

Técnicas de Realidad Virtual Orientadas a Internet para la Gestión Logística de Puertos

Julio Barbancho¹, Antonio Barbancho², Pablo Cortés³

¹ Ingeniero de Telecomunicaciones, julenbc@dte.us.es

² Ingeniero Informático, ayboc@us.es
Universidad de Sevilla, Dpto. de Tecnología Electrónica
C/ Virgen de África, 7. Sevilla 41.011 (España)
Tlfn./Fax: (+034) 954 55 28 33.

³ Dr. Ingeniero Industrial, pca@esi.us.es
Univerisdad de Sevilla, Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas.
Escuela Superior de Ingenieros. Avda. de los Descubrimientos, s/n, Sevilla 41.092
(España)

Resumen El presente trabajo de investigación pretende aplicar técnicas de realidad virtual orientadas a internet a la gestión logística de puertos fluviales o marinos. La labor desarrollada está enfocada al campo del teletrabajo así como a la simulación de sistemas.

1 Introducción

Conocer la forma en la que se distribuye la carga en el puerto destino es una necesidad que se plantean las empresas estibadoras del puerto origen para determinar la política de carga de mercancía en los buques. La elección de una política u otra definirá un plan de carga-descarga conocido como **plan de almacenamiento** [13]. Dentro de este plan, está cobrando cada vez mayor importancia el tipo de mercancía containerizada.

Este artículo propone el uso de técnicas de simulación visual integradas en el marco de la teleaplicación con el objetivo de ayudar a la creación de dicho plan. Los estudios realizados se han desarrollado atendiendo a los objetivos propuestos en común por el grupo de investigación y la Autoridad Portuaria de Sevilla.

La línea de investigación definida contempla las siguientes tareas:

- Diseño y desarrollo de un entorno gráfico distribuido vía web para un puerto de destino (en concreto: Puerto de Sevilla) con objeto de ubicar la simulación dentro de un escenario tridimensional. La sección 2 describe este trabajo con mayor detalle.
- Aplicación de técnicas de simulación al entorno gráfico desarrollado basadas en diagramas de ciclos de actividades (DCA). El orden de llegada de los elementos de transporte terrestre (camión y tren) a la zona portuaria, con el fin de recoger y distribuir la mercancía, constituye un factor de aleatoriedad

que se suma al sistema que se pretende estudiar dotándolo de un mayor grado de complejidad. La utilización de métodos predictivos demostrará la importancia de la simulación, a priori, de un Plan de Estiba candidato. Este estudio se abordará en la sección 3.

- Integración de servicios de localización en la determinación del orden de llegada del transporte terrestre. La eficacia del plan de estiba elegido mediante métodos predictivos puede determinarse en tiempo real gracias a las técnicas de posicionamiento basadas en comunicaciones por satélite. Este estudio, a posteriori, determinará un patrón estadístico que actuará en el sistema como corrector del método predictivo utilizado. En la sección 4 se contemplará esta tarea.

2 Entorno gráfico

2.1 Características

Las características buscadas en el entorno gráfico son las siguientes:

1. Tridimensionalidad. La simulación debe ser capaz de representar la situación de descarga de contenedores en condiciones de perspectiva, siendo lo más fiel posible a la realidad. Es necesaria esta característica, dado que el apilamiento de la mercancía se realiza en superficie y en altura, siendo clave un plan de ordenación de los contenedores para su posterior carga en camiones y su consiguiente distribución.
2. Interacción con el usuario. Esta característica engloba las funcionalidades de movimiento del usuario sobre el escenario creado, rotación y traslación de objetos en escena para su estudio y activación de mandos y controles habilitados en el entorno gráfico.
3. Acceso mediante protocolo HTTP. Con ello se pretende dotar al entorno gráfico de funcionalidades orientadas a internet: alojamiento distribuido en varios servidores, posibilidad de acceso concurrente, independencia de la ubicación de la máquina local y de su arquitectura, etc.

Entre los lenguajes disponibles en el mercado que satisfacen estos requerimientos optamos por el estándar VRML 97 [12] por varias razones:

- Dado que la mercancía tratada puede estructurarse en unidades de carga denominadas **TEU**, se hace aconsejable el uso de técnicas orientadas a objetos, con el fin de facilitar la creación y destrucción de estas unidades, con gran versatilidad. Este requerimiento se satisface en el estándar de VRML, gracias a la posibilidad de crear clases con atributos y métodos asociados. La labor comentada es desempeñada por una estructura de datos denominada **PROTO**. Una instancia de un proto generará un objeto representable en el escenario gráfico. Estos objetos, junto con el resto de objetos predefinidos en VRML reciben el nombre de **nodo**.

