

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de **ATI** (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista **REICIS** (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** edita asimismo **UPGRADE**, revista digital de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de **UPENET** (UPGRADE *European NETWORK*).

<<http://www.ati.es/novatica/>>
<<http://www.ati.es/reicis/>>
<<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro fundador de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en **IFIP** (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con **ACM** (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con **AdaSpain**, **AIZ**, **ASTIC** e **Hispaniux**, junto a la que participa en **Prolnova**.

Consejo Editorial
Antoni Carbonell Noguera, Juan Manuel Cueva Lovelle, Juan Antonio Esteban Iriarte Francisco López Crespo, Celestino Martín Alonso, Josep Molas i Bertran, Olga Pallas Codina, Fernando Perea Gómez (Presidente del Consejo), Ramón Puigjaner Trepat, Miquel Sarries Griño, Asunción Yturbe Herranz

Coordinación Editorial
Rafael Fernández Calvo <rfcalvo@ati.es>

Composición y autoedición
Jorge López Gil de Ramales

Traducciones
Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gl/lengua-informatica/>>, Dpto. de Sistemas Informáticos - Escuela Superior Politécnica - Universidad Europea de Madrid
Administración
Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

Secciones Técnicas - Coordinadores

Administración Pública electrónica
Gumersindo García Arribas, Francisco López Crespo (MAP)
<gumersindo.garcia@map.es>, <ffc@ati.es>

Arquitecturas
Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza) <enrique.torres@unizar.es>
Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC) <jordi@ac.upc.es>

Andarías GITE
Marina Touriño Troitino, Manuel Palao García-Suelto (ASIA)
<marinatourino@marinatourino.com>, <manuel@palao.com>

Derecho y tecnologías
Isabel Hernando Colizas (Fac. Derecho de Donostia, UPV) <ihernando@legalek.net>
Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara) <edavara@davara.com>

Escuela Universitaria de la Informática
Joaquín Ezpieta Mateo (CPIS-UZAR) <ezepieta@posta.unizar.es>
Cristóbal Pareja Flores (OSP-UCM) <cpareja@sp.ucm.es>

Gestión del Conocimiento
Joan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young) <joan.baiget@ati.es>

Informática y Filosofía
Josep Corco Juvinau (UIC) <jcorco@unica.edu>
Esperanza Marcos Martínez (ESCET-URJC) <cuca@escet.urjc.es>

Informática Gráfica
Miguel Chover Salles (Universitat Jaume I de Castellón) <mchover@uji.es>
Roberto Vivó Hernando (Eurographics, sección española) <rvivo@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software
Javier Dolado Cosín (DLSI-UPV) <dolado@si.ehu.es>
Luis Fernández Sanz (PPIS-El-UEM) <luferran@ppris.iesi.uem.es>

Inteligencia Artificial
Federico Barber Sanchis, Vicente Botti Navarro (DSIC-UPV)
<fvbotti.fbarber@dsic.upv.es>

Información Persona-Computador
Julio Abascal González (FI-UPV) <julio@si.ehu.es>
Jesús Lorés Vidal (Univ. de Lleida) <jesus@eup.udl.es>

Internet
Alonso Álvarez García (TID) <alonso@ati.es>
Lorenzo Pagés Casas (Indra) <pages@ati.es>

Lenguaje e Informática
M. del Carmen Ugarte García (IBM) <cugarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos
Andrés Martín López (Univ. Carlos III) <amarin@inf.uc3m.es>
J. Angel Velázquez Ilurbide (ESCET-URJC) <a.velazquez@escet.urjc.es>

Lingüística computacional
Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <xgg@uvigo.es>
Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <mpalomar@disi.ua.es>

Mundo estudiantil
Adolfo Vázquez Rodríguez (Rama de Estudiantes del IEEE-UCM)
<a.vazquez@ieee.org>

Profesión Informática
Rafael Fernández Calvo (ATI) <rfcalvo@ati.es>
Miquel Sarries Griño (Ayto. de Barcelona) <msarries@ati.es>

Redes y servicios informáticos
José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona) <jose Luis.marzo@udg.es>
Josep Solé Pareta (DAC-UPC) <pareta@ac.upc.es>

Seguridad
Javier Arellano Bertolin (Univ. de Deusto) <jarellano@eside.deusto.es>
Javier López Muñoz (ETSI Informática-UMA) <jlm@icc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real
Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM)
<alalonso.lopez@dit.upm.es>

Software Libre
Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quiros (GSYC-URJC) <jpgb.pheras@gsyc.es>

Tecnología de Datos
Jesús García Molina (DIS-UM) <jmolina@correo.um.es>
Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP, Argentina) <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

Tecnologías para la Educación
Juan Manuel Dodero Beardo (UCM) <dodero@inf.uc3m.es>
Juliá Minguilón i Alfonso (UOC) <jminguilon@uoc.edu>

Tecnologías y Empresa
Pablo Hernández Medrano (Bluemat) <pablohm@bluemat.biz>

TIC y Turismo
Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga)
<aguayo.guevara@lcc.uma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid
Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid
Tfn. 91 4029391; fax. 91 3093685 <novatica@ati.es>

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia
Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia
Tfn. fax 96 5330393 <secretari@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña
Ciudad de Granada 131, 08018 Barcelona
Tfn. 93 41 25 235; fax. 93 41 27 713 <secretgen@ati.es>

Redacción ATI Andalucía
Isaac Newton, s/n. Ed. Sadleir
Isla Cartuja, 41092 Sevilla, Tfn./fax 95 4460779 <secretand@ati.es>

Redacción ATI Aragón
Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza.
Tfn./fax 91 6233 101 <secretara@ati.es>

Redacción ATI Asturias-Cantabria <gp-asturcan@ati.es>
Redacción ATI Castilla-La Mancha <gp-clmancha@ati.es>

Subscripción y Ventas
<<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, o en ATI Cataluña o ATI Madrid

Publicidad
Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid
Tfn. 91 4029391; fax. 91 3093685 <novatica.publicidad@ati.es>

Imprenta
Derra S.A. Juan de Austria 66, 08005 Barcelona.

