

**Título: imageROC: Software para la evaluación diagnóstica de la calidad de imágenes médicas**

**Autores:** David Adame Brooks (david.adame@cbiomed.cu), Andrés Ramírez Aguilera, Rafael A. Miller.

**Centro de procedencia del autor principal:** Centro de Biofísica Médica, Universidad de Oriente.

**Palabras clave:** curva ROC, medios diagnósticos, especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo.

## **PREMIO EN LA INSTANCIA PROVINCIAL DEL CONCURSO.**

### **CATEGORÍA: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.**

#### **Introducción.**

El análisis de la curva característica de operación del receptor (ROC) es una de las herramientas analíticas más importantes para caracterizar el desempeño humano en una tarea de análisis de imágenes, y es un área activa de investigación en imágenes médicas.

Las curvas ROC proporcionan un buen índice de la capacidad de una prueba diagnóstica para diferenciar entre estados alternativos de salud, cuando los resultados se miden en escala ordinal, por intervalo o continua. También son útiles para comparar distintos métodos diagnósticos y seleccionar umbrales de decisión.

En este trabajo se propone un acercamiento a esta metodología y se presenta una herramienta que permite la construcción de la curva y el cálculo del área bajo la curva.

#### **Base teórica.**

Clásicamente, la exactitud de una prueba diagnóstica se ha evaluado en función de dos características: la sensibilidad y la especificidad. Sin embargo, éstas varían en función del criterio elegido como punto de corte entre la población sana y la enferma.

El método tradicional para determinar experimentalmente la curva ROC de un observador humano es el siguiente:

- Se adquiere un conjunto representativo de imágenes que incluyan casos positivos

y negativos.

- Se le pide al observador que califique cada imagen en una escala de varios niveles, que pueden ir desde “definitivamente anormal” hasta “definitivamente normal”.
- Entonces se pueden tabular diferentes valores de sensibilidad y especificidad para el conjunto de imágenes utilizando cada nivel de certeza como un umbral de decisión.

La curva ROC es un gráfico en el que se observan todos los pares de sensibilidad/especificidad resultantes de la variación continua de los puntos de corte en todo el rango de resultados observados.

**Área bajo la curva ROC**-El área bajo la curva ROC ( $ABC_{ROC}$ ) es una medida global de la exactitud de una prueba diagnóstica. En el caso de las imágenes médicas, ésta mide la probabilidad de que, en forma aleatoria, pares de imágenes normales y anormales sean correctamente clasificadas debido a las anomalías percibidas en ellas.

Por convenio, el  $ABC_{ROC}$  es siempre mayor o igual que 0,5. Toma valores comprendidos entre 0,5 (si no hay diferencias en la distribución de resultados de la prueba entre los subgrupos enfermo y sano) y 1 (cuando hay separación perfecta entre las dos distribuciones). El  $ABC_{ROC}$  se interpreta de la manera siguiente: valores entre 0,5 y 0,7 indican baja exactitud; entre 0,7 y 0,9 pueden ser útiles para algunos propósitos, y un valor mayor de 0,9 indica exactitud alta.

En función del tipo de curva, el cálculo del  $ABC_{ROC}$ , así como de su error estándar, puede abordarse mediante un enfoque paramétrico o no paramétrico. Si se utiliza el criterio no paramétrico, el  $ABC_{ROC}$  puede calcularse mediante un método trapezoidal o estimarse como el estadístico  $W$  de Wilcoxon.

Varios autores han demostrado que el  $ABC_{ROC}$  coincide con la suma de rangos  $W$  obtenida mediante la prueba no paramétrica de comparación de medias de Wilcoxon y han expuesto esta demostración matemática en el contexto médico así como el método directo para el cálculo del error estándar de  $W$ , que permite obtener su intervalo de confianza.

**imageROC**-La herramienta imageROC se implementó bajo el sistema operativo Windows XP, su uso es muy fácil e incluye tres módulos como muestra la figura 1.

