

Sistema de análisis automático de la constancia de la cadena de imagen en equipos radiográficos digitales

P. Mayo Nogueira¹, F. Rodenas Escriba², B. Marín³, G. Verdú Martín³, J.M. Campayo Esteban¹

¹TITANIA Servicios Tecnológicos, Grupo Dominguis, Sorolla Center, local 10 Avda. de las Cortes Valencianas, 46015 Valencia, España, p.mayo@titaniast.com

² Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, Valencia, España, frodenas@mat.upv.es

³ Instituto de Seguridad Industrial Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM), Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n, Valencia, España, gverdu@iqn.upv.es, biemapei@aaa.upv.es

⁴ Servicio de Protección Radiológica, Hospital Clínico Universitario de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, nº17, Valencia, campayo_jma@gva.es

Resumen

En este trabajo se ha desarrollado un interfaz gráfico aplicado a los equipos radiográficos con obtención de imagen digital están remplazando a los convencionales de imagen analógica. Este aumento de la utilización de aparatos con tecnología digital hace necesario un estudio del análisis de la calidad de imagen obtenida en este tipo de equipos, dicho análisis es necesario para garantizar unas imágenes adecuadas que permitan un diagnóstico correcto.

Para el control de calidad de imagen se usan maniqués radiográficos específicamente contruidos para el tipo de equipo y de imagen, por tanto, se hace necesario el desarrollo y calibración de maniqués adecuados para las tecnologías digitales.

En este trabajo, presentamos un maniquí de constancia desarrollado específicamente para equipos digitales junto con una aplicación informática para el análisis de la imagen que permita realizar un control de calidad de la imagen obtenida en el equipo radiográfico digital de forma automatizada.

profundidad en diversos rangos. Mediante estos maniqués sin embargo no se pueden realizar la totalidad de las medidas requeridas en la normativa vigente, tales como verificaciones geométricas,.. etc.

Por ello, debido a la implantación de los equipos de radiodiagnóstico digitales (bien de tecnología directa o indirecta), el análisis de la calidad de imagen puede realizarse de forma automatizada mediante técnicas de procesamiento digital de imagen [5]. En este trabajo se ha desarrollado un tipo de maniquí geométrico específico denominado **RACON**, conteniendo distintas zonas de test para analizar la constancia de la cadena de imagen, válido para diferentes tipos de equipos para equipos de radiografía y radioscopia, como equipos convencionales, telemandos, arcos, hemodinámica y vasculares. A la vez se ha implementado una herramienta informática de software **SoftRACON** para el análisis y evaluación automática de las imágenes del maniquí en un equipo radiográfico digital, obteniendo así información sobre el funcionamiento del equipo radiográfico rápida y efectiva.

1. Introducción

El estudio de la calidad de la imagen de un maniquí radiográfico obtenido por un determinado equipo radiográfico, constituye uno de los puntos clave en el seguimiento del buen uso del mismo [1]. Debido a la rápida implantación de los equipos de radiodiagnóstico digitales, el análisis de la imagen puede ser automatizada pues es posible la adquisición de la misma tanto en los equipos de radiografía digital directa o computerizada como en los digitales directos. El uso de maniqués específicamente diseñados para determinar el umbral de visibilidad del sistema radiográfico digital posibilita el estudio de la calidad de la imagen obtenida por el equipo radiográfico de forma objetiva [2].

En la actualidad existen diversos maniqués de contraste-detalle de reciente aparición como son el CDMAM 3.4 [3] y el CDRAD 2.0 [4], uno para radiografía mamaria y otro para radiografía convencional. Estos maniqués poseen diversos objetos que varían en diámetro y

2. Descripción de la herramienta de evaluación automática.

A continuación se presenta la herramienta de constancia aplicada a quipos radiográficos digitales RACON y SoftRACON.

