

SEGMENTACIÓN Y REGISTRACIÓN DE IMÁGENES 3D

José Francisco ZELASCO^{1,2}, Patricia CALVO¹

¹Laboratorio de estereología, Departamento de Ingeniería Mecánica y Naval, FI-UBA

²INCA-INTIA, Facultad DE Ciencias Exactas, UNCPBA

jfz@fecic.edu.ar

Resumen

La generación de modelos de superficie, herramientas que facilitan el manejo de información 3D, técnicas de adquisición, generación y visualización de modelos 3D, entre otros, han venido a conformar la Estereología.

El tratamiento de imágenes 3D, segmentación, generación de modelos numéricos de superficies, y en particular en imágenes médicas, registración, i.e. integración del Atlas Cerebral u otro atlas anatómicos con las imágenes, requiere el conocimiento de herramientas conceptuales y algorítmicas útiles en muchas otras aplicaciones 3D.

Estado actual del conocimiento.

El concepto de Atlas Cerebral u otro atlas anatómico, verdaderos planos maestros 3D de las estructuras anatómicas, es tema de desarrollo en distintos centros. Consiste en la determinación de un mapa de la anatomía y su morfología, actualizado a partir de un organo, (cerebro u otro) promedio, que servirá de patrón para la localización de estructuras, y sobre el que se irá volcando en una base de datos de tipo GIS, el conocimiento que surja de la investigación anatómica, fisiológica y electroquímica.

La registración consiste en deformar el Atlas para poder adaptarlo o superponerlo con una imagen 3D particular, y así poder identificar mejor las estructuras puestas en juego y poder observar aquellas que no aparecen en la imagen. Consta esencialmente de dos pasos: la segmentación de la imagen 3D y la deformación de los objetos determinados en la segmentación hasta adaptarlos a la forma de referencia. Las técnicas aquí empleadas tienen particular interés para, entre otras ramas de la tecnología, análisis por imágenes de microtensiones y deformaciones en superficies. Los métodos de segmentación se pueden clasificar según utilicen algoritmos de thresholding, detección de bordes 3D, regiones crecientes, criterios topológicos (watersheds), contornos activos y redes neuronales.

Estos aspectos de segmentación y registración del atlas cerebral tienen íntima relación con el proyecto de Navegador Cerebral Convenio celebrado entre FI-UBA y el Hospital Cosme Argerich. Se trata de un sistema semirrobotizado de guía de trayectorias de abordaje neuroquirúrgico, puesto que permite la superposición de imágenes del cerebro o de la cartografía cerebral con el campo quirúrgico expuesto en la cirugía para la identificación de núcleos y haces nerviosos de importancia funcional. En forma análoga se han hecho reiterado contactos con el Dr. Víctor Pérez para su aplicación en imágenes hepáticas.

Objetivo

A partir de la experiencia adquirida por los miembros del laboratorio, en estudios realizados que han dado lugar a publicaciones en distintos ámbitos, se continúan las líneas establecidas. Dentro de estas líneas se trata de lograr el enriquecimiento de imágenes 3D partir de la registración del atlas anatómico para facilitar intervenciones quirúrgicas por ejemplo de hígado o mediante el uso de un neuronavegador semirrobotizado. A dicho efecto se evaluarán los resultados obtenidos con las distintas técnicas teniendo presente que se trata de imágenes 3D con ruido, anisotropía, voluminosas lo que condiciona la bondad de las distintas opciones algorítmicas.

La precisión ocupa un lugar no secundario en el estudio de esta problemática debido a que las conclusiones que derivan de las imágenes tratadas condicionan la calidad del útil del que dispondrá el usuario como por ejemplo en el análisis prequirúrgico. Los modelos numéricos de superficies serán estudiados en este sentido con la consecuente aplicación en otras áreas.

Metodología

Para llevar a cabo el análisis de imágenes, desde la óptica digital, basado en estructuras discretas, se prevé el diseño de algoritmos con herramientas de topología y geometría discretas, como la morfología matemática, la topología digital, watershed, esqueletización contornos activos discretos. También se puede considerar la aplicación de redes neuronales. Se trabajará sobre aplicaciones concretas que surgen de diferentes contactos con especialistas.

