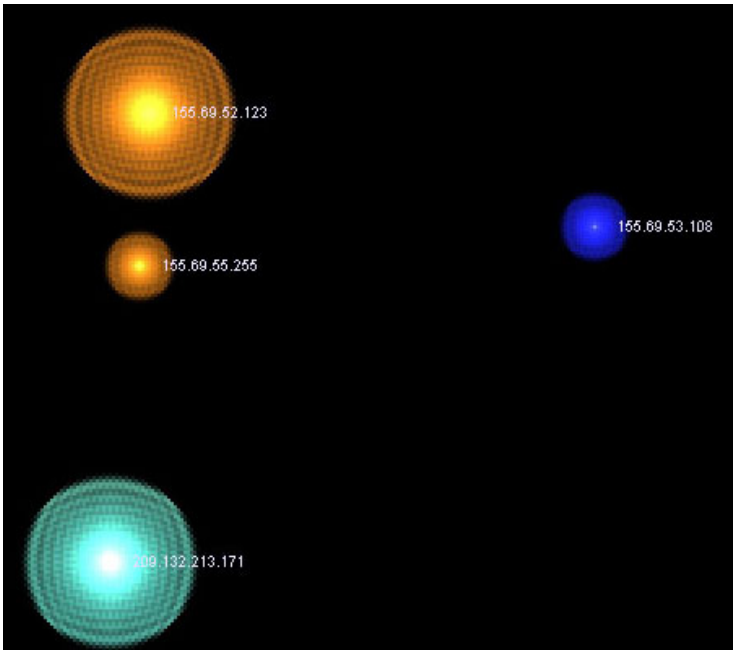
Otro proyecto estrechamente relacionado con nuestra obra es *Carnivore* (*Radical Software Group,* 2000)*,* que critica la utilización por parte del gobierno de Estados Unidos del programa *DCS1000* (comúnmente llamado *Carnivore*) para espiar la información que circula en los grandes servidores y nudos de comunicación de Internet. Como respuesta a esta acción, *Radical Software Group* ha creado una versión domestica de este programa, a la que ha llamado *CarnivorePE* (*Carnivore Personal Edition*). Esta edición personal del programa captura la información intercambiada en la red en la que está instalado y ofrece al usuario la posibilidad de utilizarla con cualquier finalidad; ya sea de espionaje o artística. De esta manera, el proyecto cuestiona las interferencias políticas en el intercambio privado de información y hace una parodia de la especialización de las tecnologías de vigilancia gubernamentales. Además, cualquier persona puede descargar desde la página web del proyecto este programa y, a partir de él, crear su propia representación de los datos intercambiados en la red. *Red Libre Red Visible* utiliza los datos capturados por *CarnivorePE* para visualizarlos utilizando tecnología de realidad aumentada. La estrecha relación entre nuestra investigación y el proyecto Carnivore es tal que podemos considerar nuestra investigación como un *Cliente Carnivore*, en la actualidad hay 23 de estos clientes, realizando cada uno de ellos una representación, conceptualización y puesta en escena distinta de la información que circula por las redes.

Un ejemplo de estos Clientes Carnivore es *Sinapsis* creada por el Marcos Weskamp en el año 2003. Este programa hace una visualización consistente en revelar parcialmente la topología de una red, en ella podemos ver determinados círculos que representan los dispositivos –ordenadores, puntos de acceso, servidores, routers, etc- interconectados en una red. Para representar esta unión, el programa dibuja líneas que unen estos círculos y de esta manera crea una representación de las relaciones dinámicas que se establecen entre ellos. Este mapa topográfico está limitado a la información que en ese momento circule por la red y por lo tanto ha de ser entendido como una representación parcial y dinámica de la misma.



Img. 80. *Sinapsis*, Marcos Weskamp, 2003

Otro ejemplo de cliente CarnivorePE es *Fuel* creado por *Scott Snibbe* en el año 2002. En esta obra *Snibbe* utiliza la metáfora del combustible, entendido éste como información digital que alimenta determinadas estrellas. Estas estrellas representan los nodos de una red que se hacen visibles al irradiar su energía en una especie de cielo de estrellas digitales. De esta manera cuanto más tráfico exista en la red, más energía tendrán las estrellas y por lo tanto estas irán creciendo o, en caso contrario, desaparecerán. *Cada estrella corresponde a una dirección IP que es parte de la red del usuario… Cada red local tiene una constelación única de anfitriones fijos y transitorios* (Snibbe, 2002).



Img. 81. *Fuel,* Scott Snibbe, 2002

Como ya hemos comentado, el proyecto *Red Libre Red Visible* también hace una representación de los datos capturados por el servidor CarnivorePE*,* pero nuestro proyecto es más amplio, al no limitarse a la representación de los datos que circulan por una red*. Red Visible* combina la visualización de datos digitales con el escenario real por el que estos viajan y permite la suma de contenidos adicionales, como las imágenes, modelos 3D o textos en el espacio físico. Nuestra investigación está basada en el campo del arte público y utiliza las acciones urbanas bajo diferentes niveles de actuación, como la intervención directa en las calles -colocando marcas y mostrando mensajes-, o la conceptualización de la ciudad como un lugar híbrido, mezcla del mundo físico y digital; todo esto con un objetivo general, consistente en reivindicar estructuras independientes de redes libres para el libre intercambio de información y conocimiento.

En relación a la demarcación visual del espacio público realizada en nuestro proyecto, podemos encontrar relaciones conceptuales y formales con iniciativas como *warchalking*, término acuñado por Matt Jones (Jones, 2000) referido a la acción de caminar por las ciudades en busca de nodos inalámbricos, una vez encontrados estos,

se señalizan con un dibujo de tiza para que otras personas los puedan encontrar sin dificultad. Warchalking usa símbolos estándar que se derivan de un viejo lenguaje llamado *Hobo*[50] para identificar diferentes tipos de nodos. De este modo, las personas que se encuentre de paso por una determinada ciudad pueden encontrar fácilmente accesos inalámbricos en el espacio público que le permitan conectarse a la Red.

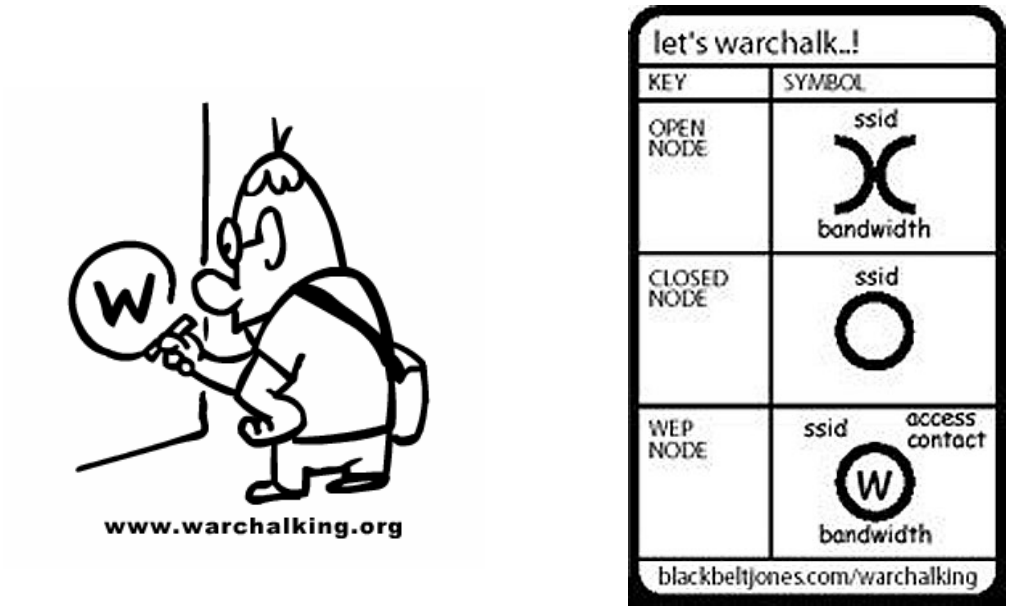


Fig. 56. Logo y símbolos originales del proyecto warchalking

Red Libre Red Visible utiliza otro tipo de marcas pero mantiene una finalidad semejante. En nuestro caso la utilización de la tecnología de realidad aumentada nos obliga a utilizar las marcas *fiduciales*[51] requeridas por este sistema de visión por ordenador. Pero a la vez, damos a los usuarios la posibilidad de insertar cualquier diseño en el interior o alrededor del cuadrado que compone este tipo de marcas, teniendo, de esta manera, un espacio libre para la expresión personal. De esta forma, las exigencias de la tecnología de realidad aumentada son reutilizadas bajo las premisas conceptuales de nuestra investigación.

[50] El termino Hobo es utilizado para definir a las personas que buscan trabajo de manera nómada viajando de un lugar a otro en Estados Unidos. En determinadas situaciones económicas adversas como la Gran Depresión (1929) el número de Hobos aumentó extraordinariamente al verse las personas obligadas a viajar para encontrar trabajo. Hoy en día todavía existen personas que se identifican bajo este término.

[51] Como ya hemos comentado estas marcas están compuestas por determinados puntos de referencia que permiten al sistema informático identificarlas y realizar determinados cálculos. Más información en el apartado 5.5 de esta tesis doctoral.

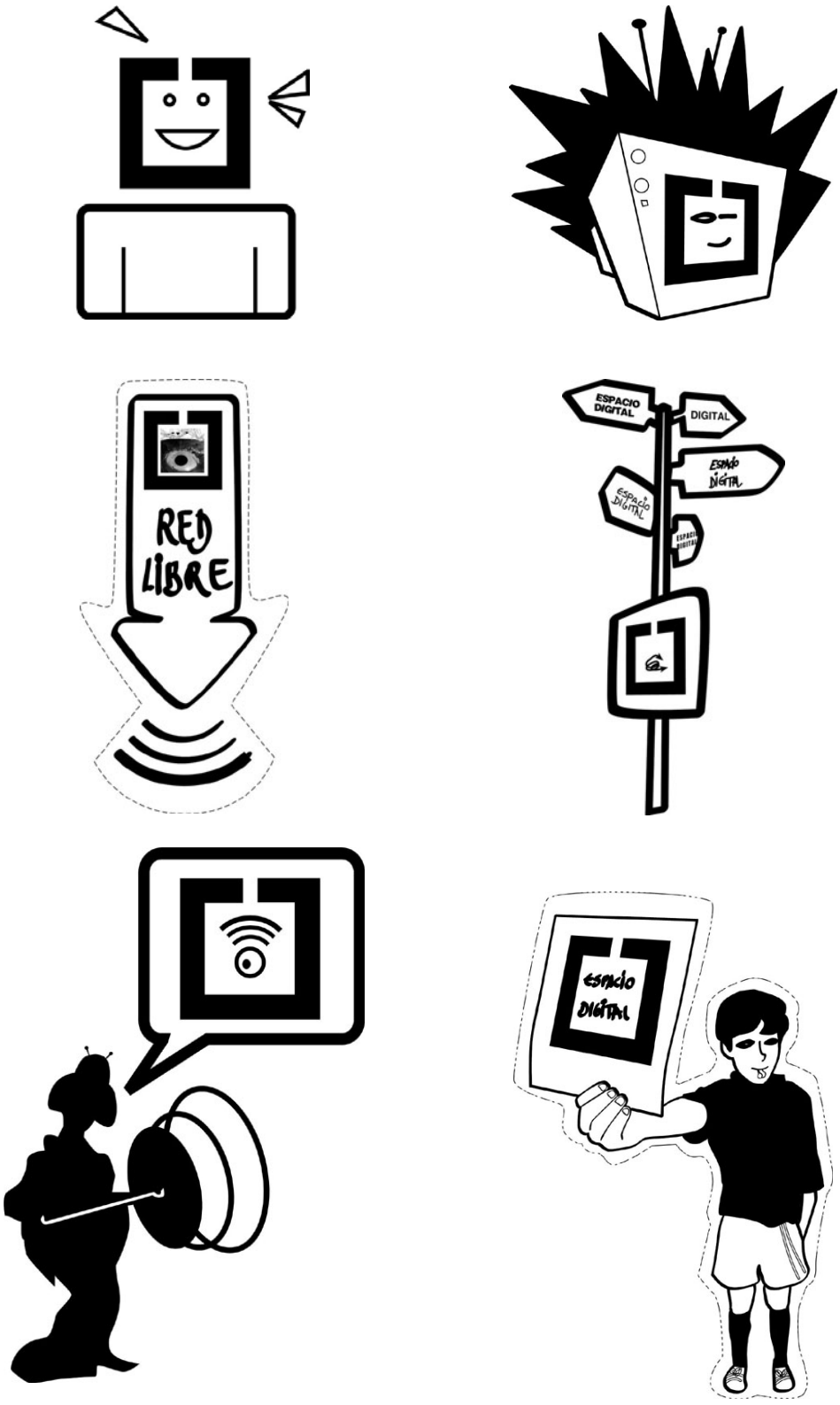


Fig. 57. Marcas del proyecto *Red Libre Red Visible*

Como ya hemos comentado, nuestro proyecto lleva a cabo una representación de la información digital que circula por el espacio real, en este sentido, tiene una relación conceptual directa con la obra *Remain in Light*, del artista japonés *Haruki Nishijima,* realizada en el año 2001. Este trabajo ha sido presentado en el apartado 2.1 de esta tesis doctoral clasificado como una propuesta neomedial que representa el espacio público híbrido. La relación con *Red Visible* de esta obra consiste en que para la captura de las ondas es necesario utilizar un sistema específico, creado por Nishijima, y posteriormente traducir estos datos en la instalación propiamente dicha, donde se lleva a cabo su visualización. En nuestra obra, este proceso se produce de forma inmediata y a tiempo real, utilizando un ordenador portátil provisto de tarjeta inalámbrica y visualizando los datos en su pantalla. *Remain in Light* es una obra pensada exclusivamente desde el punto de vista expositivo, mientras que en *Red Libre Red Visible* exploramos un nuevo formato de distribución de la obra artística, ya que los usuarios pueden descargarse nuestro programa e instalarlo en el ordenador de su casa participando en el proceso generativo de la obra. Interactuando con el *Cliente Red Visible* los usuarios pueden tener una experiencia individual y personal con la obra y también participar en la misma -instalando una Red Visible- o modificarla -realizando nuevas versiones del Cliente Red Visible.

También encontramos otro tipo de relaciones formales, como la manera en que se representa la información y la puesta en escena de la misma. Pero, la diferencia más significativa es que la interacción en el caso de *Red Visible* se produce a tiempo real, pudiendo el usuario intercambiar una u otra información -al descargar una página web específica-, y por lo tanto decidiendo qué tipo de representaciones de esa información se hacen visibles en el espacio físico. En *Remain in Light,* esta decisión es inconsciente, pues en la experiencia de captura de las ondas no se sabe muy bien que tipo de señales se están capturando ni tampoco como será su representación. Normalmente, esta captura de datos la realiza el artista para luego, en la exposición, ofrecer la visualización a los visitantes.

6.4 Territorios Red Libre Red Visible

Por *Territorios Red Libre Red Visible* nos referimos a la apropiación y uso que hace nuestro proyecto del espacio público una vez se ha realizado la instalación de una *Red Visible.* De esta manera, por medio de la demarcación y puesta en práctica de este tipo específico de redes, los visitantes a estos espacios pueden saber que se encuentran en un lugar con connotaciones artísticas y sociales específicas. La utilización del término *territorio* es debida a las connotaciones de propiedad que esta palabra conlleva: un territorio es un lugar apropiado, un lugar personalizado y adaptado en cierta forma a los deseos y usos de las personas que lo utilizan. En nuestro proyecto es entendido como un espacio público social, compartido y democrático, un lugar "ocupado" en el que los ciudadanos han decidido participar activamente en las decisiones que les afectan.

Las nuevas posibilidades ofrecidas por la instalación de una *Red Visible* en un entorno público determinado, es solo la punta del iceberg de un conjunto de acciones y decisiones desarrolladas bajo el compromiso de los ciudadanos con respecto al uso y diseño de sus espacios públicos. Espacios donde, intercambiar libre y gratuitamente información, -y visualizar el recorrido que ésta hace por el espacio físico-, conlleva una serie de decisiones de profundo calado en las sociedades actuales. Compromisos de carácter estético y social, como ofrecer el libre y gratuito acceso a la información (fundamental para tener una verdadera "sociedad del conocimiento" (Drucker, 1969) (Castells, 1997)), e invitar a los ciudadanos a reflexionar en el diseño del espacio urbano: de su mobiliario, de las imágenes insertadas en él, de las esculturas públicas, etc.

Concretamente, uno de los elementos fundamentales de estos territorios consiste en el establecimiento de *Intranets colectivas.* En nuestro proyecto facilitar el acceso a Internet por medio de una *Red Visible* no es el objetivo principal que nos proponemos ya que lo fundamental es la creación de una rica, en términos de calidad y cantidad de información, Intranet. La Intranet en *Red Visible* ha de ser abierta y compartida por todos los ciudadanos que hacen uso de esa red inalámbrica, pudiendo guardar e intercambiar información y creando con ello un espacio colectivo y social donde se intercambian información y conocimiento. Tal vez el aspecto más importante

del establecimiento de este tipo de redes sea la comunidad social que se genera alrededor de ellas, generalmente compuesta por el grupo de vecinos que las utilizan con asiduidad, regenerando con ello el degradado tejido social de nuestras ciudades.

Hasta la fecha hemos llevado a cabo ocho experiencias de puesta en práctica de *Territorios Red Libre Red Visible.* Tres de ellas por medio de talleres realizados en diversos centros de arte y tecnología y las otras cinco han sido exposiciones públicas del proyecto. Hemos creído conveniente utilizar este tipo de formatos porque esta investigación requiere principalmente de la participación ciudadana para ser llevada a cabo, por lo tanto los talleres y las exposiciones son una estupenda plataforma que nos permite difundir la idea del proyecto y llevarla a la práctica. En los siguientes epígrafes vamos a describir más detalladamente estos *Territorios.*

6.4.1 Talleres *Red Libre Red Visible*

Los talleres son probablemente una de las mejores formas de difundir el proyecto *Red Libre Red Visible* ya que en ellos no solo lo mostramos y explicamos conceptualmente, sino que también formamos a los participantes al uso de las herramientas, la instalación y personalización de *Redes Visibles.* Los tres talleres llevados a la práctica hasta el momento han sido realizados a lo largo del año 2005: en febrero en el centro Medialab, Madrid, en mayo en la Fundación Bilbao Arte, Bilbao y en diciembre en el Centro Párraga en Murcia.

Estos talleres se han desarrollado con un número reducido y especializado de alumnos, -de diez a quince alumnos de media en cada taller-, y con una formación heterogénea: artistas, arquitectos, diseñadores e informáticos. Por lo que para el desarrollo de los proyectos, a lo largo de cada taller, los alumnos se han distribuido en grupos híbridos de tres a cuatro componentes; cada grupo estaba formado por uno o varios artistas, un arquitecto y un informático.

Los tres talleres han tenido prácticamente la misma estructura docente. En cuanto al número de horas lectivas, el último taller realizado en el Centro Párraga duró 40 horas impartidas durante dos semanas, el doble que los dos primeros. De esta manera, tuvimos más tiempo para desarrollar los contenidos docentes del mismo y también de prácticas de taller, mejorando el resultado final de los proyectos realizados. A groso modo la estructura docente de los talleres estuvo divida en los siguientes apartados:

- Conferencia de presentación abierta al público. En estas conferencias presentamos los cuatro proyectos de investigación realizados en el marco de esta tesis doctoral. De esta forma trazamos las líneas comunes y las relaciones entre los distintos proyectos, para a modo de conclusión, presentar el taller a realizar.
- Inicio del taller. Ampliación a nivel conceptual en el proyecto *Red Libre Red Visible* y de sus relaciones estéticas y sociales.
- Presentación de la estructura y contenidos del taller. Creación de los grupos de trabajo.

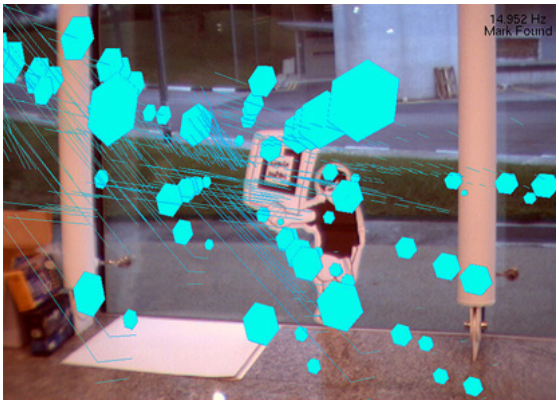
- Discusión de los proyectos a desarrollar por los diversos grupos de trabajo.
- Introducción a la realidad aumentada
- Instalación de una *Red Visible*
- Instalación y uso del *Cliente Red Visible V1.0*.
- Modificación de la representación de la información con la versión 1.1[52]
- Desarrollo de los proyectos de los diversos grupos del taller.
- Presentación pública de los resultados del taller.

En el último taller realizado en el Centro Párraga, debido a que constaba de una mayor duración, además de dedicar más tiempo a debatir los temas conceptuales de la investigación y desarrollar más detenidamente los proyectos prácticos, pudimos presentar también los siguientes contenidos:

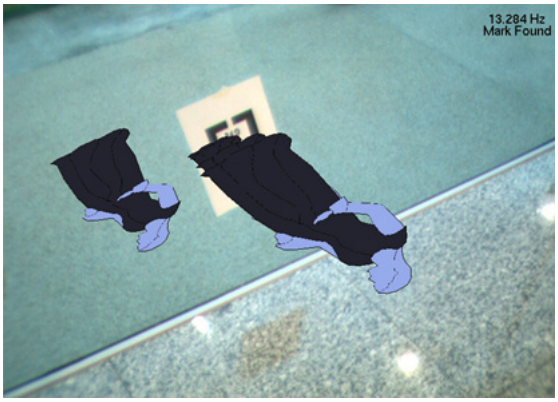
- Introducción a la programación en C/C++
- Introducción a la programación de aplicaciones de realidad aumentada con las librerías Mxrtoolkit.

Los resultados fueron muy satisfactorios ya que en los tres talleres tuvimos la oportunidad de difundir y discutir los contenidos conceptuales de esta investigación, instalar una *Red Visible* y visualizar la información digital que circulaban en ese momento por la red. De este modo, pudimos comprobar cómo se modificaba la percepción y la comprensión que los participantes al taller tenían de los espacios públicos de relación social. También, realizamos varias versiones de visualización de la información, acordes con las distintas aportaciones de los asistentes al taller. A continuación presentamos algunas de las visualizaciones.

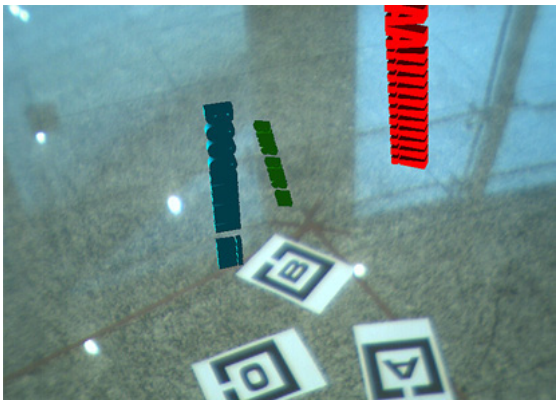
[52] La versión segunda del *Cliente Red Visible* fue desarrollada en el año siguiente y presentada en el festival ISEA 06 Zero One San Jose. Es por esto en los talleres, realizados previamente, no se pudo utilizar.



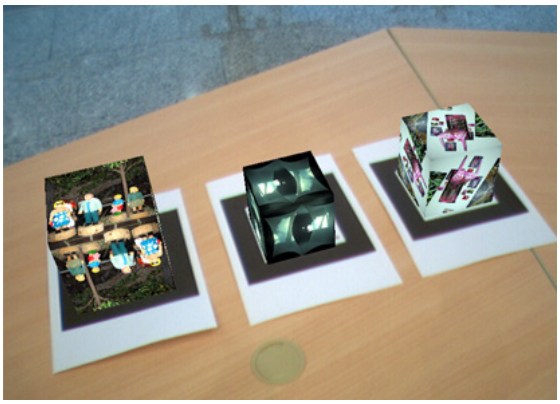
Img. 82. Trabajo de Ula Molares,
taller Fundación Bilbao Arte



Img. 83. Trabajo de Maiden García,
taller Fundación Bilbao Arte



Img. 84. Trabajo de Oscar Díez,
taller Medialab Madrid



Img. 85. Trabajo de Olivia Caro de Diego,
taller Medialab Madrid

En el caso del taller del Centro Párraga, como ya hemos comentado, al tener el doble de tiempo para desarrollarlo, introducimos además algunos conceptos relacionados con el proyecto, como la incorporación de elementos digitales en el espacio público. A los participantes les pareció muy interesante comprobar cómo podían modificar el espacio público a partir del uso de la tecnología de realidad aumentada. Presentamos algunos de los resultados a modo ilustrativo con las siguientes imágenes[53].

[53] En el DVD anexo a esta tesis doctoral, el lector podrá encontrar un vídeo documental de los resultados del taller realizado en el Centro Párraga.

Img. 86. Trabajo de Dayton Allemann
Taller Centro Párraga

Img. 87. Trabajo de Raúl Gómez
Taller Centro Párraga

Img. 88. Trabajo de Alejandro Gilberto
Taller Centro Párraga

Img. 89. Trabajo de Francisco Tomás Espí
Taller Centro Párraga

6.4.2 Exposiciones públicas de *Red Libre Red Visible*

Las experiencias expositivas nos han demostrado ser otro medio excelente para mostrar y difundir esta investigación al público en general. Como los talleres son llevados a cabo por un número reducido y especializado de participantes, las exposiciones son una buena manera de mostrar el proyecto a un gran número de personas de distintas edades y perfiles sociales, que de otra manera no podrían acceder al mismo. Además, en las exposiciones públicas de nuestra investigación, los visitantes pueden encontrar información adicional, para participar activamente en el proyecto, obteniendo los recursos necesarios para ello, así como los datos para contactar con nosotros.

Hemos creído oportuno describir brevemente cada una de estas exposiciones, porque ha sido en ellas cuando hemos tenido la oportunidad de llevar a la práctica de modo global el proyecto. La primera exposición fue realizada en septiembre del 2004 en el Castillo de Alaquas, Valencia, con motivo de la exposición colectiva *Escultura en Acción*, una exposición comisariada por Joan Llavería y Elías Pérez, que mostraba un conjunto de "esculturas" creadas por la participación del espectador, donde *el artista inyecta posibilidades, propone caminos potenciales para que cada espectador recorra trayectos diferentes o trace otros nuevos* (Llavería y Pérez, 2004). La segunda exposición fue en el mes de abril del 2005, en este caso fue una exposición individual realizada en la galería Valle Ortiz de Valencia titulada *Red Libre Red Visible + Lalalab.* La tercera exposición se llevó a cabo en el mes de diciembre del 2005 en el Daejeon FAST Museum of Art, Korea del Sur, una exposición colectiva llamada *Digital Paradise,* en la que la comisaria de la exposición, So-Ju, planteó una reflexión sobre los proyectos de arte digital entendidos como un lugar para el placer y el disfrute sensorial. La cuarta fue en el Espacio de Arte Contemporaneo EACC de Castellón –diciembre 05, enero 06- con motivo de la exposición *Contemporánea 05, interferencias en la ciudad y sus paisajes asociados,* en ella, Juan de Nieves, director del museo y comisario de la exposición comenta: …*hemos querido dar cabida a algunas propuestas concretas cuya voluntad es la de interferir en nuestro contexto inmediato* (De Nieves, 2005)… La quinta y última exposición realizada recientemente ha sido en San José, USA, debido a que nuestra obra fue seleccionada en el festival *International Society of Electronic Art ISEA 06 ZeroOne San Jose*, dentro de la sección *Interactive City* (ciudad interactiva). Los

márgenes conceptuales de este tema estaban centrados en la *búsqueda de proyectos a escala urbana en los que la ciudad no es simplemente un palimpsesto de nuestros deseos sino un participante activo en su formación… …los proyectos de Interactive City deben transformar las "nuevas" tecnologías de la computación móvil, redes ubicuas y locative media en experiencias que importan* (Paulos, 2005).

En todas estas exposiciones instalamos una *Red Visible,* en la que los usuarios podían conectarse con sus propios ordenadores y estaba demarcada visualmente por medio de pancartas-marca, avisando a los visitantes de la existencia de la misma. Estas redes, además, daban acceso libre y gratuito a Internet, por lo que los visitantes podían navegar por las mismas y descargar el *Cliente Red Visible* desde la página web del proyecto.

En las dos primeras exposiciones, los elementos expositivos fueron similares y consistieron, de forma general, en un punto de acceso, que daba cobertura inalámbrica al espacio expositivo, un ordenador, conectado inalámbricamente a este punto de acceso -en el que los usuarios podían navegar por Internet-, y una vídeo proyección, en la pared frontal a este ordenador, donde se podía ver a tiempo real el flujo de la información volando por el espacio. Concretamente, la vídeo proyección actuaba como una ventana, en la que se podía ver lo que pasaba al otro lado de la pared donde estaba proyectada la imagen, gracias al uso de una cámara colocada a tal efecto. En la proyección se podía ver, además, una pancarta-marca colocada junto a la antena que daba cobertura inalámbrica a todo el espacio. De este modo, los elementos 3D que representan la información inalámbrica intercambiada entre el ordenador y el punto de acceso, eran visibles y se superponían a la imagen vídeo del espacio exterior capturado por la cámara.

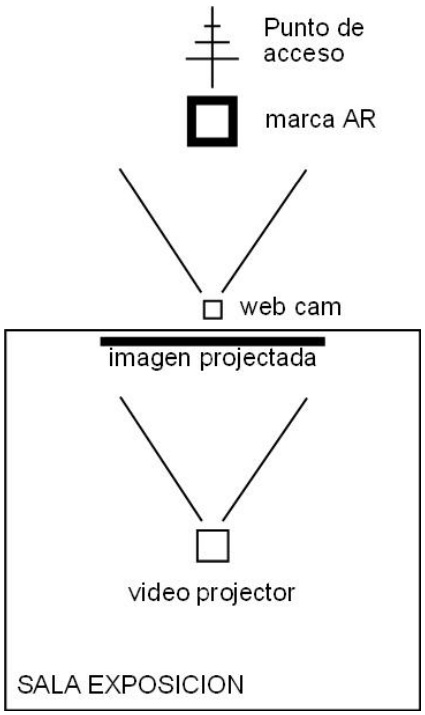
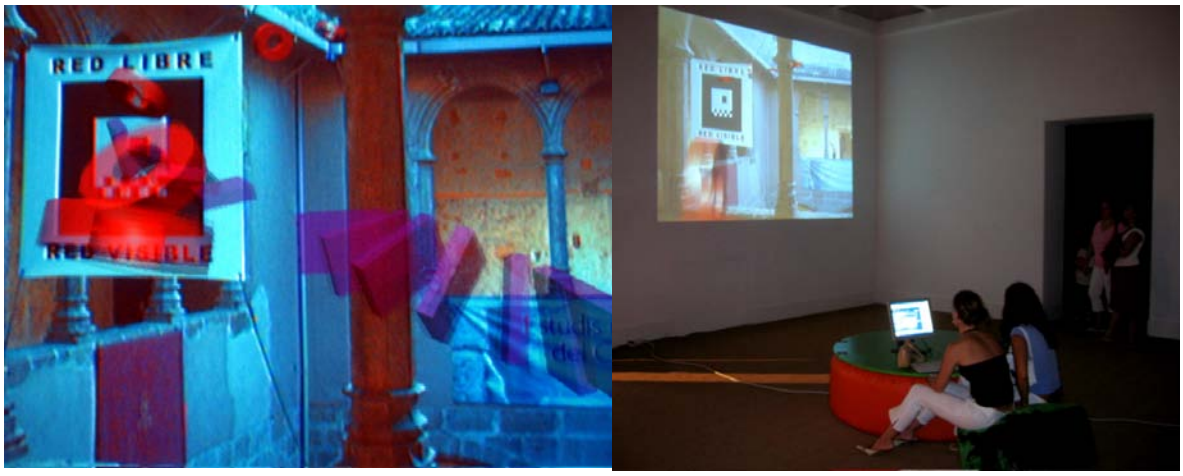


Fig. 58. Esquema de los elementos expositivos



Img. 90. Imagenes de la obra en la exposición *Escultura en Acción*, Alaquas, 2004

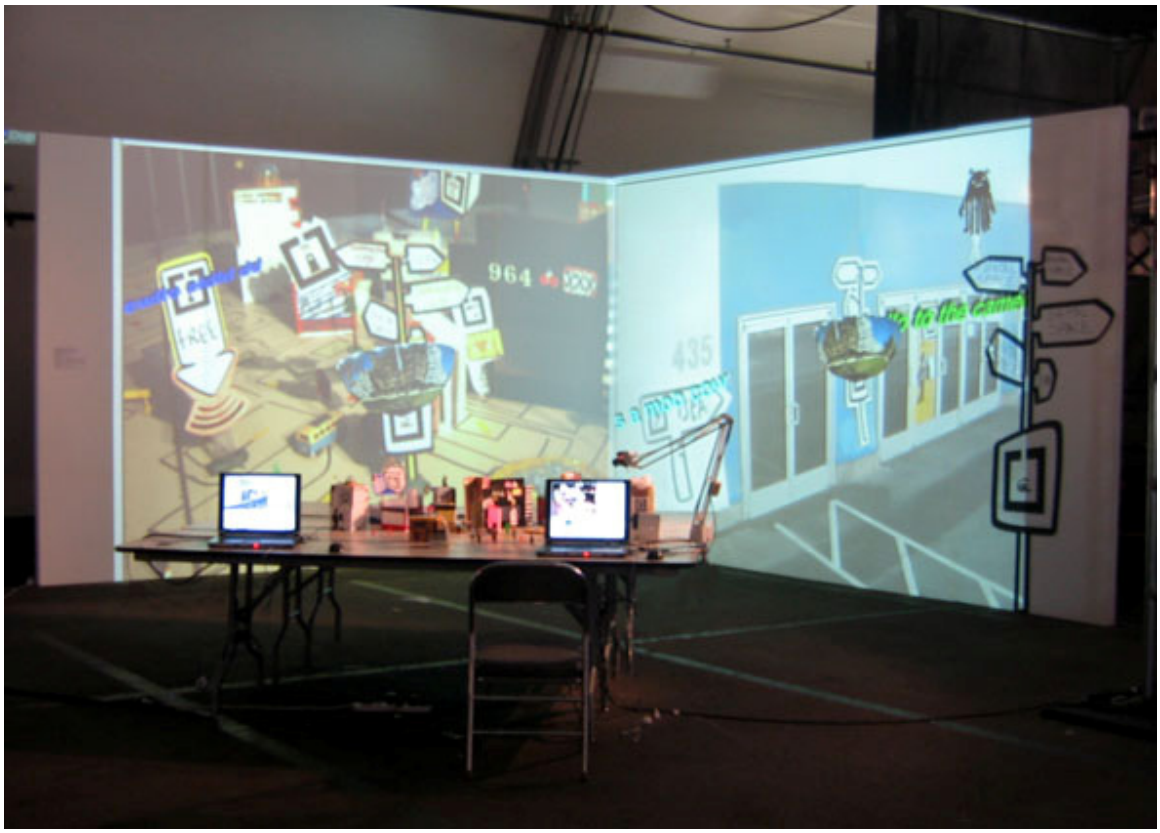
Img. 91. Imágenes de la obra en la galería Valle Ortiz, exposición *Red Libre Red Visible + Lalalab*, Valencia, 2005

En las dos siguientes exposiciones, el juego de proyectar la imagen visible al otro lado de la pared fue cambiado por un dibujo de un panorama de la ciudad en la que la obra fue exhibida. Enfrente de este dibujo y a una cierta distancia, colocamos una mesa circular giratoria, sobre esta mesa había dos pantallas de ordenador, una cámara web, un teclado y un ratón. En la primera pantalla había un navegador web, con el que los usuarios podían navegar libremente por Internet, en la otra pantalla, se veía la imagen capturada por la web cam situada sobre la mesa, de esta forma, se veía a pantalla completa el dibujo del panorama que se podía recorrer horizontalmente gracias al giro de la mesa. Este dibujo tenía una serie de pancartas-marcas colocadas en las fachadas de diversos edificios, de manera que la visualización de la información digital, intercambiada entre el ordenador y la red inalámbrica, era visualizada circulando entre las distintas marcas.

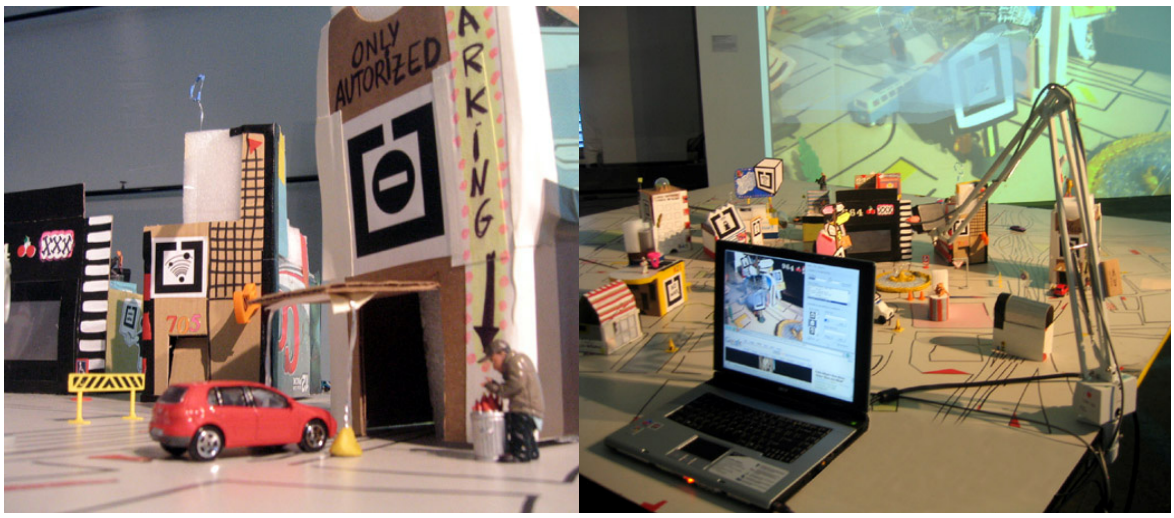
Img. 92. Vista general de la obra en el Daejeon Art Museum, exposición *Digital Paradise*, Daejeon, Corea del Sur, 2005

Img. 93. Imagen de la representación de la información en el EACC, exposición *Contemporánea 05*, Castellón, 2005

En la última exposición realizada en San José, California, sustituimos el dibujo en la pared por un modelo a escala de una ciudad. Sobre los edificios tridimensionales de este modelo colocamos un determinado número de pancartas-marca. También colocamos una cámara sobre un brazo extensible metálico que los visitantes podían mover libremente para cambiar el ángulo de grabación de la cámara. Además, un ordenador portátil con el cliente *Red Visible* estaba situado en la misma mesa que la maqueta; este ordenador recogía las imágenes de esta cámara, las procesaba y las enviaba a un vídeo proyecto para que los demás visitantes pudieran compartir la experiencia



Img. 94. Vista general de la exposición en *Interactive City,* festival ISEA Zero One, San Jose, USA, 06



Img. 95. Imagen de la exposición de *Red Libre Red Visible* en *Interactive City*, festival ISEA ZeroOne, San Jose, USA, 06

Como podemos ver, en las dos primeras exposiciones mostrábamos el funcionamiento de una *Red Visible* adaptándolo al espacio concreto e intentando representar, con la máxima veracidad, el recorrido de la información entre el ordenador y el punto de acceso. De esta manera, había una gran similitud entre el recorrido que la información digital hacía y la forma en que éste era representado. En cambio, en las tres exposiciones posteriores, nuestra intención fue mostrar el proyecto a nivel utópico, desde el punto de vista de su puesta en práctica proyectual; queríamos mostrar como sería esa ciudad una vez llevado a cabo la instalación de una *Red Visible* global en la misma. De esta forma, podíamos visualizar en el monitor del ordenador el dibujo de esa misma ciudad con pancartas en sus edificios y la información digital volando entre ellas.

Además de estos elementos descritos anteriormente, en la exposición realizada en el EACC introducimos dos nuevos dispositivos con el objetivo de ampliar la experiencia expositiva. Dado que al instalar una *Red Visible* creamos una zona de cobertura alrededor del museo demarcada por varias pancartas-marcas, creímos conveniente utilizar elementos que permitieran visualizar y acceder de modo distinto a la información intercambiada en toda esta red. El primero de ellos consistió en que los visitantes podían escribir las frases que creyeran oportunas sobre la pancarta-marca situada en la fachada del museo. Para visualizar estas frases, en el interior del museo, había una vídeo proyección de la imagen grabada por una de las cámaras de vigilancia, en la que se podía ver un plano general de la fachada del museo.

Img. 96. Sistema de visualización de textos sobre la fachada del museo, EACC, Castellón, 05

El segundo elemento introducido por primer vez en la exposición del EACC, Castellón, consistió en la utilización de dos dispositivos portátiles de realidad aumentada, compuestos cada uno por un casco de realidad virtual y una mochila que contenía un ordenador portátil y una tarjeta inalámbrica. Estos dispositivos estaban expuestos en el interior del museo y los visitantes los podían pedir prestados para llevar a cabo una experiencia de visualización de la información intercambiada al pasear por el exterior del museo. Además, en estos dispositivos se podía ver a tiempo real las frases “escritas” en la fachada del museo y también un conjunto de imágenes colocadas sobre las marcas, a modo de exposición fotográfica, que iban cambiando diariamente. Estas imágenes fueron cedidas por los otros artistas del museo e ilustraban las otras piezas expuestas en la misma exposición, de esta manera los visitantes podían acceder a determinada información añadida sobre estas obras.

Img. 97. Imagen de los dispositivos portátiles de realidad aumentada
y de una persona utilizándolos en el exterior del museo, EACC, Castellón, 05

En el caso de la exposición realizada en ISEA San José, estas dos capacidades fueron ampliadas, ya que los usuarios podían colocar el textos sobre cualquier de las marcas colocadas en la maqueta -o en la fachada del museo- y también podía colocar imágenes, modelos 3D, sonidos y vídeos sobre estas marcas. En esta exposición había dos grandes vídeo proyecciones, en la primera se visualizaba las imágenes de la maqueta grabadas por la cámara situada en el brazo extensible de la mesa, en la segunda, situada a la derecha del espectador, se podía ver la imagen de una cámara de seguridad colocada en le exterior del museo, enfocando hacia la fachada del mismo. Como podemos ver en la imagen siguiente, los visitantes –de forma similar a la exposición del EACC, Castellón- podían pedir prestado las mochilas y salir al exterior del museo, de tal manera que podían visualizar la información colocada sobre las marcas pegadas a esta fachada y al mismo tiempo, en la proyección del interior del museo los otros visitantes podían visualizar a esta persona en tiempo real, por lo que se producían divertidas situaciones gracias a este peculiar sistema de comunicación. Los usuarios de las mochilas podían leer los mensajes que les eran enviados por los otros usuarios desde el interior del museo, además estos podían ver en la proyección a los usuarios con las mochilas y los mensajes que ellos mismos habían colocado.

Img. 98. Imagen de la cámara de vigilancia que grababa
la fachada del Shout Hall, ISEA ZeroOne, San Jose, USA, 06

La configuración de los elementos utilizados en las dos últimas exposiciones fue prácticamente la misma. A continuación presentamos un esquema de los elementos computacionales utilizados en estas exposiciones: un servidor central al que se conectan varios puntos de acceso a través de un Hub y los cuatro ordenadores a los que los visitantes pueden acceder en la sala de exposiciones.