Diseño legal: B.15.14-1975 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVAEC

Portada: Antonio Crespo Foix / © ATI 2006
Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2006

Nº 180, marzo-abril 2006, año XXXII

sumario

editorial	> 02
Acuerdo entre la asociación de estudiantes RITSI y ATI ISO aprueba un estándar sobre OpenDocument Format El XL aniversario de ATI	
en resumen	
La realidad de la virtualidad	> 02
<i>Rafael Fernández Calvo</i>	
noticias IFIP	
Reunión del Comité de Programa del World Computer Congress 2006	> 04
<i>Ramón Puigjaner Trepat</i>	
monografía	
Entornos Virtuales	
<i>(En colaboración con UPGRADE)</i>	
Editores invitados: <i>Jesús Ibáñez Martínez, Carlos Delgado-Mata, Ruth Aylett</i>	
Presentación. Entornos Virtuales: un mundo sin límites	> 06
<i>Jesús Ibáñez Martínez, Carlos Delgado-Mata, Ruth Aylett</i>	
Herramientas de código abierto para Entornos Virtuales: OpenSG y VRJuggler	> 12
<i>Dirk Reiners</i>	
Métodos y herramientas para el diseño de aplicaciones de Realidad Virtual para Internet	> 20
<i>Frederic Kleineremann</i>	
Entornos Virtuales y semántica	> 24
<i>Jesús Ibáñez Martínez, Carlos Delgado-Mata</i>	
La evolución de los Entornos Virtuales Colaborativos	> 30
<i>Rubén Mondéjar Andreu, Pedro García López, Carles Pairet Gavaldà, Antonio F. Gómez Skarmeta</i>	
Un vistazo rápido a la tecnología y retos futuros en la industria de los videojuegos	> 35
<i>Daniel Torres Guizar</i>	
Creación de personajes tridimensionales animados: informe de una experiencia y recomendaciones de buenas prácticas	> 39
<i>Michael Nischt, Helmut Prendinger, Elisabeth André, Mitsuru Ishizuka</i>	
Narración digital e interactiva: dirección automática de Entornos Virtuales	> 43
<i>Federico Peinado Gil</i>	
secciones técnicas	
Administración Pública electrónica	
OntoGov: configuración de servicios de e-Administración utilizando ontologías	> 48
<i>Dimitris Apostolou, Ljiljana Stojanovic, Tomás Pariente Lobo, Joan Batlle Montserrat, Andreas Papadakis</i>	
Gestión del Conocimiento	
Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva: la herramienta XerKa	> 54
<i>Simeón Barroso Preciado, Manuel Barrena García</i>	
Informática y Filosofía	
Modelos en UML: un enfoque semiótico	> 57
<i>Gonzalo Génova Fuster, María C. Valiente Blázquez, Jaime Nubiola Aguilar</i>	
Mundo estudiantil	
Las inquietudes y reivindicaciones de los estudiantes de Ingenierías Informáticas	> 63
<i>XXIV Asamblea de RITSI</i>	
Seguridad	
Estandarización internacional de Seguridad en Información y en Tecnologías de Información - Actividades actuales y futuras del SC27	> 64
<i>Ted Humphreys</i>	
Referencias autorizadas	> 68
sociedad de la información	
Programar es crear	
A la caza del tesoro (CUPCAM 2005, problema G, enunciado)	> 73
<i>Cristóbal Pareja Flores</i>	
Estrellas diabólicas (CUPCAM 2005, problema F, solución)	> 74
<i>Ángel Herranz Nieva, Cristóbal Pareja Flores</i>	
asuntos interiores	
Coordinación editorial / Programación de Novática	> 76
Normas de publicación para autores / Socios Institucionales	> 77

Monografía del próximo número: "Licencias de Software"

Jesús Ibáñez Martínez¹, Carlos Delgado-Mata²

¹ Dept. de Tecnología, Universitat Pompeu Fabra; ² CINAUI (Centro de Investigación en Entornos Virtuales Inteligentes), Universidad de Bonaterra, Aguascalientes (México)

<jesus.ibanez@upf.edu>,
<cdelgado@bonaterra.edu.mx>

1. Introducción

Hoy día los entornos virtuales (EVs) son una tecnología comúnmente usada. Los entornos actuales muestran, en plataformas relativamente baratas, mundos 3D (o tridimensionales, inimaginables hace apenas algunos años. Sin embargo, ahora que comenzamos a movernos en tiempo real por entornos virtuales de un realismo impresionante, nos encontramos con otros problemas y limitaciones que aparecen cuando se interactúa con los entornos durante cierto tiempo. Aunque los mundos son visualmente impactantes, carecen de otros aspectos de la realidad que requieren de cierto grado de inteligencia y, sobre todo, de otro tipo de representación de la información. Estos problemas deben resolverse para conseguir entornos más interactivos, amigables y usables.

Las personas percibimos el entorno que nos rodea a nivel físico, pero lo conceptualizamos a un nivel más abstracto y tenemos la ilusión de que realmente pensamos y razonamos a este nivel abstracto. Por ejemplo, cuando miramos un árbol, percibimos visualmente colores, texturas, formas, etc. Sin embargo, abstraemos todas estas características cuando pensamos y razonamos sobre hechos que involucren el concepto de árbol.

