

Una interfaz de usuario para datos espacio-temporales^{*}

Miguel Rodríguez Luaces

FernUniversität Hagen

D-58084 Hagen, Germany

Miguel.Rodriguez-Luaces@FernUni-Hagen.de

Resumen Muchos aspectos del campo de las bases de datos espacio-temporales han sido estudiados últimamente, pero todavía no se ha desarrollado ningún interfaz de usuario que permita visualizar y editar datos existentes en estas bases de datos. En este artículo presentaremos la que creemos es la primera herramienta que permite visualizar y editar valores de tipos de datos espacio-temporales además de otros tipos como relaciones o tipos de datos básicos. Otras características incluyen la posibilidad de animar la evolución temporal de un valor, utilizar diferentes sistemas de coordenadas, importar y exportar datos mediante XML, y obtener datos de diferentes bases de datos y fuentes de información. De acuerdo con estas características, la herramienta podría ser considerada el primer paso hacia un sistema de información geográfica temporal.

1 Introducción

El objetivo principal del proyecto Chorochronos, activo desde el año 1995 hasta el año 2000 y financiado por la Unión Europea, ha sido permitir el trabajo sinérgico de investigadores en las áreas de bases de datos espaciales y temporales para integrar sus resultados, métodos y tecnologías. El objetivo final era el diseño y desarrollo de la arquitectura de una *base de datos espacio-temporal*, para la cual se dividió el trabajo en diferentes tareas, una de las cuales consistió en la realización de un modelo de datos espacio-temporal. En el marco de esta tarea, [GBE⁺98,FGNS00] han desarrollado una *álgebra espacio-temporal* concebida como un módulo de extensión para bases de datos y organizada en un conjunto de *tipos abstractos de datos* que permiten representar, almacenar, y consultar valores de *objetos móviles*.

Una vez que concluye el trabajo de análisis y diseño de tal álgebra, comienza el trabajo de implementación durante el cual se descubre la necesidad de poseer datos reales que puedan ser almacenados y posteriormente consultados para comprobar la corrección de la implementación. Más aún, se descubre la necesidad de poder observar los resultados de los algoritmos de tal forma que la comprobación de los mismos sea una tarea sencilla.

^{*} Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto CHOROCHRONOS, subvencionado por la U.E. en el programa *Training and Mobility of Researchers*, contrato No. ERB FMRX-CT96-0056.

Tal es la motivación principal que llevó a la construcción de la herramienta que aquí describimos, una interfaz de usuario que permite editar y visualizar datos espacio-temporales almacenados en una base de datos, lo cual supone, en cierto modo, construir un sistema de información geográfica temporal. Además, XML se ha utilizado como lenguaje de intercambio de datos debido a las ventajas que presenta la utilización de un lenguaje *abierto* en lugar de un lenguaje *propietario*. Ésto, combinado con la utilización de *Java* como lenguaje de implementación, permite utilizar la herramienta como un *applet* o un *plug-in* en un visor de páginas *web*.

2 Descripción de la herramienta

Antes de comenzar con la descripción de la herramienta, es necesario describir brevemente los tipos de datos que pueden ser editados y visualizados con ella. Los tipos más importantes para nosotros son el tipo *moving point* y el tipo *moving region*. El primero permite representar la evolución temporal de un punto en el plano euclidiano y el segundo permite representar la evolución temporal de un conjunto de polígonos que pueden tener agujeros poligonales. Ejemplos de valores del primer tipo son la trayectoria de un barco, o de un usuario de teléfono móvil; ejemplos de valores del segundo tipo son la evolución de la capa de nubes sobre España, o la evolución de un vertido de petróleo.

Un valor espacio-temporal se representa seleccionando una función simple que será utilizada para describir porciones de su evolución y realizando una partición de la dimensión temporal de forma que el valor en cada uno de esos intervalos pueda ser representado apropiadamente por una instancia de la función seleccionada. En nuestro caso utilizamos funciones lineales de dos variables para los valores del tipo *moving point* y para los vértices de los polígonos (y los agujeros) de un valor del tipo *moving region*, con la restricción en este último caso de que el resultado sea un poliedro, es decir, que la evolución temporal de dos vértices consecutivos forme un plano.

No sólo estos dos tipos son soportados por el sistema. Otros tipos existentes en la álgebra cuyos valores pueden ser editados y visualizados son los tipos espaciales (*points*, *line*, y *region*), los tipos básicos (*int*, *real*, *bool*, y *string*), y las versiones temporales de éstos últimos (*moving int*, *moving real*, *moving bool*, y *moving string*); éstos tipos almacenan la evolución temporal de valores del tipo básico. Por otra parte, la herramienta permite también editar y visualizar relaciones del álgebra relacional (tipo *relation*). Los tipos antes mencionados se utilizan como tipos para los atributos de una tupla, y a partir de la visualización de una tabla relacional pueden seleccionarse en ella valores que quieren ser mostrados en detalle. Por último, mapas de bits pueden ser utilizados como guía para la introducción o visualización de otros datos (tipo *raster map*).

La metáfora usada para la presentación de datos en la herramienta consiste en la utilización de *capas* y *visores*. Para cada uno de los tipos de datos que el sistema puede representar, existe un *tipo de capa* encargado de realizar la presentación en pantalla del valor (por ejemplo, existe un tipo de capa para el

tipo *moving point*, otro para el tipo *relation*, etc . . .). Un visor agrupa capas en una *pila*, de forma que el orden de la pila (configurable por el usuario) determinará el orden en el que la representación gráfica de los valores se muestra. La herramienta maneja durante su funcionamiento un conjunto de visores visibles simultáneamente, por lo que el análisis cualitativo de los valores puede realizarse tanto mediante comparación directa apilando capas en un visor, como mediante la comparación indirecta utilizando visores diferentes.