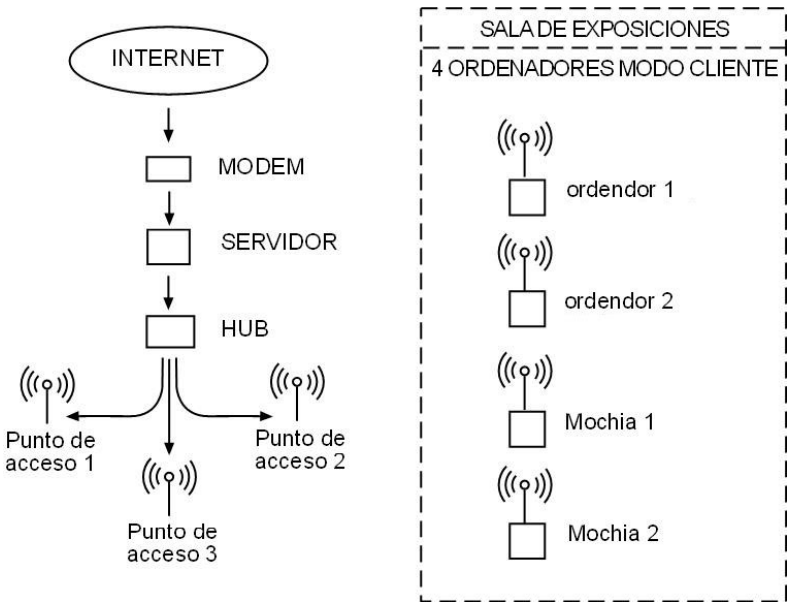
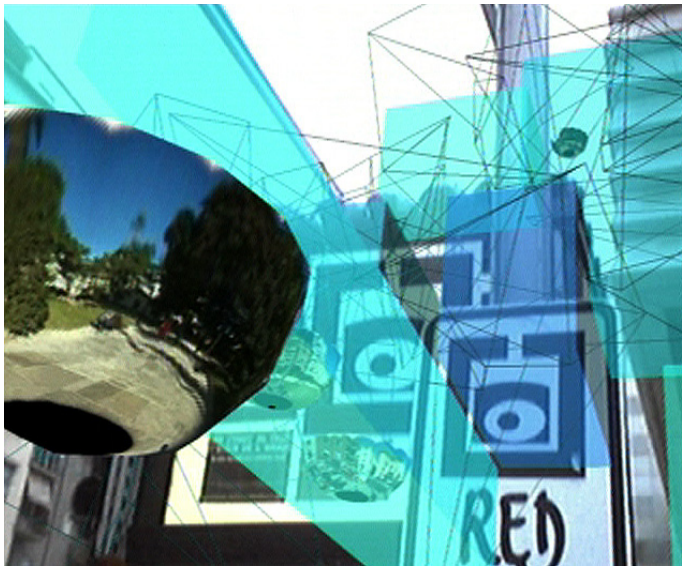


Fig. 59. Esquema del Territorio Red Visible EACC e ISEA San Jose

Este sistema distribuido de procesos, en el que todos los programas se comunican entre ellos, haciendo los cálculos necesarios de forma colectiva, se caracteriza porque los cuatro ordenadores de la sala de exposiciones actúan como clientes conectados al servidor central, usando conexiones inalámbricas y solicitando determinada información específica según las acciones a realizar. En el ordenador servidor instalamos el programa *Servidor Red Visible* y un Hots Pot Management (Chillispot, 2002), un programa que permite abrir una página personalizada de bienvenida en el navegador de los usuarios cada vez que estos se conectan a la red. De esta manera informábamos a las personas que se conectaban en la red inalámbrica de los objetivos del proyecto, invitándoles a descargase el *Cliente Red Visible* y también a participar activamente en el proyecto propagando esta red.

La introducción de estos dos elementos permitió crear una experiencia más amplia en la interacción y visualización por parte de los visitantes a la exposición. El uso de los dispositivos móviles de realidad aumentada, permitió la visualización de elementos digitales colocados en el espacio público, creando la percepción de que esos elementos están realmente presentes en el espacio físico. Además, las nuevas posibilidades de expresión pública, surgidas a partir de la incorporación de textos digitales en la fachada de museo y en las calles cercanas, crearon un nuevo medio de expresión pública que hemos denominado graffiti digital.



Img. 99. Imagen de la visualización de una marca utilizando un dispositivo portátil de realidad aumentada

6.5 Descripción técnica y uso de *Red Visible*

El proyecto *Red Libre Red Visible* fue iniciado en enero del dos mil cuatro. Desde aquel entonces hemos realizado cuatro versiones del programa *Cliente Red Visible* con la intención de abarcar los objetivos y llevar a la práctica el planteamiento inicial del proyecto. Los retos que nos marcamos en el inicial planteamiento de este sub-proyecto nos han obligado a realizar este proceso debido a la complejidad técnica de la investigación desarrollada, de tal manera que para llevar a cabo este proyecto hemos realizado una intensa investigación en campos como los sistemas de visión por ordenador y reconocimiento de patrones, la programación de entornos interactivos en tres dimensiones, la instalación y mantenimiento de redes inalámbricas y los protocolos de comunicación entre ordenadores, especialmente el protocolo TCP/IP.

La primera versión del *Cliente Red Visible* fue llevada a cabo en el entorno de programación Macromedia Director utilizando el extra DART; un conjunto de herramientas de realidad aumentada para diseñadores desarrolladas por investigadores del Georgia Tech. Esta versión fue presentada en la primera exposición pública del proyecto *Escultura en Acción,* realizada en el Castillo de Alaquas, Valencia, en el año 2004. Es estable y funciona correctamente, desde su creación la colocamos en la página web del proyecto y hasta ahora un gran número de personas la han descargado. Su funcionamiento es completo: se conecta al programa CarnivorePE, recibe los datos capturados por éste y los representa en pantalla utilizando realidad aumentada por reconocimiento de patrones. Los motivos que nos animaros a utilizar este primer entorno de programación fueron los siguientes:

- Conocimiento del medio. Es el mismo entorno de programación que utilizamos para realizar el proyecto *Playground Area* y por ello teníamos un gran conocimiento de la herramienta.

- Simplicidad de la herramienta. El extra DART está especialmente diseñado con la intención de ser usado por personas que no tengan un gran conocimiento de programación y también para realizar prototipos rápidos de aplicaciones de realidad aumentada.

Por otro lado, en todo momento fuimos conscientes de que este primer desarrollo de la aplicación iba a ser parcial y temporal debido a ciertas limitaciones del sistema; por ello le dimos al programa 0.1 como número de versión, como muestra de que estábamos desarrollando un prototipo -realizado sin gran esfuerzo de tiempo y medios-, con el objetivo de tener un primer desarrollo que nos facilitó las sucesivas investigaciones. Los problemas detectados y que motivaron la necesidad de desarrollar una segunda aplicación fueron diversos, a continuación pasamos a enumerarlos:

- Licencia. Macromedia Director es un software comercial, destinado a uso profesional de aplicaciones interactivas y su precio es bastante alto, por lo que hace difícil que terceras personas puedan legalmente modificar nuestro programa, ya que tendrían que tener la licencia de este entorno de programación.

- Incompatibilidad. El extra Dart tiene ciertos problemas a la otra de ser compatible con el gran número de cámaras web que existen en el mercado actualmente. Además hay que ajustar la configuración dependiendo de cada cámara, por lo que imposibilita la distribución del programa en un ejecutable -ya que éste no se conecta automáticamente a la cámara- sino que hay que modificar la programación específicamente para cada cámara, obligando al usuario a tener instalado el entorno de programación Macromedia Director.

- Diseño de la marcas preestablecido. El extra Dart tiene prediseñadas un número determinado de marcas fiduciales y no permite su modificación. Uno de los objetivos conceptuales de nuestro proyecto es que los usuarios puedan realizar sus propias marcas adaptando su diseño en relación a sus intereses personales.

- Instalación engorrosa. Para que todo el sistema funcione es necesario instalar varios programas independientemente, esto complejiza el proceso y puede hacer que usuarios potenciales no se sientan atraídos por la propuesta. La instalación de nuestro programa final ha de ser totalmente automatizada, en un solo paquete donde los usuarios solo deban de aceptar las condiciones de la licencia de distribución.

- Consumo de recursos. Esta primera aplicación desarrollada funciona correctamente pero requiere una gran cantidad de recursos de procesado, obligando a

utilizar un potente ordenador que no siempre puede estar accesible por los usuarios.

Por todas estas razones procedimos a realizar una segunda versión del *Cliente Red Visible*, en este caso seleccionamos las librerías que definitivamente utilizaríamos en las sucesivas versiones del programa. Estas librerías se llaman MxrToolkit (conjunto de herramientas de realidad mezclada) y son muy similares al ya descrito ARToolkit en el capítulo anterior. Básicamente podemos entender las primeras como una evolución de las segundas. Aunque el algoritmo de detección de marcas es prácticamente el mismo, hay algunas diferencias que hacen más conveniente la utilización de las librerías MxrToolkit para nuestros propósitos. Estas diferencias son:

- Las marcas que utiliza el MXRToolkit tienen una pequeña abertura en uno de sus lados, de manera que el sistema de reconocimiento utiliza ocho puntos en lugar de los cuatro de ARToolkit. Esta innovación mejora la robustez y estabilidad del sistema, aunque requiere un poco más de consumo en el proceso de reconocimiento. Afortunadamente esto no supone ningún inconveniente para los ordenadores actuales debido al extraordinario aumento de potencia que han tenido en los últimos años.

- Las librerías MXRToolkit tienen implementado un sistema de carga de modelos VRML que lo hacen mucho más sencillo y robusto que ARToolkit

- Las librerías MXRToolkit tienen implementado un sistema de carga de marcas en formato de archivo JPG del que no dispone ARToolkit.

- Las librerías MXRToolkit tienen programadas un conjunto de herramientas que permiten de manera sencilla y robusta la programación en red, la programación gráfica, recursos interactivos, recursos multimedia, etc de las que no dispone las librerías ARToolkit.

Esta segunda versión fue llamada *Cliente Red Visible V.1*, en ella encontramos ciertas mejoras en comparación con la versión anterior ya que el usuario puede diseñar sus propias marcas, tiene una licencia GNU-GPL de libre distribución, el sistema es compatible con prácticamente todas las cámaras del mercado, consume menos recursos y la instalación es mucho más sencilla y estable. Por lo tanto decidimos que

debido a estos avances podíamos distribuir la primera versión del programa, pero todavía encontramos ciertos problemas que debíamos solucionar:

- Ninguna capacidad de modificación de los usuarios. El programa no contiene ninguna posibilidad de modificación de la representación de los datos invisibles; el usuario solo puede ejecutarlo y visualizar estos datos, pero no participar activamente en su representación.

- No GUI. Esta segunda versión corre en entorno OpenGL puro, sin interfaz gráfica de usuario, por lo que se limitan de esta forma sus posibilidades interactivas.

- Engorrosa instalación. Aunque el nuevo sistema es más fácil de instalar que el anterior y permite su distribución, sigue siendo difícil de instalar ya que este programa no está integrado con el CarnivorePE y las librerías WinPcap y esto hace que cada uno de ellos se deban de instalar por separado.

Para solucionar en la medida de nuestras posibilidades el problema de la representación estandarizada de los datos invisibles, realizamos la siguiente versión del programa que aportaba una pequeña mejora a la versión anterior. El *Cliente Red Visible V1.1* permite que los usuarios modelen un objeto 3D y lo utilicen como representación de los datagramas capturados por el CarnivorePE. Pero esta solución parcial trajo consigo el problema de que los modelos debían contener un escaso número de polígonos, de lo contrario el rendimiento del sistema baja considerablemente llegando a poder paralizar la aplicación si utilizamos modelos pesados.

Finalmente desarrollamos la que por el momento es la última versión del programa, a la que hemos llamado, *Cliente Red Visible V2*. Esta versión soluciona la mayoría de los problemas encontrados anteriormente y ofrece una gran cantidad de nuevas posibilidades de adaptación de representación de la información y también de superposición de imágenes, sonidos, elementos 3D y textos sobre las marcas fiduciales. Sus beneficios y nuevas capacidades son:

- Sistema de compatibilidad garantizado. Este programa está testado con un gran número de cáramas web y también con cámaras de vídeo digitales. Pero además,

en el caso de que los usuarios no dispongan de una cámara, también funciona sin ella, ya que tiene diversas imágenes con marcas fiduciales que permiten que el sistema las reconozca y por tanto hace que no sea imprescindible utilizar una cámara para correr la aplicación. De esta manera los usuarios pueden experimentar la aplicación en modo "demo", esto es, pueden visualizar la representación de los datos y también superponer elementos sobre las marcas, pero al hacerlo sobre una imagen estática, esta experiencia no refleja la sensación de estar interactuando con el entorno físico.

- Dispone de interfaz gráfica de usuario (GUI). Gracias al desarrollo de esta interfaz gráfica para entorno Windows hemos utilizado sofisticadas opciones de configuración y de intercambio de información, de esta manera la experiencia de interacción con la aplicación es mucho más rica y entretenida para el usuario.

- Adaptación de la representación de la información invisible. Gracias al uso de la GUI los usuarios pueden fácilmente y en modo gráfico modificar la representación de los datagramas que en esos momentos se están intercambiando con la red.

- Superposición de información digital sobre las marcas. Sobre cualquier marca se puede, en esta versión, colocar una imagen en dos dimensiones, un sonido, un modelo 3D o un texto cualquiera. También existe la posibilidad de cambiar la escala de cualquiera de estos elementos mencionados anteriormente.

- Tecnología Cliente – Servidor. Por medio del uso de un programa servidor, todos los ordenadores que en ese momento estén ejecutando el *Cliente Red Visible V.2* visualizarán la información digital que cualquiera de ellos superponga sobre las marcas[54]. De esta forma se pueden establecer dinámicas de comunicación entre ellos, tanto en modo texto como por medio de gráficos o sonidos.

- Navegador web y CarnivorePE integrado. En las anteriores versiones teníamos tres programas corriendo a la misma vez, el CarnivorePE, el *Cliente Red* Visible y un navegador web u otro programa similar para generar tráfico en la red. Esto implicaba ciertos problemas de uso, debido a que los usuarios tenían que continuamente ir

[54] El servidor actúa como un repetidor, recibiendo y reenviando el elemento superpuesto a una marca a los demás clientes que estén conectados a él.

cambiando de uno a otro programa[55]. En esta versión, tanto el navegado web como el CarnivorePE están integrados en el *Cliente Red Visible* lo que hace mucho más sencillo y cómodo su uso.

- Todo en un paquete fácilmente instalable. Otro de los beneficios de esta versión es que el programa está provisto de un programa de instalación que automáticamente instala en el sistema operativo todos los elementos necesarios, además de colocar un acceso directo en el escritorio y en programas del menú inicio.

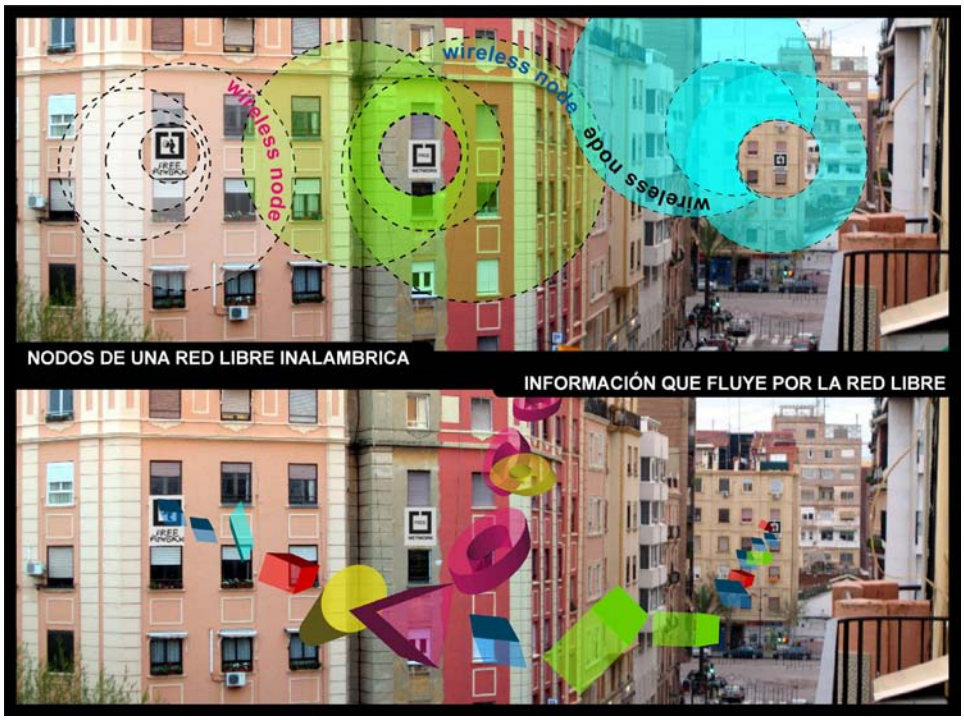
En general consideramos que la versión 1 y 1.1 son el motor de *Red Visible,* ya que el sistema que representa los datos de la red inalámbrica es esencialmente el mismo que en la versión 2. Desde un punto de vista técnico, esta es esencialmente la aportación a nivel de investigación informática de nuestro proyecto: la unión entre las tecnologías de redes y la de realidad aumentada. La gran aportación de la versión 2 es la implementación de la interfaz gráfica de usuario que permite configurar una gran cantidad de variables haciendo más interesante y participativa la interacción con el sistema desarrollado.

[55] Por ejemplo entre el navegador web, para generar tráfico en la red, y el *Cliente Red Visible,* para visualizar dicho tráfico.

6.5.1 Instalación de una *Red Visible*

Entendemos una *Red Visible* como un espacio de comunicación donde es posible acceder libre y gratuitamente a una red inalámbrica y también donde podemos visualizar los datos que son intercambiados en la misma. A continuación vamos a describir brevemente los pasos fundamente que hay que llevar a cabo para instalar una *Red Visible*:

- Instalar una red inalámbrica abierta que permita la libre y gratuita conexión de los usuarios a la misma. Esta red puede estar constituida por un solo nodo o por varios interconectados. De esta manera se puede ir extendiendo y aumentando su campo de cobertura. Debido a que ya existen en la actualidad un gran número de este tipo de redes en nuestras ciudades, proponemos la asociación con las mismas, ya que *Red Visible* es completamente compatible con ellas. Gracias a esto nuestro proyecto se beneficia de la estructura existente a la vez que apoya este tipo de redes.



Img. 100: Representación de una *Red Libre*.

- Demarcación visual por medio de pancartas-marca del espacio de cobertura de esta red. Los usuarios pueden diseñar su propia marca modificando el modelo de pancarta-marca distribuido desde la web del proyecto. Para ello, pueden dibujar dentro y fuera del marco negro[56]; éste no puede ser modificado al ser necesario para que el algoritmo de realidad aumentada por reconocimiento visual de patrones pueda funcionar. El uso de estas marcas es utilizado en el proyecto como logo o icono del mismo, por lo que cada pancarta o marca instalada en el espacio arquitectónico se convierten en un símbolo urbano que puede ser identificado y relacionado con el proyecto *Red Libre Red Visible;* de esta forma las pancartas-marca se convierten en una clara, visible y directa reivindicación de las *Redes Libres* en el espacio público.

Img. 101: Carteles-marca indicando la presencia de
Redes Visibles en las calles de Kyoto y Tokio

[56] Dejando una distancia de al menos 1 cm al marco negro. Si alguna línea del dibujo conecta el marco negro, el sistema puede dejar de reconocer la marca al poder interpretarlo como una forma geométrica distinta.

- Descargar e instalar el programa *Servidor Red Visible* desde la web del proyecto. Este paquete está distribuido con un programa instalador por lo que el usuario solo ha de ejecutar el archivo y seguir las instrucciones de instalación. Una vez terminado el proceso, en el escritorio habrá un acceso directo al programa y también en la lista de programas del menú inicio. El usuario ha de ejecutar el programa que ha de estar corriendo en un ordenador conectado a la red y dedicado exclusivamente al mismo. La configuración mínima del ordenador necesario para que este programa funcione correctamente es un Pentium II 350 Mhz con 64 Mb de memoria Ram y 3 Gb de disco duro. Cuando este programa es ejecutado automáticamente imprime la dirección IP y el puerto que le han sido asignados por el sistema, el usuario ha de apuntar estos parámetros para conectarse a él desde el *Cliente Red Visible.*

Una vez realizados estos tres pasos, los usuarios pueden conectarse a la red inalámbrica utilizando ordenadores portátiles y -usando el *Cliente Red Visible*- pueden visualizar la información que están intercambiando en ese mismo momento. Los pasos que han de seguir para instalar el *Cliente Red Visible V2.0* son los siguientes:

- Instalar y conectar una cámara web al ordenador. Este paso es conveniente pero no es indispensable, ya que la última versión funciona en modo “demo” sin la necesidad de utilizar ninguna cámara.

- Descargar e instalar WinPcap. Estos drivers de libre distribución permiten a nuestro programa leer la información intercambiada por los dispositivos de red. La web de descarga es www.winpcap.org, es conveniente que los usuarios los descarguen desde esta página porque así tendrán la versión más reciente de los mismos compatible con los últimos modelos de tarjetas de red del mercado.

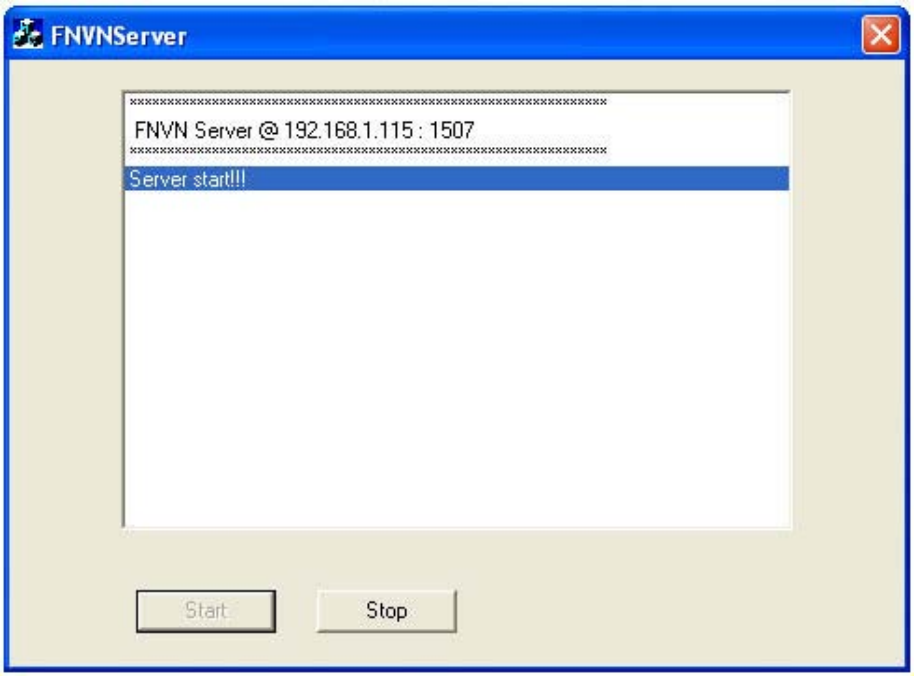
- Descargar e instalar el programa *Cliente Red Visible* V2.0 desde la web del proyecto, este programa está provisto de un programa instalador por lo que el usuario solo ha de seguir las instrucciones de instalación del mismo.

- Ejecutar el acceso directo al programa situado en el escritorio y también en la lista de programas del menú inicio. Tras esto el programa se inicializa, debiendo el usuario seleccionar la cámara que tiene conectada al ordenador en el selector

“Capturing Source” (fuente de captura) de la pestaña Sniffing. Si el usuario no tiene una cámara conectada al ordenador, puede seleccionar cualquiera de las 8 imágenes accesibles en el mismo selector, estas imágenes han sido tomadas en las diversas exposiciones del proyecto y contienen marcas fiduciales, por lo que el sistema de reconocimiento funciona perfectamente en ellas. Tras ello, ha de seleccionar la tarjeta de red que quiere monitorizar seleccionando “Network Adapter” (adaptador de rede) situado también en la pestaña Sniffing. También puede conectarse al *Servidor Red Visible* introduciendo la dirección IP y el puerto que previamente a apuntando tras ejecutar este programa en otro ordenador. Esta información ha de ser introducida en la pestaña Data en el apartado Connect to FNVN Server (conectar con el servidor FNVN). Gracias a ello puede seleccionar cualquier marca y superponer texto, imágenes, modelos 3D ó sonidos. En los siguientes apartados explicamos más detalladamente como realizar todo este proceso.

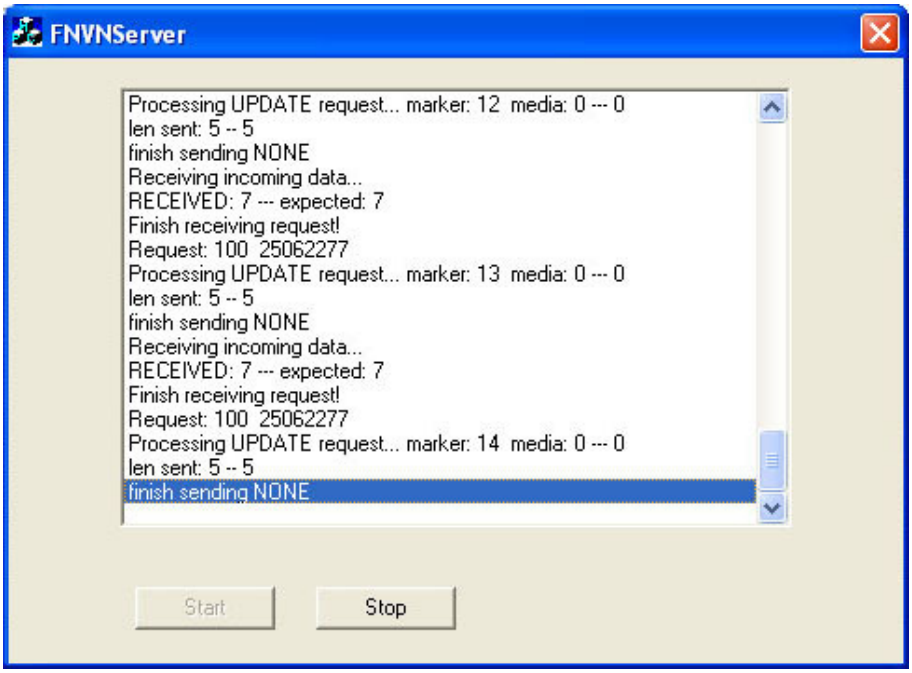
6.5.2 Descripción técnica de una *Red Visible*

En este apartado vamos a describir el funcionamiento a nivel técnico de la versión 2 del *Cliente* y el *Servidor Red Visible.* Esta nueva versión del programa tiene importantes mejores respecto a la versión anterior, una de ellas es el uso de tecnología cliente-servidor, que permite establecer dinámicas de comunicación entre todos los usuarios conectados en red. En una configuración ideal del sistema, el programa servidor debe de estar instalado en un ordenador independiente con uso dedicado a esta aplicación y con acceso a la red. Una vez ejecutado este programa, nos informa de la dirección IP que ha tomado este servidor y del número de puerto que tiene abierto para escuchar las peticiones de conexión de los programas cliente.



Img. 102. Servidor *Red Visible*

A continuación, cada vez que un programa *Cliente Red Visible V.2* solicita una conexión al servidor, éste la acepta y le manda un paquete con la última actualización de la configuración existente en la *Intranet Red Visible.* En la siguiente imagen podemos ver una imagen del *Servidor Red Visible* en la que podemos observar la información del estado de las conexiones que este programa nos muestra.



Img. 103. Imagen del Servidor *Red Visible* funcionando

El protocolo realizado específicamente para gestionar el proceso de conexión cliente-servidor y de actualización de los paquetes de información es el siguiente:

PROTOLOCO DE CONEXIÓN *CLIENTE-SERVIDOR RED VISIBLE V.2*	
Servidor	Ejecutado en estado de espera
Cliente	Envía solicitud de conexión
Servidor	Acepta solicitud de conexión
Servidor	Envía confirmación de conexión
Servidor	Envía los paquetes de actualización de la configuración de la *Intranet Red Visible* en ese momento
Cliente	Recibe y actualiza la configuración de la *Intranet Red Visible*

Fig. 60. Protocolo de conexión *Cliente-Servidor Red Visible V.2*

Cada vez que el programa cliente modifica alguna información superpuesta sobre cualquiera de las marcas que configuran una *Red Visible,* le envía al servidor este

cambio. El servidor lo recibe, genera un paquete de actualización y lo reenvía a todos los clientes que en ese momento estén conectados a él. Estos paquetes están numerados decimalmente, de manera que cada vez su valor es aumentado una unidad. Este es el protocolo diseñado para este método:

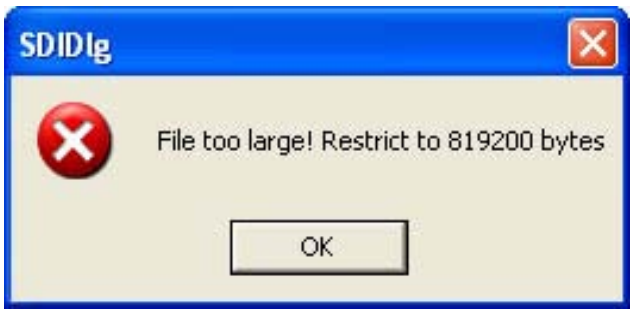
PROTOLOCO DE COMUNICACIÓN *CLIENTE SERVIDOR RED VISIBLE V.2*	
Cliente	Envía al servidor la modificación realizada en la *Intranet Red Visible*
Servidor	Recibe esta modificación
Servidor	Prepara un paquete de actualización y lo numera incrementando una unidad al valor decimal del paquete previo
Servidor	Envía este paquete a todos los clientes conectados en ese momento a él
Clientes	Todos los clientes reciben el paquete de actualización del servidor
Clientes	Todos los clientes actualizan la representación de la *Intranet Red Visible*

Fig. 61. Protocolo de comunicación *Cliente Servidor Red Visible V.2*

El paquete de actualización puede contener, dependiendo del caso, una imagen en formato jpg ó png, un modelo 3D en formato vrml, un sonido en formato wav, un vídeo en formato avi ó un texto. El servidor solo envía en cada paquete la última modificación realizada en la intranet, por ejemplo, si un cliente ha superpuesto una nueva imagen sobre una marca específica, el servidor solo añade en este nuevo paquete esa imagen. Como cada paquete contiene la información superpuesta correspondiente a una sola marca, cuando un nuevo cliente se conecta a la red, el servidor le envía todos los paquetes que en ese momento estén siendo utilizados en la red, esto es, uno por cada marca que contenga información superpuesta. De esta manera conforme el cliente va recibiendo esos paquetes los va mostrando en pantalla.

Por otro lado, el tamaño de los paquetes de actualización es bastante variable dependiendo del tipo de archivo que contengan, para evitar una saturación en la red, hemos limitado a poco menos de un megabyte el tamaño máximo de esos archivos –en

el caso se ser texto el límite es 128 caracteres-, si el usuario intenta mandar un archivo mayor el siguiente mensaje de error le aparece en pantalla.

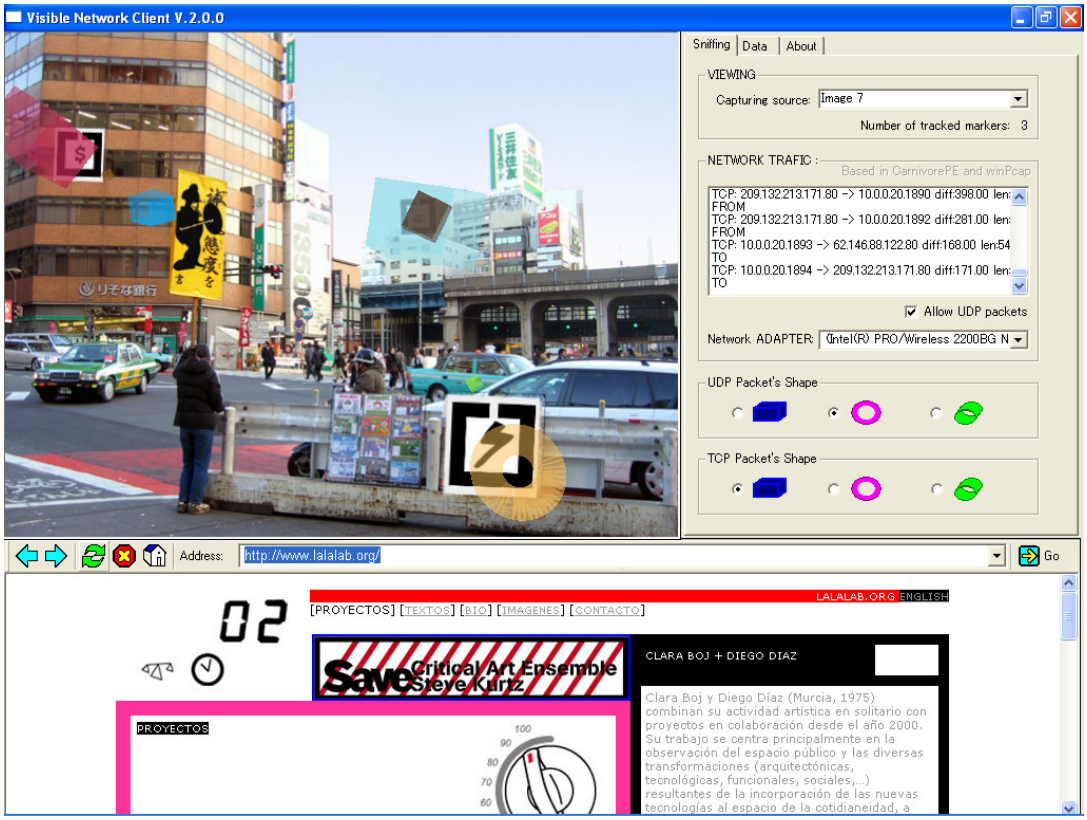


Img. 104. Mensaje de error al intentar enviar
un archivo al servidor con tamaño superior al límite

6.5.3 La interfaz gráfica del *Cliente Red Visible V.2*

La interfaz gráfica de usuario programada en la versión segunda del *Cliente Red Visible*, ha sido desarrollada en el entorno de programación Microsoft Visual C++ 6 utilizando las clases MFC (Microsoft Foundation Class) un conjunto de librerías que permiten desarrollar programas con interfaces gráficas estilo Windows. La elección de este entorno de programación ha venido motivada porque las librerías MxrToolkit -con las que hemos programado el sistema de realidad aumentada basado en visión por ordenador y reconocimiento de marcas fiduciales- están desarrolladas también en el mismo entorno de programación y por ello su integración con MFC era la opción más sencilla y lógica.

En un primer momento, para el diseño de la interfaz de usuario, nos planteamos el objetivo de que todo el funcionamiento del sistema estuviera integrado en una sola interfaz gráfica y que, al mismo tiempo, las opciones de configuración del mismo fueran lo más sencillas, claras y estructuradas posibles de cara al usuario final.



Img.105. El *Cliente Red Visible V.2*

El diseño de la interfaz gráfica del programa ha sido desarrollada para monitores con una resolución de pantalla mínima de 1024 x 768 píxeles. De esta manera tenemos bastante espacio para insertar todos los elementos necesarios en nuestra interfaz gráfica y, al mismo tiempo, ello no supone ningún problema ya que la gran mayoría de los ordenadores actuales utilizan esta resolución mínima.

Img. 106. Las tres áreas de la Interfaz gráfica del *Cliente Red Visible V2*

Como podemos ver en el gráfico anterior, hemos dividido la pantalla en tres grandes áreas, a continuación vamos a describirlas brevemente:

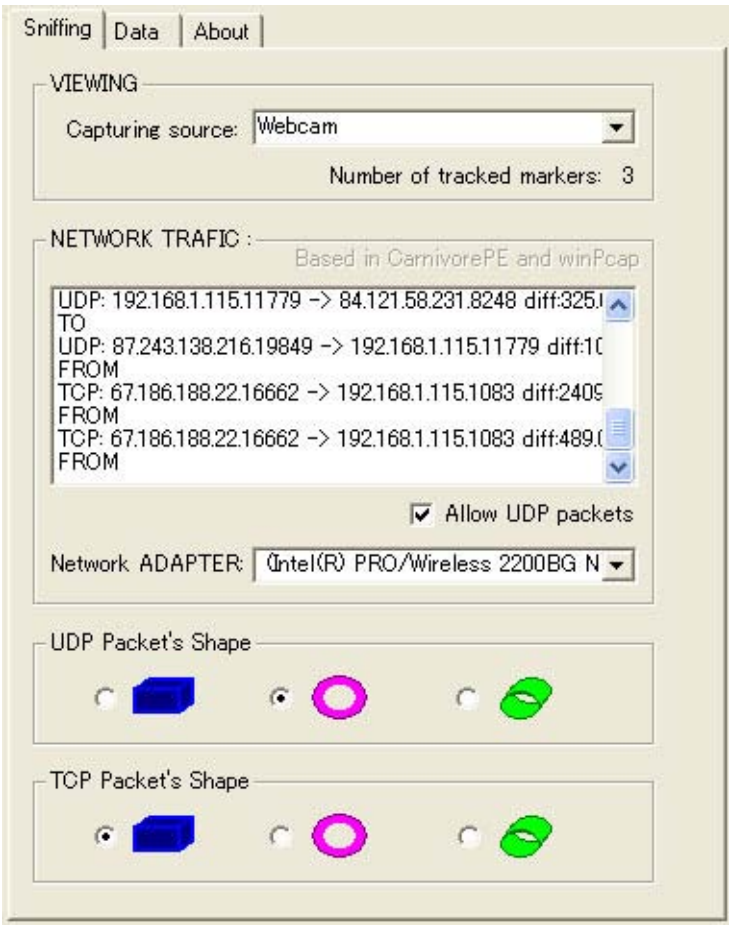
- 1 Área de representación. En esta zona se visualiza las imágenes capturadas por la cámara web y también las imágenes suministradas de previas exposiciones del proyecto -para ser usadas en caso de que el usuario no disponga de cámara web-. Su tamaño es de 640 píxeles en horizontal por 480 píxeles en vertical, hemos escogido estas dimensiones porque es el tamaño de imagen capturado por la mayoría de las cámaras web en la actualidad. De esta forma mostramos el tamaño y la calidad original de las imágenes capturadas.

- 2 Área de configuración. Con una dimensión de 384 por 480 píxeles, en esta zona el usuario puede configurar el programa para su correcto funcionamiento y también para utilizar todas sus capacidades. Está dividida en tres pestañas: Sniffing (dedicada a la captura y representación de la información invisible), Data (comunicación cliente

servidor y superposición de elementos sobre las marcas) y About (información acerca del programa), más adelante detallaremos específicamente cada una de ellas y las opciones configurables en las mismas.

- 3 Área de navegación. Consiste en un navegador web insertado en nuestro programa, su uso es crucial al permitir descargar páginas web de un servidor remoto y por tanto generar tráfico en la tarjeta de red de nuestro ordenador que luego es representado en el área 1. Tiene unas dimensiones de 1024 x 260 píxeles.

A continuación vamos a describir pormenorizadamente el funcionamiento de todos los elementos del *Área de Configuración* diseñados para controlar y utilizar las distintas posibilidades del *Cliente Red Visible V.2*. En primer lugar presentamos el contenido de la pestaña *Sniffing.* Empezando desde arriba, el primer grupo llamado *Viewing* (viendo) hace referencia a la configuración de los elementos del *Área de Representación.* En él encontramos un primer selector correspondiente a la fuente de captura (Capture Source), esta fuente puede ser una webcam (como es el caso de la fuente seleccionada en la imagen que aparece a continuación) u ocho distintas imágenes de exposiciones anteriores del proyecto *Red Visible*. Si el usuario no dispone de una cámara web puede utilizar la aplicación en modo "demo" seleccionando cualquiera de estas imágenes, al estar provistas de varias marcas fiduciales y testadas para que el sistema de realidad aumentada funcione perfectamente en las mismas. Junto a este selector encontramos la información de número de marcas detectadas en la fuente (Number of tracked markers) analizada, por ejemplo, en la imagen presentada a continuación este número fue tres.



Img. 107. El apartado Sniffing del *Cliente Red Visible. V2*

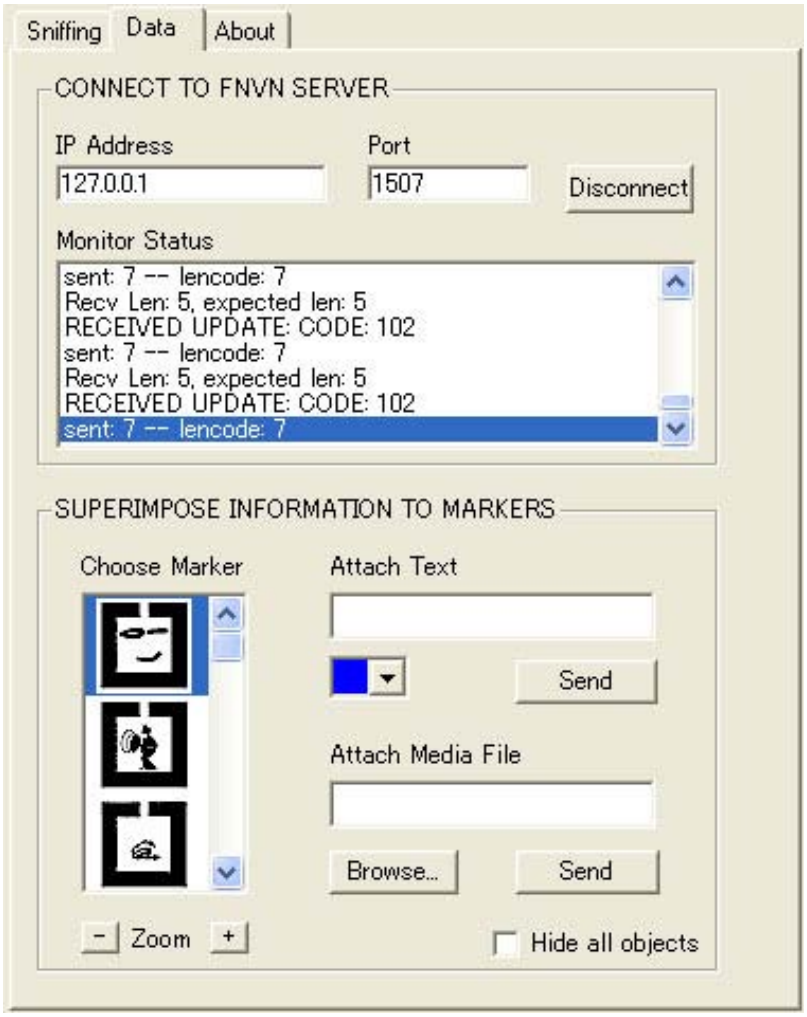
El siguiente grupo llamado *Network Trafic* (trafico en la red) es el encargado de configurar y mostrar la actividad del tráfico de información en nuestro ordenador. En primer lugar encontramos el texto estático *Based in CarnivorePE and winPcap* (basado en CarnivorePE y winPcap) para resaltar la relación de nuestra investigación con estos dos proyectos previos. El siguiente cuadro de salida de datos nos muestra los datagramas que en ese momento entran y salen por la tarjeta de red escogida en el selector en *Network Adapter* (adaptador de red). Estos datos pueden ser TCP y UDP, en el caso de que la casilla *Allow UDP packets* (permitir paquetes UDP) sea seleccionada. La estructura de las cadenas de texto impresas en el cuadro es la siguiente: <tipo de protocolo (TCP, UDP ó NOT SUPPORTED para otros protocolos no utilizados en nuestro programa)>: <dirección IP de la máquina que envía el paquete>.<puerto de salida de la información> -> <dirección IP de la máquina que recibe el paquete>.<puerto por el que entrada la información> diff:<tiempo> len:

<tamaño del paquete> <si el paquete lo envía (FROM) o lo recibe (TO) nuestra máquina ó si es comunicación entre otras dos (OTHERS) ó si es información entre nuestra máquina y el servidor *Red Visible* (packets to/from server. ignore!)[57]>.

Los dos últimos grupos que conforman la interfaz gráfica de la pestaña *Sniffing* corresponden a la configuración de la representación de los datagramas UDP y TCP. Los usuarios pueden elegir entre tres formas tridimensionales: cubo, anillo o tubo, para variar esta representación.

La siguiente pestaña llamada *Data* (datos) es la encargada de gestionar la conexión entre el cliente y el servidor, y la superposición de elementos digitales sobre las marcas. El primer grupo de elementos que componen esta sección llamado *Connect to FNVN Server* (conectar con el servidor FNVN) tiene dos casillas para introducir los datos de la dirección IP del servidor (IP Address) y el puerto (Port). Tras pulsar el botón *Connect* (conectar), el programa intentará conectar con el servidor y si se realiza con éxito esta conexión, el texto del botón cambiará automáticamente por *Disconnect* (desconectar), en caso de pulsarlo el programa se desconectará en ese momento del servidor. A continuación se encuentra la casilla de salida da datos llamada *Monitor Status* (monitor de estado) que nos muestra la información que el cliente y el servidor se están intercambiando en ese momento correspondiente principalmente al estado del intercambio de los paquetes de actualización descritos en el apartado anterior.

[57] En este último caso, la información no es representada.



Img. 108. Pestaña Data del *Cliente Red Visible*[58]

El siguiente grupo de elementos de esta pestaña es el llamado *Superimpose information to markers* (superponer información sobre las marcas). El primer elemento -situado a la izquierda- es una caja de selección, donde el usuario ha de elegir la marca. Una vez seleccionada esa marca, puede colocar un elemento sobre ella, que puede ser un texto[59] -si utiliza la sección *Attach text* (adjuntar texto)- o un archivo –utilizando la sección *Attach Media File* (adjuntar archivo)- de imagen, sonido, modelo 3D ó vídeo. También puede escalar estos elementos utilizando el Zoom u ocultarlos, clicando en *Hide all objects* (esconder todos los objetos). Esta última opción es bastante útil para ver la marca que en muchas ocasiones queda oculta por los elementos superpuestos.

