

Situación Actual de los Sistemas Hipermedia 3D

Fernando López Prieto, Francisco J. Melero Rus, Pedro Cano Olivares
Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada,
C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda, s/n. 18071 Granada, España
felopri@correo.ugr.es, {fjmelero, pcano}@ugr.es

Resumen. La cantidad de sistemas de navegación en la web, y el crecimiento de los gráficos 3D hacen que la forma tradicional de navegar se vea reemplazada por una navegación a través del sistema hipermedia haciendo uso de tecnologías 3D, en donde se combinan los medios tradicionales (imágenes, videos, sonidos, textos,...) con modelos tridimensionales. En este artículo trataremos el estado del arte de los sistemas hipermedia y los gráficos tridimensionales en la web. Nuestra visión incluye aplicaciones que ya incorporan la navegación 3D, herramientas para crear hipermedia 3D y el formato necesario para conseguirlo, así como mecanismos para extenderlo.

Palabras Clave: Gráficos 3D, Hipermedia, Web3D, X3D.

1 Introducción

Para poder entender que son y como han surgido estos sistemas, empezaremos por hablar sobre la hipermedia, cómo ha cambiado desde su aparición allá por los años 80. A través de los diferentes apartados del artículo vamos a mostrar todo lo necesario para realizar un sistema hipermedia 3D. En la sección 2 veremos aplicaciones existentes que nos ofrecen una navegación basada en 3D por medio de un sistema hipermedia. A través de la sección 3 nos adentramos en el formato estándar utilizado para este fin, el formato extensible para gráficos 3D (X3D). Más adelante, en la sección 4 nos centraremos en conocer las diferentes herramientas existentes por medio de las cuales se creará un sistema hipermedia. En la sección 5 veremos los mecanismos para extender el formato estándar X3D y conseguir que se adapte aún más a nuestro propósito de conseguir una navegación intuitiva, simple y clara.

1.1 Sistemas Hipermedia

El predecesor a hipermedia fue el hipertexto. La idea original de hipertexto se debe a Vannevar Bush, cuando ya en 1945, en su artículo "*As we may think*" [1], describe el dispositivo MEMEX, el cual tenía la habilidad de "atar" o asociar dos ítems. Paloma Díaz, en su libro "*De la Multimedia a la Hipermedia*" [2] de 1996, lo presenta así: "*El hipertexto es una tecnología que organiza una base de información en bloques distintos de contenidos, conectados a través de una serie de enlaces cuya activación o selección provoca la recuperación de información*".

El hipertexto ha sido definido como un enfoque para manejar y organizar información, en el cual los datos se almacenan en una red de nodos textuales conectados por enlaces. Multimedia es la combinación o utilización de dos o más medios de forma concurrente, ya sean voz, texto, datos, gráficos, vídeos, las imágenes en tres dimensiones, la composición de documentos digitales o la realidad virtual.

Hipermedia es la unión del hipertexto y multimedia, una red hipertextual en la que se incluye no sólo texto, sino también otros medios (multimedia). El contenido se organiza en bloques discretos llamados nodos, conectados a través de enlaces cuya selección genera distintas formas de recuperar la información. Ésta se encuentra almacenada en diferentes formatos y medios, controlados por un usuario. Los anclajes nos sirven para señalar la parte de un nodo desde la que sale un enlace. Al tratarse de hipermedia, los anclajes no son únicamente palabras sino que pueden, por ejemplo, ser una imagen o un fragmento de ella, o puede ser una parte de un modelo 3D.

La navegación en un sistema hipermedia puede hacerse a través del mapa de hipermedia y el navegador gráfico, aunque también existen otras formas como son la utilización de buscadores o los navegadores inteligentes. Los problemas más estudiados que se le plantean a un usuario en su navegación son dos la sobrecarga del conocimiento y la desorientación. La sobrecarga del conocimiento viene de mantener muchas tareas, recordar varios rastros o conocer procesos de recuperación. El problema de desorientación se da cuando el usuario se pierde en el hiperespacio, sin saber dónde está, ni cómo ha llegado hasta allí. Para subsanar éstos problemas, se proponen algunas ayudas a la navegación como son su historia de navegación (migas de pan), señaladores, enlaces resaltados, rutas guiadas o los grafos de navegación.

En nuestro caso proponemos la creación de sistemas hipermedia en los cuales el contenido multimedia incluya modelos en tres dimensiones además de sonidos, imágenes o textos. Para esto vamos a ver cómo se han introducido modelos tridimensionales en el sistema hipermedia más conocido de todos, la “*World Wide Web (WWW)*”.

1.2 Los Modelos 3D en la Web

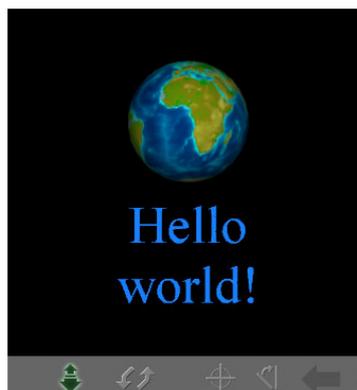
La presentación de modelos tridimensionales en la web es relativamente nueva, ya que no fue hasta 1994 cuando surgió el lenguaje *Virtual Reality Modeling Language VRML*. Nació durante una reunión convocada por Tim Berners-Lee y Dave Ragget para tratar de acercar los desarrollos de realidad virtual a Internet. Los requisitos para este lenguaje eran: que fuese adaptable a la red, que no requiriese una línea de alta velocidad, que fuese multiplataforma, etc. VRML es simplemente un lenguaje de texto para describir formas tridimensionales y entornos interactivos. Los archivos VRML tienen la extensión *.wrl*. Para trabajar con este lenguaje solo es necesario un editor de textos sencillo y un visualizador VRML, que puede ejecutarse independientemente o incluido como *plug-in* en un navegador.