Las representaciones actuales de mundos virtuales describen los mundos de un modo que permita a los visualizadores mostrar eficientemente la geometría de los mundos y, en algunos casos, ofrecer soporte para interactividad a bajo nivel. Hay un salto entre esta representación de los mundos y el modo en que las personas los conceptualizamos (y por tanto el modo en que pensamos) cuando interactuamos con ellos. Por tanto, es deseable establecer modelos de representación a alto nivel (incluyendo descripciones semánticas de los objetos del mundo) para favorecer interacciones de usuario mucho más ricas y a un nivel más abstracto (por ejemplo consultar por contenidos, navegar un entorno en base a descripciones semánticas, etc).

Este artículo presenta diversos trabajos que añaden ese nivel semántico de la información a los mundos virtuales, mostrando ejem-

Entornos Virtuales y semántica

Resumen: este artículo presenta un recorrido por diferentes aspectos y aplicaciones de los entornos virtuales. El hilo conductor de este recorrido es la relación e integración de los entornos virtuales con información semántica. En este sentido, se muestra cómo los mundos virtuales se pueden beneficiar de la adición de una capa de información semántica que permite mejorar la interacción de los usuarios con los mundos. Además, se expone cómo los propios mundos son una herramienta poderosa para mostrar la semántica asociada a la información que representan de otros dominios. Estos aspectos se describen a través de ejemplos concretos que muestran la aplicación directa de las ideas presentadas y demuestran su utilidad.

Palabras clave: entornos virtuales, información semántica, interacción, metadatos.

Autores

Jesús Ibáñez Martínez es Profesor visitante en el Depto. de Tecnología de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Es Doctor (europeo) en Ingeniería Informática por la Universidad de Murcia. Entre otras, obtuvo una beca Marie Curie en el *Centre for Virtual Environments, University of Salford*, Manchester (Reino Unido). Sus intereses de investigación incluyen la aplicación de técnicas de sistemas inteligentes para mejorar la interacción con los entornos virtuales. Ha publicado extensamente en esta área. Es cofundador y co-director de la serie de conferencias internacionales IVEVA (*Intelligent Virtual Environments and Virtual Agents*).

Carlos Delgado-Mata es Ingeniero en Ciencias Computacionales por la Universidad Bonaterra, Aguascalientes (México), 1990-1995. Se graduó con mención honorífica y obtuvo reconocimiento al mejor alumno de su generación. Tiene una Maestría en Ingeniería en Computación con especialidad en Realidad Virtual por la UNAM (México), 1996-1997. Obtuvo un Doctorado en Agentes Inteligentes en Ambientes Virtuales por la *University of Salford* (Reino Unido), 1999-2004. Ha sido líder de diversos proyectos entre los que destaca el proyecto militar REMOTE, una simulación de un cuartel general en un entorno virtual colaborativo. Ha sido co-organizador del workshop internacional en Agentes y Entornos Virtuales Inteligentes IVEVA 2004. Es autor de más de 20 artículos en revistas y conferencias arbitradas. Actualmente es el Jefe del CINAUI (Centro de Investigación en Entornos Virtuales Inteligentes) donde se realizan proyectos con entornos virtuales inteligentes. Es Jefe del Área de Computo de la Escuela de Ingeniería. Ha sido reconocido por la ACM por ser pionero en el concurso de programación auspiciado por este organismo al ser el promotor del primer concurso de programación ACM en la Universidad Bonaterra. El doctor Delgado es socio fundador de la empresa de desarrollo de videojuegos Nibbo Studios.

plos concretos en los que los mundos se benefician de dicho nivel. Además se muestra cómo los propios mundos son una herramienta poderosa para mostrar la semántica asociada a la información que representan (de otros dominios).

La estructura de este artículo es la que sigue. En primer lugar se estudian alternativas actuales para codificar metadatos en entornos virtuales. A continuación se describen diferentes enfoques y trabajos concretos de adición de un nivel de información semántica a los mundos. Para ello dividimos estos trabajos en tres tipos, según que el nivel semántico se defina a la vez, antes, o después que el entorno virtual. Finalmente se repasan trabajos que utilizan entornos virtuales como

medio para mostrar la semántica de la información que representan.

2. Codificación de metadatos para entornos virtuales

La anotación de metadatos referidos a los elementos de los entornos virtuales es un paso claramente útil de cara al establecimiento de un nivel de información semántica de los entornos. El conjunto de metadatos anotados en un mundo, junto con ontologías y bases de conocimiento del dominio adecuado, pueden constituir un nivel semántico que aumente la capacidad de interacción del mundo. Esta sección describe brevemente tres modos actuales para la codificación de metadatos en entornos virtuales y contenidos 3D. En particular revisamos mecanis-



Los mundos virtuales se pueden beneficiar de la adición de una capa de información semántica que permita mejorar la interacción de los usuarios



mos para codificar metadatos en mundos VRML (*Virtual Reality Modeling Language*), GeoVRML y MPEG-7.

2.1. Codificación de metadatos en mundos VRML

Hay dos modos de incluir ciertos tipos de metadatos en un mundo VRML: el uso del nodo *WorldInfo* y la parametrización de prototipos VRML. Nótese que el último método no se concibió como un mecanismo para codificar metadatos, aunque puede servir para dicha tarea.

El nodo *WorldInfo* es un nodo VRML que contiene información general sobre el mundo. El nodo contiene dos campos: *title* e *info*. El campo *title* se usa para almacenar el nombre o título del mundo, para que los visualizadores puedan presentárselo al usuario. Cualquier otra información sobre el mundo (como información sobre el autor, *copyright* e instrucciones de uso) puede almacenarse en el campo *info*. No existe ninguna convención sobre cómo codificar esta información. Por tanto, este campo lo usan principalmente las personas encargadas de administrar los mundos.

