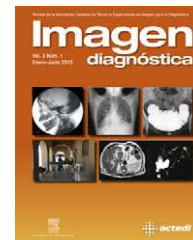


Imagen diagnóstica

www.elsevier.es/imagendiagnostica



ORIGINAL

Análisis de densidades mamográficas en espacio RGB

Stefano Pacifici

Gruppo Mediterraneo di Breast Imaging, Roma, Italia

Recibido el 15 de marzo de 2012; aceptado el 8 de octubre de 2012
Disponible en Internet el 15 de noviembre de 2012

PALABRAS CLAVE

Mamografía;
Densidad;
RGB;
Elaboración de
imagen

Resumen

Introducción: La mayor densidad mamográfica se asocia a un aumento del riesgo de cáncer de mama y dificulta la detección del cáncer mediante mamografía. Eso enfatiza el límite diagnóstico que las mamas densas representan para el radiólogo: incluso si la tecnología permite obtener imágenes digitales con amplio rango dinámico, la gran cantidad de tonos de gris representados en la pantalla no van a ser percibidos por el ojo humano.

Objetivo: En este estudio se presenta un método dirigido a la identificación y análisis de áreas de mayor densidad en mamogramas digitales.

Materiales y método: Se ha realizado un programa de elaboración de imágenes para llevar a cabo el estudio mediante: 1) el manejo de los niveles de grises con el fin de lograr el mejor realce posible de detalles difícilmente reconocibles; 2) la aplicación de canales colorimétricos a asignar a la escala de grises con posibilidad de uso simultáneo de 2 o más colores.

Resultados: La imagen resultante es un mamograma con falsos colores que evidencia las áreas de alta densidad en comparación con el *background*, incluso cuando este sea muy brillante (como en las mamas densas), que resultarán con contornos mejorados y contenido de bajo contraste.

Conclusiones: En este estudio se demuestra cómo la manipulación informática de mamogramas digitales puede permitir un incremento de las informaciones contenidas. Este método, con las debidas precauciones y conocimientos, puede convertirse en una nueva herramienta de diagnóstico utilizable ya por el técnico en el mismo lugar donde se ha llevado a cabo, para sugerir proyecciones selectivas en áreas sospechosas específicas (por densidad de píxeles) de otra manera no identificables solo con el ojo. Su utilización en el cribado podría llevar a una reducción de la tasa de recitación.

© 2012 ACTEDI. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Mammography;
Density;
RGB;
Image manipulation

Analysis of mammographic densities in RGB space

Abstract

Introduction: Mammographic density is associated with an increased risk of breast cancer and makes cancer detection by mammography more difficult. This emphasizes the diagnostic limit that dense breasts represent for the radiologist: even if the technology allows for digital images

Correos electrónicos: spacifici@sespm.es, gruppobreastimaging@gmail.com

with wide dynamic range, the large number of gray levels depicted on the screen cannot be perceived by the human eye.

Objective: This study presents a method aimed at identifying and analyzing dense areas in digital mammograms.

Materials and methods: The study was performed using image manipulation software by: 1) the management of the gray levels to achieve the best possible enhancement of difficult to recognize detail; 2) the application of colorimetric channels to the gray scale, with the option of simultaneous use of two or more colors.

Results: The resulting image was a false color mammogram that shows areas of high density, even when the background was very bright as in dense breasts, with improved contours and low contrast content.

Conclusions: This study demonstrates that manipulation of digital mammograms could increase the information contained in them. This method, with due care and knowledge, can become a new diagnostic tool for use by the mammographer at the acquisition workstation, to suggest selective projections for specific areas suspected (by pixels density), not otherwise identifiable by eye. Its use in mammography screening may lead to a reduction in recall rate.

© 2012 ACTEDI. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Muchos estudios han demostrado que la densidad mamográfica se asocia a un aumento del riesgo de cáncer de mama¹⁻³ y dificulta la detección del cáncer mediante mamografía¹, enfatizando el límite diagnóstico que las mamas densas representan para el radiólogo.

