

3. Introducción al PFC.

3.1 Objetivos del PFC.

Este proyecto intenta diseñar e implementar una nueva herramienta CAD (Computer Aided Diagnostic) para la clasificación de quemaduras según el grado de profundidad de la misma. En concreto se pretende distinguir 3 grados de quemadura según su gravedad:

- segundo superficial
- segundo profundo
- tercer grado

Lo más importante será distinguir perfectamente el segundo grado superficial y los demás, pues estos dos últimos sí necesitan hospitalización, mientras que el primero puede ser atendido en un centro de salud [39].

Lo innovador de este algoritmo consistirá en la simulación del comportamiento de la percepción humana. Esto se consigue implementando en cada etapa del CAD (que explicaremos en capítulos posteriores) algoritmos que se asemejan al modelo de visión humana.

Otra característica muy importante es que este método se pueda ejecutar en un PC convencional, de los que podemos encontrar en cualquier centro de salud, sin necesidad de comprar nuevo instrumental, lo cual resultaría caro. Este CAD puede resultar de gran ayuda en los centros de salud en los que no existen especialistas, para ayudar a un primer diagnóstico de la quemadura, decidiendo si es necesaria o no la hospitalización del paciente.

Las aplicaciones de este proyecto son variadas, desde su uso en los centros de salud, donde no existen médicos especialistas para evaluar si es necesario hospitalizar a un paciente quemado que acude al centro, como su uso por especialistas para aumentar su eficacia, o incluso de ayuda al entrenamiento de médicos residentes.

3.2 Introducción a las quemaduras.

Se podrían mencionar varios tipos de clasificaciones para las quemaduras. Este proyecto en concreto se centra en una clasificación que atiende al grado de profundidad de las lesiones, pues es el tema de estudio del mismo.

3.2.1 Mecanismo etiológico.

Hace referencia al agente principal que produjo la lesión. Principalmente se pueden distinguir los siguientes [1]:

Los principales agentes responsables de las quemaduras son:

- Caloríficos
- Eléctricos
- Químicos
- Radiactivos

3.2.2 Profundidad de la quemadura.

La gravedad de una quemadura depende de la profundidad del compromiso tisular. Las quemaduras pueden dividirse en tres categorías dependiendo de la profundidad que hayan alcanzado en las distintas capas de tejido. Se hace referencia a ellas como quemaduras de primero, segundo y tercer grado. [1], [2]. Las detallamos a continuación:

3.2.2.1 Quemadura de primer grado.

Una quemadura superficial, que se encuadra en la categoría de primer grado, se limita a la epidermis. Se caracteriza por calor, dolor, humedecimiento y enrojecimiento de la superficie quemada, pero rara vez presenta ampollas o tejido carbonizado. Las quemaduras superficiales con frecuencia cicatrizan en 3 a 7 días y, en general, no dejan marcas. Entre las quemaduras superficiales típicas se incluyen las quemaduras por el sol y las escaldaduras leves.



Fig. 3.1: Quemadura de primer grado.

3.2.2.2 Quemadura de segundo grado.

Las quemaduras de segundo grado, a veces llamadas quemaduras de espesor parcial, se clasifican en “superficiales” o “profundas”. Ambos tipos penetran más profundo que la quemadura de primer grado y destruyen capas epidérmicas, hasta llegar a la capa de la dermis. Pueden dañar las glándulas sudoríparas y los folículos pilosos, y son extremadamente dolorosas; habitualmente se caracterizan por inflamación intensa.

La piel que sufrió una quemadura superficial de segundo grado está húmeda, enrojecida y dolorida. La mayoría de las quemaduras superficiales de segundo grado cicatrizan en 10 a 21 días, pero dejan un cambio en el color y la pigmentación de la piel. Una quemadura de segundo grado profunda puede ser de color marfil o perlado, y es posible que requiera un proceso conocido como desbridamiento y tratamientos de injertos de piel adicionales.



Fig. 3.2: Quemadura de segundo grado.

3.2.2.3 Quemadura de tercer grado.

Una quemadura de tercer grado, también llamada quemadura de espesor completo, destruye todas las capas epidérmicas y dérmicas de la piel. El daño tisular se extiende por debajo de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas, hasta el tejido subcutáneo (grasa). Con este grado de quemadura, la piel se carboniza y se vuelve correosa, y en general la zona queda como hundida con respecto al tejido circundante. La piel puede tornarse de color rojo brillante, blanco ceroso, café o marrón; no se observan ampollas. Una quemadura de tercer grado puede causar inflamación masiva. Lo curioso es que las quemaduras de tercer grado no son dolorosas, ya que la lesión destruyó las terminaciones nerviosas. Se deberá realizar un injerto de piel o recurrir a otras opciones de reemplazo para el tratamiento de una quemadura de tercer grado.