Las limitaciones del lenguaje VRML se han hecho cada vez más presentes, debido a que su mejora siempre se realizó añadiendo nuevos componentes, lo cual hace que no sean fácilmente soportados por las conexiones a internet de baja velocidad. Por el contrario el sucesor de VRML, que es *X3D* (el formato estándar extensible para gráficos 3D) incorpora una interfaz de programación avanzada, codificaciones de

archivos adicionales y una componentización que lo hacen accesible a toda la Web. El estándar X3D es tan apropiado para la realización de sistemas hipermedia 3D que lo trataremos más extensamente en la sección 3 de éste artículo. Un ejemplo de este formato lo podemos encontrar a continuación (Fig. 1).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE X3D PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D...>
<X3D profile='Immersive' version='3.1'...>
  <head>
    <meta content='HelloWorld.x3d' name='title' />...
  </head>
  <Scene>
    <Group>
      <Viewpoint centerOfRotation='0 -1 0'.../>
      <Transform rotation='0 1 0 3'>
        <Shape>
          <Sphere/>
          <Appearance>
            <Material diffuseColor='0 0.5 1' />
            <ImageTexture url='"earth-topo.png" .../>
          </Appearance>
        </Shape>
      </Transform>...
    </Group>
  </Scene>
</X3D>
```

(a)



(b)

Fig. 1. Ejemplo de fichero X3D (a) y su visualización en el navegador Flux Player (b).

2 Aplicaciones relacionadas

El Consorcio Web3D es una organización no lucrativa, comprometida con la creación y el despliegue de estándares abiertos y sin derechos de autor que permiten la comunicación de tiempo real en 3D a través de aplicaciones, redes y servicios web XML. El Consorcio trabaja en estrecha colaboración con los organismos de estandarización ISO, MPEG y W3C a fin de maximizar las oportunidades de mercado para sus miembros y mantener sus actividades de estandarización. Todos los integrantes del Consorcio están facultados para participar en Grupos de Trabajo, con el fin de contribuir a las especificaciones del mismo antes de su divulgación pública. Además son capaces de trabajar en red con algunos de los principales expertos en la tecnología Web3D, para así acelerar la entrada de plataformas y aplicaciones 3D novedosas.

La mayoría de los esfuerzos del Consorcio Web3D se ven reflejados cada año en el Simposio Internacional Web3D, donde se debate sobre las novedades de la tecnología 3D en la Web. Los temas tratados en estas conferencias van desde la interacción y visualización de modelos 3D en la Web, el modelado y la introducción de semántica en los mundos 3D, hasta aplicaciones novedosas en estos campos u otros temas [3].

2.1 Interacción y Visualización

En el campo de la interacción y Visualización se han introducido avances en la 12ª edición del Simposio Web3D en 2007. O. Belloc [4] aporta un control flexible para animaciones en X3D gracias al componente *TimeClock*, el cual proporciona un mayor

control para la animación, posibilitando el acceso a un momento específico de la animación de la escena, la vuelta atrás, paso rápido,... con un estilo simplificado parecido a la interfaz tan conocida como la de un DVD.

Otro logro en este campo es la combinación del estándar MIDI para la música, con X3D para la creación y manipulación de productos musicales con una estructura cliente servidor. Además de aumentar la capacidad de interactividad de la realidad virtual en áreas musicales, reflejado por J. Stewart [5].

N. Polys [6] propone un marco de trabajo para la visualización impulsado por la necesidad de estructurar y representar grandes cantidades de datos multidimensionales de una manera entendible.

Además de los ejemplos mostrados, también se está trabajando en nuevas técnicas de interacción entre personas y ordenadores cambiando la metáfora de escritorio por dos opciones 3D: usar la profundidad de un flujo de documentos, o un sistema de circulación de documentos en un anillo tridimensional. Todo esto está recogido por D. Patterson [7], con amplios estudios sobre la usabilidad de estos interfaces.

2.2 Modelado

En cuanto al modelado también se han realizado avances como puede verse en el artículo de E. Coumans [8], que muestra como los componentes para la creación, exposición, uso y compartición de los datos físicos en un mundo 3D cambian a través de varias herramientas y entornos de ejecución, y usa como ejemplo X3D.

Otro logro es la incorporación de funciones analíticas al mundo X3D para definir geometría, color, texturas 3D, así como también operaciones en las formas 3D o metamorfosis dependientes del tiempo. Puede verse en el artículo de Q. Liu [9].

2.3 Semántica

