

ESTUDIO de los TUMORES ÓSEOS mediante el TRATAMIENTO de IMÁGENES DIGITALIZADAS

A, Baltasar Sánchez; A, González-Sistal.

Departament de Ciències Fisiològiques I I.

Facultat de Medicina. Universitat de Barcelona.

angelgonzalez@ub.edu

Abstract: This technical report introduces the classification, incidence and diagnosis of common primary bone tumors. A set of 145 digitized radiographs were characterized. The differences between healthy bone and bone tumors were studied by using image processing and analysis. This work shows the usefulness of our method to contribute in the differential diagnosis between healthy and pathological bone when the exploration is insufficient.

Keywords: Image processing, Healthy bone, Primary bone tumors, Digitized radiograph.

Resumen: Este artículo introduce la clasificación, incidencia y diagnóstico de los tumores óseos primarios más frecuentes. Se caracterizaron 145 radiografías. Las diferencias entre el hueso sano y tumores óseos se estudiaron mediante el procesado y análisis de imágenes. Se describe la utilidad de nuestro método para contribuir en el diagnóstico diferencial entre hueso sano y patológico cuando la exploración radiológica es insuficiente.

Palabras Clave: Procesado de imágenes, Hueso sano, Tumores óseos primarios, Radiografía digitalizada.

Introducción

Los tumores óseos primarios benignos generalmente son asintomáticos, se hallan incidentalmente en una radiografía simple realizada con otro propósito. Los tumores óseos primarios malignos causan síntomas en la región ósea afectada y, por tanto, el problema de localizarlos es mínimo.

Un diagnóstico radiológico exacto requiere que exista relación entre los datos radiográficos (tamaño, localización y morfología del tumor), la historia, la sintomatología clínica, la edad y el sexo del paciente. El radiólogo con estos datos determina si existe un tumor, benigno o maligno, y en ciertos casos será posible averiguar el tipo histológico. Además, debe determinar la probable extensión del tumor y sugerir el sitio adecuado para realizar la biopsia¹.

El estudio de la morfología de los tumores óseos depende en primer lugar de la radiografía simple, completada básicamente con la tomografía axial computarizada y la resonancia magnética nuclear. Una de las características básicas del aspecto radiológico de un tumor es definir la lesión como radiolúcida (osteolítica) o radiopaca (osteoblástica)².

A pesar de la actual digitalización de las imágenes biomédicas, no se han caracterizado los tumores óseos mediante el estudio de su intensidad de gris (en imágenes monocromas) o color; basando estas diferencias en aspectos anatomopatológicos e histológicos.

Los objetivos del trabajo se dividen en las siguientes etapas:

Estudiar que filtro espacial es el más adecuado para atenuar el ruido en imágenes radiográficas digitalizadas de hueso sano y tumoral.

Estudiar que metodología es la más apropiada para caracterizar las imágenes de hueso sano, en valores acotados de intensidad de gris,

mediante la aplicación de: perfil línea e histograma en imágenes originales y filtradas.

Caracterizar los valores de intensidad de gris del hueso sano y tumoral correspondiente a tumores óseos primarios benignos y malignos.

TUMORES PRIMARIOS ³	Incidencia
Benignos	
Condroma	10%
Osteocondroma	40%
Osteoma osteoide	11%
Tumor de células gigantes	5%
Fibroma no osteógeno	10%
Malignos	
Condrosarcoma	10%
Osteosarcoma	20%
Fibrosarcoma	5%
Mieloma múltiple	45%
Sarcoma de Swing	6%

Material y Métodos

Imágenes

Se utilizaron 145 imágenes digitalizadas. Éstas corresponden a radiografías simples digitalizadas de hueso sano y tumoral correspondientes a: tumores óseos primarios benignos y malignos. Sus características son: escala de gris de 8 bits y formato mapa de bits (*.bmp).

Las imágenes pertenecen a una base de datos de la línea de investigación “Anàlisi de Senyals i Imatges Biomèdiques” del Departament de Ciències Fisiològiques II de la Universitat de Barcelona.

Software

Las imágenes fueron procesadas utilizando programas propios y el software ImagePro-plus. El algoritmo desarrollado fue completamente automatizado con lenguaje Visual Basic.

Procesado del Ruido mediante Filtrado

El ruido se define como cualquier entidad en las imágenes, datos o resultados intermedios que no son interesantes. Se emplearon filtros espaciales para atenuar en lo posible el ruido de las imágenes.