Estas nuevas técnicas van a permitir analizar la constancia de los equipos de radiografía digitales convencionales, en su funcionamiento normal en operación repercutiendo en el control de calidad del mismo y detectando posibles modos de funcionamiento anómalo de dichos equipos. Para ello el maniquí diseñado permite la evaluación mediante diversos test que incluyen zonas de bajo contraste, resolución, rango dinámico de grises, e uniformidad que repercuten en el diámetro y profundidad de contraste detectada evaluando la constancia de los sistemas de radiografía digitales computerizada y digital directa.

El maniquí radiográfico diseñado RACON sirve para cuantificar la calidad de imagen obtenida por equipos radiográficos digitales a través de distintas zonas de test implantadas en él (bajo contraste, resolución, homogeneidad, marcas geométricas para el centrado y concordancia de campos...), siguiendo especificaciones tal como las recomendadas por organismos y normas nacionales e internacionales (IRPA, IEC-61223-2-9, RD 1976/1999,...) [1,2].

En la Figura 1 se muestra una imagen del maniquí:

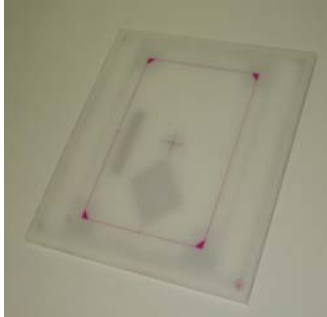


Figura 1: Imagen del maniquí radiográfico **RACON**.

Conjuntamente se ha desarrollado la aplicación informática SoftRACON que permite el análisis y evaluación automática de las imágenes adquiridas de RACON en un equipo radiográfico digital. De esta manera se dispone de una herramienta global que obtiene una evaluación automática y flexible en un entorno gráfico amigable para el usuario.

Dicha utilidad permite obtener informes comparando con análisis anteriores, ver sus tolerancias y valores mínimos de aceptabilidad, obteniendo así información sobre el funcionamiento de la cadena de imagen del equipo radiográfico rápida y efectiva. En la Figura 2 se muestra la pantalla de inicio del programa citado.



Figura 2: Pantalla de inicio de **SoftRACON**.

El interés de esta utilidad radica en que no existen en el mercado aplicaciones similares para un análisis automático, además de que evita tomar medidas en papel siguiendo el procedimiento recomendado que se calcularán mediante el programa.

El software permite obtener valores indicadores objetivos de la evaluación de la constancia de la calidad de imagen obtenida [6] y de su cadena de obtención mediante parámetros indicadores de calidad de imagen tales como curva contraste-detalle y el índice de calidad de imagen

(IQF)), con el objeto de realizar un control de la calidad de la imagen producida por el equipo radiográfico digital, sin necesidad de que dicho control lo realice un técnico experto, ahorrando tiempo, costes y aumentando la objetividad del proceso de evaluación de la cadena de imagen.

3. Descripción del análisis automático de la herramienta SoftRACON

Se han adquirido imágenes en formato DICOM, que es el formato que se está implantando en el campo de radiología médica, del maniquí RACON variando las condiciones de funcionamiento del equipo radiográfico convencional, en cuanto al voltaje, intensidad, y tiempo de exposición. Dicho formato de imagen posee en la cabecera ciertos datos de interés en la obtención de la imagen para su posterior análisis tales como resolución de la imagen que es útil para los datos geométricos de los objetos de test, niveles de intensidad de gris asociado al número de bits empleados en la digitalización de la imagen, etc..

En la figura 3 se muestra el posicionamiento del maniquí **RACON** en el equipo radiográfico digital:



Figura 3: Posicionamiento del maniquí en equipo radiográfico.

Una vez leída la cabecera del archivo de imagen DICOM, el software desarrollado en este proyecto analizaría cada una de las zonas de test presentes en el mismo, buscando mediante métodos de segmentación cada uno de dichos test y aplicando técnicas particulares para extraer características geométricas y de grises de cada uno de ellos. A continuación en las siguientes figuras se muestran algunas de las zonas analizadas mediante la previa selección el el programa SoftRACON.

