

# PROPUESTAS PARA RESALTAR FRACTURAS EN IMÁGENES RADIOLÓGICAS POR PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES EN LABVIEW

H. García Estrada<sup>a</sup>, M. G. Ramírez Sotelo, A. I. Cabrera Llanos<sup>b</sup>

Departamento de Bioprocesos, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, [hectorgaes@gmail.com](mailto:hectorgaes@gmail.com), [aicllbuda@yahoo.com](mailto:aicllbuda@yahoo.com)

## RESUMEN

En el presente trabajo se presentan dos propuestas para resaltar fracturas en radiografías a partir de metodologías diferentes: detección de bordes y extracción de la sección cortical. En el caso de detección de bordes se utilizaron operadores de la primera derivada (Sobel) para obtener los cambios de intensidad que se encuentran en los bordes, aplicándolos de forma vertical y horizontal para obtener dos imágenes de gradiente, sumando ambas imágenes para obtener el gradiente general de la imagen. Posteriormente, se binariza el gradiente y se resta a la imagen original dejando marcadas en negro las zonas donde se detectó borde. Para extracción de la cortical, se binariza la imagen considerando el valor de intensidad del hueso sano, a continuación, se resta la imagen binarizada a la imagen original eliminando el hueso en la radiografía, obteniendo el tejido blando y las interrupciones de los huesos, posteriormente se binariza la imagen del tejido blando y se resta a la imagen original resultando únicamente el hueso, marcando en negro el tejido blando, así como las interrupciones de los huesos, resaltando de esta manera las fracturas. Se presentan resultados de ambos procedimientos comparándolos con las radiografías originales, siendo validadas con personal médico.

**Palabras clave:** LabVIEW, procesamiento de imágenes, bordes, cortical, binarización, Sobel

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Imágenes radiológicas y fracturas óseas

Las imágenes radiológicas son el resultado de exponer regiones del cuerpo humano a emisiones controladas de rayos X, con finalidad de realizar un diagnóstico a partir de la imagen obtenida. Desde el descubrimiento de los rayos X por Wilhelm Conrad Röntgen y su posterior aplicación a la medicina a finales del siglo XIX, el diagnóstico por imagen ha tenido una gran cantidad de aplicaciones pasando por identificación de objetos extraños en el cuerpo humano a detección de enfermedades pulmonares [1]. Las imágenes obtenidas tienen la característica de que entre mayor sea la intensidad del objeto expuesto a los rayos X, mayor será la intensidad en la imagen [2], permitiendo la visualización del esqueleto.

Se dice que hay una fractura ósea cuando la continuidad de un hueso se ve interrumpida de forma total o parcial. La principal técnica de diagnóstico para fracturas es la adquisición de radiografías de la zona de interés [3].

De acuerdo con la memoria estadística del instituto mexicano del seguro social, (IMSS), en el 2016, el 10.15% de los pacientes atendidos por accidentes de trabajo fueron fracturas óseas [4].

## 1.2 Procesamiento digital de imágenes

El procesamiento digital de imágenes es un conjunto de técnicas usadas para analizar y obtener información de imágenes digitales. Estas técnicas utilizan los valores numéricos de la matriz que conforma una imagen digital, donde cada posición de la matriz es un pixel, y cada valor una intensidad asociada (Figura 1) [5].

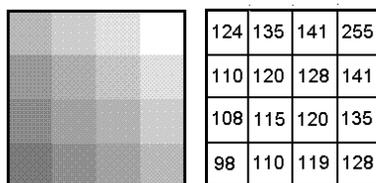


Figura 1. Comparación entre imagen digital y su respectiva matriz

## 1.3 Bordes de una imagen

Se dice que hay un borde en una imagen cuando la intensidad de una sección de una imagen tiene un cambio abrupto (del blanco al gris oscuro, por ejemplo) [5].

Una de las técnicas más utilizadas para obtener los bordes de una imagen son los operadores de la primera derivada; la imagen resultante recibe el nombre de gradiente. De estos operadores uno de los más comunes es el operador Sobel [5].

