



ARTÍCULO BREVE

Segmentación de los huesos en imágenes TC empleando la umbralización global y adaptativa



Dolgis Rainier Ortega^{a,*}, Guivey Gutiérrez^a, Arsenio Miguel Iznaga^a, Tania Rodríguez^a, Matthieu de Beule^b y Benedict Verheghe^b

^a Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba

^b Facultad de Ingeniería, Instituto de Tecnología Biomédica, Universidad de Ghent, Gante, Bélgica

Recibido el 2 de agosto de 2013; aceptado el 7 de marzo de 2014

Disponible en Internet el 28 de octubre de 2014

PALABRAS CLAVE

Umbralización global;
Umbralización adaptativa;
Procesamiento de imágenes médicas;
Reconstrucción tridimensional de huesos;
Imágenes TC;
Modelación geométrica;
Descomposición

KEYWORDS

Global threshold;
Adaptive threshold;
Medical image processing;
Bone 3D reconstruction;
CT image;
Geometrical model;
Decomposition

Resumen El tejido óseo es el elemento principal del esqueleto. Sirve de soporte a las partes blandas, protege órganos vitales y constituye un sistema de palancas que amplifica las fuerzas generadas durante la contracción muscular.

La descripción del comportamiento mecánico del tejido óseo, mediante el empleo de modelos discretos, pasa por diferentes etapas de análisis, las cuales van desde el procesamiento digital de la imagen hasta la especificación de las propiedades físicas del tejido al modelo discreto, siendo la descomposición de estos modelos en sus partes constitutivas un elemento clave.

En la presente investigación se discute un método para la descripción geométrica de los huesos a partir de una secuencia de imágenes de tomografía computarizada y basado en la combinación de la umbralización global y adaptativa.

Los resultados obtenidos demostraron que este método constituye una propuesta efectiva al problema del volumen parcial y la separación de los huesos en las articulaciones.

© 2013 ACTEDI. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Segmentation of bone in CT images using global adaptive thresholding

Abstract Bone is the main element of the skeleton. It support soft tissues, protects vital organs and constitutes a lever system that amplifies forces generated during muscular contraction.

A description is presented of the mechanical behavior of hard tissues by means of discrete models going through various stages of analysis, which range from digital image processing until the specification of physical properties of tissue to the discrete model. The decomposition of these models into their constituent parts being a key element.

In this paper, we discuss a method for the geometric description of bones from a sequence of computed tomography images, combining global and adaptive thresholding to determine the geometric domain of bones in each slice.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dolgis@infomed.sld.cu (D.R. Ortega).

Results: obtained showed that this method constitutes an effective proposal for the problem of partial volume and separation of bones on joints.

© 2013 ACTEDI. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El tejido óseo es el elemento principal del esqueleto. Sirve de soporte a las partes blandas, protege órganos vitales y constituye un sistema de palancas que amplifica las fuerzas generadas durante la contracción muscular.

En función de su densidad, se clasifica en tejido óseo compacto (cortical) y tejido óseo esponjoso (reticulado, trabecular).

El tejido óseo cortical se encuentra en la superficie de los huesos, y es muy denso y fuerte; como resultado, tiene un mayor coeficiente de absorción electromagnética que los tejidos óseos esponjosos y cancerosos.

En las imágenes de tomografía computarizada (TC) el tejido óseo cortical generalmente se observa como un borde brillante que define el contorno exterior del hueso. En el interior de este, los tejidos óseos esponjosos y cancerosos inducen un determinado patrón de textura que provoca variaciones de la intensidad¹.

Si bien existen modelos tridimensionales que reproducen con precisión los detalles visuales de las estructuras anatómicas (aceleran la comprensión de la forma y posición espacial), estos distan de ser útiles para el análisis numérico por elementos finitos, al carecer de la definición de las estructuras anatómicas como entidades geométricas únicas.

Entre los campos de la investigación médica donde es necesaria la definición del dominio geométrico se encuentran: la visualización tridimensional², las mediciones volumétricas^{3,4}, la cirugía dirigida por imagen⁵⁻⁸ y la detección de cambios anatómicos con el tiempo⁹.

En la última década se han propuesto múltiples métodos para la obtención del dominio geométrico de estructuras óseas a partir de un conjunto de imágenes médicas.

Hirano y Hata¹⁰ proponen la aplicación de un sistema experto basado en lógica Fuzzy para la segmentación y la determinación de los huesos y sus fragmentos en fracturas del pie, considerando para ello 2 tipos de conocimiento: el de la unión y el de la distancia.

Hoad y Martel⁸ utilizan el crecimiento de regiones y el filtrado morfológico para segmentar la espina lumbar en imágenes de resonancia magnética (RM).

Sebastian et al.¹¹ combinan técnicas de contornos activos, crecimiento y competición de regiones para la segmentación de los huesos del carpo en imágenes TC.

Mastmeyer et al.¹² introducen una técnica semiautomática para la segmentación y delimitación de las vértebras con la selección manual de las vértebras en las imágenes TC, asumiendo que las mismas son cilindros elípticos, ajustados mediante la aplicación de operaciones booleanas hasta definir las vértebras con el empleo del modelo de balón en el dominio 3D, propuesto por Cohen^{13,14}.

Liu et al.¹⁵ proponen una técnica de separación interactiva de los huesos del pie (en el plano). Se empieza con la

selección manual de un píxel semilla en cada hueso a segmentar, y posteriormente aplican la técnica de *graph-cut* para obtener los contornos de los huesos en cuestión.

Liu et al.¹⁶ emplean la segmentación *livewire* para determinar los huesos.

Kose et al.¹⁷ utilizan métodos de histograma, segmentación estadística y una plantilla triangular que aplican a la imagen para la detección de los desgarros del menisco en imágenes RM.

Zhang et al.¹⁸ proponen el empleo de umbrales adaptativos 3D para la identificación de los huesos. Posteriormente, mediante el crecimiento de regiones en 3D se extrae la región específica del hueso.

Schmid et al.¹⁹ determinan los huesos presentes en imágenes RM de baja calidad mediante la comparación de modelos ideales de la región de análisis con las imágenes originales.

Calder et al.¹ utilizan conjuntos de nivel para la segmentación de imágenes del pie, la muñeca y el tobillo.

Los principales problemas aún sin resolver para la correcta definición del dominio geométrico de estructuras anatómicas son:

1. El efecto del volumen parcial, debido a la insuficiente resolución espacial del equipo de adquisición, al movimiento del paciente o a la presencia de artefactos.
2. La separación de los huesos adyacentes.
3. El ruido presente en la imagen.

El efecto de volumen parcial se observa cuando el nivel de intensidad de algunos píxeles representa a 2 o más tipos de tejido.

Como consecuencia, existen píxeles que no pueden ser clasificados, en función de su intensidad, en un tipo de tejido específico, lo que incide en la correcta delimitación de los huesos adyacentes.

Para dar solución a este problema, se propone un algoritmo semiautomático basado en la combinación de la umbralización global y la adaptativa. Esto permite la extracción de los volúmenes óseos, como entidades geométricas únicas, para el estudio biomecánico.

Materiales y método

Imagen DICOM

El formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) es empleado para producir, mostrar, almacenar, enviar, procesar, obtener, consultar e imprimir imágenes médicas. Cada imagen obtenida (ecuación 1) representa un corte de la parte del cuerpo analizada; en estas, cada píxel denota el grado de atenuación del haz radiológico sobre el

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2736945>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2736945>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)