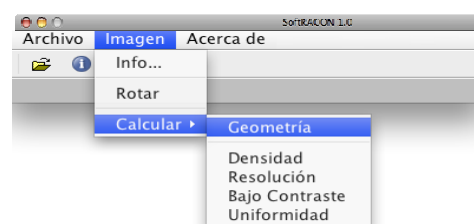




Figura 4: Pantalla SoftRACON selección de test analizar.

A partir de marcas geométricas de búsqueda automática, el programa sitúa cada uno de los objetos de test considerándolos como subimágenes sobre las que aplica un algoritmo específico de segmentación.

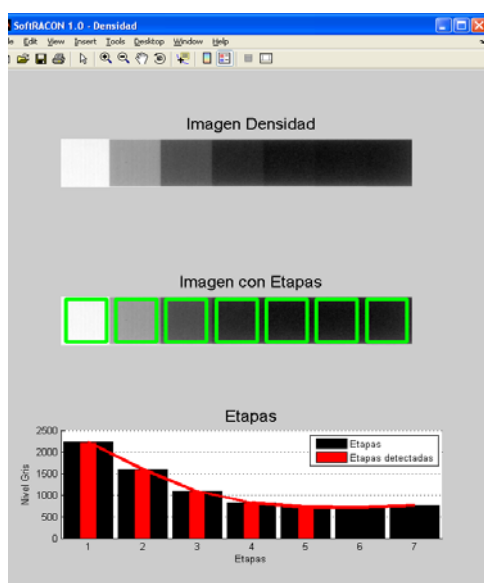


Figura 5: Análisis de test de cuña de densidades, donde se muestra el rango dinámico de la imagen.

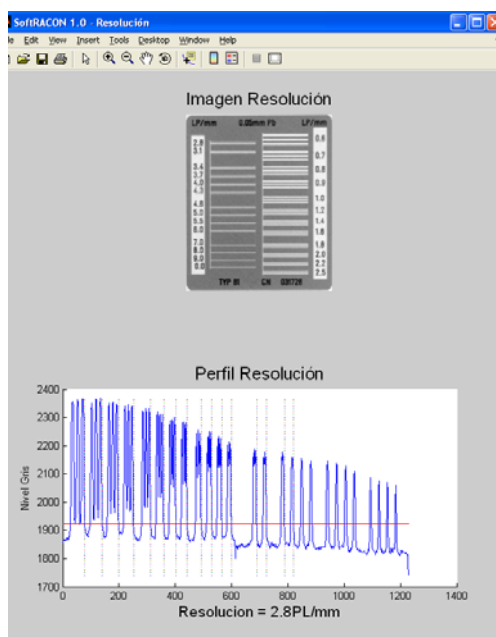


Figura 6: Análisis de test de zona de resolución. El programa calcula el límite de pares de líneas por mm de la resolución espacial.

Tras esto se puede realizar una valoración global de la calidad de imagen obtenida conforme a los valores cuantitativos obtenidos tras el análisis de cada una de las zonas y así realizar un estudio del funcionamiento de la cadena de imagen en base a la calidad de imagen obtenida.

En la figura 7 se muestra el análisis para la zona de test de bajo contraste del maniquí

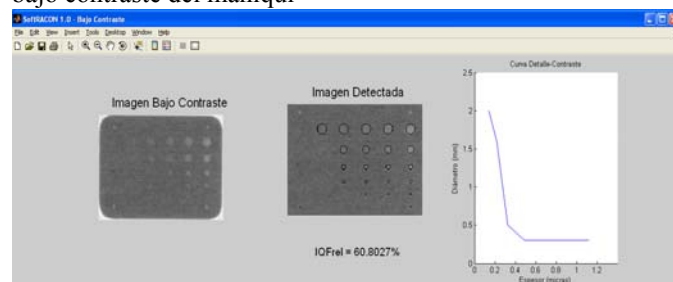


Figura 7: Análisis de la zona de bajo contraste, relacionada con la resolución de baja amplitud.

