

# Aplicación de una técnica de visión a la representación de una superficie de terreno reconstruido a partir de contornos planares

Cagnina Leticia, Guerrero Roberto

Lab. de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC) \*

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950

5700 - San Luis

Argentina

e-mail: {lcagnina, rag}@unsl.edu.ar

## Abstract

Existe una diversidad de situaciones prácticas en las cuales la reconstrucción tridimensional de un objeto se realiza a partir de un stack de capas o rebanadas en las cuales el objeto fue descompuesto, denominadas contornos planares. Una aplicación concreta es la reconstrucción de la superficie de un terreno a partir de curvas de nivel. Dada la variedad de situaciones emergentes al momento de la reconstrucción, es necesaria la selección del método más adecuado a la mayoría de las situaciones. De la misma manera, una adecuada visualización en 3D depende de una buena percepción de la profundidad y perspectiva. La presente propuesta tiene como objetivo el análisis de diferentes métodos de reconstrucción de un terreno a partir de curvas de nivel y su posterior visualización en 3D mediante la técnica de estereografía. En la misma se estudiarán diferentes combinaciones de métodos de reconstrucción con la técnica estereográfica que permitan aumentar la información transmitida.

## 1 Introducción

La generación de imágenes ha evolucionado ampliamente en los últimos años, particularmente en áreas tales como el tratamiento de información de tipo geológico. Los datos geológicos pueden ser utilizados para el análisis, diseño y evaluación de recursos naturales, planeamientos regionales, etc.. Los datos superficiales de un terreno frecuentemente constituyen la información más relevante con la que se cuenta, por consiguiente, el estudio de la superficie del terreno y la inferencia de información que se pueda realizar a partir de ella juegan un rol fundamental.

---

\*El laboratorio es dirigido por el Dr. Raúl Gallard y subvencionado por la Univ. Nac. de San Luis y la ANPCyT (Agencia Nac. para la Prom. de la Ciencia y la Tecnología)

El desarrollo y análisis de la información geológica está comúnmente sustentado en diversos tipos de representaciones gráficas que muestran conceptualmente un significado geológico particular. Se puede definir un Modelo Digital de Terreno (MDT) como una representación digital de la variación continua del relieve en el espacio. Los MDT son fundamentales para el cálculo de las variaciones del terreno, para la evaluación del mismo en áreas montañosas, y la generación de visualizaciones que permitan tener una idea completa del relieve de la zona en estudio [4].

En la cartografía convencional la descripción de las elevaciones del terreno a través del mapa topográfico constituye la infraestructura básica de los mapas. El papel equivalente en los MDT lo desempeña el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), que describe la altimetría de una zona mediante un conjunto de cotas. Estas entidades describen áreas o polígonos donde la localización de un elemento está representada por una cadena de coordenadas espaciales  $(x,y,z)$ . Los datos poligonales entonces están asociados con áreas superficiales sobre un espacio definido.

Siguiendo la analogía cartográfica, es posible construir un conjunto de modelos derivados, elaborados a partir de la información contenida explícita o implícitamente en el MDE. Los modelos derivados más sencillos pueden construirse exclusivamente con la información del MDE y reflejan características morfológicas simples (pendiente, orientación, etc.) [9]. Uno de ellos es el método de curvas de nivel. El mismo consiste en registrar una sucesión de contornos planares que representan la intersección de la superficie del terreno con una serie de planos horizontales que la cortan.

El proceso de reconstrucción consistirá de conectar contornos adyacentes por medio de una malla de triángulos [12] [11]. No obstante, y dependiendo de las características del terreno analizado pueden surgir una variedad de subproblemas (el problema de seccionado, de la correspondencia, etc.) que dificulten la formulación de un único método automático general a todas las situaciones. Existen actualmente diferentes métodos de reconstrucción de objetos a partir de datos desorganizados que solucionan un subconjunto de dichos problemas pero no todos al mismo tiempo [8] [5] [3]. En consecuencia, al momento de la visualización de la superficie, ésta reflejará en mayor o menor medida las características morfológicas del terreno dependiendo de los subproblemas específicos solucionados.