En este campo se han desarrollado proyectos interesantes como el de A. Bosca [10], que introduce un componente reusable para la visualización en la Web Semántica utilizado por la herramienta Protégé. Puede usarse tanto para la visualización de los constructores de ontología complejos, como para ofrecer una mejor integración con otras aplicaciones.

Otra propuesta es la de I. Bilasco [11], en donde se presenta un marco de trabajo abierto que soporta la adaptación y depende del marco de trabajo de 3DAF. Éste maneja la identificación de los objetos que cumplen el criterio de la regla y los motores externos de adaptación de objetos o regiones individuales.

2.4 Aplicaciones

Nuestro interés en aplicaciones parecidas a la que estamos estudiando, nos lleva a varias de ellas que proponen el uso de X3D para el patrimonio Cultural. Una de ellas es la propuesta de M. Cabral [12], donde se cuentan las ventajas de usar X3D en la etapa de modelado ya que permite la compartición del modelo con expertos vía web.

Además nos ofrece soluciones en la visualización de los modelos usando Ogre3D y su grafo de escena.

Otra aplicación parecida es la de D. Vistini [13], la cual muestra la creación de un modelo tridimensional usando un escáner láser y la inspección de fotografías con técnicas 3D. Implementa cuatro niveles de detalle con texturas bidimensionales, o mayas de polígonos en las caras de cada edificio. Al seleccionar en cada edificio del modelo se muestra su descripción en nuestro navegador.

La aplicación de L. Sommaruga [14] define una nueva forma de visualización de la información sobre la carrera profesional de las distintas titulaciones de una universidad, haciendo uso de una transformación dinámica XSLT. La visualización se compone de dos fases: los datos de la base de datos son transformados en un documento XML y éste a su vez en un archivo X3D para una visualización 3D más comprensible. El proceso es totalmente dinámico y en tiempo real, propagándose los cambios de forma automática.

Otra aplicación interesante es la creación de un Expediente Digital 3D, que debido a su innovación y adecuación con nuestro objetivo vamos a explicar detalladamente.

Expediente Digital 3D

Constituye una nueva forma de presentar el patrimonio cultural en la Web, añadiendo un sistema de navegación basado en grafo y la combinación de elementos 2D como textos, imágenes y videos con elementos 3D los cuales pueden representar instalaciones artísticas. Sus creadores son A. Eliëns et al. [15] en el 2007.

Al igual que todos los proyectos en el patrimonio cultural, aparecen una serie de problemas como son el gran volumen de información y contenido multimedia relacionado con el trabajo artístico; la gran diversidad de medios, incluyendo imágenes, videos, así como modelos 3D; las múltiples relaciones entre el trabajo artístico, sus variadas categorías y su contenido; la dependencia del contexto es muy importante es estos casos, ya que cada obra debe situarse en su propio contexto, así como en su correspondiente estética; finalmente el amplio rango de usuarios a los que va dirigido, desde encargados de museos a niños.

El Expediente Digital está desarrollado por una serie de proyectos de estudiantes de la *Universidad Vrije* en Ámsterdam, en colaboración con el Instituto Holandés de Patrimonio Cultural (ICN). Los principios de este dossier fue el realizado al artista holandés *Marinus Boezman* en la primavera de 2004 y más tarde se llevó a cabo el desarrollo de otro dossier aún más completo para la artista servo-holandesa *Marina Abramovic* en el otoño de 2004, en el que se incluyen modelos de sus famosas instalaciones artísticas. Este expediente artístico debía servir como fuente de información para conservadores y encargados de galerías de arte contemporáneo, presentar el contenido multimedia obtenido de su trabajo artístico y proporcionar información general para el público ordinario.

Para realizar el expediente *abramovic* se utilizó la tecnología VRML. La navegación se realiza por medio de un grafo de concepto (Fig. 2a) que permite presentar las estructuras de información de forma jerárquica, como muestran estos mismos autores [16] en 2006. A diferencia de otros proyectos que muestran el grafo de concepto completo, solo se va mostrando un subconjunto de la estructura, tres

niveles de profundidad. El grafo cambia dinámicamente dirigido por la elección del usuario, cambiando su configuración anterior y posicionando el nodo seleccionado en el centro del grafo con una configuración en estrella, donde los hijos se colocarán a su alrededor. Los objetos de información mostrados en el grafo de concepto se simbolizan con iconos 3D, los cuales representan categorías o un cierto tipo de información de contenido multimedia.

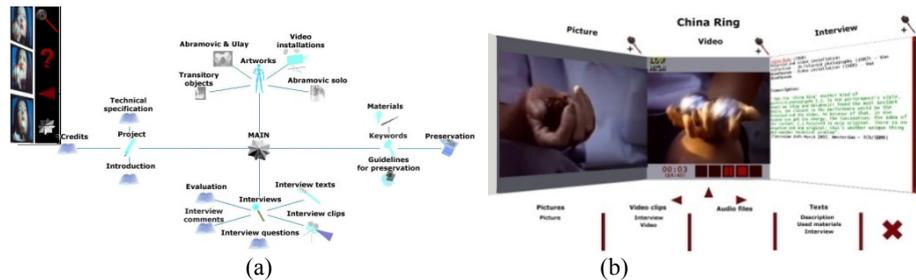


Fig. 2. Grafo conceptual de navegación (a) y Ventanas de presentación multimedia (b).

