



Resumen

Se presenta una propuesta para formulación de modelos de deformación de superficies 3D, con la característica primordial de preservar medidas tales como áreas y longitudes, utilizadas en los estudios morfométricos

Palabras clave: deformación de superficies, modelos variacionales, morfometría

Antecedentes y Justificación

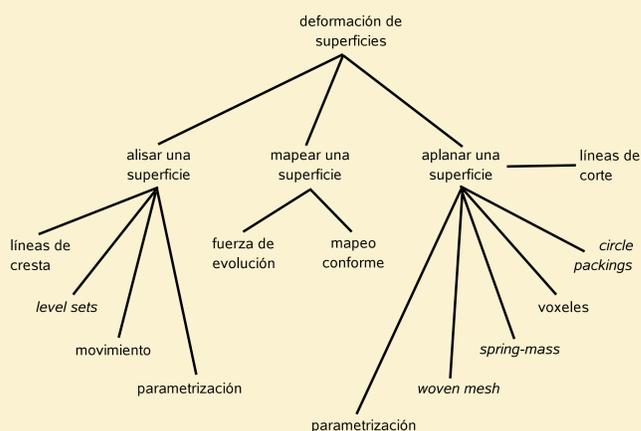
Las deformaciones de superficies 3D han sido exploradas en los últimos 20 años, en aplicaciones tales como la animación computarizada, el modelamiento de materiales y el análisis de estructuras anatómicas en imágenes médicas.

Los modelos deformables, aquellos en los que un contorno 2D o una superficie 3D se hacen evolucionar hasta que toman la forma de otro contorno o superficie objetivo, fueron introducidos por Kass *et al.* [1] y Terzopoulos *et al.* [2]. Considerando los desarrollos más recientes, estos modelos pueden clasificarse así:

☞ **Métodos para aplanar:** todos los puntos de la superficie 3D se ubican en un plano 2D respetando las relaciones de vecindad [3].

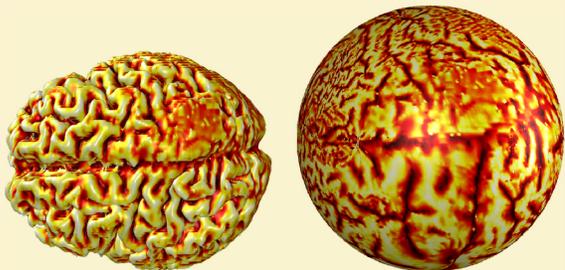
☞ **Métodos para alisar:** con éstos se obtiene una representación que conserva la forma 3D pero elimina los picos y valles demasiado pronunciados [4].

☞ **Modelos para mapear:** se busca proyectar todos los puntos de la superficie 3D en otra de geometría más simple y con la misma topología [5].



Clasificación de los métodos de deformación de superficies

La visualización y análisis de las características funcionales y anatómicas de algunas estructuras corporales se puede facilitar con modelos 3D obtenidos por segmentación a partir de imágenes de tomografía o resonancia magnética. La determinación de longitudes y áreas en estas superficies puede dificultarse debido a la intrincada geometría de algunas estructuras anatómicas.



Visualización de la corteza cerebral proyectada en la superficie de una esfera [5]

Dada la importancia de la corteza cerebral en los análisis morfométricos, el área con mayor número de publicaciones sobre deformación de superficies es la relativa a las estructuras cerebrales. La aplicación de estos métodos permite la identificación de cambios en los surcos del cerebro debidos a tumores u otras patologías; y facilitan la visualización de las áreas funcionales del cerebro, así como la determinación de distancias y otras medidas.

Formulación del Problema

La morfometría constituye un elemento básico en la especificación de los diagnósticos de la condición de un paciente. Estas mediciones, cuando se realizan, se obtienen de forma manual, siendo susceptibles a errores.

Algunas aplicaciones computacionales permiten realizar mediciones sobre superficies lisas y sencillas, sin embargo, cuando aumenta la complejidad de la superficie, es más difícil establecer estas medidas, pues hay que considerar factores tales como los cambios en los ángulos y curvaturas. Una posible solución la constituye el aplicar un modelo de deformación que simplifique la superficie, facilitando así el cálculo de las medidas.

Objetivos

Objetivo General

Formular un modelo para deformación de superficies 3D que preserve métricas tales como áreas y longitudes para facilitar el desarrollo de estudios morfométricos

Objetivos Específicos

- ☞ Revisar la literatura existente y determinar los principales modelos que deforman superficies
- ☞ Estudiar las métricas, determinar su comportamiento en deformaciones de superficies y escoger las más convenientes para los estudios morfométricos
- ☞ Deformar superficies con dos propuestas originales: un modelo construido a partir de consideraciones físicas y otro construido a partir de consideraciones variacionales
- ☞ Desarrollar una aplicación que permita visualizar el proceso de simplificación de la superficie, así como calcular las medidas en la superficie original y en la simplificada

Metodología

La investigación se desarrollará en las siguientes fases:

- ☞ **Exploración inicial:** se revisarán e implementarán los modelos más recientes, para analizar las alteraciones en las medidas.
- ☞ **Determinación de las medidas:** de acuerdo al comportamiento de las medidas bajo escenarios de deformación, se escogerán las más relevantes para los análisis morfométricos.
- ☞ **Modelo físico:** se formulará y validará un modelo de deformación de acuerdo a las características físicas del problema. Inicialmente, se validará sobre curvas 2D, y luego se extenderá al caso 3D.
- ☞ **Modelo variacional:** conjuntamente, se formulará y validará un modelo variacional basado en la preservación local del área. Éste se validará directamente sobre superficies 3D.

Actividades

- ☞ Elaboración de un estado del arte
- ☞ Exploración de modelos recientes
- ☞ Determinación de las medidas
- ☞ Formulación del modelo físico
- ☞ Formulación del modelo variacional
- ☞ Implementación de los procedimientos para el cálculo de medidas
- ☞ Desarrollo de la aplicación de visualización
- ☞ Documentación

Referencias

- [1] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos. *Snakes: active contour models*. International Journal of Computer Vision, 1:321–331, 1988.
- [2] D. Terzopoulos, A. Witkin, and M. Kass. *Constraints on deformable models: recovering 3D shape and nonrigid motion*. Artificial Intelligence, 36:91–123, 1988.
- [3] Charlie C.L. Wang, Yu Wang, Kai Tang, and Matthew M.F. Yuen. *Reduce the stretch in surface flattening by finding cutting paths to the surface boundary*. Computer-Aided Design, 36:665–677, 2004.
- [4] Jean-Philippe Pons, Renaud Keriven, and Olivier Faugeras. *Area preserving cortex unfolding*. In MICCAI 2004 Proceedings, Part I, 376–383, 2004.
- [5] Sigurd Angenent, Steven Haker, Allen Tannenbaum, and Ron Kikinis. *On the Laplace-Beltrami operator and brain surface flattening*. IEEE Transactions on Medical Imaging, 18:700–711, 1999.