- Por otra parte, no debe pasar desapercibido el creciente uso del lenguaje VRML en la red, que viene potenciado de la mano de grandes empresas multinacionales (SGI, Microsoft, Netscape, ParallelGraphics, Calligari, etc.) que realizan una apuesta firme por incluir una tercera dimensión en la navegación web. Este interés despertado ha alcanzado una gran variedad de arquitecturas de computadoras (PC/Mac,...) y sistemas operativos (Windows, Linux, OsMac,...). En este sentido, es de esperar que la difusión de VRML en internet sea cada vez mayor y que la depuración del lenguaje tienda a una mayor eficiencia y dotación de servicios.
- VRML es un lenguaje de modelado interpretado. Esta característica es deseable en el estudio que abordamos puesto que facilita al programador las labores de generación de código y adecuación del mismo al problema real que se pretende simular, evitando fases de compilación.

Una vez realizada la elección del lenguaje de desarrollo del interfaz se procedió a la implementación, mediante la solución seleccionada, de las características requeridas al entorno gráfico.

2.2 Implementación de las características 1 y 2

VRML garantiza la implementación de gráficos 3D mediante el uso de las especificaciones ISO referentes al procesamiento de imágenes y gráficos [8], [9], [7], [10], [6], y al uso de metaarchivos para el almacenamiento y transferencia de información de descripción de objetos [5].

La creación de gráficos es una labor asignada al **visor VRML**. Esta entidad sigue el modelo conceptual descrito en el estándar y representado esquemáticamente en la figura 1. Como puede apreciarse, el visor VRML es considerado una aplicación de representación que permite entradas del usuario en la forma de selección de archivos (explícita o implícitamente) y gestiones del interfaz gráfico (manipulación y navegación usando dispositivos de entrada). Las tres partes principales del visor son: *parser* o analizador, *world* o escena, y presentación audio/visual. El componente analizador lee el archivo VRML y crea la escena. Ésta consiste en la transformación jerárquica y en el enrutado de eventos.

El componente de escena posee también un bloque dedicado al procesamiento de eventos, lectura y edición del grafo de rutas y realización de los cambios en la jerarquía de transformación, conocido como Execution Engine o motor de ejecución. Las entradas del usuario generalmente afectan a los sensores y a la navegación, de tal forma que se establece una realimentación desde la salida del visor hacia el usuario y la consecuente acción de éste.

Es posible realizar una clasificación de los distintos tipos de visores VRML, según si son aplicaciones íntegras capaces de representar un mundo virtual o bien aplicaciones que necesitan integrarse en un navegador (*plug-in*). La elección de uno u otro será independiente del estudio que es tratado en este artículo.

La interacción con el usuario es posible gracias a la entrada estándar (teclado y ratón) y a la salida estándar (monitor y altavoces). Este sistema, de acción-reacción, permite realizar un estudio pormenorizado de la escena representada.

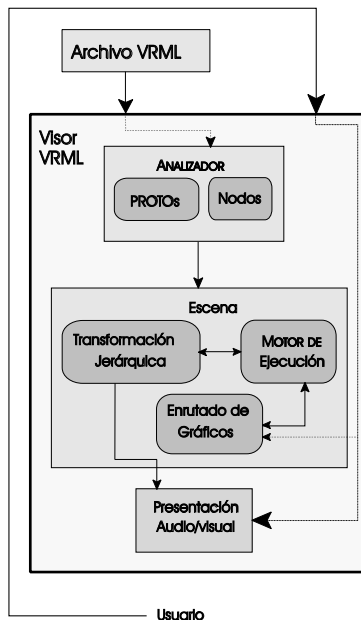


Figura 1. Modelo conceptual del proceso de representación de entornos gráficos.

Con ello se facilita la labor de inspección del proceso simulado y su consecuente alteración en pos de un plan de estiba óptimo.

2.3 Implementación de la característica 3

Para garantizar la portabilidad de la escena en diversas tipologías de plataformas que acceden a internet VRML se ha definido siguiendo la normativa de etiquetado de protocolos de Internet para identificación de lenguajes [2] así como las normativas de códigos para la representación de nombres y subdivisiones [4], [11], [1], [3].

2.4 Diseño del entorno gráfico

El entorno a simular es el Puerto de Sevilla, centrandolo el estudio de funcionalidades al Muelle del Centenario, donde se realizan las labores de carga y descarga de contenedores. La realización de un escenario, fiel a la realidad, pero elaborado en un lenguaje de modelado responde a la necesidad de predecir una situación de descarga supuesta. En este sentido, el proceso que se ha llevado a cabo para el diseño corresponde con un proceso realimentado (figura 2) consistente en el estudio del escenario real y su consiguiente modelado. Esta labor se ha dividido en tres partes: la escena, correspondiente con el entorno en el cual se realiza la

simulación (luces, puntos de vista y modos de navegación), las zonas (río, muelles, accesos al Puerto de Sevilla, etc.) y los objetos (contenedores, barcos, grúas, etc.).

