

Detección de astrocitoma cerebral infantil aplicando segmentación de imágenes y morfología matemática

Martínez Robles Manuel¹

RESUMEN

En este trabajo proponemos una alternativa al proceso de segmentación tradicional empleando separación de canales y las operaciones básicas de morfología matemática, además de proponer una modificación al sistema de color YIQ denominado R1G1B1, empleando operaciones como mezcla y multiplicación de imágenes, además de una ordenación vectorial por pixel, que permite la eliminación de ruido y la detección exacta de zonas de interés, basadas en umbrales obtenidos mediante una fase de experimentación en imágenes cromáticas.

Palabras clave: canales, histogramas, morfología matemática, procesamiento de imágenes, pixeles, segmentación de imágenes, sistemas de color, vector.

Rev Mex Neuroci 2006; 7(5): 400-404

Pediatric brain astrocitoma detection

ABSTRACT

In this work we propose an alternative to the process of traditional segmentation using separation of channels and the basic operations of mathematical morphology, besides to propose a modification to the color system YIQ denominated R1G1B1, being used operations as images mix and multiplication, in addition to a vectorial arrangement by pixel, that allows the elimination of noise and the exact detection of zones of interest, based on thresholds obtained by means of a experimentation phase in chromatic images.

Key words: Channels, histograms, mathematical morphology, image processing, pixels, image segmentation, color systems, vector.

Rev Mex Neuroci 2006; 7(5): 400-404

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de imágenes en color es un campo que ha cobrado mucha atención en los últimos años, motivado por la similitud con la visión humana y el aumento de información que la cromaticidad aporta al análisis de imágenes.¹ En las áreas de la medicina, fisiología y biología, el tratamiento de imágenes digitalizadas en color correspondientes a muestras biomédicas como tejidos musculares, cerebrales y otras, requieren de la creación de herramientas que ayuden al usuario (médico, biólogo, fisiólogo, etc.) tanto en el diagnóstico como en el tratamiento clínico y de investigación.²⁻⁴

Originalmente las técnicas de procesamiento y el análisis de imágenes en color eran generalizacio-

nes de aquellas técnicas utilizadas para el procesamiento de imágenes gray-scale (escala de grises), ya que estas imágenes contenían suficiente información de las escenas capturadas, hasta el punto de detectar bordes y detalles de las imágenes reales quedando totalmente identificadas por un descenso significativo de luminosidad respecto al resto de la zona a analizar. Sin embargo, la señal de intensidad luminosa de una imagen puede conllevar a errores de interpretación.⁵⁻⁷

Básicamente el proceso para transformar una imagen de color del sistema RGB (Red, Green, Blue) al sistema YIQ, se realizaba mediante la fórmula mostrada en la tabla 1.

En este trabajo, proponemos la utilización por separado de canales que componen nuestro espacio de color para obtener una mejor detección de

1. Instituto Tecnológico de Apizaco.

Correspondencia:

Manuel Martínez Robles

Instituto Tecnológico de Apizaco

Av. Tecnológico s/n. Apizaco, Tlax.

Correo electrónico: martrobles2003@yahoo.com.mx, robzul24@hotmail.com

Tabla 1
Conversión del sistema RGB a YIQ

0.30	0.59	0.11		R		Y
0.60	-0.27	-0.32	*	G	=	I
0.21	-0.52	0.31		B		Q

zonas potenciales en imágenes cerebrales, además de proponer una modificación al sistema de color YIQ que nos permite obtener una mejor segmentación en imágenes a color (Tabla 2).

Además de proponer una ordenación vectorial de los píxeles en la imagen denominada ordenación ascendente-descendente, y combinar estas técnicas con la morfología matemática para eliminar la aparición de falsos colores y obtener zonas perfectamente definidas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sabemos que al procesar imágenes con gran variabilidad en la intensidad del color, es difícil detectar a primera vista zonas exactas donde se ubica alguna anomalía, esto es debido al ruido generado alrededor de dichas zonas como se muestra en la figura 1 que corresponden a un astrocitoma metastático.^{8,9}

Como se puede observar, existe ruido alrededor de las zonas afectadas, dando como resultado segmentaciones inexactas al realizar el proceso de localización de zonas como se muestra en la figura. 2.

ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, las aplicaciones de tratamiento y análisis de imágenes aparecen frecuentemente integradas con aplicaciones de visualización. Además de detectar y localizar zonas de interés, los usuarios de las aplicaciones informáticas de imágenes médicas (radiólogos, cirujanos, oncólogos) desean en general mostrar dichas zonas, aprovechando de este modo la naturaleza de la mayoría de las imágenes utilizadas.

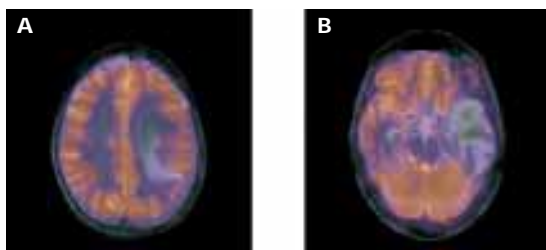


Figura 1. A Y B. Imágenes correspondientes a un astrocitoma metastático.

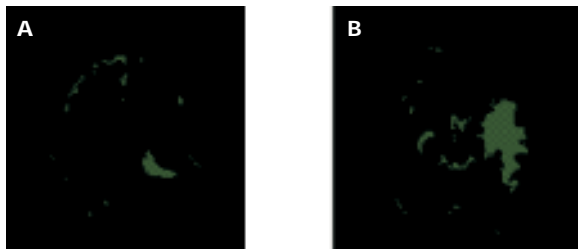


Figura 2. Zonas potenciales.

La segmentación de imágenes digitales en color es una parte importante para muchas tareas en el análisis y procesamiento digital.

Recientemente se ha generado una gran cantidad de trabajos que presentan técnicas, modelos y algoritmos para la segmentación de dichas imágenes.⁷ Estas técnicas están divididas en cuatro grupos:

1. Segmentación basada en el valor del pixel.
2. Segmentación basada en el área.
3. Segmentación basada en orillas.
4. Segmentación basada en la física.

La segmentación basada en el valor del pixel comprende las técnicas basadas en el histograma, es decir, se obtiene el histograma de una imagen, se localizan puntos máximos y se analizan los intervalos que rodean esos puntos durante el proceso de segmentación. La segmentación por agrupamiento de píxeles en algún espacio de color de acuerdo con alguna característica, y los algoritmos que usan agrupamiento difuso en espacios de color, también se considera dentro de este grupo.

La segmentación basada en el área, se divide en combinación, división y crecimiento de regiones. La segmentación basada en orillas se divide en dos grupos, técnicas locales y técnicas globales.

PROCESO DE SEGMENTACIÓN

Una vez realizado el preprocesamiento de la imagen (mejora de la imagen, contraste, brillo, etc.) el proceso de segmentación que proponemos en imágenes 256 x 256 provenientes de un atlas cerebral, formato RGB de 24 bits, consiste en la utilización de los canales, primero convirtiendo la imagen RGB al sistema R1G1B1 propuesto.

Ya que el modelo presenta como principal ventaja, el desacople entre la información de luminosidad (R1) y la información de color (G1 y B1), de esta forma la imagen puede procesarse sin afectarse sus componentes de color. Separando los canales que en las líneas siguientes denominaremos R1, G1 y B1 (Figuras 3-5), después combinando dos de ellos mediante el análisis de sus histogramas para obtener de manera experimental umbrales que identifiquen las zonas buscadas, dando como resultado las imágenes mostradas en la figura 6.

La ordenación vectorial ascendente-descendente nos permite obtener un orden entre píxeles para combinar la técnica de segmentación propuesta con la morfología matemática (Tabla 3).¹⁰⁻¹²

Lo anterior nos facilita una identificación clara de aquellas zonas potenciales donde se ubica la anomalía cerebral, partiendo del análisis separado de

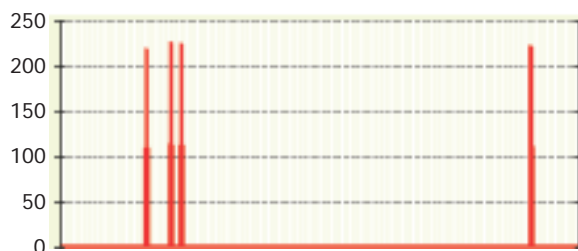


Figura 3. Gráfica correspondiente al canal R1.



Figura 4. Gráfica correspondiente al canal G1.



