

GRAFICACIÓN POR COMPUTADORA EN EL SOFTWARE MÉDICO

Francisco José Benavides Murillo¹, Edgar Benavides Murillo² y Jorge Valverde Jiménez³

RESUMEN

La graficación por computadora es un área de estudio dentro de las ciencias de la computación que ha experimentado grandes avances en los últimos años. Muchos de esos avances pueden ser útiles cuando se piensa en el desarrollo de software destinado a convertirse en una herramienta clave en el área médica. En el presente artículo exponemos algunas de las técnicas extraídas de campos como matemática y ciencias de la computación, que pueden ser usadas para compresión y manipulación de imágenes mediante un computador, y su aplicabilidad al desarrollo de la informática médica.

PALABRAS CLAVES: software médico, graficación por computadora, imágenes médicas, matemáticas aplicadas.

INTRODUCCIÓN

Existe evidencia de que el desarrollo de software médico ha tenido, en la mayoría de los casos, importantes fallas para satisfacer las necesidades de distintas entidades médicas como clínicas y hospitales (1). Consideramos que esto se debe a que en muchas ocasiones se ha subestimado la importancia de la graficación por computadora en el desarrollo de software médico. Al igual que pasa en otros ambientes, este aspecto de la informática no se encuentra actualmente muy desarrollado en Costa Rica. En este artículo presentamos algunas posibles técnicas y métodos que se pueden utilizar para analizar y comprimir imágenes médicas, junto con otros aspectos correlacionados. La utilidad de estos algoritmos depende, en gran medida, de la

rapidez y exactitud con que se puedan obtener resultados, así como la facilidad de uso de las interfaces con el usuario.

Existen una serie de avances en la tecnología informática, como por ejemplo, mejores presentaciones de los procesadores y capacidades gráficas, así como un espacio de almacenamiento inimaginable unos años atrás (2), que permiten al desarrollador de software médico replantear algunas concesiones, que por limitaciones técnicas se han tenido que hacer en el pasado. En particular, los sistemas informáticos basados en un alto contenido de graficación por computadora pueden verse mejorados y simplificados con estas nuevas tecnologías, reduciendo las tareas de manipulación de imágenes, datos y estadísticas, de tal forma que sean verdaderas herramientas útiles en el soporte de la toma de decisiones.

La informática para la ciencia médica debe tener como eje conductor un mayor énfasis en los aspectos visuales y, en este sentido, la graficación por computadora es un eje central en aquel software que pretenda ser un auténtico y verdadero asistente para el médico.

En este artículo exponemos nuestra tesis de que los algoritmos de compresión y análisis, junto con las técnicas modernas de graficación, basadas en teorías matemáticas de componentes principales y wavelets, pueden ayudar en gran medida al software médico a proveer las herramientas que permitan mejorar la utilidad del software para la toma de decisiones.

1. Matemático e Ingeniero eléctrico por la Universidad de Costa Rica, cursa postgrado en Matemáticas, Profesor UCR. Correo electrónico: franbena@arnet.co.cr

2. Ingeniero de sistemas por la Universidad de Costa Rica, experto en base de datos. Correo electrónico: ebenavid@racsa.co.cr

3. Ingeniero de Sistemas por la Universidad de Costa Rica, Licenciado en Sistemas de Información, Técnico de Auditoría. Correo electrónico: jvalverde@costarricense.cr

IMÁGENES MÉDICAS

Existen tres operaciones básicas que se ejecutan en las imágenes médicas (3): recolección de datos, despliegue de datos y análisis de datos. La posibilidad de representar imágenes tridimensionales en el computador, libera al médico de la necesidad de utilizar imágenes abstractas para reconstruir mentalmente un objeto. A la vez, manipulando la información desplegada en el computador, puede concentrarse en un auténtico análisis del caso.

Uno de los problemas computacionales presentes en el almacenamiento de imágenes médicas, es precisamente el gran volumen de información que se requiere para su despliegue.

Puede considerarse una imagen, como un arreglo bidimensional de $N_1 \times N_2$, números reales ubicados dentro de un cierto rango de representación. Puede pensarse que las imágenes en color utilizan tres arreglos de este tipo, uno por cada componente de rojo, verde y azul. Al final, estos datos en un computador se representan como tablas bidimensionales de números.

