

Una Aproximación a un Sistema de Realidad Virtual Distribuida

Luz Adriana Osorio Gómez
Guillermo Aristizábal Restrepo

Universidad de los Andes
Facultad de Ingeniería
Departamento de Sistemas y Computación
Santafé de Bogotá -Colombia
Carrera 1 # 18 A - 10
Tel: (57) (1) 2869211 - (57) (1) 2824066

Resumen

El presente documento ilustra las ideas básicas de la realidad virtual distribuida, pretende explorar una manera de resolver el interrogante: En qué se debe pensar al momento de distribuir ambientes tridimensionales explorables?. Las ideas se ilustran mediante MILUX: Un ambiente que combina la realidad virtual y el juego en un espacio colaborativo. Milux fue desarrollado usando: Java, Liquid Reality (Browser VRML), apoyadas en la especificación 2.0 de VRML (Virtual Reality Modeling Language).

Palabras clave

Sistemas distribuidos, Sistemas colaborativos, informática educativa, Realidad virtual distribuida.

Introducción

La posibilidad de vivir experiencias en ambientes tridimensionales explorables no es reciente: conceptos como simulación y micromundo datan de los años 1950 y pretenden abarcar el hecho de sumergir al usuario en una experiencia “casi real”, que contemple de la manera más próxima posible los elementos y condiciones que pueden darse en la realidad. El concepto de “realidad virtual en la web” surge en 1994 en la primera conferencia anual de W3, celebrada en Ginebra. [WWW94]. Como producto de estas conversaciones iniciales se libera el VRML (Lenguaje de modelamiento de realidad virtual), el cual pretende ofrecer al usuario la posibilidad de construir espacios tridimensionales, explorables y abiertos. No se trata de crear una buena simulación de una situación real específica; se trata de ofrecer la posibilidad de simular cualquier situación, ofreciendo una estructura, acompañada de un muy buen conjunto de funciones y utilidades que permiten el diseño del mundo y de su posible exploración.

Los ambientes que es posible desarrollar con este tipo de herramientas ofrecen interesantes y variadas posibilidades de exploración. Surge la idea de permitir la presencia de más de un usuario en un mismo mundo, lo cual plantea preguntas como: qué ocurre si ese ambiente es visitado simultáneamente por dos o más personas?, qué se permitiría a cada uno de ellos?, cómo sentirían la presencia de otros usuarios?. Estos interrogantes no son simples de resolver, pero abren nuevas posibilidades que permitirían simular de una manera aún más real el complejo mundo en el cual estamos todos inmersos. El siguiente estudio es una primera aproximación a la búsqueda de respuestas a los interrogantes planteados.

Realidad Virtual

Antes de sumergirnos en la distribución, partamos del concepto de realidad virtual en su forma original.

Se han hecho varios intentos de definición. Retomamos el siguiente como una buena aproximación:

“Una simulación generada computacionalmente en un ambiente tridimensional, en el cual el usuario es capaz de visualizar y manipular interactiva y realísticamente el contenido de dicho ambiente”. [MAT96]

En la conferencia anual de W3 de 1994, se plantearon las siguientes preguntas:

- Definir apariencia, es decir Cómo debe ser la visualización?
- Definir el comportamiento tal como: movimiento, rotación, cambio de color, escalas, etc.
- Definir la distribución, Cómo deben ser compartidos los mundos?

Las dos primeras fueron resueltas respectivamente por VRML 1.0 y VRML 2.0. El tercer aspecto es aún objeto de investigación; dentro de los estudios más completos al respecto se encuentra Living Worlds [LIV97], sin embargo el presente texto es un posible acercamiento.

Entre los conceptos básicos de la realidad virtual que usaremos de aquí en adelante, damos definiciones aproximadas a las planteadas en [MAT96]:

Mundo: Una o más escenas encadenadas técnica y conceptualmente.

Escena: Un conjunto de objetos VRML los cuales están geoméricamente cercanos, ubicados en un contexto específico.

Objeto: Unidad distinguible dentro del mundo.

Avatar: Representación del usuario dentro del mundo. Este nombre tiene un caracter mitológico, pues así se denominaban las diversas “encarnaciones” de los dioses griegos cuando visitaban a los mortales.

Realidad Virtual Distribuída. Qué implicaciones tiene?

