



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN SOFTWARE PARA LA CARACTERIZACIÓN BIRADS ECOGRÁFICA AUTOMATIZADA DE LESIONES EN PHANTOM DE MAMA

Ginna Mildreth Papamija, Juan José Piamba, Julián Antonio Villamarín

**Universidad Antonio Nariño
Popayán, Colombia**

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema computacional de procesamiento de señales ultrasonográficas que permite el cálculo automático de descriptores ecográficos BIRADS (morfología, bordes, orientación y patrón ecogénico), características importantes para detectar la presencia de lesiones nodulares en tejido mamario. Las imágenes ultrasónicas analizadas fueron adquiridas con la utilización de una sonda ecográfica portable con frecuencia central variable entre 5 MHz – 10 MHz al explorar un *phantom* comercial que emula lesiones nodulares de mama. Los procedimientos computacionales empleados fueron desarrollados en la plataforma Matlab y utilizan técnicas de procesamiento digital de imágenes basadas en transformaciones de intensidad para el filtrado espacial y segmentación de las imágenes, para el mejor análisis de ecotexturas y técnicas de procesamiento morfológico para estimar la orientación de lesiones nodulares y categorizar la presencia de bordes irregulares o circunscritos. La herramienta tecnológica desarrollada tiene el potencial de lograr procesos de transferencia hacia la asistencia en el diagnóstico temprano de cáncer de mama y podría contribuir con mayor objetividad en la valoración sistematizada del BI-RADS ecográfico sobre lesiones de mama.

Palabras clave: BI-RADS; cáncer; software

Abstract

This work presents the development of a computational ultrasound signal processing system that allows the automatic calculation of BIRADS ultrasound descriptors (morphology, edges,

orientation and echogenic pattern), important characteristics to detect the presence of nodular lesions in breast tissue. The analyzed ultrasonic images were acquired with the use of a portable ultrasound probe with a central frequency variable between 5 MHz - 10 MHz when exploring a commercial phantom that emulates nodular breast lesions. The computational procedures used were developed on the Matlab platform and use digital image processing techniques based on intensity transformations for spatial filtering and image segmentation, for the best analysis of ecotextures and morphological processing techniques to estimate the orientation of nodular lesions and categorize the presence of irregular or circumscribed edges. The technological tool developed has the potential to achieve transfer processes towards assistance in the early diagnosis of breast cancer and could contribute with greater objectivity in the systematic evaluation of the ultrasound BIRADS on breast lesions.

Keywords: BI-RADS; cancer; software

1. Introducción

El cáncer de mama es una de las principales causas de mortalidad en el mundo. Según el análisis de datos de la Organización Mundial de la Salud, se evidencia que ocupa el segundo lugar a nivel mundial, con aproximadamente 2.1 millones de diagnósticos nuevos realizados en el año 2018 (INC, 2017)³, representando el 11.6% de la carga total de incidencia de cáncer en el mundo. Esta enfermedad es la más común en 154 de los 185 países incluidos en el estudio y en Colombia presenta un índice elevado de aproximadamente 7.626 diagnósticos de cáncer (FEAD,2019)⁴ con cerca de 2.332 defunciones en promedio por año (CNC,2018)⁵.

En el análisis diagnóstico de cáncer de mama se utilizan algunos métodos como la: Termografía, la Tomo síntesis, el Ultrasonido y la más utilizada, la mamografía digital (ECURED,2020)⁶, siendo esta última, una imagen digital adquirida por rayos x, en la cual se emplea radiación ionizante a partir de la compresión firme de tejido mamario entre dos placas, exponiendo al paciente a un método de diagnóstico incómodo y con una dosis de radiación entre 4 a 24 milisieverts (mSv) por examen aproximadamente.

Las características mastográficas de lesiones nodulares pueden ser analizadas a partir del conjunto de técnicas de diagnóstico anteriormente mencionadas. Todas ellas son complementarias entre sí. En este contexto, la ultrasonografía mamaria, como método de diagnóstico clínico no invasivo, posibilita a partir de sus principios de generación de sonogramas (representaciones acústicas de tejidos biológicos) (RYIN,2019)⁷, la identificación de características morfológicas y de análisis de texturas en imágenes ecográficas para facilitar la detección de lesiones nodulares en tejido mamario, como quistes y fibroadenomas entre otras.