El modelo de ruido observado en las imágenes es aditivo e independiente de la señal. Definimos G como la imagen observada, I la imagen original y n el ruido⁴:

$$G(i, j) = I(i, j) + n(i, j)$$

Las técnicas de mejora o realce procesan una imagen para que su resultado sea más apropiado que la original en una aplicación específica⁵. Se utilizaron tres filtros: paso bajo, gaussiano y mediana.

Calibración de las Imágenes

Una imagen monocroma, se representa como una función continua $f(x,y)$ donde (x,y) son sus coordenadas y el valor de f es proporcional a la intensidad luminosa (intensidad de gris) en ese punto.



Figura 2. Imagen analógica (radiografía) e imagen discreta (matriz numérica) resultante del proceso de digitalización.

Se calibraron las coordenadas de las X en píxeles y las coordenadas de las Y en intensidad de gris (la escala incluye los valores del rango 0 – 255).

Caracterización del Hueso Sano y Tumoral

La caracterización del hueso sano se realizó en dos etapas. La primera, a partir de radiografías digitalizadas originales de hueso sano se obtuvo el perfil línea y el histograma de una línea y de un área de interés seleccionada, respectivamente. Mientras que en la segunda etapa, las imágenes originales del hueso sano se filtraron antes de realizar el perfil línea y el histograma. Después de valorar los resultados obtenidos con la metodología aplicada en el hueso sano, las imágenes originales correspondientes a hueso tumoral se filtraron y a continuación se realizó el histograma de un área de interés seleccionada.

Resultados y Discusión

Evaluación del Filtrado de la Imagen

El filtro de paso bajo hace borrosa la imagen modificando el valor de un píxel para ser más parecidos a su vecindad. Elimina los bordes deslumbrados reduciendo la intensidad entre las diferencias de los pixels adyacentes. Atenúa el ruido gaussiano de la imagen.

El resultado del filtro gaussiano fue similar al del filtro de paso bajo, pero degradaba menos la imagen y eliminaba menos eficazmente el ruido.

El filtrado por la mediana es un método particularmente efectivo cuando el patrón de ruido consiste en componentes fuertes y de forma picuda: ruido de “sal y pimienta”. Este filtro preservaba la agudeza de los bordes a diferencia de los anteriores.

El ruido observado en las imágenes fue de tipo gaussiano. El filtro que atenuaba más eficazmente el ruido fue el de paso bajo. Por tanto, se utilizaba en el proceso de mejora un filtro de paso bajo de tamaño 3x3 y con todos sus coeficientes igual a 1.

Caracterización del Hueso Sano y Tumoral

El valor medio de intensidad de gris del hueso sano fue de 196 (105-244) con una desviación típica de 6.70. Ésto refleja que el valor medio de intensidad de gris del hueso sano es heterogéneo, debido a que el estudio incluía diferentes localizaciones óseas, hueso cortical y esponjoso, pacientes de diferentes edades y sexos. Por tanto, el hueso sano se caracteriza por valores que oscilan del blanco absoluto (255) a grises medios (127).

Los tumores óseos benignos se caracterizan por un valor medio de gris de 132 (98-169) con una desviación típica de 6.92. Mientras que los tumores malignos por un valor de 104 (72-143) con una desviación típica de 8.04. Se observa que a pesar de la diferencia entre los valores medios de intensidad de gris que caracterizan a los tumores óseos benignos y malignos se solapan en una amplia zona.

En conclusión:

Los filtros paso bajo, gaussiano y mediana atenúan el ruido de las imágenes digitalizadas. Esto nos permite acotar los valores de intensidad de gris de las imágenes. El filtro paso bajo es el que mejor ajusta los valores de intensidad de gris de las imágenes ya que atenúa el ruido gaussiano.

El método de elección para caracterizar los valores de intensidad de gris en el hueso sano es: filtrado de la imagen original (paso bajo, tamaño 3x3 y coeficientes igual a 1) e histograma de un área de interés seleccionada.

El hueso sano se caracteriza por un valor medio de intensidad de gris de 196 y el hueso tumoral benigno por 132 y el maligno 104.

Bibliografía

- 1.- Clyde A. Helms. Fundamentos de la radiología del esqueleto. Ed. Marban. 1993
- 2.- Edeiken Hodes. Diagnóstico radiológico de las enfermedades de los huesos. Ed. Panamericana, Buenos Aires. 1994.
- 3.- Dorfman, H. D.; Czerniak, B. Bone cancers. Cancer 1995: 75: 203-210
- 4.- González, R.C.; Woods, R.E. In: Digital Image Processing. Ed. Prentice- Hall, Massachusetts. 2002.
- 5.- J.C. Russ. In: The Image Processing Handbook, edited by CRC Press, Boca Raton, Florida, 4th edition, 2002.