La parametrización de prototipos VRML puede usarse para codificar cierto tipo de metadatos sobre un objeto particular en el mundo. El mecanismo de prototipado permite incluir descripciones semánticas de los objetos que abstraigan las implementaciones geométricas. Por ejemplo, se puede definir un prototipo llamado *Casa*, con campos *numeroPlantas*, *tipoTecho*, *numeroVentanas*, *localización*, etc. Para especificar una implementación de este prototipo, podemos usar algo como “Casa {numeroPlantas 2 tipoTecho “plano” ...}”. Esta especificación codifica información semántica sobre un objeto VRML (en particular una casa). Esta información se empleará probablemente para construir una representación de la casa en tiempo de ejecución. En realidad, la parametrización de VRML no se suele emplear para codificar metadatos y no hay ninguna convención sobre cómo hacerlo.

2.2. Codificación de metadatos en GeoVRML

GeoVRML es un grupo de trabajo oficial del Web3D Consortium que se fundó con el objetivo de desarrollar herramientas y recomendaciones para la representación de da-

tos geográficos utilizando VRML. El grupo produjo la especificación GeoVRML 1.1, que extiende VRML con una serie de nodos orientados a soportar aplicaciones geográficas. Hay además una implementación Java de código abierto de estos nodos.

GeoVRML 1.1 incluye el nodo *GeoMetadata*, para especificar metadatos que describan nodos GeoVRML. Antes de que GeoVRML naciera, ya existían diversas organizaciones trabajando en estándares y representaciones para metadatos geo-espaciales, tales como FGDC, ISO TC211, CEN TC287, OpenGIS Consortium, y otras. Por eso, más que adoptar un estándar particular, el nodo *GeoMetadata* sirve de enlace a descripciones en cualquiera de los estándares, con la opción de añadir además un resumen corto para personas. Es decir, el objetivo de *GeoMetadata* no es introducir un nuevo estándar de metadatos, sino facilitar el uso de los existentes.

El nodo *GeoMetadata* contiene tres campos: *url*, *summary* y *data*. El campo *url* se utiliza para especificar un enlace hipertexto a una descripción externa de metadatos. El campo *summary* contiene un conjunto de pares de cadenas de texto del tipo *palabra clave / valor*. Las palabras clave son *title*, *description*, *coordinateSystem*, *horizontalDatum*, *verticalDatum*, *ellipsoid*, *extent*, *resolution*, *originator*, *copyright*, *date*, *metadataFormat*, *dataUrl* y *dataFormat*. Esto constituye un mecanismo simple y extensible para incluir metadatos que sean legibles para las personas y fácilmente procesables. El campo *data* incluye la lista de nodos que implementan los datos descritos en el nodo *GeoMetadata*. Si no se especifica el campo, se asume que el nodo se aplica a toda la escena.

2.3. MPEG-7

MPEG-7, conocido formalmente como *Multimedia Content Description Interface*, es un estándar para describir contenidos multimedia. MPEG-7 promete ser la base para una nueva generación de aplicaciones multimedia tales como buscadores multimedia, bibliotecas digitales, sistemas de edición digital, etc. MPEG-7 se puede usar para describir contenidos en una amplia variedad de formatos, por ejemplo MPEG-4, RealAudio, RealVideo, Microsoft Media, Apple QuickTime, etc. El estándar MPEG-7 especifica:

- *Descriptores*, que describen características básicas de contenido audiovisual
- *Esquemas de Descripción*, que especifican la estructura y semántica de las relaciones entre componentes que pueden ser descriptores o esquemas de descripción
- *Lenguaje de Definición de Descripciones*, que permite definir nuevos descriptores y esquemas de descripción
- *Capa de Sistemas*, que permite la sincronización y el acceso a metadatos MPEG-7.

MPEG-7 no especifica cómo extraer descripciones, cómo usar las descripciones, ni cómo evaluar la similitud entre contenidos. Se han definido diversos descriptores, como color, textura, forma y movimiento para vídeo. Los descriptores de forma incluyen forma basada en regiones, forma basada en contornos, forma 2D/3D y forma 3D. Así, la información de forma 3D se puede describir en MPEG-7 mediante un descriptor de forma 3D. Como se apunta en [1], el descriptor de forma 3D es un medio para la descripción de forma de modelos de mallas 3D. La principal aplicación de este descriptor es la búsqueda y recuperación de modelos 3D en base a similitudes de forma.

3. Nivel semántico

Esta sección describe diferentes enfoques y trabajos concretos de adición de un nivel de información semántica a los mundos. Para ello se dividen estos trabajos en tres tipos: trabajos en que los mundos se construyen junto con el nivel semántico, trabajos en que los mundos se construyen sobre un nivel semántico preexistente, y trabajos en que se añade a posteriori el nivel semántico a los mundos.

3.1. Entornos virtuales construidos con un nivel semántico

Desde hace algunos años se viene apuntando la necesidad de un nivel semántico para mejorar la **interacción** con los mundos virtuales. Así por ejemplo, Cavazza discute en [2] la necesidad de una capa de representación del conocimiento para entornos virtuales. Reconoce que en algunas aplicaciones de mundos virtuales es necesario el acceso simultáneo tanto a información concreta como a información abstracta. La información concreta tiene que ver con la representación visual de la simulación que se controla. La información abstracta es nece-