Cuando la quemadura, por su profundidad, compromete a un músculo, un hueso, un tendón y/o un ligamento, suele clasificarse como quemadura de cuarto grado. Estas quemaduras con frecuencia ponen en riesgo la vida y es posible que requieran amputación.



Fig. 3.3: Quemadura de tercer grado.

A pesar de lo dicho anteriormente en lo que se refiere a las características propias de cada grado hemos de tener en cuenta que también depende del agente que produzca la quemadura, pues no es lo mismo una quemadura eléctrica que una que se ha producido por escaldadura, por ejemplo [3].

A continuación mostramos una tabla resumen en la que recogemos las características de las quemaduras, según su grado de profundidad:

HERRAMIENTA DE AYUDA AL DIAGNÓSTICO PARA QUEMADURAS

	Epidérmicas (primer grado)	Dérmicas superficiales (2º grado superficial)	Dérmicas profundas (2º grado profundo)	Subdérmicas (tercer grado)
Zona afectada	Epidermis	Epidermis y dermis papilar	Epidermis hasta las dermis reticular	Epidermis, dermis y tejido subcutáneo
Signos	Eritema No exudado Edema no existente	Flictena (tejido rojo rosado) Exudado muy abundante Edema sin riesgo de compresión	Flictenas (tejido pálido o blanco) Exudado abundante Edema importante con riesgo de compresión	Escara No exudado Edema importante con riesgo de compresión No flictena
Síntomas	Irritación, tirantez	Hiperestesia (terminaciones nerviosas intactas, pero irritadas)	Hipostesia (destrucción de terminaciones nerviosas)	Anestesia al tacto Posible dolor en alguna zona
Evolución	4-6 días desaparecen las molestias	7-14 días	Más de 15 días. En quemaduras extensas de 50 a 60 días	Meses
Secuelas	No	No	Discromías permanentes y déficit funcional	Discromías permanente y déficit funcional
Tratamiento	Hidratación	Flictenoectomía, si procede. Apósito adiente	Flictenoectomía, si procede. Apósito adiente	Quirúrgico

Tabla 3.1: Resumen de las características de las quemaduras [4].

3.3 Introducción a los CAD aplicados a imágenes médicas.

3.3.1 Introducción.

Uno de los mayores problemas en la detección de lesiones en imágenes médicas viene dado por la subjetividad con que el experto humano analiza dichas imágenes. En muchos casos, la experiencia del profesional encargado de interpretar la imagen, es un factor determinante en el diagnóstico final. Normalmente se requiere una curva de aprendizaje larga para que estos profesionales alcancen unos niveles altos de fiabilidad. Sin embargo, aun en los casos en los que el profesional tiene un grado elevado de experiencia, en muchos tipos de imágenes la detección de lesiones y, en consecuencia, la diagnosis, resulta una tarea complicada. Las causas de esta dificultad en el diagnóstico suelen deberse a:

- Escasa calidad de la imagen.
- Lesiones difícilmente visibles al ojo humano debido a su reducido tamaño (microtexturas).
- Subjetividad en la interpretación.
- Cansancio y falta de concentración.
- Inexistencia de una búsqueda sistemática y exhaustiva.

En los últimos años se han publicado gran cantidad de trabajos orientados a la detección de lesiones en imágenes médicas, normalmente con el objetivo de elaborar un mejor diagnóstico a partir de las mismas. En este sentido, las técnicas de diagnóstico asistido por ordenador tratan de caracterizar y detectar patrones normales y anormales dentro de la imagen, con el fin de mejorar la precisión y consistencia diagnóstica obtenida por los expertos humanos.

Una vez digitalizada la imagen, es posible analizarla de modo distinto a como lo haría un observador humano, aplicando técnicas de visión por computador y reconocimiento de formas. Los sistemas de CAD (Computer Aided Diagnostic) o en español DAO (Diagnóstico Asistido por Ordenador) analizan la imagen con el propósito de detectar regiones de interés y caracterizarlas cuantitativamente.

Debe quedar claro que el objetivo final de estos sistemas no es el de realizar un diagnóstico de modo completamente automático, sin la intervención de un humano, sino ayudar al profesional para mejorar su rendimiento diagnóstico, dirigiendo la atención del mismo hacia las zonas de la imagen más sospechosas de contener alguna anomalía. Es decir, el CAD intentará dar una “segunda opinión” que sirva de ayuda al especialista.