La particularidad de la realidad virtual distribuída es que maneja varios usuarios simultáneos, explorando el mismo mundo. Por lo tanto consideramos los siguientes aspectos como relevantes y fueron contemplados en la implementación de MILUX:

- Percepción de los avatars existentes (su posición, orientación, características geométricas y comportamiento) por parte de cada usuario
- Sincronización y actualización en tiempo real a los usuarios de los cambios que se den en el mundo.
- Manejo y distinción de objetos públicos y privados existentes en el mundo. Los públicos son compartidos por los usuarios. por lo tanto su estado debe ser replicado y consistente, lo cual implica manejo de concurrencia, seguridad, sincronización. Por otro lado los privados son locales a cada usuario y su comportamiento no se distribuye.
- Manejo dinámico del mundo: adición y remoción de objetos en tiempo de ejecución. Distribución de éstos nuevos estados.
- Persistencia de los mundos y su estado.
- Comunicación textual entre usuarios(uno a uno, uno a todos, uno a un grupo)
- Autenticación y control de acceso a usuarios.
- Conexión y desconexión de clientes.
- Seguimiento de acciones y comunicaciones.(log de eventos)

Todo lo anterior en un ambiente computacionalmente distribuído, en el cual creemos deben estar presentes aspectos como:

- Transparencia en la distribución para los usuarios y desarrolladores.
- Portabilidad e interoperabilidad de sistemas heterogéneos.
- Consistencia y replicación de servicios.

- Buena respuesta en tiempo.
- Tolerancia y recuperación ante fallas.
- Seguridad y control de concurrencia.
- Manejo de transacciones distribuídas

Estos últimos hacen parte de cualquier sistema distribuido como lo plantea Umar en [UMA93].

Posibles Arquitecturas

Para diseñar la distribución del mundo virtual, existen diferentes posibilidades que pueden resumirse como sigue:

Modelo Centralizado :

Un servidor centralizado tiene el control y almacenamiento del mundo físico simulado, y distribuye esta información a los usuarios. En una topología de estrella.

Ventaja: Consistencia

Desventaja: El tener la información concentrada en un solo lugar puede provocar un cuello de botella no deseado.

Modelo Totalmente Descentralizado :

Cada máquina tiene una copia del mundo físico. Al efectuar cualquier modificación a este mundo, se envía una notificación a los demás para que se actualicen. Es una topología completa.

Ventaja: No hay servidor central que pueda constituirse en cuello de botella.

Desventaja: Para mantener la consistencia es necesario mandar mensajes. Esta opción no es buena cuando se tiene un número grande de usuarios, y mundos que cambien frecuentemente, ya que el intercambio de mensajes puede llegar a ser muy grande y la red puede saturarse.

Modelo Parcialmente Descentralizado:

El mundo se divide en regiones, y hay varias estaciones de trabajo funcionando como servidores de regiones. El punto delicado a tratar es cómo se va a dividir este mundo, es decir, en cuántas regiones, qué van a contener, qué tanto van a manejar, y qué tanto cálculo se va a hacer en estas regiones. La comunicación entre cada región depende de la información que cada una maneja. Topología multicast.

Ventaja: Desacarga el proceso de distribución, pues cada cliente controla una parte del mundo.

Desventaja: Es más complejo el protocolo.

MILUX- Aplicación educativa, colaborativa, lúdica y distribuída en un ambiente virtual. (Aplicación de la arquitectura centralizada)

Dentro del marco del proyecto LUDOMATICA¹ del grupo LIDIE (Laboratorio I + D en informática educativa) de la Universidad de los Andes, se han considerado los ambientes colaborativos como espacios ricos en posibilidades para permitir a los niños la interacción conjunta y desarrollo de habilidades individuales y grupales. Ambientes en los cuales el grupo de niños enfrentan un reto que debe ser resuelto en un espacio preferiblemente lúdico y de aprendizaje, con las posibilidades que deben darse en las actividades colaborativas:

- Comunicación e interacción entre los miembros del grupo, lo cual permite la distribución de roles y tareas.
- Seguimiento del comportamiento del grupo (comunicación y acciones). Para una revisión futura del tutor o facilitador.
- Reconocimiento de los miembros del grupo.
- Momentos de construcción y elaboración individual y grupal
- Logro de los objetivos propuestos.