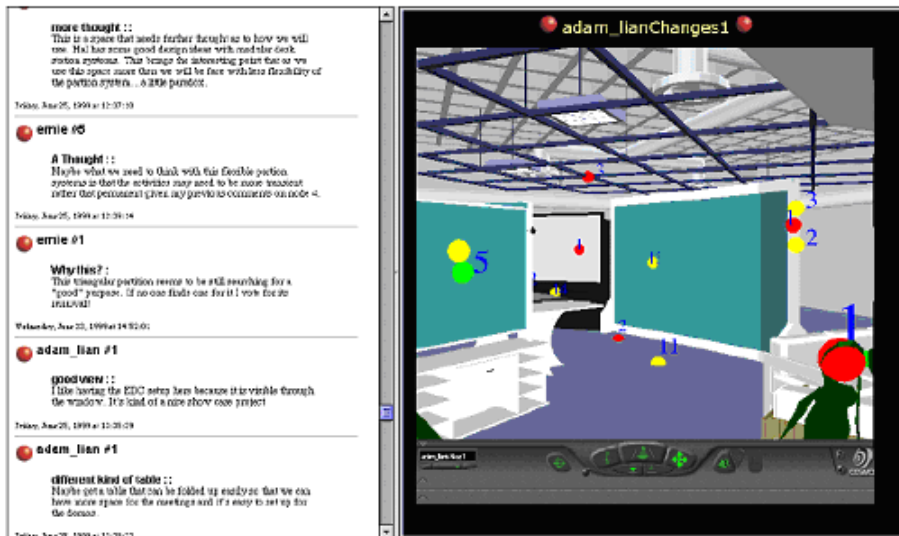


Figura 1. La interfaz de usuario de Redliner.

saría para controlar la complejidad de la escena y su evolución dinámica. Cavazza afirma que los conceptos del dominio se describen en términos abstractos y no tienen una correspondencia trivial con la configuración de objetos del mundo real. Así, un desafío para los entornos virtuales es ser capaces de aplicar procedimientos al entorno virtual como un todo, y no sólo a sus objetos constituyentes. Cavazza se concentra en técnicas para la interpretación simultánea de lenguaje natural y escenas dinámicas, y para la creación de secuencias de animación a partir de lenguaje natural.

Actualmente no existe un estándar (ni siquiera *de facto*) para modelar la semántica de los entornos virtuales. Por eso, algunos grupos definen su propio enfoque para modelarla. Generalmente estos enfoques son dependientes de la aplicación. Por ejemplo, en [3] se presenta Informed Environment, que crea una base de datos dedicada a la simulación de vida urbana. Los autores introducen un método para la construcción de escenas virtuales con información semántica asociada, así como para la explotación de tales escenas. La escena tridimensional se divide en dos partes, una para visualización, y otra para la construcción de la base de datos. La base de datos contiene información geométrica y semántica para la simulación de entidades móviles. El enfoque de los autores es definir áreas estructuradas. Las áreas se pueden subdividir en subáreas, dependiendo del nivel de información. Así, por analogía con un mapa geográfico, ellos descomponen un área grande en subáreas con información inherente al nivel de descripción. La información semántica se usa después para simular comportamientos más realistas de humanos virtuales (por ejemplo humanos caminando por una acera). El modelo de base de datos de Informed

Environment se ha integrado también con una aplicación Web [4].

NOVAE (*Networked Open Virtual Environment*) fue un proyecto cuyo objetivo fue la definición de componentes para una arquitectura abierta que soportase la interoperabilidad entre mundos virtuales. En este contexto, en [5] los autores proponen una aproximación semántica para incrementar la interoperabilidad entre mundos virtuales en red. Ellos proponen el uso de ontologías para definir conocimiento compartido en mundos virtuales, y el modelo Influencia/Reacción para describir los comportamientos de las entidades virtuales y las reacciones de los mundos. De hecho ellos extienden el modelo de Influencia/Reacción con el concepto de recurso de mundo. Un recurso representa una característica semántica fuerte del mundo virtual y puede ser usada por el diseñador para expresar un requerimiento o una propiedad común a numerosas entidades virtuales.

Algunos trabajos proponen la semántica como un aspecto fundamental para el **mode-**

lado de entornos virtuales. En este sentido, en [6], los autores detectan la necesidad de disponer de herramientas que ayuden al diseñador a modelar una aplicación de realidad virtual desde el punto de vista del experto del dominio, permitiéndole a éste participar en la especificación de la aplicación de un modo más intuitivo usando su experiencia y terminología del dominio. Para conseguir esto, los autores introducen un nuevo enfoque para el diseño y desarrollo de aplicaciones de realidad virtual en el que el conocimiento del dominio se usa para facilitar el proceso. Utilizan ontologías como un modo para reflejar el conocimiento de un dominio, expresar el mundo virtual en términos del dominio del usuario final, generar el mundo virtual y realizar razonamiento automático.

3.2. Entornos virtuales construidos sobre un nivel semántico

Algunos entornos virtuales se construyen sobre un nivel semántico preexistente. Por ejemplo algunos entornos virtuales representan espacios reales aprovechando datos de SIGs (Sistemas de Información Geográfica). Quizá los ejemplos más claros de este tipo de entornos son las *ciudades digitales*, que integran información urbana y crean espacios públicos para la gente que vive en las ciudades reales. Las ciudades digitales, que se están extendiendo por todo el mundo, aportan una infraestructura para conectar en red comunidades locales.

Cada ciudad digital tiene diferentes objetivos. Por ejemplo, las ciudades digitales de AOL se orientan a mercados verticales. De hecho, cada ciudad digital de AOL [7] recoge información turística y de tiendas de la ciudad correspondiente. Por otro lado, la ciudad digital de Amsterdam [8] se centra en la interacción social entre los ciudadanos. De acuerdo con [9], el diseño de una ciudad digital sigue un modelo general de tres capas:

- capa de información, en la que se integran y reorganizan archivos digitales, páginas web y datos provenientes de sensores en tiempo real.