Por otra parte, el sistema *Breast Imaging Reporting and Data System* (BI-RADS) es un instrumento que permite clasificar los hallazgos mamográficos de forma universal en el diagnóstico de la patología mamaria. A partir de esta herramienta es posible estandarizar la terminología y la sistemática del informe mamográfico al categorizar las lesiones según sus descriptores, estableciendo el grado de sospecha. En la valoración ultrasonográfica de tejido mamario, las

lesiones diagnosticadas a través de este método, son clasificadas con el protocolo ecográfico BIRADS, el cual evalúa características como: eco estructura, bordes, morfología, patrón ecogénico y orientación para poder determinar su clasificación como lesión benigna o lesión maligna.

En líneas generales, el desarrollo del presente trabajo responde ante la importancia de fomentar el desarrollo de instrumentación biomédica, como apoyo al diagnóstico clínico de lesiones de cáncer de mama, a partir de la sistematización y automatización del análisis BI-RADS sobre imágenes ecográficas adquiridas sobre un *phantom* de mama.

2. Materiales y Métodos

La Figura 1 presenta los componentes del sistema de evaluación ecográfica BI-RADS, compuesta por: una sonda ecográfica lineal portable de frecuencia variable, un *phantom* comercial de mama que emula lesiones nodulares y una computadora portátil que posibilita la conexión con la sonda ecográfica para la adquisición de imágenes digitales y su procesamiento, a partir de algoritmos computacionales implementados en Matlab.

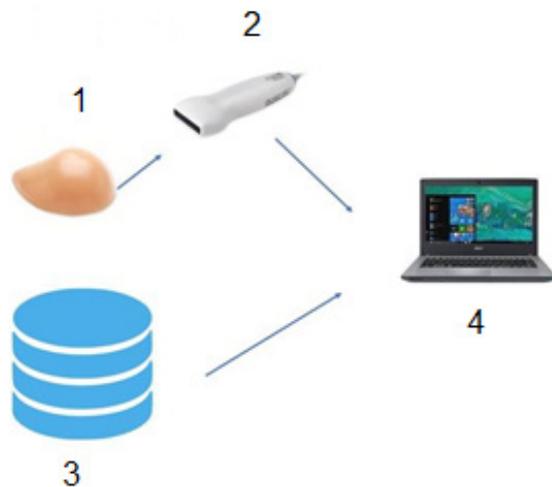


Figura 1: Componentes del sistema de análisis BI-RADS ecográfico. 1. *Phantom* comercial. 2. Sonda de ultrasonido. 3. Imágenes Ecográficas 4. Ordenador.

La sonda lineal de ultrasonido de uso médico es de la marca *Interson*, modelo SP-L01. Este transductor ecográfico con frecuencia variable entre 5MHz - 10 MHz, entrega matrices de datos muestreados a 30 MHz, que permiten la construcción de imágenes bidimensionales y cuenta con un rango de profundidad dinámica de 0.1 a 10 cm. Esta sonda es conectada a la computadora que soporta los algoritmos de procesamiento, a través de un SDK, elaborado por el fabricante (*Interson Inc.*), mediante el cual es posible la adquisición de señales para su posterior procesamiento.

La adquisición de imágenes es llevada a cabo sobre un *phantom* comercial de mama (modelo utilizado en el entrenamiento médico), marca *Blue Phantom*, el cual simula un tejido mamario

con 11 lesiones nodulares y es un dispositivo tecnológico patentado que no requiere un almacenamiento especial y permite la generación de imágenes de ultrasonido en modo B.

El *phantom* comercial fue utilizado para la obtención de las imágenes ecográficas con el propósito de validar el desempeño de los algoritmos de extracción de características para su valoración ecográfica BIRADS (Fig. 2).

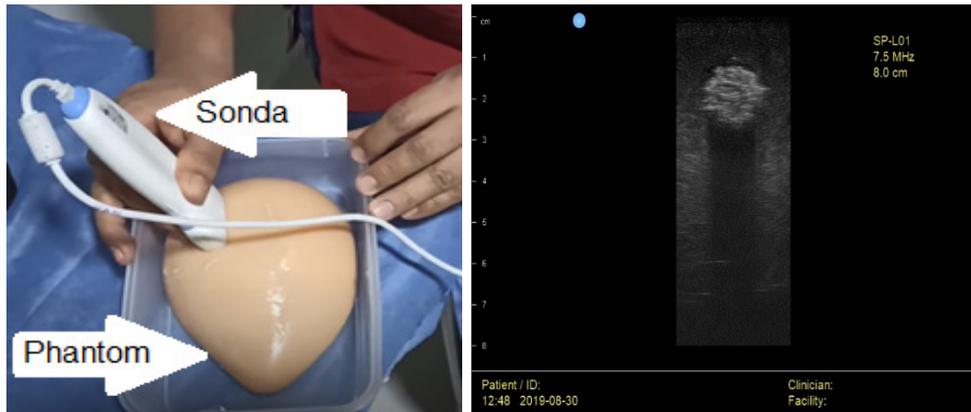


Figura 2: *Phantom* comercial de mama y generación de imagen ecográfica con lesión nodular.