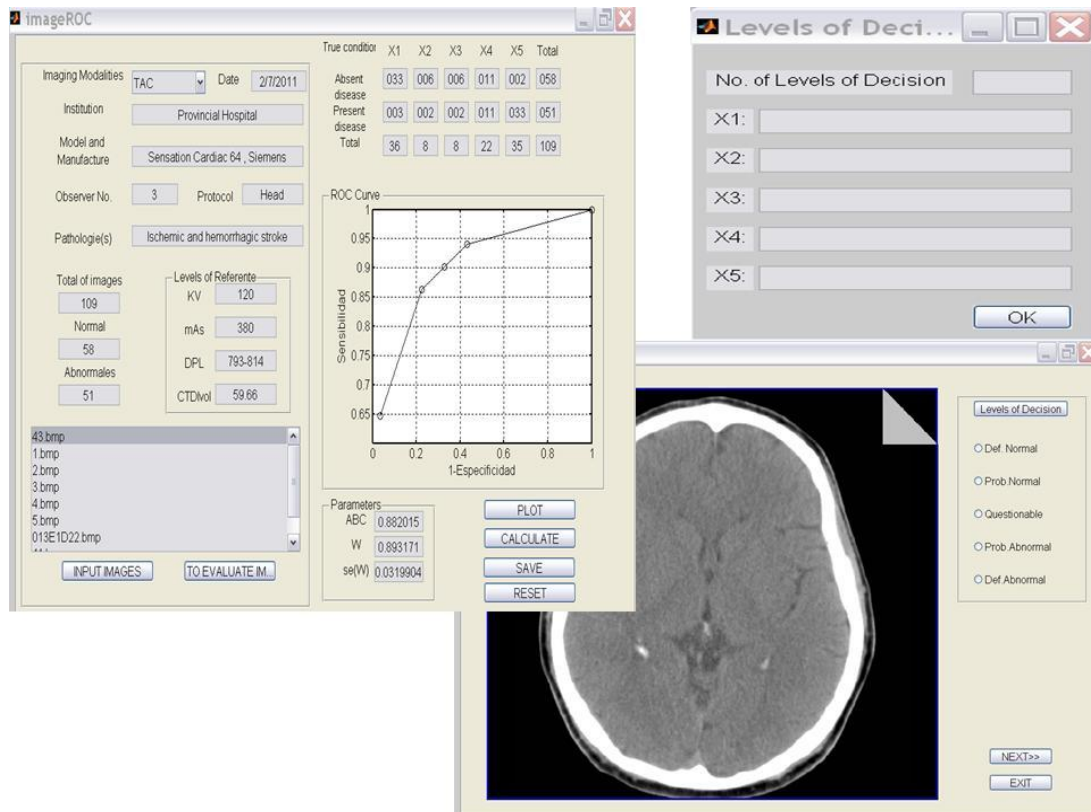


Figura 1. Visión general de la interfaz gráfica del software imageROC

**Instalación.** El software se puede ejecutar en los Sistemas operativos Windows NT, 2000, XP o superior. Para instalar el software se requiere como plataforma la aplicación MATLAB<sup>®</sup> versión 7.6.0. (R2008a) o superior. Los requisitos mínimos del hardware y software para la instalación y uso son los siguientes:

- a) Ordenador (PC).
- b) Sistemas operativos Windows NT, 2000, XP o superior.
- c) Aplicación MATLAB<sup>®</sup> versión 7.6.0. (R2008a) o superior.

