

5. Estado del arte de los CAD para quemaduras.

Históricamente las herramientas CAD se han centrado en el desarrollo de sistemas para detección de lesiones en mamografías [29], detección de nódulos pulmonares en radiografías de tórax [30], en CT de tórax [31], y detección de pólipos en estudios de CT de colon [32].

Recientemente ha comenzado a ser aplicado también en las modalidades de resonancia de mama [33], y en columna [34] para detectar alteraciones en los discos lumbares.

Uno de los acontecimientos más importantes en la historia del CAD es la comercialización del primer sistema de CAD por R2 Technology [35] para la detección de lesiones en la mamografía con la aprobación de la FDA (Food and Drug Administration) (EEUU) para su uso clínico en 1998.

En 2001, Deus Technologies [36] desarrollo otro sistema CAD para la detección de nódulos pulmonares en radiografías de tórax con aprobación de la FDA para su uso clínico. En Japón Mitsubishi Space Software [37] ha desarrollado un sistema CAD con sustracción temporal de secuencias para radiografías de tórax, y también para la detección de nódulos pulmonares en imágenes de tórax.

En el caso particular de los CAD aplicados a quemaduras, no existe demasiada información, pues el uso de CAD para esta aplicación no es una técnica muy extendida. Mucha de la información que se puede recopilar se deriva en su mayoría de los estudios llevados a cabo en el Departamento de Teoría de la Señal y las Comunicaciones de la Universidad de Sevilla en colaboración con el Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR).

El primer CAD para diagnóstico de quemados que se detalla es el que propone Carmen Serrano et al. en [20], en el que se clasifican las quemaduras en tres grupos según su gravedad:

- Segundo grado superficial
- Segundo grado profundo
- Tercer grado

En este caso, para la segmentación se propone un método basado en un algoritmo de segmentación multirresolución en escala de grises descrito por Lifshitz y Pizer [24] fundado en el enfoque de la matemática de la pila [25].

En esta técnica se describe la imagen 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 elimine es una medida de la importancia de la región extrema. El filtro de emborronado utilizado es un gaussiano. La versión inicial de este algoritmo es se describe en [26].

Antes de segmentar se transforma la imagen al espacio de color HSI, que está basado en el espacio CIE Lab, el cual representa el color mediante tres coordenadas: la Iluminancia, I; y dos crominancias, V1 y V2. Las transformaciones necesarias son:

$$S = \sqrt{V1^2 + V2^2} \quad (\text{Ec. 5.1})$$

$$H = \arctg\left(\frac{V2}{V1}\right) \quad (\text{Ec. 5.2})$$

La saturación la ponderamos con la función dada por:

$$w(H, H_c) = \cos^3(H - H_c) \quad (\text{Ec. 5.3})$$

Donde H_c es el ángulo de color que queremos enfatizar.

Una vez segmentada la quemadura, se procede a la extracción de las características de clasificación. Se divide la imagen en ventanas de 9x9 píxeles, a cada uno de los cuales se les calculan los parámetros V1 y V2, que serán las entradas para el clasificador.

En la clasificación, para obtener los centros de decisión óptima y los límites de las regiones correspondientes a cada grupo se aplica el vector LBG algoritmo de cuantificación [27], ya que minimiza la distancia cuadrática media.

El cuantificador es entrenado con 96 imágenes de 49x49 de quemaduras de las diferentes profundidades. Después de la formación, los centroides son fijos, y el cuantificador se utiliza para clasificación. Las entradas para la clasificación son las ventanas de tamaño 9x9 píxeles.

En cuanto a los resultados de clasificador hemos de decir que su porcentaje de aciertos fue del 88.88%.

En segundo lugar analizaremos el CAD para quemaduras propuesto por Begoña Acha et al en [21]. El sistema comienza con un paso de segmentación, cuyo objetivo es aislar la quemadura del resto de la escena (la piel sana y el fondo). Con el fin de realizar este paso, usaremos un paso de preprocesamiento (difusión de filtrado y el cambio de espacio de color).

A continuación, una transformación de una imagen en tres planos (L^* u^* v^*) a un único plano donde se tiene en cuenta el color y la información de la textura.

En la imagen en escala de grises se determina un umbral para separar la quemadura del fondo. Hay dos opciones, introducirlo manualmente [23] o de manera automática. En este estudio se determinaba automáticamente dicho umbral. La última fase de tratamiento consiste en una mediana de filtrado para homogeneizar regiones.



Figura 5.1: (a) Imagen de 2° grado original, (b) imagen segmentada.

Una vez que la quemadura es aislada, se extraen de ella seis descriptores de color y textura que serán las entradas para el clasificador. La selección de las características se lleva a cabo por los métodos de avance secuencial hacia atrás y hacia delante. Se parte de 16 características de textura y de color y después de aplicar los métodos secuenciales tenemos los seis descriptores con el poder más grande de discriminación.

Método	Variables	Error
SFS	$L^*, H, \sigma_C, u^*, v^*, \sigma_V, sL$	2%
SBS	$L^*, H, \sigma_H, u^*, \sigma_V, sL$	1.6%

Tabla 5.1 : Elección de características para la red.

Los seis descriptores son las entradas a una red neuronal Fuzzy-ARTMAP que clasifican la profundidad de las quemaduras.

Se probaron 62 fotografías, dando un porcentaje de clasificación de éxito promedio de 82,26%.

Este mismo CAD se aplica a otra base de datos con 35 imágenes proporcionadas por HUVR [22] consiguiendo una tasa de acierto del 88.6%, sensiblemente mejor que la obtenida en el anterior experimento.

Las tasas de acierto de los CADs mencionados son bastante buenas, llegando a valores muy próximos al que se propone en este trabajo, sin embargo el CAD que aquí se presenta es totalmente automático, realizando una segmentación automática de la imagen, mientras que los anteriores eran semiautomáticos necesitando una información a priori.