Las variaciones de densidad están representadas por variaciones de brillo de los píxeles que forman la imagen mamográfica, es decir por el valor numérico correspondiente, que en imágenes monocromáticas según su codificación en bits va desde 0 = negro hasta (2^n byte) hasta 1 = blanco. Resulta que con las codificaciones actualmente utilizadas en mamografía digital (12~14 bit de captura = 4.096~16.384 niveles de gris y 10~12 bit de visualización en pantalla = 1.024~4.096 niveles de gris) el ojo humano no es capaz de distinguir tantos grises^{4,5}, pero esa pérdida de matices se puede recuperar moviéndolos dentro del espacio RGB.

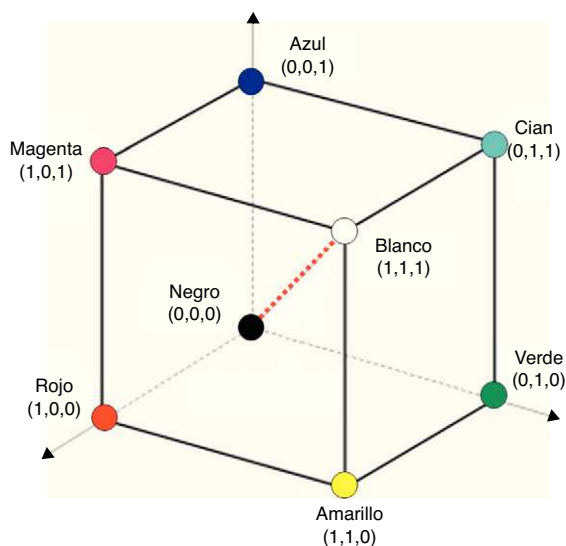


Figura 1 Espacio de color RGB.

El espacio RGB es un cubo generado a lo largo de 3 coordenadas que representan el porcentaje de rojo, verde y azul en el color asociado a cada punto dentro del mismo cubo. (fig. 1). Los vértices del cubo son los colores primarios de la síntesis aditiva y sustractiva, y a lo largo de la diagonal principal, lo que representa el lugar geométrico de los puntos con la igualdad de los componentes RGB, hay la escala de grises: eso quiere decir que cada tono de gris se compone de los tres colores primarios RGB en igual porcentaje.

Dentro del espectro electromagnético, solo una pequeña parte pertenece al espectro visible, es decir, a las longitudes de onda en las que el ojo humano es sensible y que son la

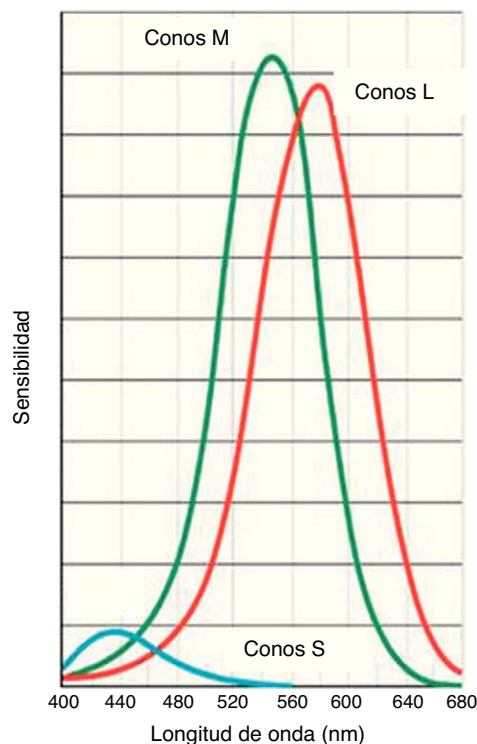


Figura 2 Curva de sensibilidad de los conos.

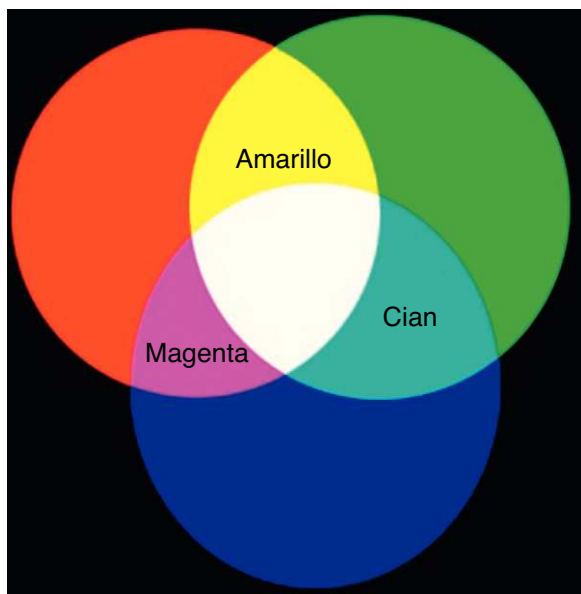


Figura 3 Síntesis aditiva espacial.