Un almacenamiento ingenuo de estos arreglos representaría un enorme gasto de espacio de memoria y por esta razón, se utilizan técnicas de compresión de imágenes bidimensionales para poder realizar un buen resumen de los datos de despliegue, con pocas muestras y tomando en cuenta los aspectos más relevantes de las mismas. A fin de cuentas, lo que se requiere es reducir un arreglo matricial de tamaño $N_1 \times N_2$, a un arreglo de tamaño $P_1 \times P_2$, donde $P_1 < N_1$ y $P_2 < N_2$. Existen muchas técnicas matemáticas para tal reducción. Una de las más populares es la técnica estadística basada en el análisis en componentes principales, la cual, fundamentada en cálculos de varianzas estadísticas, hace una proyección de las columnas originales en otro sistema de columnas vectoriales, bien elegido, de manera que la pérdida de la información sea mínima.

En la mayoría de los casos, esta pérdida de información es imperceptible y muy útil para cuando las imágenes deban ser almacenadas

junto con el expediente médico de la persona, en una base de datos hospitalaria.

El análisis en componentes principales, como técnica estadística, es una herramienta muy valiosa, no solo para compresión de imágenes, sino para el análisis de otros problemas estadísticos, algunos de los cuales tienen profundas repercusiones en estudios médicos (4). Es importante señalar que este tipo de análisis se ajusta a los datos presentes en la tabla y no busca ajustar un modelo predefinido a los datos, tal y como lo hace la estadística "clásica" (5).

El análisis en componentes principales (también conocido como ACP) proporciona, por lo tanto, un análisis estadístico mucho más confiable y ajustado a la realidad de los datos disponibles.

Sin embargo, otras técnicas de compresión se basan en el procesamiento digital de señales y si se consideran los avances más modernos en este campo, deberá tenerse en cuenta que la teoría de wavelets (también llamadas ondeletas) proporciona una buena herramienta de compresión (6).

Las características propias de las ondeletas, tales como la localización espacial y en frecuencia, las convierten en una herramienta idónea para otro tipo de aplicaciones, como el reconocimiento de patrones o regiones anormales dentro de una estructura de datos bidimensionales (7).

Se han hecho extensiones de esta teoría para aplicarla a compresiones tridimensionales, obteniendo, al igual que en el caso bidimensional, muy buenos factores de compresión (8, 9).

Las bases de todos estos mecanismos son puramente matemáticas, por lo que no se puede obviar este importante componente en esta clase de aplicaciones. El software médico no debe limitarse a almacenar información de manera eficiente, sino que debe ser una verdadera ayuda en el diagnóstico y visualización de resultados, datos y estadísticas. La implementación de poderosas y eficientes librerías matemáticas como base de este desarrollo es una necesidad obligatoria.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALGORITMOS

Hemos visto que el componente visual es uno de los aspectos más importantes para la aceptación de software de ayuda para la comunidad médica. Tal componente se traduce en un importante instrumento matemático en el desarrollo de tales aplicaciones.

Por ejemplo, el análisis en componentes principales es una técnica computacionalmente pesada, pues la obtención de los llamados valores y vectores propios de una matriz de datos (esenciales para desarrollar el método) se basa en iteraciones de diversas multiplicaciones matriciales, cuyo tamaño puede provocar una convergencia lenta en la obtención de un resultado aceptable.

En este aspecto, una serie de optimizaciones del método, unido al mayor poder computacional de los procesadores actuales, puede ayudar a hacer factibles estos métodos numéricos.

En este sentido, el mayor interés se centra en profundizar la investigación de métodos para mejorar la velocidad de convergencia de los algoritmos numéricos en ACP, tales como la segmentación de los datos en matrices más pequeñas y el aprovechamiento de ciertas características peculiares de los datos. Se han investigado técnicas de análisis en componentes principales generalizadas para asegurar una buena convergencia, cuando el volumen de los datos es demasiado grande (10).

La compresión basada en ACP es altamente adaptiva, pero puede ser más lenta que una compresión fundamentada en técnicas de procesamiento de señales (como wavelets), cuya implementación es mucho más ingenua y veloz. Esto se debe a la pesadez de los métodos numéricos para el cálculo de los valores y vectores propios.

Lo ideal de un sistema de compresión de imágenes médicas sería ofrecer varios enfoques, de modo que el ingeniero de sistemas pueda hacer uso, dependiendo de las condiciones, del mejor método basado en un balance entre lo que se requiere y lo que se está dispuesto a pagar por el exceso.