Bajo este contexto, una técnica de visualización debe crear representaciones gráficas de datos críticos, difíciles de interpretar a partir de mediciones, que destacan relaciones entre los datos que de otra manera pasarían desapercibidos para el usuario y, más aún, que resalten aquellas áreas donde el análisis de los datos debe ser re-evaluado [1] [14].

La estereografía es un método para la visualización de la información en 3D que intenta mejorar la percepción de la profundidad y perspectiva. Si bien éste es adecuado para la representación de datos complejos, se caracteriza por la dificultad en la generación de las imágenes y el costo inherente en la interpretación por parte de un usuario común. No obstante, existen diferentes técnicas que intentan reproducir el efecto visual de la estereografía mediante el uso de simulaciones [13].

## 2 Métodos de Reconstrucción de Superficies

Existen en la bibliografía numerosos algoritmos de reconstrucción de superficies [5] [8] [3] [6]. Todos ellos se basan en procesar un conjunto cualquiera de puntos  $\{x_1, \dots, x_n\} \subset R^3$  que

representan una copia de un objeto desconocido  $M$  y producen como salida una superficie simple que aproxima a  $M$ . Se asume no poseer ningún tipo de conocimiento respecto de la topología, la presencia de límites o la geometría de  $M$ ; todo ello debe ser inferido automáticamente a partir de los datos. La mayoría de los algoritmos desarrollan sus habilidades basándose en un análisis detallado de cada uno de los casos de prueba con el objeto de explotar la estructura parcial de los datos. Y es precisamente el conocimiento previo de la existencia de una estructura entre los puntos de datos el que conlleva a dejar de lado la consideración de situaciones particulares. Para el caso en particular considerado los datos poseen una estructura previa definida por contornos planares (polígonos cerrados) en planos paralelos. Una solución temprana de reconstrucción llevaría a pensar en realizar una triangulación por capas, lo cual produce como consecuencia un error en el tratamiento de quiebres del relieve (quebradas) o más formalmente el problema de la bifurcación de capas cuando se analizan capas adyacentes [12]. Es prioritario entonces la evaluación de los posibles problemas que se pueden presentar y la determinación de prioridades de reconstrucción acorde con necesidades particulares, para luego establecer el método más correcto.

### 3 La Técnica Estereográfica

La mayoría de las veces una fotografía captura información acerca del mundo como si éste fuera visto desde un único punto de vista. La lente de una cámara de fotos estática registra una escena tal cual ésta sucede en un instante preciso de tiempo, mientras que una filmadora captura una secuencia de imágenes que varían en el tiempo. En la vida real, nuestros ojos, debido a que están colocados con una cierta distancia de separación, no ven exactamente la misma vista. Los ojos perciben dos vistas similares pero no iguales de la misma escena y luego es el cerebro quien las compone. En el proceso de composición el cerebro recupera la profundidad de la imagen observada por medio de una triangulación. A este proceso se le denomina visión Estereoscópica.

Los algoritmos de computación gráfica se han concentrado mayormente en producir imágenes desde un único punto de vista, análogas a fotos estáticas registradas fotográficamente. Es decir, una gran parte de ellos modelan cámaras de un único ojo [1]. Nuestra propia experiencia como organismos de dos ojos confirma el beneficio del uso de la coherencia de perspectiva en escenas típicas. Surge entonces la propuesta de explotar la coherencia espacial y temporal de una escena a modo de beneficiar la visualización de imágenes fijas y más aún, de animaciones. La explotación de la coherencia espacial de dos imágenes permite la generación de una tercer imagen, denominada imagen Ciclopeana que permite crear una ilusión de profundidad, es decir, de tercera dimensión. A este proceso se le denomina visión Estereográfica.