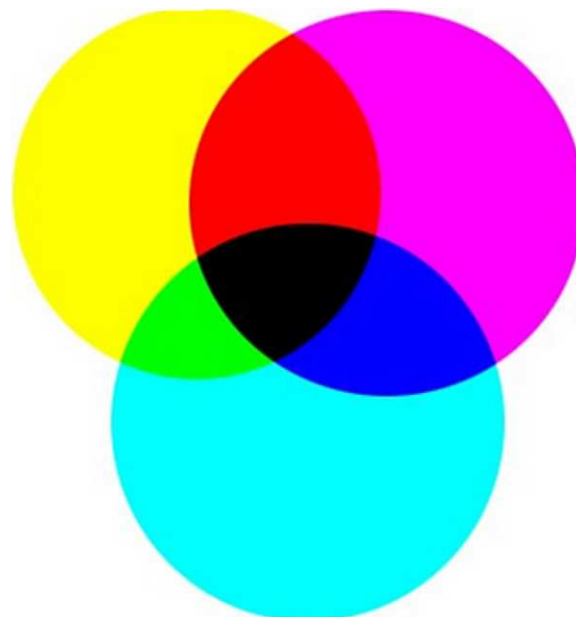


Figura 4 Síntesis sustractiva.

base de la percepción del color, que se encuentran entre los 380 y 780 nm. A la menor longitud corresponde la gama de colores de azul-violeta, y a la mayor la gama de rojos. Este tipo de radiación electromagnética opera en el sistema ojo-cerebro a través de un mecanismo biológico que transforma la radiación en una serie de productos químicos procesados por el cerebro y transformados en sensaciones visuales. Estos receptores biológicos se encuentran en la capa fotorreceptora y son los conos y los bastones⁶. Los conos, que rigen la percepción del contraste de color y de la nitidez, tienen una concentración de 160.000 unidades/mm³ en una pequeña área de la retina llamada fovea.

Al contacto de la radiación electromagnética con los conos, la información sobre la longitud de onda se pierde y en su lugar se queda la medida de la excitación

provocada, que es proporcional a la intensidad de la luz incidente y a la sensibilidad del receptor en esa área del espectro a la que pertenece la radiación incidente. Eso quiere decir que la percepción visual es sintética, más que analítica: o sea, cuando por ejemplo el rojo y el verde golpean al mismo tiempo el mismo punto en la fovea, el resultado va a ser la percepción del color amarillo.

De acuerdo con la teoría de la visión de Young-Helmholz⁷, hay 3 tipos de conos, cada uno de ellos capaz de detectar una porción del espectro visible: la combinación de las sensaciones procedentes de cada uno de ellos corresponde a la percepción de los colores en el espectro visible. El diagrama muestra la curva de sensibilidad de los 3 tipos de conos. (fig. 2), con las diferentes posiciones de los picos de absorción que dependen de las diferentes características del pigmento que los recubre: la iodopsina.

