

Informe final del proyecto



Interfaces en Ambientes de Realidad Virtual (iReal 2011-2012)

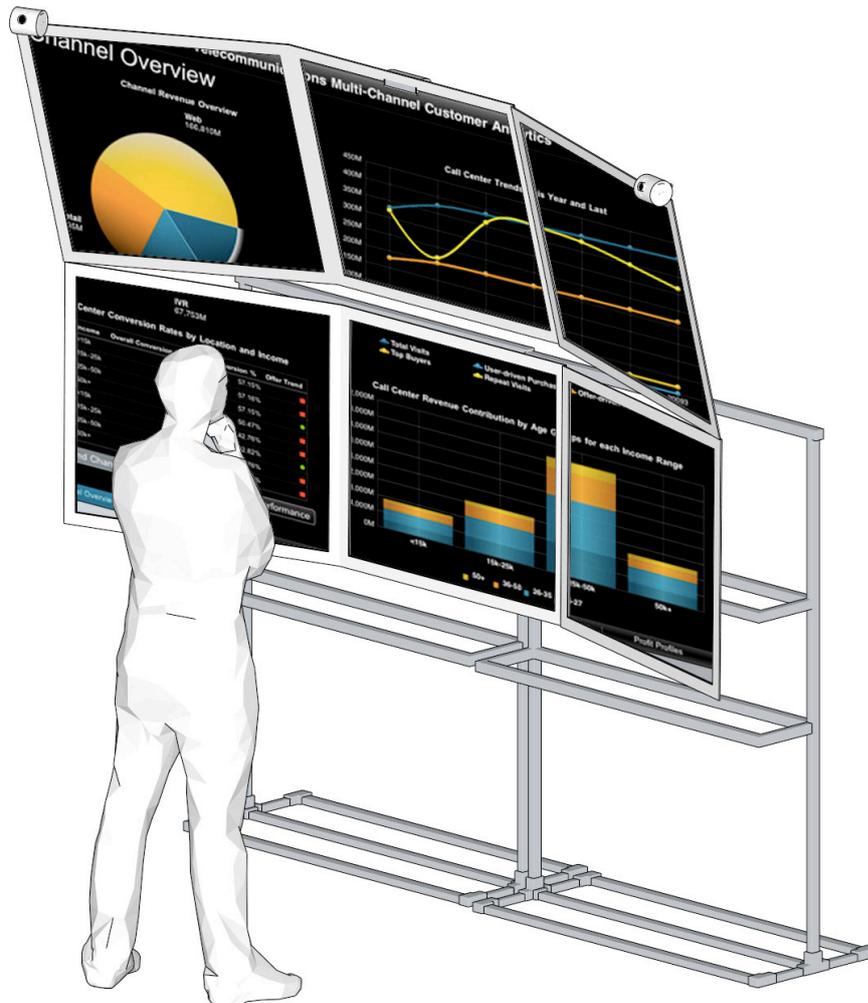


Tabla de contenido

1. Introducción	4
2. Metodología	5
3. Resultados	6
4. Discusión y conclusiones	6
4.1 Desarrollo de la interface	6
4.1.1 Definición de la tecnología y la interface	6
4.1.2 OpenGL.....	8
4.1.3 Visualización del puente piloto.....	8
4.1.4. Desarrollo de interface para visualización del puente	10
4.1.5 Publicación de la aplicación de visualización	13
4.2 Comunicación entre “cave” y iPad.....	14
4.3 Pruebas de 3D Alioscopy	16
4.3.1 Desarrollo de una demostración .play.....	16
4.3.2 Generación de formatos 3D-alioscopy en tiempo real.....	17
4.4 Instalación del hardware	18
4.4.1 Soporte para múltiples displays por tile	20
4.4.2 Trabajo con OpenGL para visualizar en 3D	20
4.4.3 Desarrollo en de una demostración en 3D alioscopy	21
5. Actividades de divulgación.....	22
5.1. Participación en el 5to encuentro de investigadores.....	22
5.2 Entrevista en el financiero.....	23
5.3 Entrevista en canal 9	23
5.5 Artículos.....	23
6. Limitaciones o problemas encontrados.....	24
7. Bibliografía	25

Autores y direcciones

Ph.D Franklin Hernández Castro (frank.hernandez.castro@gmail.com), Escuela de Diseño Industrial

Ph.D Jorge Monge Fallas (coordinador:jomonge@itcr.ac.cr), Escuela de Matemática

Ph.D. José Castro Mora, Escuela de Computación

Ing. Milton Villegas Lemus, Escuela de Computación

Ing. Luis Alexander Calvo Valverde, Escuela de Computación

Resumen

El objetivo de iReal era desarrollar la tecnología para dotar al TEC de una instalación de realidad virtual. Para el proyecto se tenía que definir una estrategia sobre el uso y el desarrollo de los elementos de la interface, del software y hardware necesarios para proyectar en tiempo real ambientes tridimensionales en los que se pueda experimentar fenómenos espaciales de forma que el usuario esté inmerso en el ambiente ya sea física o virtualmente.

Estas interfaces tridimensionales están muy poco desarrolladas en el mundo. Al inicio del proyecto varios integrantes del grupo eScience (incluyendo a los investigadores Franklin Hernández y José Castro) visitaron en marzo del 2010 el encuentro PRAGMA¹ 18 en San Diego California. En esta visita se pudo observar el estado del arte en varios países de los más avanzados en esta área, entre ellos Estados Unidos, Canadá, Japón, India y Corea entre otros.

La parte de hardware del área está muy adelantada, sin embargo, el problema que persiste radica en la visualización de información (en alta resolución) en forma de ambientes tridimensionales virtuales y aun más crítico: la manipulación de esos sistemas.

Los métodos: uno de los aspectos importantes en este proyecto era la definición de la tecnología. Se decidió por un sistema Tiled Display Wall (TDW) para la visualización de datos científicos en forma de "cave" (cueva) y los display tipo Alioscopy tecnología autoestereoscópica (3D sin lentes).

El otro aspecto importante era el desarrollo de la interface. Para ello utilizamos las herramientas de desarrollo que utilizan las aplicaciones para OS X sistema operativo de Apple y el iOS5 sistema operativo de las iPads y iPhone. Esta decisión se basó principalmente en el hecho de que este sistema es el más maduro del mercado en el uso extensivo de gestos y por tanto la parte de la investigación que se desarrolló sobre estos sistemas touchscreens se vió beneficiada por esta condición. Además el elemento base para el desarrollo de la interface fue el proyecto de eBridge.

Por último tenemos el apartado que tiene que ver con el "cave", configuración del cluster y el desarrollo de contenido 3D de Alioscopy. En este caso, la configuración final se realizó a través de Rocks 5.4 (una versión de linux) y se utilizó Chromium (una versión del sistema optiPortal) para desplegar los sistemas de visualizaciones complejas escritas en OpenGL para la presentación de la ilusión de tridimensionalidad en el "cave".

Resultados: A nivel de hardware, se logró la instalación de un laboratorio de visualización científica "cave", con tecnología de punta. A nivel de interface, se logró desarrollar una aplicación para iPhone y iPad disponible en App Store de Apple llamada **iReal**, para controlar el "cave". Además la aplicación incorpora la funcionalidad de comunicarse con el "cave" a través de un socket de forma inalámbrica.

A nivel, específicamente del cluster y el desarrollo de contenido 3D. Se logró desarrollar un producto con contenido 3D, sobre Windows, utilizando un plug-in de Alioscopy para Cinema4D™.

En el caso de contenido 3D de Alioscopy para Rocks 5.4, se logró incorporar los protocolos necesarios para Alioscopy y generar una aplicación autoestereoscópica. Esta aplicación trabajó sobre el cave utilizando 4 displays simultáneamente.

Conclusión: El objetivo de tener un laboratorio de visualización científica con el potencial de generar un ambiente inmersivo se logró. El desafío siguiente parece claro, desarrollar aplicaciones para la visualización de información en este ambiente, proveniente de resultados de otros proyectos.

1 <http://www.pragma-grid.net/>

Palabras calves:

Visualización de información, interfaces inmersivas, realidad virtual, TWD alioscopy

1. Introducción

Este proyecto se encuentra bajo el programa de investigación de eScience y nació como una extensión natural de tres proyectos anteriores realizados por dos de los investigadores (Jorge Monge y Franklin Hernández), a saber: Visualización Tridimensional de Información Jerarquizada, Refinamiento de algoritmos en árboles de conos y Sistemas de interfaces intangibles. Todos estos proyectos giran alrededor de la visualización de estructuras complejas en ambientes virtuales. Además el investigador José Castro (quien no ha estado relacionado con los proyectos citados), ha estado trabajando en “super computing”, usando esta tecnología para montar un sistema de cálculo en clúster de computadoras que ya le ha permitido generar simulaciones de fenómenos naturales como las dispersión de cenizas del Volcán Irazú (proyecto inter-universitario Ceniza Irazú). Este trasfondo de capacidad de cálculo es lo que se necesita para poder visualizar las cantidades de información que requería este proyecto. Por esta razón la unión de la experiencia de la escuela de computación con su clúster y las dos escuelas que hemos trabajado en visualización por años (Diseño y Matemática) son la evolución natural de esta temática. Además el proyecto pretendía generar una plataforma que sirviera de base de visualización para otro proyecto de eScience: Predicción remota de fallas en puentes: “eBRIDGE” o bien otros proyectos consolidados como el Atlas Digital.

