

# ALGORITMO MULTIRRESOLUCIÓN PARA SEGMENTACIÓN CON APLICACIÓN A IMÁGENES DE QUEMADURAS A COLOR

Begoña Acha, Carmen Serrano, Daniel Santos  
Área de Teoría de la Señal.  
Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.  
e-mail: bacha@viento.us.es  
cserrano@viento.us.es

## ABSTRACT

The aim of the algorithm described in this paper is to segment color images into regions of interest. Additionally, it allows selecting a particular color to be segmented. The segmentation procedure consists of an elaborated treatment of color representation, followed by a grayscale segmentation algorithm based on the stack mathematical approach. The proposed algorithm is being developed to be applied to skin wound images but it works properly as a general segmentation approach. The method was tested with general purposed images and burn wound images obtaining satisfactory results.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se propone un algoritmo de segmentación de imágenes a color. La aplicación final del algoritmo es la de segmentación automática de quemaduras en fotografías digitales a color. Se busca dar un diagnóstico automático para aplicar el primer tratamiento en centros médicos sin especialistas. Dicho primer tratamiento es muy importante para una posterior evolución satisfactoria de la quemadura [1]. Como el coste de mantener una Unidad de Quemados es muy elevado, sería deseable disponer de un sistema automático para dar el primer diagnóstico [2].

Existen una gran cantidad de técnicas de segmentación de imágenes, pero la mayoría de ellas aplicadas a imágenes en escala de grises. Podemos hacer una primera clasificación de dichas técnicas en: crecimiento de regiones, detección de bordes o algoritmos multirresolución. Éstos últimos examinan a la imagen en diferentes niveles de resolución. El nivel más bajo provee una visión global de la imagen, y el nivel de mayor resolución da el detalle.

El método propuesto se basa en un algoritmo de segmentación multirresolución para imágenes en escala de grises descrito por Lifshitz et al. [3]. Se basa en la teoría matemática de pilas, inicialmente propuesta por Koenderink [4].

La idea de aplicar esta técnica a imágenes a color la introdujeron Molina et al. [5], pero los resultados no eran satisfactorios para el tipo de imágenes empleadas en este artículo.

## 2. PROCEDIMIENTO DE PILA

En este proceso la imagen es descrita en términos de *regiones extremas*. Esta descripción se produce identificando a los extremos en la pila de imágenes en la cual a medida que subimos de nivel obtenemos una imagen más borrosa que la anterior. Si vamos emborronando una imagen progresivamente, haremos que cada extremo se mueva de forma continua y, eventualmente, desaparecerá uniéndose al fondo de la imagen. Si seguimos las localizaciones de un extremo a lo largo de la pila de imágenes formaremos un *camino extremo*. Una región extrema puede definirse en la

imagen original, como aquella formada por los píxeles alrededor de un punto extremo que cumplen con las siguientes condiciones:

- sus intensidades son mayores o iguales a la intensidad de aniquilación para dicho extremo, si es un máximo.
- sus intensidades son menores o iguales a la intensidad de aniquilación para dicho extremo, si es un mínimo.

La cantidad de emborronado necesaria para que un extremo se aniquile es una medida de la importancia de la región extrema. La intensidad del punto más alto en un camino extremo es la *intensidad de aniquilación* del camino, que será la intensidad del contorno isoíntenso que forma la frontera de la región extrema asociada.

El filtro de emborronado utilizado es un gaussiano, ya que en [3] se demuestra que cumple con que no creará ningún extremo que no existiera ya, y que la función es suave, de forma que los cambios de intensidad ocurren de una manera continua.

## 3. TRANSFORMACIÓN DE COLOR

Como el motivo de un algoritmo de segmentación es separar aquellos objetos que los humanos percibimos como diferentes, si se aplica una métrica de color en concordancia con la percepción humana, el algoritmo cumplirá su propósito. La representación del color adecuada para esto es la HSI (*Hue* (tono), *Saturation* (saturación), *Intensity* (intensidad)) [6]. Por tanto el primer paso en nuestro algoritmo es transformar la imagen al espacio de color HSI. El sistema HSI se basa en el sistema CIE (Commission International de l'Eclairage) *Lab*, que representa el color por tres coordenadas: la luminancia,  $I$ , y dos crominancias,  $V_1$  y  $V_2$ . Estas dos son las que describen el color de la imagen.

A partir de  $V_1$  y  $V_2$  obtenemos las componentes  $S$  y  $H$  de la siguiente manera:  $S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$ , y  $H = \arctan\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ .

La medida de saturación se pondera con una función dependiente del tono ( $H$ ). Dicha función viene dada por:

$$w(H, H_c) = \cos^3(H - H_c) \quad (1)$$

donde  $H_c$  es el ángulo de color que queremos enfatizar. Hemos elegido dicha función de ponderación para enfatizar la directividad de la función coseno, que, sin elevar al cubo, resulta demasiado suave para aplicarla en nuestra aplicación de segmentación.

