

**DESAROLLO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO CON TECNICAS
DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA IMÁGENES GÁSTRICAS**

Karla Lorena Clavijo Carrero

Yair Sebastián Patiño Ballesteros

Mónica Andrea Torrado Contreras

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

**DESAROLLO DE UNA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO CON TECNICAS
DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA IMÁGENES GÁSTRICAS**

Karla Lorena Clavijo Carrero

Yair Sebastián Patiño Ballesteros

Mónica Andrea Torrado Contreras

Trabajo de investigación presentado en la asignatura Formación Investigativa III

Miguel Vera

TUTOR

Línea de investigación:

Desarrollo e investigación en neurociencia

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE ABREVIATURAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.3 DELIMITACIÓN	9
1.4 ESPACIAL	9
1.5 TEMPORAL	10
1.6 JUSTIFICACIÓN	10
1.7 OBJETIVOS	11
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.7.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL	12
2.1 ANTECEDENTES O ESTADO DEL ARTE	12
2.2 MARCO TEORICO	16
2.3 MARCO CONCEPTUAL	19
2.2.3 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES CON CÁNCER GÁSTRICAS	22
CAPITULO 3: MARCO METODOLOGICO	29
3.1 PARADIGMA	29

3.2 ENFOQUE	30
3.3 NIVEL DE INVESTIGACION	30
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION	31
3.5 POBLACION Y MUESTRA	31
3.6 TECNICAS DE RECOLECCION	31
3.7 TECNICAS DE PROCESAMIENTO	32
3.8 FASES DE LA INVESTIGACION	34
CAPITULO 4: RESULTADOS	35
4.1 DETERMINACIÓN DEL FILTRO DE PREPROCESAMIENTO ÓPTIMO PARA EL SUAVIZADO DE IMÁGENES DE CÁNCER GÁSTRICO	35
4.2 DETERMINACIÓN DEL FILTRO DE PREPROCESAMIENTO ÓPTIMO PARA EL SUAVIZADO DE IMÁGENES DE CÁNCER GÁSTRICO	37
4.3 CONSTRUIR LA INTERFAZ GRÁFICA DISEÑADA CON LA INCORPORACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MÉDICAS	38
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFIA	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Herramienta Volview	20
Figura 2: Herramienta ITK-SNAP	21
Figura 3: Imagen original del paciente	36
Figura 4: Imagen del paciente con filtro de mediana (VTK)	36
Figura 5: Imagen del paciente con filtro de magnitud de gradiente IRR (ITK)	37
Figura 6: diseño de la interfaz gráfica de usuario	39

LISTA DE ABREVIATURAS

GUI	Interfaz Gráfica De Usuario
OMS	Organización Mundial de la Salud
CG	Cáncer Gástrico
GIST	Tumores Del Estroma Gastrointestinal
CT	Tomografía Computarizada
MRI	Imágenes Por Resonancia Magnética
PET	Tomografía Por Emisión De Positrones
FDG	Fluorodesoxiglucosa es un análogo de la glucosa
PSA	Antígeno Prostático Específico
ROI	Región De Interés
TI	Tecnología De La Información
OpenCV	Open Source Computer Vision Library
YIQ	Espacio De Color Utilizado Por El NTSC (Sistema De Color De Televisión)
SIDAGET en Etapa Temprana	Sistema Inteligente para el Diagnóstico de Adenocarcinoma Gástrico
PDI	Procesamiento Digital De Imágenes
MATLAB	Laboratorio De Matrices
PICSL	Penn Image Computing & Science Lab
SCI	Scientific Computing y Imaging Institute
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
VTK	Visualization Toolkit
ITK	Insight Segmentation and Registration Toolkit
IPO	Interacción Persona – Ordenador

DESARROLLO DE INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO CON UNA TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA MEJORAR LA VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES GÁSTRICAS

INTRODUCCIÓN

La asociación y exuberante utilización de la tecnología en ámbitos médicos ha sido un proceso progresivo. Una de las maneras de convencer a la comunidad médica internacional para que utilicen aplicativos computacionales pasa por una parte por la obtención de resultados automáticos comparables con los que se forman en la rutina clínica y, por la forma como los mencionados aplicativos se presenta.

Un mecanismo seguro que permite mostrar resultados logrados, por ejemplo, por medio del procesamiento digital de imágenes médicas lo constituyen las interfaces gráficas de usuario (GUI). Desafortunadamente, la mayoría de GUI orientadas al procesamiento digital de imágenes tiene como elemento característico que son altamente costosas y/o requieren del pago de licencias para su desarrollo y/o usabilidad

Por lo expuesto anteriormente, en el presente macroproyecto es agregar fundamentos de innovación que permita generar GUI más económicos, librerías basadas en software libre, para implantar resultados altamente ordenados con los creados por los cardiólogos en su rutina profesional.