Este proyecto exploró nuevas posibilidades de interfaces tridimensionales, aspecto que está muy poco desarrollado en el mundo. Como mencionamos anteriormente, varios de los integrantes del grupo eScience (incluyendo a los investigadores Franklin Hernández y José Castro) visitaron el año anterior 2010 el encuentro PRAGMA² 18 en San Diego California. En esta visita se pudo observar el estado del arte en varios países de los más avanzados en esta área, entre ellos Estados Unidos, Canadá, Japón, India, Corea, etc.

La parte de hardware del área está muy adelantada, sin embargo, el problema que persiste radica en la visualización de información (en alta resolución) en forma de ambientes tridimensionales virtuales y aun más crítico: la manipulación de esos sistemas.

Se debe anotar que de los muchos profesionales, escuelas y universidades de todo el mundo que visitaron el encuentro en San Diego, ninguno venía del área de “Diseño de Interfaces” y por supuesto ninguno había investigado esta área en específico, lo que se observa claramente en la debilidad de las interfaces usadas.

El TEC de Costa Rica, lleva más de 8 años trabajando en proyectos conjuntos con las escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Matemática y Computación, y creemos que tiene una ventaja estratégica en este campo en específico. Por lo que podría dar una alternativa viable que sea acogida no sólo en la institución, sino también en el mismo grupo PRAGMA, generando así una contribución de importancia y renombre.

En el tecnológico se está trabajando en muchas investigaciones actualmente, sin embargo, el componente de visualización de datos, resultado o monitoreo de los resultados es siempre un área débil de los mismos. Es decir, al interno de nuestra institución se repite el patrón encontrado en el mundo. Este proyecto se convierte en una solución de interface que permita manejar intuitivamente ambientes tridimensionales aplicables a prácticamente toda la generación de información de los proyectos de investigación, desde visualizaciones geo-referenciadas en ingeniería agrícola hasta configuraciones de encimas en biotecnología.

² <http://www.pragma-grid.net/>

Actualmente ningún país en la región (Centroamérica y el Caribe) cuenta con un sistema que pueda visualizar grandes cantidades de información con la resolución necesaria y en tiempo real para toma de decisiones, como con la que contamos actualmente en el TEC.

Adicionalmente se puede decir que en el país existe una necesidad creciente de este tipo de sistemas, ejemplos de aplicación inmediata son el monitoreo de sistemas nacionales como el de electricidad, agua, teléfono, tráfico o manejo de riesgos (inundaciones o terremotos por ejemplo). Es decir, instituciones nacionales como el ICE, AYA, MOPT y CNE son solo algunos de los posibles ejemplos de aplicación inmediata de estos sistemas.

2. Metodología

Desde el punto de vista metodológico se desarrolló cada objetivo en forma secuencial con la idea de poder cumplir uno por semestre.

Primer semestre: Diseñar e implementar los circuitos de conexión del laboratorio

En esta primera etapa se definió el equipo exacto que se necesitaba para armar el laboratorio con el que se realizaron las pruebas de las hipótesis de diseño en las etapas posteriores. Las tareas como identificar exactamente cuáles equipos se necesitan, el armado físico, la conexión eléctrica y de datos de cada componente. Por supuesto que las cotizaciones y trámites asociados a las compras formaron parte de esta etapa.

Segundo semestre: Desarrollar el software de procesamiento y comunicación de datos

Esta etapa tiene que ver con la conexión lógica de los componentes. Por las características del equipo elegido, este llegó al país al final del primer año de ejecución. Una vez con el equipo en el laboratorio se procedió a identificar el software adecuado para la escala del laboratorio, lo mismo que realizar las modificaciones para personalizarlo a las necesidades y condiciones de nuestra institución. La opción que la literatura nos ofrecía era el "OptiPortal" desarrollado por la Calt2 (DeFantia, Leighb, Renambotb, Jeongb, Verlob, 2009), sin embargo, después de muchas evaluaciones se decidió optar por otras posibilidades.

Paralelamente se definió el ambiente para trabajar la realidad virtual, los investigadores han generado buena experiencia en LINGO 3D, ActionScript y Processing como ambientes en los que se pueden desarrollar interfaces tridimensionales, sin embargo, al final después de un proceso de evaluación se optó por iOS y en consecuencia por dispositivos como iPhone y iPad como alternativas para el desarrollo de interfaces.

Tercer semestre: Diseñar e implementar la interface para control del ambiente virtual

En este segundo año del proyecto se empezó finalmente a trabajar en el diseño de la interface de control del ambiente tridimensional. Este es un proceso típico de diseño y desarrollo, y se caracteriza por que los investigadores primero realizan una fase conceptual en la que se discuten muchas posibilidades, luego estas posibilidades son evaluadas tanto desde el punto de vista de la viabilidad tecnológica como de su comportamiento de campo. ¿Funcionan?, ¿son lo suficientemente intuitivas?, ¿se ofrece al usuario control suficiente en el ambiente?

Finamente se realizó la selección del primer grupo de herramientas que se le ofrecería al usuario del sistema para el control del ambiente de realidad virtual.

Cuarto semestre: Desarrollar una aplicación específica para probar el funcionamiento del sistema

Ya en esta etapa se desarrolló una primera aplicación con contenido 3D para Windows. Para esta aplicación se aprovechó y se desarrolló un video demostrativo en 3D con las características más importantes de los proyectos del grupo de investigación eScience.

Además paralelamente se trabajó en el desarrollo de una aplicación con contenido 3D que corra sobre Rocks y con la capacidad de ser desplegado en el "cave".

3. Resultados

En una investigación de orden tecnológico el resultado es el sistema funcionando, el sistema funciona en su totalidad con todos los requerimientos que se establecieron al inicio del proyecto. De este modo el sistema desarrollado actualmente cuenta con los siguientes componentes en plena función:

1. Plataforma de interface a través de una aplicación que corre en sistemas móviles como iPad y iPhone.
2. Sistema de conexión entre la plataforma móvil y el cluster de control
3. Sistema de despliegue de los datos de visualización en forma de punto de vista múltiple que pueda ser interpretado por los displays Alioscopy
4. Sistema de distribución de la imagen en el "cave" (tipo optiPortal)

El sistema se presentará ante ante la comunidad en los próximos meses y se detallará sobre las potencialidades y posibilidades de uso, especialmente para otros proyectos dentro y fuera del TEC.

4. Discusión y conclusiones

Como se ve, el uso de ambientes de simulación a gran escala pueden ser de mucha utilidad para una gran variedad de investigaciones. Muchas de las cuales sería mucho más difícil de hacer (a veces imposible) sino se cuenta con la capacidad de cálculo y visualización de este tipo de facilidades.

Además muchos fenómenos son más fáciles de analizar y comprender cuando se pueden mostrar en simulaciones a escala natural, contando con un nivel de detalle que permita deducir el comportamiento del sistema. Con ello se puede, no solo dar soporte a los investigadores, sino también a la docencia de la ciencia y la ingeniería.

En el proyecto iReal estamos motivados por compartir estos conocimientos y facilidades con la comunidad científica y ponerlos al servicio del TEC y del país.

4.1 Desarrollo de la interface

4.1.1 Definición de la tecnología y la interface

Por las características del proyecto en el cual se establece el desarrollo de un ambiente de realidad virtual, fue necesario tomar decisiones en dos aspectos fundamentales: la tecnología y la interface. En el siguiente esquema se muestran tanto las posibilidades de tecnologías disponibles como de interfaces.

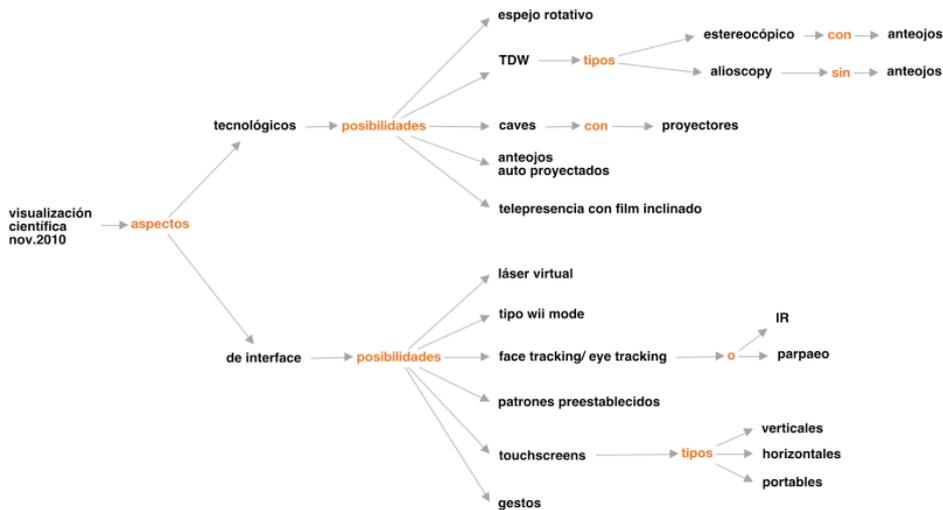


Fig. 1 Panorama de posibles interfaces y tecnologías disponibles

Después de un análisis cuidadoso en cuanto al costo y la factibilidad de estas posibilidades, se decidió:

1. En el caso de la interface utilizar *touchscreens*, con la posibilidad de utilizar tanto de escritorio como *portables*. Para esto se aprovecharían los sistemas iOS que corren sobre móviles de Apple®.
2. En el caso de la tecnología se decidió por un sistema Tiled Display Wall (TDW) para la visualización de datos científicos en forma de "cave"(cueva) y se estableció una configuración general para el ambiente de realidad virtual como muestra la figura:

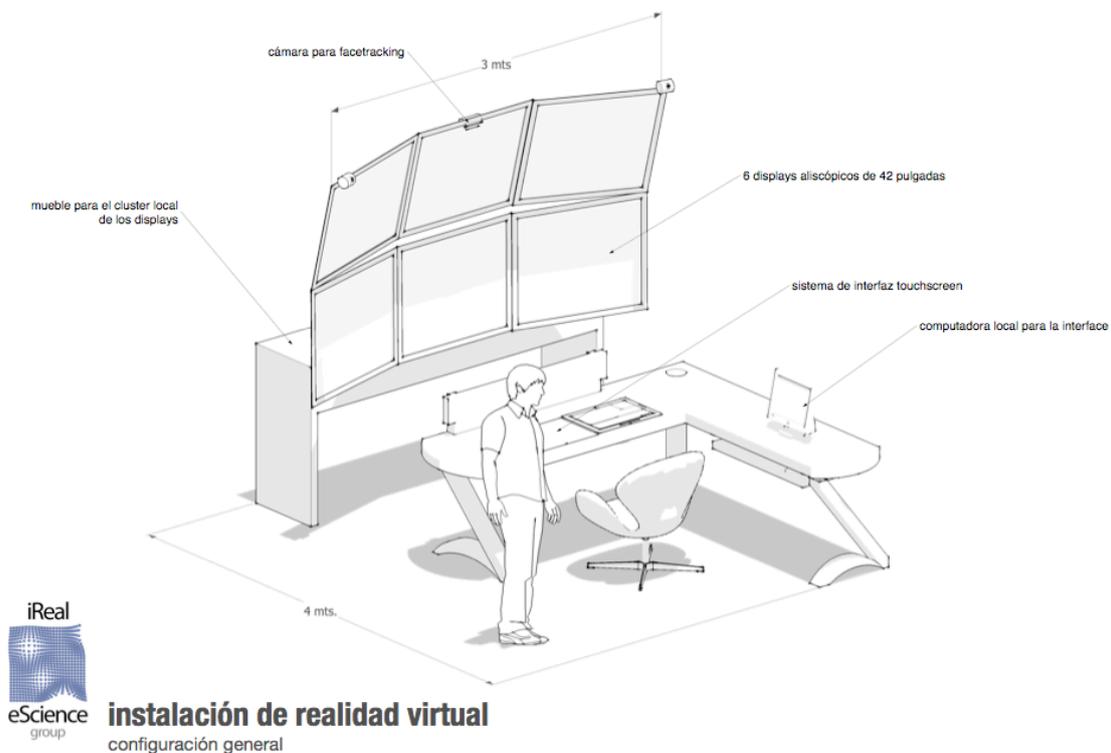


Fig. 2 Configuración general de laboratorio que se necesita para desarrollar las interfaces



instalación de realidad virtual
configuración general

Con respecto a la visualización de los datos, se revisó la tecnología disponible en función de los alcances del proyecto y se decidió utilizar tecnología autoestereoscópica (3D sin lentes), en particular los monitores de la tecnología **alioscopy**. Aunque originalmente el TDW iba a estar formado por una matriz de 4x3 de displays de 32", al final se optó por una matriz de 3x2 con displays de 42" lo que genera un área mayor a la propuesta anteriormente pero un costo menor y una implementación más simple.

4.1.2 OpenGL

La visualización de los objetos tridimensionales en el ambiente iPad y iPhone se realizó a través del estándar OpenGL ES, que es el dialecto de OpenGL que se usa en Objective-C. Así que se empezó por desarrollar el ambiente 3D en los dispositivos móviles y generar rotaciones y traslaciones en ese ambiente.

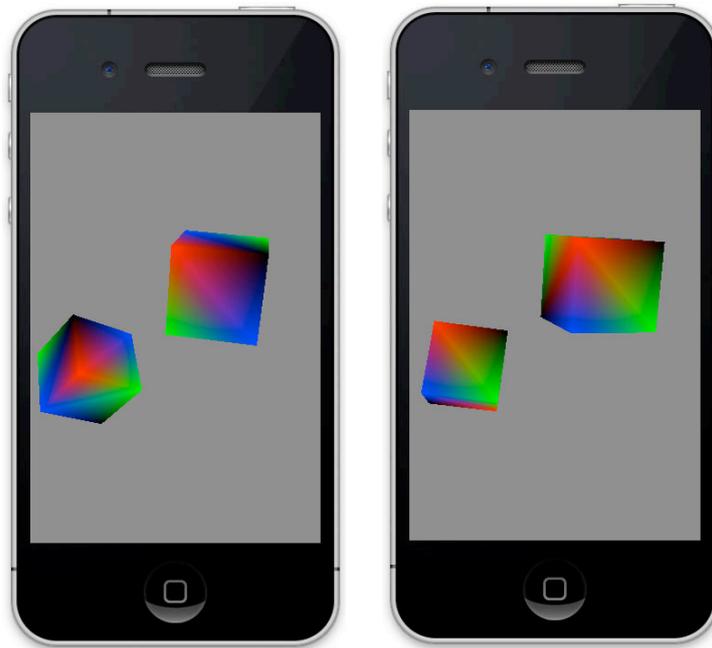


Fig. 3. Primeros desarrollos de sólidos en el ambiente OpenGL ES

4.1.3 Visualización del puente piloto

El siguiente paso fue la visualización del puente piloto que se está usando en el proyecto **eBridge** del programa **eScience**. El trabajo aquí fue la investigación de cuáles datos y en qué formato harían posible combinar los datos de un proyecto para ser usados en el otro.

Después de un arduo trabajo de prueba y error se definió trabajar como se aclara a continuación:

Los datos fueron exportados por eBridge en sketchUp® que es el programa de visualización de Google®.

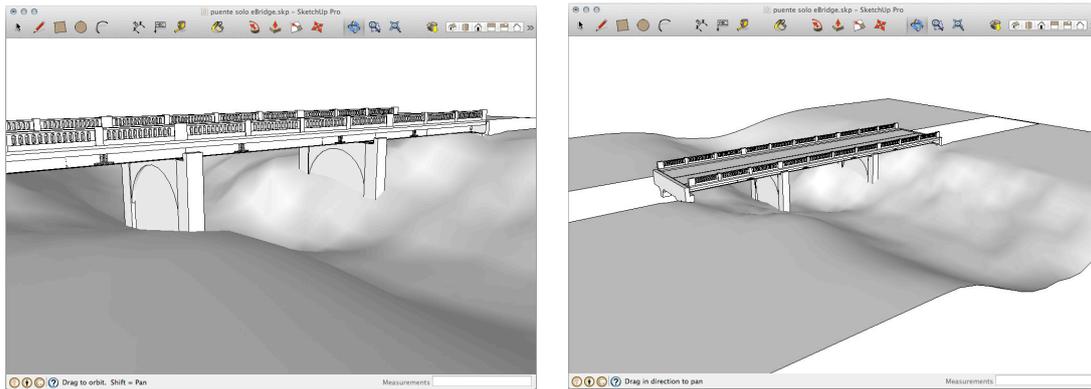


Fig. 4. Datos originales ofrecidos por el proyecto eBridge y visualizados en sketchUp

A partir de este ambiente fue posible exportar los datos en formato .obj. Este formato es capaz de visualizarse en múltiples plataformas, sin embargo, no en lenguaje C nativo ni en objective-C.

Por esta razón se hizo necesario continuar investigando las posibilidades de traducción de formatos tratando de lograr una traducción “limpia” de los datos entre plataformas.

Una vez estando los datos en .obj se encontraron varias opciones, la más cómoda era usar el software Cheetah3D³ que es capaz de importar datos complejos en tres dimensiones con texturas en .obj y exportarlos a formato C nativo. Sin embargo, eso requería de la compra del software, que a pesar de que es de bajo costo (\$100), no se tenía el dinero en el centro de costo correcto y por lo tanto la compra no fue posible.

Se continuó con la búsqueda y se encontró que para traducciones de datos pequeños, un portal francés⁴ ofrece el servicio gratuito. Con esta herramienta en línea y tomando en cuenta que solo es posible una cantidad limitada de datos nos dimos a la tarea de separar los datos en grupos. De este modo se definieron 4 grupos específicos:

- El terreno: con todas sus irregularidades topográficas reales
- La carpeta de asfalto: debido a que se piensa que es útil poder eliminarla temporalmente de la visualización para ver detalles debajo de ella.
- El río: con su nivel de agua acostumbrado
- El puente: con sus detalles estructurales

A cada uno de esos grupos de datos se le desarrolló un formato específico que pudiera ser leído en objective-C.