[58] En esta imagen podemos observar que la dirección IP del servidor es la máquina local (127.0.0.1) por lo se deduce que el cliente y el servidor estaban corriendo en el mismo ordenador.
[59] También puede cambiar el color del texto clicando en el selector de color

La tercer y última pestaña que compone la interfaz gráfica del programa llamada *About* (acerca de) es la encargada de mostrar una pequeña descripción del proyecto, la página web del mismo, los créditos y de la licencia de distribución.

Img. 109. La pestaña About del *Cliente Red Visible V.2*

Nos parece importante resaltar que el orden y disposición de los elementos de la interfaz gráfica de usuario ha sido realizado atendiendo al modo de uso del programa. Dentro de una misma pestaña tenemos elementos que a primera vista pueden parecer de naturaleza distinta -como por ejemplo en la primera pestaña la configuración de la cámara junto al sistema de lectura de la tarjeta de red- pero hemos creído conveniente realizar la distribución de esta forma porque así facilitamos el control y la rápida configuración del programa de un modo bastante intuitivo.

6.5.4 Descripción Técnica del *Cliente Red Visible* Versión 1 y 1.1

En el siguiente apartado describimos a nivel técnico las versiones 1 y 1.1 del *Cliente Red Visible*. Hemos creído conveniente explicar estas versiones porque, como ya hemos comentado anteriormente, son ellas el motor de la versión segunda de este programa, siendo la gran diferencia que la segunda está provista de una interfaz gráfica de usuario y también de tecnología cliente-servidor. Creemos que explicar la programación realizada para crear la interfaz gráfica, carece de interés pues consiste en un desarrollo estandarizado de cualquier programa con entorno gráfico Windows y haría esta memoria demasiado extensa. Aunque si creemos importante explicar pormenorizadamente esta interfaz gráfica desde el punto de vista de su funcionamiento de cara al usuario. Por otro lado, ya hemos descrito en los apartados anteriores los protocolos desarrollados en la segunda versión del *Cliente Red Visible* para establecer las comunicaciones cliente-servidor, ya que creemos que esto tiene un interés particular en la investigación. Por lo que a continuación vamos a centrarnos en la explicación técnica de las versiones 1 y 1.1, pues de este modo desglosamos la parte más interesante y peculiar de nuestra investigación desde el punto de vista de su desarrollo informático.

Como ya hemos comentado, la innovación más importante que presenta este proyecto consiste en la unión entre las tecnologías de monitorización de redes inalámbricas y realidad aumentada. Esta combinación nos permite representar la visualización de los datos en el espacio físico a tiempo real. Usando ciertos parámetros de los datos capturados de la red creamos objetos virtuales y los superponemos a la imagen vídeo del espacio físico capturada por una cámara web a tiempo real. Estos objetos tridimensionales corresponden a representaciones geométricas de los datagramas o paquetes de datos intercambiados entre los ordenadores en una red inalámbrica.

Las aplicaciones informáticas llevadas a cabo en este proyecto han sido desarrolladas con la intención de ser distribuidas de forma libre y gratuita a través de Internet, por lo tanto, hemos tenido en cuenta que cualquier usuario pueda instalarlas y utilizarlas en un ordenador medio equipado con una cámara web. Por otro lado, estos programas utilizan técnicas de visión por ordenador para representar los objetos

virtuales en el entorno real; la utilización de la visión por ordenador es un recurso de bajo coste para la realización de proyectos de Realidad Aumentada, solo es necesario una cámara web y una marca impresa, además hoy en día, estas aplicaciones pueden correr perfectamente en un ordenador de usuario con potencia media. Nuestro programa *Cliente Red Visible* requiere, para funcionar correctamente, un procesador, en el caso de portátiles, Centrino 1.3 ó equivalente y, en el caso de ordenadores de sobremesa, Pentium IV 2 Ghz ó equivalente. También es conveniente que el ordenador esté provisto de una tarjeta gráfica de al menos 32 Mb de memoria de vídeo y capacidad de procesado de gráficos utilizando OpenGL.

A diferencia de otros proyectos de Realidad Aumentada que utilizan sistemas de visión por ordenador basados en patrones fiduciales, en nuestra aplicación no necesitamos calibrar el sistema ni entrenarlo para reconocer las marcas en la escena. Solamente las condiciones de luz afectan al funcionamiento del mismo, estableciéndose necesariamente un umbral en el cual funciona el sistema. En el límite inferior de este umbral, en circunstancias de escasez de luz -por ejemplo en condiciones nocturnas- el sistema no puede reconocer la marca. Por otro lado, en el límite superior del umbral, en condiciones de luz solar intensa y directa, se pueden crear reflejos que quemen la imagen e impidan el reconocimiento de la marca. De cualquier manera, hemos comprobado que el umbral luminoso en el que funciona nuestra aplicación es amplio y permite su utilización de forma estable y funcional. También el tipo de cámara interfiere en este aspecto, especialmente las características ópticas de su lente, pero en la actualidad, las cámaras web y las videocámaras digitales tienen en su mayoría una buena calidad suficiente para realizar el proceso de reconocimiento de marcas.

A continuación vamos a centrarnos en la descripción del funcionamiento de la versión 1.1. Cuando el usuario ejecuta la aplicación, puede seleccionar entre dos modos de visualización, el primero es el prediseñado por defecto -el mismo que el de la versión 1.0- y está basado en la utilización de estructuras geométricas simples generadas por programación en C/C++ y OpenGL, como cuadrados, conos y anillos. El segundo modo -específico de la versión 1.1- permite a los usuarios representar dicha información con cualquier forma que previamente hayan modelado y exportado en formato VRML. Para que lo usuarios puedan utilizar estos modelos solo han de colocarlos en la carpeta

llamada VRML que se encuentra junto al archivo ejecutable de la aplicación y el programa los cargará automáticamente.

En la siguiente tabla encontramos una descripción pormenorizada de los datos extraídos de los datagramas y su uso a nivel de representación en los dos casos descritos anteriormente.

TIPOS DE DATOS EXTRAIDOS DE LOS DATAGRAMAS	REPRESENTACIÓN EN CASO 1 (GEOMETRIAS SIMPLES)	REPRESENTACIÓN EN CASO 2 (MODELOS VRML)
Dirección IP	Dirección del modelo. Envía o recibe (compara con la dirección IP del sistema)	Dirección del modelo. Envía o recibe (compara con la dirección IP del sistema)
Dirección IP	Establece las proporciones del paquete. Alto, ancho y largo. (ejemplo IP = 192.168.34.159 alto = 168, ancho = 34 y largo = 159)	No asignada
Puerto	Tipo de modelo. 80 (paginas web) = cubos 110 y 25 (emails) = conos Otros puertos = anillos	Tipo de modelo VRML 80 (paginas web) = modelo 1 110 y 25 (emails) = modelo 2 Otros puertos = modelo 3
Tamaño del paquete	Tamaño del modelo proporcional al tamaño del paquete	Tamaño del modelo proporcional al tamaño del paquete
Color del modelo	Aleatorio	Definido por el modelo

Fig. 62. Tabla de datos y modelos de representación

Otro de los factores importantes a resaltar consiste en que los usuarios pueden fácilmente diseñar sus propias marcas. De esta manera, al inicializarse la aplicación se cargan automáticamente las imágenes JPEG de las marcas que se encuentren colocadas en la carpeta FRAME de la aplicación. Los usuarios pueden diseñar nuevas marcas con un programa informático, imprimirlas y guardarlas en la mencionada carpeta, o también pueden pintar o dibujar las marcas a mano y escanearlas o fotografiarlas para crear el archivo JPEG.

A continuación presentamos una descripción detallada del algoritmo desarrollado para el programa *Cliente Red Visible V1.1*, el esquema que aparece a continuación describe el funcionamiento global de este algoritmo.

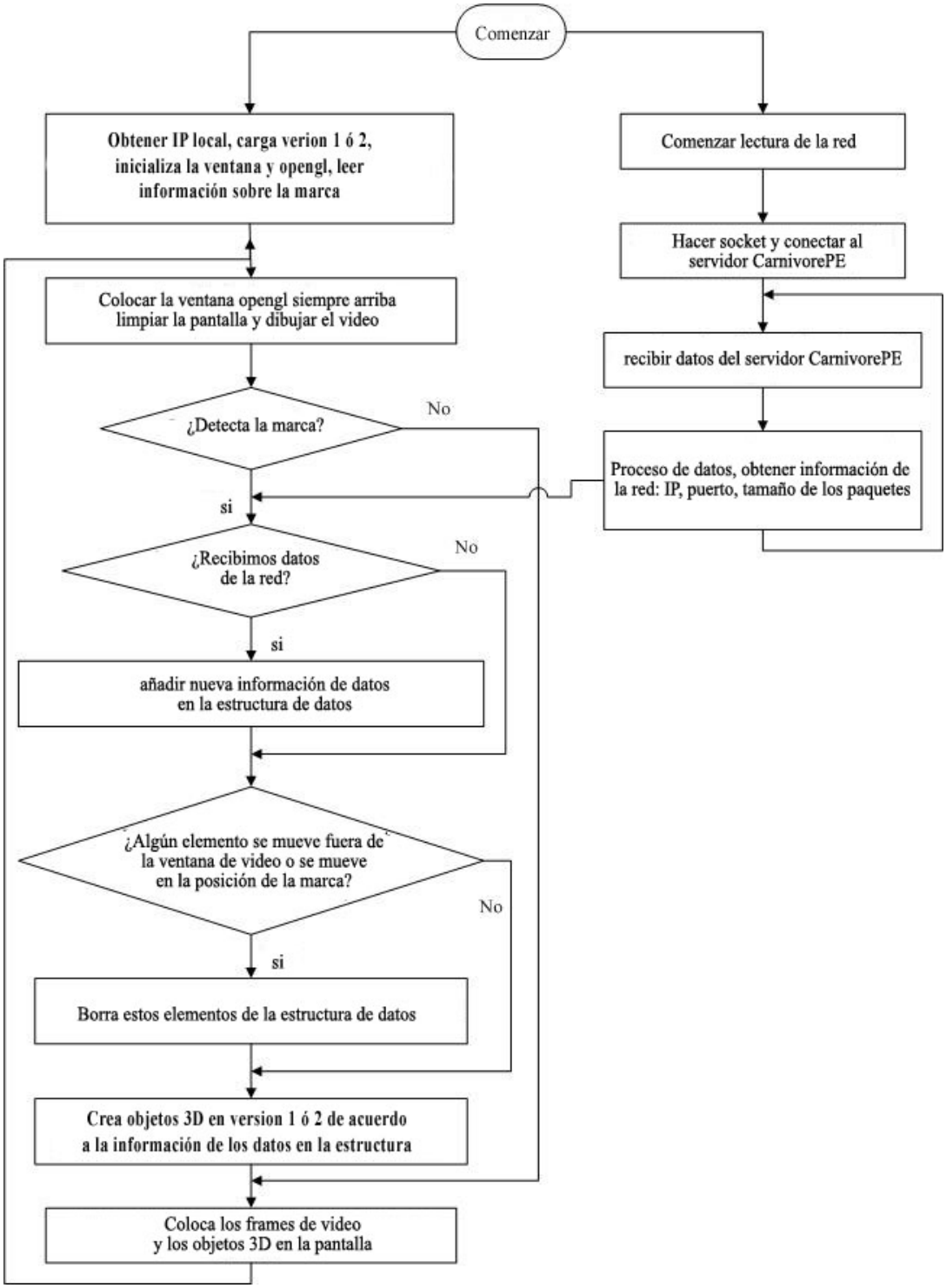


Fig. 63. Esquema de programación

Cuando los usuarios ejecutan el programa, éste se divide automáticamente en dos subprocesos que a partir de ese momento se continuarán ejecutando independientemente hasta la interrupción del mismo. Un proceso se encargará de gestionar las conexiones de red y el otro la representación gráfica.

El proceso encargado de gestionar las conexiones de red, en un primer momento, inicializa un socket TCP/IP para conectarse al programa CarnivorePE. Tras esto, si la conexión ha sido exitosa, obtiene, analiza y clasifica los datos que este programa le envía. El servidor CarnivorePE es una versión simplificada de un programa tipo Sniffer, cuando detecta un datagrama TCP o UDP, al entrar o salir de la conexión de red monitorizada, lo filtra y lo transforma en un paquete TCP con una estructura específica que es enviado al programa que en ese momento esté conectado a él. La estructura de este paquete consiste en un encabezamiento compuesto por la dirección IP, y el puerto del sistema que envía, seguidos por la dirección IP, y el puerto del que recibe, a continuación, estos paquetes están compuestos por el contenido del datagrama capturado por el CarnivorePE, que pueden estar en formato sexagesimal o ASCII, este último es el utilizado en nuestra aplicación. Cada uno de los paquetes recibidos por nuestro programa son analizados y determinados parámetros, como las direcciones IP, los puertos, el tamaño del paquete, son almacenados en una *estructura de datos* a la espera de ser reclamados por el otro proceso activo en el programa.

Paralelo a todo esto, al iniciarse el proceso encargado de la representación gráfica, se detecta automáticamente la dirección IP de la conexión de red activa en ese momento, una vez obtenida esta dirección le pregunta al usuario que confirme si es correcta. La razón de ser de esta pregunta es por que existe la posibilidad que el sistema disponga de varias conexiones de red activas y por lo tanto la dirección detectada sea la de otra conexión.

Después de este paso inicial, el proceso le pregunta al usuario si quiere iniciar la primera versión del programa -compuesta por geometrías simples 3D generadas por OpenGL- o por elementos prediseñados en formato VRML. Tanto si el usuario escoge la opción primera o la segunda, el programa inicia una ventana en la que vemos la imagen vídeo a tiempo real capturada por la cámara web. Para que esta aplicación fuera más fácil de manejar, hemos colocado la ventana vídeo siempre activa en el primer orden de

ventanas del sistema, de manera que no pueda quedar oculta por las otras.

Una vez inicializada la ventana vídeo, el programa busca las marcas en cada uno de las imágenes de la secuencia de vídeo[60]. En nuestra aplicación presentamos en pantalla un texto *Mark here* (marca aquí) indicativo de que el sistema ha encontrado la marca y *Mark gone* (marca desaparecida) cuando no hay marca.

Un vez que el algoritmo detecta una marca, el programa chequea si hay paquetes provenientes del CarnivorePE para añadirlos a la estructura de datos donde serán guardados, tras ello comprueba si alguno de los elementos de la estructura está fuera de los límites de representación para eliminarlo en tal caso. Finalmente representa todos los elementos guardados en la estructura.

Como ya hemos comentado, el proceso de representación de los paquetes consiste en su almacenamiento en una estructura de datos clasificada según ciertas características. Estas características son guardadas cada vez que el programa detecta una marca y por lo tanto está en disposición de realizar el dibujo de los elementos 3D. De esta manera, cada vez que trasladamos o rotamos un elemento, cambiamos el valor de su posición y rotación en la estructura y, por lo tanto, la próxima vez que volvamos a dibujar ese objeto 3D será a partir de esa información modificada en la estructura. El resultado final consiste mover y girar los objetos animados por la suma de valores a su posición inicial en cada imagen renderizada.

La siguiente tabla muestra los valores de la estructura.

[60] El algoritmo de búsqueda y detección de la marca se encuentra descrito detalladamente en el apartado *5.5.1 Aproximación a la tecnología de realidad aumentada basada en reconocimiento de patrones: ARtoolkit* de esta tesis doctoral.

ÍNDICE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL VALOR	TIPO DE VALOR	VALORES QUE TOMA	USADO OPCION 2 (vrml)
1	Ip1	Primer valor de la dirección IP del que envía	unsigned char	De 1 a 255	SI
2	Ip2	Segundo valor de la dirección IP del que envía	unsigned char	De 1 a 255	SI
3	Ip3	Tercer valor de la dirección IP del que envía	unsigned char	De 1 a 255	SI
4	Ip4	Cuarto valor de la dirección IP del que envía	unsigned char	De 1 a 255	SI
5	Port	El número del puerto de la conexión que envía el datagrama	Int		SI
6	WESEND	Si nuestro ordenador es el emisor o no la información	unsigned char	0 si recibimos 1 si enviamos 2 ni enviamos ni recibimos	SI
7	Xcor	Distancia del modelo en el eje X respecto a la cámara virtual	flota		SI
8	Ycor	Distancia del modelo en el eje Y respecto a la cámara virtual	flota		SI
9	Zcor	Distancia del modelo en el eje Z respecto a la cámara virtual	flota		SI
10	drawItemID	Tipo de elemento 3D según el puerto por el que es enviado el paquete Pto. 80 = 0 (cubo) Pto. 25, 109, 110 = 1 (cilindro) Resto de ptos. = 2 (anillo)	Int	0 para cubo 1 para cilindro 2 para anillo	SI
11	msgLength	Tamaño del paquete	int		SI
12	Rotate	Coeficiente de rotación	flota		SI
13	R	Valor de color rojo en el modelo 3D	float		No
14	G	Valor de color verde en el modelo 3D	flota		No
15	B	Valor en el color azul del modelo 3D	flota		No

Fig. 64. Elementos y valores que forman la estructura de datos del Cliente Red Visible V.1.1

A partir de los valores introducidos en esta estructura establecemos una serie de criterios -funciones- para dirigir el movimiento de los objetos en el espacio virtual:

- Si la dirección IP del emisor de los datos es igual que la dirección IP local del usuario, el correspondiente objeto virtual volará desde la posición de la cámara hasta la posición de la marca, indicando la dirección del flujo de datos. Si la dirección IP del receptor es igual que la dirección IP local del usuario, el objeto virtual volará desde la marca hacia la cámara. Si la dirección IP del usuario no es la que envía ni recibe, el objeto virtual volará en dirección aleatoria elegida por el programa.

- Si el modelo en su movimiento de traslación en el espacio sobrepasa cualquiera de los límites establecidos, el algoritmo borrará este elemento. En el caso de que el usuario envíe el modelo, este será borrado al sobrepasar la marca. En el caso en el que el modelo vaya hacia el usuario, será borrado cuando el modelo sobrepase la posición de la cámara virtual en el espacio.

- El valor del puerto determina el tipo de modelo a representar. En modo de ejecución 1 es Puerto 80 o 8080 = 0 (cubo), Puerto 25, 109, 110 = 1 (cilindro) y Resto de puertos = 2 (anillo), en modo de ejecución 2 Puerto 80 o 8080 = 0 (modelo1), Puerto 25, 109, 110 = 1 (modelo2) y Resto de puertos = 2 (modelo3).

- La proporción del objeto tridimensional (sólo para modo de ejecución 1) está determinada por el valor de los tres últimos pares de números de la dirección IP del ordenador que envía la información. Por ejemplo si la dirección IP es 252.145.12.211 el programa crearía ese cubo con los siguientes valores: en ancho (x = 145), alto (y = 12) y profundo (z = 211).

- El tamaño del paquete viene definido por el peso del paquete enviado. Este tamaño actúa como coeficiente de multiplicación, afectando a todas las proporciones por igual por lo que no varía las proporciones del objeto.

- El color de los objetos virtuales (sólo para modo de ejecución 1) está definido por el estado de los puertos. Todos los paquetes enviados o recibidos por el mismo puerto tienen el mismo color. Este color es seleccionado aleatoriamente cada vez que

se abre un nuevo puerto y queda libre cada vez que se cierra un puerto. Por ejemplo si estamos descargando un archivo grande, se dividirá en un determinado número de paquetes que entran al ordenador por el mismo puerto, por lo que tendrán el mismo color.

Una vez aplicadas todas estas reglas a todos los elementos grabados en la estructura, el programa está listo para presentar en pantalla la imagen final que estará compuesta por tantos objetos como entradas activas en el índice tenga la estructura. Todo este proceso se realiza en bucle a una velocidad de, como mínimo, 15 imágenes por segundo. Por último, cuando el usuario decide finalizar el programa, se corta la conexión con la web cam y libera la memoria del sistema que estuviera utilizando hasta ese momento.

CONCLUSIONES

En esta investigación hemos analizado las transformaciones que está sufriendo el espacio público a partir de la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad actual. Hemos iniciado este análisis con el estudio de las razones históricas que dieron lugar a la creación de los espacios públicos urbanos. A partir de esta referencia histórica y en relación a las teorías informáticas y de la comunicación, hemos definido el espacio público urbano como interfaz de comunicación. Un lugar diseñado para que en él se produzca la comunicación al funcionan como medio y canal para que los ciudadano se encuentren, la sociedad dialogue generandose diversas esferas públicas que se entremezclan y comunican entre si. De forma paralela y desde la vertiente aparentemente opuesta, hemos definido los espacios de comunicación digital como espacios públicos y posteriormente analizado y clasificado sus características, especialmente los surgidos al amparo de la red Internet. A partir de esta categorización de los espacios públicos físicos y digitales hemos estudiado los procesos migratorios que se dan entre ellos, especialmente el fenómeno de la transfuncionalización. A continuación hemos definido el concepto de espacio público híbrido, entendido éste como una nueva tipología de espacio caracterizada por la mezcla de elementos físicos y digitales en el entorno urbano. Aunque en la actualidad esta hibridación es un proceso generalizado debido a que los espacios públicos en buena manera ya son híbridos creemos que es incipiente y apostamos por la incorporación de un mayor rango de elementos y capacidades digitales en el espacio urbano, que permitan desarrollar nuevas actividades de entretenimiento, educación y comunicación en estos lugares, revitalizando de esta manera la función del espacio público físico de ser un lugar para la comunicación social.

En este contexto, defendemos que en estos momentos estamos ya acostumbrados a vivir en un mundo mezcla de lo físico y lo digital debido a la masiva incorporación de tecnologías de comunicación con el medio digital en nuestras sociedades. Creemos que en el futuro esta mezcla se va a continuar produciendo cada vez con más fuerza, tendiendo a una digitalización total del campo de lo físico. Aunque la importancia y relevancia de lo físico nunca llegará a desaparecer, pensamos que es fundamental mantener vías de conexión con él, por lo que apostamos por la hibridación, a partir de un posicionamiento crítico-cultural, entre lo físico y lo digital. De esta manera, apostamos porque que la interfaz ha de ser utilizada para crear lazos entre estos dos mundos, proponiendo nuevas estrategias de comunicación entre ellos que -por ejemplo-

fomenten la transferencia de la vasta herencia cultural del mundo físico al digital y de esta manera se enriquezca su estandarizada homogenización.

Debido a la naturaleza teórico práctica de esta tesis y a partir de estos análisis conceptuales, hemos realizado cuatro sub-proyectos de investigación, que suponen el corpus principal de la investigación, con el objetivo de participar activamente en la construcción de nuevos modelos de interfaces donde la transferencia cultural y la generación de nuevas estrategias de comunicación en el espacio público son sus principales objetivos. Para ello, inicialmente hemos clasificado las propuestas de arte público neomedial en base a seis categorías, de esta manera hemos tenido una amplio abanico de referentes de investigaciones desarrolladas en el mismo marco conceptual y con similares objetivos. Tras esta clasificación hemos realizado un análisis sobre las diversas tecnologías que nos permiten representar el espacio híbrido y a partir de él hemos diseñado y llevado a la práctica los cuatro sub-proyectos de investigación presentados en esta memoria.

De forma global podemos afirmar que estos sub-proyectos responden a los dos objetivos generales de esta investigación. En ellos hemos realizado un análisis y representación de la situación actual del espacio público, con el objetivo de difundir el conocimiento del espacio híbrido e intentando hacer conscientes a los ciudadanos de esta nueva tipología de espacio con la que ya están totalmente acostumbrados a relacionarse -de manera intuitiva y poco reflexiva en muchos casos- en su vida cotidiana. Por otro lado, también hemos creado cuatro obras de arte público neomedial que invitan a la reflexión a través de la experiencia personal de los visitantes y han generado diversos prototipos y dinámicas de interacción creadas con la intención de participar activamente en la redefinición y modificación de los espacios públicos físicos a través de su actualización por medio del uso de las tecnologías digitales.

Los objetivos parciales planteados al inicio de la investigación -y presentados en la introducción de esta memoria- generaron la necesidad de crear los cuatro sub-proyectos. De esta manera, tras la consecución individual de estos objetivos hemos ido acotando el tema general de estudio desde distintos ángulos y perspectivas. Por lo que hemos podido extraer diversas conclusiones parciales y -en base a ellas- hemos podido

encontrar afinidades y puntos de conexión que nos han permitido trazar otras conclusiones de carácter más general.

En el primero sub-proyecto titulado *Zona de Recreo* hicimos un estudio del mobiliario urbano para parque público con la intención de encontrar algunos ejemplos susceptibles de modificación mediante la incorporación de nuevas tecnologías a los mismos. De entre estos elementos escogimos un balancín y tras su modificación estudiamos las expectativas surgidas tras la implantación del entretenimiento digital en el entorno urbano. En el siguiente sub-proyecto, *A Central Axis,* hicimos un estudio del uso e interacción remota en los espacios híbridos de relación social, los resultados de este análisis fueron presentados en una instalación interactiva que además nos sirvió para, durante el periodo de un año, analizar la convivencia integrada y simultánea de los ciudadanos en este espacio. En el tercer sub-proyecto, *A Trip Around,* generamos un dispositivo a partir de la modificación de una interfaz cultural de juego que representa simbólicamente los espacios híbridos. En el último sub-proyecto, *Red Libre Red Visible,* creamos un sistema de visualización representada de la información digital en el entorno físico utilizando tecnologías de libre distribución y bajo coste que permiten que sea fácilmente difundido con la intención de revitalizar comunidades de vecinos a través del uso de intranets colectivas.

De modo global encontramos que en estos cuatro sub-proyectos hemos diseñado dispositivos interactivos que muestran los resultados del análisis realizado sobre el estado actual del espacio urbano. Estas obras de arte público neomedial expresan, por medio de la representación metafórica y de mecanismos de interacción multiusuario, la concepción de los espacios híbridos, ayudando al espectador a encontrar su lugar en esta nueva tipología de espacio público.

A continuación vamos a presentar las conclusiones específicas obtenidas en cada uno de los cuatro sub-proyectos realizados, resaltando algunas aportaciones que consideramos más destacadas en ellos. A partir de estas aportaciones pasaremos a analizar como participan estos sub-proyectos de los conceptos principales abordados en la tesis. De este modo podremos ver como los cuatro sub-proyectos llevados a la práctica en esta investigación han aportado diversas vías de acercamiento al problema de estudio y han arrojado unas primeras conclusiones sobre cómo las TIC están

afectando al espacio público. De forma paralela han servido para descubrir algunas de las contribuciones que el arte neomedial puede realizar en estos procesos de transformación ya iniciados.

* * *

En términos generales *Zona de Recreo* supone la transformación de un dispositivo de juego tradicional, presente en los parques públicos, adaptándolo a las nuevas tecnologías digitales de juego y comunicación; de tal manera que se convierta en una interfaz físico-digital de juego en grupo basada en el intercambio de equilibrio. Tras llevar a cabo este primer prototipo desarrollado como resultado de esta investigación –llamado *Vídeo Balancín*- hemos realizado varias exposiciones públicas del mismo con la intención de hacer determinados estudios que nos permitieran dilucidar, tras el análisis de los mismos, como las nuevas características de este dispositivo de juego pueden afectar al espacio público.

Iniciamos este proyecto de investigación a mediados del año 2001, desde entonces este proyecto ha tenido diversas fases o etapas de desarrollo, en la actualidad podemos decir que hemos conseguido desarrollar de modo concluyente el prototipo *Vídeo Balancín*; concretamente la estructura física del dispositivo y la aplicación digital basada en un ejemplo de videojuego en tres dimensiones. Aunque existen algunas posibles mejoras en estos dos apartados, consideramos que son mínimas, por lo que creemos que el desarrollo de este prototipo se encuentra actualmente en una fase definitiva y con la suficiente madurez como para presentar en este documento las conclusiones obtenidas tras el desarrollo y el análisis de los estudios de usuario realizados. Estas conclusiones son:

- Responde adecuadamente a una nueva forma de comunicación del ser humano con el ordenador basada tanto en parámetros físicos como en digitales.
- Propicia las relaciones grupales en una nueva forma de entretenimiento gracias al uso de la comunicación verbal.
- Genera nuevas formas de relación remota susceptibles de ser ampliadas a través de la conexión en red con otros dispositivos de iguales características.

- Posibilita la utilización de diferentes aplicaciones tanto de carácter artístico como de entretenimiento o pedagógico. Esto lo convierten en una plataforma interactiva independiente y de gran versatilidad.
- Refuerza en los usuarios la percepción de su propio cuerpo, lo que facilita la inmersión en el mundo virtual y posibilita la realización de actividades que combinen los dos mundos.
- Su interfaz de naturaleza físico-digital utiliza activamente varios sentidos simultáneamente: tacto, vista, oído y sentido del equilibrio.

Una vez presentadas las conclusiones obtenidas a partir del estudio del dispositivo *Vídeo Balancín* pasamos a analizar las posibilidades de actualización que éste sistema puede proporcionar a los parques y plazas de nuestras ciudades.

- Fomenta la comunicación a través del juego en grupo tanto por personas locales como conectadas remotamente.
- Requiere de un cierto grado de actividad física entre los usuarios para desarrollar el juego.
- Propicia el juego, la interacción y la comunicación entre niños y adultos.
- Favorece la integración y la comunicación entre usuarios con distintos orígines culturales.

Por lo tanto, creemos oportuno afirmar que los objetivos propuestos de estudiar los elementos urbanos susceptibles de ser actualizados mediante la incorporación de las nuevas tecnologías y -desde el punto de vista práctico- modificar un dispositivo de juego común en los parques, adaptándolo a las nuevas tecnologías del entretenimiento por ordenador, han sido conseguido en este primer sub-proyecto de investigación.

Por otro lado *Zona de Recreo* es una obra que utiliza la interactividad para proporcionar al espectador una experiencia lúdica y reflexiva. Como hemos visto, las nuevas corrientes artísticas han incorporado en los últimos años la tecnología como instrumento de producción, recurso de exhibición y también como material conceptual a partir del cual reflexionar sobre los cambios que se están produciendo en todos los ámbitos de la vida en sociedad. Los resultados que aquí presentamos son una muestra de esta nueva manera de comunicar al espectador con el hecho artístico. La

experiencia estética necesita del espectador para ser completada. Como reza una obra de Antoni Muntadas *la percepción requiere participación*, y los nuevos dispositivos interactivos solicitan una mayor implicación de todos los sentidos y acciones del espectador para que tenga lugar el intercambio de información. El espectador participa activamente en la concreción final de la obra y se convierte por lo tanto en un elemento fundamental de la misma. *Zona de Recreo* resuelve de una manera muy interesante la relación con el espectador que pasa ahora a convertirse en jugador/usuario y sin cuya participación activa la obra queda incompleta.

La tradicional situación de recogimiento e intimidad ligada a la contemplación de la obra de arte es sustituida en *Zona de Recreo* por la necesidad de colaboración con otros espectadores/jugadores. Esta colaboración se convierte en un factor fundamental de la experiencia estética y de ella dependerá la sensación final de cada uno de los usuarios. *Zona de Recreo* incluye en su composición formal y de significado a cada uno de los jugadores y a la relación de comunicación y colaboración que se establece entre ellos. En definitiva, *Zona de Recreo* es una obra artística y a la vez un dispositivo de juego en grupo que dinamiza y establece nuevas formas de interacción y relación social entre los usuarios basadas en la hibridación entre lo físico y lo digital.

* * *

En *A Central Axis* realizamos una representación de los espacios híbridos de relación social, con la intención de que los visitantes a la obra puedan comprender mejor dichos espacios y también puedan interactuar con ellos. Pensamos que es de gran importancia dar a conocer por medio de una representación clara y con cierta simplicidad didáctica este tipo de espacios, ya que debido a su reciente aparición todavía resultan extraños o desconocidos para un buen número de personas. Se trata pues de participar en una cierta labor alfabetizadota sobre los nuevos usos y formas surgidos a partir de la aparición de las tecnologías digitales de comunicación. De esta manera los visitantes a la instalación pueden tener una comprensión bastante clara de cómo se establecen nuevos espacios de comunicación interpersonal basados en la comunicación remota y en la interacción física a distancia.

Para la realización de este segundo sub-proyecto de investigación nos planteamos algunos objetivos a la hora de diseñar el resultado final de lo que debía ser la instalación *A Central Axis.* Estos objetivos consistieron en observar el uso y la interacción remota de los usuarios en los espacios físicos y digitales de relación social y analizar la convivencia integrada y simultánea de los ciudadanos en estos espacios. Una vez realizados esto estudios, pasamos a la fase de diseño y creación de la instalación analizando diversas estrategias para la representación de las conclusiones obtenidas en los análisis previos. Por lo tanto, consideramos que como resultado de esta investigación hemos llevado a cabo una representación de los espacios híbridos de comunicación interpersonal que destaca los nuevos modos de relación social surgidos a partir de la aparición de estos espacios. De esta manera, en *A Central Axis* presentamos una descripción de la actividad producida en los espacios de comunicación híbridos, y representamos de manera sencilla y directa, las características y modos de uso que esta nueva tipología de espacio ha creado.

A continuación presentamos los resultados del análisis realizado sobre las nuevas formas de relación social surgidas tras la aparición de los espacios híbridos y como las conclusiones son reflejadas en la instalación de *A Central Axis*:

- Dicotomía corpóreo-incorpóreo. En la actualidad existe, debido a la inserción de las tecnologías digitales como medio de comunicación, una dislocación de las características físicas en la comunicación. En *A Central Axis,* hemos analizado este proceso y llevado acabo una representación del mismo. Por un lado el *espacio físico* basado en la dialéctica de lo corpóreo está representado en la obra por una video proyección donde podemos ver a tiempo real la actividad en la plaza de Valencia; con esto podemos visualizar y estudiar este factor desde el punto de vista de cómo los transeúntes intercambian contactos físicos entre ellos, cómo son sus cuerpos, su manera de andar, su complexión física, etc. También podemos sentir su peso específico ya que hacemos una representación a distancia de este factor por medio del sistema de balanceo de la plataforma. Cuando un usuario en Singapur se sube a la misma e intercambia su peso y equilibrio con la telepresencia de los transeúntes en Valencia, percibe de manera clara y directa una presencia invisible pero física y por tanto corpórea; de esta manera siente la fuerza y el peso de la otra persona situada en Valencia, que además puede ver al mismo tiempo en la video proyección.

Por otro lado el espacio digital de comunicación se encuentra constituido en *A Central Axis* por la proyección de textos flotantes en movimiento correspondientes a los seudónimos de las personas que se comunican en un Chat. Se trata pues del lugar de lo incorpóreo, donde la información de los usuarios se limita a un simple seudónimo, que no nos permite saber ni sentir prácticamente nada de las características físicas de la persona que se encuentra tras ese nombre. Un espacio donde pueden producirse falsas apariencias, temporales cambios de identidad y sexo y en definitiva todo tipo de juegos y engaños. Un espacio paradigma de lo incorpóreo y representante de todo tipo de relaciones que se puedan dar a partir de esta característica esencial. La única interacción que los visitantes a la instalación en Singapur pueden tener con este sistema consiste en el rebote de los textos en movimiento sobre la figura de las personas subidas a la plataforma. Utilizamos esta forma de interacción como metáfora de visualización de este tipo de presencias invisibles que se encuentran desubicadas en el espacio virtual y digital de la red, con las cuales podemos interactuar de una forma mínima y específica.

- La diferencia en cuanto al acceso a la utilización de los espacios físicos y digitales también es constatable en *A Central Axis*. Los transeúntes a la plaza de Valencia han de desplazarse físicamente hasta la misma. En cambio los visitantes al Chat pueden acceder al él desde cualquier lugar del mundo siempre que dispongan de un ordenador conectado a Internet.

- La diversidad cultural y geográfica de los actores de nuestra instalación también es otro factor que interviene activamente. Los visitantes al Chat pueden ser de diversas procedencias al poder acceder a él desde cualquier parte del mundo, en cambio los transeúntes en Valencia y también los visitantes a la exposición en Singapur están filtrados por la proximidad geográfica a estos lugares.

- La afluencia a los espacios de comunicación social se presenta en *A Central Axis* como un factor muy significativo en la obra. En el Chat se puede observar como hay una actividad constante al mismo a cualquier hora del día o la noche. Dado el carácter global de Internet siempre encontraremos a otras personas dispuestas a compartir experiencias y esto se refleja en la obra con un cambio constante de los textos que son proyectados indicando que hay personas entrando y saliendo de este

espacio. Por otro lado la actividad en el balanceo de la plataforma cambia radicalmente su estado ya que los espacios públicos físicos están determinados por factores físicos como el clima, la alternancia noche-día, etc. que determinan su utilización y por tanto la condicionan. Estos procesos también estaban reflejados en la instalación en Singapur ya que la plataforma mostraba un estado prácticamente de reposo por la mañana, debido al cambio horario, a las 10 de la mañana -cuando se abría la exposición al público- eran las 4 de la mañana en Valencia y muy poca gente visitaba en esos momentos la plaza. Este estado iba progresivamente cambiando hasta que la plataforma gozaba de una actividad plena a partir de las 2 de la tarde en Singapur, ya que a esa hora eran las 8 de la mañana en Valencia, manteniéndose este estado de actividad de manera constante hasta que se cerraba la exposición a las 8 de la tarde en Singapur; las 2 del medio día en Valencia.

- La relación con el entorno arquitectónico de los espacios de relación social también se encuentra presente en la obra. Cualquier persona que se conecte al Chat es responsable de la comodidad o no del espacio físico desde el que se conecte, siempre y cuando lo haga desde su casa y no desde un cibercafé por ejemplo. Por lo tanto podemos pensar que en su mayoría acceden en condiciones óptimas de confort. En cambio, en el caso específico de la plaza de Valencia utilizada para esta obra, el diseño de la misma está dirigido por los planes urbanísticos y de conservación del Ayuntamiento. En este sentido resulta importante señalar que el lugar utilizado fue la Plaza de la Virgen, con una ubicación muy céntrica en el casco histórico de la ciudad. Esta plaza da acceso por uno de sus laterales a la Catedral de Valencia por lo que un gran número de personas la transita diariamente. El diseño de esta plaza ha ido variando sustancialmente a lo largo de su historia y en estos momentos está constituido esencialmente por suelo de piedra, caracterizándose además por la ausencia de bancos y zonas sombreadas. Por lo tanto podemos definirlo como *diseño duro* ya que favorece, y en buena medida obliga, a transitar este espacio al ser de escasa confortabilidad. Debido a esto se establece una relación personal mínima entre los visitantes a este espacio ya que lo transitan en lugar de habitarlo. En este sentido seleccionamos la mencionada plaza como ejemplo o paradigma del proceso de transformación y desuso que están sufriendo los actuales espacios públicos físicos.

*** * ***

Con *A Trip Around a Magic Puzzle* damos por alcanzado el objetivo abierto desde el principio de la investigación consistente en examinar las tecnologías actuales y analizar su eficacia como herramientas para la creación artística. Concretamente nos hemos centrado en el uso de la tecnología de realidad aumentada, al ser un medio idóneo para poder representar la hibridación del espacio público físico y digital. Hemos utilizado esta tecnología porque nos permite representar una determinada ilusión óptima en la que se mezclan elementos provenientes de los entornos físicos y digitales. Para llegar al uso de esta tecnología previamente hemos realizado un extenso análisis y clasificación de diversas tecnologías que a buen seguro será útil para futuras investigaciones en el marco del arte y la tecnología.

Con respecto a *A Trip Around* podemos declarar que hemos creado un nuevo dispositivo o sistema que representa de forma simbólica la relación entre los espacios físicos y digitales de relación social. Esta representación parte de la comprensión de la ciudad contemporánea entendida como un sistema dinámico que conecta distintos espacios y canales de comunicación. El campo de la representación simbólica tradicionalmente ha sido uno de los marcos predilectos de la creación artística ya que permite mostrar los procesos e ideales que configuran la sociedad de su tiempo.

Esta representación se convierte en un acto intelectual, un acto de pensamiento, en el que hemos proyectado la idea de cómo entendemos los espacios de relación social y cómo se relacionan entre sí. Gracias a las dos investigaciones anteriores desarrolladas en la investigación, *Zona de Recreo* y *A Central Axis*, hemos podido ir madurando y desarrollando esta representación. En el primer sub-proyecto realizamos un acercamiento a la investigación en el que pudimos modificar un dispositivo de juego y con ello desarrollar nuevos sistemas de interacción y representación de los espacios de relación social. Esta primera toma de contacto nos sirvió para profundizar en el estudio de los espacios híbridos. En el segundo sub-proyecto pudimos recabar información sobre los espacios públicos físicos y digitales y sus modos de uso, comparando y analizado su uso, su actividad, su afluencia, etc. Gracias a estas investigaciones previas, hemos podido acercarnos con conocimiento más profundo para la representación simbólica de los espacios híbridos realizada en *A Trip Around.*

Por otro lado entendemos *A Trip Around* como un nuevo dispositivo que además de representar y con ello difundir la idea de los espacios de relación social, también es un prototipo en si mismo de un nuevo sistema desarrollado como ejemplo y modelo de espacio híbrido de relación social. Este dispositivo ha sido diseñado para ser colocado en los parques y plazas de nuestra ciudad, de esta manera favorece e incentiva la comunicación entre los ciudadanos que pueden interactuar con total libertad con el mismo. Algunas de las características más significativas que hacen de *A Trip Around* un nuevo modelo de objeto híbrido son:

- Naturaleza híbrida entre lo físico y digital. Este dispositivo elimina la polaridad físico-digital ya que está caracterizado por pertenecer a un nuevo tipo de sistema compuesto por la mezcla de ambos entornos.

- La interacción y el juego en grupo. Varias personas pueden ir moviendo y modificando el puzzle al mismo tiempo y de esta manera, el sistema favorece la comunicación y el establecimiento de relaciones personales entre los usuarios gracias al juego.

- Activar capacidades físicas y mentales de los usuarios. Es un juego de ingenio y por lo tanto los usuarios han de realizar determinados ejercicios mentales para llevarlo desarrollarlo. También es un juego que dispone de una interfaz física por lo que han de manipularla realizando con ello cierto ejercicio ó actividad física.

- *A Trip Around* como sistema confortable. La instalación de la obra en un entorno determinado ha de responder a esta característica debido a que, para el éxito de la misma, depende que se instale en lugares en los que los usuarios se sientan física y mentalmente cómodos.

Aunque las siguientes dos características no han sido desarrolladas por el momento, hemos creído conveniente presentarlas en este informe.

- Permite la comunicación a distancia con otros sistemas. Planteamos la ampliación de las capacidades del sistema a esta característica, de tal manera que los usuarios puedan comunicarse con otras personas por medio de esta interfaz.

- Usos múltiples o *"mix-use"*. También proponemos desarrollar diversas aplicaciones interactivas digitales que funcionen con la interfaz del puzzle, de tal manera que podemos desarrollar un conjunto de aplicaciones de varios tipos, como entretenimiento, educación y comunicación. Con ello, este dispositivo puede ser utilizado de manera más dinámica y con mayor potencialidad al convertirse en un sistema de usos múltiples.

Resulta necesario resaltar que no hemos desarrollado estas dos últimas características porque al igual que en *Zona de Recreo* entendemos *A Trip* Around como un prototipo de interfaz física al que hemos desarrollado una aplicación gráfica específica. El contenido de esta aplicación responde a los supuestos conceptuales de esta investigación y por lo tanto al objetivo de representar los espacios de relación social. Pero planteamos la posibilidad, para futuras investigaciones fuera del marco conceptual de esta tesis, de desarrollar nuevas aplicaciones con otros contenidos que permitan al sistema ser usado de modo lúdico, educativo o comunicativo, incrementado con ello su capacidad de ser un objeto híbrido especialmente diseñado para ser insertado en el espacio urbano.

A Trip Around a Magic Puzzle ha colaborado en gran medida a la difusión de la concepción del espacio público híbrido debido al gran número de certámenes y exposición en los que ha participado. Nos parece importante resaltar este punto ya que las respuestas de los usuarios que han podido interactuar con el sistema han sido muy positivas, valorando diversos aspectos del mismo. A continuación desglosamos algunos de estos aspectos:

- Sencillez de interacción: gracias al uso del puzzle como interfaz de interacción no es necesario el uso de ningún tipo de sistema de ayuda permitiendo a los usuarios interactuar de manera intuitiva con el mismo.
- Claridad en la comunicación del contenido de la obra. Los usuarios entienden con facilidad que la representación de realidad aumentada desarrollada consiste en una ciudad contemporánea con sus parques y un entramado de canales que los interconectan.
- Sencillez tecnológica. El sistema tecnológico que permite el funcionamiento del dispositivo compuesto por un puzzle, ordenador, un video proyector y una cámara web

es de extrema sencillez de instalar y mantener.

