

Modelos Topográficos y Mallas Poligonales

Fernandez Jacqueline Guerrero Roberto
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950
D5700HHW - San Luis
Tel: +54 (2652) 420823
Fax: +54 (2652) 430224
e-mail: {jmfer, rag}@unsl.edu.ar

Resumen

Las mallas poligonales constituyen un excelente medio a través del cual modelar objetos en computadora cuyos datos fueron previamente relevados mediante diferentes técnicas de captura de información.

Independientemente de la técnica utilizada, toda captura de información posee errores. De la misma manera, todo método de reconstrucción será más o menos eficiente dependiendo de la topología del objeto a reconstruir. En consecuencia, el objeto final reconstruido reflejará, no solamente los errores producto del relevamiento sino también los emergentes de la topología propia del objeto relevado.

Los modelos topográficos son un buen ejemplo representativo de la combinación de los errores mencionados, dando lugar a su utilización como casos de evaluación para diferentes líneas de estudio sobre la identificación de errores y bosquejo de posibles soluciones de carácter general.

Introducción

Un modelo es la representación de las características (no necesariamente todas) de una entidad concreta o abstracta.

El propósito primordial de un modelo es permitir al usuario la representación y el entendimiento de la estructura o comportamiento de esa entidad. Al mismo tiempo, intenta proveer una forma conveniente para la experimentación de posibles cambios en la misma.

En computación gráfica, la utilización de modelos encuentra su justificación en la pretensión de recrear objetos del mundo real con características tales como formas suaves y superficies de diferentes tipos. En particular, los modelos se utilizan internamente en un programa computacional para describir el método utilizado para la representación de la forma tridimensional de la entidad a visualizar gráficamente.

Un modelo geométrico es una colección de componentes con una geometría bien definida y a menudo interconexiones entre componentes.

El modelo geométrico computacional describe las componentes esenciales de los objetos a ser visualizados con sus propiedades geométricas inherentes, y son estas las que conducirán naturalmente a una única representación gráfica.

Por lo tanto, el modelo geométrico computacional involucra:

- Diseño espacial y forma de las componentes (básicamente la geometría de la entidad a modelar). Generalmente las componentes del modelo son representadas gráficamente con elementos geométricos básicos tales como puntos y líneas. También puede proveer otros atributos que afectan la apariencia de las componentes tales como: color, tamaño, etc..
- Conectividad entre los componentes (es decir, como las componentes se relacionan entre sí mostrando la estructura o topología de la entidad).

Para poder establecer el diseño espacial de un objeto, es necesario contar con la información propicia referente al objeto. Por tal motivo como paso previo en el proceso de modelado, debe realizarse la recolección de datos.

Existen en la bibliografía diferentes métodos de relevamiento de datos (manual, automático, contornos planares, matemático, etc.), todos ellos aportan información en mayor o menor cantidad, pero en definitiva cualquiera sea el método seleccionado, todos deben arrojar una nube de puntos perteneciente al objeto; como datos base para la creación de modelo.

La cantidad y calidad de puntos utilizados para la representación de un objeto, determinará cuan autentica será su recreación.

Por otro lado, independientemente de cómo las componentes fueron recolectadas y en que manera se encuentran representadas, ellas son la única información con la que se cuenta para la reconstrucción de la geometría del objeto. Es por ello, que se debe buscar un método de unificación que se base en dichos datos a modo de recuperar en gran parte la representación real del mismo.

Los modelos geométricos se clasifican según la dimensión del elemento utilizado para generar el modelo. Si la información geométrica se representa en función de puntos o líneas (elementos de 1D), el modelo del objeto constituye una jaula de alambre o malla poligonal.

Una malla poligonal es un conjunto de superficies poligonales planares y limitantes conectadas entre sí. Su popularidad deriva de su simplicidad de uso para el modelado (construcciones huecas donde solo se necesita representar el caparazón de un objeto), así como también en el tratamiento de la misma en la implementación de estrategias de “*rendering*” (tanto en hardware como en software) debido a que no posee restricción sobre la forma o complejidad de los objetos a modelar.

Existen en la bibliografía numerosos algoritmos de reconstrucción de superficies. Todos ellos basan su procesamiento en un conjunto cualquiera de puntos $\{x_1, \dots, x_n\} \subset \mathbb{R}^3$ 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 la inferencia de las correlaciones entre los datos para lograr obtener la estructura de los mismos. Y es precisamente el desconocimiento previo de dicha estructura entre los puntos dato el que conlleva a errores producto de la no consideración de situaciones particulares propias a la topología del objeto.

En resumen, el objeto final reconstruido reflejará la suma de errores emergentes de las fases de recolección y reconstrucción. Es prioritario entonces, establecer una reconstrucción del objeto a partir de componentes (nube de puntos), diseño espacial y conectividad lo más fidedigna posible.

Modelos Topográficos

El desarrollo y análisis de la información geológica está comúnmente sustentado en diversos tipos de representaciones gráficas que muestran conceptualmente un significado geológico particular. En la cartografía convencional la descripción de las elevaciones del terreno a través de un mapa topográfico constituye la infraestructura básica de los mapas. El mismo recibe el nombre de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y describe la altimetría de una zona mediante un conjunto de cotas o coordenadas espaciales (x, y, z) .

El equivalente computacional de los MDE lo desempeña el Modelo Digital de Terreno (MDT). Este se puede definir 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 de estudio.

Siguiendo la analogía cartográfica, es posible construir un conjunto de modelos derivados, elaborados a partir de la información contenida explícita o implícitamente en un MDT.

