

REALIDAD VIRTUAL EN LA VISUALIZACIÓN DE MODELOS TOPOGRÁFICOS

A. L. B. CANDEIAS (*), J. R. TAVARES JÚNIOR (*), A. C. FRERY (**), y W. P. DOS SANTOS (***)

analucia@npd.ufpe.br

(*)UFPE – Departamento de Engenharia Cartográfica
Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n – Recife – PE, Brasil

(**)UFPE – Centro de Informática
CP 7851, 50732-970 Recife – PE, Brasil

(***)UFPE – Departamento de Engenharia Elétrica e Sistemas
Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n – Recife – PE, Brasil

ABSTRACT: This paper describes an application of Virtual Reality Model Language (VRML) to digital terrain model visualization and interaction. Three-dimensional models and databases can be made available through Internet and intranets using VRML worlds, allowing the implementation of a complete distributed Geomorphologic project. A tool for the generation and analysis of virtual digital terrain models is presented.

RESUMEN: En este trabajo se presenta una aplicación de VRML (Virtual Reality Modeling Language) para la visualización y exploración de modelos numéricos de terreno. Este tipo de modelos, conjuntamente con bancos de datos, puede ser compartido en redes locales o por Internet permitiendo la implementación de un proyecto completo de geomorfología distribuido. Se presenta una herramienta para la generación y análisis de modelos numéricos de terreno en realidad virtual.

Palabras clave: geomorfología, modelos numéricos de terreno, realidad virtual, teledetección

INTRODUCCIÓN

La necesidad de conocer el espacio que nos cerca se constata desde el inicio de la historia del hombre. La distribución y significado de fenómenos en este espacio siempre fueron ingredientes esenciales para la sobrevivencia. Existe actualmente una gran preocupación en modelar estos fenómenos, para poder preverlos, potenciar sus beneficios y mitigar sus posibles consecuencias negativas.

La geomorfología puede auxiliar de forma inigualable en el análisis y la previsión de desastres (AB'Sáber, 1969; Christofolletti, 1977; Hubp, 1986; Jain, 1973; Jackucs, 1973; Kegel, 1965; Kostenko, 1991), por ser una ciencia que sirve de nexo entre la Geografía y la Geología. Esta ciencia estudia el relieve de la superficie del planeta en sus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos y dinámicos. La Geomorfología sirve, por ende, como base para la comprensión de las estructuras espaciales, no sólo en relación a la naturaleza física de los fenómenos, sino también en sus aspectos socio-económicos (Coates, 1976; Fookes e Vaugham, 1986; Hart, 1986; Mathewson e Cole, 1982).

En los proyectos de administración ambiental, por ejemplo, se da prioridad y relevancia especial a los mapeamientos de base geomorfológica, los que generalmente sirven para la tomada de decisiones tales como uso potencial del suelo tanto urbano como rural.

Es indiscutible la importancia de las cartas topográficas, no sólo para la Geomorfología sino para diversas Ciencias de la Tierra e Ingenierías. Así siendo, la visualización y manipulación de informaciones tridimensional, como por ejemplo el relieve, puede ser útil tanto en la interpretación como en la tomada de decisiones.

La fotogrametría convencional ofrece técnicas estereoscópicas para la visualización tridimensional usando pares de fotografías o imágenes satelitales. Utilizando pares convenientemente rectificadas, es posible generar curvas de nivel.

La reproducción tridimensional de la información contenida en las curvas de nivel de un escenario en un medio digital (modelos numéricos del terreno) puede facilitar el estudio del área.

El lenguaje VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) permite la construcción, visualización y ma-

nipulación de escenarios virtuales tridimensionales, llamados *mundos*. Estos mundos son interactivos y dan soporte a aplicaciones multimediales, como imágenes, sonidos, videos y animaciones, entre otras. Un mundo VRML es un conjunto de ficheros ASCII de pequeño tamaño (típicamente algunos Kbytes), que pueden ser distribuidos por redes locales o por Internet. Estos mundos pueden ser trabajados utilizando navegadores gratuitos, de instalación trivial y que funcionan aceptablemente en plataformas computacionales muy modestas (Ames *et al.*, 1997; Carey y Bell, 1997; Perce, 1996 y Tittel *et al.*, 1997). Estas características se logran por el uso que VRML hace del formato vectorial para almacenar descripciones geométricas de los mundos.

Una de las ventajas potenciales de este recurso es la facilidad para entender mejor el relieve revelando, por ejemplo, peculiaridades que condicionan la distribución de suelos, la vegetación y hasta algunas características climáticas locales.