Debido al manejo de este tipo de información, de la geometría y de la topología, quedan involucradas funcionalidades de los sistemas de información referenciados o geográficos desde el punto de vista de mecanismos de adquisición y estructura.

Es también posible el desarrollo de un sistema de realidad virtual eventualmente en visión estereoscópica. Al observar en visión binocular las estructuras cerebrales que se están abordando y, llevando ambos sistemas, el real y el virtual a un referencial común, se puede superponer y enriquecer la realidad observada. En todo caso corresponde evaluar la precisión de los modelos numéricos obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Adams and L. Bischof. "Seeded Region Growing", *IEEE: Transactions on pattern analysis and machine intelligence* - Vol. 16 NO. 6, (1994)
- [2] E. Artzy, G. Frieder, G.T. Herman. "The theory, design, implementation and evaluation of 3D surface detection algorithm", *Comput. Graph. Image Process.*, vol 15, pp. 1-24. (1981)
- [3] M. Bach Cuadra, O.Cuisenaire, R. Meuli, J-P Thiran "Automatic segmentation of internal structure of the brain in M.R. images using a tandem of affine and non rigid registration of an anatomical brain atlas", Swiss Federal Institute of Technology (EPFL) Signal Processing Laboratory (LTS) CH-1015 Lausanne, Switzerland
- [4] C. Davatzikos. "Spatial Transformation and Registration of Brain Images Using Elastically Deformable Models", *Computer Vision and Image Understanding* - Vol. 66, pp 207-222 (1997)
- [5] B. M. Dawant, J.-P. Thirion, F. Maes, D. Vandermeulen and P. Demaerel, "Automatic 3D segmentation of internal structures of the head in MR images using a combination of similarity and free-form transformations: Part I, methodology and validation on normal subjects". *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 18(10):909-916.1999.
- [6] E. J. Farrell, R Zapulla and W.C. Yang. "Color 3D imaging of normal and pathologic intracranial structures", *IEEE Comp. Graph. Appl.*, vol. 4, pp. 5-17 (1984)
- [7] R.Goldenberg, R Kimmel, E.Rivlin, M Rudzsky "Fast geodesic active contours", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol 19 , n°10, october 2001
- [8] H.-J.Kretshmann and W.Weinrich, "Neurofunctional systems - 3D reconstructions with correlated neuroimaging", *Thieme* (1998)
- [9] T. Pavlidis and Y-T.Liow. "Integrating region growing and edge detection", *IEEE Trans. Pattern Anal.*

Machine Intell. ,Vol. 12, pp. 641-647 (1994)

[10] M.E.Rettmann, X. Han, C. Xu and J.-L. Prince “Automated sulcal segmentation using watersheds on the cortical surface” , *Neuroimage*, vol 15, n°2, pp 329-344 feb 2002ç

[11] S.R. Sternberg. “Grayscale Morphology”, *Comput. Vision, Graphics, Image Processing*, vol. 35, , pp. 333-355 (1986)

[12] J. Talairach, "Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain", *Thieme* (1988)

[13] J.-P. Thiran, V. Warscotte and B. Macq. “A queue-based region growing algorithm for accurate segmentation of multi-dimensional digital images”, *Elsevier Signal processing*, vol. 60, pp. 1-10 (1997)

[14] L. Vincent and P. Soile. “Watersheds in Digital Spaces: An efficient algorithm based on Immersion Simulation”, *IEEE: Transactions on pattern analysis and machine intelligence* , Vol. 13 NO. 6, (1991).

[15] T. Wang, X. Zhuang and X. Xing. “Robust Segmentation of noisy images using a neural network model”, *Image & Vision Computing*, vol. 10, pp. 233-240 (1992)

[16] A. Watt, "3D computer graphics", *Adison-Wesley* (1993)

[17] J.F. Zelasco, M. R. Álvarez y G. A. González Figueroa, “Segmentación 3D de Resonancias Magneticas y Tomografías Computadas: Panorama del Estado del Arte”, *In press, Anales de la Sociedad Científica Argentina*