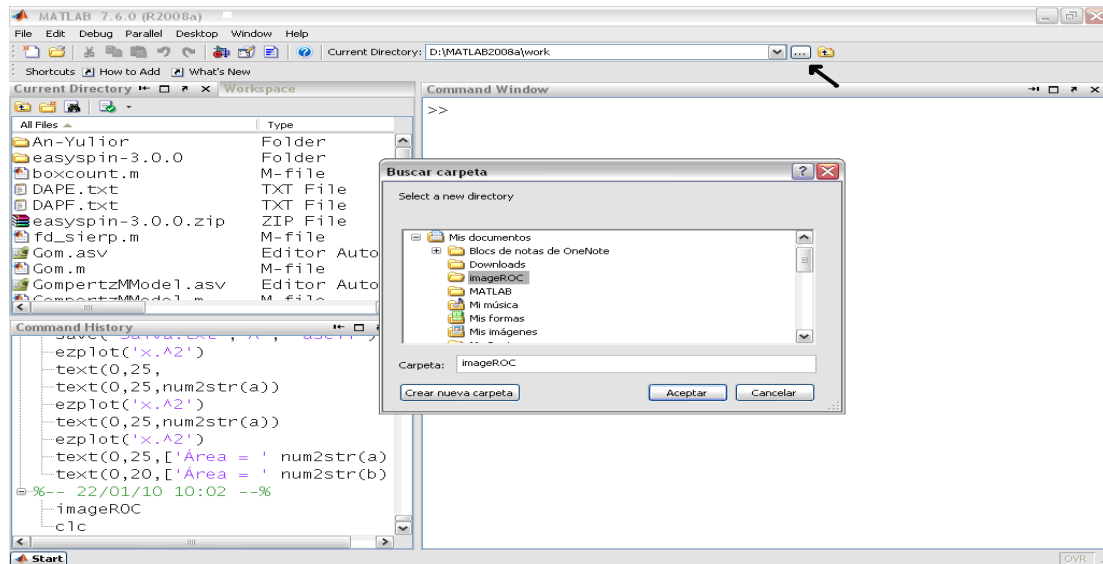


Figura 2. Ejecución de la plataforma MATLAB® versión 7.6.0. (R2008a) , sobre la cual trabajará el programa. Selección del directorio de trabajo: haciendo clic donde señala la flecha se selecciona el directorio donde están copiados los archivos del programa

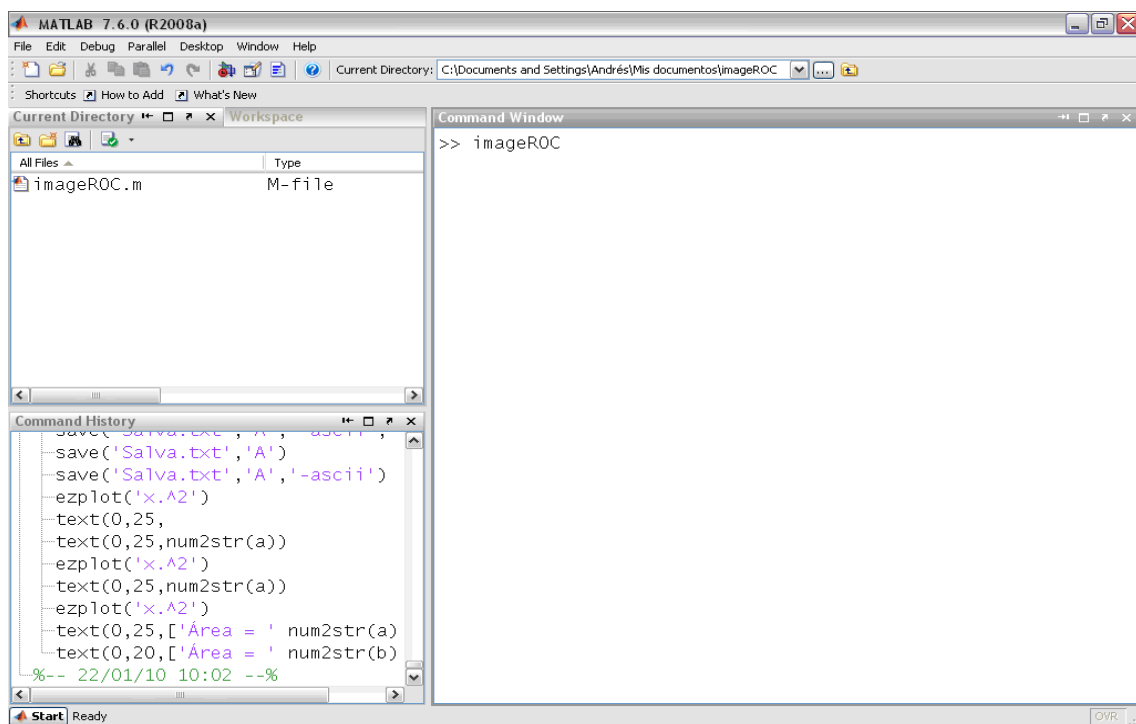


Figura 3. Ejecución del programa ImageROC: se escribe en la ventana de trabajo el nombre del programa principal y se presiona Enter.