- Juego en grupo. Un grupo de usuarios puede manipular al mismo tiempo el puzzle favoreciendo con ello la comunicación y la compresión de la obra.

- Asombro por el aumento de características del puzzle. La tecnología de realidad aumentada fascina a los usuarios así como sus posibilidades de interacción.

- Interés y belleza de la representación. Los usuarios nos han felicitado por el interés de las imágenes y modelos creados para la obra.

Como conclusiones a este sub-proyecto nos gustaría resaltar brevemente que los objetivos planteados para el mismo han sido llevados a cabo, estos objetivos han sido:

- Estudiar y analizar los espacios de relación social.
- Realizar un sistema que represente simbólicamente los nuevos espacios de relación social.
- Realizar un dispositivo híbrido que fomente las relaciones interpersonales.
- Difundir la idea de los espacios híbridos de relación social a través del dispotivo desarrollado.

*** * ***

El cuarto y último sub-proyecto práctico llevado a cabo en esta investigación ha sido ***Red Libre Red Visible***. El principal objetivo planteado para su realización consistió en la creación de un dispositivo artístico interactivo que permita la visualización del flujo de información digital intercambiada en el espacio físico. Para llevar a la práctica el mismo, hemos realizado un programa informático que utiliza tecnología de realidad aumentada. Este programa es de libre distribución y ha sido descargado, desde la página web del proyecto, por un gran número de personas. También hemos tenido muchos comentarios de personas interesadas en el proyecto y una gran repercusión en la comunidad de usuarios de Internet; como lo demuestra que la página web del proyecto tenga un elevado número de visitas y haya aparecido en bastantes bloggers y foros de discusión.

Además de la repercusión que ha tenido este proyecto, creemos conveniente resaltar que durante los tres años en los que lo hemos venido desarrollando, hemos podido llevar a la práctica distintas evaluaciones y fases del mismo. Las exposiciones y talleres realizados nos han permitido, además de testar el proyecto, recabar sugerencias y aportaciones, siendo algunas de ellas recogidas en el posterior desarrollo del mismo. Muestra de esto ha sido la realización de la versión 1.1 del *Cliente Red Visible*, que permite una adaptación personalizada de la representación de los datos intercambiados en la red; esta versión fue realizada a lo largo del primer taller llevado a la práctica en el centro Medilab Madrid como respuesta a las sugerencias de los participantes al mismo.

Otro cambio interesante surgido a lo largo del proceso de desarrollo de este proyecto ha sido las distintas maneras de presentación que ha tendido en las exposiciones llevadas a cabo. En las dos primeras nos propusimos realizar una visualización de los datos lo más cercana posible a como estos son intercambiados en el espacio físico. En cambio, en la tercera exposición realizada en Korea, hicimos una representación simbólica y proyectual, mostrando cómo sería el resultado final de una posible puesta en práctica global del proyecto. En las dos siguientes exposiciones, realizadas en Castellón y San José, hicimos una puesta en escena que de manera híbrida mostraba simbólicamente y cercana a la realidad cómo los datos son intercambiados en la red. Para ello utilizamos diversos métodos de representación de dicha información; a través de pantallas de proyección, cascos de realidad virtual y pantallas de ordenadores.

También resulta importante resaltar las nuevas posibilidades y características desarrolladas para las exposiciones. Específicamente en la muestra en Castellón, donde desarrollamos un sistema que permite insertar imágenes, modelos 3D y textos digitales en el espacio físico que posteriormente también fue utilizado en la exposición en el Festival ISEA San José 06. Como hemos podido comprobar, gracias a estas dos exposiciones, estas nuevas posibilidades ofrecen una manera distinta de acercamiento al espacio público, proporcionando una nueva capacidad de expresión e intercambio de información en el mismo. Con ello, los ciudadanos pueden colocar libremente mensajes e imágenes personalizados y ejercer, de forma libre y gratuita, su derecho a la expresión en el espacio público, generando un nuevo medio caracterizado por la

utilización de graffiti digital. Ya que para poder acceder a estos contenidos resulta necesario utilizar una interfaz tecnológica, la creación de los mismos no afecta de forma significativa al resto de los ciudadanos, permitiendo una coherente integración de estos mensajes en el espacio público y el establecimiento de canales paralelos y específicos de información.

Por últimos nos gustaría resaltar algunas de los objetivos parciales conseguidos en este proyecto:

- Mostrar y difundir la idea de espacio público híbrido por medio de la realización de varios talleres y exposiciones, y también utilizando las nuevas posibilidades de difusión proporcionadas por Internet.

- Conseguir que este dispositivo sirva como ejemplo y modelo de nuevos espacios de relación social por medio de la vinculación híbrida entre los entornos físicos y digitales.

- Facilitar herramientas y dispositivos a los ciudadanos para que entiendan las transformaciones que se están dando en el espacio público.

* * *

Por otro lado, y de forma transversal, a lo largo de esta investigación hemos podido comprobar otro tipo de conclusiones que desde una perspectiva más amplia abordan la problemática sobre las transformaciones que en la práctica artística contemporánea están ejerciendo las nuevas tecnologías. Nos ha parecido pertinente presentarlas en esta memoria pues de modo global establecen algunas respuestas sobre los nuevos modos y estructuras de trabajo establecidos en el contexto científico en el que está inscrita esta investigación; la convergencia entre arte, ciencia, tecnología y sociedad.

La primera de ellas consiste en que actualmente la producción artística está derivando hacia estrategias y métodos de producción y exposición relacionados con el

entretenimiento. El hecho de que las obras de arte interactivo requieran la participación del espectador para ser completadas, implica que ciertas estrategias de juego estén implícitas en ellas. El espectador tradicionalmente no está educado para tocar la obra artística, por lo que en las exposiciones de arte tecnológico es normal observar la sorpresa y fascinación de los visitanes –transformados en usuarios creadores- ante el asombro por la reacción de las obras. Este proceso iniciado con el dada y retomado más tarde por el situacionismo y el happening, en la actualidad, está llegando a su consolidación en el terreno general de la práctica del arte, ya que goza de gran popularidad y reconocimiento entre la comunidad artística.

Como resultados de esto, el arte ya no es tanto la producción de objetos como la creación de situaciones y procesos. A la misma vez que algunas producciones artísticas se han insertado en el campo de lo inmaterial, como por ejemplo el Net Art, los artistas crean obras que han de ser terminadas por el usuario que se transforma entonces en co-creador y verdadero protagonista de la obra plástica. En muchos casos el artista crea el marco de interacción y establece unas leyes básicas de interacción, pero son los usuarios y las enormes y abiertas capacidades de computación actuales, los que terminan generando realmente la experiencia u obra artística.

Si nos acercamos desde la perspectiva de confluencia e intercambio entre disciplinas, podemos ver como la exhibición del arte interactivo está siendo integrada en nuevos espacios a los que tradicionalmente no había tenido acceso. Uno de ellos es el *museo de ciencia*; estos espacios estaban tradicionalmente relegados a la muestra de dispositivos educativos de divulgación científica. En la actualidad, estos centros han encontrado en las producciones artísticas un nuevo campo extremadamente dinámico y con producciones susceptibles de ser acogidas en sus salas expositivas. El arte neomedial les permite mostrar nuevos dispositivos de juego interactivo y educativo con una gran variedad de contenidos críticos y/o conceptuales. Esto les permite dar una visión de la ciencia y la tecnología, en la que los visitantes no solo reciben información, sino que también se les invita a la reflexión crítica sobre los caminos sociales marcados por el desarrollo tecno-científico.

Otro punto importante a comentar, en relación a la convergencia mencionada, es la creciente importancia de las *industrias de la creatividad*, que actualmente son

consideradas como uno de los motores de desarrollo económico en un futuro próximo. En este sector, el arte neomedial tiene un papel fundamental, ya que mantiene una estrecha relación con la producción cultural de espectáculos y entretenimiento. Por lo tanto, en los últimos años, nuevos centros e institutos de investigación están surgiendo en todo el mundo con la intención de desarrollar investigaciones en este terreno que luego puedan ser transferidas a la sociedad. A nivel internacional el MIT Media Lab, el ZKM, V2 o Ars Electronica Center son algunos de los representantes más claros en este sentido. Entorno a estos centros se está desarrollando un importante tejido industrial en el que se dan cita los profesionales más destacados a nivel internacional en este ámbito[61].

De esta manera podemos ver como nuevos sectores comerciales como las industrias del entretenimiento y educación se están acercando, interesados a la producción de prácticas artísticas neomediales. Para ellos lo importante ya no es tanto el resultado final de la obra sino las posibles vías de investigación que ésta pueda dejar abiertas pudiendo dar lugar a otro tipo de aplicaciones y productos con posibilidades de distribución comercial y por tanto de generación de beneficios. De esta manera las prácticas artísticas neomediales han sido catalogadas desde hace algunos años como Think Tank (tanque de ideas) y por lo tanto institutos de investigación y empresas de todo el mundo empiezan a tener nuevos departamentos cercanos al arte neomedial para encontrar en ellos nuevas y atrayentes posibilidades. Creemos importante mencionar que en esta tesis hemos creado varios prototipos susceptibles de ser trasformados en productos con capacidades educativas y de entretenimiento; aunque inicialmente fueron creados bajo los márgenes conceptuales de esta investigación pueden ser fácilmente adaptardos a otro tipo de aplicaciones.

En este contexto podemos ver como los artistas que trabajan con tecnología quieren ser partícipes en la construcción de la sociedad en la que viven. Para ello participan activamente en movimientos tecno-sociales que intentan redefinir las tecnologías desarrolladas, ya sea modificando su uso, bajo la creación de conciencia crítica al respecto, o también –en la medida de sus posibilidades- produciendo nuevas tecnologías en las que una cierta conceptualización crítica-activista está insertada en

[61] Desgraciadamente en el territorio nacional la situación es muy distinta, por lo que en esta investigación queremos hacer un llamamiento público para el incentivo de políticas y financiación de apoyo a las investigaciones y prácticas artísticas neomediales.

ellas. De esta manera, entendemos que una de las herramientas de producción artísticas de nuestra contemporaneidad son las TIC a la misma vez que invitan a los ciudadanos a no ser meros usuarios de las mismas, incentivando su uso de manera crítica y creativa.

En este amplio panorama, podemos ver como se está continuando en el proceso de democratización del arte iniciado en la modernidad. Uno de los factores que específicamente han ampliado este proceso es el hecho de que otras disciplinas de conocimiento, como la ciencia y la tecnología, están participando muy activamente en la producción de conocimiento y por tanto de sociedad. En este panorama, el artista contemporáneo se diluye transformándose en un elemento más de la cadena de producción de conocimiento, trabajando al mismo nivel con ingenieros, programadores, filósofos o sociólogos. De esta manera se interesa por desmantelar los mecanismos de producción de tecnologías que implican el control del conocimiento y la información, inventando otras vías para la relación y la colaboración entre los ciudadanos, transformados ahora en agentes culturales.

Un ejemplo claro de todos estos procesos es la constatación de la interfaz como un sistema mediador, por lo que los artistas proponemos crear nuevos mecanismos y tecnologías de comunicación que tengan en cuenta este factor y permitan desarrollar nuevas interfaces con relaciones críticas y culturales, conscientes de la interpretación de información que ellas producen. Si -pongamos un ejemplo- todo nuestro mundo estuviera digitalizado, los medios tecnológicos tendrían el control de nuestras sociedades y la interfaz, orientada política y económicamente desde su creación, sería una potente arma para ese control. Las interfaces y protocolos de comunicación son los nuevos y sofisticados, casi transparentes, mecanismos de censura y tergiversación de la información. Por lo tanto, hacer conscientes a la ciudadanía de la importancia que tiene la mediación de las interfaces es uno de los objetivos principales de la producción artística en el campo del neomedial y de modo especial en la investigación presentada en esta memoria.

Por último nos gustaría comentar brevemente la intención personal por continuar con la línea de investigación presentada en este documento y desarrollada durante los últimos cinco años. Creemos que es una interesante y necesaria vía a explorar, ya que

nos promete regenerar el tejido social fomentando la comunicación interpersonal en el terreno de lo físico, allí donde en los últimos años se ha producido una regresión en este sentido. Personalmente apostamos por la inserción de tecnologías del entretenimiento y la comunicación en el espacio público urbano como medio para aumentar sus capacidades y por consiguiente hacer más atractivo el mismo, actualizándolo de esta manera a las nuevas necesidades sociales del siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV., 1980, *Creative playground information kit 1*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa.
- AA.VV., 1998, *Art @ Science*, Springer Vienna/NewYork,
- AA.VV., 2004, Metropolización del Planeta en *Atlas de Le Monde Diplomatique*, (volumen 1 / 1), pag. 20 - 25.
- ABALOS, I. y J. HERREROS, 1992, *Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea: 1950-1990*, Nerea, Madrid.
- ABALOS, I. y J. HERREROS, 1995, *Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea, l950-l990*, Nerea, Madrid.
- ADRIAN DAVID, C., T. KENG SOON, y otros., 2006, Social and physical interactive paradigms for mixed-reality entertainment en *ACM Comput. Entertain.*, (volumen 14 / 2), pag. 130 - 145.
- AEC, A. E. J., 1990, *Legible City*, (http://www.aec.at/prix/1990/E90azl-legible.html), Fecha de visita [01-03-05].
- AEC, A. E. J., 2001, *Bump*, (http://www.aec.at/en/archives/prix_archive/prix_projekt.asp?iProjectID=11004), Fecha de visita [1-2-04].
- ARMAND AND MICHELE, M., 1997, *Historia de las Teorías de la Comunicación*, Paidós, Barcelona.
- ARRANZ, M., R. GRAU, y otros., 1994, *El parc de la Ciutadella. Una visió històrica*, Ajuntament de Barcelona y L'Avenç, Barcelona.
- ASCOTT, R., 2006, *Engineering nature : art & consciousness in the post-biological era*, Intellect, Bristol; Portland, OR.
- ASCOTT, R. y C. E. LOEFFLER, 1991, *Connectivity : art and interactive telecommunications*, Pergamon Press, Oxford; Elmsford, NY.
- AUGÉ, M., 1996, *Hacia una antropología de los mundos contemporáneos*, Gedisa, Barcelona.
- AUGÉ, M., 2004, *Los "no lugares": espacios del anonimato. Una antropología de la modernidad*, Gedisa, Barcelona.
- AUI, E., 2002, *Uso y Perfil de Usuarios de Internet en España*, (http://aui.es), Fecha de visita [29/07/2005].

- ÁVILA DOMÍNGUEZ, F., 2003, Vida y vacile de la tienda de barrio en *Revista Noventaynueve*, (volumen 4 / 1), pag. 23 - 28.
- BARBERO, J. M., 1987, *Procesos de comunicación y matrices de cultura : itinerario para salir de la razón dualista*, Ediciones G. Gili; FELAFACS, Valle de Bravo, México.
- BARBERO, J. M., 1998, *De los medios a las mediaciones*, Convenio Andrés Bello,
- BARBERO, J. M., 2003, De la ciudad mediada a la ciudad virtual en *Innovatorium*, (http://www.innovarium.com/CulturaUrbana/VirtualJMB.htm), Fecha de visita [2-2-2006].
- BAUDRILLARD, J., 2000, *El intercambio imposible*, Cátedra, Madrid.
- BAUDRILLARD, J. y J. JORDÁ, 1988, *El otro por sí mismo*, Anagrama, Barcelona.
- BAUDRILLARD, J. y J. JORDÁ, 1991, *La transparencia del mal: ensayo sobre los fenómenos extremos*, Anagrama, Barcelona.
- BAUDRILLARD, J. y J. JORDÁ, 1991, *Las estrategias fatales*, Anagrama, Barcelona.
- BAUDRILLARD, J. y J. J. D. SOLAR, 2000, *Pantalla total*, Anagrama, Barcelona.
- BECKMANN, J., 1998, *The virtual dimension : architecture, representation, and crash culture*, Princeton Architectural Press, New York.
- BELL, D., 1976, *The cultural contradictions of capitalism*, Basic Books, New York.
- BENJAMIN, A. E. y J. BROUWER, 2005, *ARt & D : research and development in art*, V2 NAi Publishers; D.A.P./Distributed Art Publishers [distributor], Rotterdam, New York, NY.
- BENJAMIN, F., 2004, *El Quijote Valence*, (http://www.banquete.org/banquete05/visualizacion.php?id=152), Fecha de visita [01-05-06].
- BILLINGHURST, M., H. KATO, y otros., 2001, The MagicBook, Moving Seamlessly between Reality and Virtuality en *Projects in Virtual Reality*, Lawrence Rosenblum and Michael Macedonia, Washington.
- BORRIES, F. V., G. GLÜCK, y otros., 2002, *Chat-stop. Start to communicate !*, (http://www.chat-stop.de), Fecha de visita [5-5-2006].
- BREA, J. L., 1991, *Las auras frías : el culto a la obra de arte en la era postaurática*, Anagrama, Barcelona.
- BREA, J. L., 1991, *Nuevas estrategias alegóricas*, Tecnos, Madrid.
- BREA, J. L., 1996, *Un ruido secreto: el arte en la era póstuma de la cultura*, Mestizo, Murcia.

- BREA, J. L., 2002, *La era postmedia: acción comunicativa, prácticas (post)artísticas y dispositivos neomediales*, Consorcio Salamanca. Centro de Arte de Salamanca, Salamanca.
- BREA, J. L., 2004, *El tercer umbral: estatuto de las prácticas artísticas en la era del capitalismo cultural*, Cendeac, Murcia.
- BREDER, H. y K.-P. BUSSE, 2005, *Intermedia: enacting the liminal*, Books on Demand, Norderstedt.
- BRETT, A., R. C. MOORE, y otros., 1993, *The complete playground book*, Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- BRINK, S. y CANADIAN INSTITUTE OF CHILD HEALTH., 1985, *Play safe: guideline recommendations for safe children's play spaces and equipment*, Canadian Institute of Child Health, [Ottawa].
- BUROW, E. K., 2005, *Play-ground*, Thesis M. Arch. --Massachusetts Institute of Technology Dept. of Architecture, Cambridge, Mass.
- BUTLER, G. D., 1958, *Recreation areas, their design and equipment*, Ronald Press Co., New York,.
- CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION. CHILDREN'S ENVIRONMENTS ADVISORY SERVICE., 1970, *Creative playground information kit = Terrain de jeux créatifs cahier de documentation*, Central Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, Ontario.
- CARRÍON, F., 2002, *Seguridad ciudadana, ¿espejismo o realidad?*, FLACSO, Ecuador.
- CASTELLS, M., 1972, *La question urbaine*, F. Maspero, Paris.
- CASTELLS, M., 1979, *The urban question: a Marxist approach*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- CASTELLS, M., 1985, *High technology, space, and society*, Sage Publications, Beverly Hills, Calif.
- CASTELLS, M., 1986, *El desafío tecnológico*, Alianza, Madrid.
- CASTELLS, M., 1997, *La sociedad red. La era de la información V. I*, Alianza, Madrid.
- CASTELLS, M., 1998, *El poder de la indentidad. La era de la información V. II*, Alianza, Madrid.
- CASTELLS, M., 1999, *El fin del milenio. La era de la información V. III*, Alianza, Madrid.

- CASTELLS, M., 2001, *The Internet galaxy: reflections on the Internet, business, and society*, Oxford University Press, Oxford, New York.
- CCC, 2001, *Blinkenlights*, (http://www.ccc.de/club/?language=en), Fecha de visita [05-02-2006].
- CERTEAU, M. D., 1984, *The practice of Everyday Life*, University of California Press, Los Angeles.
- CHILLISPOT, 2002, *Chillispot*, (http://www.chillispot.org), Fecha de visita [4-3-2006].
- CHTCHEGLOV, I., 1953, *Formulary for a New Urbanism*, (http://www.bopsecrets.org/SI/Chtcheglov.htm), Fecha de visita [03/07].
- CO, E., 2003, *Puddlejumper*, (http://www.mintymonkey.com/puddlejumper_p1.html), Fecha de visita [23-3-2006].
- COOPER, C., 1970, *The adventure playground: creative play in an urban setting and a potential focus for community involvement*, Center for Planning and Developmemt Research, Berkeley, Calif.
- COURCHESNE, L., 2001, *The visitor living by numbers*, (http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=129), Fecha de visita [11-4-2005].
- DANIEL, V. y B. RAVIN, 2004, Interactive public ambient displays: transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users en *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM Press, Santa Fe, NM, USA.
- DE KERCKHOVE, D., 2001, *The architecture of intelligence*, Birkhäuser, Basel, Boston.
- DE NIEVES, J., 2005, Interferencias en la ciudad y sus paisajes asociados en *Contemporani@ 05, Interferncies en la ciutat I els seus paisatges associats*, EACC, Castellón.
- DEAN, T. y J. MILLAR, 2005, *Place*, Thames & Hudson, London.
- DEBORD, G., 1955, Introduction to a Critique of Urban Geography en *Les Lèvres Nues*, (volumen 6 / 1), pag. 15 - 21.
- DEBORD, G., 1995, *The Society of the Spectacle*, Zone Books, New York.
- DELEUZE, G., 1984, *La imagen-movimiento, estudios sobre cine 1*, Paidós Ibérica, Barcelona.
- DELEUZE, G., 2001, *La imagen-tiempo, estudios sobre cine 2*, Paidós Ibérica, Barcelona.

- DELEUZE, G., F. GUATTARI, y otros., 1985, *El Anti-Edipo: capitalismo y esquizofrenia*, Paidós, Barcelona.
- DERTOUZOS, M. L. y J. C. MOSES, 1979, *The Computer age: a twenty-year view*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- DIRECTO, E., 2006, *Las operadoras duplican sus clientes móviles de UMTS*, (http://www.telcommunity.com/visor.php?id_noticia=18192), Fecha de visita [03-07-06].
- DOBSON, K., 2002, *AgoraPhone*, (http://web.media.mit.edu/~monster/AgoraPhone/), Fecha de visita [7-3-2006].
- DOBSON, K., 2002, *AgoraPhone*, Master Thesis. --Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass.
- DRUCKER, P. F., 1969, *The age of discontinuity: guidelines to our changing society*, Harper & Row, New York.
- DUQUE, F., 2001, *Arte público y espacio político*, Akal, Tres Cantos, Madrid.
- DURHAM, M. G. y D. KELLNER, 2006, *Media and cultural studies: keyworks*, Blackwell, Malden, MA.
- DUTTON, W. H. y B. LOADER, 2002, *Digital academe: the new media and institutions of higher education and learning*, Routledge, London, New York.
- ECHEVARRÍA, J., 1999, *Los Señores del aire: Telépolis y el tercer entorno*, Destino, Barcelona.
- ECHEVARRÍA, J., 2000, *Un mundo virtual*, Delbolsillo, Barcelona.
- ECHEVARRÍA, J., 2003, *Arte, cuerpo, tecnología*, Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca.
- ECHEVERRÍA, J., 1994, *Telépolis*, Destino, Barcelona.
- ECHEVERRÍA, J., 2005, Tecnocuerpos TIC en *e-journal MECAD*, (volumen 1 / 9), pag. 5.
- EDWARD, L., 1963, Deterministic nonperiodic flow en *Journal of Atmospheric Sciences*, (volumen 20 / 1), pag. 130 - 141.
- ERIKSEN, A., 1985, *Playground design: outdoor environments for learning and development*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- ESTÉBANEZ ALVAREZ, J., 1991, *Las ciudades: morfología y estructura*, Síntesis, Madrid.
- EVA, H. y B. JACOB, 2006, Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction en *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, ACM Press, Montreal, Quebec, Canada.

- EVANS, H. y H. HANSEN, 2005, *TRAINS, Flying Carpets and Reverse Cultural Engineering* (http://www.hehe.org/text/rce/index.htm), Fecha de visita [15-5-2006].
- EZRA, P. R., 1999, *La ciudad y otros ensayos de ecología urbana*, Ediciones del Serbal, Barcelona.
- FELDMAN, A., 2005, *ReachMedia: on-the-move interaction with everyday objects*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- FIORE, A. R. T., 2004, *Romantic regressions: an analysis of behavior in online dating systems*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- FOLEY, K. A., 1988, *Perception, aesthetics and culture in new media*, Thesis M.S.V.S. --Massachusetts Institute of Technology Dept. of Architecture Media Arts and Sciences Section, Cambridge, Mass.
- FRITZ, M., 1972, *The production and distribution of knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton.
- FUJIHATA, M., 1992, *Field-Works*, (http://www.field-works.net/), Fecha de visita [1-32-2006].
- FULLER, M., 2005, *Media ecologies: materialist energies in art and technoculture*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- GÁLVEZ, A., 2004, *Posicionamientos y Puestas en Pantalla. Un análisis de la producción de sociabilidad en los entornos virtuales*, Phd Tesis. --Psicología de la Salut i de Posicología Social, Unitat de Psicologia Social, Barcelona.
- GARCÍA, C., 1997, Los parques urbanos del siglo XIX en Montreal y Barcelona en *El desarrollo urbano de Montreal y Barcelona en la época contemporánea: un estudio comparativo*, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- GATENBY, D. A. G., 2005, *Galatea: personalized interaction with augmented objects*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- GEES, J., 2001, *Hello Mr. President*, (http://www.hellomrpresident.com), Fecha de visita [05-02-2006].
- GEORGE, W., 2002, Why use computers to make drawings? en *Proceedings of the 4th conference on Creativity & cognition*, ACM Press, Loughborough, UK.
- GIANNETTI, C., 2002, *Estética Digital – Sintopía del arte, la ciencia y la tecnología*, ACC L'Angelot, Barcelona.

- GIANNETTI, C., 2002, *Estética Digital – Sintopía del arte, la ciencia y la tecnología* ACC L'Angelot, Barcelona.
- GOLDSTEIN, J. H., D. BUCKINGHAM, y otros., 2004, *Toys, games, and media*, L. Erlbaum Associates, Mahwah, N.J.
- GREENBERG, B. S., B. DERVIN, y otros., 1970, *Use of the mass media by the urban poor; findings of three research projects, with an annotated bibliography*, Praeger Publishers, New York,.
- GUBERN, R., 2000, *El eros electrónico*, : Taurus, Madrid.
- GUMBRECHT, H. U. y M. MARRINAN, 2003, *Mapping Benjamin: the work of art in the digital age*, Stanford University Press, Stanford, Calif.
- HABERMAS, J., 1989, *The Structural Transformation of the Public Sphere: An Inquiry Into a Category of Bourgeois Society*, MIT Press, Cambridge.
- HABERMAS, J., 1991, *Civil Society and the Political Public Sphere*, MIT Press, Cambridge.
- HAQUE, U., 2003, *Sky Ear*, (http://haque.co.uk/skyear.php), Fecha de visita [10-06-06].
- HARRY, B., I. SHAHRAM, y otros., 2004, The introduction of a shared interactive surface into a communal space en *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, ACM Press, Chicago, Illinois, USA.
- HENRIK, H. L. y J. CARSTEN, 2005, título del manuscrito *Playware - Intelligent technology for children's play*,
- HENRIK, H. L., K. THOMAS, y otros., 2005, Playware technology for physically activating play en *Artificial Life and Robotics*, (volumen 9 / 4), pag. 165 - 174.
- HERMANNSSON, J. B., 1974, *Playground apparatus design for young children*, Thesis. B.S --Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Mechanical Engineering, Cambridge, Mass.
- HEWETT, T. T., 1992, *Curricula for Human-Computer Interaction*, ACM, New York.
- HIROSHI, I. y U. BRYGG, 1997, Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms en *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM Press, Atlanta, Georgia, United States.
- HOGAN, P., 1974, *Playgrounds for free: the utilization of used and surplus materials in playground construction*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- HORAN, T. A., 2000, *Digital places: building our city of bits*, ULI-the Urban Land Institute, Washington, D.C.

- HUSE, N., 1985, *Le Corbusier*, Salvat, Barcelona.
- IEEE SOCIETY ON SOCIAL IMPLICATIONS OF TECHNOLOGY., 2002, *Social implications of information and communication technology*, IEEE, Piscataway, N.J.
- INGREDIENT, A., 2006, *Love City*, (http://lovecity.tv/), Fecha de visita [1-5-2006].
- ISAAC, J., 1988, *El transeúnte y el espacio urbano: ensayo sobre la dispersión del espacio público*, Gedisa, Buenos Aires.
- ISAAC, J., 1999, *Retomar la ciudad: el espacio público como lugar de acción*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Medellín.
- JEAN, I., 2005, Dare to be digital: Japan's pioneering contributions to today's international art and technology movement en *Proceedings of the ACM SIGGRAPH 05 electronic art and animation catalog*, ACM Press, Los Angeles, California.
- JONES, M., 2000, *Warchalking*, (http://www.warchalking.org), Fecha de visita [01-05-05].
- JONES, S., 1998, *CyberSociety 2.0: revisiting computer-mediated communication and community*, Sage Publications, Thousand Oaks, Calif.
- KARAHALIOS, K. G., 2004, *Social catalysts: embracing communication in mediated spaces*, Thesis Ph. D. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- KENNETH, P. F., 2004, A taxonomy for and analysis of tangible interfaces en *Personal Ubiquitous Comput.*, (volumen 8 / 5), pag. 347 - 358.
- KENTO, M., H. SUGURU, y otros., 2004, C-blink: a hue-difference-based light signal marker for large screen interaction via any mobile terminal en *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM Press, Santa Fe, NM, USA.
- KERCKHOVE, D. D., 1999, *Inteligencias en conexión: hacia una sociedad de la web*, Gedisa, Barcelona.
- KERCKHOVE, D. D. y C. DEWDNEY, 1999, *La piel de la cultura: investigando la nueva realidad electrónica*, Gedisa, Barcelona.
- KRIKORIAN, R. C., 2004, *Internet 0*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- LE, C., 1971, *Principios de urbanismo: (la Carta de Atenas)*, Ariel, Barcelona.

- LE, C., 1988, *Le Corbusier: la Caída de Barcelona: [exposición] Centro de Arte Reina Sofía*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- LEFÁEBVRE, H., 1991, *The production of space*, Blackwell, Oxford.
- LEHMAN, C. R., T. TINKER, y otros., 2004, *Re-inventing realities*, Elsevier JAI, Amsterdam, Oxford.
- LEVIN, G., LIEBERMAN Z, 2004, In-Situ Speech Visualization in Real-Time Interactive Installation and Performance en *The 3rd International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering*, ACM, Annecy, France.
- LEVY, P., 1998, *¿Qué es lo virtual?*, Paidós, Barcelona.
- LINS, G. R., 2002, El Espacio Público Virtual en *Serie Antropología*, Fecha de visita [18-3-2006].
- LLAVERÍA, J. y E. PÉREZ, 2004, Escultura de acción en *Escultura de acción*, Ayuntamiento de Alaquas, Alaquas.
- LLAVERÍA, J. y E. PÉREZ, 2005, Escultura de acción en *Escultura de acción*, Ayuntamiento de Alaquás, Alaquas.
- LOVEJOY, M., 1989, *Postmodern currents: art and artists in the age of electronic media*, UMI Research Press, Ann Arbor.
- LOVEJOY, M. y M. LOVEJOY, 2004, *Digital currents: art in the electronic age*, Routledge, New York.
- LOZANO-HEMMER, R., 2002, *Body Movies*, (http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=361), Fecha de visita [14-3-2006].
- LOZANO-HEMMER, R., 2004, Real and Virtual Light of Relational Architecture en *Uncanny Networks, Dialogues with the Virtual Intelligentsia*, G. LOVINK, MIT Press, Massachusetts.
- LOZANO-HEMMER, R., 2005, *Alzado Vectorial* (http://www.aec.at/en/archives/prix_archive/prix_projekt.asp?iProjectID=2174#), Fecha de visita [03-01-05].
- LUDLOW, P., 2001, *Crypto anarchy, cyberstates, and pirate utopias*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- LUNENFELD, P., 1999, *The digital dialectic: new essays on new media*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- LUNENFELD, P., 2000, *Snap to grid: a user's guide to digital arts, media, and cultures*, MIT Press, Cambridge, Mass.

- LUNENFELD, P., 2005, *User: InfoTechnoDemo: mediaworkbook*, MIT Press, All Media Foundation, Cambridge, Amsterdam.
- LYNCH, K., 1960, *The image of the city*, Technology Press, Cambridge [Mass.].
- MACLEOD, K. y L. HOLDRIDGE., 2006, *Thinking through art: reflections on art as research* Routeledge, London.
- MADERUELO, J., 1990, *El espacio raptado: Interferencias entre Arquitectura y Escultura*, Mondadori, Madrid.
- MADERUELO, J., 2005, *El paisaje: génesis de un concepto*, Abada, Madrid.
- MADERUELO, J. y D. JIMÉNEZ-BLANCO, 2006, *Medio siglo de arte: últimas tendencias*, Abada, Madrid.
- MAEDA, J., 2000, *Maeda@media*, Rizzoli, New York.
- MALDONADO, L., M. D. UNAMUNO, y otros., 1973, *Del campo y de la ciudad*, [s.n.], Salamanca.
- MALDONADO, T., 1998, *Crítica de la razón informática*, Paidós, Barcelona.
- MALLOY, J., 2003, *Women, art, and technology*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MANOVICH, L., 2001, *The language of new media*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MASAKI, F., 1996, Beyond pages en *Proceedings of the art and interdisciplinary programs of SIGGRAPH '96*, ACM Press, New Orleans, Louisiana, United States.
- MCCARTHY, K. F. y E. H. ONDAATJE, 2002, *From celluloid to cyberspace: the media arts and the changing arts world*, Rand, Santa Monica, CA.
- MCLUHAN, M., 1964, *Understanding Media: The Extensions of Man* Gingko Press, California.
- MCLUHAN, M., 1996, *Comprender los medios de comunicación: las extensiones del ser humano*, Paidós, Barcelona.
- MCLUHAN, M., E. MCLUHAN, y otros., 1998, *McLuhan : escritos esenciales*, Paidós, Barcelona.
- MCLUHAN, M., F. QUENTIN, y otros., 1992, *El medio es el masaje*, Paidós, Barcelona.
- MEADOWS, M. S., 2003, *Pause & effect: the art of interactive narrative*, New Riders, Indianapolis, Ind.
- MILGRAM, P. y F. KISHINO, 1994, A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays en *IEICE Transactions on Information Systems*, (volumen 12 / 1), pag. 152 - 160.

- MILLNER, A. D., 2005, *Hook-ups: how youth learn through creating physical computer interfaces*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- MITCHELL, C. y J. REID-WALSH, 2002, *Researching children's popular culture: the cultural spaces of childhood*, Routledge, London.
- MITCHELL, W. J., 1995, *City of bits: space, place, and the infobahn*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MITCHELL, W. J., 2003, *Me++ : the cyborg self and the networked city*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MITCHELL, W. J., 2005, *Placing words: symbols, space, and the city*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- MOORE, R. C., 1967, *An experiment in playground design*, Thesis. M.C.P. -- Massachusetts Institute of Technology. Dept. of City and Regional Planning, Cambridge, Mass.
- MUELLER, F., 2002, *Exertion interfaces: sports over a distance for social bonding and fun*, Thesis S.M. --Massachusetts Institute of Technology School of Architecture and Planning Program in Media Arts and Sciences, Cambridge, Mass.
- MUÑOZ GUTIERREZ, C., 2000, Juegos Virtuales: Identidad y Subversión en *Astrágalo*, (volumen 14 / 1), pag. 32 - 41.
- MUNT, S., 2001, *Technospaces: inside the new media*, Continuum, London, New York.
- NATIONAL ALLIANCE FOR MEDIA ARTS AND CULTURE (NAMAC), 2002, *Closer look: Media arts 2002*, NAMAC, San Francisco.
- NATIONAL RECREATION ASSOCIATION. y G. D. BUTLER, 1958, *Recreation areas, their design and equipment*, Ronald Press Co., New York,.
- NEGROPONTE, N., 1995, *Being digital*, Knopf, New York.
- NEGROPONTE, N. P., 1966, *Systems of urban growth*, Thesis. 1966. B.Arch. -- Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture, Cambridge, Mass.
- NEGROPONTE, N. P., 1975, *Soft architecture machines*, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- NISHIJIMA, H., 2001, *Remain in Light*, (http://www.fundacion.telefonica.com/at/vida/paginas/v4/haruki.html), Fecha de visita [01-03-05].
- NYU, I., 2004, *Pac-Manhattan*, (http://www.pacmanhattan.com/about.php), Fecha de visita [1-6-2006].

- OMER, R., M. IAN, y otros., 2006, Extending cyberspace: location based games using cellular phones en *ACM Comput. Entertain.*, (volumen 4 / 13), pag. 131 - 145.
- OREN, Z., P. NARCIS, y otros., 2006, Designing interactive environments for outdoors gaming and play en *Proceedings of the CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM Press, Montreal, Quebec, Canada.
- PACKER, R. y K. JORDAN, 2001, *Multimedia: from Wagner to virtual reality*, Norton, New York.
- PAMELA, J., 2005, Tangible social interfaces: critical theory, boundary objects and interdisciplinary design methods en *Proceedings of the 5th conference on Creativity & cognition*, ACM Press, London, United Kingdom.
- PARES, N., 2005, Massive flux design for an interactive water installation: WATER GAMES en *Proceedings of the ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACE'05*, ACM Press, Montréal, Québec, Canada.
- PAUL, C., 2003, *Digital Art*, Thames & Hadson London.
- PAULOS, E., 2005, *Interactive City description*, (http://www.urban-atmospheres.net/ISEA2006/), Fecha de visita [15-1-2006].
- PENNY, S., 1995, *Critical issues in electronic media*, State University of New York Press, Albany.
- PENNY, S., 1998, *Big Father Documentation*, (http://www-art.cfa.cmu.edu/www-penny/index.html), Fecha de visita [01-05-05].
- PRAGNELL, H. J., 1968, *The London panoramas of Robert Barker and Thomas Girtin*, London Topographical Society, London.
- RAMÍREZ, J. A., 1998, *La metáfora de la colmena: de Gaudí a Le Corbusier*, Siruela, Madrid.
- RAMONET, I., 1997, *Un mundo sin rumbo: crisis de fin de siglo*, Debate, Madrid.
- RAMONET, I., 1999, *Sur y comunicación: una nueva cultura de la información*, Icaria, Barcelona.
- RAMONET, I., 2002, *La post-televisión: multimedia, internet y globalización económica*, Icaria, Barcelona.
- RESEARCH, P., 2006, *Lumalive*, (http://www.research.philips.com/newscenter/archive/2006/060901-lumalive.html), Fecha de visita [5-6-2006].
- RHEINGOLD, H., 1993, *The virtual community: homesteading on the electronic frontier*, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, Mass.

- RHEINGOLD, H., 1994, *Realidad virtual*, Gedisa, Barcelona.
- RHEINGOLD, H., 2000, *The virtual community: homesteading on the electronic frontier*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- RHEINGOLD, H., 2002, *Smart mobs: the next social revolution*, Perseus Publishing, Cambridge, MA.
- RIBEIRO, G. L., 2002, El Espacio Público Virtual en *Serie Antropología*, (www.unb.br/ics/dan/Serie318empdf.pdf), Fecha de visita [3-5-2006].
- RIDLESS, R., 1984, *Ideology and art : theories of mass culture from Walter Benjamin to Umberto Eco*, P. Lang, New York.
- RIVAS SAMZ, J. L. D. L., 1992, *El espacio como lugar: sobre la naturaleza de la forma urbana*, Secretariado de Publicaciones, Valladolid.
- ROGERS, Y., S. PRICE, y otros., 2004, Ambient wood: designing new forms of digital augmentation for learning outdoors en *Proceeding of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community*, ACM Press, Maryland.
- ROJALS, M., 2004, *Design for fun: playgrounds*, Links International, Barcelona.
- ROUARD, M. y J. SIMON, 1977, *Children's play spaces: from sandbox to adventure playground*, Overlook Press, Woodstock, N.Y.
- RUBY, A., 1998, Architecture in the Age of Its Virtual Disappearance. An interview with Paul Virilio en *The virtual dimension: architecture, representation and crash culture*, Princeton Architectural Press, New York.
- RUEB, T., 1999, *Trace*, (http://www.terirueb.net/old_www/trace.html), Fecha de visita [1-2-2005].
- RUEB, T., 2000, Gathering crowds: mapping the post-human social body en *Proceedings of the 2000 ACM workshops on Multimedia*, ACM Press, Los Angeles, California, United States.
- RUEB, T., 2002, *The Choreography of Everyday Movement*, (http://www.terirueb.net/choregraph/index.html), Fecha de visita [5-3-2006].
- SASKIA, S., 2002, Towards a Sociology of Information Technology en *Current Sociology*, (volumen 50 / 3), pag. 23 - 39.
- SASKIA, S., 2004, *Las ciudades latinoamericanas en el nuevo (des)orden mundial*, Siglo XXI Editores, México D. F., Buenos Aires.
- SCOTT, B., I. HIROSHI, y otros., 1998, Tangible interfaces for remote collaboration and communication en *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, ACM Press, Seattle, Washington, United States.

- SERMON, P., 1995, *Telematic Dreaming*, (http://www.ntticc.or.jp/preevent/ic95/revival/paul/index-e.htm), Fecha de visita [2-2-2006].
- SHANNON, C. E., 1948, A Mathematical Theory of Communication en *Bell System Technical Journal*, (volumen 27 / 1), pag. 379 - 423, 623 - 656.
- SHAW, J., P. WEIBEL, y otros., 2003, *Future cinema: the cinematic imaginary after film*, MIT Press, Cambridge, London.
- SHERRIE, R. y G. KIT, 1979, *Electronica Cafe*, (http://main.ecafe.com/index2.html), Fecha de visita [13-5-2006].
- SIAL, S. I. A. L., 2001, *Aegis Hyposurface*, (http://www.sial.rmit.edu.au/Projects/Aegis_Hyposurface.php), Fecha de visita [1/6/2006].
- SMITH, A., 1996, *Software for the self: technology and culture*, Oxford University Press, New York.
- SNIBBE, S., 2002, *Fuel* (http://www.snibbe.com/scott/fuel/index.html), Fecha de visita [21-4-2006].
- SOLOMON, S. G., 2005, *American playgrounds: revitalizing community space*, University Press of New England, Hanover.
- STALLMAN, R., 2004, *Software libre para una sociedad libre*, Traficantes de sueños, Madrid.
- STEFFI, B. y K. ERNST, 2004, Unconventional human computer interfaces en *Proceedings of the conference on SIGGRAPH 2004 course notes*, ACM Press, Los Angeles.
- STEINBERG, C. S., 1966, *Mass media and communication*, Hastings House, New York.
- STEVE, B., C. ANDY, y otros., 2006, Can you see me now? en *ACM Trans. Comput. Hum. Interact.*, (volumen 13 / 1), pag. 100 - 133.
- STOCKER, G., C. SCHÖPF, y otros., 2002, *Unplugged : art as the scene of global conflicts = Kunst als Schauplatz globaler Konflikte*, Hatje Cantz, Ostfildern.
- STRUJE, M., 2002, *Interactionfield Public Space in the Digital Age*, Master Thesis, Department of Computeraided Planning and Desiningmethods, Kaiserslautern.
- SUMMERSON, J., 1988, *El lenguaje clásico de la arquitectura : de L.B. Alberti a Le Corbusier*, Gustavo Gili, Barcelona.

- SUSANNE, S., 2006, An ecological approach to children's playground props en *Proceeding of the 2006 conference on Interaction design and children*, ACM Pres, Tampere, Finland.
- SUSANNE, S., S. ELISABETH, y otros., 2006, A new playground experience: going digital? en *Proceedings of the CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM Press, Montréal, Québec, Canada.
- TERAN, M., 2003, *Life: a user´s manual*, (http://www.ubermatic.org/life/), Fecha de visita [17-11-2005].
- THEALL, D. F., 2001, *The virtual Marshall McLuhan*, McGill-Queen's University Press, Montreal, Ithaca.
- THEODORE, L., 1983, The Globalization of Markets en *Harvard Business Review*, (volumen 44 / 1), pag. 92 - 102.
- THEORY, B., 2004, *I Like Frank* (http://www.ilikefrank.com/), Fecha de visita [5-5-2006].
- THÓRISSON, K. R., 1996, *Communicative humanoids: a computational model of psychosocial dialogue skills*, Thesis Ph. D. --Massachusetts Institute of Technology Program in Media Arts & Sciences, Cambridge, Mass.
- TIM, P., A. MANEESH, y otros., 2004, Toward universal mobile interaction for shared displays en *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, ACM Press, Chicago, Illinois, USA.
- TOMB, B., J. RANDOLPH, y otros., 1996, *Gnomon*, (http://www.randolphdesigns.com/html/art.html), Fecha de visita
- TOMB, B., J. RANDOLPH, y otros., 1998, Gnomon-between Architecture and Science en *The Journal of Architecture*, (volumen 3 / 1), pag. 179 - 185.
- TREND, D., 2001, *Reading digital culture*, Blackwell Publishers, Malden, Mass.
- TUAN, Y.-F., 1979, *Space and place: the perspective of experience*, Arnold, London.
- ULF, H., 1986, *Exploración de la ciudad: hacia una antropología urbana*, F.C.E. de España, Madrid.
- ULLMER, B. A., 1997, *Models and mechanisms for tangible user interfaces*, Thesis M.S. --Massachusetts Institute of Technology Program in Media Arts & Sciences, Cambridge, Mass.
- VIRILIO, P., 1997, *El cibermundo, la política de lo peor: entrevista con Philippe Petit / Paul Virilio*, Cátedra, Madrid.
- VIRILIO, P., 1999, *La bomba informática*, Cátedra, Madrid.