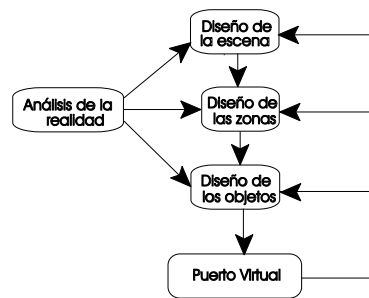


Figura 2. Proceso de diseño del entorno gráfico.

3 Aplicación de técnicas de simulación

El problema presentado en la introducción constituye el eje básico de investigación en el cual, actualmente, se encuentra sumida la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS). La importancia de ubicar correctamente los contenedores en el muelle para su posterior distribución a los centros de destino terrestre ha propiciado la creación de un espacio dedicado a tal efecto. Esta zona es conocida como Zona de Actividades Logísticas (ZAL). La inclusión de técnicas de teleaplicación a la gestión de la ZAL constituye una iniciativa de este grupo de investigación, que pretende optimizar el tiempo de estancia de los contenedores en la zona y el espacio ocupado por ellos. En este sentido, es de gran importancia la predicción de las entradas al sistema simulado, así como el perfecto conocimiento de las características del proceso a simular. En la figura 3 se representa el sistema con sus entradas y salida.

Como puede observarse, las entradas al sistema son dos: la disposición de los contenedores en la bodega del buque y la llegada de camiones al puerto para prestar el servicio de recogida de esos contenedores. El primer parámetro de entrada es determinista y viene expresado dos coordenadas de posición horizontal (x, z) y una de posición vertical (y). Este parámetro lo proporciona la empresa estibadora del puerto origen. El segundo parámetro de entrada posee un carácter aleatorio, propiciado por varios motivos:

- El número de camiones que prestan el servicio de recogida de contenedores está limitado para cada empresa de logística. Éste número será seleccionado por el usuario de la aplicación, que será la empresa estibadora del puerto origen. De igual modo, el número de empresas de logística será determinado por el usuario.

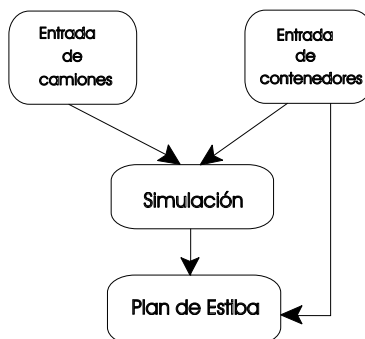


Figura 3. Proceso de simulación.

- La distribución de los camiones por la zona de servicio del puerto destino constituye una variable aleatoria vectorial de dos componentes (x',z') . Su caracterización se ha simplificado, en una primera aproximación, a la de una variable aleatoria uniforme.

Este segundo parámetro lo obtendremos, a priori, de un método predictivo basado en el diagrama de ciclos de actividades mostrado en la figura 4. Los datos de partida que conoceremos con certeza serán: el número de empresas de logística que dan servicio de distribución de contenedores en el puerto destino, el número de camiones con los que cuenta una de ellas y la amplitud de la zona en la que operan las empresas de logística. Estos datos determinarán el porcentaje de camiones que llegan al puerto de cada empresa sobre el total. El diagrama de ciclos de actividades realizará esta labor de la siguiente forma: todos los camiones surgirán de una fuente común. Existirá una rama por empresa y cada camión se dirigirá a su rama. Todas las ramas convergirán a una entidad común que formará la fuente de camiones constituyendo, con ello, la entrada a la simulación. Dentro de cada rama, una entidad procesará los datos referentes al número de camiones de cada empresa y la zona que cubren. A esta entidad la denotamos como **Servicio**.

Este diagrama de ciclos de actividades se utiliza como entrada de una herramienta de simulación de alto nivel (SIMAN IV, Arena), consiguiendo como salida el patrón de llegada de camiones. En este punto ya estamos en condiciones de generar un plan de ubicación de contenedores en la zona de actividades logísticas. El procedimiento a seguir para completar la simulación consiste en asignar un contenedor de la bodega del buque a un camión de la misma compañía de logística. Dado que el tiempo en descargar un contenedor del buque es muy inferior al tiempo de llegada de su camión asociado, es necesario el uso de la ZAL para almacenamiento temporal. Para minimizar el espacio usado con este fin se precisan técnicas de apilamiento. El orden de apilamiento dependerá directamente de la llegada de los camiones. Esta labor de ordenación es llevada a cabo por una aplicación realizada en lenguaje de alto nivel y de propósito general (C++).