**Introducción de los datos.** Para la evaluación de las imágenes primero se introduce información referente a las imágenes a través de este procedimiento de recolección de información se pueden introducir datos relacionados con la modalidad imagenológica, la institución, el equipo y las imágenes. Al introducir las imágenes se alistarán con sus nombres. Primero se introducen las imágenes que presentan alguna anomalía y después las imágenes de pacientes normales. Los tipos de imágenes que pueden ser introducidos son: Dicom (dcm), Bitmap (bmp) y jpg.

Los datos para el cálculo y construcción de la curva ROC son introducidos en la tabla después de clasificar y evaluar el sistema de imágenes. Esta puede llenarse manual o automáticamente después de realizar la evaluación de las imágenes.

Verdadera condición	X1	X2	X3	X4	X5	Total
Enfermedad Ausente	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Enfermedad Presente	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Total	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 4. Tabla de contingencia a partir de la cual se realiza la construcción y de la curva ROC y el cálculo de los parámetros que la caracterizan.

En esta tabla X1, X2,...son los niveles de decisión que toma cada usuario como puede observarse en la figura. Ejemplo: Seguramente normal, Probablemente normal,...ó normal, dudoso, enfermo,....

**Niveles de decisión.** La elección del número y niveles de decisión puede efectuarse de acuerdo a criterios ya establecidos por trabajos anteriores, por razones teóricas basadas en la información clínica o fisiológica, pero otras veces es el propio investigador quien tiene que decidir los niveles de decisión que va a establecer. Esta herramienta tiene niveles pre-establecidos que van desde seguramente normal hasta seguramente anormal. El usuario tiene la opción de definir el número y los niveles que va a utilizar para evaluar su sistema de imágenes.

**Obtención de la curva ROC y Cálculo del  $ABC_{ROC}$** - Después de evaluar las imágenes, se introducirán los datos relacionados a la evaluación en la tabla de contingencia. Posteriormente, el usuario puede visualizar la curva ROC presionando el botón



**Obtención de los parámetros**-Para la obtención del ABC se presiona el botón



y se obtendrán en el panel Parámetros los valores del área bajo la curva y el error estándar.

ABC

Área bajo la curva por la regla trapezoidal.

W

Área bajo la curva por el estadístico de Wilcoxon.

se(W)

Error estándar basado en el estadístico de Wilcoxon.

**Almacenamiento de datos.** Toda la información relacionada con la evaluación de un sistema de imágenes puede almacenarse para su utilización posterior en otros estudios y análisis.



Si desea salvar la curva presione  y saldrá un cuadro de dialogo para introducir el nombre de la imagen (figura 5),



Figura 5. Cuadro de dialogo para la introducción del nombre de la imagen.

Al presionar OK espere unos segundos y la figura se guarda en el directorio. Junto a ésta se salvan los datos relacionados con la evaluación.

**Introducción de nuevos datos.** Para borrar los datos se presiona  y la interfaz queda lista para nuevos datos.

**Cuadro de diálogo.** En caso de que el número total de imágenes no sea igual al número de imágenes evaluadas al presionar PLOT saldrá una advertencia, faltan o sobran imágenes según la situación (figura 6).



Figura 6. Cuadro de dialogo que advierte si faltan o sobran

## **Conclusiones.**

imageROC proporciona un medio eficaz y rápido por métodos no paramétricos para realizar la evaluación diagnóstica de la calidad de imágenes médicas. Por otra parte, permite almacenar información para la utilización posterior en otros estudios y análisis. Con todo este procedimiento en pocos minutos se puede conocer la calidad diagnóstica del sistema de imágenes, partiendo de la percepción de los observadores, así como de datos referentes a los parámetros bajo los cuales se obtuvieron estas imágenes.

Esta herramienta no sólo es útil como apoyo a investigaciones, sino que también podría ser de gran utilidad para los profesionales vinculados con el análisis del desempeño conjunto observador-sistema de imágenes en una tarea de diagnóstico.