- VIRILIO, P., 2005, *Lo que viene*, Arena, Madrid.
- VIRILIO, P. y M. ANTOLÍN RATO, 1989, *La máquina de visión*, Cátedra, Madrid.
- VIRILIO, P. y N. BENEGAS, 1988, *Estética de la desaparición*, Anagrama, Barcelona.
- VON ECKARDT, W., 1967, *A place to live; the crisis of the cities*, Delacorte Press, New York.
- VON ECKARDT, W. y J. GOTTMANN, 1964, *The challenge of Megalopolis; a graphic presentation of the urbanized northeastern seaboard of the United States*, Macmillan, New York.
- WALKER, J. A., 2001, *Art in the age of mass media*, Pluto Press, London, Sterling.
- WATZLAWICK, P., B. J, y otros., 1991, *Teoría de la Comunicación Humana*, Editorial Herder, Barcelona.
- WEBSTER, F., 2002, *Theories of the information society*, Routledge, London, New York.
- WEIBEL, P., 2001, El mundo como interfaz en *Elementos*, (http://www.elementos.buap.mx/num40/htm/23.htm), Fecha de visita [1-3-2005].
- WEIBEL, P. y T. DRUCKREY, 2001, *Netcondition: art and global media*, Steirischer Herbst, ZKM/Center for ART and Media, MIT Press, Graz, Karlsruhe, Cambridge.
- WHITE, T., 1998, *Introducing liquid haptics in high bandwidth human computer interfaces*, Thesis M.S. --Massachusetts Institute of Technology Program in Media Arts & Sciences, Cambridge, Mass.
- WILLIAM, F. W., 1971, *La sociedad de las esquinas*, Centro regional de ayuda técnica; Agencia para el desarrollo internacional; Ed. Diana, México D. F.
- WILSON, S., 2002, *Information arts: intersections of art, science, and technology*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- WINOCUR, R., 2001, Redes Virtuales y Comunidades de Internautas: Nuevos Núcleos de Sociabilidad y Reorganización de la Esfera Pública en *Perfiles Latinoamericanos 10*, (volumen 18 / 1), pag. 75 - 92.
- WOOD, J., 2006, *Meridians*, (http://www.jeremywood.net/artwork/meridians.html), Fecha de visita [01/06/2006].
- WOOD, J., 2006, *Signals from Broken Garden Furniture*, (http://www.jeremywood.net/artwork/stills.html), Fecha de visita [01/06/2006].
- YAP, J., 2003, Mix-zonas projects 03 en *Mix-zonas projects 03*, National University of Singapore, Singapur.

- ZAPPULLI, A., 1972, *Playground: a study of some interactions between children and teen-agers at play in their environment*, Thesis. M.Arch. A.S. --Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture, Cambridge, Mass.
- ZIELINSKI, S., 2006, *Deep time of the media : toward an archaeology of hearing and seeing by technical means*, MIT Press, Cambridge, Mass.

LISTA DE TABLES Y FIGURAS

Fig. 1 Cuadro descriptivo del marco académico en el que se ha desarrollado la investigación. 24

Fig. 2. Esquema de las etapas en que se ha dividido la investigación 38

Fig. 3: Evolución del número de usuarios en Internet 74

Fig. 4. Esquema descriptivo de la adaptación de la taxonomía de Milgram y Kirshino al espacio público híbrido 83

Fig 5. Cuadro de clasificación de propuestas artísticas sobre la hibridación del espacio público 87

Fig. 6. Cuadro referencial del sub-projecto Zona de Recreo 129

Fig. 7. Esquema descriptivo de usos y contexto del HCI 148

Fig. 8. Esquema de contacto tangible con la estructura a través de los pies 149

Fig. 9. Esquema de contacto tangible con la estructura a través de las manos 149

Fig. 10. Esquema de contacto tangible con la estructura utilizando la pantalla táctil 150

Fig. 11. Esquema de estructura del dispositivo Video Balancín 161

Fig. 12. Planta y alzado del sistema de anclaje. 162

Fig. 13. Diseño para una versión posterior del sistema de anclaje con estructura metálica hueca que permite ser rellenada con arena 163

Fig. 14. Planta y alzado del eje central 164

Fig. 15. Esquemas descriptivos de los ejes de giro de la rótula 165

Fig. 16. Planta y alzado de la rótula 165

Fig. 17. Esquemas de un medidor digital de torsión y de su emplazamiento en el interior de la rótula 166

Fig. 18. Funda de contención de la cámara neumática 167

Fig. 19. Planta y alzado de la cámara neumática 168

Fig. 20. Sistema de topes 169

Fig. 21. Plataforma 170

Fig. 22. Sistema de sensores de presión 171

Fig. 23. Alzado y planta del cuerpo central de sistema 172

Fig. 24. Esquema de la pantalla táctil 174

Fig. 25. Sistema de sonido 3D 176

Fig. 26. Cuadro de estados del juego 178

Fig. 27. Ejemplo de rotación sincronizada a tiempo real entre la estructura y la cámara virtual 182

Fig. 28. Movimiento de traslación 183

Fig. 29. movimiento de interpolación 184

Fig. 30. Reglas de torsión 186

Fig. 31. Ángulo de torsión 187

Fig. 32 Indicador del número de usuarios subidos a la estructura 188

Fig. 33. Marca que identifica al usuario 188

Fig. 34. Información textual del nombre de los espacios virtuales 189

Fig. 35. Información textual de los límites del espacio virtual 190

Fig. 36. Esquema de conos sonoros 197

Fig. 37. Esquema de mínima y máxima distancia audible a la fuente sonora 198

Fig. 38. Esquema de funcionamiento de la lente 199

Fig. 39. Cuadro referencial del sub-proyecto *A Central Axis* 205

Fig. 40. Esquema de relación entre los espacios de relación social 213

Fig. 41. Esquema estructural de la plataforma 223

Fig. 42. Esquema técnico de la plataforma 226

Fig. 43. Orden de escritura de los binarios 226

Fig. 44. División de los cuatro sectores de la plataforma y numeración de los cilindros 227

Fig. 45. Valores de los dígitos 227

Fig. 46. Protocolo entre los programas de visión por ordenador y controlador de la plataforma 228

Fig. 47. Sistema de detección de movimientos 233

Fig. 48. Cuadro referencial del sub-proyecto *A Trip Around* 239

Fig. 49. Esquema de instalación 243

Fig. 50. Esquema de funcionamiento 256

Fig. 51. esquema de comparación de las marcas 257

Fig. 52. Cuadratura del poliedro 261

Fig. 53. Comparación y selección de marcas 261

Fig. 54. Cuadro referencial del sub-proyecto *Red Libre Red Visible* 266

Fig. 55. Esquema de funcionamiento 277

Fig. 56. Logo y símbolos originales del proyecto *Warchalking* 284

Fig. 57. Marcas del proyecto *Red Libre Red Visible* 285

Fig. 58. Esquema de los elementos expositivos 295

Fig. 59. Esquema del Territorio Red Visible EACC e ISEA San José 302

Fig. 60. Protocolo de conexión *Cliente-Servidor Red Visible V.2* 315

Fig. 61. Protocolo de comunicación *Cliente Servidor Red Visible V.2* 316

Fig. 62. Tabla de datos y modelos de representación 327

Fig. 63. Esquema de programación 328

Fig. 64. Elementos y valores que forman la estructura de datos del Cliente Red Visible V.1.1 331

LISTA DE IMÁGENES

Img. 1. Entorno de convivencia digital *Second Life* 58

Img. 2. *Electronic Café*, Sherrie Rabinowitz y Kit Galloway, 1979 80

Img. 3. *Gnomon,* Tom Bonauro, John Randolph y Bruce Tombs, 1996 89

Img. 4. *Garden Table* (Mesa de Jardín), Jeremy Wood, 2006. 90

Img. 5. *Meridians: True Places*, Jeremy Wood, 2006 91

Img. 6. *The Choreography of Everyday Movement*, Teri Rueb, 2002 92

Img. 7. *Field-Works,* Masaki Fujihata, 1992 93

Img. 8. Imagen de la obra *Field-Works,* Masaki Fujihata, 1992 94

Img. 9. *Remain in Light*, Haruki Nishijima*,* 2001 95

Img. 10. *Sky Ear,* Usman Haque, 2003-4 98

img. 11, *Life: a user´s manual*, Michelle Teran, Linz Walk, 2005 99

Img. 12. *Traces*, Teri Rueb, 1999 100

Img. 13. *Aegis Hyposurface*, SIAL, 2001 101

Img. 14. *Alzado Vectorial,* Rafael Lozano Hemmer, 2000 102

Img. 15. *Body Movies*, Lozano Hemmer, 2002 104

Img. 16. *Blinkenlights* en Berlin, Chaos Computer Club, 2001 105

Img. 17. *Hello Mr. President,* Johannes Gees, 2001 106

Img. 18. *Pac-Manhattan*, Interactive Telecommunications Programme, NYU, 2004 109

Img. 19. *Can you see me now?*, Blast Theory, 2001 110

Img. 20. *I like Frank*, Adelaida, Blast Theory, 2004 111

Img. 21. *AgoraPhone*, Kelly Dobson, 2002 113

Img. 22. *Chat-Stop: Star to comunícate!,* Friedrich von Borries, Gesa Glück, Tobias Neumann, André Schmidt, 2002 114

Img. 23. *Bump*, Christian Smretschnig y otros, 2001 115

Img. 24. *Love City*, Active Ingredient, 2006 116

Img. 25. *Juegos de agua,* Experimentación en Comunicación Interactiva, Universitat Pompeu Fabra, 2004 118

Img. 26. *Reactive Active Playground,* Smart Cities, MIT, 2006 119

Img. 27. *Playware,* Universidad de Shouthern Denmark, 2005 121

Img. 28. *Bruit Rose,* Helen Evans y Heiko Hansen, 2004 122

Img. 29. *Loti*, Helen Evans y Heiko Hansen, 2003 123

Img. 30. *Puddlejumper,* Elise Co, 2003 124

Img. 31. *Lumalive,* Philips, 2006 125

Img. 32. Secuencia de juego en Zona de Recreo 132

Img. 33. Balancín en un parque público 134

Img. 34. Videojuego Matrix 135

Img. 35. El dispositivo Vídeo Balancín desarrollado para Zona de Recreo 136

Img. 36. Zona de Recreo: mundo digital 138

Img. 37. Zona de Recreo: mundo físico 139

Img. 38. *Skywriter,* Monika Fleischmann y Wolfgang Straus, 1997 141

Img. 39. Imagen del simulador CyberAir Base 142

Img. 40. *Legible City,* Jeffrey Shaw, 1989 143

Img. 41. *The visitor living by numbers*, Luc Courchesne, 2001 144

Img. 42. *Panorama de Londres*, Barrer, 1971 146

Img. 43. Espacio sintético 179

Img. 44. Vista del espacio sintético y varias puertas de enlace 180

Img. 45. Cambio de color de una puerta de enlace al situar la pastilla azul sobre ella 181

Img. 46. Espacio capturado 181

Img. 47. Ejemplo de imagen capturada con lente 360º 200

Img. 48. Vista general de la instalación *A Central Axis* en el Singapore Art Museum, agosto 2004 210

Img. 49. Telematic Dreaming, Paul Sermón, 1995 215

Img.50. *Alpha 3.4*, Tsunamii.net, 2002 216

Img. 51. *VirtuAlive,* Nina Sobell y Emily Hartzell, 1995 217

Img. 52. Imagen de detalle de la plataforma y los cilindros neumáticos 223

Img. 53. Sistema de electro-válvulas 224

Img. 54. Eje central y rótula 225

Img. 55. Imagen procedente de la web cam 229

Img. 56. Representación gráfica del sistema de de detección del movimiento 229

Img. 57. Información procedente del IRC proyectada sobre la pantalla transparente 231

Img. 58. Pantalla de proyección transparente 232

Img. 59. Interfaz gráfica proyectada en la sala junto a la plataforma 234

Img. 60. *A Trip Around* en el Singapore Art Museum, Septiembre 2003 242

Img. 61. Imágenes de detalle de las cuatro piezas y vista general de puzzle 243

Img. 62. Secuencia de imágenes cambiando la posición de las piezas del puzzle 245

Img. 63. Imagen de los parques compuestos por video 360º 245

Img. 64. Imagen de la estructura digital 246

Img. 65. Imagen de la obra *Messa di Voce* 247

Img. 66. Imagen de la obra *Messa di Voce* 248

Img. 67. *The Golden Calf,* Jeffrey Shaw 1994 249

Img. 68. *Beyond Pages,* Masaki Fujihata, 1995 250

Img. 69. Diferentes visualizaciones del mundo 3D 257

Img. 70. Primera imagen capturada de la web cam 259

Img. 71. Resultado de la transformación de la imagen anterior a 1 bit de profundidad de color 259

Img. 72. Detección de los bordes de la marca 260

Img. 73. Detección de las cuatro esquenas de la marca 260

Img. 74. Imagen resultante del proceso de realidad aumentada 262

Img. 75. El proyecto *Red Libre Red Visible* en ISEA 06 San José, USA 270

Img. 76. Ejemplo de visualización de la Información flotando en el aire 271

Img. 77. Imagen de datos capturados por el Cliente Red Visible en Tokio, Japón 275

Img. 78. Una persona utilizando el cliente Red Visible 278

Img. 79. *El Quijote Valence*, *Benjamín Fry,* 2004 280

Img. 80. *Sinapsis*, Marcos Weskamp, 2003 282

Img. 81. *Fuel,* Scott Snibbe, 2002 283

Img. 82. Trabajo de Ula Molares, taller Fundación Bilbao Arte 291

Img. 83. Trabajo de Maiden García, taller Fundación Bilbao Arte 291

Img. 84. Trabajo de Oscar Díez, taller Medialab Madrid 291

Img. 85. Trabajo de Olivia Caro de Diego, taller Medialab Madrid 291

Img. 86. Trabajo de Dayton Allemann Taller Centro Párraga 292

Img. 87. Trabajo de Raúl Gómez Taller Centro Párraga 292

Img. 88. Trabajo de Alejandro Gilberto Taller Centro Párraga 292

Img. 89. Trabajo de Francisco Tomás Espí Taller Centro Párraga 292

Img. 90. Imagenes de la obra en la exposición *Escultura en Acción*, Alaquas, 2004 295

Img. 91. Imágenes de la obra en la galería Valle Ortiz, exposición *Red Libre Red Visible + Lalalab*, Valencia, 2005 296

Img. 92. Vista general de la obra en el Daejeon Art Museum, exposición *Digital Paradise*, Daejeon, Corea del Sur, 2005 297

Img. 93. Imagen de la representación de la información en el EACC, exposición *Contemporánea 05*, Castellón, 2005 297

Img. 94. Vista general de la exposición en el *Interactive City,* festival ISEA Zero One, San Jose, USA, 06 298

Img. 95. Imagen de la exposición de *Red Libre Red Visible* en *Interactive City*, festival ISEA ZeroOne, San Jose, USA, 06 299

Img. 96. Sistema de visualización de textos sobre la fachada del museo, EACC, Castellón, 05 300

Img. 97. Imagen de los dispositivos portátiles de realidad aumentada y de una persona utilizándolos en el exterior del museo, EACC, Castellón, 05 301

Img. 98. Imagen de la cámara de vigilancia que grababa la fachada del Shout Hall, ISEA ZeroOne, San Jose, USA, 06 302

Img. 99. Imagen de la visualización de una marca utilizando un dispositivo portátil de realidad aumentada 303

Img. 100: Representación de una *Red Libre*. 310

Img. 101: Carteles-marca indicando la presencia de Redes Visibles en las calles de Kyoto y Tokio 311

Img. 102. Servidor *Red Visible* 314

Img. 103. Imagen del Servidor *Red Visible* funcionando 315

Img. 104. Mensaje de error al intentar enviar un archivo al servidor con tamaño superior al límite 317

Img.105. El *Cliente Red Visible V.2* 318

Img. 106. Las tres áreas de la Interfaz gráfica del *Cliente Red Visible V2* 319

Img. 107. El apartado Sniffing del *Cliente Red Visible. V2* 321

Img. 108. Pestaña Data del *Cliente Red Visible* 323

Img. 109. La pestaña About del *Cliente Red Visible V.2* 324

RESUMEN DE LA TESIS

Esta investigación presenta un análisis teórico-práctico sobre la situación actual del espacio público urbano desde la perspectiva del arte público neomedial. Partiendo de los motivos históricos que dieron lugar a su creación, hemos definido parques y plazas como interfaces de comunicación; lugares diseñados para que en ellos se desarrolle la comunicación ciudadana y generen por tanto esfera pública. Pero en los últimos años, se están produciendo determinados procesos socioeconómicos que hacen que estos espacios ya no sean esas interfaces primarias de comunicación entre los ciudadanos. Concretamente, en esta investigación nos hemos centrado en los cambios producidos por la masiva y permeable irrupción de las TIC –sobre todo Internet y telefonía móvil- en los modos de comunicación y usos del espacio público, para ello hemos analizado los diferentes procesos de migración que se dan entre el espacio público físico y el digital.

Ante esta situación, los parques y las plazas se encuentran en un estado de desinterés generalizado, por ello en esta investigación apostamos por la remodelación de estos espacios a través de su hibridación físico-digital y defendemos la dinamización de este escenario a través de la integración de tecnologías digitales en el espacio físico como medio para desarrollar nuevas dinámicas de comunicación, entretenimiento y formación.

Para analizar el marco de las prácticas artísticas relacionadas con esta investigación hemos clasificado las obras de arte público neomedial en seis categorías según la integración y el uso que hacen de las tecnologías digitales en el espacio urbano: el espacio híbrido representado, representación de lo digital en el espacio físico, modificación del entorno físico, las calles como tablero de juego, comunicación remota y objetos híbridos. A partir de estos análisis sobre las transformaciones del espacio público y las prácticas que reflexionan acerca del estado de estos espacios, hemos desarrollado cuatro sub-proyectos teórico prácticos de investigación con el objetivo de representar y comunicar la concepción del espacio público híbrido.

El primero de estos sub-proyectos es *Zona de Recreo*, en él hicimos un análisis de los distintos elementos del mobiliario para parque urbano susceptibles de

modificación mediante la incorporación de nuevas tecnologías. A partir de este estudio desarrollamos el prototipo *Vídeo Balancín*, consiste en una interfaz de juego tangible y multiusuario que utiliza el intercambio de equilibrio como medio para la comunicación físico-digital. Gracias a esta investigación hemos podido comprobar como esta cualidad aumenta la sensación de presencia en entornos digitales 3D y también como su inserción en el espacio urbano puede dinamizar el uso de los espacios públicos físicos al aportar nuevas capacidades de juego e interacción en los mismos. A continuación realizamos *A Central Axis*, una instalación interactiva que analiza y representa los diferentes usos de los espacios físicos y digitales de comunicación social. A partir de la monitorización y representación en el espacio museístico de la actividad social en una plaza pública y un canal Chat, invitamos a los usuarios a interactuar con ella creando un espacio híbrido de interacción remota. En *A Trip Around a Magic Puzzle* hicimos una representación simbólica de los espacios híbridos de relación social utilizando un puzzle como interfaz de juego. A la misma vez tomamos un elemento de la herencia cultural – un juego de mesa- y lo insertamos en el mundo digital adaptándolo y transformándolo a las nuevas tecnologías. El cuarto y último proyecto llamado *Red Libre Red Visible* representa la información digital intercambiada en el espacio entre ordenadores conectados a una red inalámbrica. Además permite intercambiar información en forma de graffiti digital compuesto por imágenes, vídeos, textos, sonidos ó modelos 3D superpuesto al espacio físico. Con ello pretendemos construir tejido social entre pequeñas comunidades locales; generando nuevas capacidades de comunicación en el espacio público por medio de las cuales los ciudadanos intercambian libre y gratuitamente información y conocimiento.

Esta investigación está desarrollada en el ámbito de la intersección entre arte, ciencia, tecnología y sociedad, ACTS. En ella hemos abarcado varios campos de estudio que van desde las ciencias sociales hasta la ingeniería informática pero está centrada en las prácticas artísticas neomediales, intentando utilizar éstas como medio para la revitalización del espacio público urbano.

RESUM DE LA TESI

Esta investigació presenta una anàlisi teòric-pràctic sobre la situació actual de l'espai públic urbà des de la perspectiva de l'art públic neomedial. Partint dels motius històrics que van donar lloc a la seua creació, hem definit parcs i places com a interfícies de comunicació; llocs dissenyats perquè en ells es desenvolupa la comunicació ciutadana i generen per tant esfera pública. Però en els últims anys, s'estan produint determinats processos socioeconòmics que fan que els dits espais ja no siguen eixes interfícies primàries de comunicació entre els ciutadans. Concretament, en esta investigació ens hem centrat en els canvis produïts per la massiva i permeable irrupció de les TIC –sobretot Internet i telefonia mòbil- en les maneres de comunicació i usos de l'espai públic, per a això hem analitzat els diferents processos de migració que es donen entre l'espai públic físic i el digital.

Davant d'esta situació, els parcs i les places es troben en un estat de desinterès generalitzat, per això en esta investigació apostem per la remodelació d'estos espais a través de la seua hibridació físic-digital i defenem la dinamització d'aquest escenari a través de la integració de tecnologies digitals en l'espai físic com a mitjà per a desenvolupar noves dinàmiques de comunicació, entreteniment i formació.

Per a analitzar el marc de les pràctiques artístiques relacionades amb aquesta investigació hem classificat les obres d'art públic neomedial en sis categories segons la integració i l'ús que fan de les tecnologies digitals en l'espai urbà: l'espai híbrid representat, representació del digital en l'espai físic, modificació de l'entorn físic, els carrers com a tauler de joc, comunicació remota i objectes híbrids. A partir d'aquestes anàlisis sobre les transformacions de l'espai públic i les pràctiques que reflexionen sobre l'estat d'estos espais, hem desenvolupat quatre subprojectes teòric-pràctics d'investigació amb l'objectiu de representar i comunicar la concepció de l'espai públic híbrid.

El primer d'estos subprojectes és *Zona de Recreació*, en ell vam fer una anàlisi dels distints elements del mobiliari per a parc urbà susceptibles de modificació per mitjà de la incorporació de noves tecnologies. A partir d'aquest estudi vam desenvolupar el prototip *Vídeo Balancí*, consisteix en una interfície de joc tangible i multiusuari que

utilitza l'intercanvi d'equilibri com a mitjà per a la comunicació físic-digital. Gràcies a esta investigació hem pogut comprovar com esta qualitat augmenta la sensació de presència en entorns digitals 3D i també com la seua inserció en l'espai urbà pot dinamitzar l'ús dels espais públics físics a l'aportar noves capacitats de joc i interacció en els mateixos. A continuació vam realitzar *A Central Axis*, una instal·lació interactiva que analitza i representa els diferents usos dels espais físics i digitals de comunicació social. A partir de la monitorització i representació en l'espai museístic de l'activitat social en una plaça pública i un canal Xat, vam invitar els usuaris a interactuar amb ella creant un espai híbrid d'interacció remota. En *A Trip Around a Magic Puzle* vam fer una representació simbòlica dels espais híbrids de relació social utilitzant un puzle com a interfície de joc. A la mateixa vegada vam prendre un element de l'herència cultural -un joc de taula- i ho vam inserir en el món digital adaptant-ho i transformant-ho a les noves tecnologies. El quart i últim projecte anomenat *Xarxa Lliure Xarxa Visible* representa la informació digital intercanviada en l'espai entre ordinadors connectats a una xarxa sense fil. A més permet intercanviar informació en forma de grafit digital compost per imatges, vídeos, textos, sons o models 3D superposats a l'espai físic. Amb això pretenem construir teixit social entre xicotetes comunitats locals; generant noves capacitats de comunicació en l'espai públic per mitjà de les quals els ciutadans intercanvien lliure i gratuïtament informació i coneixement.

Esta investigació està desenvolupada en l'àmbit de la intersecció entre art, ciència, tecnologia i societat, ACTS. En ella hem comprés uns quants camps d'estudi que van des de les ciències socials fins a l'enginyeria informàtica però està centrada en les pràctiques artístiques neomedials, intentant utilitzar estes com a mitjà per a la revitalització de l'espai públic urbà.

SUMMARY OF THE DOCTORAL THESIS

This document analyzes the current situation of the urban public space from the point of view of public art and new media art practices.

We have defined parks and plazas as communication interfaces, starting in the moment in which the concept of public space appears by the first time in the history of the cities. We approach this concept as those spaces designed to encourage the communication between citizens and to generate public sphere. But in the last times, socio-economic processes are affecting the way in which people uses those spaces and they are loosing their abilities as primary communication interfaces in the cities. In this research we have taken special attention to all those changes derived of the massive irruption of the Technologies of Communication and Information- mainly Internet and the mobile phone-in the way people communicate and makes use of the public space. We have analyzed the different migration processes taking place between the physical public space and the digital public space.

In this situation, parks and plazas are suffering now a general lack of interest. In this research we propose the reformulation of those spaces through the hybridizing between the physical and the digital worlds. The integration of the digital technologies in the physical space is a way to develop new strategies of communication, entertainment and education.

To study the contemporary art practices in relation with the context of this research we classified the new media artworks in six categories depending of the relation between digital technologies and urban space that they propose. These categories are: hybrid space represented, representing the digital in the physical space, modification of the physical environment, the streets as game board, remote communication and hybrid objects.

Combining a theoretical revision of the transformation of the urban space with the study of the artworks that propose critical thoughts about this situation we have developed four sub-projects that present a deep analysis of the hybrid space.

The first sub-project is titled Zona de Recreo. In this artwork we propose a reformulation of the urban furniture modified by the new technologies. This research leads us to a prototype called Video Balancín. It consists in a tangible multi-user game interface that uses the balance of the body as strategy of physical-digital communication. This research gave us very useful results about how balance increases the feeling of presence in a digital 3D environment.

The second project is A central Axis and it consists in an interactive installation that monitors and represents the different uses of the spaces of social communication in the digital and physical worlds. This artwork creates a hybrid space for remote interaction.

A Trip Around a Magic Puzzle is the third project, in which we have created a symbolic representation of the hybrid space of social relation using a puzzle as game interface. It transforms a common table game in a navigation interface by the use of the new technologies.

The fourth and last project is Red Libre Red Visible. This artwork proposes the representation of the digital information interchanged between computers connected to a wireless network. It allows to interchange information (video, text, image, sound, 3D models, etc..) superimposed to the physical space, creating a digital graffiti. This projects aims to collaborate in the construction of a social network of small local communities, generating new communication abilities for the public space.

This research is developed in the framework of the intersection of art, science, technology and society, also called ACTS. We have made use of different approaches and methodologies related with social and computer sciences but our main goal is to use the new media art practice as a way for the reformulation of the urban public space.

ANEXO I: PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS DE INVENCIÓN

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Oficina Española de Patentes y Marcas

IMPIVA Registro General Fecha 1 - ABR. 2003

INSTANCIA DE SOLICITUD

NUMERO DE SOLICITUD **P200300855**

ENTRADA Nº 3549

(1) MODALIDAD:
[X] **PATENTE DE INVENCIÓN** [ ] **MODELO DE UTILIDAD**

(2) TIPO DE SOLICITUD:
[X] ADICIÓN A LA PATENTE
[ ] SOLICITUD DIVISIONAL
[ ] CAMBIO DE MODALIDAD
[ ] TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA
[ ] PCT: ENTRADA FASE NACIONAL

(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:
MODALIDAD **PATENTE**
Nº SOLICITUD **200202539**
FECHA SOLICITUD **28-10-2002**

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

FECHA Y HORA PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M. 12h35

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN: **VALENCIA** CÓDIGO **46**

(5) SOLICITANTE (S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL	NOMBRE	NACIONALIDAD	CÓDIGO PAÍS	DNI/CIF	CNAE	PYME
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA		**ESPAÑOLA**	**ES**	**Q-4618002-B**		

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE:
DOMICILIO **UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**
LOCALIDAD **CTT-Edif. I1 y I2. CAMINO DE VERA S/N**
PROVINCIA **VALENCIA**
PAÍS RESIDENCIA **ESPAÑA**
NACIONALIDAD **ESPAÑOLA**

EXENTO DE PAGO DE TASAS (art. 53 de la Ley Orgánica 11/1983 de Reforma Universitaria)

TELÉFONO **96 387 74 09**
FAX **96 387 79 49**
CORREO ELECTRÓNICO **sduran@ctt.upv.es**
CÓDIGO POSTAL **46022**
CÓDIGO PAÍS **ES**
CÓDIGO PAÍS **ES**

(7) INVENTOR (ES): APELLIDOS	NOMBRE	NACIONALIDAD	CÓDIGO PAÍS
DOMENECH IBAÑEZ	**MARIBEL**	**ESPAÑOLA**	**ES**
DIAZ GARCIA	**DIEGO**	**ESPAÑOLA**	**ES**

(8)
[ ] EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR
[X] EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR

(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO:
[X] INVENC. LABORAL [ ] CONTRATO [ ] SUCESIÓN

(10) TÍTULO DE LA INVENCIÓN:
Dispositivo de control de imagen en movimiento a tiempo real sincronizada a los movimientos de torsión de un eje central.

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
- 3 ABR. 2003
RECIBIDO

(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA: [ ] SI [ ] NO

(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR FECHA

(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD: PAÍS DE ORIGEN	CÓDIGO PAÍS	NUMERO	FECHA

(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 162. LEY 11/86 DE PATENTES [ ]

(15) AGENTE /REPRESENTANTANTE: NOMBRE Y DIECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLÉNESE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES)

(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN:
[X] DESCRIPCIÓN Nº DE PÁGINAS:
[X] Nº DE REIVINDICACIONES:
[X] DIBUJOS. Nº DE PÁGINAS;
[ ] LISTA DE SECUENCIAS Nº DE PÁGINAS:
[X] RESUMEN
[ ] DOCUMENTO DE PRIORIDAD
[ ] TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD
[ ] DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN
[ ] JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE SOLICITUD
[ ] HOJA DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA
[ ] PRUEBAS DE LOS DIBUJOS
[ ] CUESTIONARIO DE PROSPECCIÓN
[ ] OTROS:

FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE

Edo.: [illegible] (VER COMUNICACIÓN)
Rector

FIRMA DEL FUNCIONARIO

NOTIFICACIÓN SOBRE LA TASA DE CONCESIÓN:
Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986.

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
informacion@oepm.es
www.oepm.es

C/ PANAMÁ, 1 • 28071 MADRID

MOD. 3101 – 3.– EJEMPLAR PARA MECANIZACIÓN

NO CUMPLIMENTAR LOS RECUADROS ENMARCADOS EN ROJO

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

Oficina Española
de Patentes y Marcas

NÚMERO DE SOLICITUD
P200300855

FECHA DE PRESENTACIÓN

RESUMEN Y GRÁFICO

RESUMEN (Máx. 150 palabras)

"Dispositivo de control de imagen en movimiento a tiempo real sincronizada a los movimientos de torsión de un eje central".

Se trata de un dispositivo, inmersivo y multiusuario de control de imagen en movimiento a tiempo real. Está compuesta por una plataforma (5) mantenida por un eje central (2) y una cámara neumática (4) a la que se invita a subir a los usuarios para balancearse asidos a una barandilla (9). En el interior de esta barandilla nos encontramos, situada horizontalmente, una pantalla táctil (7) en la que se pueden observar imágenes en movimiento sincronizadas, por medio de un sistema informático compuesto por sensores, a los movimientos de torsión de la estructura. Su radical innovación proviene de la sincronización de los movimientos de torsión de la estructura con imágenes digitales capturadas y / o generadas.

GRÁFICO

Mod. 3103i

(VER INFORMACIÓN)

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 200202539

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **28.10.2002**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.**[7]: A63G 11/00, A63F 13/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 5415589 A1 (HALL, R.V. JR.) 16.05.1995, columna 5, líneas 3-31; figuras 10-13.	1-16
A	US 6210286 B1 (OHARA, T. et al.) 03.04.2001, columna 7, línea 36 - columna 8, línea 2; figura 6.	1
A	US 4995603 A1 (REED, V.K.) 26.02.1991, columna 2, líneas 12-42; figura 1.	1
A	EP 824249 A1 (KONAMI CO. LTD.) 18.02.1998, columna 3, líneas 31-58; figura 1.	1
A	US 5713794 A1 (SHIMOJIMA, H. et al.) 03.02.1998, columna 4, línea 56 - columna 5, línea 35; columna 10, línea 64 - columna 11, línea 45; figuras 9,13-18.	1
A	US 2002055422 A1 (AIRMET, M. et al.) 09.05.2002, párrafos 25-40; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
19.04.2005	A. López Alonso	1/1

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 200300855

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **01.04.2003**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.**[7]: A63G 11/00, A63F 13/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 5415589 A1 (HALL, R.V. JR.) 16.05.1995, columna 5, líneas 3-31; figuras 10-13.	1-9
A	US 6210286 B1 (OHARA, T. et al.) 03.04.2001, columna 7, línea 36 - columna 8, línea 2; figura 6.	1
A	US 4995603 A1 (REED, V.K.) 26.02.1991, columna 2, líneas 12-42; figura 1.	1
A	EP 824249 A1 (KONAMI CO. LTD.) 18.02.1998, columna 3, líneas 31-58; figura 1.	1
A	US 5713794 A1 (SHIMOJIMA, H. et al.) 03.02.1998, columna 4, línea 56 - columna 5, línea 35; columna 10, línea 64 - columna 11, línea 45; figuras 9,13-18.	1
A	US 2002055422 A1 (AIRMET, M. et al.) 09.05.2002, párrafos 25-40; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
19.04.2005	A. López Alonso	1/1

Título:

Interface interactiva, inmersiva y multiusuario de control de imagen en movimiento a tiempo real sincronizada a los movimientos de torsión de un muelle central.

Campo de la técnica:

Interfaces interactivas.

Estado de la técnica:

Podemos encontrar referentes a nuestro dispositivo en varias áreas del mundo del entretenimiento. Los parques infantiles es una de las áreas donde encontramos modelos desarrollados y comercializados de estructuras físicas bastante similares a la que nosotros proponemos (el famoso platillo o el mismísimo caballito, modelos que se basan en la interacción del niño con uno o varios muelles centrales como utiliza Video Balancín). Por otro lado, el campo de la industria del videojuego utiliza desde hace años estructuras interactivas como recurso de interacción en distintos modelos de simuladores, como por ejemplo los de conducción en carreras de motos o coches. Por último, los kioscos electrónicos tienen como elemento en común con nuestra interface la pantalla táctil utilizada como sistema de interacción.

Partiendo del estudio de estos mecanismo hemos intentando encontrar nuevos campos de actuación, desarrollando nuestras investigaciones hasta llegar al prototipo que aquí se presenta. La unión entre diversos campos y el desarrollo de nuevos recursos de interacción entre el ser humano y la tecnología digital son los dos ejes principales de nuestra investigación. La invención que aquí se presenta utiliza estos dos modos de hacer; por un lado entrelaza tecnologías de distintas áreas comerciales como puedan ser los parques infantiles, las salas de videojuegos y los puntos de información, y por el otro

desarrolla nuevos modos de interacción hombre-máquina. Nuestra interface interactiva multiusuario de control de imagen en movimiento a tiempo real es objetivamente innovadora debido a la radical solución en la concepción de su sistema de interacción e inmersión. Este sistema está basado en la sincronización de la imagen en movimiento que aparece en su monitor central con la velocidad y los ángulos de torsión de la estructura en la que estamos subidos e inmersos. Su principal novedad consiste en el uso de muelles como sistema que (Fig. 1 y 2), debido a su particular modo de torsión, sincroniza la imagen con el movimiento de la estructura (Fig. 3) . Aunque existen diversos modelos de sistemas interactivos en el mercado que sincronizan estructuras (ya sean inmersivas o no inmersivas, multiusuario o uniusuario) con imagen en movimiento, nuestro prototipo utiliza un nuevo elemento de interacción que no ha sido utilizado hasta el momento: el muelle central. En el mundo de los parques infantiles existe este tipo de estructuras, pero no están provistas de un sistema interactivo de sincronización de imagen en movimiento con la torsión de muelles.

Decripción detallada del sistema:

Aunque establecemos una principal versión del dispositivo, éste es susceptible de adaptaciones dependiendo de los usos a los que se destine. Por ejemplo, podrá variarse su morfología previo estudio de las capacidades motoras o cognitivas que pretenda potenciar en usos educativos, o también dependiendo de las características formales del espacio de ubicación (kioscos electrónicos).

El sistema esta compuesto por diversos elementos físicos, cuyas medidas y materiales son:

1. Un sistema de anclaje realizado por una plancha que bien puede ser de madera o bien de metal, sobre la que se atornilla el muelle central. La medidas de esta plancha pueden estimarse dentro de un rango que va desde 1m hasta 2m de lado, si es un cuadrado o bien, si es un circulo, de 1’50 a 2’50 m de diámetro. En cada una de sus cuatro esquinas está situado un pequeño altavoz para producir el efecto de sonido envolvente.

2. Un muelle central, de unos 20 a 50 cm de largo, de 5 a 20 cm de ancho y de 1 a 3 centímetros de grosor. Que va anclado al sistema de anclaje y a la plataforma por medio de unos tornillos.

3. La plataforma para que los usuarios se suban a ella. Puede ser construida con una plancha de madera o metal, de 75 cm a 2m de diámetro y de 0’5 a 3 cm de grosor. A ella van atornillados, el muelle central por un lado y el cuerpo del sistema por otro. Accesoriamente se le puede acoplar un sistema de topes (8) que determine el ángulo máximo de torsión del sistema, estos topes han de estar construidos por un anillo formado de muelles de inferior calibre que el central adaptables en altura, en un rango que va desde los 5 hasta 45 cm de alto. Este anillo ha de tener un diámetro inferior al de la plataforma, con el objetivo de que no pueda aplastar los pies de los usuarios, en un rango entre 20 cm y 40 cm menos que el diámetro de la plataforma. Por otro lado, este anillo, no ha de estar perpendicular a la plataforma, sino ligeramente orientado hacia fuera en su parte inferior, con los mismos grados que el mismo determina como eje máximo de torsión de la estructura, con el objetivo de que cuando este anillo contacte con el sistema de anclaje cree un ángulo de 90° con este y con ello ofrezca una resistencia y amortiguación óptimas. Por último, un dispositivo compuesto por 4 sensores de presión, uno por cada lado, estará situado en la cara superior de la plataforma con el objetivo de que el sistema informático

tenga constancia de cuantas personas hay subidas a la estructura en todo momento.

4. El cuerpo del sistema consiste en una estructura en la que se ancla el monitor. En el interior de ésta se distribuye el cableado, tanto de alimentación como de datos, que conecta el monitor con el ordenador. Esta parte ha de estar construida por diversos materiales como una estructura metálica sobre la que se acoplen planchas de madera, plástico o poliéster y sus dimensiones son estimadas en un rango entre los 30 cm de altura, en su versión infantil, hasta los 80 cm, si el dispositivo va destinado a adultos. La anchura viene determinada por el modelo de monitor táctil que albergue. También tiene una barandilla (6) metálica que circunvala su parte superior, para que el usuario pueda sujetarse a ella al iniciar el balanceo. Esta barandilla ha de estar separada a la estructura central como mínimo por 5 cm.

6. La pantalla táctil (6), que como ya hemos comentado, va anclada en el cuerpo del sistema, ha de ser un monitor TFT táctil pudiendo este ser desde 13 hasta 21 pulgadas.

7. La CPU de ordenador puede situarse en el interior del cuerpo del sistema (Fig. 7), anclada a su estructura metálica, o bien situarla a una cierta distancia del dispositivo (Fig. 8). En ambos casos ha de estar conectada a la red eléctrica, a los sistema de sensores y también al monitor táctil (6).

Según las posibles adaptaciones del dispositivo que hemos desarrollado, merece la pena destacar que es extremadamente interesante la resultante de no utilizar la plataforma, impidiendo con ello que el usuario se pueda subir a la estructura, pero por otro lado, simplificando el uso de la misma (Fig. 4).

En cuanto al funcionamiento del mecanismo destacar:

El principal apartado a tener en cuenta es la relación entre los usuarios y el movimiento de la estructura. Al

consistir en un único muelle central, el sistema responde ante un usuario de una manera muy distinta a cómo lo haría ante múltiples usuarios (hasta un máximo de cuatro). Si una sola persona se sube a la estructura, ésta se inclina en sentido contrario a la misma, hasta llegar a un límite previsto que puede ser adaptado según los intereses de los usuarios. Este límite de torsión es fundamental ya que con ello solucionamos todos los problemas de seguridad que pudiera ocasionar una estructura que se incline más de una determinada angulación (Fig. 3). El tope está formado por un anillo adaptable (8) compuesto por muelles de menor calibre, con lo que la persona, si realiza pequeños saltos acompasados puede comenzar a moverse cómodamente sincronizado con la estructura en un sentido u otro, pudiendo llegar a disfrutar de hasta 90° de torsión en el eje vertical y 360° en el horizontal. Este movimiento se sincroniza automáticamente con la imagen en movimiento permitiendo al usuario navegar en un espacio virtual acotado por 180° en el eje vertical y 360° en el horizontal.

Si a nuestro dispositivo se suben más de una persona al mismo tiempo, entonces la respuestas es totalmente distinta. Este sistema esta pensado inicialmente para multiusuario, pudiendo utilizarlo hasta 4 personas al mismo tiempo. Esto es posible dado el propio sistema de muelle central que genera los movimientos y equilibra el peso de los usuarios permitiendo a estos balancearse contrarrestando sus propios pesos.

Descripción del programa de ordenador y del sistema de interacción.

Se trata de un interactivo multimedia multiusuario compuesto por una serie de sensores que determinan la dirección y la velocidad de la torsión de la estructura. El sistema sincroniza la imagen en movimiento que aparece en pantalla al reconocer la variación de alguno de los ejes de torsión (Fig. 5). Simultáneamente la pantalla

táctil permite a los usuarios interactuar con determinadas imágenes que aparecen en el interactivo y también otro sistema compuesto por cuatro sensores de presión, colocados en la plataforma (3) permite al dispositivo conocer en todo momento cuantas personas hay subida a él.

Uno de los posibles sistemas de imagen en movimiento que puede incorporar nuestro dispositivo consiste en un método de interacción compuesto por un campo de imágenes mayor que la resolución de pantalla, (que ha de estar configurada a 640x480 píxeles) por lo que se accede a los bordes de la imagen, que en un principio se encuentran ocultos, gracias a la torsión de la estructura, descubriendo con ello los panoramas no visibles que contiene el sistema. Estas imágenes pueden ser vídeos digitales o animación compuesta por secuencias de imágenes que previamente han sido capturadas, generadas y / o editadas. Por otro lado, también es posible utilizar mundos 3D programables que se puedan sincronizar con la información de los sensores. Otra variable del sistema de imagen en movimiento está compuesta por la captura a tiempo real de imágenes en movimiento, ya que una cámara puede ser acoplada fácilmente a la estructura del dispositivo y esta capturar imágenes y/o vídeos que pueden ser utilizados para ser vistos en el monitor. También podemos usar esta cámara como dispositivo de captación de movimiento, a modo de sensor, para programar determinadas respuestas a ese movimiento.

El sistema de sensores esta compuesto por un eje colocado verticalmente en el interior del muelle central (Fig. 6). A este eje acoplamos dos rótulas en sus extremos: una en contacto con el suelo y la otra en la parte inferior de la plataforma. Cada una de las dos rótulas está compuesta por dos potenciómetros con la intención de capturar los grados de torsión en los ejes “x” - “y”. La suma de los dos datos proporcionados por los dos potenciómetros en el

eje “x” y la suma de los dos del eje “y” nos dan los valores de x’ e y’ totales. Estos valores son recogidos por un software que sincroniza las imágenes en movimiento, vídeo o mundo 3D, con ellos. Al mismo tiempo, la pantalla táctil sirve también como sistema de control del interactivo para que los posibles usuarios puedan interactuar con ella en todo momento. Finalmente, la existencia de sensores de presión en la plataforma de la estructura (3), permite al software reconocer cuantas personas hay subidas al Video Balancín en cada momento para en consecuencia variar los parámetros de visualización de las imágenes en movimiento.