Partiendo de lo anterior se plantea el siguiente micromundo:

Descripción

Milux-city es una ciudad pequeña, habitada por 25.000 habitantes aproximadamente. Un día es invadida por los drakonianos quienes capturan a sus habitantes y los llevan al planeta X; por lo tanto en Milux-city no se encuentran personas y su aspecto es un tanto desolado. Los drakonianos tienen prisioneros a los miluxitas, la única forma de rescatarlos es poder reconstruir a DAKKAR, robot que permitirá el regreso de los miluxitas a su casa. Los drakonianos no son tan malos y dejaron abierta la posibilidad de que algún día los miluxitas pudieran habitar de nuevo en su ciudad. Escondieron en Milux-city a DAKKAR, pero éste se encuentra fragmentado. Es preciso ubicar las piezas y reconstruir al robot salvador, que permita a Milux-city y a sus habitantes volver a ser la ciudad próspera que fue.

Los niños que decidan ayudar a los miluxitas, deben acordar la forma de emprender la búsqueda de los objetos, éstos están ubicados en diferentes sitios de la ciudad (el bosque, el castillo, el tren, el edificio abandonado, etc). En el menor tiempo posible (los drakonianos podrían llegar en cualquier momento), los niños deben ubicar las partes del robot y llevarlas al taller (sitio de la ciudad), allí deben contruir a DAKKAR.

Los niños, quienes se encuentran distantes geográficamente, tienen la posibilidad de comunicarse textualmente (el tradicional chat) y así establecer sus acuerdos. A medida que los niños encuentran objetos se va informando a los demás miembros del grupo a fin de evitar la búsqueda de piezas ya encontradas. Cuando todos los objetos son hallados, los niños son llevados

¹ LUDOMATICA: Ambientes lúdicos, creativos y colaborativos con apoyo de informática. Proyecto cofinanciado por: COLCIENCIAS, ICBF y la Universidad de los Andes.

automáticamente al taller, allí deben de nuevo acordar la forma de construir al robot (definir roles, intercambiar ideas). Cuando en el taller un niño selecciona una pieza para ser movida, ésta no debe ser seleccionada por ningún otro niño, y además la nueva posición del objeto debe reflejarse a los demás participantes del juego.

Adicionalmente:

- Los espacios mencionados (Milux-city y los diferentes sitios de la ciudad) serán modelados con realidad virtual (VRML)
- Los niños del grupo pueden ingresar a Milux-city, para ello seleccionan la forma de representación dentro del mundo (Avatar), lo cual permitirá identificarlo en cualquier sitio de MILUX.
- Los niños cuentan en su espacio individual con un tablero, el cual le permite dos cosas: accesar la herramienta que posibilita la comunicación del grupo y conocer el reporte de hallazgo de los objetos.

En síntesis en MILUX, están presentes dos momentos:

- Búsqueda de objetos
- Construcción de DAKKAR

Además en cualquier momento los niños podrán hacer uso del chat.

Elementos identificados

Distribución:

- En el momento de la búsqueda la posición de los niños dentro del mundo, debe ser replicada a los demás miembros del grupo y el hallazgo de objetos debe ser comunicado a los otros niños en sus tableros.
- En el momento de construcción de DAKKAR, todo movimiento de las piezas debe ser replicado.

Control de concurrencia:

- En el momento de diseñar al robot cuando un niño está ubicando una pieza, debe impedirse a los demás niños la selección de la misma pieza.

Coordinación:

- Toda modificación local debe ser inmediatamente replicada a los demás miembros del grupo.

Cliente:

Cada cliente (niño del grupo), podrá:

- Actualizar su posición dentro del mundo
- Movilizar los objetos una vez ubicados en el taller para la construcción de DAKKAR..

- Cuando un objeto es hallado debe ser reportado a los demás clientes en sus respectivos tableros.

Servidor:

Contendrá:

- El estado global de la aplicación, el cual puede ser salvado para su posterior recuperación y continuación,
- El registro de cada uno de los niños de los grupo.
- Además manejará la seguridad sobre las piezas en el taller a través de candados o estampillas.

Interfaz:

La siguiente es la interfaz de MILUX, considera los aspectos mencionados en la descripción:

- Mundo a ser navegado colaborativamente, el cual puede visualizarse en diferentes calidades (máxima, puntos, plana, estructura de alambre) y navegarse en modo *caminante*.
- Tablero con la información de los niños conectados y de los objetos que deben ser encontrados.
- Zonas de edición y recepción de mensajes, los cuales pueden ser punto a punto o broadcast.