Figura 5. Gráfica correspondiente al canal B1.

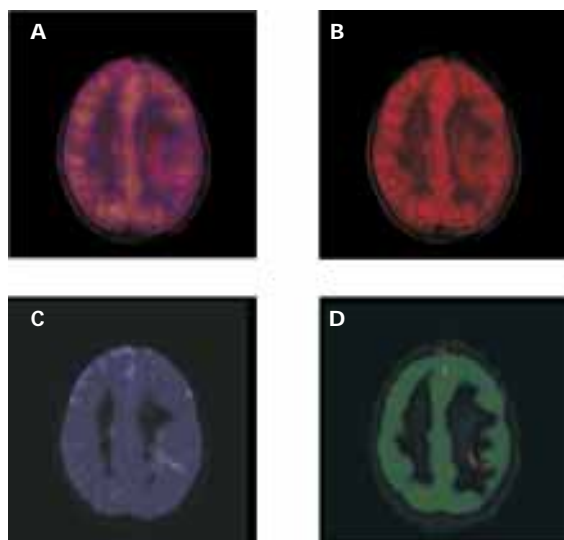


Figura 6. A. Imagen R1G1B1. B. Canal R1. C. Canales R1B1. D. Canales R1G1.

Tabla 2
Modificación del modelo YIQ

$$\begin{bmatrix} 0.28 & 0.61 & 0.11 \\ 0.50 & -0.18 & -0.32 \\ 0.41 & -0.28 & 0.31 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R1 \\ G1 \\ B1 \end{bmatrix}$$

Tabla 3
A. Vectores de la imagen.
B. Orden vectorial ascendente.
C. Orden vectorial descendente

A					
58	30	230	17	225	80
90	60	110	230	255	10
210	37	201	18	50	41
129	190	37	90	251	15

B					
30	58	230	17	225	80
90	60	110	230	255	10
210	37	201	18	50	41
129	190	37	90	251	15

C					
230	58	30	17	225	80
90	60	110	230	255	10
210	37	201	18	50	41
129	190	37	90	251	15

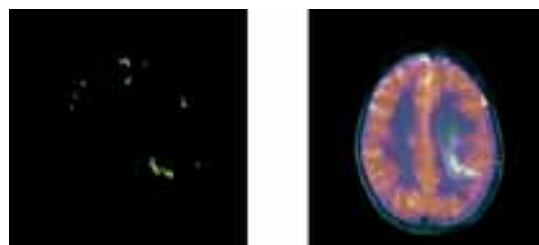


Figura 7. Imagen resultante.

canales. Una vez obtenida la imagen aplicamos una mezcla y multiplicación de imágenes definida por:

$$F_{ij} = A_{ij} + B_{ij} = \begin{cases} A_{ij} & \text{si } A_{ij} = \text{umbral} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{ij} = \begin{cases} M_{ij} & \text{si } N_{ij} = M \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2)$$

Donde F_{ij} es el valor del pixel en la imagen resultante A_{ij} y B_{ij} son los valores del pixel para la posición ij dentro de las imágenes de color (canales). Segmentamos utilizando el canal que tenga un nivel más elevado de información de acuerdo con los valores del umbral localizado, en este caso G1 de acuerdo con su estadística. Y posteriormente aplicamos las operaciones morfológicas de erosión, dilatación y cierre para obtener la imagen mostrada en la figura 7.



Figura 8. Imagen con otra tonalidad.

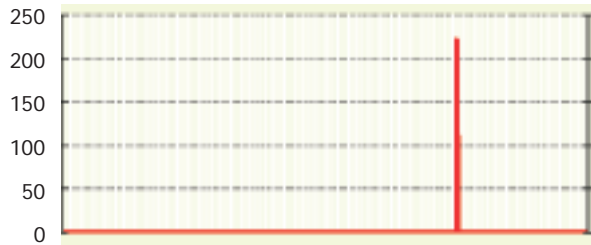


Figura 9. Componente R1.

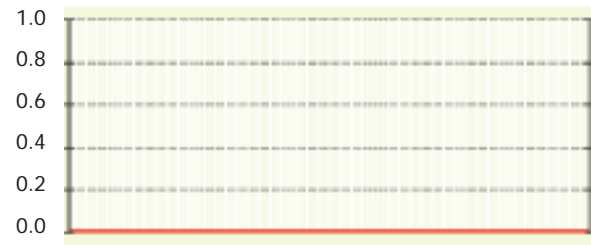


Figura 10. Componente B1.