Los métodos computacionales implementados para la extracción de los descriptores ecográficos BIRADS se presentan el diagrama de flujo a seguir (Fig. 3):



Figura 3: Diagrama de flujo de métodos computacionales implementados.

Cada una de las imágenes ultrasonográficas adquiridas fue sometida a un pre procesamiento para la eliminación del ruido, aplicando técnicas de procesamiento espacial para el filtrado, ecualizado y segmentación por binarización. Posteriormente la imagen es analizada por un algoritmo de extracción de características morfológicas para estimar la valoración del descriptor BI-RADS por medio de una interfaz gráfica. Por último, el proceso de evaluación de las imágenes caracterizadas por el sistema computacional implementado fue comparado con la opinión experta de un médico radiólogo del centro médico de diagnóstico, Imagen Global, ubicado en la ciudad de Popayán.

3. Resultados

La Figura 4 presenta la interfaz gráfica del sistema computacional implementado, con los resultados obtenidos de la valoración de los descriptores ecográficos (patrón ecogénico, bordes, orientación, morfología, eco acústico), sobre una lesión de quiste del *phantom* de mama. La comparación de los resultados obtenidos en relación a la valoración por médico radiólogo es descrita en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1: Resultados comparativos entre Software desarrollado e Interpretación por médico radiólogo.

Características	Valoración Software	Valoración Médico Radiólogo
Patrón ecogénico	Hipoacústico	Hipoacústico
Morfología	Circular	Circular
Bordes	Circuncritos	Circuncritos
Orientación	Paralelo	Paralelo
Eco acústico	Sin eco	Sin eco

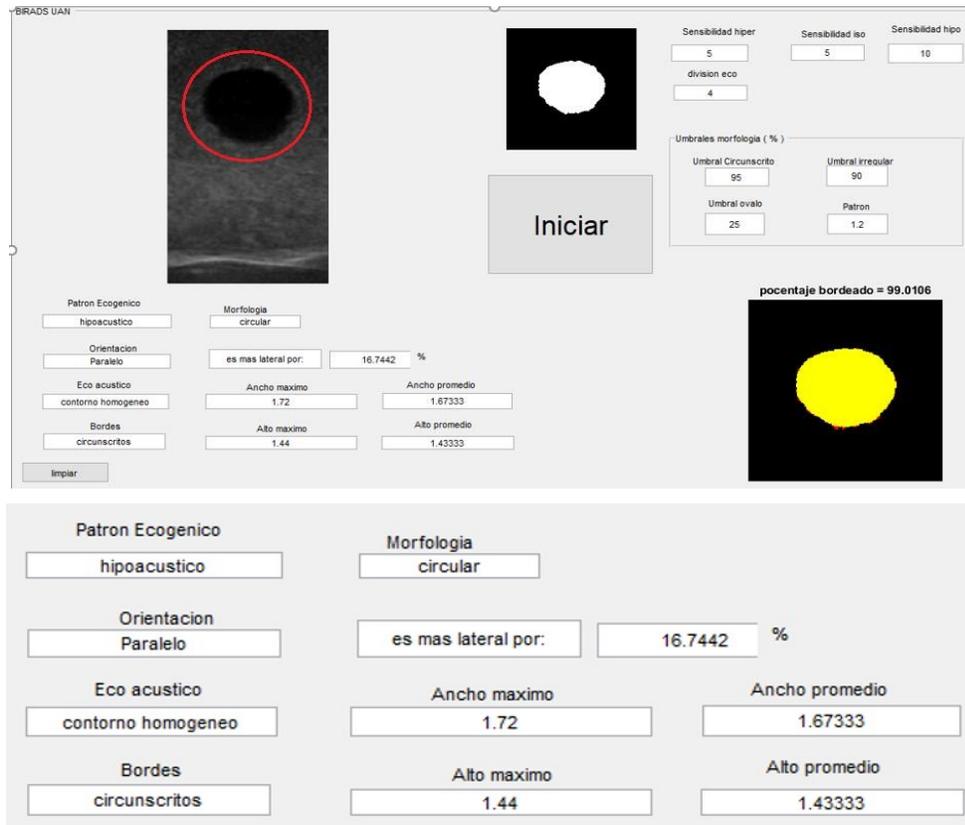


Figura 4: Interfaz gráfica con resultado de valoración BI-RADS en lesión de quiste.