En este trabajo presentamos una aplicación de esta herramienta de realidad virtual para la visualización tridimensional del terreno, demostrando su aplicabilidad a la Geomorfología.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es la presentación de una herramienta para la generación automática de mundos interactivos en VRML a partir de formatos usuales de modelos digitales de terreno. Esta herramienta admite como entrada datos en formatos matriciales (ficheros de texto con valores alimétricos), imágenes y ficheros CAD en formato DXF en tres dimensiones. La herramienta fue desarrollada en lenguaje DELPHI, y su salida es un mundo en lenguaje VRML.

La Figura 1 muestra ejemplos de visualización de datos modelados como un mundo VRML. En este caso la visualización está a cargo de un *plug-in* del navegador Internet Explorer, específico para este lenguaje, y de distribución gratuita. Existen varios *plug-ins*, así como también programas autónomos, como GLViewer, que permiten la visualización e interacción con estos mundos. De esta manera, queda garantizada la facilidad de distribución de material desarrollado en esta plataforma.

En la Figura 1 vemos dos de las tres formas en que una topografía puede ser vista en VRML: como estructura de alambre o como una textura proyectada sobre una superficie continua. La textura puede ser una fotografía o una imagen del área estudiada, bien como cualquier valor codificado en tonos de gris o en colores.

El lenguaje VRML también permite el uso de efectos de luz y sombra, a través de la utilización de controles sobre la iluminación (focos de luz, haces direccionales

etc.). Este control sobre el aspecto del mundo permite lograr resultados muy realistas.

Tanto la navegación como la interacción en un mundo VRML están facilitadas por las interfaces del programa de visualización.

METODOLOGÍA

La herramienta admite dos tipos de entrada de datos: la lectura de puntos tridimensionales (x, y, z), y la lectura de solamente los valores de altimetría, útil cuando se dispone de una grilla regular.

El sistema que realiza la conversión entre formatos ejecuta la búsqueda de informaciones en el archivo de entrada y produce un archivo en formato VRML como salida. Para llevar esta conversión a cabo fue realizado un estudio detallado de los campos que conforman el formato DXF.

El modelo digital de terreno en VRML utiliza la primitiva gráfica ElevationGrid, que tiene como principal argumento alturas de puntos igualmente espaciados sobre un plano de referencia. Siendo que los datos de entrada no necesariamente obedecen esta restricción, se hace necesario el uso de técnicas de interpolación espacial, que generan una superficie continua a partir de datos discretos, para después hacer un nuevo muestreo que atienda los requisitos.

Fueron estudiadas tres técnicas de interpolación: Interpolación de Tendencia, Triangulación e Interpolación por Media Móvil.

La primera consiste en aproximar la superficie por una función polinómica bidimensional, minimizando el error medio cuadrático entre la misma y los datos de entrada. La Triangulación consiste en aproximar la superficie a través de triángulos cuyos vértices pertenecen al conjunto de muestras de entrada. La Interpolación por Media Móvil consiste en obtener directamente los puntos sobre la grilla regular calculando muestras ponderadas de los datos de entrada; tomando en cuenta que puntos alejados poco o nada deberán contribuir para el cómputo de nuevos puntos.

Una vez calculadas las alturas de puntos regularmente distribuidos sobre el plano de referencia un módulo, escrito en el lenguaje Pascal en ambiente Delphi utilizando orientación a objetos, genera el mundo VRML correspondiente como una instancia de la primitiva ElevationGrid.

Además de generar el mundo VRML, el sistema también permite generar planos de corte para la obtención de perfiles del terreno. Estos perfiles son de gran interés, puesto que permiten extraer informaciones relevantes. La Figura 2 muestra un ejemplo de perfil generado por este sistema.

Es posible aplicar esta herramienta al estudio de problemas ambientales recurrentes de la erosión de suelos. Estos problemas pueden manifestarse tanto en la región degradada, comprometiendo la fertilidad natural del suelo, como en áreas alejadas, tales como ríos que tienen sus lechos rellenos.

El sistema permite la especificación de planos en direcciones especificadas por el usuario, y calcula la intersección del modelo numérico de terreno con los mismos para posterior visualización y análisis.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo mostró la posibilidad de utilizar VRML para aplicaciones de Geomorfología. Fue desarrollado un sistema que permite generar un mundo virtual para esta plataforma, bien como dotarlo de textura (imágenes o códigos en colores) y de realizar cortes en el mismo.

La continuidad de este trabajo se dará en dos frentes principales. La primera consiste en ampliar la operabilidad del sistema, bien como su facilidad de uso. La segunda tiene como foco la producción de ejemplos de uso de la metodología aquí presentada.