A modo de ejemplo, una configuración de la herramienta podría consistir en una capa superior con un valor del tipo *moving region* que representaría las tormentas sobre la costa norte peninsular, inmediatamente debajo de esta capa se encontraría otra capa con los movimientos de los barcos pesqueros de los puertos del Cantábrico representados como un valor del tipo *moving point*, otra capa bajo a ésta podría representar los movimientos de los bancos de peces en este mar mediante un valor del tipo *moving region*, y por último, la capa inferior podría ser un mapa de bits representado la costa norte española.

Dado que los tipos de datos soportados por el sistema son espacio-temporales en su naturaleza, el sistema debe ser capaz de gestionar las dos dimensiones espaciales y la dimensión temporal de los valores. Para conseguirlo, se asocia con cada una de las dimensiones un *coordinador de dimensión*. Éste es un módulo encargado de gestionar el intervalo de la dimensión correspondiente que es visualizado por el visor. Cuando el visor ha de redibujar su contenido, cada uno de los coordinadores es consultado para conocer qué intervalo de la dimensión es visible, y el valor obtenido es comunicado a las capas que decidirán qué parte del valor tiene que ser mostrada. La posición espacial o el instante temporal mostrado puede ser variado en cualquier momento mediante un *control deslizante* para cada dimensión. El coordinador de la dimensión temporal permite además crear una animación variando periódica y constantemente el punto de la dimensión temporal en el que se encuentra el visor, mostrando de esta manera la evolución temporal del valor. Esta animación puede ser controlada variando su velocidad, deteniendola, o reanudandola en cualquiera de las dos direcciones.

En la herramienta se hace una clara distinción entre los sistemas de coordenadas del usuario (el de los valores representados), del visor, y de la pantalla. Las coordenadas de usuario son convertidas en coordenadas del visor por un *conversor* asociado a cada dimensión. Dado que el usuario posee la capacidad de cambiar el conversor utilizado, la herramienta puede ser adaptada fácilmente para utilizar diferentes sistemas de coordenadas. Además la escala puede ser también ajustada, lo cual permite realizar ampliaciones del detalle en zonas interesantes, o reducciones para obtener una visión de conjunto.

El valor del coordinador de una dimensión puede ser ignorado por un tipo de capa si su valor no depende de esa dimensión (por ejemplo, un tipo de capa para un valor no temporal ignorará el valor de la dimensión temporal). El valor de la dimensión puede también ser modificado mediante una constante según el deseo del usuario para poder comparar diferentes valores (o el mismo valor) en diferentes posiciones de la dimensión (por ejemplo, para comparar la extensión actual y pasada de Alemania). Esta característica permite configurar relacio-

nes visuales espacio-temporales entre las capas de un visor, además de permitir ajustar más precisamente la presentación simultanea de los datos. Por último, el coordinador de una dimensión puede ser compartido por varios visores; ésto permite configurar relaciones entre las capas de diferentes visores, con lo que la libertad a la hora de realizar comparaciones entre diferentes valores es mayor.

Para el intercambio de datos se utiliza XML. Cada tipo de capa es capaz de exportar e importar el valor actualmente presentado mediante una expresión XML. Dado que éste es un lenguaje extensible y estructurado, permite representar cómodamente los valores de cualquier tipo de datos. Además estas características son de gran valor en el caso de *tipos anidados*, como es el caso del tipo *relation* cuyos valores constan de un tipo de tupla cuyo tipo es a su vez una lista de tipos. La creación de nuevas capas con los valores integrantes de un tipo anidado es sencilla, pues consiste simplemente en la creación de una nueva capa que toma sus datos de la sección de la expresión XML correspondiente a ese valor.

La herramienta puede conectarse con una base de datos de dos formas. Una posibilidad es utilizar un tipo de capa que no posee representación gráfica (es transparente), pero que puede ser controlado para enviar consultas y recibir respuestas a través del API de JDBC o de una base de datos particular (Informix, DB2, Oracle, etc. . .). El resultado se convierte a continuación en una expresión XML que se utiliza para crear una nueva capa con ese valor.

Otra posibilidad de conexión es por medio de *adaptadores*. Un adaptador es un módulo que realiza la conversión desde un formato propietario particular a XML. De esta forma, el formato de intercambio de una base de datos puede ser utilizado para producir un fichero que será traducido en una expresión XML por un adaptador para ese formato particular. Una vez obtenida la expresión XML, puede ser utilizada por el sistema en la forma habitual para crear una nueva capa. La utilización de XML como lenguaje intermedio facilita la integración de nuevos tipos de datos y minimiza el número de conversores necesarios de la misma manera que lo hacen los lenguajes intermedios en los compiladores. La integración en el sistema de un nuevo formato externo de una base de datos sólo requiere el desarrollo de un nuevo adaptador, no la modificación de todos los tipos de capa que podrían obtener datos de esa base de datos.

Referencias

- [FGNS00] L. Forlizzi, R.H. Güting, E. Nardelli, and M. Schneider. A Data Model and Data Structures for Moving Objects Databases. In *Proc. of the 2000 ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*, pp. 319–330, Dallas, USA, 2000.
- [GBE⁺98] R.H. Güting, M.H. Böhlen, M. Erwig, C.S. Jensen, N.A. Lorentzos, M. Schneider, and M. Vazirgiannis. A Foundation for Representing and Querying Moving Objects. Technical Report Informatik 238, FernUniversität Hagen, 1998. To appear in *ACM Transactions on Database Systems*.