En el dossier es tan importante la presentación como la navegación por eso se han creado partes diferenciadas. Para el contenido 2D utiliza un conjunto de tres ventanas que pueden mostrar imágenes, videos, textos y sonidos simultáneamente (Fig. 2b). Adicionalmente puede seleccionarse una sola ventana para una visualización en detalle. La incorporación de los modelos 3D de las instalaciones artísticas es inmediata al hacer uso de la tecnología 3D para la navegación por el grafo, de esta manera permite al visitante formar parte de cada instalación y a los encargados de las galerías tener información para su correcto montaje y desarrollo.

En la generación de las estructuras necesarias para la creación del grafo conceptual y los nodos de contenido, se usa una herramienta de gestión de contenido basada en web. Esta herramienta genera estructuras de datos XML, que pueden ser transformadas a VRML u otros formatos oportunos. La herramienta es fácil de utilizar y permite personalizar la navegación mediante la información del formato.

Al presentar una forma de navegación novedosa es necesario un estudio sobre la usabilidad y la satisfacción de usuario final con el expediente digital 3D. Por lo general los resultados son buenos, ya que el grafo permite detectar relaciones entre conceptos y ofrece una navegación intuitiva. Los resultados más negativos estuvieron en los iconos 3D ya que no dejan claro su significado, además de la nula posibilidad de personalización de la apariencia del grafo y sus iconos. Para un posterior desarrollo se deben tener claro los iconos más apropiados, las categorías y relaciones que se van a establecer, si vamos a mostrar la información de manera simultánea o de forma concreta, cómo evitar los elementos que obstaculizan la visualización y cómo se permite la elección de los usuarios entre múltiples conceptos de información.

La presentación de un gran volumen de contenido conlleva el riesgo de que los usuarios se desorienten, para ello introducen visitas guiadas. Estas visitas permiten la navegación automática a través del espacio conceptual o del espacio de navegación, pudiendo ser utilizadas para realizar un resumen artístico, en el primer caso, o para concretar en el montaje y desmontaje de una instalación, en el segundo caso. La

implementación y realización de estas visitas guiadas puede apreciarse en el artículo de C. Van Riel [17].

3 X3D: El formato extensible para gráficos 3D

“X3D es un formato de archivo estándar, abierto y sin derechos de autor, además de la arquitectura de ejecución para representar y comunicar escenas 3D y objetos usando XML”, Consorcio Web3D [18]. Especifica un lenguaje de definición de geometría, un motor de ejecución, y una interfaz de programación (API).

Sus objetivos son poseer una especificación sin derechos de autor, varios niveles de funcionalidad, varios formatos de codificación, mecanismos de extensión y perfiles, y compatibilidad con su antecesor VRML.

3.1 Estándar X3D

La especificación de X3D está separada en tres documentos ISO. Cada documento contiene múltiples partes, lo que hace un total de siete documentos, como puede verse en su especificación [19].

El primer documento de especificación (ISO/IEC 19775-1) fue aprobada por el Comité ISO en 2004. El Consorcio envía enmiendas o revisiones al Comité cada doce o dieciocho meses para estar al corriente con los avances en el procesamiento de gráficos 3D.

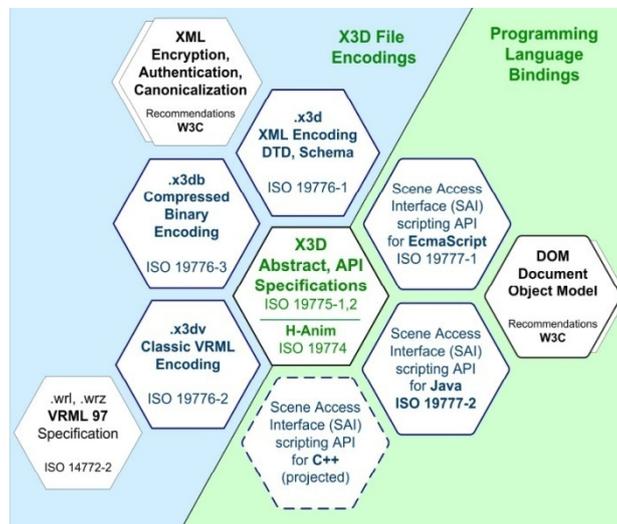


Fig. 3. Estructura de los documentos del estándar X3D.

Los tres documentos que comprende la especificación son “*Funcionalidad Abstracta*”, “*Codificación*”, y “*Restricciones de X3D con el lenguaje*”. El primer documento (ISO/IEC 19775 Parte 1 y 2) define la arquitectura y funcionalidad de X3D. El segundo documento (ISO/IEC 19776 Partes 1,2 y 3) define tres diferentes formas de codificación. El tercer documento (ISO/IEC 19777 Partes 1 y 2) define la API en un lenguaje específico que concuerde con la abstracta definida en el primer documento (ISO/IEC 19775-2). Los lenguajes para los que se posee actualmente una implementación de esta funcionalidad son *Java* y *ECMAScript* (un lenguaje de script parecido a JavaScript), aunque se está trabajando para conseguir una implementación en *C++*. (Fig. 3).

3.2 Tecnología X3D

Geoméricamente ofrece desde definición de triángulos a bajo a nivel hasta nodos avanzados como NURBS. Aporta interactividad y animación con respecto a otros formatos gráficos basados en XML. El renderizado, las texturas y el modelado son diseñados colaborando con una plataforma basada en funcionalidades, proporcionadas por el más bajo nivel de los motores gráficos *OpenGL* y *DirectX*. Las animaciones complejas también pueden ser dirigidas por software escrito con *ECMAScript* o en lenguaje *Java*. Una futura extensión será posible gracias a un mecanismo de prototipado. Los autores pueden crear definiciones de prototipos de nuevos nodos construidos a partir de los ya definidos y re-instanciarlos cuando sean necesarios. Todo esto está recogido en el artículo de L. Daly y D. Brutzman [20] de 2007.