## 1.4 LabVIEW

LabVIEW es un lenguaje gráfico de programación, cuya finalidad es el desarrollo de instrumentos virtuales. Debido a que la programación es gráfica, el lenguaje es bastante intuitivo y fácil de usar; lo que permite el desarrollo de diversas aplicaciones. Adicionalmente, LabVIEW cuenta con diferentes *toolbox* que le permiten desarrollar una gran cantidad de tareas [6].

## 2. METODOLOGÍA

El diagrama de flujo de ambas propuestas se muestra a continuación (Figura 2). Ambas propuestas se describirán de forma detallada a continuación.

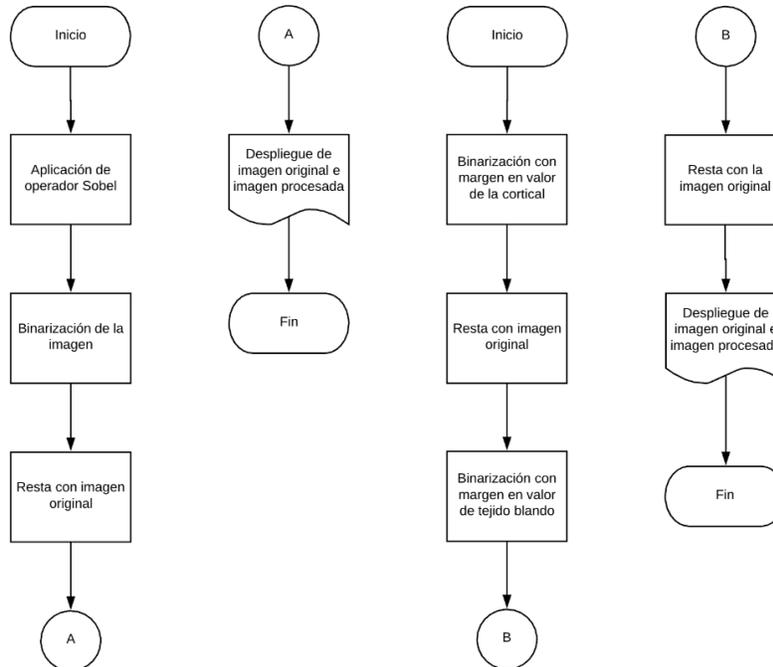


Figura 2. De izquierda a derecha diagrama de flujo de detección de bordes y de extracción de la cortical

## 2.1 Propuesta de detección de bordes

La propuesta de extracción de bordes empieza filtrando la radiografía con un filtro de suavizado gaussiano. Siendo el filtrado de la imagen el resultado de aplicar iterativamente la convolución de la imagen original con una matriz kernel definido por la ecuación 1.

$$f_o = \sum_{m=1}^k \sum_{n=1}^k f \left( x - \frac{k+1}{2} + m, y - \frac{k+1}{2} + n \right) h(m, n) \quad (1)$$

Donde  $f_o$  es la imagen filtrada,  $f$  es la imagen original y  $h$  es una matriz de dimensiones de  $k*k$ . Dependiendo de los valores de  $h$ , el filtro puede ser pasa bajas o pasa altas.

Después de que la imagen es filtrada, se aplica la ecuación 1 utilizando los operadores Sobel en eje x y en el eje y, obteniendo los gradientes individuales, ambos gradientes se suman para obtener el gradiente general de la imagen. El gradiente general es binarizado utilizando la ecuación 2.

$$g_b(x, y) = \begin{cases} 255 & a \leq g(x, y) \leq b \\ 0 & \text{c. o. c} \end{cases} \quad (2)$$

Donde  $g_b$  es la imagen binarizada,  $g$  la imagen de entrada y  $[a, b]$  el intervalo de binarización. Ya que se obtuvo la imagen binarizada, se le resta a la imagen original obteniendo dejando las zonas con bordes en negro.

## 2.2 Propuesta de extracción de la cortical

La propuesta de extracción de la cortical es el resultado de aplicar la ecuación 2 con intervalos definidos en los que se encuentra la intensidad del hueso sano. Esta imagen resultante es restada de la radiografía original para eliminar el hueso o cualquier otro objeto que interfiera con las zonas de tejido blando.