El programa genera informes que pueden ser editables en Excel por el usuario, tanto de la imagen de referencia obtenida como de las posteriores y establece unas tolerancias para que el usuario pueda comparar con valores de años anteriores (véase Figura 8)

HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN MODULAR DE LA CONSTANCIA DE LA CADENA DE IMAGEN						
EQUIPO	SEDECAL HP-3618	Sala	Fecha	Sala/Conveniencia		
Sensor, DR	SIEMENS AIDOM ARISTOS VIPPlus			mayo-09		
PARAMETROS	ACEPTABILIDAD	RACON Etapa	RACON Constancia	TOLERANCIA	RESULTADO TEST	
PARAMETROS GEOMETRICOS	Discrepancia haz luminoso con el de radiación (%)	3	1	50	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Discrepancia con el receptor de imagen (%)	2	0	80	ACEPTABILIDAD OK	#DIV/0!
	Centrado del haz de radiación con el haz luminoso (%)	1	1	50	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Centrado haz luminoso con regla (%)	1	0	50	ACEPTABILIDAD OK	#DIV/0!
	Ortogonalidad del haz (%)	1.5	1	20	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
PARAMETROS TEST	Resolución alto cont. (lp/mm)	2.5	2.5	20	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Detalles de bajo contraste IQFrel (%)	50	41	44	ACEPTABILIDAD NO OK	TOLERANCIA OK
	Cuña de densidades Cr (%)	50	60	66	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Uniformidad Horizontal σ (%)	5	1	20	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Uniformidad Vertical σ (%)	10	5	7	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
PARAMETROS TEST	Uniformidad Horizontal σ (%)	5	1	20	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK
	Uniformidad Vertical σ (%)	10	4	3	ACEPTABILIDAD OK	TOLERANCIA OK

Figura 8: Resumen del análisis del programa Excel emitido por SoftRACON.

4. Conclusiones

La aplicación automática que se ha desarrollado para la evaluación de la constancia de imagen, resulta útil en equipos radiográficos de tecnología digital y convencional digitalizando la imagen, repercutiendo en el control de calidad de dichos equipos.

La aplicación del maniquí radiográfico RACON sirve para cuantificar la calidad de imagen obtenida por un determinado equipo radiográfico mediante test de constancia con diversos objetos implementados en el. El maniquí también sirve para evaluar la constancia de la

cadena de imagen en equipos de distinta tecnología digital computerizada y digital directa testeando la integridad geométrica del sistema de rayos X, tal como la concordancia, el centrado, la perpendicularidad, la homogeneidad de la imagen.

Conjuntamente la herramienta informática de gestión modular SoftRACON desarrollada permite una evaluación automática y flexible en un entorno gráfico y amigable para el usuario. De esta manera se puede comparar el análisis obtenido con análisis anteriores, ver sus tolerancias y comparar con valores mínimos de aceptabilidad según normas recomendadas nacionales e internacionales. El software permite generar informes Excel que el usuario puede editar de manera sencilla.

5. Referencias

- [1] *Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico*. Revisión 1 (Aspectos Técnicos) ISBN:84-87450-70-9, (2002).
- [2] *Protocol for the QA of Computed Radiography Systems and Direct Digital Radiography Systems, KCARE* (King's Centre for the Assessment of Radiological Equipment), (2003).
- [3] Artinis Medical Systems B.V, *User Manual CDMAM 3.4*, 2002.
- [4] Artinis Medical System, *CDRAD Manual*, 2004.
- [5] Thomas J.A. *Contrast-detail phantom scoring methodology*, Medical physics, (2005), 32, 807-814
- [6] Mayo P., Rodenas F., Verdú G., Villaescusa J.I. y Campayo J.M., *Automatic evaluation of the image quality of a mammographic phantom*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, (2004), 73/2, 115-128.