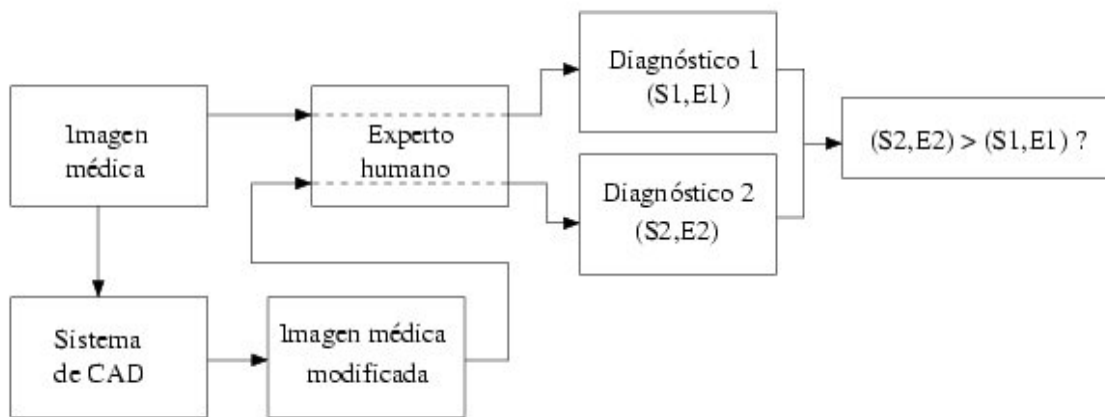


Fig. 3.4: Modelo simplificado del funcionamiento de un CAD.

Un modo habitual de evaluar la precisión diagnóstica consiste en medir los valores de sensibilidad y especificidad conseguidos. Cuando se cuenta con la ayuda de un sistema de diagnóstico asistido por ordenador (CAD), la imagen médica original es transformada en una segunda imagen en la que, mediante algún tipo de marcado, se resaltan las zonas sospechosas de contener alguna anomalía.

Si el experto humano trabaja con esta imagen modificada, posiblemente elabore un diagnóstico distinto del que haría con la imagen original y, por tanto, los valores de sensibilidad y especificidad en este caso (S_2, E_2), serán distintos a los que se lograrían sin el uso del sistema de CAD (S_1, E_1). Lógicamente, el sistema de CAD será de utilidad si se consigue mejorar (S_2, E_2) respecto de (S_1, E_1).

Según lo expuesto, el conocimiento aportado por el sistema de CAD se combina de algún modo con el propio conocimiento del experto humano para elaborar un diagnóstico final. La utilidad del sistema de CAD dependerá, en gran medida, de la capacidad que tenga éste de encontrar características en la imagen relacionadas con la enfermedad que estemos buscando, que el experto humano no sea capaz de detectar con cierta facilidad.

Otras utilidades de los sistemas de CAD son su uso como herramienta de auto evaluación y reciclaje para radiólogos con diversos grados de experiencia, y de aprendizaje para residentes en periodo de formación.

3.3.2 Metodología de los CAD.

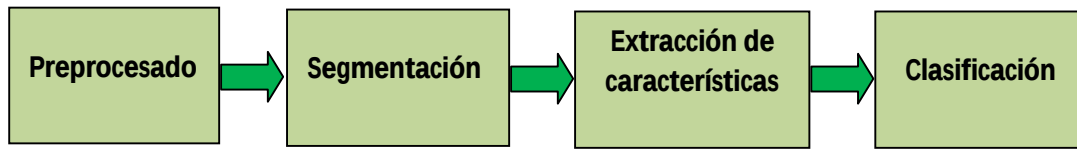


Fig. 3.5: Etapas básicas en un CAD.

Los CAD se basan fundamentalmente en el reconocimiento de patrones. Podemos dividir los algoritmos existentes en las etapas que figuran en la imagen anterior:

1. Preprocesado de la imagen.

Antes de comenzar a extraer características de interés a la imagen se ha de eliminar en la medida de lo posible los efectos no deseados, ya sean ruidos, o defectos consecuencia de la toma de la imagen.

- Reducción de los artefactos (errores en las imágenes).
- Imagen de reducción de ruido.
- Nivelación (armonización) de calidad de imagen para limpiar la imagen de las diferentes condiciones básicas por ejemplo, los parámetros de exposición diferente.

2. Segmentación de la zona de interés.

Consiste en separar la parte de la imagen que vamos a analizar, en nuestro caso la quemadura. Para ello se utiliza cualquiera de los métodos de segmentación existentes, de tal forma que consigamos aislar la zona de interés de nuestra imagen.

3. Extracción de características.

Una vez que se aísla la región o regiones a analizar, se irán analizando individualmente, de forma que se extraiga en cada una de ellas un vector de características, que defina inequívocamente la clase a la que pertenece cada región.

Las características a elegir pueden ser de una naturaleza muy variada, pero hemos de tener claro que han de recrear perfectamente las cualidades que el experto analizará a la hora del diagnóstico.

4. Evaluación / clasificación.

Después de analizar la estructura, cada retorno de dicho análisis se evalúa de forma individual (puntuación) para la probabilidad de pertenencia a uno de los grupos que están predefinidos. Para ello se pueden emplear cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Regla del vecino más próximo
- Distancia mínima clasificador
- Cascada Clasificador
- Clasificador bayesiano
- La percepción de múltiples capas
- Base radial de la red de función (FSR)
- SVM