Por otra parte, la Fig. 5, presenta los resultados obtenidos en una lesión del *phantom* con características ecográficas malignas. Los resultados comparativos de valoración software y por médico radiólogo son presentados en la Tabla 2:

Tabla 3-2: Resultados comparativos entre Software desarrollado e Interpretación por médico radiólogo en lesión maligna.

Características	Valoración Software	Valoración Médico Radiólogo
Patrón ecogénico	Isoacústico	Isoacústico/hipo
Morfología	Irregular	Irregular
Bordes	Irregulares	Irregulares (ovoide)
Orientación	Paralelo	Paralelo
Eco acústico	Sin eco	Sin eco

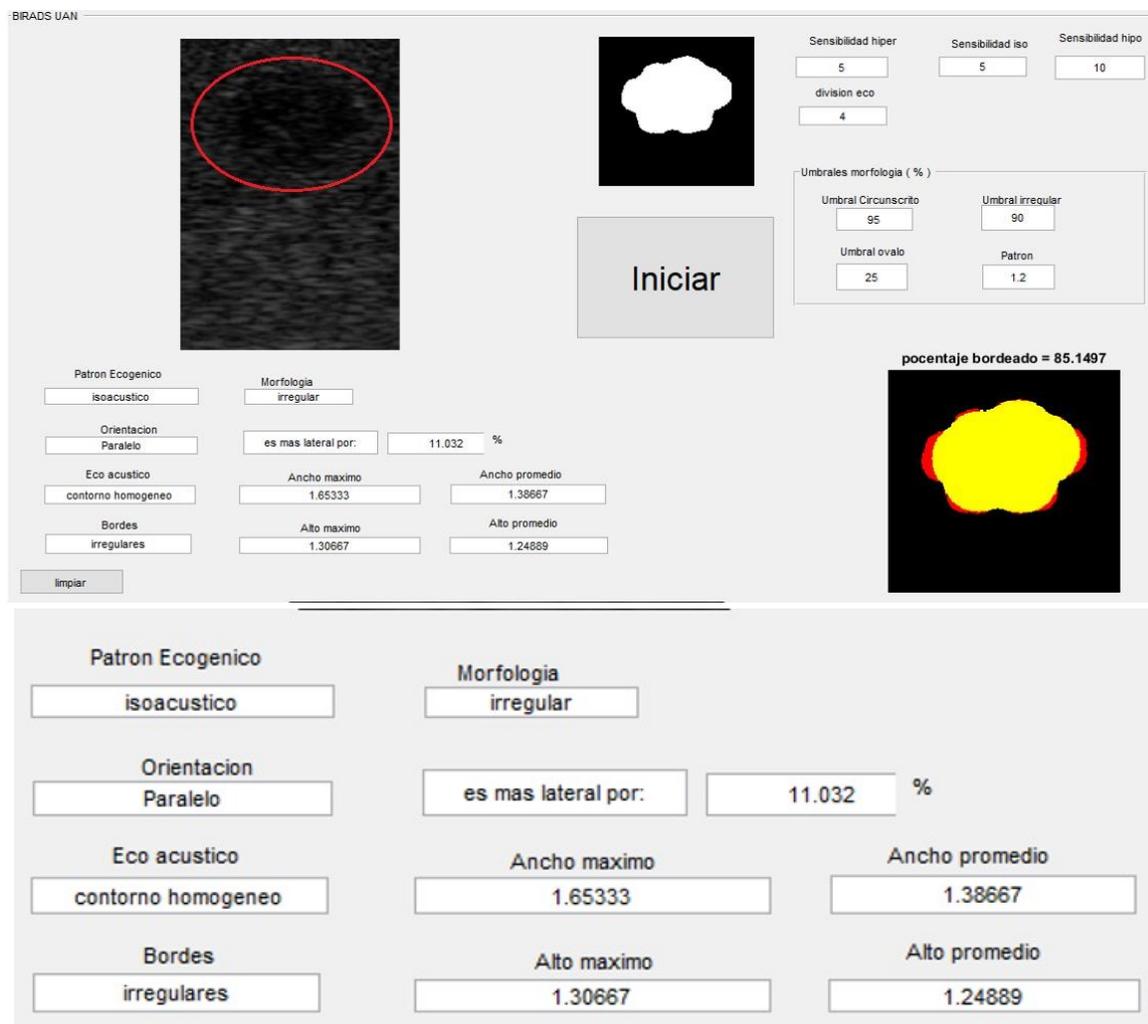


Figura 5: Interfaz gráfica con resultado de valoración BI-RADS en lesión maligna.