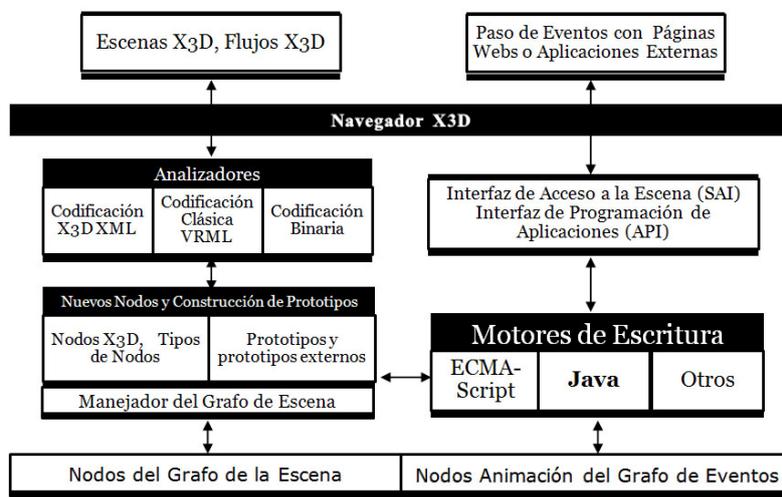


Fig. 4. Arquitectura de un Navegador X3D.

La arquitectura de cada aplicación X3D está definida de forma independiente a dispositivos físicos o algún otro concepto de implementación, siempre y cuando se

cumpla la especificación del estándar. Cada aplicación X3D contiene objetos gráficos y/o sonoros que pueden ser cargados desde un almacenamiento local o a través de la red. La actualización de estos objetos es dinámica por una variedad de medios basados en el contexto de entrega y en el contenido del diseño de los desarrolladores. Las aplicaciones X3D establecen un mundo común en el espacio, para todos los objetos definidos e incluidos en la aplicación, definen y componen *conjuntos de objetos* multimedia en dos y tres dimensiones, permiten la especificación de *hiperenlaces* a otros archivos o aplicaciones y permiten la conexión a *módulos externos o aplicaciones* gracias a los script y lenguajes de programación bien definidos (Fig. 4).

3.3 Componentes X3D

X3D está organizado en un conjunto de componentes, los cuales son colecciones interrelacionadas de nodos. Es modular, por lo que permite varios niveles de servicio cuando sean necesarios. Además se divide en una serie de perfiles, que son una colección de componentes a un nivel específico de dificultad. Esto es un mecanismo para conseguir la funcionalidad exacta que requiere el sofisticado mundo de X3D. Existen seis perfiles definidos: *Core* o Núcleo. Sólo ofrece funcionalidad básica, sin nodos de visualización y se usa simplemente como base a la que se añaden componentes aislados. *Interchange* o Intercambio. Se utiliza para la permuta de modelos con otras aplicaciones. Incluye una mínima cantidad de animación, pero nada de interacción con el usuario. *CADInterchange* o Intercambio CAD. Es usado para intercambiar modelos con aplicaciones CAD, para esto incluye geometría avanzada. *Interactive* o Interactivo. En él se incluye la interacción completa con el usuario, además de protocolos de red y una iluminación adicional. *Inmersive* o Sumergido. Aporta toda la funcionalidad necesaria para la creación en un entorno de escritorio. Es el más usado actualmente. *Full* o Completo. Incluye toda la funcionalidad, pero no existe ningún navegador actual que lo soporte completamente.

3.4 Relación entre X3D y otros estándares gráficos

X3D es el único estándar disponible que proporciona soporte para tiempo-real, animación e interacción y renderizado en los gráficos 3D. El desarrollo formal del estándar VRML, el predecesor de X3D, fue completado con su liberación. Existen otros estándares como *U3D* (Universal 3D), el cual está diseñado para el manejo y visualización de modelos CAD, proporciona varios niveles de detalle, *streaming* y animación, pero no soporta interactividad y no dirige el renderizado del contenido 3D específicamente. Otro estándar relacionado es *Coin3D*, diseñado más para aplicaciones locales que para aplicaciones basadas en Web o que son conscientes de ella.

COLLADA y X3D son dos estándares abiertos sin derechos de autor que usan la tecnología XML Esquema para representar el contenido 3D. Estos dos estándares son similares superficialmente, pero existen diferencias en sus objetivos y en su intención

de uso. COLLADA se centra en las ventajas que ofrecen las herramientas y paquetes software existentes a tu aplicación, lo que es el actual objetivo de la industria de los juegos. *COLLADA es un formato de intercambio* y su principal objetivo es representar los datos enriquecidos en múltiples formatos, para permitir la transformación del contenido, que viene de éstos paquetes software y usa paradigmas de descripción de alto nivel, a nuestras aplicaciones que requieren una descripción optimizada y específica para la plataforma.

COLLADA es el formato elegido por las herramientas de Creación de Contenidos Digitales (DCC), y por las de preparación y almacenamiento del contenido enriquecido. COLLADA permite el intercambio libre de conjuntos de datos, permitiendo a los desarrolladores construir su propia secuencia de trabajo a partir de múltiples herramientas. Se puede usar COLLADA para proporcionar el contenido 3D a las aplicaciones (Fig. 5). COLLADA tiene características muy interesantes y contiene todo lo necesario para las aplicaciones X3D, pero es necesario usar herramientas específicas de X3D para definir el comportamiento de la aplicación [21].

