

Selección de signos tempranos de isquemia cerebral aguda en imágenes de tomografía computarizada no contrastada

Ruth Chairez Vargas, Cynthia Nadiezdha Cornejo del Val

Dra. Nelly Gordillo Castillo, M.I.B. Alberto Davis Ortiz

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ingeniería Eléctrica Y Computación, Programa de Licenciatura en Ingeniería Biomédica

Resumen

En este trabajo se buscó seleccionar signos tempranos de isquemia cerebral aguda en imágenes de tomografía computarizada no contrastada que pudieran ser detectados automáticamente mediante técnicas de visión por computador. Se implementaron técnicas de preprocesamiento que permitieron delimitar información de interés mediante la eliminación de los tejidos extraparenquimales y la alineación del encéfalo de acuerdo con el plano sagital medio (MSP). Se delimitaron 8 regiones cerebrales contralaterales a fin de analizar las características de los signos tempranos de ICTUS isquémico. Se seleccionó la técnica de extracción de características de textura utilizando la técnica de Haralick en 3 dimensiones. La selección de características relevantes se realizó en dos pasos mediante una inspección visual y la cuantificación de divergencias en los diferentes signos. El análisis de los diversos controles permitió facilitar la identificación de características relevantes. De los estudios patológicos disponibles se identificaron 3 signos: arteria cerebral media hiperdensa, oscurecimiento de los núcleos lentiformes y la pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca. Se identificaron las características más relevantes por signo.

Introducción

El término ictus hace referencia a un conjunto de padecimientos que afectan a los vasos sanguíneos del cerebro culminando regularmente en la muerte del paciente. La detección temprana de la enfermedad sigue siendo un reto en la actualidad, debido a que los signos de la enfermedad son difíciles de detectar en sus primeras etapas, en las cuales es crucial recibir el tratamiento oportuno para mejorar las posibilidades de sobrevivencia [1]. El recurso más utilizado de imagenología es la tomografía computarizada (TC), debido a su bajo costo y mayor velocidad al adquirir las imágenes en comparación con la resonancia magnética aun cuando esto afecte en la resolución de la imagen. Las estadísticas de primer y segundo orden son de gran importancia para la interpretación visual y el análisis automático; con ayuda de estas y de la matriz de coocurrencia es posible diferenciar estadios patológicos, pre patológicos y de normalidad para cuantificar niveles de grises en regiones de interés. Investigaciones recientes proponen métodos de detección de signos tempranos de ictus en imágenes de tomografía computarizada sin contraste, por lo cual se pretende analizar cuantitativamente los signos tempranos (cambios del tejido infartado, pérdida de diferenciación entre materia blanca y gris, oscurecimientos de los núcleos lentiformes, hinchazones corticales y parenquimales, desvanecimiento de los surcos, hiperdensidad de la arteria cerebral media, puntos en la arteria cerebral media y trombosis venosa) de dicha enfermedad para futuras investigaciones en el área.

Objetivos

Objetivo General:

- Seleccionar signos tempranos de isquemia cerebral aguda en imágenes de tomografía computarizada detectados automáticamente mediante técnicas de visión por computador.

Objetivos Específicos:

- Asociar técnicas de identificación de estructuras cerebrales y delimitación de zonas de interés.
- Identificar características de los signos tempranos en términos de UH, intensidad o textura.
- Evaluar cuantitativamente las técnicas de detección automática de signos tempranos.
- Comparar y seleccionar los signos tempranos.

Metodología

Se requirió una serie de algoritmos durante las etapas de preprocesamiento y de procesamiento. Fue necesario realizar una separación de tejido cerebral del no cerebral (*Skull Stripping*) [2]; además de la detección del MSP para fines de alineamiento de la imagen de TC. Posteriormente, con la ayuda del algoritmo de Haralick 3d, fue posible obtener los valores de sus distintas variables de cada una de las imágenes analizadas (tanto casos como controles). Después, fue indispensable realizar un análisis extenso de todos los datos que arrojaron las variables de Haralick por cada imagen para finalmente poder pasar a la interpretación de datos.