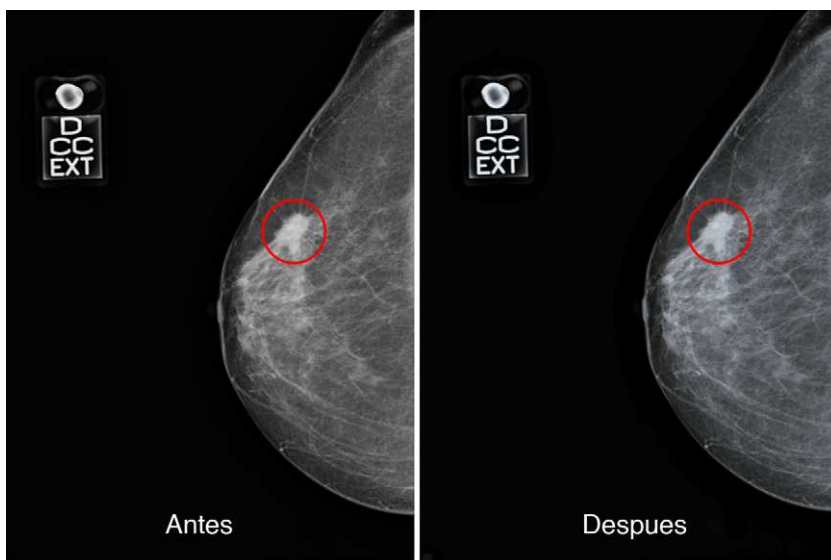


Figura 5 Mamograma antes y después de la asignación de una paleta de niveles de gris alterados.

Dado dicho modelo tricromático de percepción de colores, la visión, por ejemplo, del color amarillo es el resultado de una situación en la que los conos M (sensibles al verde) y los conos L (sensibles al rojo) reciben la máxima estimulación, mientras la excitación de los conos S (sensibles al azul) es insignificante. Cuando los 3 tipos de conos reciben la máxima estimulación hay la visión del blanco, y se puede considerar como la contraparte perceptual de la suma de todas las radiaciones que componen el espectro visible. Este fenómeno se conoce como *síntesis aditiva espacial*, porque el efecto se produce por la superposición de la luz en la misma porción del espacio (fig. 3).

Al contrario, por el fenómeno de la *síntesis sustractiva*, con la combinación de superposiciones de los colores cian, magenta y amarillo los colores que se perciben son el rojo, el azul y el verde, y donde hay la superposición de los 3 colores aparece el negro (fig. 4).

Objetivo

En este estudio se presenta un método dirigido a la identificación y análisis de áreas de mayor densidad en mamogramas digitales.

Materiales y método

Se ha utilizado un programa *open-source* de elaboración de imágenes para realizar el estudio mediante:

El manejo de los niveles de grises a fin de lograr el mejor realce posible de detalles difícilmente reconocibles. La aplicación de canales colorimétricos a asignar a la escala de grises con posibilidad de uso simultáneo de 2 o más colores.

Tras haber indexado en 256 niveles de gris se va analizado el histograma, que en este caso nos informa que la media es 29,7, la mediana 3,0 y la desviación estándar 45,1, donde la media representa la medida del brillo medio del entorno considerado, y la desviación estándar la medida del contraste en el entorno.

Asignando a la imagen una paleta de niveles de grises alterados (tonalidades entre el gris y el violeta) lo primero que se va a notar es que la sustitución de los grises provoca un cambio del histograma que nos informa de una imagen con demasiado contraste pero, comparada con la imagen original, nos permite distinguir el área más opaca dentro de la lesión. (fig. 5). Sucesivamente a este paso preliminar y preparatorio se asigna a la imagen una paleta de 23 colores, obteniendo un color muy definido y bien identificable en sustitución de cada 11 matices de gris.

Resultados

Variando oportunamente la intensidad, la saturación y el brillo de los colores primarios, por efecto de la síntesis aditiva aislamos gradualmente el área de máxima densidad que será percibida con colores radiográficos naturales. La imagen resultante es un mamograma con falsos colores que evidencia las áreas de alta densidad en comparación con el *background*, incluso cuando sea muy brillante (como en