Existen numerosos algoritmos para la generación de imágenes estereográficas que explotan ya sea la coherencia espacial o temporal de diferentes maneras [10] [13] [2] [7]. Algunos de ellos son computacionalmente costosos de implementar, otros reducen la calidad de las imágenes resultantes.

## 4 Propuesta en desarrollo

El presente trabajo pretende desarrollar una aplicación para la visualización de mapas geográficos en 3D mediante la simulación de la técnica de estereografía. Para ello el proceso se divide en dos partes: una primer etapa de reconstrucción del terreno mediante el uso de diferentes técnicas de reconstrucción, y posteriormente la visualización del modelo reconstruido en 3D mediante la simulación de la técnica estereográfica.

La primer etapa se basa en datos reales relevados en el terreno que constituyen una serie de polígonos cerrados determinando contornos planares del mismo, denominados curvas de nivel. El proceso de reconstrucción consistirá del análisis y testeo de diferentes técnicas que permitan recuperar en un alto porcentaje el aspecto real del relieve del terreno.

En la segunda etapa los modelos reconstruidos a través de las diferentes técnicas serán testeados mediante una simulación de la técnica estereográfica. Dicha simulación tiene por objeto brindar al modelo una visión en 3D sin tener que recurrir al uso de costosa tecnología ni grandes procesos computacionales. La recreación de la tercera dimensión se realizará mediante el uso de la profundidad cromática, es decir la utilización de color como inductivo de la profundidad.

## References

- [1] Watt A. and Policarpo F. *The Computer Image*. Addison-Wesley, 1998.
- [2] Stephen J. Adelson, Jeffrey B. Bentley, In Seok Chong, Larry F. Hodges, and Joseph Winograd. Simultaneous generation of stereoscopic views. In *Computers Graphics Forum*, pages 3–10, May 1991.
- [3] Fausto Bernardini, Chandrajit L. Bajaj, Jindong Chen, and Daniel R. Schifore. A triangulation-based object reconstruction method. In *6th Annual Video Review of Computational Geometry*, 1998. Proceeding of the 13th Annual ACM Symposium on Computational Geometry.
- [4] Tomlin D. *Geographic Information System and Cartographic Modeling*. Prentice-Hall, 1990.
- [5] Tamal K. Dey and Naven Leekha. *Surface Reconstruction Simplified*. Manuscrito, December 1999.
- [6] Bartels R. H., Beatty John C., and Barsky Brian A. *An Introduction to the Use of Splines in Computer Graphics and Geometric Modeling*. Morgan Kaufmann Publishers, Palo Alto, CA, 1987.
- [7] Michel Hall. Holographic stereograms as discrete imaging systems. In *Proc. SPIE on Practical Holography VIII*, Feb 1994.
- [8] Huges Hope, Tony de Rose, Tom Duchamp, John McDonald, and Werner Stuetzle. Surface reconstruction from unorganized points. In *Computer Graphics*, pages 71–78. ACM, July 1992.

- [9] Wood J. and Fisher P. Assessing interpolation accuracy in elevation models. In *Proc. IEEE Computer Graphics and Applications*, volume 13, pages 48–56, March 1993.
- [10] Shaun Love and David F. McAllister. Computer generated lenticular stereograms. In *Three-dimensional visualization and display technologies, SPIE Proceeding*, page 102, 1989.
- [11] De Berg M., Van Kreveld M., Overmars M., and Schwarzkopf O. *Computational Geometry*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1997.
- [12] David Meyers. *Reconstruction of Surfaces From Planar Contours*. Dissertation for Doctor of Philosophy, University of Washington, 1994.
- [13] A. Michel Noll. Stereographic projections by digital computer. In *Computers in Automation*, page 32, May 1965.
- [14] T. Strothotte, B. Preim, J. Schuman A. Raab, and D. Forsey. How to render frames and influence people. *Computer Graphics Forum*, 13:455–466, Sept. 1994.