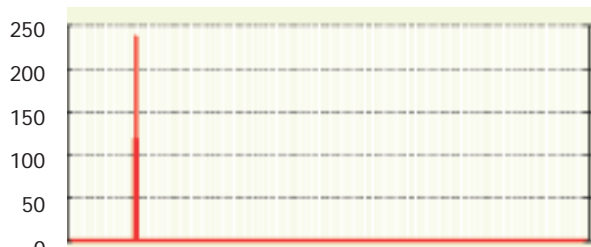


Figura 11. Componente G1.

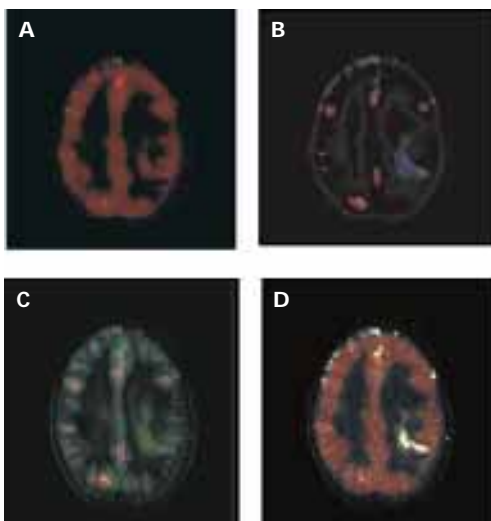


Figura 12. A, B y C. corresponden a imágenes de los canales R1, R1B1 y R1G1, respectivamente.

RESULTADOS

Este proceso se ha realizado con imágenes cromáticas en otras tonalidades que también contienen ruido alrededor de las zonas a localizar (Figura 8). Los resultados obtenidos son mostrados en las figuras siguientes aplicando todo el proceso antes mencionado.

Analizando los componentes por separado, podemos observar cuáles son los canales que se van a utilizar de acuerdo con las gráficas (Figuras 9-11), que representan la cantidad de puntos dentro de los umbrales obtenidos previamente, no importando la tonalidad que presente la imagen, para este

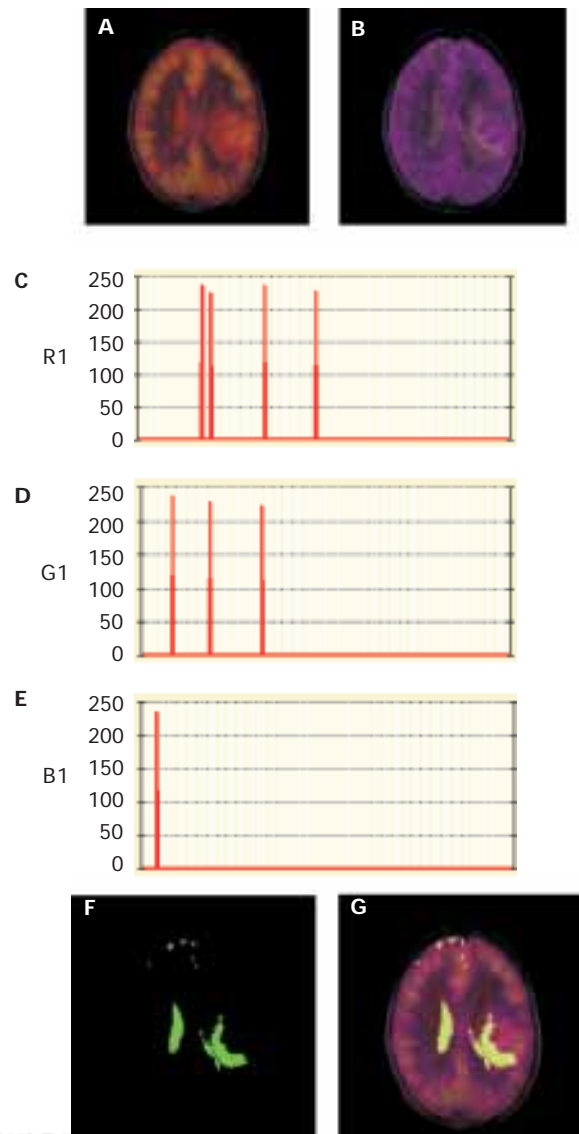


Figura 13. A. Imagen sistema R1G1B1. B. Imagen resultado del orden vectorial ascendente-descendente. C, D y E. Análisis de canales R1, G1, B1. F. Áreas segmentadas luego de las operaciones de mezcla y multiplicación propuestas más dilatación y cierre. G. Imagen mostrando las zonas de interés.