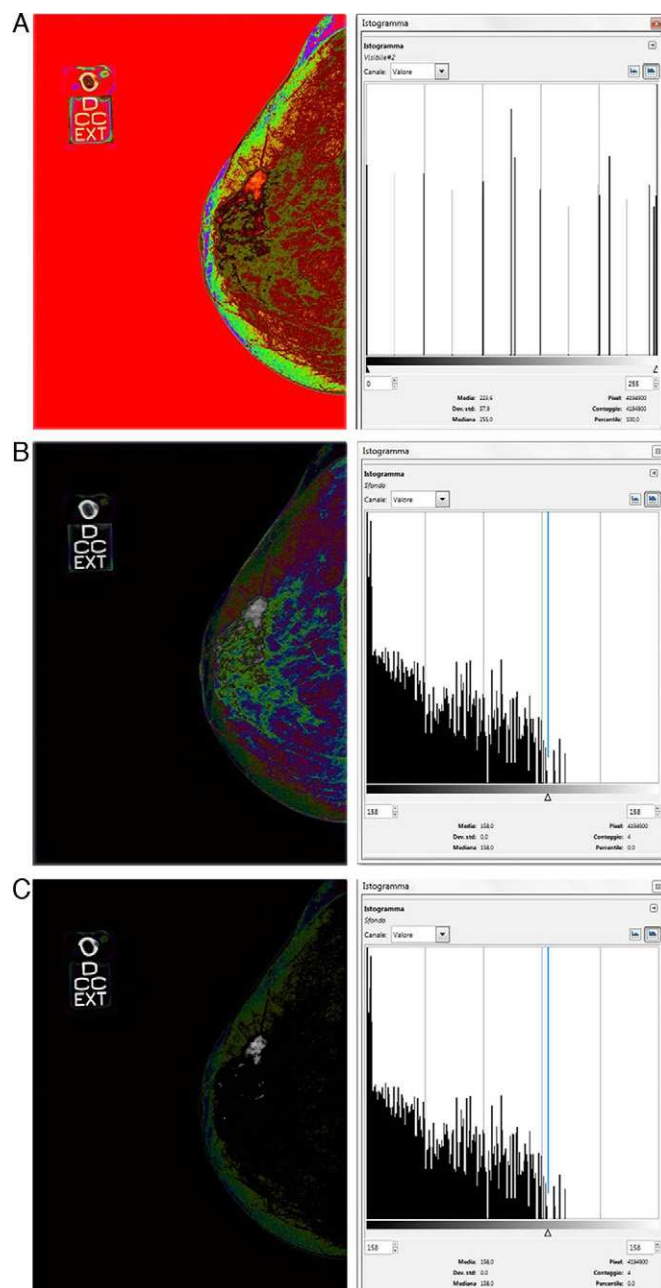


Figura 6 Mismo mamograma tras la asignación de una paleta de 23 colores y oportuna variación de intensidad, saturación y brillo de los colores primarios. La imagen resultante es un mamograma con falsos colores que evidencia las áreas de alta densidad en comparación con el *background*.

las mamas densas) que resultarán con contornos mejorados y con contenido de bajo contraste (fig. 6a,b,c).

Conclusiones

En este estudio simplemente se ha demostrado cómo la manipulación informática de mamogramas digitales puede permitir un incremento de informaciones.

Actualmente se está iniciando un proyecto de investigación para su validación clínica que tendrá una duración

de 2 años, durante los cuales serán comunicados los resultados provisionales. Su éxito y la posterior realización de un software que podría ser implementado en la consola de adquisición, con las debidas precauciones y conocimientos, podría convertirse en una nueva herramienta utilizable por el técnico, para sugerir proyecciones selectivas en áreas específicas sospechas por densidad de *píxeles*, de otra manera no identificables únicamente con el ojo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Boyd NF, Guo H, Martin LJ, Sun L, Stone J, Fishell E, et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N Engl J Med*. 2007;356:227–36.
2. Boyd NF, Byng JW, Jong RA, Fishell EK, Little LE, Miller AB, et al. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: results from the Canadian National Breast Screening Study. *J Natl Cancer Inst*. 1995;87:670–5.
3. Wolfe J. Risk for breast cancer development determined by mammographic parenchymal pattern. *Cancer*. 1976;37:24866–32492.
4. Blendl C, Kierdorf M, Bollen R, Freytag KH. [Signal-to-noise ratio or the number of perceptible gray tones in the x-ray picture. I. The dependence on the system sensitivity (DIN 6867)]. *Aktuelle Radiol*. 1993;3:220–5.
5. Blendl C, Kierdorf M, Bollen R, Freytag KH. Signal-to-noise ratio or the number of perceptible gray tones in the x-ray picture. II: information content and viewing conditions. *Aktuelle Radiol*. 1993;3:286–91.
6. Schulze M. Zur anatomie und physiologie der retina. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1866;2:175–286.
7. Millington EC. History of the Young-Helmholtz theory of colour vision. *Ann Sci*. 1942;5:167–76.