³ <http://www.cheetah3d.com>

⁴ <http://en.jeffprod.com/obj2opengl.php>

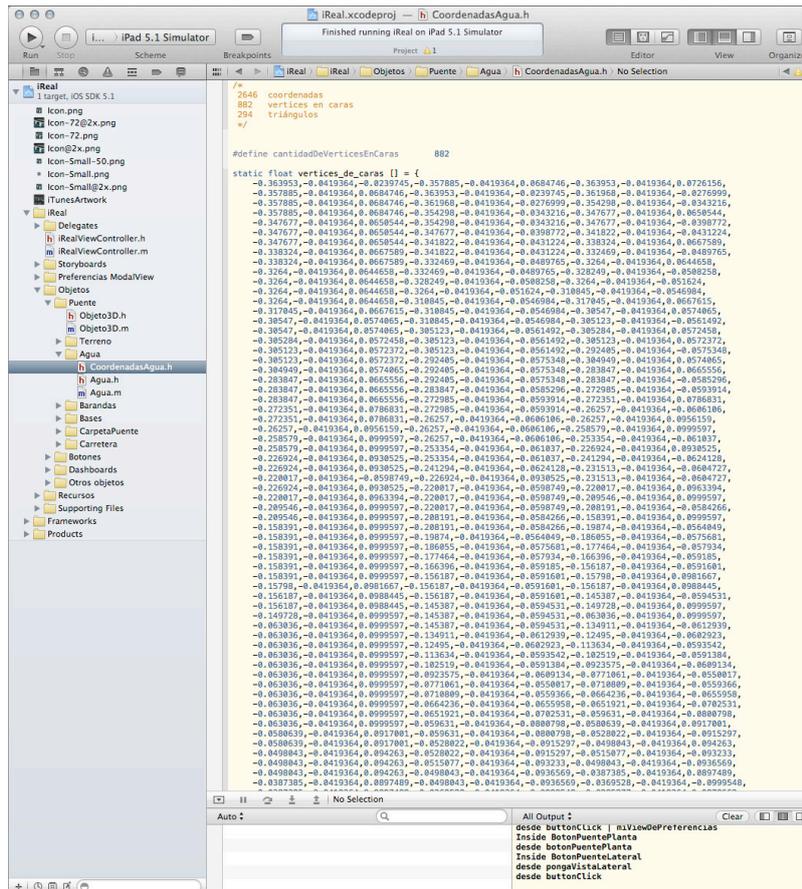


Fig. 5. Coordenadas del espejo de agua del río ya en Xcode en formato C nativo.

4.1.4. Desarrollo de interface para visualización del puente

A partir de este paso la investigación se enfocó en el desarrollo de la interface de visualización. En este caso la interface es sencilla pues no se desea, en esta etapa del proyecto, desplegar datos específicos de comportamiento sino solamente la geometría tridimensional del puente.

Después de una investigación general, en la que se analizaron algunas de las aplicaciones de manejo de objetos 3D de mayor relevancia hoy en iPad, se definió cómo trabajar la interface específica.

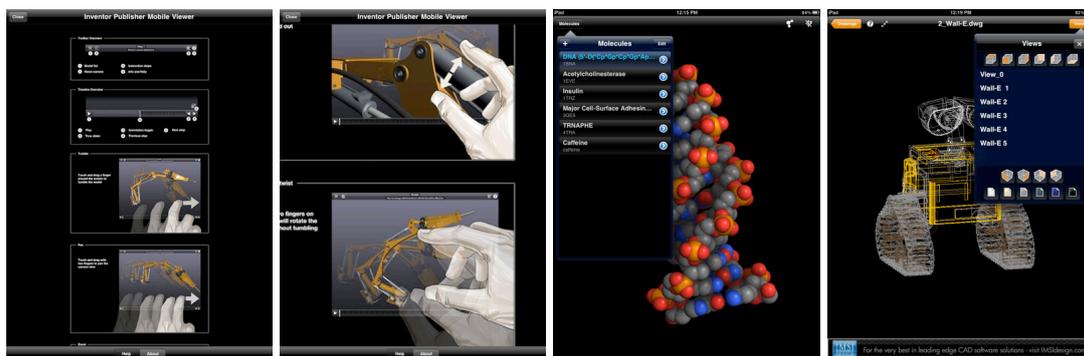


Fig. 6. Algunas de las imágenes del estudios de aplicaciones con interfaces 3D en iPad

Con estas ideas se procedió a definir la interface. La parte de navegación se definió a través de gestos. Utilizando algoritmos de navegación 3D desarrollados en el proyecto del BioVisualizador, se procedió a usar la técnica de "la esfera de navegación" [HM05] para definir el modo en que el usuario navega a través del modelo.

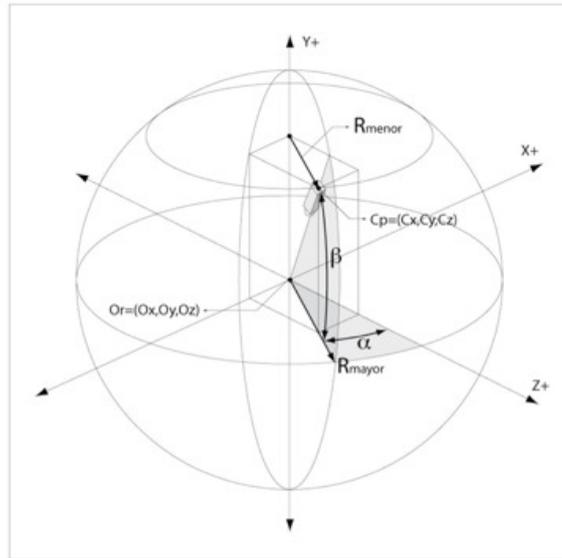


Fig. 7. Diagrama de la estrategia de navegación en espacios tridimensionales: "la esfera de navegación"

Esta vez los gestos sustituyeron el uso del *mouse* y las teclas, la rotación se definió a través del "pan" o arrastre de un dedo a través de la pantalla y el zoom se definió a través del gesto "pinch-in" y "pinch-out" que consiste en "pellizcar" hacia adentro o hacia afuera la pantalla.

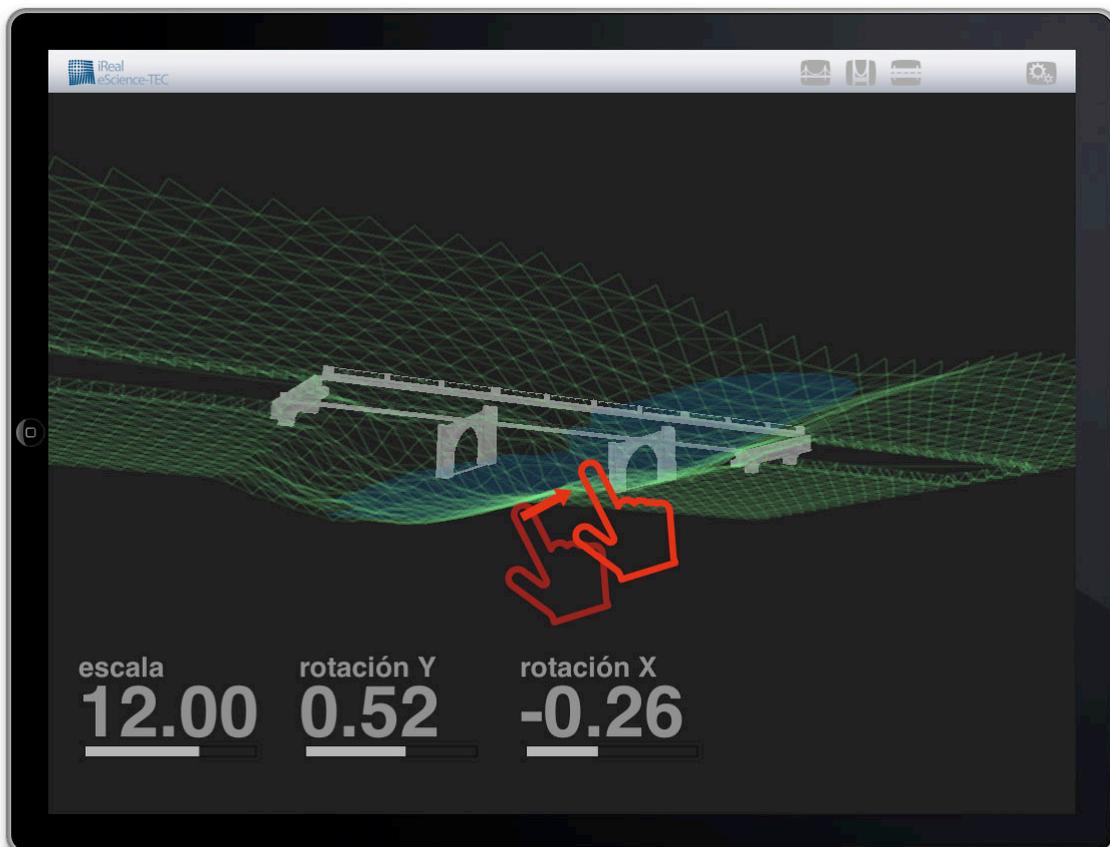


Fig. 8. Uso del gesto "pan" para rotar el modelo en el iPad



Fig. 9. Uso del gesto "pinch-out" en el iPhone , para alejar el punto de vista (zoom-out)

Además se definió una ventana con herramientas que permitan visualizar los diferentes componentes del modelo en forma independiente. Así, si se desea, se puede ver solo el puente, o el terreno o cualquier combinación de los 4 componentes que se definieron con anterioridad.