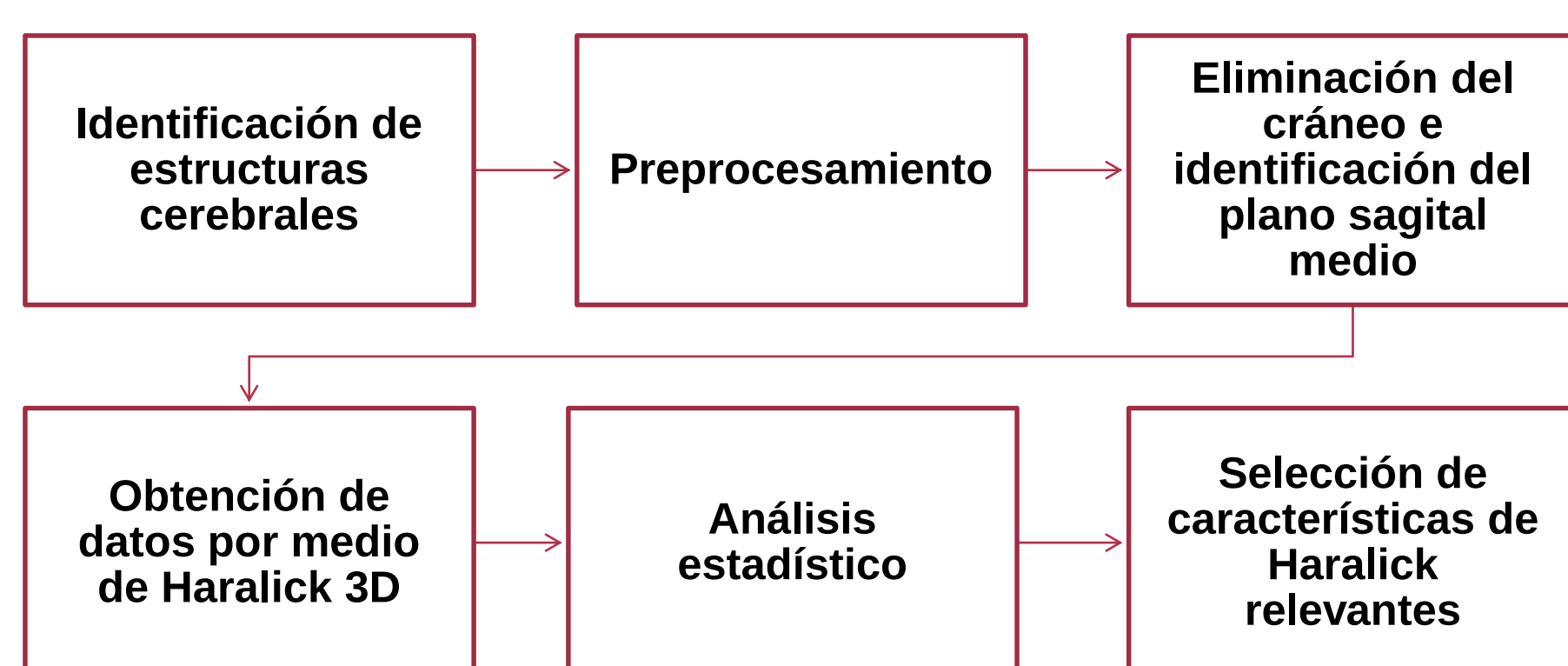


Figura 1. Esquema general de la metodología

Resultados

Obtención y extracción de muestras por Haralick 2D

En lo que corresponde a la identificación de estructuras, se extrajeron muestras de 48 imágenes control y 26 de casos, sin embargo, debido a que no se contempló la delimitación de territorios vasculares, no se realizaron mediciones estadísticas en 2D,

Preprocesamiento

Como resultado del algoritmo de SS (*Skull Stripping*) y del MSP (plano sagital medio), que tenía como objetivo la extracción del cráneo y la alineación central del tejido cerebral, respectivamente, se obtuvieron resultados exitosos tanto en casos como en controles.