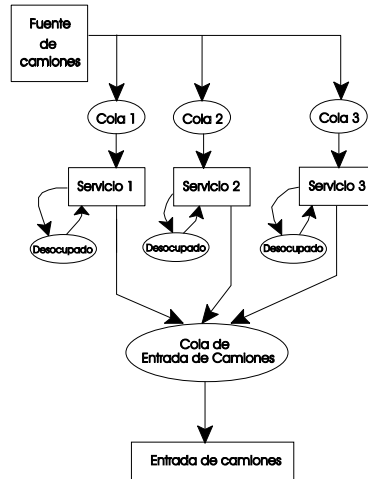


Figura 4. Diagrama de Ciclos de Actividades para tres empresas de logística.



Figura 5. Entorno gráfico del Puerto de Sevilla.

4 Líneas de continuación y conclusiones

Los resultados obtenidos en las pruebas de campo realizadas demuestran que el uso de estas técnicas de simulación favorecen la gestión del tráfico de mercancías entre dos puertos. Dado que el comercio de un puerto como el de Sevilla está constituido por un gran número de puertos internacionales, es importante poder realizar esta simulación de una forma distribuida y a distancia. En base a ello, jugaría un papel de gran importancia en la logística de puertos la creación de una base de datos, referida a la red de todos los puertos que mantienen relaciones con el puerto de Sevilla, con entornos gráficos (figura 5) y datos sobre la disposición de servicios de transporte terrestre. Esta base de datos estaría alojada de forma distribuida por los distintos puertos, que serían los encargados de actualizarla y mantenerla.

Por otra parte, las características del sistema estudiado nos obligan a hacer estudios a priori sin posibles ensayos reales. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que la labor de encontrar un plan de estiba óptimo pasa por realimentar nuestro sistema con análisis realizados a posteriori. En este sentido se están desarrollando estudios de integración de técnicas de localización de camiones mediante satélite (GPS y Galileo), como método corrector de las predicciones efectuadas. Los trabajos propuestos en este ámbito llevan a una metodología de prueba y error, que se corresponde con la figura 6.

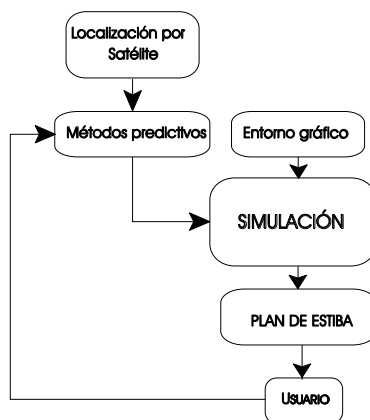


Figura 6. Modelo de bloques del sistema propuesto.

El auge del transporte de mercancía containerizada en los puertos españoles, durante los últimos cinco años, hacen necesaria una línea de actuaciones enfocadas al seguimiento de la carga y descarga. Es por ello por lo que estudios como el que se presentan en este artículo deben ser potenciados.

Referencias

1. Relative uniform resource locator, internet standards track protocol. Technical Report RFC 1808, IETF.
2. Tags for the identification of languages, internet standards track protocol. Technical Report RFC 1766, IETF.
3. Uniform resource locator, internet standards track protocol. Technical Report RFC 1738, IETF.
4. Code for the representation of names of languages. Technical Report 639:1988, ISO, 1988.
5. Information technology - computer graphics -metafile for the storage and transfer of picture description information. Technical Report 8632:1992, ISO, 1992.
6. Information technology - 8-bit single-byte coded graphic character sets - part 1: Latin alphabet no. 1. Technical Report 11172:1993, ISO, 1993.
7. Information technology - coding of moving pictures and associated audio for digital storage media - part 1: Systems. Technical Report 11172:1993, ISO, 1993.
8. Information technology - computer graphics and image processing - conformance testing of implementations of graphics standards. Technical Report 10641:1993, ISO, 1993.
9. Information technology - digital compression and coding of continuous-tone still images: Requirements and guidelines. Technical Report 10918:1994, ISO, 1994.
10. Png (portable network graphics), specification. Technical Report Version 1.0, W3C Recommendation, October 1996.
11. Codes for the representation of names of countries and their subdivisions. Technical Report 3166:1997, ISO, 1997.
12. R. Carey, G. Bell, and C. Marrim. The virtual reality modeling language, international iso. Technical Report 14772-1:1997, The VRML Consortium, 1997.
13. R. G. Kasilingan. *Logistics and Transportation, Design and Planning*. Kluwer Academic Publishers, London, 1998.