Fig. 10. Ventana de visualización de los componentes del sistema mostrando como se oculta el terreno

También existe la posibilidad de hacer las líneas del terreno más o menos fuertes, esto debido a que en pruebas de usabilidad se encontró que en ambientes muy iluminados a veces las líneas topográficas muy finas no eran visibles.

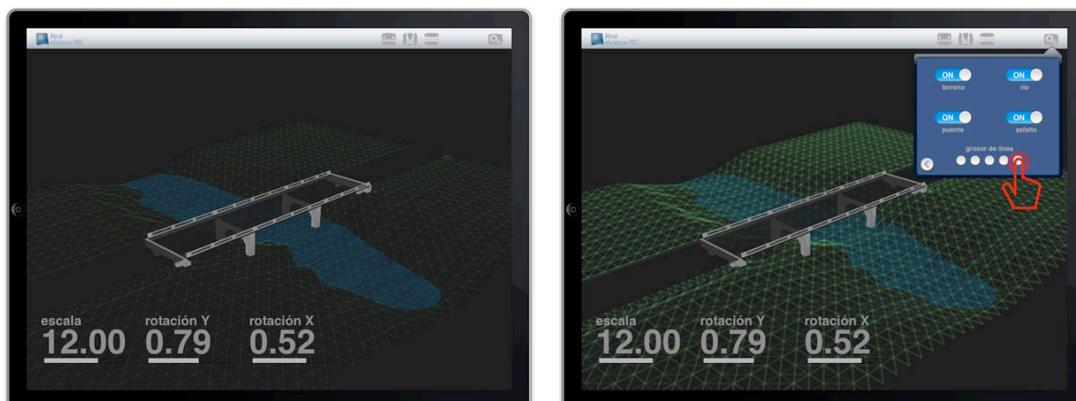


Fig. 11. Ventana de visualización mostrando como se cambia el grosor de las líneas topográficas.

La interface contempla además que sea posible cambiar rápidamente de una vista a otra en el sistema ortogonal estándar, esto mediante unos botones en la barra superior. En este mismo sentido es posible ver el factor de escala y los ángulos de rotación (en radianes), que se despliegan en la parte inferior de la pantalla. Así se pretende dar completo control a usuario sobre la posición y modo en que desea ver los objetos.



Fig. 12. Figura mostrando el modo en que se navega entre las vista ortogonales, además se puede ver como cambian los ángulos reportados en la parte inferior de la pantalla.

4.1.5 Publicación de la aplicación de visualización

Con esta aplicación lista se decidió publicarla en el iTunes store® (la tienda de Apple® a nivel mundial), esto se tubo que hacer desde la cuenta personal del investigador Franklin Hernández-Castro pues el acceso a la cuenta desde el tecnológico no es aun posible. Se espera que en el futuro así sea.

De este modo cualquier usuario de iPad y/o iPhone en el mundo, puede bajar la aplicación y usarla. Además el nombre del proyecto se puede buscar y el resultado será encontrar la aplicación desde cualquier parte del mundo.

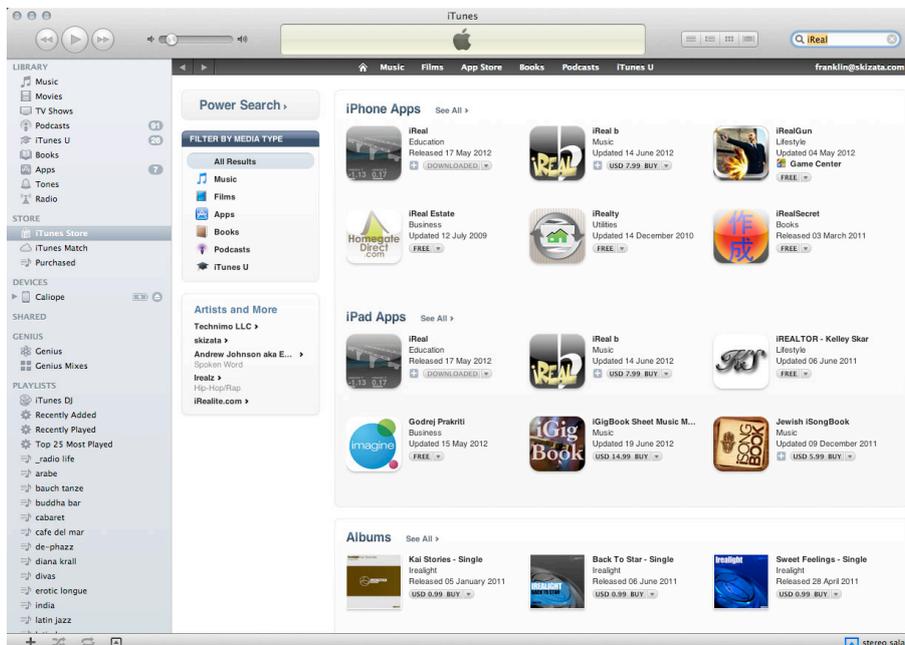


Fig. 13. Imagen mostrando el resultado de la búsqueda de las palabras “iReal” en el iTunes store®, como se ve, la aplicación del proyecto sale de primera.

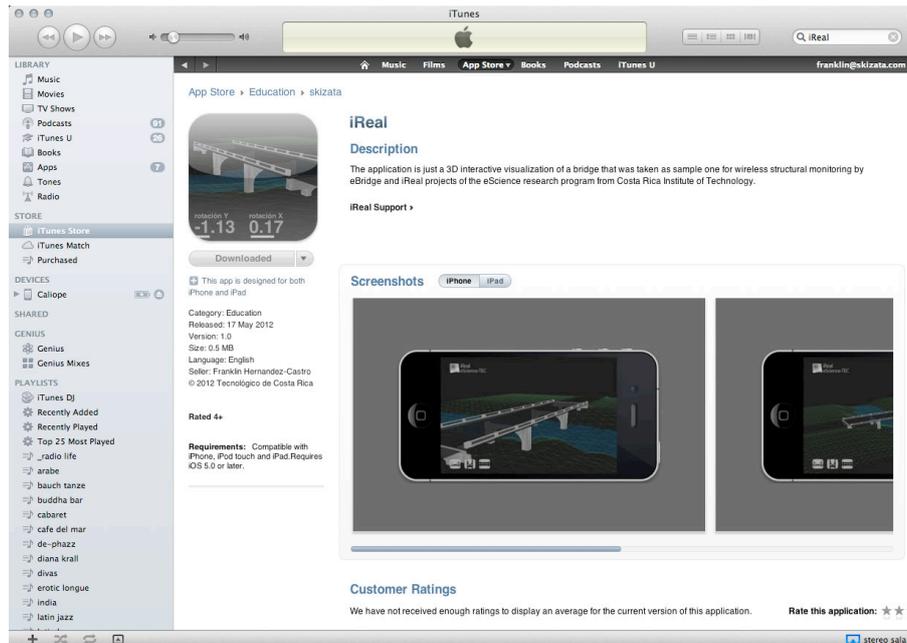


Fig. 14. Imagen mostrando cómo se presenta la aplicación en el iTunes store®.

4.2 Comunicación entre “cave” y iPad

Dentro de la arquitectura del proyecto se tienen dos módulos fundamentales: la interface desarrollada para ser ejecutada desde un iPad o iPhone y el “cave” compuesto por los display Alioscopy integrados a través de un cluster y controlado por una nodo madre. La comunicación entre estos dos módulos es fundamental (figura 15). Revisando las tecnologías disponibles se decidió implementar la comunicación a través de un Socket.