La conversión de COLLADA a X3D es sencilla, gracias a lo cual, el uso de COLLADA en las aplicaciones Web está aumentando, como puede verse en el hecho de que ya lo utiliza *Google Earth*, para gestionar los modelos 3D.

COLLADA y X3D son estándares de la industria y deberían de trabajar juntos para potenciarse uno al otro, ya que sus objetivos son diferentes y la unión de ambos mejoraría el campo de los gráficos 3D. Idealmente, en un futuro, ya que COLLADA y X3D están basados en XML, X3D debería aceptar contenido COLLADA directamente sin ningún tipo de conversión.

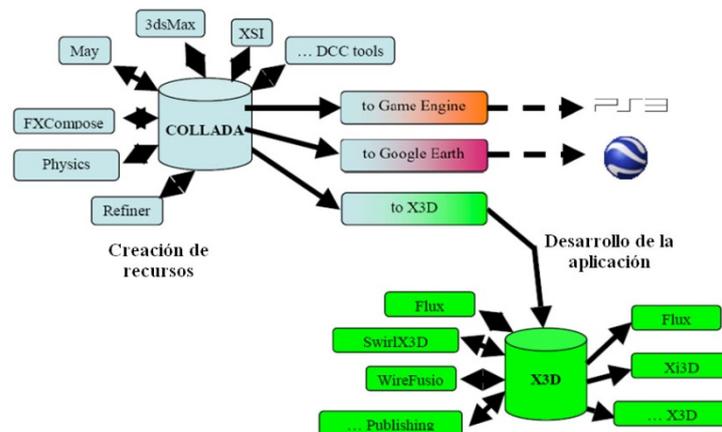


Fig. 5. Secuencia de trabajo usando COLLADA y X3D.

Además de estos estándares, X3D puede relacionarse con otros formatos gráficos como es el caso de *Open Scene Graph*. OSG es un conjunto de bibliotecas de código abierto que principalmente proporcionan manejo de la escena y optimización al renderizado de gráficos para las aplicaciones. Estas bibliotecas están escritas en ANSI C++ portable y usan el estándar de la industria *OpenGL* como API gráfica a bajo nivel. Al igual que X3D, en su representación del modelo utiliza un grafo de escena;

pero a diferencia de éste, necesita una aplicación 3D a quien servirle las operaciones gráficas resultado de *OpenGL*. Es decir actúa como middleware entre los gráficos a bajo nivel y nuestra aplicación, usando bibliotecas de C++. Los componentes que forman la arquitectura se agrupan en: Núcleo, Conjunto de Nodos, Extensiones, Bibliotecas de interoperabilidad y, una colección de aplicaciones y ejemplos [22]. Aunque soporta E/S de la mayoría de formatos, actualmente no soporta X3D, ya que sus grafos de escena son diferentes. La forma de interoperación entre X3D y OSG sería a través del formato intermedio COLLADA.

4 Herramientas para creación Hipermedia 3D

Existen una gran cantidad de herramientas que nos facilitan el uso del estándar X3D, se agrupan en *editores*, programas que nos ayudan en la creación del contenido de los grafos de la escena, así como a una sencilla edición de la misma; *navegadores*, visualizadores, navegadores y extensiones (plug-ins), para archivos X3D completos y *utilidades*, conjuntos de herramientas y librerías escritas en diferentes lenguajes (Java, C/C++, .NET, ...) para el uso de X3D. Podemos ver todas las herramientas existentes a través del Consorcio Web3D [23].

4.1 Editores X3D

Entre los *Comerciales o Gratuitos* destacan las siguientes herramientas:

- *Flux Studio* [24] de Media Machines, Inc. Es una versión beta Freeware y solo está disponible para plataformas Windows. Incluye funcionalidades avanzadas como Prototipado y Script. Con su sencillo interfaz gráfico permite una cómoda edición del contenido de una escena 3D, además es capaz de importar modelos COLLADA. Viene con un navegador de la misma compañía como es Flux Player.
- *WireFusion* [25] de Demicron. Es un Software comercial pero existe una versión Freeware, además es multiplataforma (Windows, Mac OSX, Linux, Solaris) y muy sencillo e intuitivo, ya que usa la propia estructura de grafo de escena, para su edición. Soporta todas las características de X3D. Es usado por las principales marcas para crear su publicidad (Sony, Siemens, Philips, Casio,...) y posee su propia API.

En cuanto al *Software libre*, los proyectos son los siguientes:

- *@rbre* [26] de la Universidad de Montreal. Es un proyecto con licencia GPL, multiplataforma (Windows, Linux, Mac OSX, Unix,...). Consiste en la generación de árboles genealógicos en 3D haciendo uso del estándar X3D.
- *Blender* [27] es un software con licencia GPL y multiplataforma. Es la aplicación de software libre por excelencia para modelado, animación, renderizado, post-producción, creación interactiva y grabación para gráficos 3D, además incluye exportadores al formato X3D.

- *H-Animator* [28] es un software con licencia GPL, pero solo trabaja en la plataforma Windows. Solo utiliza la capacidad de X3D para trabajar con animación de humanoides.
- *X3D-Edit* [29] es la herramienta que más se ajusta a un desarrollo general y pasamos a describirla más adelante.

X3D-Edit

Es una herramienta de *Software libre* de edición que soporta la creación, comprobación, visualización y presentación de escenas X3D. Es de código abierto y está escrita en *Java* y *XML*, usando la plataforma *Netbeans*. Esto le permite ejecutarse independientemente o como extensión de dicha plataforma. Sus características son la edición directa de escenas X3D haciendo uso de la codificación XML, visualización incrustada de la escena mediante *Xj3D*, validación haciendo uso de DTDs y Esquemas XML, posibilidad de edición de nodos mediante arrastrar de la paleta y soltar en la escena, paneles adicionales para la edición de nodos, y una extensa ayuda.