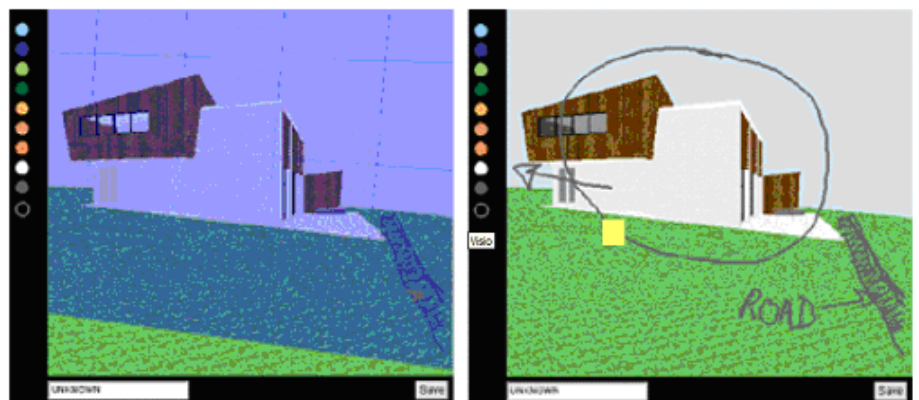


Figura 2. Space Pen.

- Capa de interfaz, en la que representaciones gráficas ofrecen una visión de la ciudad.
- Capa de interacción, en la que los residentes y los turistas interactúan.

Normalmente se utiliza un nivel semántico (generalmente una base de datos de información geográfica) para facilitar la integración de diferentes tipos de datos en la capa de información de un modo coherente. En la capa de interfaz se han usado mucho mapas 2D, bidimensionales, si bien los trabajos recientes de ciudades digitales incluyen frecuentemente tecnologías 3D. Algunos ejemplos de espacios 3D para ciudades digitales son los de Helsinki [10], Los Angeles [11], y Kyoto [12].

3.3. Añadir un nivel semántico a entornos virtuales

Algunos trabajos investigan la anotación de entornos virtuales, añadiendo un nivel semántico que después pueden percibir otros usuarios. En este sentido, los proyectos Virtual Book [13] y V Anno [14] proponen sistemas de anotación de voz. Con estos sistemas los usuarios dejan marcadores en el modelo 3D y graban anotaciones de voz asociadas a esos marcadores, de modo que más adelante se pueden recuperar y escuchar.

La metáfora *post-it* se introdujo en [15] para anotar modelos 3D de fluidos. En este sistema se embeben marcadores a los que se asocian textos, de forma que después estos textos pueden ser revisados por otros usuarios.

Un filtro del tipo **lente mágica** permite ocultar o resaltar los marcadores en un área seleccionada. Otro ejemplo de este tipo se presenta en [16], donde se propone un sistema que permite a los usuarios poner listas de la compra en la puerta de un frigorífico virtual VRML (con el estilo *post-it*) para que las relaciones entre anotaciones y lugares puedan ser más fácilmente reconocidas, en base a los objetos a los que se fijan.

IDT (*Immersive Discussion Tool*) [17] es un sistema para anotar modelos arquitectónicos 3D. IDT permite a los usuarios dejar flechas para designar puntos específicos del diseño, círculos para anotar áreas más grandes, o construcciones geométricas hechas de cilindros y esferas conectados para representar artefactos 3D. Se puede anexar texto a cualquiera de estas marcas.

Redliner [18] es un sistema colaborativo para diseñadores, que les permite anotar modelos 3D dejando marcadores de anotación (representados como esferas de color) directamente en la representación 3D de un edificio. Cualquier miembro del equipo de diseño puede acceder al sitio web Redliner, autenticarse y elegir un color de anotación. El interfaz de Redliner (véase **figura 1**) contiene una ventana con dos marcos: uno contiene anotaciones de texto y el otro es para la interacción 3D con el modelo. Los comentarios listados en el lado izquierdo de la ventana de Redliner se ordenan por fecha/hora y autor. El lado derecho muestra el modelo 3D.

En Space Pen [19], como en Redliner, los usuarios pueden anotar el modelo con marcas asociadas con comentarios de texto. Pero además, los usuarios de Space Pen pueden dibujar marcas directamente en las superficies del modelo 3D (véase **figura 2**) y salvar las anotaciones dibujadas para que las revisen otros. Las marcas dibujadas se pueden asociar además con un comentario de texto explicativo.

4. Entornos virtuales para representar semántica

Algunos trabajos estudian el uso de entornos virtuales para representar la semántica asociada a determinados datos. En este sentido, en [20] se examinan los espacios virtuales organizados semánticamente, centrándose en cómo las organizaciones espaciales modelan la cognición, interpretación e interacción de los usuarios. Los autores describen, en particular, el diseño de StarWalker, un entorno virtual multiusuario que ilustra los principios de los autores para unificar modelos espaciales, estructuras semánticas, y patrones de interacción social en entornos multiusuario.

La estructura semántica del mundo virtual del prototipo de StarWalker utiliza las actas de tres años de la conferencia *Computer Human Interaction* (CHI) de la ACM. El modelo espacial que representa esta estructura semántica se generó automáticamente. En particular se usó el método *Latent Semantic Indexing* (LSI) para generar similitudes entre documentos, y la técnica



Figura 3. La interfaz de usuario de StarWalker consta de una ventana con el mundo virtual, una ventana de chat y una ventana de sesión.

“

En la medida en que una red puede capturar la semántica de un sistema, un entorno virtual VRML puede representar esa semántica

”

pathfinder network-scaling para obtener patrones estructurales. El espacio semántico obtenido se representó en un modelo VRML y se hizo accesible a través de Internet utilizando Blaxxun's Online Community (la **figura 3** muestra la interfaz de usuario). Así los autores pudieron estudiar el modo en que los visitantes utilizaron StarWalker.

El entorno virtual DocuDrama Timetunnel [21] (véase **figura 4**) cuenta la historia de las carpetas y documentos en el ciclo de vida de un proyecto. Visualiza la interacción con carpetas y documentos, y muestra interdependencias y coherencia entre actividades. El objetivo de DocuDrama Timetunnel es dar una visión abstracta de la actividad en un proyecto y ofrecer la funcionalidad de administración de los datos del proyecto. El entorno da a los miembros del equipo una herramienta para visualizar la historia de los eventos del proyecto. Moviéndose a través del túnel el usuario puede embarcarse en un viaje virtual a través del ciclo de vida del proyecto. El túnel simboliza el eje temporal.