Lo mismo debe ocurrir en la compresión de imágenes tridimensionales. Las bases de esta clase de sistemas se apoyan en conocidas técnicas del área de la matemática llamada álgebra lineal. Esto, por cuanto se requiere pasar por un proceso previo de discretización de las señales, lo cual depende del primer paso indicado en la introducción, que es la obtención de datos. La dependencia en este aspecto con el hardware es alta.

Pero el procesamiento de la señal obtenida, su análisis y diagnóstico sí puede verse beneficiado con técnicas matemáticas de análisis y computacionales de inteligencia artificial.

Existen diversos estudios donde se puede notar un mayor interés en las imágenes 3D en situaciones médicas y forenses. Por ejemplo, encontramos algunas aplicaciones basadas principalmente en modernos métodos de manipulación de datos 3D, que pueden ser útiles para la manipulación de imágenes médicas y/o de simulación (11).

CONCLUSIONES

El desarrollo de aplicaciones de verdadera utilidad para el diagnóstico médico es una zona del conocimiento tecnológico altamente interdisciplinaria, que debe beneficiarse de aspectos tales como la ingeniería del software, inteligencia artificial, análisis estadístico, procesamiento digital de señales, graficación por computadora y otros.

No es posible abordar la elaboración de software médico mediante enfoques aislados. Consideramos que un detalle importante a tomar en cuenta a la hora de evaluar el fracaso de muchos proyectos de software en el área médica, se debe principalmente al encasillamiento de dichos trabajos en los desarrollos habituales de los sistemas de información empresariales, muchas veces sin nutrirse de avances en otros campos del conocimiento.

La informática médica necesita de un enfoque interdisciplinario, donde se combinen diferentes soluciones al problema informático y donde se permita la exploración de nuevas alternativas para solucionar los grandes problemas que acarrea la adaptación de la tecnología en un ambiente

profesional y tan especializado como lo es el caso del área médica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kakkainen, M., Holmstrom, J., Framling, K. y Atto, K. *Intelligent products. A step towards a more effective project delivery chain.* s.l. : Computers in Industry, 2003, Vols. Pages: 141-151.
2. Martin, S., Parker, W., et al. *Interactive Ray Tracing.* University of Utah: Symposium on Interactive 3D Graphics, Atlanta USA, 1999, Vol. Association of Computer Machinery. 1-58113-082-1/90/04.
3. Stytz, M. R., Frieder, G. y Frieder, O. *Three dimensional medical imaging: algorithms and computer systems.* Department of Electrical and Computer Engineering, Air Force Institute of Technology: Association of Computer Machinery, 1991, Vol. 23. ACM 0360-0300/91/1200-421.
4. Salinas, H., Albornoz, J., Reyes, A., Ide, R. y Erazo, M. *Análisis en componentes principales aplicado a variables respecto a la mujer gestante en Iationamérica.* Universidad de Chile : Revista Chilena de Obstetricia, 2006.
5. Joliffe, I.T. *Principal Component Analysis.* King's College: Springer, University of Aberdeen, Vol. Second Edition. ISBN 0-387-95442-2.
6. Frazier, M. *An Introduction to Wavelets through Linear Algebra.* Michigan: Springer, 1999. ISBN 0-387-98639-1.
7. Mallat, S. *A wavelet tour of signal processing.* San Diego, CA: Academic Press, 1999. Vol. Second Edition. ISBN 0-12-466606-X.
8. Westermann, R. A. *Multiresolution Framework for Volume Rendering.* Sankt Augustin, Germany: German National Research Center for Computer Science, 1995. O-81 86-7067~3,95.
9. HE, T. *Wavelet-Assisted. Volume Ray Casting.* 1000 E. Warrenville Rd., Naperville: Software Production Research Department, Bell Labs, 1996.
10. Ye, J., Janardan, R. y Li, Qi. *GPCA: An efficient dimension reduction scheme for image compression and retrieval.* Washington USA : Association of computer machinery, 2004. ACM 1-58113-888-1/04/0008.
11. Radovan, M. y Pretorius, L. *Facial animation in a Nutshell: Past, present and future.* Benmore, South Africa : Association of computer machinery, Proceedings pp 71-79, 2006.