El sistema de audio (9) está compuesto por cuatro canales independientes de sonido que han sido previamente capturados, generados y/o editados. Conforme a los valores de x’ e y’ (Fig. 6) los volúmenes de estos canales van siendo modificados con el fin de conseguir un juego de sincronización acústica con ángulo de torsión de la estructura.

Descripción de los dibujos:

En la **figura 1** podemos ver un dibujo esquemático en perspectiva de nuestro dispositivo.

El **número 1** corresponde a la sistema de anclaje. Este sistema puede ser realizado con una plancha que bien puede ser de madera o bien de metal, sobre la que se atornilla el muelle central. La medidas de esta plancha pueden estimarse dentro de un rango que va desde 1m hasta 2m de lado, si es un cuadrado o bien, si es un circulo, de 1’50 a 2’50 m de diámetro. En cada una de sus cuatro esquinas está situado un pequeño altavoz para producir el efecto de sonido envolvente.

El **número 2** corresponde al muelle central, de unos 20 a 50 cm de largo, de 5 a 20 cm de ancho y de 1 a 3

centímetros de grosor, este muelle va atornillado al sistema de anclaje y a la plataforma.

El **número 3** corresponde a la plataforma para que los usuarios se suban a ella. Esta plataforma puede ser construida con una plancha de madera o metal, de 75 cm a 2m de diámetro y de 0’5 a 3 cm de grosor. A ella van atornillados, el muelle central por un lado y el cuerpo del sistema por otro. Un dispositivo compuesto por 4 sensores de presión, uno por cada lado, estará situado en la cara superior de la plataforma con el objetivo de que el sistema informático tenga constancia de cuantas personas hay subidas a la estructura en todo momento.

El **número 4** corresponde al cuerpo del sistema consiste en una estructura en la que se ancla el monitor. En el interior de ésta se distribuye el cableado, tanto de alimentación como de datos, que conecta el monitor con el ordenador. Esta parte ha de estar construida por diversos materiales como una estructura metálica sobre la que se acoplen planchas de madera, plástico o poliéster y sus dimensiones son estimadas en un rango entre los 30 cm de altura, en su versión infantil, hasta los 80 cm, si el dispositivo va destinado a adultos. La anchura viene determinada por el modelo de monitor táctil que albergue.

El **número 5** corresponde a la barandilla metálica que circunvala su parte superior, para que el usuario pueda sujetarse a ella al iniciar el balanceo. Esta barandilla ha de estar separada a la estructura central como mínimo por 5 cm.

El **número 6** corresponde una pantalla táctil que va anclada en el cuerpo del sistema (4), ha de ser un monitor TFT táctil pudiendo este ser desde 13 hasta 21 pulgadas.

El **número 9** corresponde al sistema de audio compuesto por 4 altavoces cada uno con un canal independiente de sonido que han sido previamente capturados, generados y/o editados. Conforme a los valores de x’ e y’ (Fig. 6) los

volúmenes de estos canales van siendo modificados con el fin de conseguir un juego de sincronización acústica con el ángulo de torsión de la estructura.

En la **figura 2** podemos observar un dibujo esquemático del perfil de nuestro dispositivo. En el se introduce un nuevo elemento que no ha sido descrito en la figura anterior y pasamos a describir.

El **número 8** corresponde a un accesorio que se puede acoplar consistente en un sistema de topes variables por el usuario que determine el ángulo máximo de torsión del sistema, estos topes han de estar construidos por un anillo formado de muelles de inferior calibre que el central adaptables en altura, en un rango que va desde los 5 hasta 45 cm de alto. Este anillo ha de tener un diámetro inferior al de la plataforma, con el objetivo de que no pueda aplastar los pies de los usuarios, en un rango entre 20 cm y 40 cm menos que el diámetro de la plataforma. Por otro lado, este anillo, no ha de estar perpendicular a la plataforma, sino ligeramente orientado hacia fuera en su parte inferior, con los mismos grados que el mismo determina como eje máximo de torsión de la estructura, con el objetivo de que cuando este anillo contacte con el sistema de anclaje cree un ángulo de 90° con este y con ello ofrezca una resistencia y amortiguación óptimas.

En la **Figura 3** podemos ver un ejemplo de como la estructura se inclina hacia uno de sus lados hasta que el sistema de tope (8) toca el suelo. En este ejemplo podemos ver, como la solución consistente en que el sistema de tope (8) tenga una angulación hacia fuera en su base superior igual a los grados que el mismo determina como eje máximo de torsión de la estructura, cumple su objetivo, ya que cuando este anillo contacta

con el sistema de anclaje crea un ángulo de 90° con este y con ello ofrece una resistencia y amortiguación óptim

En la **figura 4** es posible observar una de las posibles adaptaciones del dispositivo que hemos desarrollado. Esta adaptación consiste en eliminar el elemento número 3 corresponde a la plataforma para que los usuarios se suban a la estructura. Merece la pena destacar que es extremadamente interesante la resultante de no utilizar esta plataforma, impidiendo con ello que el usuario se pueda subir a la estructura ya que con ello se establecen nuevos parámetros de interacción con el dispositivo, y además se simplifica considerablemente la construcción del dispositivo (Fig. 4)

Las **figuras 5 y 6** nos muestran como funciona el sistema de sensores que hay colocado dentro del muelle central. Este sistema esta compuesto por un eje colocado verticalmente en el interior del muelle central (Fig. 6). A este eje acoplamos dos rótulas en sus extremos: una en contacto con el suelo y la otra en la parte inferior de la plataforma. Cada una de las dos rótulas está compuesta por dos potenciómetros con la intención de capturar los grados de torsión en los ejes “x” – “y”. La suma de los dos datos proporcionados por los dos potenciómetros en el eje “x” y la suma de los dos del eje “y” nos dan los valores de x’ e y’ totales. Estos valores son recogidos por un software que sincroniza las imágenes en movimiento, vídeo o mundo 3D, con ellos.

Las **figuras 7 y 8** nos muestran dos maneras de colocar el ordenador CPU (7) en el dispositivo, una en el interior del cuerpo del sistema (4) y la otra a una distancia variable del dispositivo. Según nuestros intereses se puede optar libremente por una u otra solución.

Un modo de realización de la invención:

A continuación describimos uno de los posibles modos de realización de nuestro dispositivo. Para lo que vamos a detallar pormenorizadamente cada uno de los elementos que lo componen, en lo concerniente a medidas y materiales.

Partimos de un sistema de anclaje compuesto por una plancha cuadrada (1) de madera de 2 m de lado y 2 cm de grosor en la que colocamos en cada uno de sus extremos un pequeño altavoz (9). A esta plancha atornillamos la base del muelle central (2), este muelle ha de tener 38 cm de alto, 10 de diámetro y 2 cm de grosor. En el interior del muelle, está situado un de los sistemas de sensores, con que cuenta nuestro dispositivo, compuesto por un eje central y dos rótulas en sus extremos con 2 potenciómetros cada una para determinar el ángulo de torsión de la estructura.

La plataforma (3) a la que se invita a subir al usuario, está compuesta por el otro sistema de sensores con que cuenta nuestro dispositivo, se trata de cuatro sensores de presión que determinan en todo momento cuantas personas hay subidas a la plataforma. Está construida con una plancha circular de madera de 1’5 m de diámetro, tiene atornillado, en su parte inferior, la cabeza del muelle central, y en la superior, la base del cuerpo central del sistema.

El cuerpo central del sistema (4) está formado por una estructura metálica cubierta por planchas de poliéster, con unas medidas de 74 cm de alto por 50 cm de ancho en su parte superior y 15 en la inferior. En su parte superior tiene una barandilla metálica y en su interior encontramos una CPU (7) que está conectada a los dos sistema de sensores (el que hay en el interior del muelle y a los de la cara superior de la plataforma), por un lado, y por el otro, al monitor táctil TFT que ha de ser de 17” (6). Esta CPU (7) ha de tener como mínimo un procesador P4 a 2Ghz o equivalente, 512 de memoria Ram

DDR, 40 GB de disco duro a 7200 rpm, una tarjeta gráfica de 128 Mb de memoria DDR y una tarjeta de sonido que soporte cuatro canales de audio independientes.

Reivindicaciones:

1. Esta interface interactiva e inmersiva multiusuario de control de imagen en movimiento a tiempo real sincronizada a los movimientos de torsión de un muelle central esta compuesta por una serie de elementos: un sistema de anclaje (1), sobre la que se atornilla el muelle central que en su interior tiene un sistema de sensores. Una plataforma para que los usuarios se suban a ella (3), que accesoriamente puede usar un sistema de topes (8), y un dispositivo de sensores de presión. A continuación, nuestra interface dispone de un cuerpo del sistema (4) que tiene incrustado en su parte superior una pantalla táctil (6) conectada a una CPU (7) y también tiene una barandilla (5) para que los usuarios puedan agarrase a ella al iniciar el balanceo.

2. Sistema de anclaje (1), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que las medidas de esta plancha pueden estimarse dentro de un rango que va desde 1m hasta 2m de lado, si es un cuadrado o bien, si es un circulo, de 1’50 a 2’50 m de diámetro.

3. Sistema de anclaje (1), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que en cada una de sus cuatro esquinas está situado un pequeño altavoz para producir el efectos de sonido envolvente que será sincronizado con los ángulos y la velocidad de torsión del muelle central (2).

4. Muelle central (2), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por unas dimensiones de unos 20 a 50 cm de largo, de 5 a 20 cm de ancho y de 1 a 3 centímetros de grosor.

5. Muelle central (2), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que va anclado al sistema de anclaje y a la plataforma (3) por medio de unos tornillos.

6. Muelle central (2), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que en su interior hay un sistema de sensores.

7. Sistema de sensores (Fig. 6), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que está compuesto por un eje colocado verticalmente en el interior del muelle central con dos rótulas en sus extremos: una en contacto con el sistema de anclaje (1) y la otra en contacto con la parte inferior de la plataforma (4). Cada una de las dos rótulas tiene colocados dos potenciómetros a 90° con la intención de capturar los grados de torsión en los ejes "x" (horizontal) e "y" (vertical). La suma de los dos datos proporcionados por los dos potenciómetros en el eje "x" y la suma de los dos del eje "y" nos dan los valores de x' e y' totales. Estos valores son recogidos por un software que gracias a ello sincroniza las imágenes en movimiento, vídeo o mundo 3D que aparecen en el monitor táctil (7) con los ángulos y la velocidad de torsión de la estructura.

8. Una plataforma (3), para que los usuarios se suban a ella, según lo reivindicado anteriormente, caracterizada por que puede ser construida con una plancha de madera o metal, de 75 cm a 2m de diámetro y de 0'5 a 3 cm de grosor. A ella van atornillados, el muelle central por su cara inferior y el cuerpo del sistema por la cara superior.

9. Sistema de topes (8), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que accesoriamente se puede acoplar este dispositivo que determine de una forma ajustable por el usuario el ángulo máximo de torsión del sistema.

10. Sistema de topes (8), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que han de estar construidos por un anillo formado de muelles de inferior calibre que el central adaptables en altura, en un rango que va desde los 5 hasta 45 cm de alto. Este anillo ha de tener un diámetro inferior al de la plataforma, con el objetivo de que no pueda aplastar los pies de los usuarios, en un rango entre 20 cm y 40 cm menos que el diámetro de la plataforma. No ha de estar perpendicular a la plataforma, sino ligeramente orientado hacia fuera, en su parte inferior, con los mismos grados que el mismo determina como eje máximo de torsión de la estructura, con el objetivo de que cuando este anillo contacte con el sistema de anclaje (1) cree un ángulo de 90° con este y con ello ofrezca una resistencia y amortiguación óptimas.

11. Sistema de sensores de presión, según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que estará situado en la cara superior de la plataforma con el objetivo de que el sistema informático tenga constancia de cuantas personas hay subidas a la estructura en todo momento.

12. Cuerpo del sistema (4), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que consiste en una estructura hueca en la que se ancla el monitor y en su interior se distribuye el cableado, tanto de alimentación como de datos, que conecta el monitor con el ordenador (CPU).

13. Cuerpo del sistema (4), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que ha de estar construido por diversos materiales como una estructura metálica sobre la que se acoplen planchas de madera, plástico o poliéster y sus dimensiones son estimadas en un rango entre los 30 cm de altura, en su versión infantil, hasta los 80 cm, si el dispositivo va destinado a adultos. La anchura viene determinada por el modelo de monitor táctil que albergue.

14. Cuerpo del sistema (4), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que tiene una barandilla (5) metálica que circunvala su parte superior, para que el usuario pueda sujetarse a ella al iniciar el balanceo. Esta barandilla ha de estar separada a la estructura central como mínimo por 5 cm.

15. Pantalla táctil (6), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que va anclada en el cuerpo del sistema y ha de ser un monitor TFT táctil pudiendo este ser desde 13 hasta 21 pulgadas.

16. Una CPU (7), según lo reivindicado anteriormente, caracterizado por que puede situarse en el interior del cuerpo del sistema (Fig. 7), anclada a su estructura metálica, o bien situarla a una cierta distancia del dispositivo (Fig. 8). En ambos casos ha de estar conectada a la red eléctrica, a los sistema de sensores, a los altavoces y también al monitor táctil (6).

FIGURA 1

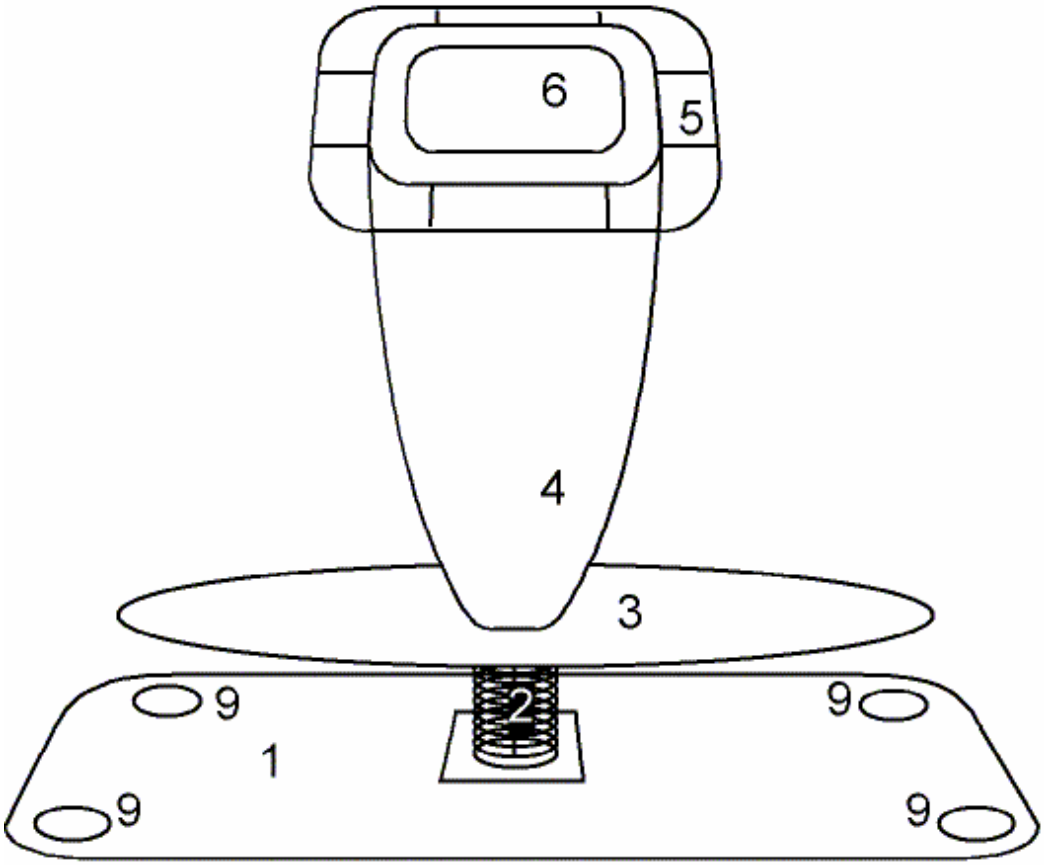


FIGURA 2

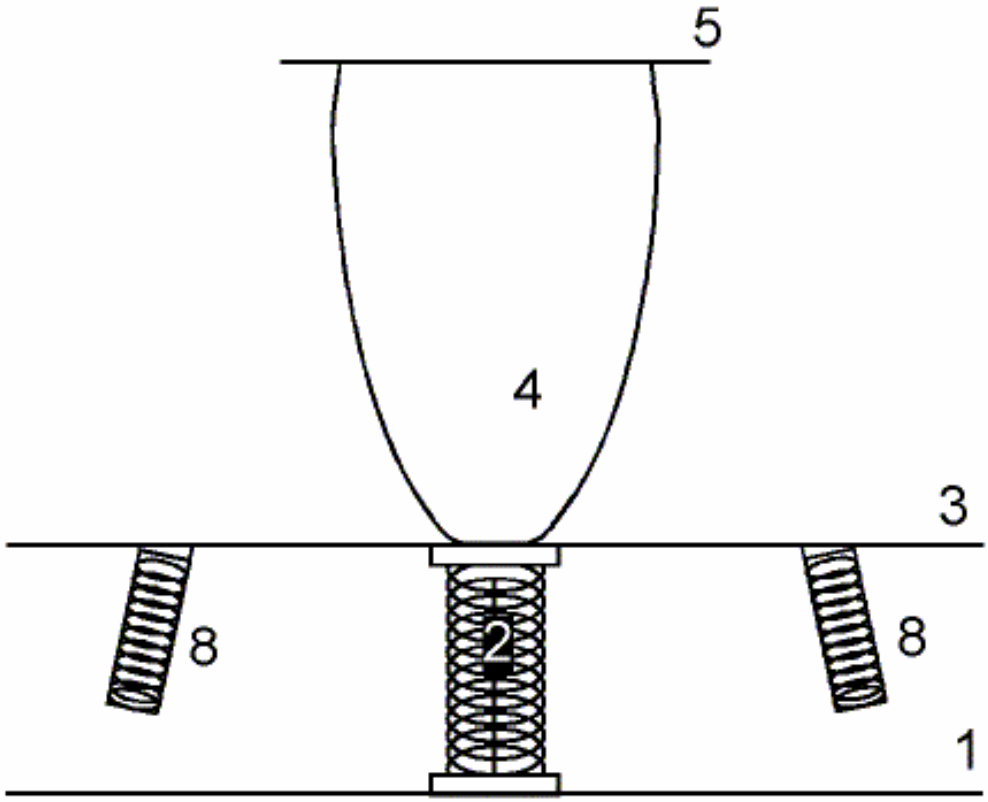


FIGURA 3

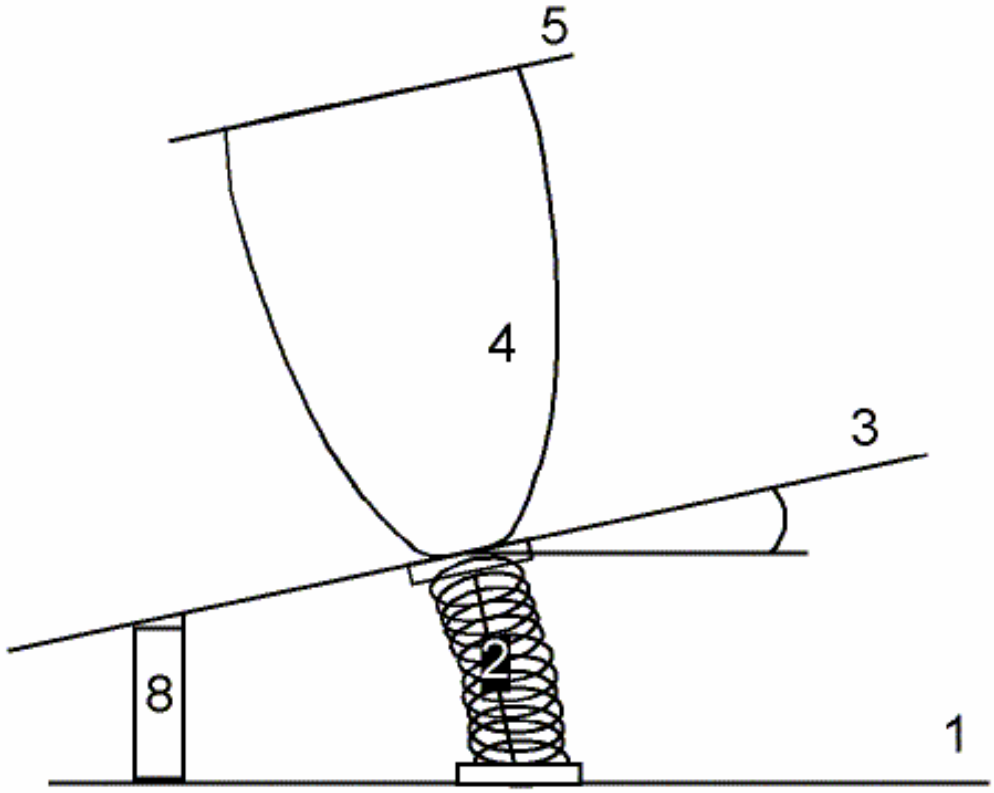


FIGURA 4

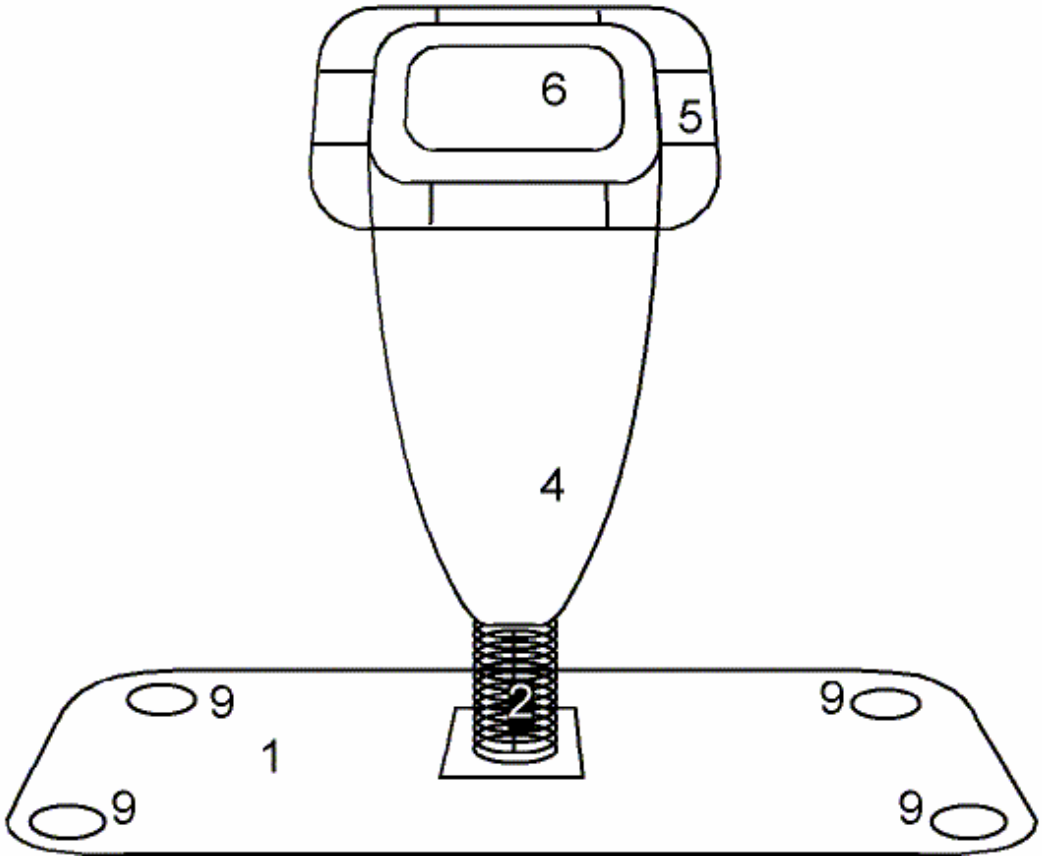


FIGURA 5.

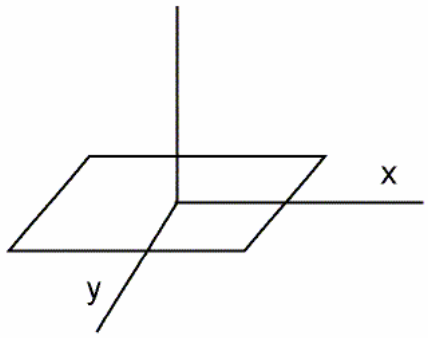


FIGURA 6.

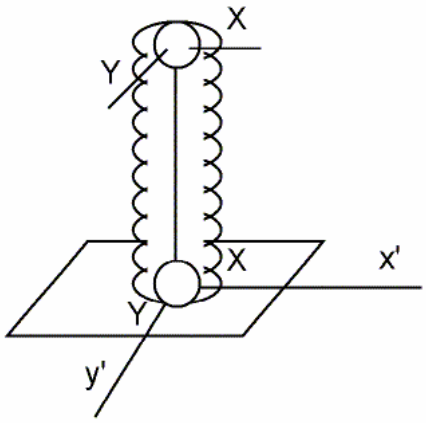


FIGURA 7.

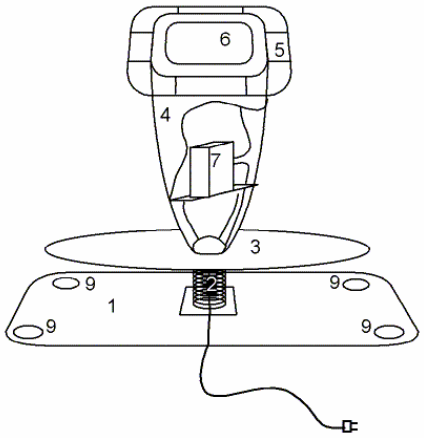
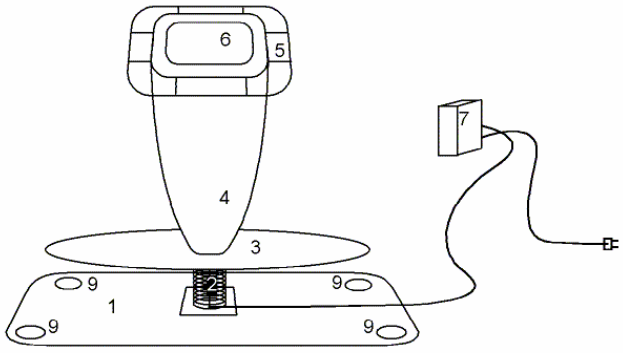


FIGURA 8.



ANEXO II: PUBLICACIONES EN CONGRESOS

“SeeSaw videogame” a new multi-user collaborative game device

Diego J. Díaz
Laboratorio de Luz
c/ Pintor Salvador Abril nº 44 pta 9
46005 Valencia
+34963286691
diediaga@laboluz.org

Clara Boj
UPV, Valencia, Spain
c/ Pintor Salvador Abril nº 44 pta 9
46005 Valencia
+34963286691
klaravoz@hotmail.com

Moisés Mañas
Laboratorio de Luz
c/ Vera s/n
46071 Valencia
+34963877007 ext. 76923
moimacar@laboluz.org

ABSTRACT
This poster describes the prototype of the “SeeSaw videogame”, a multi-user device which allows four people to physically interact with a 3D Videogame in real time.

Categories and Subject Descriptors
H.5.2 User Interfaces. *Prototyping.*

General Terms
Human Factors.

Keywords
Multiuser, game, interface, physical, prototype, 3D game, real-time, videogame.

1. INTRODUCTION
The “SeeSaw Videogame” is a new interactive device that bases its operation on the balancing movements of the players, who are positioned on a movable platform that tilts around a central axis. The interchange of forces between the players, coordination and balance allow users interactive navigation by means of a digital environment which is accessible through a monitor located on the top of the movable structure.

Our motivation in developing this prototype stems from research into the field of physical collaborative interactive multi-user games design. PC games have been developed for individual use; in multi-user games, two people can play with each other by connecting two computers via the Internet, but it is difficult to interact with two or more people at the same time in multi-user games with just one computer. The “SeeSaw videogame” device allows four people to interact with a single computer at the same time. This possibility enables users to play with new forms of game interaction; rivalry can be changed for collaboration with a collective challenge. We are also very interested in the sense of balance, because it can provide us with a very realistic physical sensation of presence and immersion in virtual spaces.

The main novelty of the game is the group collaboration (maximum four people) in a physical space as an essential condition for navigating in the virtual environment. In contrast to the usual videogame devices in which the movements of the users are articulated in an individual way and collaboration takes place only in the virtual plane, in this prototype the users must move a physical structure in a coordinated way to be able to interact with the videogame.

“SeeSaw Videogame” uses collaboration in both the physical and virtual planes in a new system of controlling image by movement that favors verbal communication between the participants.

This research tries to add in a small way to solving some important aspects of human interaction and entertainment needs in virtual environment. In this respect, we try to solve the problem of the virtual presence and immersion sensations by using the senses of balance and touch. We also try to solve the challenge of realizing genuine collaboration in a virtual game by implementing physical interaction between users.

2. SYSTEM DESCRIPTION.
The SeeSaw Videogame consists of various hardware elements (See Figure. 1). The base (1) is made of a square wood plate of 1.5 meters each side on which all the other elements are supported. This system gives the device great stability, anchoring the prototype to the ground and allowing it to be used indoors without risk of being overturned. The base facilitates the installation of the prototype as it can be assembled without the need for any drilling. In each of its corners a small speaker is embedded (2), allowing with it to emit three-dimensional sound.

Over this base we have placed an air chamber (3) in a horizontal position that serves to cushion the movements. Thanks to the use of the air chamber, the twisting movements of the structure are smooth and coordinated.

In the center of the basement is located the cylindrical central axis (4) which is 40 cm in height. A bearing connects the top of the central axis with the platform. Inside the bearing, in the geometrical center of the prototype, we have fitted a sensor system that allows the software to detect in real time the angle of platform twist. This platform (5) consists of a circular wooden plate of 1.5 m in diameter.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
ACE 2004, June 3–5, 2004, National University of Singapore
Copyright 2004 ACM 1-58113-882-2/04/0006 5.00

The body of the system (6) is made from metal and its interior houses the cables that connect the computer (9), located outside the structure to avoid being knocked, with the touch screen (8) that is surrounded by a railing (7).

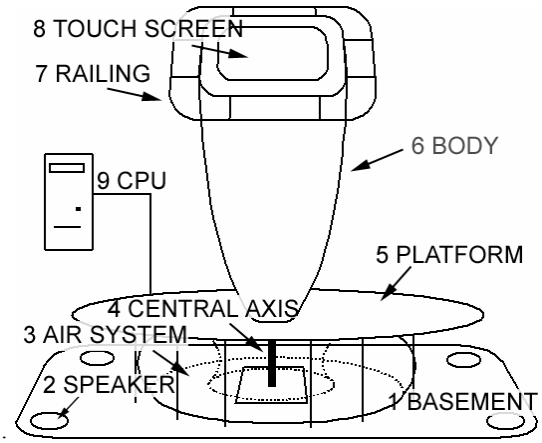


Figure 1. Hardware components.

In the picture below we can see the final appearance of the prototype.

Figure 2. SeeSaw game device.

2.1 How the system works.

A system of sensors placed on top of the central axis and connected to the computer (see figure 1) allow us to collect data on the angle of inclination of the structure in real time. When somebody steps onto the platform, the structure leans towards him because of his weight. When two or more users stand on the platform they can interchange their weights and rock to play with the pitch of the structure. This is essential for the videogame, which is programmed with 3D technology. The position of the main virtual camera is affected by the information collected by the sensors. This virtual camera reacts in two different ways: rotation and translation.

When somebody steps onto the platform, the virtual camera rotates in real time in the opposite direction to the actual movement of inclination of the structure. In this way the user can see in the monitor what is in front of him. The intention of this simple movement is to enable the user to explore the virtual scenario of the game. When the inclination of the platform is greater than the predefined angle (15 degrees) the virtual camera begins a translation movement. The direction of this movement is also opposite to the direction of inclination of the platform. By means of this translation movement, the user (virtual camera) moves towards the space he is seeing at that time.

Figure 3. Example of inclination, two people on the platform.

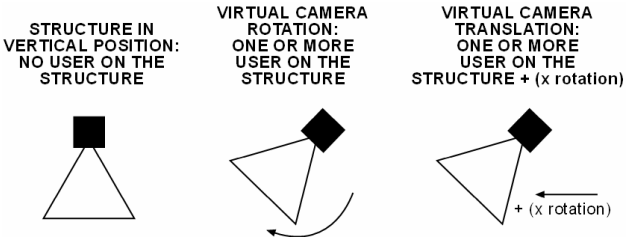


Figure 4. Description of virtual camera movements.

This relationship between physical and virtual elements offers users of our prototype a natural and tangible interactive experience[1]. Given that the angle of inclination of the structure is related to the angle of inclination of the virtual camera of the videogame, users can rearrange the weight of their bodies by rocking on the platform at the same time as enjoying an interactive multimedia game.

2.2 The sound.

Our system uses 3D sound technology to enhance the user's experience. Depending on the different inclination angles of the structure, a different sound will be emitted for a specific spatial position. At the base of our prototype we have placed four loudspeakers that allow us to control the spatial sensation of the sound. The movement of the structure affects the auditory sensations due to the position of the user's head[2].

With this system, users can experience a more rich and complex sensation of interaction in a virtual world. Sound is a very important resource in the implementation of multimedia

interactive games. Stereo sound has a less spatial sensation than 3D sound; maybe this is why the home cinema system, which incorporates 3D sound, has become so popular in the last four or five years. The better the user's spatial sense of sound, the better his or her sensation of immersion. Our system tries to offer users a broad and absorbing game experience.

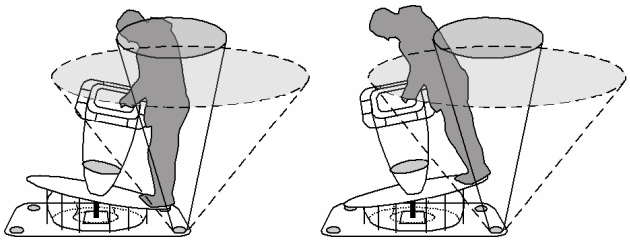


Figure 5. Spatial 3D sound related to the structure's movements.

2.3 Touch screen.

Our system uses a touch screen as a tangible interface to allow the user to interact with (touch) virtual objects. The screen consists of a 17" TFT monitor. Because the most natural human tangible sense is to touch objects with our fingers[3], we use this device to give users the feeling of touching virtual objects[4].

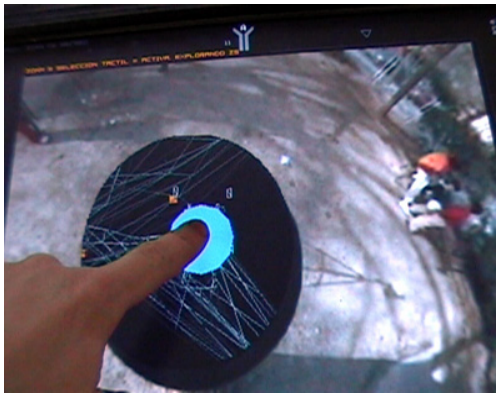


Figure 6. Touch screen example.

2.4 Graphical interface design notes.

Because we are using a horizontally-positioned screen, the user has a complete 360-degree perspective. We have adapted the design of the graphic interface of the videogame to these characteristics.

Table 1. Table of graphical interface design notes

Especial characteristic	Solution applied
Users have a 360º perspective	-Circular icons and buttons have been used -Spiral or circular text
1 to 4 users can see the screen at the same time	-Each of the four corners of the screen should feature personalized game info.

3. THE GAME

Basically, we have adapted a traditional game device to the world of new technologies. The formal configuration of this system still reminds us of the furniture of urban spaces such as parks and recreational areas. Within this conceptual framework we have developed an initial version of the "SeeSaw Videogame" which tries to show all the possibilities of the prototype. We have designed this demo with the aim of exploring to the utmost the particular characteristics of the prototype so it can serve as a guide for future applications.

The structure of the game is divided into two areas: the synthetic world and the captured world. The users are free to move from an area to the other. The game begins in the synthetic world and the users must find the doors to access the captured world. Following this action, they can return to the synthetic world (or main scenario) to continue exploring it and to find new entrances to different scenarios captured from the real world. Included in this demo version are 12 different connections between the synthetic world and the captured world.

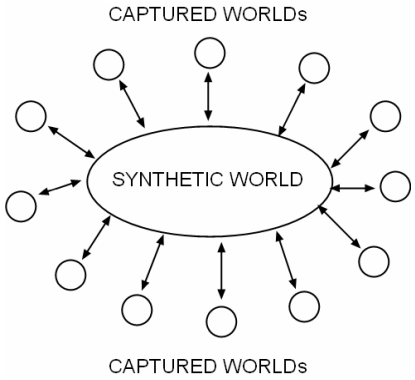


Figure 7. Game navigation map.

3.1 Synthetic world

In the synthetic world we are guided by a blue circle while navigating inside a wired architectural structure. We can control our virtual direction by moving the platform. Whenever we incline the platform to a specific side with our body weight, we will travel in that direction.

The virtual spaces have programmed borders; if the user navigates outside the programmed virtual space, a warning message will tell him to move in the opposite direction to return inside the space.

Several ambient and 3D sounds are incorporated, helping interaction and navigation through the virtual world. While exploring this synthetic world, the user will come across elements with a mapped surface, identified by a blue circle. These mapped surfaces will change color and emit a sound when touched by the blue circle. Acting as connection doors, when touched with the finger the mapped surfaces will allow the user to enter into the captured worlds.

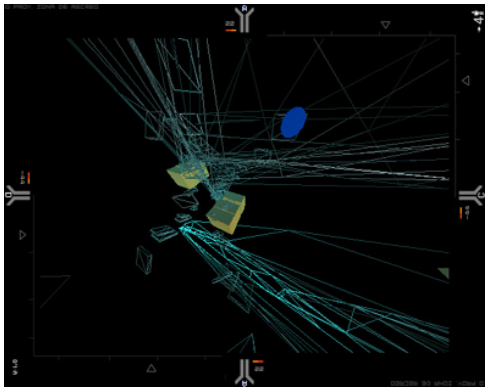


Figure 8. Synthetic world view.

3.2 Captured world

In the captured world, users are invited to travel in 12 different parks of the city of Valencia in Spain which have been recorded with a digital video camera equipped with a 360º lens. In the figure below we can see an explanatory drawing of the area recorded by this special lens. The camera is mounted on a tripod and is directed towards the sky, but the area actually recorded is the 360º of ground around it, except for a small circular area located at the center of the image. The interesting aspect of this system is that the other people in the park at that specific time have no impression that they are being recorded by the camera because they think the camera is filming the sky. This is a good way of recording natural human actions because normally when somebody sees a camera they intuitively change their facial expression and body language.

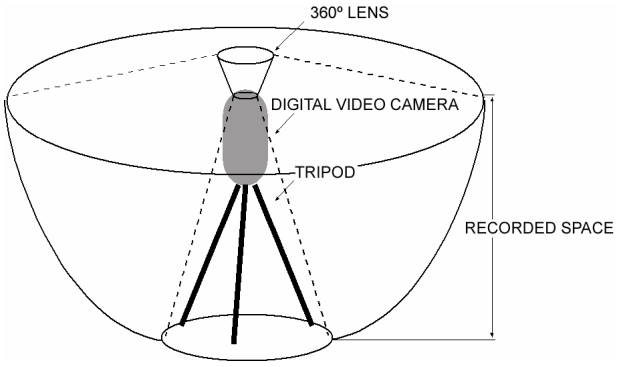


Figure 9. 360º digital video system.

Entered in sequence, the processed images show a mapping of the inner face of a hemisphere. The video images show daily activity in the park and the sounds correspond to the original recording. Different views of the parks can be observed by physically inclining the structure.

Our view is pivoted, allowing the user to focus on a specific area and discover the total space. The center of the image is occupied by the blue circle; when touched, it will bring the user back to the synthetic world.

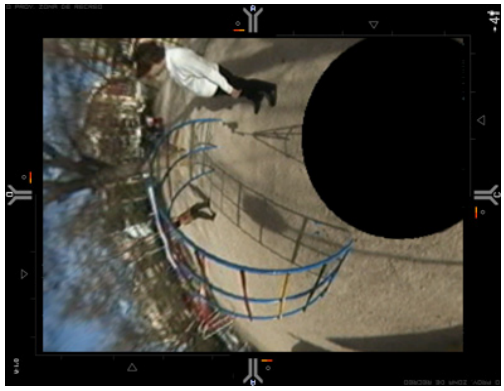


Figure 10. Captured world view.

4. ADVANTAGES AND APPLICATIONS

We should highlight a series of characteristics of the SeeSaw Videogame that we believe to be very innovative and contribute to its versatility as a device for entertainment purposes and for learning through play.

In this respect it is worth noting that the SeeSaw Videogame encourages evolutionary facets such as: **visuomotor coordination**; in the psychomotor sphere, everything relating to **balance** inasmuch as it requires the **coordination of movements** and control over **laterality**, an aspect in which increasingly greater deficiencies in advanced stages of development are detected. Given that the videogame demands a response from users, it would contribute to improving **visual and sound memory**, to **improvising** the solution to problems and to **discriminating** between and **analyzing** shapes and icons (signs, symbols, logos, etc.).

The versatility of two of its main components – the height of the central tower and the contents that appear on the screen – allow multiple adaptations of the game for different user groups, scenarios and functions: informative, educational, training, learning, playing, etc.

5. CONCLUSION AND FUTURE WORK

We have developed a prototype that enables players to develop multi-user game experience based on the senses of balance and touch. Our system functions well and up to now we have shown it at three exhibitions in Spain. In total, our system has been operating for around 150 hours and some of the visitors that have tested it have expressed their opinion in a feedback form presented in the exhibition space. In general they really appreciate the balancing sensation and the opportunity to interact with each other with their body weight; they find the resulting interaction very dynamic and think it introduces users to a fun, absorbing and entertaining game. They also welcome the sound system and the easy interaction with the touch screen. With regard to any improvements that could be made, users say that a better physical and stylistic design of the structure would be welcome and also a more ergonomic design in accordance with specific body heights.

The realization of this project has been made possible thanks to our achievement of two development awards, the first from the Spanish Institute of Youth and the second from the Fine Arts Faculty of Valencia and the Cañada Blanch Foundation. This

device is pending two patents with the support of the Polytechnic University of Valencia, Spain, and will be able to compete in the market in the near future.

The direction of future development will be focused on two points:

- A better structural design. We are looking forward to constructing a more sophisticated and attractive structure in terms of design.
- A possible second version of the system based on Mixed Reality technology whereby users can see virtual objects flying around using a Head Mounted Display (HMD).

6. ADDITIONAL AUTHORS

Additional authors: Maribel Domenech Ibañez, Maria José Martínez de Pisón (Laboratorio de Luz, Fine Art Faculty, Valencia, Spain, email: {mdomenec, mpison}@pin.upv.es).

7. REFERENCES

[1] Perece, J., Human Computer Interaction, Edit. Addiso-Wesley, New York, 1994.

[2] VVAA., Interfaces homme-machine et creation musicale, Hermes Science publication, Paris, 1999.

[3] VVAA., Gesture and sing language in Human-Computer interaction. Spring-Verlag, London, 1997.

[4] VVAA., Progress in gesture interactions-gesture workshop 96, Philip Harling and Alistair, D.N., London, 1996.

Ciberart Bilbao 2004. Desafios para la identidad ubicua

A CENTRAL AXIS. Un proyecto de conexión entre los espacios físicos y virtuales de relación social.

Adrian D. Cheok, Diego Diaz, Clara Boj y Lee Shang Ping.

A Central Axis es un proyecto artístico desarrollado entre España y Singapore que actualmente se encuentra expuesto en el Museo Nacional de Arte de Singapore, como parte integrante de la exposición colectiva dedicada al arte y las nuevas tecnologías titulada "Interrupt" (Agosto 2003-Abril 2004). Con esta exposición el museo ha generado un pequeño panorama de la situación del arte en relación a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el entorno asiático contemporáneo.

La incorporación de las nuevas tecnologías al arte

De manera casi global y simultanea la sociedad que nos rodea esta experimentando en estos momentos la rápida emergencia de la tecnología informática en todos los niveles de la vida, tanto social, como laboral, sentimental.... De una forma extraordinariamente rápida los ciudadanos incorporan a sus vidas nuevos dispositivos computacionales surgidos con el propósito de ampliar y mejorar las capacidades del ser humano. Los artistas por su parte están generando obras que involucran tecnología, ciencia y sociedad para tratar de aproximarse a las nuevas prácticas tecnológicas tanto desde la utilización efectiva de las nuevas herramientas de expresión digitales como desde el cuestionamiento de los nacientes estados sociales asociados a la digitalización del mundo.