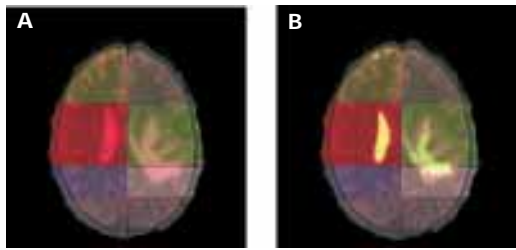


Figura 14. División de la imagen en zonas. **A.** Imagen original. **B.** imagen resultante.

caso se puede realizar un proceso previo para el mejoramiento de brillo, contraste, etc.

En las figuras 12 y 13 se muestran el análisis de canales R1G1B1 y las zonas de interés.

Como se puede observar con este proceso se elimina el ruido potencial y se identifica claramente la zona en donde se ubica la anomalía (astrocitoma metastásico) (Figura 14).

CONCLUSIONES

El espacio de color utilizado por defecto para procesamiento de imágenes cromáticas es por defecto el espacio RGB, pero no existe un modelo óptimo general para todas las aplicaciones, ya que se han desarrollado otros modelos específicos que interaccionan mejor con la aplicación o imagen de estudio (Tabla 4).

En una imagen cromática se tiene una mayor cantidad de información, pero esto puede dar origen a la detección de zonas inexactas al realizar el

proceso de segmentación y localización de zonas de interés.

Se ha comprobado que al trabajar con los canales por separado del sistema (R1,G1,B1) propuesto, en combinación con operaciones para establecer un orden vectorial (ascendente - descendente) por pixel se elimina el ruido potencial y la aparición de falsos colores, además se obtienen zonas exactas durante el proceso de segmentación.

Cada uno de los canales contiene información útil para la segmentación, trabajando por separado con cada uno de ellos y combinando únicamente los que presenten la mayor cantidad de ésta, mediante un análisis gráfico para obtener un resultado final (imagen con las zonas exactas).

Apoyados en técnicas como mezcla y multiplicación de imágenes además de morfología matemática, se obtienen zonas perfectamente definidas y con un mayor realce para la presentación e interpretación de resultados.

REFERENCIAS

1. Báez RJJ, Guerrero ML. *Segmentación de imágenes de color*. Universidad Tecnológica de la Mixteca; 2004.
2. Ballard DH, Brown CM. *Computer Vision*. Prentice-Hall; 2002.
3. Jain AK, Kailath T. *Fundamentals of digital image processing*. Prentice-Hall information and Systems Sciences Series. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
4. *Statistical Research & Applications Branch-Probability of Developing or Dying of Cancer.htm* 2001.
5. Gonzalo Pájaros JM. *Alfaomega Visión por computador. Imágenes Digitales y sus aplicaciones*; 2002.
6. Rafael C. *Digital Imagen Processing*. Gonzalez Prentice Hall; 2002
7. Palacios R. *Procesamiento del color*. Hielsher. Instituto de Investigación Tecnológica de Madrid 2003.
8. www.cancer.gov 2004-2005.
9. *Atlas cerebral*. Universidad de Harvard.
10. Crespo del Arco J, Alonso Calvo R. *Temas avanzados en tratamiento y análisis de imágenes en morfología matemática*; 2004.
11. *Extensión de la morfología matemática a imágenes en color*. Universidad de Alicante: Depto. de física, ingeniería de sistemas y teoría de la señal, grupo de automática, robótica y visión artificial; 2004.
12. *Procesamiento morfológico de imágenes en color*; 2005.

Tabla 4
Porcentaje de afectación por área

Áreas	# pixeles totales por área	# de pixeles por área afectada	% por área afectada
1	1650	81	4.90
2	1583	103	6.50
3	2590	496	19.15
4	2489	642	25.79
5	1196	0	0
6	1182	299	25.29
7	1019	126	12.36
8	999	181	18.11