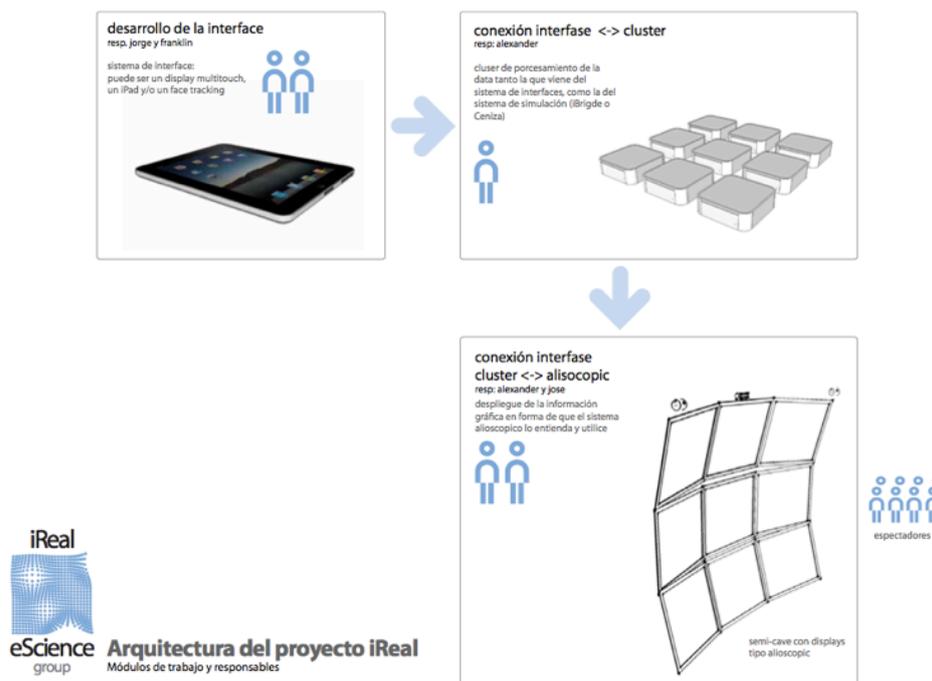


Fig. 15. Imagen arquitectura de comunicación del proyecto iReal

Un socket es una herramienta que nos permite transferir datos de forma bidireccional, permitiendo implementar una arquitectura cliente-servidor. La comunicación debe ser iniciada por uno de los programas que se denomina programa "cliente". El segundo programa espera a que otro inicie la comunicación y responde a la petición, por este motivo se denomina programa "servidor".

En principio la interface a través del iPad únicamente enviará información al servidor y no se espera retroalimentación. En nuestro sistema el proceso de comunicación se puede ver como el diagrama de la figura 16.

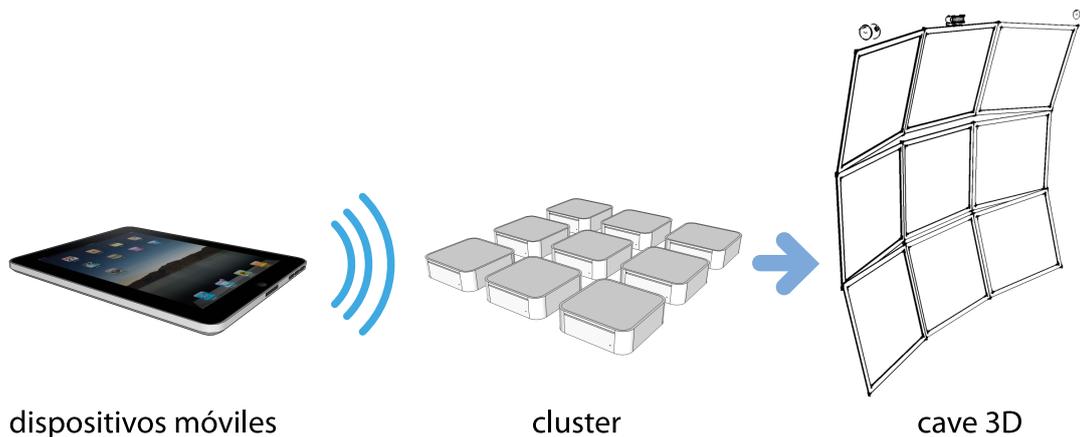


Fig. 16. Proceso de comunicación entre la interface y el cave

Cada lado se identifica por una combinación de dos elementos: la dirección IP y el puerto. La primera identifica un ordenador, y el segundo está conectado a un proceso.

En el caso de iOS la comunicación se establece a través de la clase `NSStream`, sin embargo esta tiene el problema de que no puede conectarse a un host remoto, que es exactamente lo que se requiere en esta aplicación, para ello se ocupan objetos de la clase `CFStream`. La solución es establecer un puente entre `NSStream` y `CFStream` a través de una tercera función: `CFStreamCreatePairWithSocketToHost`.

La función `CFStreamCreatePairWithSocketToHost` es la función específica que permite unir dos stream a un host y un puerto. La siguiente es la función y sus parámetros

```
CFStreamCreatePairWithSocketToHost(NULL, (CFStringRef)@"172.19.16.216", 15557, &readStream, &writeStream);
```

En las siguientes funciones se establece el "puente" entre las clases `NSStream` y `CFStream`:

```
self.streamEntrada = (__bridge NSInputStream *)readStream;
self.streamSalida = (__bridge NSOutputStream *)writeStream;
```

Otro de los métodos fundamentales en este proceso de comunicación es el delegado:

```
-(void)stream:(NSStream *)aStream handleEvent:(NSStreamEvent)eventCode
```

Con este método se manejan diferentes eventos como comprobar la conexión, recepción de mensajes, comprobación de problemas durante la conexión y para cerrar el stream cuando el servidor pierde la conexión.

El mensaje que se envía a través del socket desde el iPad es un `NSString` el cual lleva información de variables relevantes en el proceso de interacción. La siguiente línea muestra la forma del mensaje:

```
mensaje=[[NSString alloc] initWithFormat:@"Arriba: %f xcamara: %f ycamara: %f zcamara: %f", arribaZ,xCamara,yCamara,zCamara];
```

4.3 Pruebas de 3D Alioscopy

4.3.1 Desarrollo de una demostración .play

Como parte de la investigación acerca de la visualización 3D en los sistemas alioscopy se desarrolló una animación sobre los proyectos de eScience. Para este desarrollo lo primero fue el concepto, es decir se trabajó la animación en forma de bocetos y se corrigió la duración y la información de lo que se deseaba transmitir.

La animación se pensó para el público en general así que no debía tener ninguna información demasiado técnica y además se debía de transmitir en forma simple la idea de los proyectos y su utilidad. A continuación se muestra el storyboard de la animación.

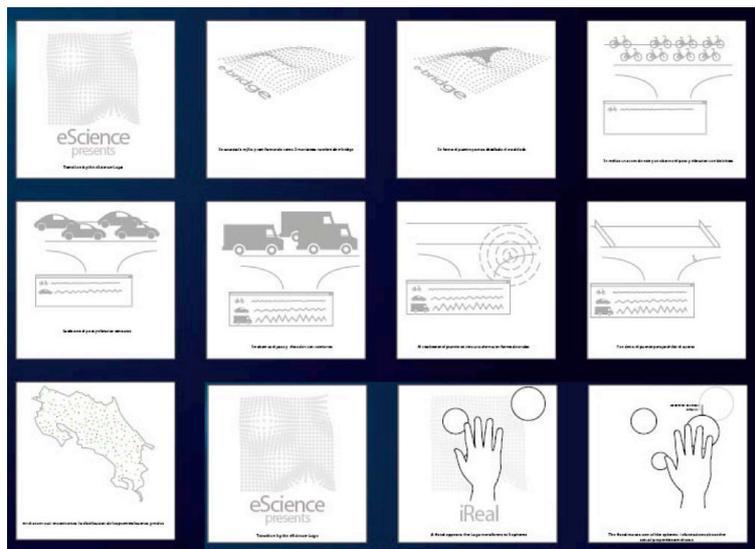


Fig. 17. Storyboard mostrando las primeras ideas de la animación.

Después de este paso se trabajó la animación en la herramienta digital, en este caso se seleccionó Cinema 4D™, esto debido a que este software y 3D Max, eran los únicos que ofrecían la posibilidad de conectarlos más tarde con los sistemas de visualización más sofisticados que se usan en nuestro laboratorio.

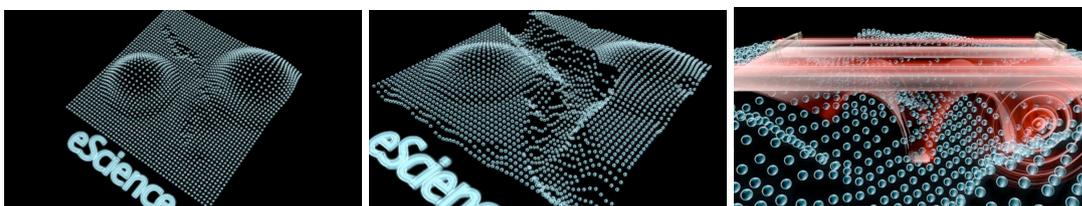


Fig. 18. Algunas imágenes mostrando parte de las animaciones desarrolladas para investigar la traducción a 3D alioscopy®

Con la animación lista, se trabajó en traducir esta animación al formato 3D alioscopy. Esta es la técnica que se usa para que se pueda visualizar la información en 3D real sin anteojos.

Este formato implica generar una animación en la que cada uno de los 24 frames por segundo deben contener 8 puntos de vista. En este caso, por tratarse de un caso exploratorio se generó usando una herramienta propietaria pero instalando un plugin específico con este propósito.

De este modo se generó una animación en formato *.play* (que es el formato nativo de alioscopy), vale la pena agregar que esta es la primera vez que se desarrolla este tipo de formato en el proyecto y en el país.

El resultado es una animación en un formato de video especial que permite ver los elementos en 3D sin necesidad de usar anteojos en un solo display.