De este modo, los sistemas tecnológicos se han introducido también paulatinamente en el territorio del arte por excelencia, el museo. Estos espacios están abriendo sus puertas cada vez mas a manifestaciones artísticas situadas entre el arte, la ciencia y la tecnología. La instalación interactiva *A Central Axis* es un ejemplo de esta nueva dimensión del arte contemporáneo y su realización ha sido posible gracias a una fructífera colaboración entre artistas visuales e ingenieros lo que nos lleva a poder afirmar que tanto en su concepción inicial como durante su realización el proceso constructivo de la obra artística *A Central Axis* ha sido un proceso multidisciplinar entre el diseño, la informática, la ingeniería, la sociología, etc... El resultado definitivo se ha visto enormemente enriquecido por los distintos matices que le han aportado estas disciplinas.

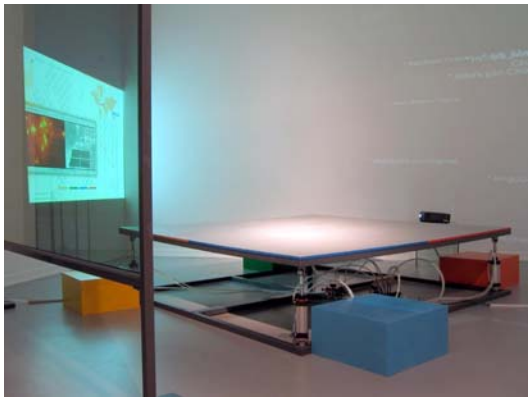


Fig. 1 Vista general de la instalación *A Central Axis* en el Singapore Art Museum.

A Central Axis

La instalación *A Central Axis* se compone de diversos elementos cada uno de ellos con una significación diferente pero complementaria dentro del conjunto global de la obra artística.

Para una primera aproximación podemos describirla brevemente como una plataforma móvil situada en el espacio expositivo del museo en Singapore que reacciona a tiempo real ante los movimientos de las personas que caminan por una céntrica plaza de la ciudad de Valencia, España. De esta manera los visitantes que suben a la plataforma en Singapore experimentan a modo de balanceo los movimientos de los transeúntes en España los cuales a su vez desconocen que sus acciones generan esta reacción a mas de 10.000 Km. de distancia.

Por otro lado la afluencia de visitas a un canal IRC elegido azarosamente genera una información textual que es recogida y video proyectada sobre un muro de cristal creando un ambiente envolvente en toda la sala, especialmente en el espacio situado sobre la plataforma.

Así, los visitantes subidos a la plataforma pueden interactuar también con estos textos flotantes, interponiéndose en su camino y haciéndolos cambiar de dirección. La plataforma se convierte de este modo en un espacio híbrido desde el que es posible interactuar a través del movimiento y el peso del cuerpo tanto con el mundo físico como con el mundo virtual y experimentar diversas sensaciones asociadas a la percepción visual, háptica y al equilibrio.

El espacio publico.

El conjunto de estos elementos responde al propósito de observar a través de una representación metafórica, la afluencia de personas que se mueven diariamente en los espacios de relación social, tanto físicos como virtuales. Subidos a la plataforma podemos experimentar la presencia de personas en un espacio físico (situado en valencia) y en un espacio virtual (un canal IRC) y tener una idea del nivel de usabilidad que presentan en la actualidad.

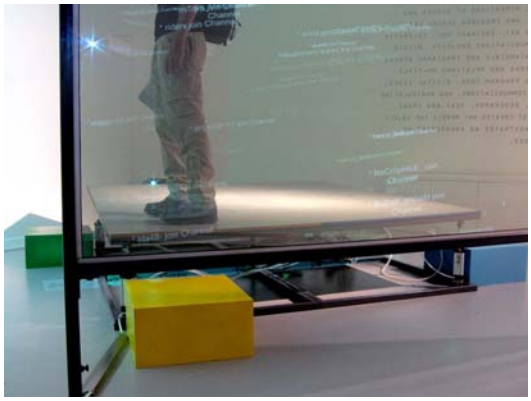


Fig. 2 Un espectador sube a la plataforma

Es bastante común actualmente, sobre todo en el entorno del diseño web y multimedia, estudiar los entornos virtuales a través de herramientas como test o encuestas de opinión que permiten comprobar si los elementos de navegación, el color, las imágenes, etc..son agradables al usuario, fáciles de comprender e invitan a su utilización. Podemos, jugando un poco con los términos, preguntarnos también por el nivel de usabilidad que presenta el espacio

público de las ciudades contemporáneas: los parques, plazas y jardines. ¿Están diseñados estos espacios para la socialización, el ocio y el entretenimiento?

Dependiendo del lugar geográfico evidentemente nos encontraremos con espacios agradables para su disfrute y contemplación o por el contrario abandonados urbanísticamente y con muy poco atractivo para los ciudadanos. La instalación *A Central Axis* propone varias preguntas al espectador: ¿Determina la morfología del espacio público como hacemos uso del mismo? ¿Está el espacio público virtual ejerciendo las funciones tradicionalmente destinadas al espacio público físico?

ESPACIO FISICO DE RELACION SOCIAL/ ESPACIO VIRTUAL DE RELACION SOCIAL.

La observación de la ciudad y de sus espacios relacionales nos ha llevado a profundizar en cómo los ciudadanos hacen uso del espacio público. Al igual que los avances tecnológicos afectan al desarrollo de las relaciones laborales, modificando sus espacios y su dinámica es importante destacar que también modifican la manera y los zonas en que se producen las relaciones de carácter social, lúdicas o de entretenimiento.

Tradicionalmente este tipo de relaciones han tenido lugar en espacios especialmente diseñados para ello y con una morfología adaptada a las demandas de los usuarios. Los parques, jardines, plazas, etc... son centros de relación social donde los ciudadanos van a observar, hablar, encontrarse, pasear, etc...Son espacios que entretejen la vida urbana y explican mucho acerca de las ciudades en las que surgen. Podemos denominar estos lugares como Espacios Físicos de Relación Social.

Fig. 3 Parque en un barrio en Valencia.

Como contraposición, y derivados del desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, en los últimos anos han surgido nuevos espacios no físicos donde la gente establece también relaciones de carácter social y personal. Nos referimos a los nuevos canales comunicacionales surgidos en Internet que se han convertido en territorio de encuentro y ocio, que prescinden de cualquier arquitectura conocida y que posibilitan los encuentros múltiples eliminando cualquier tipo de barreras espaciales y/ o temporales. Estos espacios presentan determinadas características que los convierten en chat, salones virtuales, etc.. Podemos hablar de estos espacios como Espacios Virtuales de Relación Social.

En los últimos años el número de personas conectadas a Internet se ha incrementado de manera exponencial. El aumento también del ancho de banda en las conexiones y de la fiabilidad en las mismas ha producido un mayor tráfico de información y por tanto de comunicación y de cooperación de los individuos en espacios virtuales.

Fig. 4. Ciudad virtual www.bebocity.com

La afluencia cada vez mayor de usuarios a los Espacios Virtuales de Relación Social nos indica el comienzo de un proceso de "transfuncionalización" emergente desde el espacio físico al virtual. Las actividades de ocio que tradicionalmente se realizaban en los parques urbanos han sido trasladadas al contexto virtual de Internet. El encuentro con otras personas, el diálogo y el juego son acciones ligadas a los espacios urbanos de esparcimiento que en estos momentos tienen lugar cada vez con mayor frecuencia a través de los chat o de los juegos en red. Esto supone un gran cambio en el entramado de relaciones sociales de la ciudad.

De alguna manera estamos asistiendo a una disgregación del espacio urbano debido a la mayor presencia de usuarios en la red y a las posibilidades comunicativas que este medio ofrece. El entramado de la metrópolis siempre ha sido un entorno difícil para la vida en sociedad y los parques han intentado ofrecer zonas libres para la distracción y el tiempo libre que satisficieran las necesidades relacionales de los individuos. Esta necesidades son satisfechas ahora por los nuevos espacios de relación social que ofrecen además la posibilidad de nuevas experiencias sensoriales.

La instalación artística *A Central Axis* centra su interés en el traspaso de funciones desde los Espacios Físicos de Relación Social hacia los Espacios Virtuales de Relación Social, espacios que podríamos llamar no-lugares situados no ya en los límites de la ciudad sino en el espacio no geográfico de la red Internet. A partir de la observación del progresivo abandono del espacio público urbano de relación social (calles, parque y jardines) en beneficio de los nuevos entornos virtuales de entretenimiento (juegos en red, chat, salones virtuales, etc..) este proyecto artístico intenta generar lazos de continuidad entre las tradicionales y las nuevas formas de relación social.

A Central Axis pretende ser un sistema mediador entre el mundo real y el virtual que permite el intercambio entre parámetros físicos y virtuales de comunicación no presencial. Los transeúntes de los espacios relacionales tanto virtuales

como físicos ejercen de motor de interactividad de esta instalación y el espectador que sube a la plataforma actúa de conector sensitivo entre ellos e interactúa con los dos mundos.

LOS ELEMENTOS

Para una mayor comprensión de como nuestra instalación juega con los conceptos relatados anteriormente vamos a describir de manera detallada cada uno de los elementos principales que componen la obra y su funcionamiento. Estos elementos podemos clasificarlos también como físicos, aquellos con presencia palpable en la sala expositiva y digitales, entendiendo como tales el software y los códigos de programación utilizados. Elementos físicos y digitales se combinan generando una interfaz que pensamos es muy dinámica e interesante.

-Plataforma móvil.

Se trata de una estructura poliédrica de metal sobre la que hemos situado una plancha de madera. Las dimensiones de esta estructura son 2350 x 2350 x (+-) 600 Mm. Las aristas laterales de esta figura están compuestas por cilindros neumáticos lo que nos permite variar la altura de cada uno de ellos y por tanto mover (inclinar) la base superior de este prisma rectangular (la plataforma de madera).

Cada uno de estos cilindros neumáticos esta unido mediante tubo de poliuretano a un dispositivo electrónico situado en la parte inferior de la plancha de madera en el que hemos colocado ocho electro-válvulas. Cada cilindro esta unido por tanto a dos electro-válvulas y el conjunto de este sistema esta unido también mediante tubo de poliuretano a un compresor de aire situado a cierta distancia del espacio expositivo. Un sistema de relays controlado por ordenador nos permite intervenir en la apertura o cierre de estas electro-válvulas y por tanto en la inyección o extracción de aire de cada uno de los cilindros neumáticos, lo que conlleva el aumento o la disminución de su tamaño y por tanto el movimiento de la plataforma siguiendo una u otra inclinación.

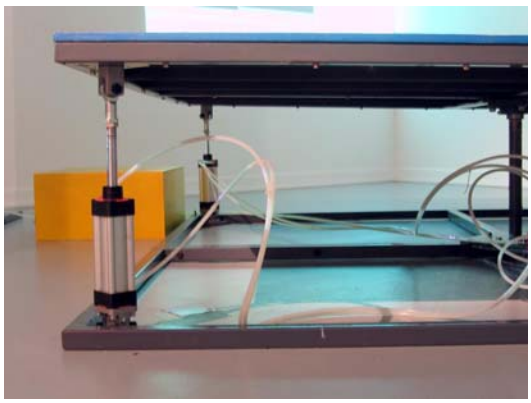


Fig. 5 Cilindros neumáticos

Fig. 6. Eje central y rótula

Fig. 7. Sistema de electroválvulas

Hemos determinado una altura media inicial para los neumáticos (y por tanto para la plataforma). A partir de esa

dimensión pueden disminuir hasta la altura mínima o crecer hasta la máxima permitiendo distintos tipos de movimientos.

En el interior de este prisma cuadrangular, uniendo los centros geométricos de las bases, hemos situado una de las partes esenciales de esta plataforma a partir de la cual el conjunto del proyecto a heredado el nombre. Un eje central de hierro, sobre el que descansa una rotula mecánica esta unido a la parte inferior de la estructura sobre la que se encuentra la plancha de madera.

Esto nos permite inclinar la plataforma hacia uno u otro vértice de manera progresiva reduciendo las tensiones entre los vértices opuestos a la dirección del movimiento. Los usuarios que se suben a la plataforma pivotan sobre este eje central haciendo descender uno de los vértices y elevando el contrario. Los restantes permanecen en el punto medio.

-Sistema de detección de movimiento.

Los movimientos de la plataforma responden, como decíamos anteriormente, a los movimientos de los transeúntes en una céntrica plaza de Valencia (España). Para detectar estos movimientos y transmitirlos hasta Singapore nos hemos servido de una tecnología de uso muy habitual en nuestros días: una web cam y su transmisión en directo vía streaming broadcasting a través de Internet. Esta web cam pertenece a una red instalada por la oficina de turismo de Valencia en diversos puntos de la ciudad con la intención de ofrecer imágenes a tiempo real a cualquier persona interesada y en cierta manera turista potencial. Es por tanto una información pública y de acceso libre y gratuito con presencia continua en la red Internet.

De la imagen global que nos ofrece esta web cam hemos seleccionado una pequeña área (un cuadrado) que se corresponde en dimensiones proporcionales con la plataforma física situada en Singapore. Este cuadrado lo hemos dividido a su vez en cuatro partes (correspondientes con los cuatro vértices del cuadrado).

Fig. 8 Imagen procedente de la web cam

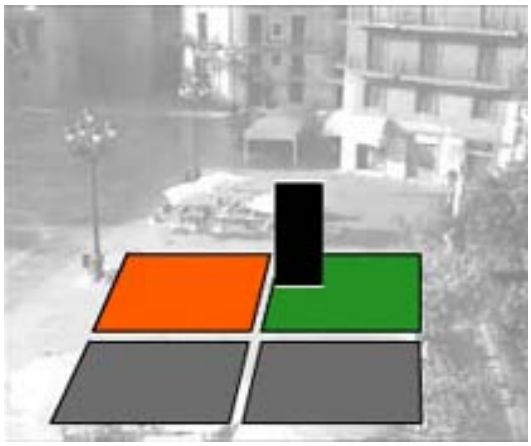


Fig. 9. Representación gráfica del sistema de de detección del movimiento.

A través de un software desarrollado específicamente para esta instalación

podemos saber en que momento alguien atraviesa cada una de estas zonas y por tanto obtener una serie de datos que nos permiten inyectar o extraer aire de los cilindros neumáticos y hacer que la plataforma se mueva. La imagen de la web cam nos ofrece información visual sobre la plaza y las personas que la circulan y el área seleccionada nos permite establecer las coordenadas necesarias para inclinar la plataforma hacia uno u otro vértice dependiendo del cuadrante por el que sea atravesada por los transeúntes.

Acto seguido un pequeño programa envía los datos procedentes de este sistema de movimiento al sistema de relays que controla la apertura de las electroválvulas que gestionan la cantidad de aire en el interior de los cilindros neumáticos. Y de este modo la plataforma se mueve.

-Sistema de rastreo en el IRC.

Al igual que hemos diseñado un sistema para detectar las idas y venidas de los transeúntes en un espacio físico real, (la plaza de la virgen) hemos hecho lo mismo para obtener un registro de las personas que entran y salen de un espacio virtual (un chat). A través de un pequeño programa cliente que se conecta a un canal IRC (Internet Relay Channel) , entramos a una sala y descargamos la información que encontramos en ese momento. De toda la información solamente nos interesa la relativa a la conexión-desconexión de usuarios al canal, ya que esto nos indica el transito, la afluencia de personas a este Espacio Virtual de Relación Social.

Esta información, reducida por tanto a frases del tipo: *QERQ## join the channel* o *qurhfyy55%% leaves the channel* pasa a formar parte de un archivo de texto que utilizamos para proyectar sobre la pantalla de cristal.

Fig. 10 Información procedente del IRC proyectada sobre una pantalla transparente

-Pantalla de proyección transparente.

Este es un elemento muy importante dentro de la obra A central axis. Consiste en una estructura de metal que sirve de soporte a una lamina de cristal de 260 x 200 cm. La altura total del dispositivo es de 300 cm, exactamente la altura del espacio expositivo por lo se percibe como un gran muro transparente. El cristal que hemos utilizado es una combinación porcentual de vidrio transparente y espejo por lo que dependiendo de la situación y la dirección de la fuente lumínica podemos ver a través (cristal transparente) o nos vemos reflejados (espejo). Esta doble cualidad nos permite jugando con la luz ambiental obtener una proyección de video de calidad sobre una

superficie transparente. Esta pantalla se encuentra situada delante de la plataforma móvil, de tal manera que tanto los visitantes subidos a la plataforma como los que se encuentran al otro lado del cristal pueden ver la proyección y al mismo tiempo lo que hay más allá.

Esta superficie nos proporciona además reflejos múltiples de los textos proyectados que generan un efecto de repetición tridimensional, es decir los textos se repiten orientados en distintas direcciones y con distintas perspectivas. Este efecto es de una gran belleza e introduce visualmente al espectador en un ambiente virtual donde los textos le rodean flotando y moviéndose en distintos planos.

-Sistema de detección de movimientos en la plataforma.

Una vez el visitante se encuentra subido en la plataforma, interactuando con los transeúntes del espacio publico de Valencia, puede también interactuar mediante su propio movimiento con los datos procedentes del espacio público del chat. Alojada en el marco superior de la estructura de metal que soporta la pantalla de proyección hemos colocado una cámara. Con la imagen que esta cámara nos ofrece hemos diseñado un sistema de detección de movimientos que nos permite saber en que posición exacta se encuentra el usuario subido a la plataforma y en consecuencia alterar la proyección de los textos. Cuando nuestro sistema de detección localiza al usuario desplaza los textos proyectados de tal modo que nunca se superponen a la silueta del usuario sino que lo esquivan, lo rodean o rebotan con el. Este sistema, de gran simplicidad, permite a los espectadores introducirse en un ambiente de realidad aumentada donde sus actos en el mundo físico tienen repercusión en un ambiente virtual de textos flotantes.

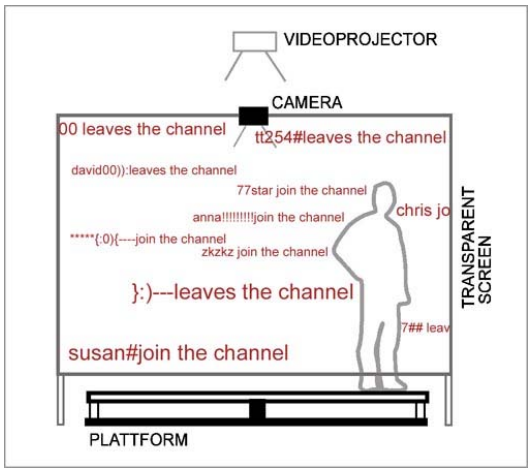


Fig. 11 Posición de la cámara respecto al usuario.

-Interfaz gráfica.

Para facilitar la comprensión de la obra a la vez que complementar su apariencia estética hemos diseñado una interfaz grafica que se proyecta sobre una de las paredes de la sala y que ofrece información visual clara y sencilla sobre los espacios de actuación.

Por un lado encontramos un pequeño plano del mundo donde se localizan España y Singapore unidos por un eje ficticio. Estas localizaciones nos ofrecen la información horaria a tiempo real de manera que el usuario puede observar claramente el desfase horario entre los dos países (6 horas en verano y 7 en invierno). La actividad de la plataforma, la frecuencia de sus

movimientos, depende del momento del día en España, y por lo tanto, será muy distinto subirse a ella durante la mañana o la noche.

En esta proyección se puede ver también la imagen en directo que nos ofrece la web cam desde España y a su lado una representación grafica del sistema de detección de movimiento. De esta manera el usuario puede relacionar fácilmente los movimientos de la plataforma con lo que esta sucediendo en la plaza de valencia y por tanto interactuar de manera intencionada con la obra, colocándose en uno u otro vértice de la misma.

Fig. 12 Interfaz gráfica

La representación gráfica del sistema de detección de movimientos se complementa con la división por zonas coloreadas de los bordes de la plataforma física, lo que ayuda al usuario a situarse espacialmente y relacionar cromáticamente un área física (la plataforma) con la representación de otra (video web cam) situada a 10.000 Km. de distancia. Además, hemos coloreado, siguiendo la misma relación cromática, unos cubos de madera, destinados a facilitar al usuario el acceso a la plataforma. De esta manera, dependiendo del cubo por el que se suba se estará en una zona u otra del área monitorizada, de la plataforma.

El proceso comunicativo en la instalación *A Central Axis*

Podemos definir nuestra instalación como un dispositivo de comunicación telemática unidireccional. Esta comunicación se produce en dos niveles diferentes (el espacio real y el virtual) que convergen en el espacio expositivo, concretamente sobre la plataforma. Los datos procedentes del Espacio Físico de Relación Social se transmiten al espacio expositivo y generan un lenguaje interactivo susceptible de ser interpretado por un espectador. Lo mismo ocurre con los datos procedentes del Espacio Virtual de Relación Social. Sin embargo esta comunicación no sucede en sentido contrario, nada de lo que el espectador diga o haga en el espacio expositivo tiene repercusión directa en la plaza de valencia o el canal IRC.

Los elementos básicos para la comunicación se encuentran en la instalación *A Central Axis* un tanto tergiversados. El emisor/es envía el mensaje comunicativo prescindiendo de la expresión verbal (ya sea oral o escrita) o corporal con el receptor. Ni siquiera tiene conocimiento de estar participando en un proceso comunicativo y de que al caminar por un determinado lugar o entrar o salir a un canal IRC esta enviando un mensaje a un museo situado en Singapore. Es el acto de pisar una determinada área en una plaza de valencia o registrarse o salir de un chat lo que genera el

mensaje que es transmitido a través de Internet hacia nuestra instalación.

El receptor por su parte recibe simultáneamente los mensajes generados por múltiples emisores desde distintos puntos e interactúa con ellos a través del movimiento de sus manos y del peso y la posición de su cuerpo. Sin embargo su respuesta a estos mensajes no es transmitida y por tanto no llega de vuelta al emisor. La comunicación se queda en este punto limitada a la interacción con el dispositivo.

Por otro lado Internet actúa de canal de comunicación por el que son transmitidos los mensajes procedentes de los dos espacios monitorizados, tanto el físico como el virtual y los hace llegar a la sala de exposiciones. Este canal ha sido manipulado (a través de software) para traducir los mensajes enviados por los emisores en datos previamente preestablecidos. El receptor por tanto no recibe el mensaje integro tal y como lo creo el emisor sino que un filtro situado en el canal de comunicación altera estos mensajes según unos propósitos determinados y los convierte en impulsos eléctricos (que abren o cierran unas electro-válvulas y por tanto mueven la plataforma) y/o en textos proyectados. Nuestra instalación actúa en cierta medida como un protocolo de comunicación que convierte los datos procedentes de España y del chat en sintagmas de un nuevo lenguaje interactivo, compuestos de impulsos, movimientos, palabras proyectadas, etc...

Es por este motivo que no estamos interesados en tomar registro de lo que están hablando los usuarios del chat o los caminantes de valencia. El contenido de sus mensajes se resume a la constancia de su presencia o su ausencia. Su paso por la plaza o el chat deja constancia de su presencia y esto se convierte en un mensaje que Internet transmite y nuestro protocolo de comunicación traduce para generar el lenguaje interactivo de nuestra instalación.

Algunos conceptos derivados de la instalación *A Central Axis*

Para terminar nos gustaría introducir brevemente algunos conceptos que se derivan de la incorporación de nuevas tecnologías a todos los niveles de la vida cotidiana y que pensamos quedan reflejados de algún modo en la obra artística *A Central Axis.*

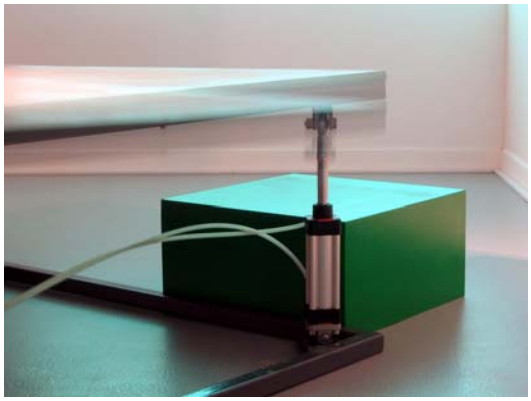


Fig. 13 Un transeúnte en Valencia provoca el movimiento de la plataforma en Singapore.

Nuestra construcción del mundo y como interpretamos la realidad que nos rodea es una cuestión de percepción y por tanto con un carácter muy subjetivo. Dado que no podemos acceder al conocimiento

pleno de la realidad, vamos acercándonos a ella a través de distintos niveles de significación derivados de distintas percepciones asociadas a nuestras vivencias, emociones, sensaciones, etc... Estas significaciones se van sumando y para cada individuo forman un todo personal e imposible de compartir o comunicar íntegramente.

La percepción que los visitantes de la instalación *A Central Axis* en Singapore obtendrán de la plaza de Valencia vendrá mediada por la el dispositivo tecnológico de nuestra interfaz, de nuestra forma de mostrarlo. Lo mismo ocurre con respecto al espacio del chat. A través de nuestra presentación e interpretación de estos espacios hemos añadido una nueva capa de significación que será diferentemente recibida por los espectadores que mas tarde cuando caminen por un espacio publico o entren a charlar a un chat podrán incorporar a su experiencia.

Por otro lado, los transeúntes en Valencia que desconozcan que con su presencia en un determinado espacio están interviniendo en un proceso tecnológico que culmina en una sala de exposiciones del museo de Singapore experimentaran de una manera muy distinta a los que si lo sepan su paseo por la plaza de la virgen.

La presencia continúa de tecnología a nuestro alrededor esta añadiendo continuamente nuevas capas de significación a nuestro entorno cotidiano. El móvil, el ordenador portátil, las web cams, las cámaras de vigilancia, etc...un gran número de dispositivos se suman a las capacidades naturales del ser humano y los actos cotidianos se convierten ahora en datos registrados, transmitidos y susceptibles de ser traducidos por los intermediarios. Nuestra construcción del mundo es por tanto una construcción mental derivada de la percepción, ahora mediada por los dispositivos tecnológicos.

Free Networks Visible Networks

Diego Diaz Garcia*, Clara Boj Tovar†, Adrian David Cheok‡, Ke Xu‡ and Wei Liu‡
*Laboratorio de Luz, Polytechnic University of Valencia
Email: diediaga@laboluz.org
†Independent media artist
Email: klaravoz@hotmail.com
‡Mixed Reality Lab, National University of Singapore
Email: adriancheok@nus.edu.sg, elexk@nus.edu.sg, eleliuw@nus.edu.sg

***Abstract*— Free Network Visible Network is an active media system that uses the possibilities of the new technologies to create new landscapes in the public space by means of the visualization of the data that flow between digital networks. It changes our perception of the world with the "invisible meanings" that are around us. Mixed Reality Technology and Internet Traffic Listening system are adopted in this project in order to visualize, floating in the space, the interchanged information between users of a network. The people are able to experience in a new exciting way about how colorful virtual objects, representing the digital data, are flying around. These virtual objects will change their shape, size and color according to the different characteristics of the information that is circulating in the network.**

I. Introduction

In the last 20 years the digital information has flooded the world in which we live. No matter where we are, even if we are not able to see it, we can imagine ourselves surrounded by data. The space of digital networks is also the space of *invisible meanings* that represents relations between people and a very dynamic knowledge interchange.

But unfortunately not everybody is able to access this knowledge because of technical, economical and sometimes political limitations. By the metaphorical representation of these *invisible meanings*, our project here wants to act in the urban landscape as a way to claim, by means of artistic actions, the freedom of citizens to accede and control the digital space of communication. It creates the Free Networks that provide open and free transit of information to everybody [1]. In Figure 1, the black and white square marker held by the gentleman near the busy street in Kyoto is working as one of the notes in the Free Network, which passes the digital information represented by the colorful squares flying through the space.

II. Previous Work

This project uses visual metaphors to represent network traffic. It shows, as Christian Paul says, *relationships between data elements that might not be immediately obvious and that exists beneath the surface of what we usually perceive* [2]. This work is related to some other initiatives, such as the "warchalking" [3], a term created by Matt Jones that refers to walking through the cities in search of WiFi nodes, and leaving a simple chalk drawing for others to find it without difficulty. Another previous work is *Remain in Light* by the Japanese artist Haruki Nishijima [4], which was a visual representation of ambient analog sound waves.

Fig. 1. Screenshot of our system running besides one busy street in Kyoto

Nevertheless our system is the first art project based on the real coexistence of physical and virtual objects by means of the Mixed Reality technologies. It uses art to built up the communities, and uses technologies to place it in the streets.

III. System Design

The first step of our system design is to indicate the presence of wireless networking nodes. To do that, we placed many black and white square visual markers at different places in the city, wherever there is a working Free Network (Figure 2). By using these markers, each node in this network becomes an urban symbol or message that can be easily identified. This is based on the idea of "warchalking" [3] mentioned before.

Next, we need to establish direct relations between the visible physical messages placed in the street, which are those markers, and the virtual digital information that is floating in the air. To achieve that, we developed a software named Visible Network Client that converts the data captured from a network into virtual objects, and superimposes them in real time to the real space. This software is mainly based on the Mixed Reality technology using MXRToolKit [5], an Open Source software toolkit developed by the Mixed Reality Lab in the National University of Singapore, as well as the CarnivorePE, a software-art project from Radical Software Group [6] that listens to all Internet traffic (email, web surfing, etc.) on a specific network. The union of these two technologies has

Fig. 2. Markers indicating Free Network access around the city.

made possible a new innovative system to visualize in Mixed Reality the metaphorical representation of the data that are continuously around us.

For accurate registration of the virtual color blocks in the real physical space, we adopted the vision-based fiducial tracking algorithm from the MXRToolKit. Those black and white markers, which we have placed in different parts of the city, are used as the fiducial points for the tracking algorithm. By doing that, we managed to augment the virtual flying blocks into the real-time video stream. The Internet traffic data captured by the CarnivorePE program are used for determining the different attributes of the virtual objects, such as the type, size, color, etc.

As shown in the flowchart in Figure 3, after proper initialization, the system takes in every frame from the incoming video sequence, and searches for the predefined black and white marker. Once the marker is detected, the algorithm will check the CarnivorePE to see if there is any data flow on the current network. The network information will be stored in the computer, such as the sender and receiver's IP address, port number, data type, the length of each data package, etc. The type of the transmission port determines the type of virtual objects that it will send out. It can be a cube, a cone, a cylinder, or a ring. The last three entries in the IP information are used to determine the scale of the virtual object in x, y, and z direction respectively. Every data package sent or received will be represented by one virtual flying object from or to the marker. Its color will remain the same if the transmission is done through the same port number. Otherwise a random color will be applied. If we put several markers in a big space, e.g. on different buildings as shown in Figure 4, we will see virtual data flying between the markers.

IV. Conclusion

In this project, a digital data representing system was successfully built and tested. Through this system, we would like to emphasize the idea of public space as the main scenario for any kind of artistic representation of a new environments

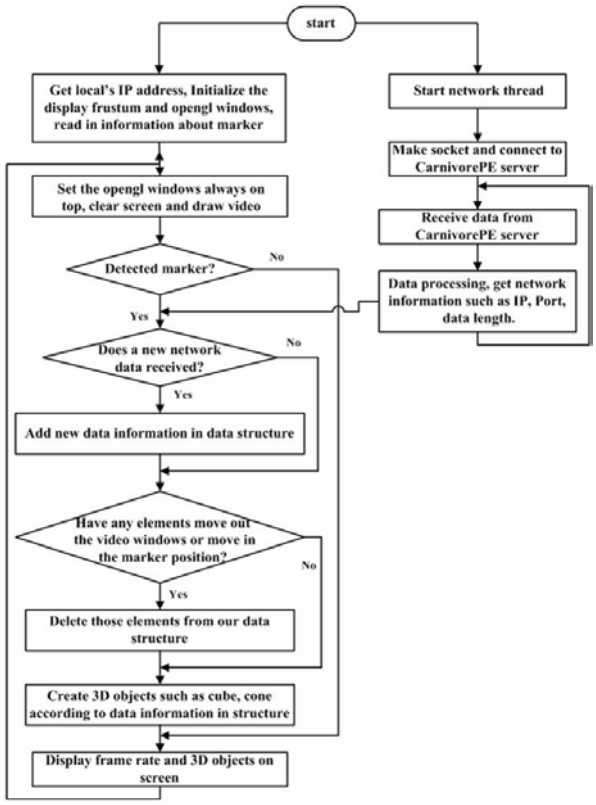


Fig. 3. Flowchart of the system.

Fig. 4. Relation between markers and data visualization

for life. Free Network Visible Network is a system that makes it happen. We have made this project software system available online under GNU public license at [7].

References

[1] http://www.freenetworks.org
[2] GREEN, R. Internet Art. Thames and Hudson, London, 2004.
[3] http://www.warchalking.org
[4] Haruki Nishihima, Remain in Light http://www.fundacion.telefonica.com/at/vida/paginas/v4/eharuki.html
[5] MxrToolKit, http://sourceforge.net/projects/mxrtoolkit/
[6] Radical Software Group, CarnivorePE. http://www.rhizome.org/carnivore/
[7] Free Network Visible Network, http://sourceforge.net/projects/visiblenetwork/

Aesthetic Entertainment of Social Network Interaction: Free Network Visible Network

Adrian David Cheok[1], Ke Xu[1], Wei Liu[1], Diego Diaz Garcia[2], and Clara Boj Tovar[2]

[1] Mixed Reality Lab, National University of Singapore
[2] Laboratorio de Luz, Polytechnic University of Valencia

Abstract. Free Network Visible Network is an active media system that uses the possibilities of the new technologies to create new landscapes in the public space by means of the visualization of the data that ow between digital networks. It changes our perception of the world with the "invisible meanings" that are around us. Mixed Reality Technology and Internet Traffic Listening system are adopted in this project in order to visualize, floating in the space, the interchanged information between users of a network. The people are able to experience in a new exciting way about how colorful virtual objects, representing the digital data, are flying around. These virtual objects will change their shape, size and color in relation with the different characteristics of the information that is circulating in the network. By the use of the objects exciting movement through space, users will feel fun and aesthetic entertainment at observing the social digital communications in their physical space and city streets.

1 Introduction

In the last 20 years the digital information has flooded the world in which we live. No matter where we are, even if we are not able to see it, we can imagine ourselves surrounded by data. The space of digital networks is also the space of *invisible meanings* that represents relations between people and a very dynamic knowledge interchange. By the metaphorical representation of these *invisible meanings*, our project here wants to establish a hybrid space where the visualization of the invisible data can help persons to understand the information society in an exciting way.

By Free Network we mean any computer network that allows free information flowing through the network [1]. Figure 1 shows how our system will represent those *invisible meanings* between the networks in a real public space.

2 Related Work

Our project uses visual metaphors to represent network traffic creating an analogy between natural systems and online information sets, highlighting, as Christian

F. Kishino et al. (Eds.): ICEC 2005, LNCS 3711, pp. 527–530, 2005.
© IFIP International Federation for Information Processing 2005

Fig. 1. Screenshot of our system running besides one busy street in Kyoto

Paul says, *relationships between data elements that might not be immediately obvious and that exists beneath the surface of what we usually perceive* [2]. Our project is also related conceptually and formally with other initiatives as the "warchalking" [3], a term developed by Matt Jones that refers to the act in which people walk through the cities in search of WiFi nodes, and leaves a simple chalk drawing for others to find it without difficulty. In which is referred to the representation of invisible meanings in the real space, our project has also some relations with Remain in Light, a piece of the Japanese artist Haruki Nishijima [4].

Nevertheless our project is the first art project based on the real coexistence of physical and virtual objects by means of the Mixed Reality technologies. It uses art to built communities, and uses technologies to play in the street.

3 System Design

The first step of our project is to indicate the presence of a wireless networking node. We place visual marks wherever there is a working Free Network (Figure 2), and each node in this network becomes an urban symbol that can be easily identified.

In this project, we establish direct relations between visual physical messages placed in the street and the virtual digital information that is floating in the air. Real messages and virtual information are connected by the a software named Visible Network Client that converts the data captured from a network into virtual objects, and superimposes them in real time to the real space. This software is mainly based on the Mixed Reality technology using MXRToolKit [5] and CarnivorePE, a software that listens to all Internet traffic (email, web surfing, etc.) on a specific network. The union between these two technologies has made possible a new innovative system to visualize in Mixed Reality the metaphorical representation of the data that are continuously around us. MXRToolKit is used to develop the tracking part of the system, and the Internet

Fig. 2. Markers indicating Free Network access around the city

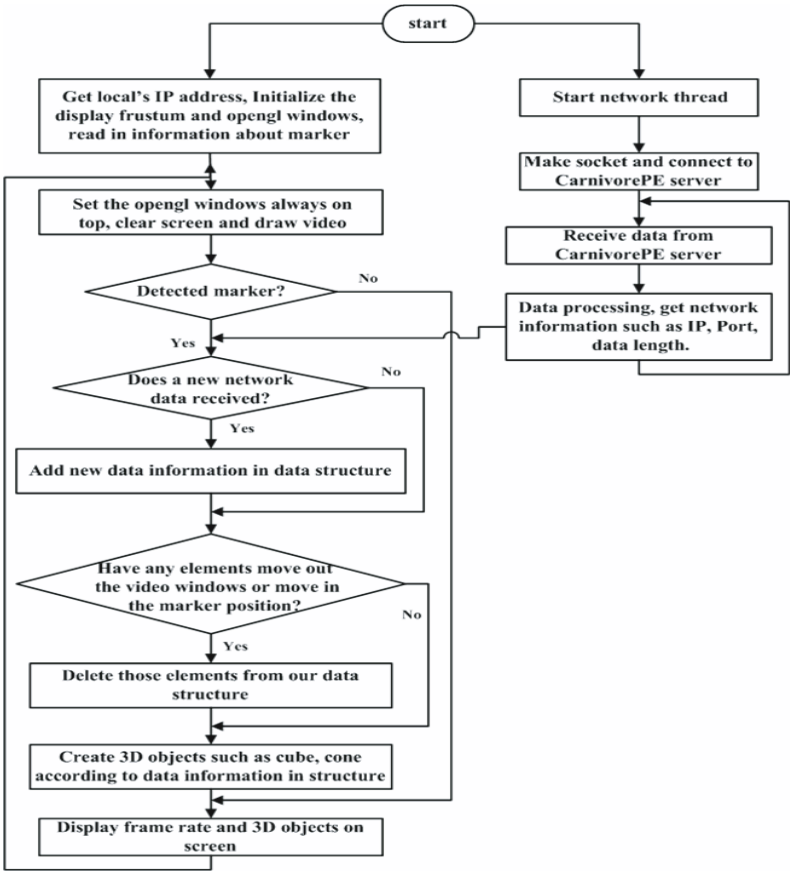


Fig. 3. Markers indicating Free Network access around the city

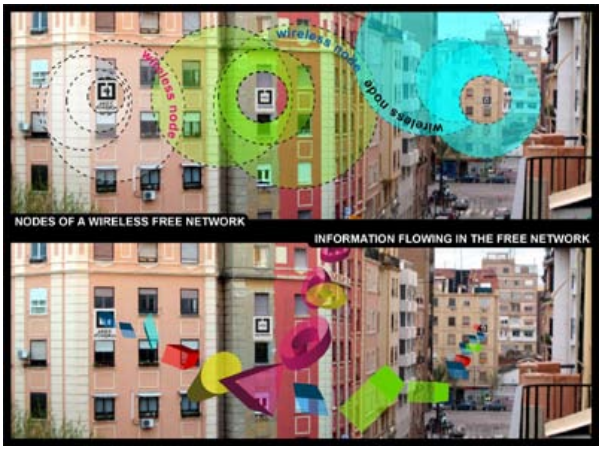


Fig. 4. Relation between markers and data visualization

traffic data captured by the CarnivorePE program are used for determining the different attributes of the virtual objects (the type, size, color, etc.)

As shown in the flowchart in Figure 3, the program starts from the initialization of the system. It then takes in every frame from the incoming video sequence, and searches for the predefined marker. It will then check the CarnivorePE for the data flowing on the network which this computer has connected to. We use these information to decide whether the virtual object is a cube, a cone, a cylinder, or a ring, as well as the scale of the virtual object in x, y, and z direction respectively. If we put several markers in a big space, virtual data may flow between the markers. Figure 4 demonstrates how it works.

4 Conclusion

In this project, a digital data representing system was successfully built and tested. Through this system, we would like to provide a more entertaining way for persons to understand the information society interacting. We have made this project software system available online under GNU public license at [7].

References

[1] http://www.freenetworks.org
[2] GREEN, R. Internet Art. Thames and Hudson, London, 2004.
[3] http://www.warchalking.org
[4] Haruki Nishihima, Remain in Light http://www.fundacion.telefonica.com/at/vida/paginas/v4/eharuki.html
[5] MxrToolKit, http://sourceforge.net/projects/mxrtoolkit/
[6] Radical Software Group, CarnivorePE. http://www.rhizome.org/carnivore/
[7] Free Network Visible Network, http://sourceforge.net/projects/visiblenetwork/

SOCIAL AND PHYSICAL INTERACTIVE PARADIGMS FOR MIXED-REALITY ENTERTAINMENT

ADRIAN DAVID CHEOK, KENG SOON TEH, TA HUYNH DUY NGUYEN, TRAN CONG THIEN QUI, SHANG PING LEE, WEI LIU, CHENG CHEN LI, DIEGO DIAZ, AND CLARA BOJ
Interaction and Entertainment Research Center, Nanyang Technological University, Singapore

This article outlines an overview of new paradigms in social and physical interaction in mixed-reality entertainment. Social and physical interactions are constrained, and thus natural interactions are lost in most current digital entertainment systems. In order to regain natural interactions, we argue that mixed-reality technology has great potential for promoting social and physical interactions. In this article we present five research prototype systems, Magic Land, Human Pacman, Kyoto Garden, Poultry Internet, and Free Network Visible Network (FNVN), to explain methods to regain natural social and physical interactions in mixed-reality entertainment. We believe these systems are part of a new form of entertainment based on physicality, mobility, tangible social interaction, and ubiquitous computing. Some details, benefits, and issues regarding design are discussed.

Categories and Subject Descriptors: **H.5.1 Multimedia Information Systems - *Artificial, augmented, and virtual realities, J.5 ARTS AND HUMANITIES-Fine arts***

General Terms: Design

Additional Key Words and Phrases: Mixed-reality entertainment, multiuser games, role-play, social and physical interaction

1. INTRODUCTION

More and more people have recently realized that entertainment is a key driver in the development of technology. There has recently been a lot of research on the entertainment industry, and it has grown dramatically as a topic of research interest. However, there is still a big gap in achieving the physicality, mobility, and tangible social and physical interactions that are desirable in entertainment systems. The main deficiency in current entertainment systems is that they make people play passively. In part, this is due to the limited kinds of screen-based interactions imposed by the mouse button or key click [Hall 1994], and in part due to a great lack of social and physical interaction between humans and computer entertainment systems.

Authors' address: Interaction and Entertainment Research Center, Nanyang Technological University, Singapore, http://www.mixedrealitylab.org; email: adriancheok@mixedrealitylab.org
Permission to make digital/hard copy of part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that the copies are not made or distributed for profit or commercial advantage, the copyright notice, the title of the publication, and its date of appear, and notice is given that copying is by permission of the ACM, Inc. To copy otherwise, to republish, to post on servers, or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Permission may be requested from the Publications Dept., ACM, Inc., 1515 Broadway, New York, NY 10036, USA, fax:+1(212) 869-0481, permissions@acm.org
© 2005 ACM 1544-3574/05/1000-ART4A $5.00

Hence, we believe that social and physical interactions are the new paradigms that outline a vision for the next generation of entertainment systems. We can provide these interactions via technologies like mixed reality and ubiquitous computing. We found that the new technology genres provide much greater degrees of freedom than current entertainment systems do (we will describe the development of five novel research prototype systems).

We describe how 3D images and graphical interactions using the principles of mixed reality support the creation of novel, ubiquitous computing in the Magic Land, Human Pacman, Kyoto Garden, and Free Network Visible Network systems. We also describe how wearable and tangible interactions can link humans and pets socially in the entertainment system called Poultry Internet. There are three main features of the above systems presented in this article: (1) the players physically and immersively role-play, as though a fantasy digital world had merged with the real physical world; (2) users can move about freely in the real world while maintaining seamless networked social contact with human players in both the real and virtual worlds; (3) the novel, tangible aspects of the player's physical movements and perceptions in the real environment and interactions with the digital world are explored.

The structure of the remainder of this article follows: In the following section, we describe some key entertainment and research work in the areas of mixed-reality and wearable computer entertainment. In the sections covering Magic Land to FNVN, we detail new paradigms in social and physical interactive entertainment. Conclusions are drawn in the last section.