La versión actual 3.2 es estable y sus creadores son *Mike Bailey* y *Don Brutzman* de la Escuela Naval para Posgraduados (NPS) en California USA. El código posee una licencia tipo BSD, por medio del NPS. Podemos descargar de la web los binarios, pero para modificar la aplicación debemos conseguir el código fuente, que se encuentra en un repositorio con control de versiones (*Subversion*) en SourceForge.

4.2 Navegadores

Existe tal cantidad de navegadores, que solo nos vamos a centrar en los principales que posean licencia GPL:

- *FreeWRL* [30] está creado para que se ejecute en Linux o Mac OSX. Se incrusta en nuestro navegador para dar soporte a la visualización de escenas X3D.
- *OpenVRML* [31] es multiplataforma. Se compone de un navegador X3D y VRML además de una librería C++ para el manejo de X3D y un plug-in para nuestro navegador web. Solo puede utilizarse para la visualización de escenas VRML o X3D cuya codificación sea VRML (.x3dv).
- *Xj3D* [32] es multiplataforma. Es un proyecto del Consorcio Web3D, está escrito completamente en Java y tiene un gran número de personas en su documentación y desarrollo. Solo puede ejecutarse independientemente, no como plug-in.

4.3 Utilidades y bibliotecas

- *H3D API* [33] es una implementación en C++ / OpenGL de los estándares X3D. H3D también ofrece renderizado para hápticos de la geometría X3D y posee licencia GPL.

- *Open ActiveWrl* [34] es multiplataforma y está dedicado a sistemas heterogéneos y clúster. Posee licencia GPL.
- *X3DToolkit* [35] es también multiplataforma. Es un conjunto de herramientas portable y gratuito con licencia LGPL para cargar, visualizar y procesar modelos X3D. Además es muy extensible, para el lenguaje X3D así como para todas sus funcionalidades.

5 Mecanismos de extensión en X3D

Como hemos comentado antes, en la especificación de X3D se definen una serie de nodos agrupados en componentes y perfiles. La posible extensión consiste en crear nuevos nodos usando prototipos. La sentencia *ProtoDeclare* permite la definición de nuevos tipos de nodos que únicamente pueden ser subgrafos de los nodos ya incorporados o de otros prototipos, con lo cual la implementación e interfaz deben estar unidas. Se requiere usar *ExternProtoDeclare* para la interfaz, si se encuentra en un archivo externo, y utilizaremos *ProtoInstance* para usar los nuevos nodos.

Para definir nuevos componentes o perfiles para el estándar X3D, debemos remitirnos a los procedimientos formales de la organización ISO, pero los actuales estándares X3D definen los aspectos conceptuales y no los sintácticos de la extensión de X3D.

Otro método, propuesto por Enrico Rukzio en 2003 [36], apuesta por una extensión basada en el modelo usado por Java. En este modelo los desarrollos de proyectos de software libre son publicados para una posterior integración en los estándares de la distribución Java. Como en nuestro caso, X3D es una arquitectura XML deberemos utilizar una gramática XML, con su instancia XML y una implementación para cada nivel. La arquitectura completa está dividida por niveles (Fig. 6).

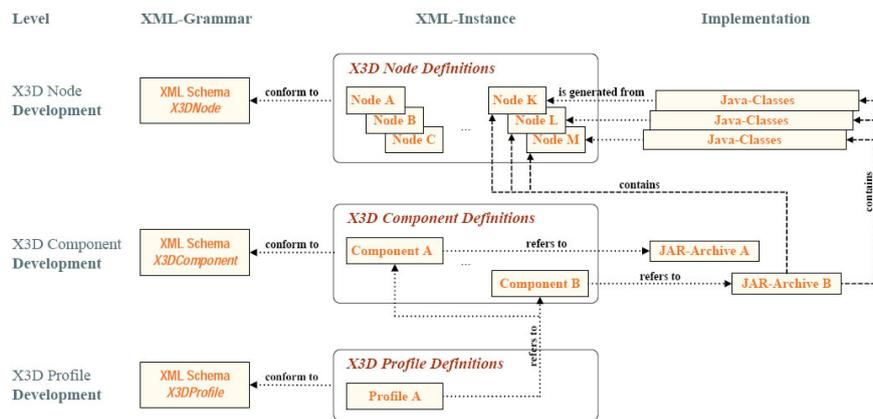


Fig. 6. Arquitectura de tres niveles para la extensión de X3D.

Este desarrollo por niveles nos ofrece la posibilidad de declarar nuevos nodos siempre que estén en concordancia con el *Esquema X3DNode*. Se puede utilizar una implementación en cualquier lenguaje, p.ej. Java, guiada por hojas de estilo XSLT.

Necesitamos que los ficheros X3D sean conformes con las gramáticas X3D, pero no lo son para las existentes, con lo cual necesitamos una gramática dinámica. Esta representará el conjunto del lenguaje definido en las sentencias de la cabecera. Debe poderse generar automáticamente durante la creación de la escena, en la parte de edición o en la de navegación (Fig. 7). El documento XSLT utiliza toda la información de extensión que le ofrecen las definiciones de nodos propietarios y componentes X3D, así como la gramática oficial X3D. Gracias a esto no son necesarias las definiciones de prototipos y pueden usarse las extensiones como nodos componentes. La nueva gramática puede utilizarse para validar los archivos X3D tanto en la edición como en la navegación de escenas, cargando el archivo X3D, analizando los elementos de la cabecera y cargando la implementación gracias al atributo *url* que nos dice su localización.

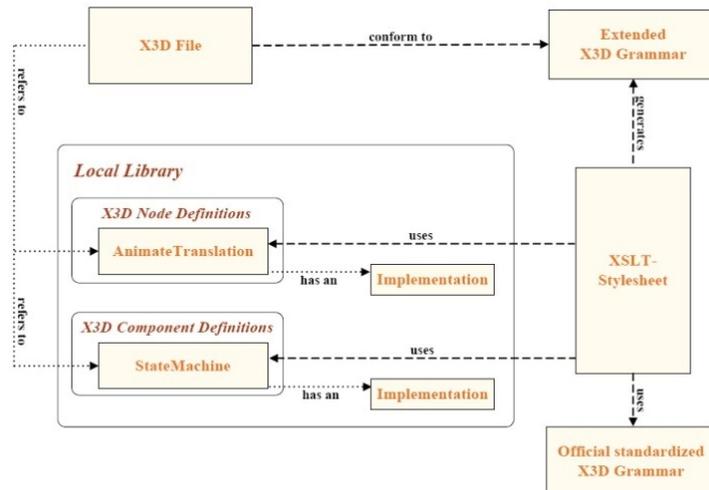


Fig. 7. Creación dinámica de la gramática X3D extendida.

6 Conclusiones

En este trabajo hemos visto brevemente el estado actual de los sistemas hipermedia que tienen relación con modelos tridimensionales, el formato más ampliamente utilizado para el uso de gráficos 3D en la web (X3D), así como el conjunto de herramientas necesarias para el manejo de los mismos. Por último hemos mostrado los mecanismos necesarios para acometer un cambio en el formato X3D sin que para ello debamos de hacer uso de incómodos nodos prototipos o peticiones oficiales a la organización de estandarización ISO.