4.3.2 Generación de formatos 3D-alioscopy en tiempo real

Concluida esta etapa se procedió a la programación de la generación de imágenes 3D (es decir en 8 puntos de vista simultáneos) en tiempo real. Para esto es necesario que la animación en OpenGL genere los 8 puntos de vista y estos se ensamblen en una sola imagen, esta imagen la toma el programa, la parte en los ocho cuadros y la visualizara como una sola, traslapando todas la 8 imágenes cada una en su canal respectivo.

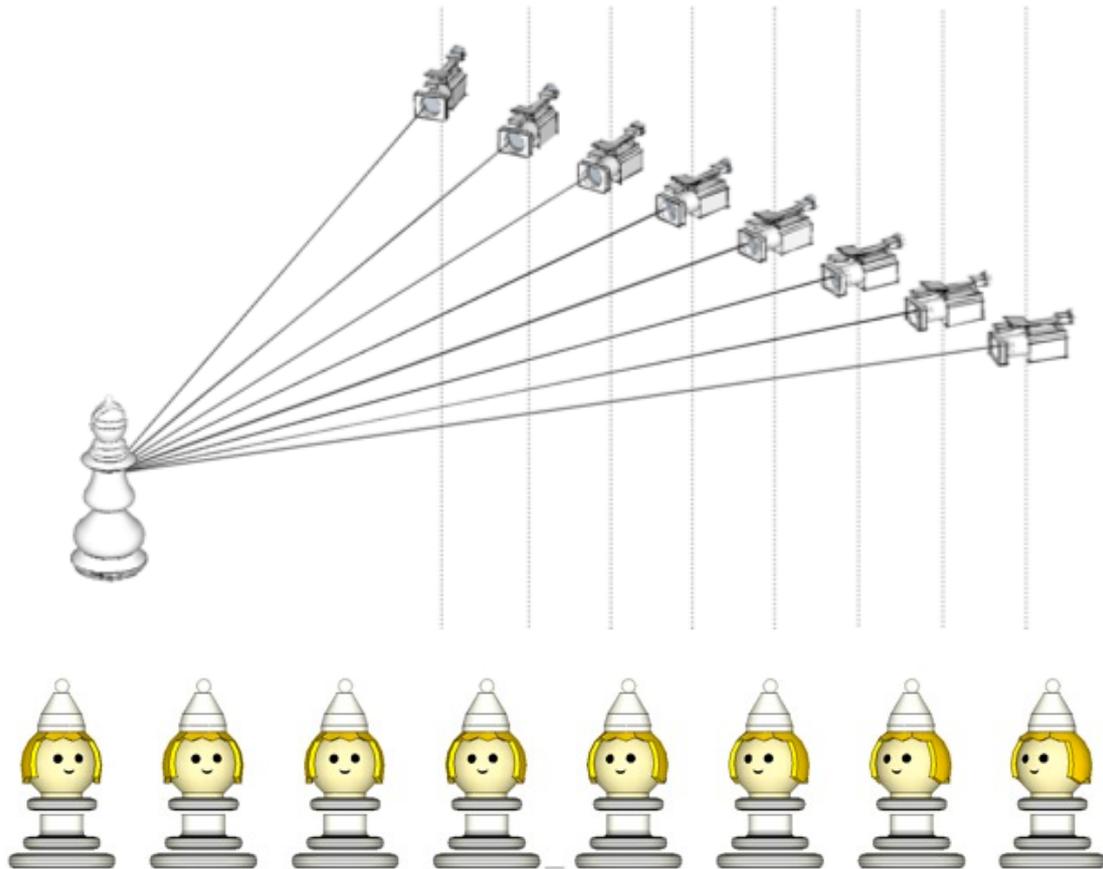


Fig. 19. Diagrama de la estrategia de generación de imágenes en 8 vistas para desplegarse en 3D alioscopy®

Esta imagen es tomada por los display y visualizada de tal modo que los ojos de los espectadores ven una imagen distinta en cada uno y así tengan las sensación de tridimensionalidad.

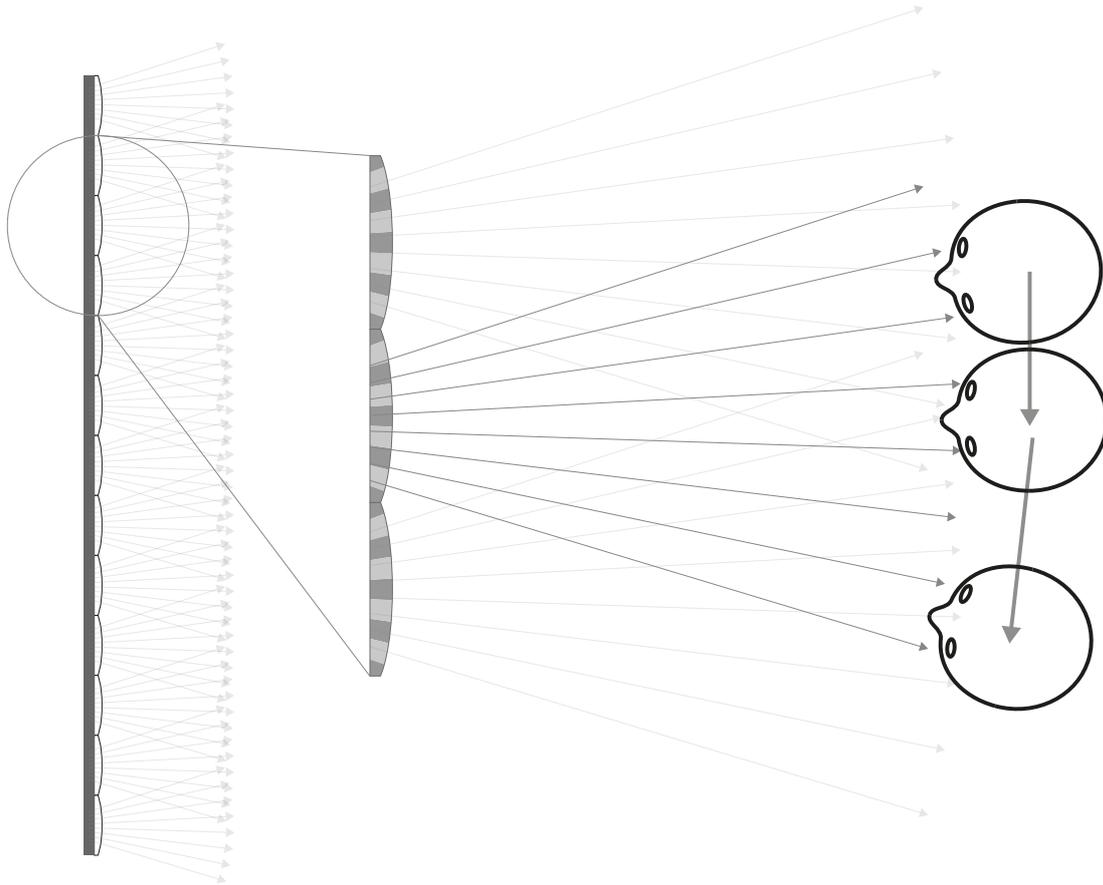


Fig. 20. Diagrama del modo en que cada imagen llega a los ojos de cada observador

4.4 Instalación del hardware

En caso del hardware, se realizó la configuración de cada uno de los nodos o unidades inteligentes que rigen cada display por separado, la conexión misma con los display y la instalación del "cave". En las figuras se muestran algunas partes de la configuración y la configuración final.



Fig. 21. Monitores Alioscopy instalados



Fig. 22. Perfiles metálicos que soportan los monitores instalados y Rack para contener las computadoras y el switch instalado



Fig. 23. Instalación del "cave" y su superficie de trabajo

4.4.1 Soporte para múltiples displays por tile

A partir de esta instalación se procede a definir el modo en que, a través del software se distribuyen la imágenes múltiples en cada uno del "cave" llamado tile.

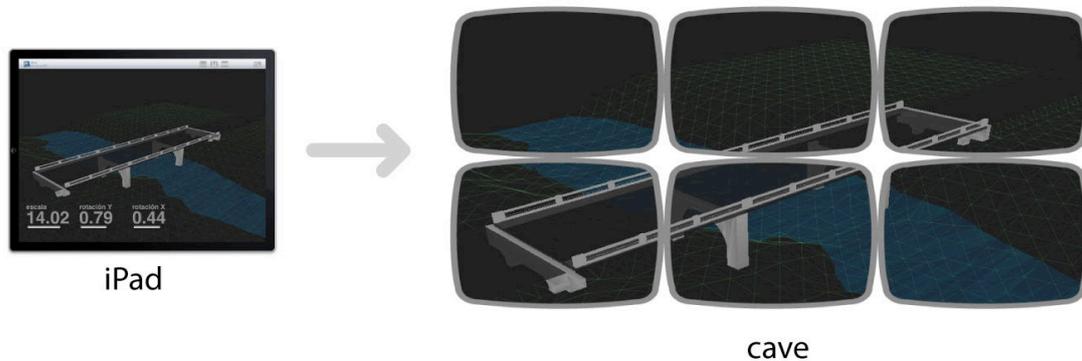


Fig. 24. Diagrama mostrando la estrategia tipo Tile de visualización de la información

Por omisión rocks utiliza la configuración de un display por tile.