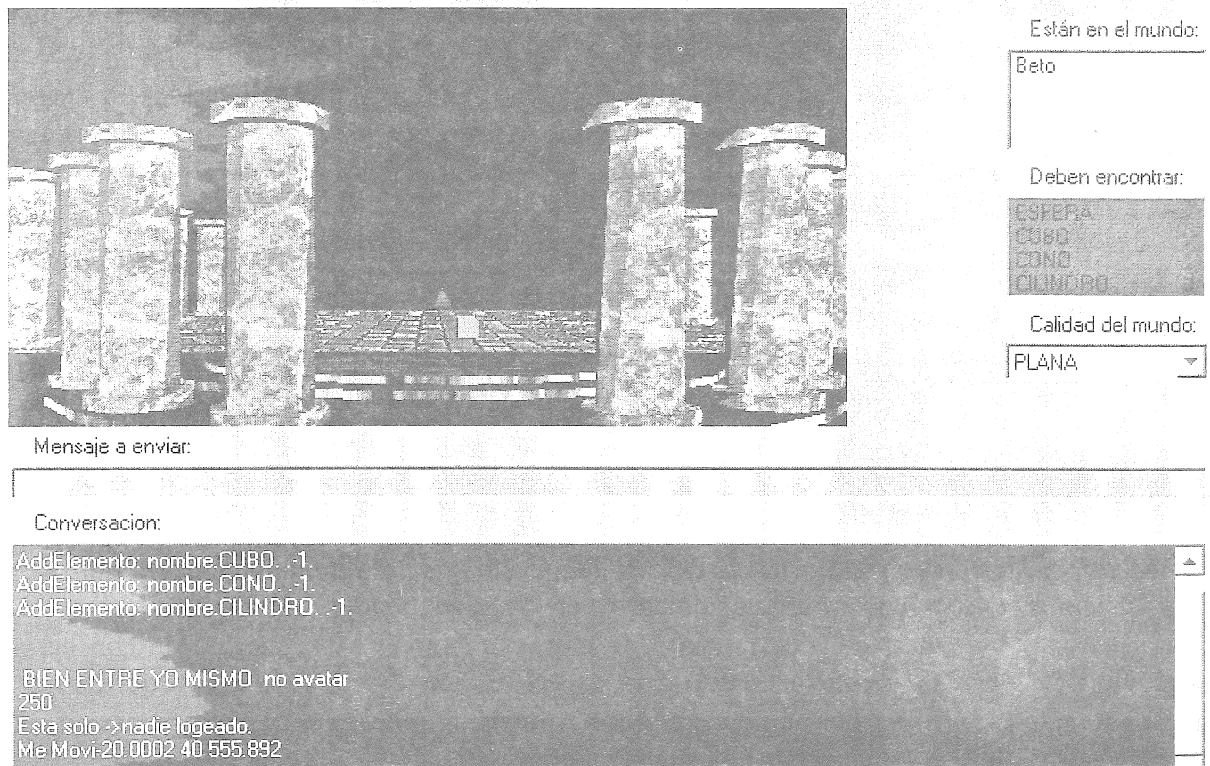


Figura 1: Interfaz MILUX

Arquitectura:

Teniendo en cuenta que el micromundo en cuestión debe ser soportado en la Web, y que los usuarios son niños que no están en capacidad de instalar software especial se decidió utilizar la arquitectura centralizada con el fin de facilitar tanto el acceso de los clientes mediante un browser, como el manejo del sistema distribuido a nivel de autenticación, concurrencia y transacciones, todo en un ambiente heterogéneo.

El diseño completo del sistema se encuentra en la siguiente dirección:

<http://osiris.uniandes.edu.co/~g-aristi/Milux/informe.htm>

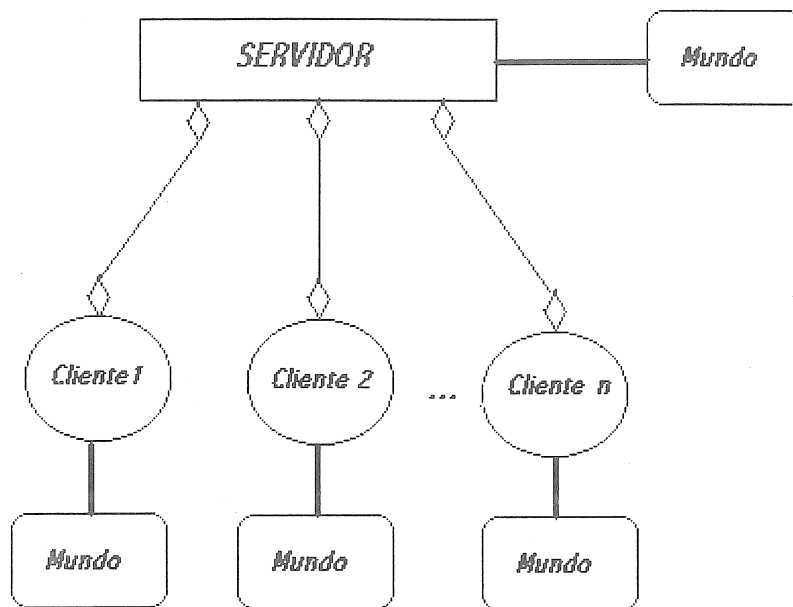


Figura 2: Arquitectura Centralizada

Ambiente de implementación

Se considera a Java como plataforma de desarrollo, puesto que permite la interacción transparente entre sistemas heterogéneos aparte de proveer funcionalidades interesantes a nivel de comunicación sobre InterNet, distribución de procesamiento (RMI), integración con bases de datos (JDBC), estar altamente integrado a la especificación 2.0 de VRML, y quizás su más importante aporte: el código móvil, pues con los Applets la aplicación en todo momento estará: actualizada, disponible, transparente al sistema y al browser.

De lo anterior, hace parte de la implementación de MILUX:

- A nivel de comunicaciones cliente-servidor se utilizaron sockets TCP.

- Modelamiento del mundo: VRML 2.0 con varios scripts para el manejo y control de los objetos compartidos (movimiento, cambio de color) y la localización de los avatars, ya que ésta versión del Lenguaje de Modelameitneo de Realidad Virtual considera el manejo de comportamientos especializados de objetos que se implementan con java [SGI97].
- Acceso al mundo de VRML desde java utilizando las librerías de Liquid Reality [LIQ97] desarrolladas por Dimensionx y que proveen un browser de realidad virtual y el manejo en gran porcentaje de la especificación oficial de la versión 2.0.
- Sin embargo toda la lógica de objetos compartidos y manejo de avatars a alto nivel fue desarrollado por nosotros desde java.

Resultados

Se cumplió con todos los requerimientos identificados tales como: control de concurrencia, control de acceso e identificación, distribución de posición y comportamiento de avatars y objetos encontrables (partes del robot), manipulación de objetos en el taller, lo cual implica manejo de transacciones distribuidas.

MILUX, es un micromundo de fácil uso, el cual provee al grupo de niños la posibilidad de vivir una entretenida experiencia colaborativa, en la cual la comunicación y el intercambio de acciones sobre el mundo son realizables de una manera transparente. Los elementos ofrecidos al grupo, están pensados con el fin de facilitar la posibilidad de organización e interacción entre los participantes. No se tiene la posibilidad de almacenar el estado del juego en un momento dado: pero si se crea un log de las acciones realizadas y de los mensajes y tipo de éstos (públicos o privados) de cada uno de los participantes.

La arquitectura centralizada, descarga la responsabilidad del cliente, pero puede retardar los tiempos de transmisión y actualización del estado del mundo en cada uno de los clientes. En las pruebas de MILUX, se trabajaron grupos de 3 y 4 personas, en éstos casos los tiempos de respuesta fueron bastante aceptables.

Conclusión

La distribución de ambientes tridimensionales explorables es costosa en cuanto requiere la replicación en todo momento del estado del mundo, los avatars y los objetos. La selección de la arquitectura y qué distribuir en un momento dado puede hacer el proceso más eficiente. MILUX constituye una aplicación específica, en la cual se implementa la arquitectura centralizada, y se realiza la replicación de las posiciones del avatar y de los objetos encontrables en todo momento. Factores como: seleccionar los hechos a replicar de acuerdo al estado de cada cliente no son considerados. Sin embargo es una buena aproximación a los ambientes tridimensionales distribuidos.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a: La Facultad de Ingeniería y al departamento de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes por su apoyo el cual hizo posible el inicio de esta investigación, proyecto LUDOMATICA por su apoyo en la realización de esta investigación, y al Instituto Técnico de Electrónica y Comunicaciones (ITEC), división de investigación y desarrollo de la Empresa Colombiana de Telecomunicaciones (TELECOM) donde se está probando la aplicación sobre sus redes ATM.

Referencias

- [LIQ97] <http://www.dimensionx.com>
- [LIV97] <http://www.livingworlds.com>
- [MAT 96] Matsuba, Stephen N. and Roehl, Bernie. "Special Edition Using VRML". Editorial QUE. ISBN 0-7897-494-3. 1996
- [SGI96] <http://vrml.sgi.com>
- [UMA93] Umar, Amjad. "Distributed Computing". Editorial Prentice Hall. ISBN 0-13-036252-2. 1993
- [WWW94] <http://www.w3.org>