BIBLIOGRAFÍA

- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Geomorfologia 18, SP, USP, Instituto de Geografia, 1969.
- AMES, A. L.; NADEAU, D. R.; MORELAND, J. L. *VRML 2.0 sourcebook*, 2. ed. New York, Wiley, 1997.
- CÂMARA, G. *Geoprocessamento para projetos ambientais*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos - SP - Maio, 1998.
- CAREY, R., BELL, G. *The annotated VRML 2.0 reference manual*, 2. ed. Reading, MA, Addison Wesley, 1997.
- COATES, D. R. *Geomorphology and Engineering*. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, 1976.
- CRISTOFOLETTI, A. Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. Geografia, 2(4), Rio Claro, 1977.
- FOOKES, P. G.; VAUGHAM, P. R. *A handbook of engineering geomorphology*. Glasgow, Blackie & Sons Ltda, 1986.
- HART, M. G. *Geomorphology pure and applied*. Boston, George Allen & Unwin, 1986.
- HARTMAN, J., WERNECKE, J. *The VRML 2.0 handbook: building moving worlds on the Web*. Reading, MA, Addison Wesley, 1996.
- HUBP, J. L. *Las estructuras mayores del declive terrestre*. México: UNAN, Facultad de Ingeniería, 1986.
- JACKUCS, L. *El papel del clima en el control cuantitativo y cualitativo de la corrosión cársica*. (Serie Espeleológica y Carsológica, N° 39). Academia de Ciências de Cuba, 1973.
- JAIN, V. E. *Geotécnica General*. Moscú: Editorial Mir, 1973.
- KEGEL, W. A estrutura geológica do nordeste do Brasil. DNPM: Bol. 227, Rio de Janeiro, 1965.
- KOSTENKO, N. P. *Aspectos teóricos del análisis geomorfológico-estructural*. Mexico: UAEM, 1991.
- MATHEWSON, C. C.; COLE, W. F. Geomorphologic processes and land use planning, South Texas Barrier Islands. In: Applied Geomorphology (Craig, R. G. & Craft, J. L., org.), pp. 131-147. Londres, George Allen & Unwin, 1982.
- PESCE, M. *VRML Flying Through the Web*. Indianapolis, New Riders Publishing, 1996.
- TITTEL, E., SCOTT, C., WOLFE, P., SANDERS, C. *Building VRML worlds*. Berkeley, McGraw-Hill, 1997.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo recibido de CNPq, CAPES, PIBIC, FACEPE y Vitae.

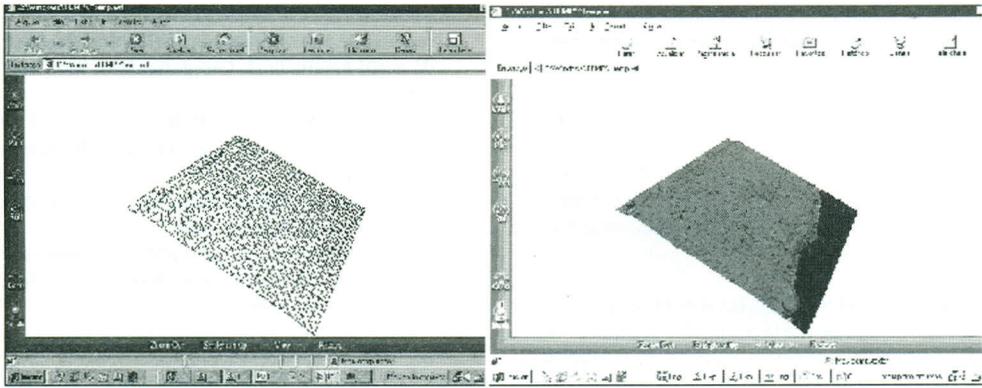


Figura 1: Dos visualizaciones de una escena como mundo virtual: (a) estructura de alambre; (b) superficie forrada con composición color de imágenes.

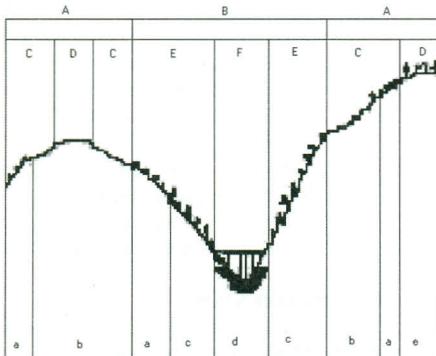


Figura 2: (A) Tierras entre desmoronamientos, (B) Tierra dentro de desmoronamientos, (C) Laderas en terrazas con vegetación, (D) Cumbre, (E) Ladera de desmoronamiento, (F) Fondo de desmoronamiento, (a) Vegetación plantada, (b) Tierras agrícolas con terrazas, (c) Vegetación salvaje, (d) Represa para contener el transporte de materiales, (e) Vegetación protectora en la cumbre.