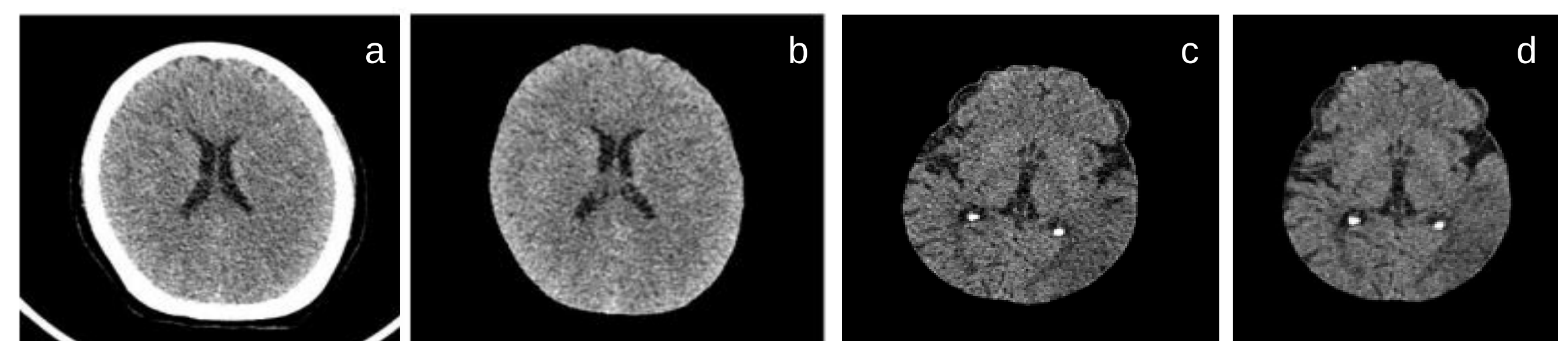


Figura 2. Resultados obtenidos aplicando el algoritmo de *Skull Stripping*: (a) Caso 1 de ACM hiperdensa original; (b) Caso 1 de ACM hiperdensa con SS. Resultados obtenidos aplicando el algoritmo de MSP: (c) Caso 2 de ACM con SS; (d) Caso 2 de ACM con SS.

Datos de Haralick 3D

Lo primero que se obtuvo después de obtener los vectores de características, fueron los histogramas de cada combinación distancia-ángulo de cada caso analizados y comparados con el control. A partir de los vectores de características se obtuvieron los colores presentes en cada uno de los histogramas representan cada par de zona; el rojo es de la zona 1-8, el azul de la 7-2, el verde de la 3-6 y finalmente, el negro de la 4-5. Esto, para completar el primer filtro de inspección visual con el que se descartaban aquellos histogramas que no presentaban desigualdades significativas.