Nuestro trabajo futuro se centrará en una extensión del formato X3D para su adecuado uso en los sistemas hipermedia 3D, así como la construcción de una herramienta para la edición de estos conforme al formato definido.

Referencias

1. Bush, V.: As we may think. *The Atlantic Monthly*, Vol. 176. (1945)
2. Díaz, P.; Catenazzi, N.; Aedo, I.: *De la Multimedia a la Hipermedia*. Madrid : RA-MA Editores (1996)
3. ACM. 3D technologies for the World Wide Web. [En línea] <http://portal.acm.org>. Accedido en Mayo de 2008
4. Belloc, O.; Cabral, M.; Zuffo, M.: TimeClock - Flexible Animation Control in X3D. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 105-108 (2007)
5. Stewart, J.; Dumoulin, S.; Noël, S.: Binding External Interactivity to X3D. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 109-112 (2007)
6. Polys, N.; Saphiro, M.; Duca, K.: IRVE-Serve: A Visualization Framework for Spatially-Registered Time Series Data. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 137-146 (2007)
7. Patterson, D.: 3D SPACE: Using Depth and Movement for Selection Tasks. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 147-156 (2007)
8. Coumans, E.; Victor, K. COLLADA Physics. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 101-104 (2007)
9. Liu, Q.; Sourin, A.: Function-based Shape Modeling and Visualization in X3D. *Proceedings of the eleventh international conference on 3D Web technology (Web3D'06)*, pp. 131-141 (2006)
10. Bosca, A.; Bonino, D.: A Reusable 3D Visualization Component for the Semantic Web. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 89-96 (2007)
11. Bilasco, I. et al.: Semantic-based Rules for 3D Scene Adaptation. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 97-100 (2007).
12. Cabral, M.; Zuffo, M.: An experience using X3D for Virtual Cultural Heritage. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 161-164 (2007)
13. Vistini, D.; Spangher, A.; Fico, B.: The VRML model of Victoria Square in Gorizia (Italy) from laser scanning and photogrammetric 3D surveys. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 165-168 (2007)
14. Sommaruga, L.; Catenazzi, N.: Curriculum visualization in 3D. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D)*, pp. 177-180 (2007)
15. Eliëns, A. et al.; 3D Digital Dossiers – a new way of presenting cultural heritage on the Web. *Proceedings of the twelfth international conference on 3D Web technology (Web3D'07)*, pp. 157-160 (2007)
16. Eliëns, A.; Van Riel, C.; Wang, Y.: Navigating media-rich information spaces using concept graphs. *InSciT2006, Merida* (2006)
17. Van Riel, C.; Eliëns, A.; Wang, Y.: Exploration and guidance in media-rich information spaces: the implementation and realization of guided tours in digital dossiers. *InSciT2006, Merida* (2006)
18. Consorcio Web3D. [En línea] <http://www.web3d.org>. Accedido en Mayo de 2008

19. Especificación X3D . [En línea] <http://www.web3d.org/x3d/specifications>. Accedido en Mayo de 2008
20. Daly, L.; Brutzman, D.: X3D: Extensible 3D Graphics Standard. *IEEE Signal Processing Magazine*. pp. 130-135 (2007)
21. Arnaud, R.; Parisi, T.: Developing Web Applications with COLLADA and X3D. *Whitepaper* (2007)
22. Martz, P.: *OpenSceneGraph Quick Start Guide*. California : Skew Matrix Software LLC (2007)
23. X3D Tools and Applications. [En línea] <http://www.web3d.org/tools/>. Accedido en Mayo de 2008
24. Flux Studio. [En línea] Media Machines. <http://www.mediamachines.com/developer.php>. Accedido en Mayo de 2008
25. WireFusion. [En línea] Demicron. <http://www.demicron.com/wirefusion/index.html>. Accedido en Mayo de 2008.
26. @bre. [En línea] <http://arbre.km2.net/>. Accedido en Mayo de 2008
27. Blender. [En línea] <http://www.blender.org/>. Accedido en Mayo de 2008
28. H-Animator. [En línea] <http://hcilab.uniud.it/h-animator/>. Accedido en Mayo de 2008
29. Brutzman, D.: X3D-Edit Authoring Tool. [En línea] <https://savage.nps.edu/X3D-Edit/>. Accedido en Mayo de 2008
30. FreeWRL. [En línea] <http://freewrl.sourceforge.net/>. Accedido en Mayo de 2008
31. OpenVRML. [En línea] <http://openvrml.org/>. Accedido en Mayo de 2008
32. Xj3D. [En línea] <http://www.xj3d.org/>. Accedido en Mayo de 2008
33. H3D API. [En línea] <http://www.h3dapi.org/>. Accedido en Mayo de 2008
34. Open ActiveWrl. [En línea] <http://open-activewrl.sourceforge.net/>. Accedido en Mayo de 2008
35. X3DToolkit. [En línea] <http://sourceforge.net/projects/x3dtoolkit/>. Accedido en Mayo de 2008
36. Rukzio, E.: A Generic Extension Mechanism for X3D to Define, Implement and Intefrate New First-Class Nodes, Components, and Profiles. *Proceedings of the eighth international conference on 3D Web technology (Web3D'03)*, pp.186-190 (2003)