2. BACKGROUND

As an end-product entertainment is amusing; as a tool it is powerful. The power of entertainment stretches far beyond venues for amusement [Stapleton et al. 2003]. As mentioned before, entertainment is a key driver in the development of technology. It is able to excite, motivate, satiate, communicate, and inspire. Its powerful functionality is applied to all aspects of life: to learning, training, designing, communicating, and collaborating. Entertainment nowadays focuses the user's attention mainly on computer screens or 2D/3D virtual environments rather than on interactions between humans. Because physical and social interactions are constrained, natural interactions such as gestures, body language, movement, gaze, and physical awareness are lost [Mandryk and Inkpen 2001].

Today's mainstream entertainment revolves around interactivity. Gone are the days when people were satisfied with the passive forms provided by television and cinema. People today enjoy entertainment they can control and want an experience in which they are fully involved [Zhang and Shan 2001]. In fact, not only do people want such entertainment; they want to enjoy it with family and friends. As shown in a survey [Association 2002], one of the top reasons why players like to play games is that it is a social activity that can be enjoyed with family and friends. With advances in networking technology and the introduction of networked games [Association 2002], social gaming has gained in popularity. Networked games overcame the barrier of distance, enabling real people to play against each other over large areas. After all, there is no opponent like a live opponent -- no computer model will rival the richness of human interaction [Crawford 1998]. According to a recent study by Nezlek et al. [2002], enjoyable and responsive interactions increase life satisfaction scores for people. However, humans enjoy physical and social interactions with each other, and this largely disadvantages

networked games, since people cannot interact physically in them. Natural interactions like behavioral engagement and cognitive states are lost during entertainment. Yet the power of mixed reality, with its ability to combine, via virtual reality, the fantastical worlds of the imagination and to seamlessly merge these worlds with compelling aspects of reality, can bring players into physical proximity and help them regain natural interactions [Bowlby 1983].

Using mixed-reality technology in entertainment is an example of ubiquitous human media [Dourish 2001]. We believe that ubiquitous human media is a next-generation computing paradigm that involves, for mixed-reality entertainment, elements of ubiquitous computing, tangible interfaces and interactions, and social computing. Hence the computer interface is moved away from the traditional keyboard and mouse and into an environment that supports more social and physically interactive behavior. Furthermore, via ubiquitous human media, we believe the future of human-computer interaction lies in an interface to computing in our physical space and time. Thus, humans as physical beings will actually become situated inside the computational world.

The three important research paradigms on which ubiquitous human media is founded are Weiser's ubiquitous computing [Weiser 1991]; Ishii's tangible bits or "things that think" [Ishii and Ullmer 1997]; and Suchman's sociological reasoning to problems of interaction [Suchman 1987]. We present several prototype systems to show how people via ubiquitous human media can be fully involved in social and physical interactions. In the following sections, we will describe these systems in detail.

3. MAGIC LAND

3.1 System Concept and Game-Play

Magic Land [Nguyen et al. 2005; Prince et al. 2002; Farbiz et al. 2005] is a mixed-reality environment where 3D Live [Prince et al. 2002] capture avatars of humans and 3D computer-generated animations play and interact with each other. It demonstrates novel ways for users in a real space to interact with virtual objects and virtual collaborators. Using the tangible interaction and the 3D Live human-capture system, our system allows users to manipulate the captured 3D humans in a novel manner, for example by picking them up and placing them on a desktop or by "dropping" a person into a virtual world using the user's own hands. This offers a new form of human interaction where one's hands can be used to interact with other players captured in 3D LIVE models.

After a user is captured inside the system, he or she can go to the interactive room to play with his or her own figure. The interactive room consists of three main components: a menu table, a main interactive table, and five playing cups. There are different marker patterns on top of the tables and cups. A four-camera system (ceiling tracking system) is put high above the main interactive table to track the relative positions of its markers with the cups' current markers on it. The users view the virtual scenes and/or virtual characters which will be overlaid on these tables there is a and cups via the video-see-through Head Mount Displays(HMD) with the Unibrain cameras mounted in front and [author: the text in red indicates that I cannot understand what you are intending to say] looking at the markers. The system obtains images from the Unibrain camera, tracks the marker patterns on the images, calculates the position of the virtual viewpoint, generates a novel view of the captured subject from this viewpoint, and then superimposes the generated view on the images obtained from the Unibrain camera and displays it on the HMD.

Fig. 1. Tangible interaction on the main table: (left) tangibly picking up the virtual object from the table; (right) triggering the volcano by placing a cup with a virtual boy physically near the volcano.

The main interactive table is first overlaid with a digitally created setting (in our case, an Asian garden), whereas the cups serve as containers for the virtual characters and as tools for users to tangibly manipulate them. There is also a large screen on the wall that reflects the mixed-reality view of the first user when he or she uses the HMD. If nobody uses the HMD for 15 seconds, the large screen will change to the virtual-reality mode, showing the entire Magic Land as seen from a very distant point.

A tangible interaction on the main interactive table is shown in Figure 1. Here we see a player using a cup to tangibly move a virtual panda object (left image) and using another cup to trigger the volcano by putting the character physically near the volcano (right image). Although cables and HMD constrain the user's mobility, the user can view the scene from different angles and distances for a full 3D-view of scene.

Players can use the menu table to select the virtual characters they want to play with. There are two mechanical push buttons on the table corresponding to two types of characters: the captured 3D LIVE human models on the right and the VRML models on the left. Users can press the button to change the objects on the menu table and move the empty cup close to the selected object to pick it up. To empty a cup (trash), users can move the cup close to the virtual bin in the middle of the menu table.

In Figure 2, in the left image, we can see a user making use of a cup to pick up a virtual object; at the edge of the table closest to the user are two mechanical buttons. In the right image we can see the augmented view seen by the user. The user had previously selected a dragon, which is inside the cup. After picking up a character, users can bring the cup to the Main interactive table to play with the character. Consequently, there will be many 3D models moving and interacting in a virtual scene on the table, which forms a beautiful virtual world of small characters. If two characters are close together, they will interact with each other in the predefined way. For example, if the dragon comes near the 3D LIVE captured real human, it will blow fire on the human. The tangible merging of real humans with the virtual world provides feelings of excitement.

As an example of the interaction, in Figure 3 we can see the interaction where the witch who is moved tangibly with the cup turns the 3D Live human character who comes physically close to the witch into a stone.

3.2 System Design

As shown in Figure 4 (a simple diagram, please check the details in Nguyen et al. [2005]), the Magic Land software system consists of five main parts: 3D Live recording, 3D Live rendering, main rendering, ceiling camera tracking, and the game server. Besides these, there is a sound module that produces audio effects, including background

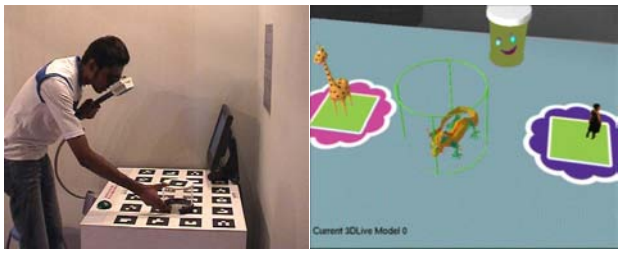


Fig. 2. Menu table: (left) a user using a cup to pick up a virtual object; (right) augmented view seen by users.

Fig. 3. Main table: the witch turns the 3D LIVE human who comes close into a stone.

music and interactive sounds for the entire system. With this system users can record their live model for playback.

3.3 Future Work

Currently, we are developing a new version of Magic Land by exploiting the real-time capability of 3D Live technology [Prince et al. 2002], so that outside players can see on the main interactive table the 3D images of the player who is being captured inside the room in real time. Instead of sending all the processed images of all the frames captured in 20 seconds at a time, this version uses RTP [Schulzrinne et al. 1996] and IP multicast to immediately stream the processed images to all user 3D Live rendering modules for each frame. To guarantee continuous rendering, user 3D Live rendering modules will buffer images for a number of received frames before generating the 3D images inside one of the special cups on the main interactive table. The captured player in the recording room wears an HMD to view the virtual environment at the viewpoint that corresponds to that of the cup on the table. The HMD is connected by a small cable to an outside computer. The cable is painted the same color as the room, and its width is small enough to be eliminated by the 3D Live background subtraction and image processing modules. In this context, the captured player can actively interact with other virtual objects in a virtual reality environment on the HMD. The outside players will have fun seeing the captured player's reaction in a mixed-reality environment. In future work, we want to explore the problem of whether the cup that represents the 3D Live object can move automatically when the captured player inside the room moves. Such a system will give the captured person more freedom to explore the entire virtual world.

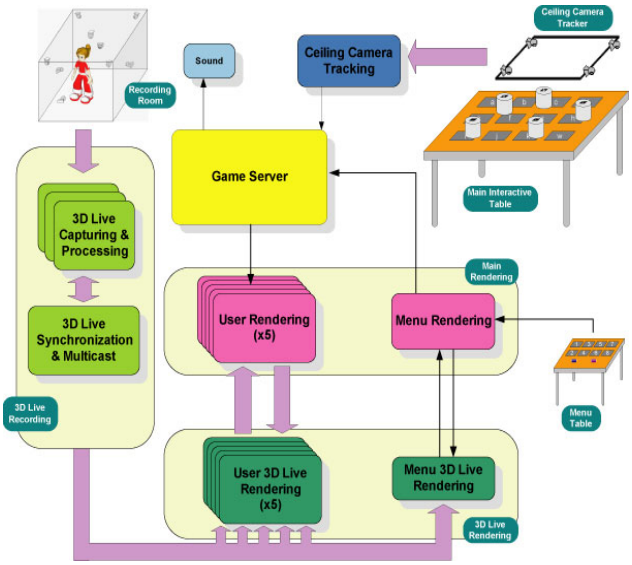


Fig. 4. System set-up in Magic Land.

4. HUMAN PACMAN

4.1 System Overview

Human Pacman [Cheok et al. 2003a; 2003b; 2004b; 2004c] is a novel mixed-reality interactive entertainment system that ventures to seamlessly embed the natural physical world in a fantasy virtual playground by capitalizing on the infrastructure provided by mobile computing, wireless LAN, and ubiquitous computing. We have progressed via incremental development from the old days of 2D arcade Pacman on screens to popular 3D game console Pacman and the recent mobile online Pacman. Finally, with our highly novel Human Pacman, we have a physical role-playing computer fantasy along with real human-social and mobile-gaming that emphasizes collaboration and competition between players in a wide physical outdoor area and allows natural wide-area human-physical movement.

4.2 System Design

Human Pacman features a centralized client-server architecture made up of four main entities, namely a central server, client- wearable computers, helper laptops, and Bluetooth embedded objects. Wireless LAN serves as a communication highway among wearable computers, helper computers (laptops), and the server desktop computer. Figure 5 shows the top-level system design overview of *Human Pacman*.

4.3 Game-Play

Pacmen and Ghosts are now real human players in the real world, who, via wearable computers and computer graphics, experience a mix of fantasy-reality. Virtual cookies and actual tangible physical objects (super cookies) are incorporated into the game-play to provide seamless transitions between real and virtual worlds. A new character, Helper, is introduced into this system, each Pacman and Ghost will be assigned a partner Helper who acts as an intelligent advisor and coordinator in the quest to achieve the goal.

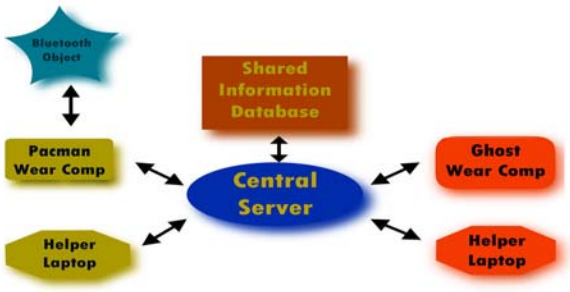


Fig. 5. Top-level system overview of Human Pacman.

Human Pacman follows the traditional Pacman' game rules. All players are divided into two teams: the Pacman team and the Ghost team. The Pacman team needs to collect all the virtual cookies by walking through them one by one, while the Ghost team endeavors to catch Pacman before she collect all the cookies.

To enhance the gaming experience for both Pacman and Ghost, the players in the physical world with wearable computers are not able to see enemy mobile units. So the Helper, who is in VR mode and sees all, guides her partner by messaging her with important information, and thus promotes collaboration and interaction between humans. All physical actions are reflected visually in Pac-World, e.g., virtual cookie collection is reflected by the disappearance of the cookie in both the AR (Pacman) and VR (Helper) mode.

In addition, a Bluetooth special cookie is provided in this game. Pacman can collect this special cookie by physically picking it up. When Pacman gets the special cookie, she achieves one minute of ghost-devouring power. The player can catch her enemy by physically touching him or her. Figure 6 shows the overall game-flow in Human Pacman.

5. KYOTO GARDEN

5.1 System Overview

The Kyoto MR Garden [Cheok et al. 2005; 2004a; Xu et al. 2005] is a mixed-reality multimodal tangible interactive system that lets the user build her own virtual sand garden. It is a novel interactive design system based on Sandplay Therapy, which is a symbolic and psychological therapeutic process. In the traditional sandplay process, a client mentally creates symbolic images of a "miniature world" in a rectangular box whose inner sides are painted light blue and contains sand, miniature figures, and other objects. The Kyoto MR Garden adopts mixed-reality technology to build a virtual garden to replace a traditional sand table. We believe that this technology can enhance the potential for sandplay therapy in mixed reality and attach behaviors, changes, and color variations to such miniature worlds as swimming fish and flying birds.

5.2 System Design

In this system, 3D sand garden-related virtual models, such as a sand table and trees, are created by attaching various fiducial markers to different functional parts (i.e., a *menu*, a virtual menu shows everything that can be used to build a virtual garden; a *base*, the virtual sand garden; and a *paddle*, for user interaction) and overlaying the 3D computer graphics on these markers; see Figure 7.

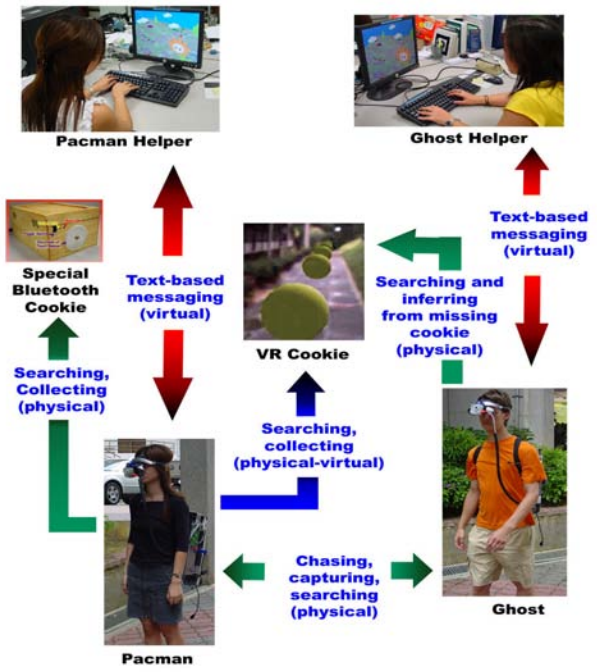


Fig. 6. The overall game-flow in Human Pacman.

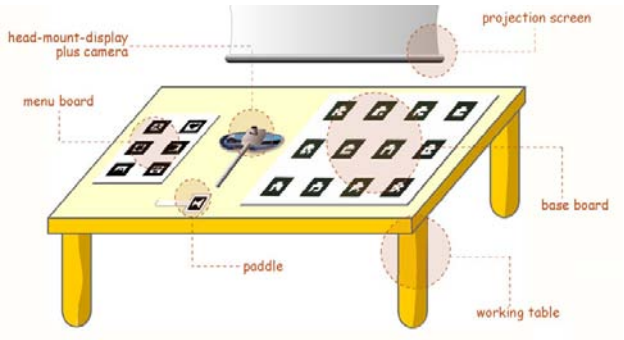


Fig. 7. The layout of the Kyoto Garden system.

5.3 System Operations

As in everyday interactions with the environment, the user can pick up, move, drop, and delete the virtual objects by using a virtual paddle instead of a conventional mouse or keyboard. As shown in Figure 8, a user picks up a virtual object from the menu and drops it to the sand garden. By choosing the objects she likes, the user can, as in the traditional sand table, build her own special garden. Not only can Kyoto MR Garden perform all the

Fig. 8. Picking up and dropping a virtual object.

functions of a real sand table, it is also much easier to add new objects to the former and add animation, like fish swimming in a fish pond, to the virtual garden. All this can be achieved with the use of computer graphic technology and will bring a greater sense of realism to the virtual garden, and a sense of the virtual world objects moving in the real world.

6. POULTRY INTERNET

6.1 Overview

Poultry Internet [Lee et al. 2004; 2003] is a human-computer-pet interaction system that transfers human physical petting through the internet to the pet, and at the same time transfers the pet's motion in real time via movements of a physical doll on our low-cost X-Y positioning table or as a real time 3D live view of the pet in a virtual garden augmented on the owner's desk. Figure 9 depicts the general schematic view of the system.

As can be seen in Figure 9, our system consists of two physical entities. We define the *office system* as the space and set-up at the owner's office; this is where the owner touches the doll (or virtual 3D live view of the pet) and sees its physical movements that follow the motions of the pet. In fact this can occur anywhere and not just in an office. We also define the *backyard system* as the space and set-up where the real pet is reared. The office and backyard systems may be separated by any amount of geographical distance, as both systems are connected to the internet. The pet wears a special costume

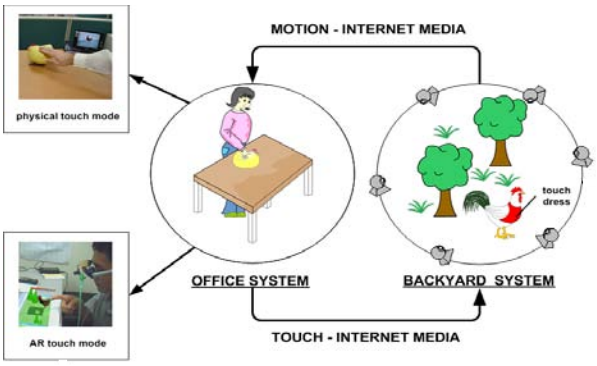


Fig. 9. The general schematic of our system.

with several vibrators, and whenever the doll (or the virtual 3D live view) is touched the action goes through the Internet to the pet costume where the vibrators are activated and the pet feels the sensation of fondling.

6.2 Multimodal Office System

For the owner in her office we realized a multimodal interaction system for the pet, in two related ways. The first is representation as a real-time, live, captured 3D object, augmented on the owners' desk; we call it the *3D live AR touch mode*. The second method is representation by a doll with which we can have a real physical interaction, we call it the *physical touch mode.*

In the physical touch mode, the pet is represented by a real object: a doll. The doll consists of a touch-sensing board, an RF transmitter, a microcontroller, and the doll itself, which has a hollow body. The aim is to detect the user's touch on various parts of the doll's body and to send this data (touch event and touch position) to the pet costume to activate the vibrators on the costume and cause the real pet to feel the touch in the same place the human touches the doll.

The doll and the touch-sensing board are shown in Figure 10. The body of the doll is hollow inside, so we concealed the touch-sensing board and the sensor pads inside the doll. The capacitive touch-sensor pads are distributed on various parts of the doll.

6.3 A Backyard System with Wearable Computers

In a backyard we have set up 3D live system containing six cameras surrounding the subject (poultry in this application) to provide real-time 3D live data of the subject from any arbitrary point of view. If we do not want to use the 3D live AR mode in the office system, we need only two cameras: one on the ceiling to track the subject, based on computer-vision algorithms, and another one for front-view imaging.

We have also designed a special costume for the subject (a pet rooster) to transfer the user's touch to the pet, so it feels the owner's touch whenever the owner touches its avatar in the office. Figure 11 shows the hardware system and the pet's costume. We put five vibrating motors on the lower neck, back, left, right, and breast of the pet.

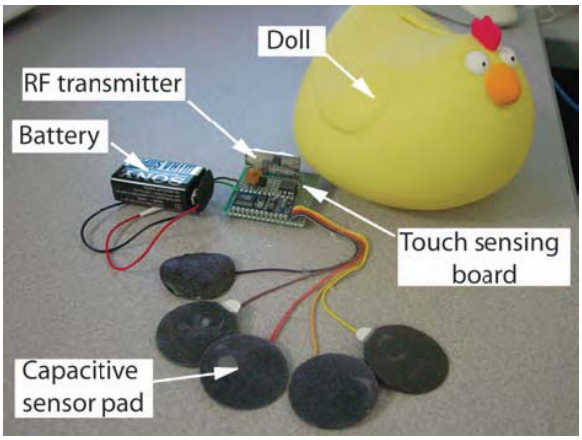


Fig. 10. The doll and its electronic devices: touch-sensing board with battery. and capacitive sensing-pads

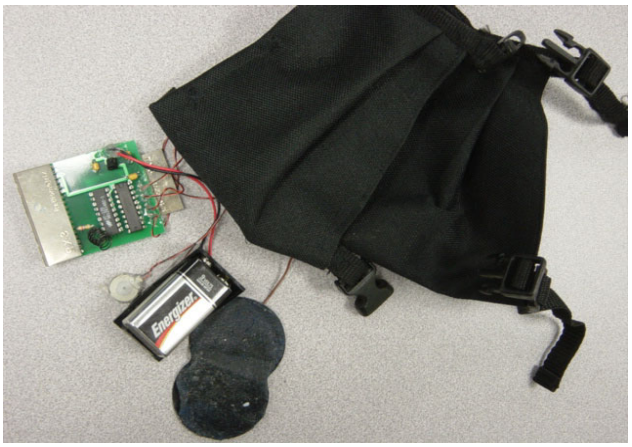


Figure 11. The pet's costume with micro-controller, electodes and vibrators.

Fig. 12. A rooster wearing the pet-costume.

The total weight of our costume with hardware and battery is just 127 grams. Figure 12 depicts our pet (a rooster in this application) wearing the costume. We conducted standard poultry preference tests described in [Lee et al. 2004; 2003] to show the pet had a preference for experiencing the touch system over no touch, and human users also preferred the system over present internet based remote pet interface systems such as web cam or audio.

7. FNVN

7.1 Overview

FNVN is an artistic project that combines different tools and processes in order to visualize the interchanged information that is floating in space between users of a network. Thus users can experience in a new and exciting way colorful virtual objects

that represent digital data. These virtual objects change their shape, size, and color in relation to the different characteristics of the information circulating in the network.
In the last 20 years digital information has flooded the world. No matter where we are, even though we are not able to see it, we can imagine ourselves surrounded by data. This data, in spite of its digital nature, connects people via communication, is full of information that contains knowledge, ideas, and emotions. Digital network space is also the space of invisible meanings that represent relations between people and a very dynamic knowledge interchange.

But unfortunately, due to technical, economic, and sometimes political limitations, not everybody is able to access this knowledge. Great portions of digital networks are restricted, and sometimes the information is filtered owing to economic or ideological criteria.

Via metaphorical representation of these invisible meanings, we want to act in the urban landscape so as to create new strategies in the public domain and to claim, by means of artistic action, the freedom of citizens to accede and control the digital space to create free networks that provide open and free transit of information to everybody. Figure 13 shows information floating in air.
By *free network* we mean any computer network that allows free local transit. By *transit* we refer to information flowing through the network [Freenetwork 2006]. A free network is defined by what its users can do with it, rather than the particular technology it is built on. Nevertheless, our project is mainly focused on wireless networking, as it is the easiest and (more) economic way to establish a network that can be supported and maintained for its users.

Wireless free networks would not be possible without the participation of people. Free networks are created with the participation of each citizen, who act as very important connections between nodes. One of the network's main problems is its limited field of action and the necessity of establishing minimum distances between nodes. By means of our project we want to spread the idea of a world connected through the interconnection of thousands of free networks.

Our project's first step is to indicate the presence of a wireless networking node. We place visual marks wherever there is a working free network, and each node in the

Fig. 13. Information floating in air.

network becomes an urban symbol that can be easily identified. This is based on an extension of the idea of *warchalking* [Warchalking 2006], a term developed by Matt Jones that refers to people walking through cities in search of WiFi nodes and leaving a simple chalk drawing that is easy for others to find. In this way people are able to find wireless access points that allow them to connect to the network and even use the Internet (browse the web, send email, etc.) in a public place, without knowing a password, breaking any encryption, or paying any fee.

7.2 Project Description

Real messages and virtual information are connected by the main element of this project: Visible Network Client software which converts the data captured from a network into virtual objects and superimposes them in real time to real space. This software is mainly based on augmented reality technology using MXRToolKit 2006], an Open Source software toolkit developed by the Mixed Reality Lab Singapore, combined with CarnivorePE, which listens to all Internet traffic (email, web surfing, etc.) on a specific network. The union between these two technologies has made possible the system of visualizing the metaphorical representation of the data that is continuously around us. Figure 14 shows relation between markers and data visualization.

The MXRToolKit is used to develop the tracking part of the system. We adopted the vision-based fiducial tracking approach, where black and white fiducial markers are used to register the virtual objects in the real-time video stream. The Internet traffic data captured by the CarnivorePE program is used to determine the different attributes of virtual objects (the type, size, color, etc.). Figure 15 illustrates the system's operation scheme.

Network project into a compressed software package, and distributed it through the project website under a GNU public license. This tool is very easy to install and use. It can be run on a standard computer with a web camera. People are asked to use different free network markers that they can download from the project website or to design markers themselves to indicate free networks areas. When they look at these marks with a web camera, they can see how the information is coming to them and going to the markers.

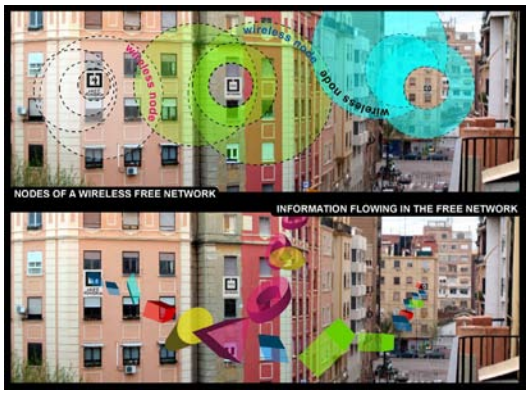
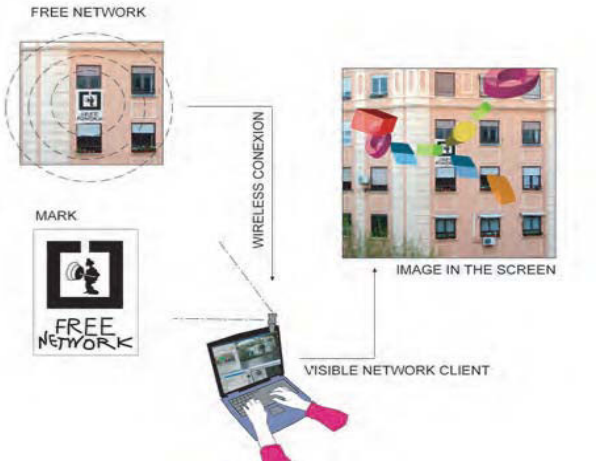


Fig. 14. Relation between markers and data visualization.



Fig, 15. Operation scheme.

With this tool and the ability to identify free network areas, we want to justify and vindicate the free use of public space, both physical and digital. Over the cities' physical structures we propose creating virtual ones, which can show the nodes of a network via the representation of their traces, the invisible forces that make digital information.

A free wireless network is built via the installation of access points and their interconnections distributed throughout the city. If we can represent the connection between these nodes through the representation of digital data, we will obtain a visual map of the digital city, a new layer of routes, junctions, and intersections created by the information as it flows. This new digital cartography changes continuously, showing the interactions between users, the communication between citizens, and the interchange of emotions that link humanity globally.

8. NEW PARADIGMS

In this article we explored the applications of mixed-reality technology for future social and physical interactive entertainment paradigms. Throughout the case studies of the five projects presented here, we show the very broad and significant impact of mixed-reality technology on various aspects of human interactivity with regards to entertainment. On the technological aspect, the various systems incorporate different technologies ranging from the current mainstream, such as GPS tracking, Bluetooth, and RFID, to on-going research issues like vision-based tracking; augmented reality, tangible interaction techniques, and a 3D live mixed-reality capture system. On the conceptual side, the various systems apply mixed-reality technology to entertainment, which allows humans to enjoy it physically and socially in both the real and virtual worlds; whereas the traditional entertainment systems only focus on human audio and visual aspects, which can be unsatisfactory in modern life.

The first system, Magic Land, is designed for social and physical art and entertainment. This system allows users to interact with virtual characters tangibly by moving cups containing the characters around the table overlaid with a digitally created setting. Moreover, the system can capture users in 3D and render their 3D live images in

the cups, so that users can interact tangibly with their or their friends' 3D live avatars, which leads to a special kind of self-reflection and offers a new form of human interaction.

Human Pacman, based on the original Pacman video game, is an outdoor gaming system where players take the role of Pacman and Ghost physically, and interact in a physical-virtual environment through custom-built wearable computers. It was one of the first systems to bring traditional computer games into the real world. Human Pacman emphasizes the importance of physical activities and human-to-human relationships for future entertainment systems. It is an important demonstration of the power of the mixed-reality concept in entertainment.

After Human Pacman, this article presents an interactive garden system, Kyoto Garden, like Magic Land, is also designed for social and physical art and entertainment. It is based on the idea of using augmented-reality technology with the garden design therapy, and demonstrates mixed reality and tangible interaction techniques that help to enhance our therapeutic perception and interaction with the virtual world.

As a across-section of haptics, cybernetics, tangible interaction, and remote communication, Poultry Internet is a human-computer-pet interaction system that transfers the human contact via the Internet to the pet, and simultaneously transfers the pet's motion in real time with movements of the physical doll. This system emphasizes and enhances the human-pet relationship, which is severely underestimated in our modern society.

Whereas Kyoto Garden enhances human perception of the virtual world, FNVN enhances our perception of the real world. By using mixed-reality technology, the system makes visible all the invisible digital information that flows everywhere in our environment. It has the potential to create a visual map of the invisible digital city, a new layer of routes, junctions, and intersections created by the flow of information.

8.1 Similarity Analysis

From descriptions of the various systems in this article, we find that there are many similarities across the five systems: physical gaming, social gaming, tangible interaction, immersive feeling, haptics, ubiquitous computing, and mixed-reality technology. The analysis of the similarities is described below. Table I shows all the similarities in the systems and briefly describes how they work in each system. Figure 16 diagrammatically ties all the systems together in terms of their similar features.

8.1.1 *Physical Interaction.* In *Magic Land*, players physically move cups containing the characters to interact with both the captured human and the virtual characters around the table, which is overlaid with a digitally created setting.

Human Pacman: Players physically role-play the characters of Pacmen and Ghost. Dressed in wearable computers, they use free bodily movements as part of the interaction between each other, between the real and virtual worlds, and among objects in the real wide-area landscapes and virtual environments.

Kyoto Garden: As in everyday interactions with the environment, the user can pick up, move, drop, or delete the virtual objects by physically using a virtual paddle, instead of a conventional mouse or keyboard.

Poultry Internet: Users can physically touch dolls to make contact via the Internet with the pet and simultaneously transfer the pet's motion in real time to move the physical doll.

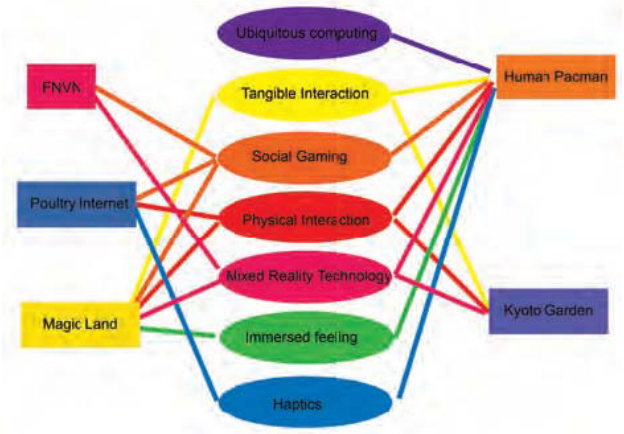


Fig. 16. Similar features of five systems.

8.1.2 *Social Gaming*. In *Magic Land,* players can actively play the role of a main character in an interactive social story, be submerged totally in the virtual environment, and explore the virtual world, while at the same time, in mixed-reality environment, other players can view and construct the virtual scene and new virtual characters to challenge and socialize with the main character.

Human Pacman: Players interact directly with other players when they are in physical proximity to each other, or indirectly via the Wireless LAN network via real-time messaging. There is a perfectly coherent networked social contact among players in both the real and virtual worlds, as well as throughout their boundaries. People from around the world can participate in the Human Pacman experience by viewing and collaborating in real time over the Internet with physical Human Pacmen and Ghosts who are immersed in the physical real-world game.

Poultry Internet: Users can physically touch dolls to contact the pet via the Internet and simultaneously transfer the pet's motions in real time via the movements of the physical doll. There is a perfectly coherent networked social contact between user and pet in both the real and virtual worlds.

FNVN: The new digital cartography will always be changing, displaying social interactions between users, communication between citizens, and interchange of emotions, linking humanity globally.

8.1.3 *Tangible Interaction*. Using the tangible interaction and the 3D live human capture system in Magic Land, our system allows users to manipulate the captured **3D** humans in a novel manner, picking them up and placing them on a desktop, and being able to "drop" a person into a virtual world using the user's own hands.

Table I.. Similarities Analysis

	Magic Land	Human Pacman	Kyoto Garden	Poultry Internet	FNVN
Physical Interaction	√	√	√	√	
Social Gaming	√	√		√	√
Tangible Interaction	√	√	√		
Immersed Feeling	√	√			
Haptics		√		√	
Ubiquitous Computing		√			
Mixed Reality Technology	√		√		√

Human Pacman: Throughout the game, people interact in a tangible manner. For example, players must physically find and pick up objects to obtain virtual powers, and tap the shoulders of other players to devour them.

Kyoto Garden: As in everyday interactions with the environment, the user can pick up, move, drop, and delete virtual objects by physically using a virtual paddle, instead of a conventional mouse or keyboard. For example, a user can use paddles to pick up a virtual tree, move it to a sand garden and then drop it from the paddle. The whole procedure is a tangible interaction between the virtual object and the user.

8.1.4 *Immersive Feeling*: In *Magic Land,* our system can capture users in 3D and render their 3D live images in the cups, so that users can interact tangibly with their or their friends' 3D live avatars. This leads to a special kind of self-reflection and immersive feeling in the game.

Human Pacman: Players physically role-play the characters of Pacmen and Ghost; with Wearable Computers donned, they use free bodily movements as part of interaction between each person, between the real and virtual world, and among objects in the real wide area landscapes and virtual environments. They easily feel that they are inside the game.

8.1.5 *Haptics*. Since the *Human Pacman* system offers physical interaction between users, it can also offer physical haptic feeling to users.

Poultry Internet: Users can physically touch the dolls to contact the pet via the Internet. The pet wears a special costume with vibrators, so that whenever the doll (or the virtual 3d live view) is touched, the action goes via the Internet to the pet's costume, the vibrators are activated, and the pet feels fondled. Both users and pets can have a haptics experience.

8.1.6 *Ubiquitous Computing*. In *Human Pacman,* everyday objects throughout the environment have a seamless real-time fantasy digital world link and meaning. There is automatic communication between wearable computers and Bluetooth devices embedded in certain physical objects used in game play.

8.1.7 *Mixed-Reality Technology*. In *Magic Land,* users can see real and virtual environments simultaneously via the HMD.

Human Pacman: There is coherent networked social contact among players in both the real and virtual worlds, as well as throughout their boundaries.

Kyoto Garden: Same as in the Magic Land system, users can see real and virtual environments simultaneously via the HMD.

FNVN: In a real environment like the famous city of Tokyo, people can see virtual and colorful objects flying in the sky that represent digital data transformed among citizens

8.2 Holistic Overview

Since the beginning of the home computer era in the late 1970s, the term computer entertainment has mostly been used as a synonym for computer or console games [Magerkurth et al. 2004]. Seven similarities among our various research systems (for entertainment) became apparent after similarities analysis; but these are very different than traditional computer games, which are rather isolated and conservative since even nowadays most games are based on traditional multiplay and Internet connections. This is owing to the limitations of the traditional computer interfaces like the keyboard, mouse, and screen. We strongly believe that the seven features of our systems, based on social and physical interactive paradigms with a mixed-reality technology, will have high impact on the next generation of entertainment games.

8.2.1 *The Social Experience.* A first and obvious addition to the traditional paradigm is the notion of a social experience. Most of today's computer entertainment games are designed for multiplay, They are attractive because they offer players an opportunity to compete and cooperate. However, due to the limitations of traditional human/computer interfaces, social interaction is still not an integral part of the entertainment experience.

For example, with traditional games, players cannot interact with each other in a natural fashion, but communicate via the computer screen or microphone. All their interactions are implemented by a keyboard, mouse, or joy-controller. Thousands of human interactions such as gestures, physical movements, tangible touch, and eye contact are totally lost. However, these problems will be ameliorated in the next generation of entertainment systems described in this article. For instance, in the Human Pacman system, players physically role-play the characters of Pacman and Ghost. By using wearable computers, players make physical gestures and movements as part of interacting with each other.

The social experience is not just about providing multiplayer experiences where the user's can compete and collaborate with each other, but also have to further augment the strong emotional involvement among the players by introducing direct social face-to-face interactions and new interfaces between the players and the virtual domain which can be found in the systems described in the paper.

8.2.2 *Physical Interaction* provides psychological insurance that players will effectively immerse themselves in the virtual world. Players should keep a mental model of the action in the real world when they jump into the virtual environment. In traditional games, players use a keyboard, mouse, or joypad to perform actions in a game that are not the same as in the real world. Thus physical interaction should be a fundamental element for next-generation entertainment. The highly dynamic nature of computer simulation and the sensible use of the entertainment technologies' audio and visual capabilities can potentially provide much more immersive and richer gaming situations than traditional technologies ever could.

Entertainments like Human Pacman can bring players into physical proximity with each other, so they can interact and help regain lost their natural interactions. This is a definite advantage, since humans enjoy being together physically and interacting socially [Bowlby 1983]. Entertainment systems should reflect this compelling fact.

For the next generation of computer games, we propose an entertainment application that is an augmented traditional game with social and physical elements. With social and physical interactive paradigms, the new hybrid application will open a new era for computer entertainment.

9. CONCLUSION

In this article we argue that entertainment is a key driver in the development of technology, and propose using embodied social and physical interactions between humans, to produce novel, interactive, computer mixed-reality entertainment. Social and physical interactive paradigms for mixed reality involve elements of ubiquitous computing, tangible interfaces and interaction, as well as social computing. They also provide, in addition to incorporating the sociological organization of interactive behavior, the opportunity to interact and entertain through and with the environment, rather than interacting only on a desktop computer with keyboard and mouse. Thus, with social and physical interactive paradigms, people can easily play with and entertain each other via computers in the real and virtual worlds. Humans as physical beings can now actually become situated inside the computational world.

We discussed the technical background of social and physical interactive paradigms, and then provided research examples where the users interacted both socially and physically by computing within a physical environment. Moreover, these activities take place in the context of an environment. Using 3D graphical objects, tangible interaction, and 3D sound, we show that ubiquitous computing allows the manipulation of objects in physical space to interact with 3D digital information. For these systems, the computer is embedded in the activity in such a way that the user interacts with the environment, and physical objects themselves become the interface.

REFERENCES

ASSOCIATION, E. S. 2002. Essential facts about the computer and video game industry. Online: http://www.theesa.com/pressroom.html.

BOWLBY, J. 1983. *Attachment and Loss, Vol.* I: *Attachment*. Basic Books, New York, 1983.

CHEOK, A. D., FONG, S. W., GOH, K. H., YANG, X., LIU, W., FARZBIZ, F., AND LI, Y. 2003. Human pacman: A mobile entertainment system with ubiquitous computing and tangible interaction over a wide outdoor area. In *Proceedings of the Fifth International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 209 – 223.

CHEOK, A. D., FONG, S. W., GOH, K. H., YANG, X., LIU, W., AND FARZBIZ, F. 2003. Human pacman: A sensing-based mobile entertainment system with ubiquitous computing and tangible interaction. In *NetGames Second Workshop on Network and System Support for Games*, 106 – 117.

CHEOK, A. D., XU, K., LIU, W., TEO, H. S., TEO, S. L., LEE, S. P., KATAI, O., KAWAKAMI, H., AND NOTSU, A. 2004. Mixed reality media for social and physical interaction. In *Proceedings of* the *International Conference on Artificial Reality and Telexistence*, 79 – 84.

CHEOK, A. D., GOH, K. H., LIU, W., FARBIZ, F., FONG, S.W., TEO, S. L., LI, Y., AND YANG, X. 2004. Human pacman: A mobile, wide-area entertainment system based on physical, social, and ubiquitous computing. *Personal Ubiquitous Comput. 8* (2004) , 71 – 81.

CHEOK, A. D., TEO, H. S., AND TEO, S. L. 2004. Does pacman need a helper? Analyzing experience of physical and social interactivity in a mixed reality entertainment environment. In *Proceedings of the CHI 2004 Conference.*

CHEOK, A. D., XU, K., LIU, W., NOTSU, A., AND KATAI, O. 2005. Ubiquitous human media for interactive sandplay therapy. In *Proceedings of the Second International Workshop on the Ubiquitous Home* (Sept. 2005).

CRAWFORD, C. 1998. Live: What a concept! Networked games. *Digital Illusion* (1998), 241 – 248.
DOURISH, P. 2001. *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
FARBIZ, F., CHEOK, A. D., WEI, L., ZHIYING, Z., KE, X., PRINCE, S., BILLINGHURST, M., AND KATO, H. 2005. Live three-dimensional content for augmented reality. *IEEE Trans. Multimedia 7*, 3 (June 2005), 514 – 523.
FREENETWORK. 2006. Online: http://www.freenetworks.org.
HALL, W. 1994. Ending the tyranny of the button *IEE Multimedia* (1994), 60 – 68.
ISHII, H. AND ULLMER, B. 1997. Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, 234 – 241.
LEE, S. P., FARBIZ, F., AND CHEOK, A. D. 2003. Touchy.internet: A cybernetic system for human-pet interaction through the internet. *SIGGRAPH Sketches and Application* (2003).
LEE, S. P., FARBIZ, F., AND CHEOK, A. D. 2004. A humanpet interactive entertainment system over the internet. In *Proceedings of the International Conference on Entertainment Computing.* 509 – 512.
MAGERKURTH, C., ENGELKE, T., AND MEMISOGLU, M. 2004. Augmenting the virtual domain with physical and social elements:Towards a paradigm shift in computer entertainment technology. *Comput. Entertainment 2* (2004).
MANDRYK, R. L. AND INKPEN, K. M. 2001. Supporting free play in ubiquitous computer games. In *Proceedings of the Workshop on Designing Ubiquitous Computing Games* (UbiComp 2001, Oct. 2001).
MXRToolkit. 2006. Online: http://sourceforge.net/projects/mxrtoolkit/.
SCHATTEN-JONES, E. 2002. Psychological well-being and day-to-day social interaction among older adults. *Personal Relationships 9* (2002), 57 – 71.
NGUYEN, T. H. D., QUI, T. C. T., XU, K., CHEOK, A. D., TEO, S. L., ZHOU, Z., MALLAWAARACHCHI, A., LEE, S. P., LIU, W., TEO, H. S., THANG, L. N., LI, Y., AND KATO, H. 2005. Real time 3d human capture system for mixed-reality art and entertainment. *IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics* (Nov. – Dec. 2005), 706 – 721.
PRINCE, S., CHEOK, A. D., FARBIZ, F., WILLIAMSON, T., JOHNSON, N., BILLINGHURST, M., AND KATO, H. 2002. 3d live: Real time captured content for mixed reality. In *Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (ISMAR 2002), 7 – 13.
SCHULZRINNE, H., CASNER, S. L., FREDERICK, R., AND JACOBSON, V. 1996. Rtp: A transport protocol for real-time applications. Internet Engineering Task Force, Audio-Video Transport Working Group (Jan. 1996).
STAPLETON, C. B., HUGHES, C. E., AND MOSHELL, J. M. 2003. Mixed fantasy: Exhibition of entertainment research for mixed reality. In *Proceedings of the International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 354 – 355.
SUCHMAN, L. 1987. *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press, 1987.
WARCHALKING. 2006. Online: http://www.warchalking.org.
WEISER, M. 1991. The computer for the twenty-first century. In *Scientific American*, 94 – 104.
XU, K., CHEOK, A. D., LIU, W., LEE, S. P., TEO, S. L., TEO, H. S., AND KATO, H. 2005. Mixed reality human centered media for social and physical interaction and entertainment. In *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction*, vol. 6.
ZHANG, Z., AND SHAN, Y. 2001. State of the industry report. available at: http://www.theesa.com/pressroom.html.

Received November 2005; accepted January 2006