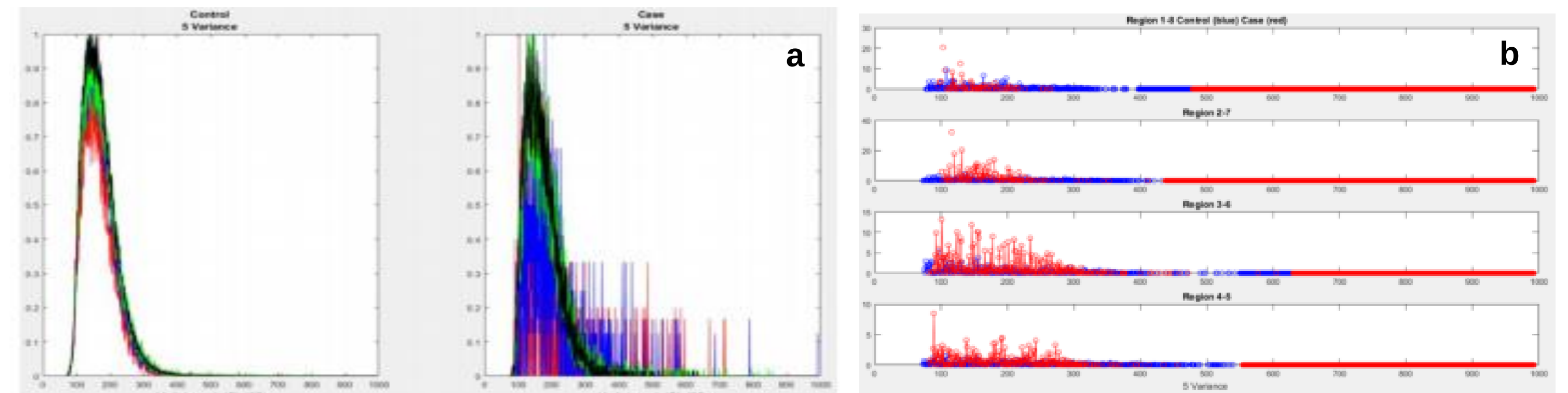


Figura 3. Caso 330073 (a) Ejemplo de histogramas comparativos de caso y control en dirección y en característica específicas. (b) Ejemplo de histogramas comparativos de zonas cerebrales en términos de divergencia de Jeffrey.

El resultado final fue una tabla que contiene la siguiente información: número de caso, zona cerebral donde se presenta el signo, signo, característica de Haralick, distancia- ángulo, descripción y valores máximos en términos de divergencia de Jeffrey. Además se obtuvieron tablas para mostrar el análisis de la relación de un signo y las características relevantes para detectarlo. De los estudios patológicos disponibles se identificaron 3 signos: arteria cerebral media hiperdensa, oscurecimiento de los núcleos lentiformes y la pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca. Como se observa en la Tabla 1, el signo de pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca puede ser detectado mediante la característica de homogeneidad e inercia,

Pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca	
Característica	Valores máximos divergencia de Jeffrey 330484
Homogeneidad	Caso=700 Control=550
Inercia	Caso=700 Control=550

Tabla 1. Características relevantes de el signo de pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca.

Conclusiones

En este trabajo se implementaron técnicas de preprocesamiento que permitieron delimitar información de interés mediante la eliminación de los tejidos extraparenquimales y la alineación del encéfalo de acuerdo con el plano sagital medio. Se delimitaron 8 regiones cerebrales contralaterales a fin de analizar las características de los signos tempranos de ICTUS isquémico. Se seleccionó la técnica de extracción de características de textura utilizando la técnica de Haralick en 3 dimensiones. La selección de características relevantes se realizó en dos pasos: mediante una inspección visual y la cuantificación de divergencias en los diferentes signos. El análisis de los diversos controles permitió facilitar la identificación de características relevantes. De los estudios patológicos disponibles se identificaron 3 signos: arteria cerebral media hiperdensa, oscurecimiento de los núcleos lentiformes y la pérdida de diferenciación entre materia gris y blanca. Se identificaron las características más relevantes por signo, siendo la característica de inercia la única presente en todos los signos. Asimismo, la combinación de distancia- ángulo en la extracción de características no es relevante como la característica misma.

De manera general se concluye que todos los signos presentes pueden ser detectados automáticamente utilizando la técnica de extracción de características de textura de Haralick en 3 dimensiones. Todas las aportaciones hechas a este tema pueden contribuir a la detección temprana sumando calidad y eficiencia al diagnóstico y tratamiento que reciben los pacientes.

Referencias

- [1] J. L. Saver, M. Goyal, et al, "Time to Treatment With EndovascularThrombectomy and Outcomes From Ischemic Stroke: A Meta-analysis," Jama, vol.316, no. 12, 2016, p. 1279.
- [2] A Davis, N. Gordillo, et al. Fast algorithms for the automatic skull strpping and mid-sagittal plane extraction in neurologic CT images. Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, 2014, pp 168-171
- [3] FC. Philips, D. Li et al., "An Analysis of Co-Occurrence and Gabor Texture Classification in 2D and 3D," CARS 2008 Proceedings. Barcelona, Spain