Por último, la valoración software a partir de los descriptores ecográficos sobre 11 lesiones en el *phantom* de mama fueron comparadas con la valoración por médico especialista de un centro clínico, arrojando como resultados una tasa de acierto de aproximadamente 87-92% (Fig. 6).

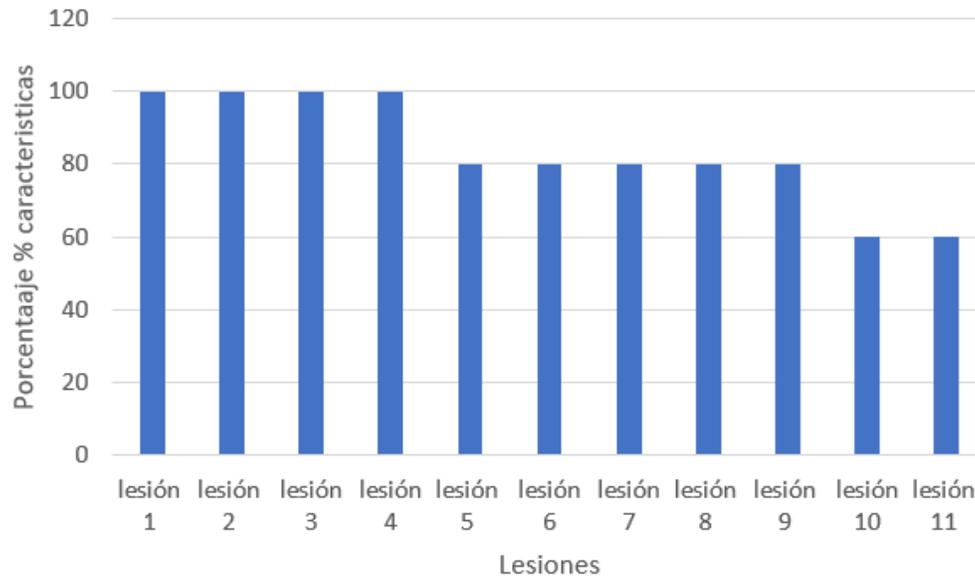


Figura 6: Tasa de acierto porcentual entre descriptores estimados por software y valoración de médico especialista.

4. Conclusiones

El sistema computacional implementado posibilitó a partir de la integración de una sonda médica ecográfica portable, la sistematización y automatización del cálculo de parámetros ecográficos utilizados por el sistema BI-RADS para la valoración de ultrasonogramas con un porcentaje de acierto entre el 87-92% en relación a la valoración por médico especialista, considerado como valoración estándar para el presente trabajo. Los resultados obtenidos evidencian la viabilidad técnica para desarrollar tecnología ultrasónica con aplicaciones potenciales para el diagnóstico clínico.

Referencias

- ¹ CLÍNICA LOS CONDES. BIRADS categorías del cáncer de mama. (2017, mayo). Consultado el 26 de abril de 2020]. En: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Cancer/Claves-para-entender-las-categorias-BI-RADS>
- ² EL TIEMPO. Bogotá. D.C. 19, octubre, 2018. 1 sec. 1p
- ³ INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER. Mejoras al control de cáncer en comunidades rurales: entrevista con el doctor Robert Croyle. (2016, mayo). Consultado el 10 de mayo de 2020 En: <https://www.cancer.gov/espanol/noticias/temas-y-relatos-blog/2016/control-cancer-zonas-rurales>

⁴ FUNDACIÓN ESPAÑOLA DEL APARATO DIGESTIVO. La OMS estima que en 2018 se superarán los 18 millones de casos nuevos de cáncer y 9,6 millones fallecerán por cáncer. (2019, marzo). Consultado el 4 de mayo de 2020 en: <https://www.saludigestivo.es/la-oms-estima-que-en-2018-se-superaran-los-18millones-de-casos-nuevos-de-cancer-y-96-millones-falleceran-por-cancer/>

⁵ INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA ESE. (2017, mayo) Análisis de la Situación del Cáncer en Colombia 2015, Vol. 1, pp 1-3.

⁶ ECURED. Técnicas de diagnóstico por imagen. (2008, noviembre) Consultado el 2 de mayo de 2020. en: https://www.ecurred.cu/T%C3%A9cnicas_de_dian%C3%B3stic_por_imagen

⁷ RADIOLOGYINFO. Ultrasonido vascular. (2019, febrero). Consultado el 26 de abril de 2020]. En: <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=vascularus>

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)