El proceso de reconstrucción consistirá de conectar los puntos datos (cotas) por medio de una malla poligonal. No obstante, y dependiendo de las características del terreno analizado existirá una variedad de subproblemas (el problema de seccionado, de la correspondencia, etc..) que dificulten o en el mejor de los casos deterioren la recreación del objeto.

Lo que se pretende

Los sistemas de computación gráfica actuales permiten obtener modelos tridimensionales de terrenos. Su utilidad no se reduce solo a la generación de vistas tridimensionales [1,2].

Desde un punto de vista geológico, disponer de un modelo tridimensional a escala del terreno permite realizar estudios y análisis complejos sobre la superficie de estos, inferir información y emplearlos para realizar simulaciones de proyectos de ingeniería.

Desde un punto de vista computacional, los modelos brindan una amplia variedad de situaciones particulares a ser consideradas permitiendo una retroalimentación de conocimiento y enriquecimiento hacia nuevas líneas de trabajo, las cuales se detallan a continuación:

- El relevamiento erróneo de datos (deficiencia o exceso) generan una topología no trivial (denominada “ruido”) en el objeto reconstruido. La eliminación automática de dicho ruido permitiría evitar subsecuentes operaciones de refinamiento de mallas, parametrizaciones y suavizado de superficies [3,4,5,6,7,9,11].
- La variedad de correlaciones intrínsecas entre los datos topográficos ofrece un campo de desafío para la formulación de métodos de compresión de información de tipo geométrica. [10,12,13]
- La estructura de los modelos topográficos se adapta perfectamente como casos de prueba para la generación de marcas de derecho propietario y violaciones de seguridad [15,16, 17].
- Al igual que el punto anterior son de gran utilidad para la formulación de métodos refinamiento de mallas [8,11,13,14,15].
- Los subproblemas intrínsecos (problema de la correspondencia, unificación, ramificación y rellenado) a la topología del modelo dan lugar a la formulación de métodos (en lo posible automáticos) que solucionen todos o un subconjunto de ellos [6,10].
- Los subproblemas intrínsecos surgen mayormente como consecuencia de que los métodos de reconstrucción utilizan un único criterio de generación de la malla (conservar el conjunto de puntos originales, interpolar puntos, utilizar un único tipo y tamaño de polígono). Esto habilita el estudio de métodos adaptativos o selectivos (acorde con subconjuntos de puntos del conjunto total) de generación de polígonos de la malla [13, 18, 19].

Bibliografía

- [1] Watt A. And Policarpo F., *The Computer Image*, [1998], Addison-Wesley.

- [2] Foley J. D., Van Dam A., Feiner S. K., And Hughes J. H. [1990], *Computer Graphics Principles and Practice, 2nd Edition*, Addison-Wesley.
- [3] J. De Bonet, *Multiresolution Sampling Procedure for Analysis and Synthesis of Images*, SIGGRAPH 97 Conference Proceedings, Annual Conference Series, [1997], ACM SIGGRAPH, Addison Wesley, aug, 361-368 .
- [4] Mirante A. And Wingarten N., *The radial sweep algorithm for constructing triangulated irregular networks*, [1982], Proceedings IEEE Computer Graphics and Applications, pag. 11-21.
- [5] Meyers D., *Reconstruction of Surfaces from Planar Contours*, [1994], Department of Computer Science and Engineering.
- [6] Hoppe H., De Rose T., Duchamp T., McDonald J., *Surface Reconstruction from unorganized points*, [1992], SIGGRAPH 92 Conference Proceedings.
- [7] Bernardini F., Bajaj C., Chen J., Schifore D., *A Triangulation-Based Object Reconstruction Method*, Proceedings of 13th Annual ACM Symposium on Computational Geometry.
- [8] Tamal K. Dey and Naven Leekha, *Surface Reconstruction Simplified*, [1999], Manuscrito.
- [9] D. Dooley & M. Cohen., *Automatic Illustration of 3D geometric models: Lines*. [1990], Computer Graphics (1990 Symposium on Interactive 3D Graphics), 24(2):77-82.
- [10] Wood J. And Fisher P., *Assesing interpolation accuracy in elevation models*. [1993], Proc. IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 13, pag. 48-56.
- [11] De Berg M., Van Kreveld M., Overmars M., and Schwarzkopf O., *Computational Geometry*, [1997], Springer-Verlag.
- [12] Guskov I., Sweldens W. And Schroder P., *Mutiresolution signal processing for meshes*, [1999], Proc SIGGRAPH 99 , pag. 325-334.
- [13] Horman K., Labsik U. And Greiner G., *Remeshing Triangulated Surfaces with optimal Parameterizations*, [2001], Computer-Aided Design 33, pag. 779-788.
- [14] El-Sana J., Varshney A., *Controlled simplification of genus for polygonal models*, [1997], Proc. IEEE Visualization 97, pag. 403-412.
- [15] Edelsbrunner H., Letscher D. And Zomorodian A., *Topological persistence and simplification*, [2000], 41st. Annual Sumposium on Foundations of Computer Science.
- [16] Wagner M., *Watermarking of Polygonal Meshes*, [2000], Proc. Geometric Modeling & Processing 2000, pag. 201-208.
- [17] Ohbushi R., Masuda H., and Aono M., *Geometrical and Non-geometrical Targets for Data embedding in Three Dimensional Polygonal Models*, [1998] Computer Communications, vol. 21, pag. 1344-1354.
- [18] Garland M., Willmott A., and Heckbert P., *Hierarchical Face clustering on Polygonal surfaces*, [2001], ACM Symposium on Interactive 3D Graphics.
- [19] Frey P., *About surface Remeshing* [2001], Proc. Of the 9th. Int. Meshing Roundtable, pag. 123-136.