Así el método propuesto se resume en los siguientes pasos:

- 1) Conversión de la imagen original a una imagen cuyos píxeles vienen dados por:

$$S \cdot \cos^3(H - H_c).$$

- 2) Aplicación del algoritmo de segmentación descrito en el apartado 2.

#### 4. RESULTADOS

Hemos aplicado el algoritmo de segmentación a diferentes imágenes, tanto de propósito general como fotografías de quemaduras. Los resultados se resumen en las figuras 1 a 3.

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados obtenidos cuando el algoritmo de segmentación se aplica a imágenes

aéreas y generales, respectivamente. En cada caso el parámetro  $H_c$  se ha elegido para segmentar un determinado color verde. En las figuras 1b, 2b y 2c se muestran las imágenes segmentadas, indicando a los puntos extremos como puntos rojos.

Finalmente, en la figura 3 se muestran algunos ejemplos de la segmentación aplicada a quemaduras.



Figura 1. Segmentación de una imagen aérea. (a) Imagen original, (b) Resultado de segmentar el color verde claro.

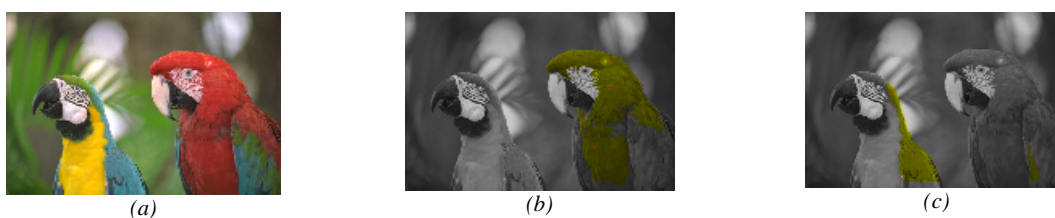


Figura 2. Resultado obtenido para Parrots. (a) Imagen original, (b) Resultado de segmentar los objetos rojos, (c) Resultado para la segmentación del color cián.

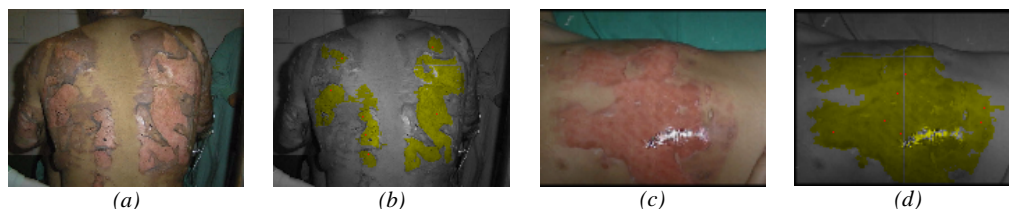


Figura 3. Segmentación de imágenes de quemaduras. (a) Imagen original, (b) Imagen segmentada para las quemaduras de tono rosa, (c) Imagen original, (d) Imagen segmentada para quemaduras de tonos rosa.

#### 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se ha presentado un nuevo método para la segmentación de imágenes a color. El algoritmo se ha probado con éxito en imágenes de propósito general, y segmentando quemaduras en la piel a partir de fotografías digitales.

El algoritmo todavía falla cuando se encuentra puntos muy brillantes (generalmente provocados por el flash). Estamos trabajando en unir la información de color con la de luminancia, ya que para estos puntos la componente de luminancia o intensidad es muy alta.

Otro trabajo futuro bajo consideración es cambiar la función de ponderación dada en (1), por otra que nos permita un mayor control sobre el ancho del haz.

#### 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Tomás Gómez-Cía y los demás miembros de la Unidad de Quemados del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla su inestimable ayuda para obtener las fotografías, y sus diagnósticos.

#### 7. REFERENCIAS

- [1] J.A. Clarke, *A Colour Atlas of Burn Injuries*, London: Chapman & Hall Medical, 1992.
- [2] C. Serrano, L. Roa and B. Acha, "Evaluation of a telemedicine platform in a burn unit", *Proc. IEEE Int. Conf. on Information Technology Applications in Biomedicine*, pp. 121-126, Washington DC, USA, may 1998.
- [3] L.M. Lifshitz, S.M. Pizer, "A Multiresolution Hierarchical Approach to Image Segmentation Based on Intensity Extrema", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 12, no. 6, pp 529-539, June 1990.
- [4] J.J. Koenderink, "The structure of images," *Biol. Cybern.*, vol. 50, pp. 363-370, 1984.
- [5] I. Molina, R. Rico, F. Sandoval, "Algoritmo de Segmentación de Imágenes Color Multirresolución", *Proc. XIV Simposio Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (U.R.S.I.)*, pp 651-652, Santiago de Compostela, Spain, September 1999.
- [6] G. Wyszecki and W.S. Stiles, *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, New York: Wiley, 1982.