A continuación, la imagen de tejido blanco es binarizada y extraída de la radiografía original dejando únicamente el hueso en radiografía exponiendo las interrupciones.

## 3. RESULTADOS

Ambas propuestas fueron aplicadas a varias radiografías facilitadas por el Hospital General Regional (HGR) No. 25 del IMSS, siendo la condición para ser ingresadas que estas fueran de Tibia y/o Perone.

Los resultados de ambas metodologías se muestran a continuación en un caso de un paciente con férula de yeso (Figura 3).

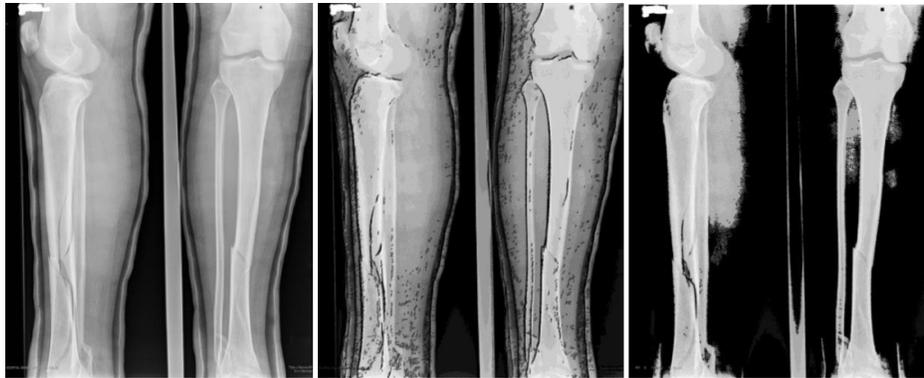


Figura 3. De izquierda a derecha, radiografía original, resultado de detección de bordes y resultado de extracción de la cortical

También se muestran los resultados de ambos programas, junto con la radiografía original de un paciente con fractura.



Figura 4. De izquierda a derecha, radiografía original, resultado de detección de bordes y resultado de extracción de la cortical

Las imágenes resultantes del análisis de ambas propuestas se presentaron a médicos con especialidad en Urgencias Médicas del HGR 25, para revisar cual de ellas es mejor para diagnóstico. El personal médico comento que e diagnóstico se facilita mediante la propuesta de extracción de la cortical.

#### 4. CONCLUSIONES

Se presentan dos propuestas de procesamiento digital de imágenes para diagnóstico radiológico, obteniendo resultados en ambas. En el caso de extracción de bordes, se observa como el programa puede detectar zonas de interrupción más finas, pero se ve más susceptible al ruido por hueso poroso o irregularidades en la imagen. En lo que respecta a extracción de la cortical, se puede apreciar cómo, es menos susceptible al ruido, pero, llega a dejar fuera algunas secciones con líneas finas. A partir de la retroalimentación con el personal médico, se llego a que el algoritmo de extracción de la cortical puede ser usado como una herramienta para la enseñanza de la práctica médica. Adicionalmente, las imágenes posprocesadas pueden ser utilizadas para entrenar sistemas de clasificación de imágenes y generar un prediagnóstico mediante Software.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. S. C. M. Patizzi J., " The story of radiology," in A funfair for the sciences: popularising X-rays from 1896 to the present, Viena, Sociedad Europea de Radiología, 2012, pp. 9-12.
- [2] B.-M. A. G. C. Reiser M., Diagnóstico por la imagen: el sistema musculoesquelético, Buenos Aires: Médica Panamericana, 2012.
- [3] S. M., Ortopedia y Traumatología, Buenos Aires: Médica Panamericana, 2010.
- [4] Instituto Mexicano Del Seguro Social, "Memoria estadística 2016," Secretaria de Salud, Ciudad de México, 2017.
- [5] K. K. Ready S., Practical guide to machine vision software, Singapur: Wiley VCH, 2015.
- [6] P. J. Lajara J.R., Lajara J.R., Pelegri J., Madrid: Marcombo, 2011.