El usuario puede seleccionar visualizar un período de tiempo determinado de un proyecto, por ejemplo el ciclo de vida completo del proyecto. En este caso, la entrada al túnel representa el principio del período seleccionado. Cuanto más se acerque el usuario al final del túnel, más se acercará al final del ciclo del proyecto. El túnel de tiempo contiene varias secciones (o 'rodajas'). Cada sección representa una etapa en el tiempo del proyecto. Dependiendo del período de tiempo seleccionado, una sección podría representar un año, un mes, un día, o incluso sólo una hora. Pequeñas cajas situadas en la pared de una sección temporal denotan interacción con las carpetas y documentos del proyecto. Cada caja representa un documento. La posición de la caja dentro de la sección indica la forma de interacción. Por ejemplo, cajas en el techo indican documentos que han sido abiertos para lectura. El usuario puede acceder al nombre del documento y la fecha de la acción, al pinchar sobre la caja.

El color de los de las paredes soporta el significado de la posición. El usuario puede moverse a lo largo del eje temporal, yendo hacia delante y hacia atrás en el tiempo, y siguiendo las actividades del proyecto en un período de tiempo. Muchas cajas apiladas

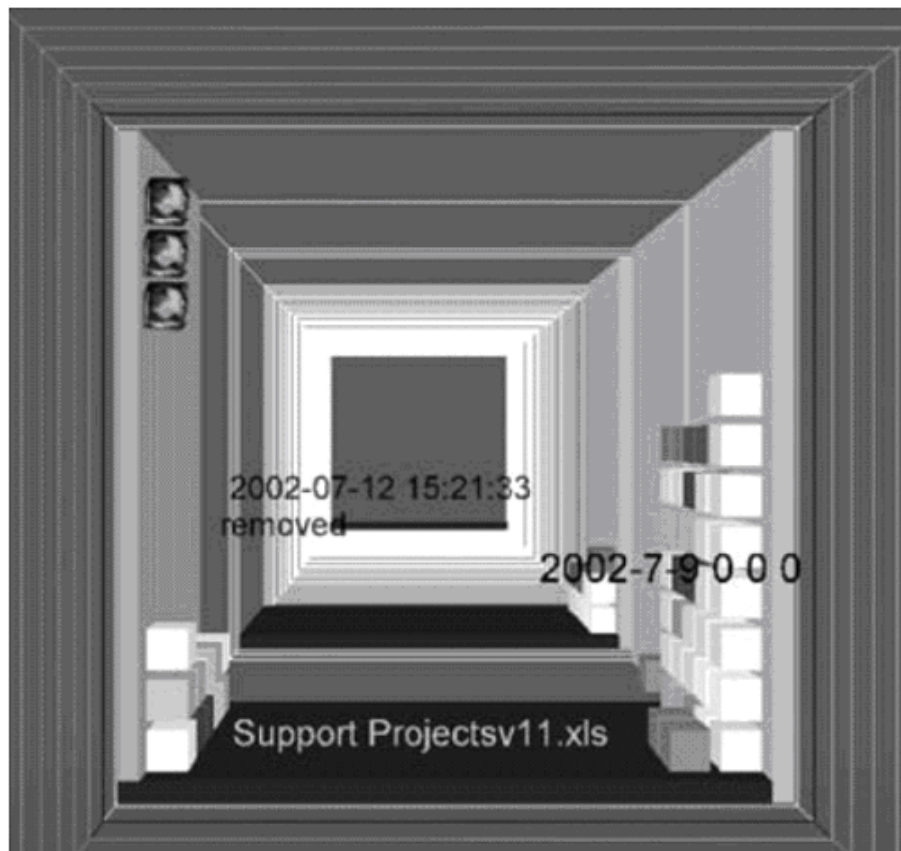


Figura 4. DocuDrama Timetunnel.

en las paredes denotan períodos de gran actividad. Secciones vacías denotan períodos en los que no se realizó ninguna acción. El *National Laboratory for Applied Network Research* (NLANR) tiene diversos proyectos para la medida de redes que producen grandes volúmenes de datos. En conjunto, estos proyectos producen gigabytes de datos y miles de páginas web de grafos y sumarios cada día. Este gran volumen de datos es necesario, porque a priori no se sabe qué partes de los datos contendrán características interesantes y porque usuarios diferentes están interesados en partes diferentes de los sistemas medidos. Como consecuencia de la escala de los sistemas, para los usuarios no es humanamente posible revisar todos los datos o páginas web en busca de elementos interesantes, pero si esto no se hiciera, podrían no detectarse importantes eventos de la red. Para dar respuesta a esta necesidad, el NLANR desarrolló la herramienta Cichlid [22] con objeto de visualizar y animar conjuntos de datos en un entorno tridimensional.

Los datos pueden animarse para mostrar cambios en el tiempo. Con frecuencia se desarrollan analogías físicas para mostrar la semántica relacionada.

Por ejemplo, retrasos de red entre una colección de sitios, visualizada como una superficie interpolada y animada en el tiempo, crea una visualización similar a la vista que se tiene al volar sobre terreno montañoso. Así, diferentes paisajes se asocian a diferentes condiciones de la red. Pajek [23] es un programa para el análisis y visualización de grandes redes (como redes genealógicas, diagramas de flujo de programas, redes de ordenadores, redes de transporte, redes sociales, etc). Pajek contiene muchos componentes diferentes para visualizar redes, así como para exportar visualizaciones de redes a diferentes formatos, incluyendo VRML. Así, en la medida en que una red puede capturar la semántica de un sistema, un entorno virtual VRML puede representar esa semántica.