4.4.2 Trabajo con OpenGL para visualizar en 3D

Teniendo el hardware instalado y configurado, lo que procedió fue empezar a realizar las pruebas para mostrar en los monitores Alioscopy las aplicaciones en 3D.

OpenGL (Open Graphics Library) es una especificación abierta que define un API (Application Program Interface) que sirve para escribir aplicaciones que producen gráficos en 2D ó 3D.

El desarrollo de aplicaciones en OpenGL en general si es bien conocido, pero la generación de aplicaciones de este tipo de instalación logrando que se visualicen en 3D directamente (sin anteojos) en los monitores Alioscopy es lo que se investigó con éxito.

Se generó la imagen conjunta que incluye los 8 puntos de vista simultáneamente (el Shader) para las aplicaciones que se mostrarán en los monitores Alioscopy. Este una herramienta que se generó, que se ejecuta en el hardware gráfico para procesar vértices y ejecutar las tareas de rasterization⁵.

Como se ha dicho, esta tecnología requiere en tiempo real 8 vistas provenientes de 8 distintas cámaras para cada frame, con este insumo la interface puede producir una sola imagen final que el monitor 3D Alioscopy puede usar. Los 8 puntos de vista son combinados en una textura en memoria y esta textura es alimentada al Shader para que los entrelace.

Los pasos para producir una salida en tiempo real son:

- Crear 8 cámaras con frustums asimétricos que producirán las 8 vistas.
- Ejecución de los cálculos por frame (animaciones, física, etc).
- Enviar cada una de las 8 cámaras a un área específica en una textura específica.
- Enviar un plano flat, y usar la textura y el shader para crear la imagen final.

⁵ Rasterization: proceso por el cual se dibuja, o se llenan los pixeles entre cada uno de los vértices para hacer las líneas

4.4.3 Desarrollo en de una demostración en 3D alioscopy

La demostración desarrollada en 3D, durante el proyecto corresponde al ejemplo de (SphereWorld) que se puede ejecutar desde Visual Studio en Windows o con la utilización de comandos de consola en sistema operativo Linux. Esta demostración se encuentra compuesta por varias esferas estáticas repartidas en la pantalla y en el centro de estas, un anillo que rota y al cual rodea una esfera que simula la órbita de un cuerpo celeste (ejemplo: la luna), también se aprecia la superficie sobre la que se encuentran las figuras y un fondo que tiene una presentación correspondiente al proyecto.

La idea con esta demostración es generar en forma propia y en tiempo real un ejemplo que permita al espectador experimentar la sensación de inmersión tridimensional y al equipo validar la tecnología desarrollada hasta el momento.



Fig. 25. Imagen la demostración en tiempo real con 8 puntos de vista simultáneos en 4 displays

5. Actividades de divulgación

5.1. Participación en el 5to encuentro de investigadores

Como actividad complementaria, el proyecto expuso en el 5to encuentro de investigadores en el mes de abril del 2012. Para esta ocasión se desarrolló un stand que contaba con un soporte especialmente diseñado para soportar uno de los displays alioscopy.

Por primera vez en Costa Rica se mostró esta tecnología que no necesita de ningún otro accesorio para dar la sensación de tridimensionalidad. El interés del público y de los medios de comunicación fue notable de tal modo que fuimos uno de los proyectos seleccionados para la entrevista del canal 6 y 11, para el noticiero de la noche.



Fig. 26. Imágenes del stand en el encuentro de investigadores mostrando el soporte y el display 3D



Fig. 27. Investigador Jorge Monge siendo entrevistado por Repretel en el encuentro.

5.2 Entrevista en el financiero

El 29 de abril del 2012 salió una entrevista sobre los avances del proyecto en el periódico el financiero. Además en la edición digital ⁶ de ese mismo día salió un video con las entrevistas, en éstas participaron los investigadores Jorge Monge y Franklin Hernández-Castro además del representante del vicerrectoría Rolvin Salas.



Fig. 28. Imágenes del video en línea.

5.3 Entrevista en canal 9

Además el proyecto fue seleccionado por el noticiero Hoy del canal 9 como de interés. Para esta ocasión se hicieron dos entrevistas una el 1ro de junio en el laboratorio del proyecto en la escuela de diseño industrial y otra el 19 de junio en vivo en el estudio del noticiero. Ambas entrevistas fueron pasadas al aire el 19 de junio y están en la versión digital del noticiero.



▪ Fig. 29. Imágenes de las entrevistas en el noticiero Hoy de canal 9 el 19 de junio.

5.5 Artículos

Hasta el momento se cuenta con tres artículos publicados sobre el proyecto:

- Hernández-Castro, F. Monge, J. 2013. **iReal: Posibilidades**. Año 6, Número 16. Enero 2013. Investiga.TEC, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Hernández-Castro, F. Monge, J. 2012. **iReal: Visualización de información**. Año 5, Número 15. Septiembre 2012. Investiga.TEC, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Hernández-Castro, F. Monge, J. 2011. **Flujo de control en iOS**. Tecnología en Marcha. Volumen 25, No. 5. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

⁶ http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2012/abril/29/tecnologia3141545.html

6. Limitaciones o problemas encontrados

Los problemas y limitaciones más importantes están relacionadas con la compra del equipo. La dificultad primera se presenta cuando el presupuesto asignado para los dos años en materia de equipo se nos asigna en su totalidad para el primer año, esto modificó las actividades previstas para los primeros meses dado que el equipo que se requiere para este proyecto es un equipo sofisticado y por tanto la elección del mismo debe manejarse con mucho cuidado.

Otro de los problemas obvios es que resulta imposible saber con anterioridad qué equipo se va a necesitar y por lo tanto no es posible definir al principio del proyecto en qué centros de costos se necesitará el dinero. Esta situación no obligó a hacer modificaciones de presupuesto que por su envergadura nos atrasaron varios meses, no parece lógico pedir en una investigación que se sepa antes del estudio cuál será el resultado de la misma.

Otro de los inconvenientes está relacionado con la logística de cada una de las compras, en especial cuando se trata de compras en el extranjero. En estos casos se debería contar con un especialista en el manejo de compras en el exterior que brinde apoyo directo a los investigadores en situaciones como transporte, seguros, consolidados, etc. aspectos en los que la mayoría de los investigadores no tienen experiencia. La curva de aprendizaje en estos casos es lenta, cara e innecesaria.

7. Bibliografía

- Brown, M., Leigh, J., Renambot, L., Nam, S., Jagodic, R., Hur, H., Long, L. & Jeong, B. SAGE: Scalable Adaptive Graphics Environment Persistent Visualization and Collaboration Services for Global Cyberinfrastructure. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- Chikama, M., Kadobayashi, R., Fukunaga, K. & Shimojo, S. (2010) **Browsing Digital Heritage on an Interactive Tiled Display Wall (I-TDW) with Smartphone Interface**. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- DeFanti, T., Dawe, G., Sandin, G., Schulze, J., Otto, P., Girado, J., Kuester, F., Smarr, L. & Rao, R. (2009). **The StarCAVE, a third-generation CAVE and virtual reality OptiPortal**. FGCS, The International Journal of Grid Computing: Theory, Methods & Applications. 2009. Pages 169-178
- DeFanti, T., Leigh, J., Renambot, L., Jeong, B., Verlob, A. and others. (2009). **The OptiPortal, a scalable visualization, storage, and computing interface device for the OptiPuter**. FGCS, The International Journal of Grid Computing: Theory, Methods & Applications. 2009.
- Fujiwara, Y., Ichikawa, K., Date, S. & Takemura, H. (2010). **A Control Mechanism of Multiple Visualization Applications on SAGE-enabled TDW**. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- O'Hagan, R. & Zelinsky, A. (2000). Visual Gesture Interfaces for Virtual Environments. Co-operative Research Centre for Advanced Computational Systems The Australian National University. 2000
- Lau, C., Levesque, M., Chien, S., Date, S. & Haga, J. (2010). **ViewDock TDW: Rapid Visualization of Virtual Screening Results**. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- Meng, H., Pears, N. & Bailey, C. (2007). A Human Action Recognition System for Embedded Computer Vision Application. Publicado en el 2007 en la IEEE.
- Nirnimesh, Harish, P. & Narayanan, J. (2010). **Garuda: A Scalable, Tiled Display Wall Using Commodity PCs**. Center for Visual Information Technology International Institute of Information Technology Hyderabad, 500032 INDIA. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- Nan, K., Dong, K., Zheng, Y., Li, W., Tilak, S. & Simas, T. **Collaboration Environment for e-Science: Duckling and Applications**. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- Sy, R. (2010). **Visualization and Collaboration: Tiled Display Wall System**. Osaka University. Presentado en Pragma 18. San Diego, 2010.
- Núñez, S., Barrantes, G., Malavassi, E & Brenes, J. (2010). **NG-TEPHRA: Enabling Large-Scale Volcanic Hazard Simulations in the PRAGMA Grid Environment**. PRAGMA WORKSHOP. SAN DIEGO, CA, USA. MARCH 3-4 2010
- Seligmann, D. (2007). **Computer Vision and Art**. Artful Media, Published by the IEEE Computer Society, April-June 2007.