5. Conclusiones

Este artículo ha presentado un recorrido por diferentes aspectos y aplicaciones de los entornos virtuales. El hilo conductor de este recorrido ha sido la relación e integración de los entornos virtuales con información semántica. En este sentido, se ha mostrado cómo los mundos virtuales se pueden beneficiar de la adición de una capa de información semántica, que permite mejorar la interacción de los usuarios con los mundos.

Además se ha expuesto cómo los propios mundos son una herramienta poderosa para mostrar la semántica asociada a la información que representan de otros dominios. Estos aspectos se han descrito a través de ejemplos concretos que muestran la aplicación directa de las ideas presentadas y demuestran su utilidad.

Referencias

- [1] **Philippe Salembier**. Overview of the MPEG-7 Standard and of Future Challenges for Visual Information Analysis, *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, vol 4, pp. 1-11, 2002.
- [2] **Marc Cavazza**. High-Level Interpretation in Dynamic Virtual Environments, Working Notes: Intelligent Virtual Environments, Workshop at the 13th Biennial European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-98), Brighton, UK, 1998.
- [3] **Daniel Thalmann, Nathalie Farenc, Ronan Boulic**. *Virtual Human Life Simulation and Database: Why and How*, International Symposium on Database Applications in Non-Traditional Environments, DANTE'99, 1999
- [4] **Nathalie Farenc, Christian Babski, Fabien Garat, Daniel Thalmann**. *Database and Virtual Human Representation on the WEB*, Advances in Databases and Multimedia for the New Century - A Swiss-Japanese Perspective-, WorldScientific, 2000.
- [5] **Michel Soto and Sebastien Allongue**. *A semantic approach of virtual worlds interoperability*, IEEE WET-ICE '97, Cambridge, MA, IEEE Press, 1997.
- [6] **Wesley Bille, Bram Pellens, Frederic Kleinermann, and Olga De Troyer**. *Intelligent Modelling of Virtual Worlds Using Domain Ontologies*, Workshop on Intelligent Virtual Environments and Virtual Agents, IVEVA, Mexico City, Mexico, 2004
- [7] **AOL digital cities**. <<http://www.digitalcity.com/>>.
- [8] **Peter van den Besselaar, Dennis Beckers**. Demographics and Sociographics of the Digital City, Community Computing and Support Systems, *Lecture Notes in Computer Science*, vol 1519, pp. 109-125, Springer-Verlag, 1998.
- [9] **Toru Ishida**. Understanding Digital Cities, Digital Cities: Experiences, Technologies and Future Perspectives, *Lecture Note in Computer Science*, vol 1765, Springer-Verlag, 2000
- [10] **Risto Linturi, Marja-Riitta Koivunen, and Jari Sulkanen**. Helsinki Arena 2000 - Augmenting a Real City to a Virtual One, Digital Cities: Experiences, Technologies and Future Perspectives, *Lecture Note in Computer Science*, vol 1765, Springer-Verlag, 2000.
- [11] **William Jepson, Scott Friedman**. *The Virtual World Data Server & The Virtual Los Angeles Project*.
- [12] **Toru Ishida, Junichi Akahani, Kaoru Hiramatsu, Katherine Isbister, Stefan Lisowski, Hideyuku Nakanishi, Masayuki Okamoto, Yasuhiko Miyazaki, and Ken Tsutsuguchi**. Digital City Kyoto: Towards A Social Information Infrastructure, International Workshop on Cooperative Information Agents (CIA-99), *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, vol 1652, 1999.
- [13] **Jouke C. Verlinden, Jay David Bolter, Charles van der Mast**. Virtual Annotation: Verbal Communication in Virtual Reality, *Proceedings of the European Simulation Symposium*, ESS'93, 1993.
- [14] **Reid Harmon, Walter Patterson, William Ribarsky, Jay Bolter**. The Virtual Annotation System, *IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, pp 239-245, 1996.
- [15] **Maria M. Loughlin, John F. Hughes**. An Annotation System for 3D Fluid Flow Visualisation, *Proceedings of the IEEE Conference on Visualisation '94*, pp 273-279, 1994.
- [16] **C. M. Adriano, A. B. Raposo, I. L. M. Ricarte, and L. P. Magalhaes**. *Changing interaction paradigms in annotation environments*, EDMEDIA 2000, Montreal, Canada, 2000.
- [17] **David Latch Craig and Craig Zimring**. Support for Collaborative Design Reasoning In Shared Virtual Spaces, Media and Design Process, *Proceedings of ACADIA '99*, pp 126-137, 1999.
- [18] **Thomas Jung, Ellen Yi-Luen Do, Mark D. Gross**. Immersive Redlining and Annotation of 3D Design Models on the Web, *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures*, pp 81-98, 1999.
- [19] **Thomas Jung, Mark D. Gross, Ellen Yi-Luen Do**. Space Pen: Annotation and Sketching on 3D Models on the Internet, *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures*, pp 257-270, 2001.
- [20] **Chaomei Chen, Linda Thomas, Janet Cole, Chiladda Chennawaslin**. *Representing the semantics of virtual spaces*, IEEE Multimedia, April/June, 1999.
- [21] **Leonie Schäfer, Uta Pankoke-Babatz, Wolfgang Prinz, Ava Fatah Schieck, Amanda Oldroyd**. DucuDrama, *Journal of Virtual Reality*, Springer, vol 7, num 1, pp 43-53, 2003.
- [22] **Jeffery A. Brown, A. J. McGregor, H-W. Braun**. *Network Performance Visualization: Insight Through Animation*, Passive and Active Measurement Workshop, PAM2000, pp 33-41, Hamilton, New Zealand, 2000.
- [23] **Vladimir Batagelj and Andrej Mrvar**. *Pajek - Analysis and Visualization of Large Networks*, Graph Drawing Software, Springer-Verlag, 2003.