Capítulo 1: el problema

1.1. Planteamiento del problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) expone que el adenocarcinoma de estómago es el cuarto cáncer más frecuente en el mundo y es la segunda causa de mortalidad por cáncer, y entre los factores de riesgo que incrementan las posibilidades de padecerlo se enumeran la infección crónica por *Helicobacter Pylori*, la ingestión de carnes y pescado salado o ahumado, la ingesta frecuente de alcohol, el consumo de cigarrillos y mantener una dieta baja en vegetales. Es más frecuente en países en vía de desarrollo, por lo que su detección temprana y un tratamiento oportuno son estrategias clave para reducir la mortalidad (Ferlay J, 2013).

El estómago es la porción del sistema digestivo que se ocupa de descomponer los alimentos. El esfínter inferior del esófago en la parte alta del estómago regula el paso del alimento del esófago al estómago y evita que el contenido del estómago retorne al esófago. El esfínter pilórico en la parte baja del estómago administra el paso del alimento del estómago al intestino delgado.

En él comienza la digestión de las proteínas. El estómago cumple con tres funciones. Almacena la comida deglutida. Mezcla la comida con los ácidos gástricos. Luego envía la mezcla hacia el intestino delgado. Anteriormente, se creía que el ambiente sumamente ácido del estómago mantendría el estómago inmune de la infección. Sin embargo, un gran número de estudios ha indicado que la mayor parte de casos de úlceras de estómago, gastritis, linfoma e incluso el cáncer gástrico son causados por la infección de *Helicobacter pylori*. Una de las causas por la que esta bacteria es capaz de sobrevivir en el estómago es por la producción de una determinada enzima llamada ureasa que metaboliza el amoníaco y el dióxido de carbono para neutralizar el ácido clorhídrico producido por el estómago.

El cáncer gástrico es una de las formas más frecuentes de neoplasia y es la segunda causa de muerte por cáncer en el mundo.

El aumento del cáncer en Colombia se refleja al comparar las cifras actuales con las de hace cuarenta años. En 1960 la mortalidad por cáncer en Colombia era de 3,7% y, en 2000, de 14,7%. Estas cifras pueden estar relacionadas con un mejor control de otras enfermedades que producen mortalidad infantil, como la diarrea y las enfermedades respiratorias, entre otras (Jurado, 2008).

La disminución de las altas tasas de mortalidad por esta patología justifica cualquier esfuerzo. Si engranamos la evidencia con el sistema de seguridad social en salud que tenemos, podemos hacer promoción de la salud, prevención primaria, protección específica, prevención secundaria y prevención terciaria. En el contexto clínico, la detección de ciertas enfermedades gástricas puede llevarse a cabo con el apoyo de imágenes que permitan identificar las estructuras anatómicas del estómago.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo diseñar una interfaz gráfica amigable que permita aplicar a diferentes imágenes la técnica de procesamiento óptimo?

1.3. Delimitación

1.4. Espacial

La base de datos fue suministrada de la Universidad Arkansas de Estados Unidos tomado de

<https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/Public/TCGA->

[STAD#9595e9e38ba043b7842ed3573d3e18de](https://wiki.cancerimagingarchive.net/display/Public/TCGA-STAD#9595e9e38ba043b7842ed3573d3e18de)

1.5. Temporal

La delimitación temporal para el trabajo de investigación formativa y del problema, anteriormente, planteado será de tres semestres universitarios consecutivos los cuales deben cubrir el lapso comprendido entre agosto de 2017 y noviembre de 2018.

1.6. Justificación

El cáncer gástrico (CG) en Colombia, es la primera causa de muerte en hombres y la tercera en las mujeres, además, está entre los países con más alta tasa de incidencia (17,4 a 48,2 por cada 100.000 habitantes). Teniendo en cuenta la alta incidencia de CG, así como la mortalidad originada por el mismo, este tumor representa para Colombia un verdadero problema de salud pública. El carcinoma representa un desafío a la exactitud de diagnóstico en su estado precoz (Jurado, 2008).

Por estas razones, mediante esta investigación se presenta una exploración de los diversos métodos utilizados para la detección de lesiones y el despistaje del cáncer, con una especial atención en el cáncer gástrico. Adicionalmente, se presenta una aproximación al problema de segmentación de las estructuras gástricas y se analizan los fundamentos teóricos de los métodos de segmentación más utilizados en el área médica.

Por esto incurrir a una interfaz gráfica que permita al gastroenterólogo mejorar la visualización de las imágenes, tanto como reducir los tiempos en que pueda hacer el diagnóstico al paciente teniendo como fin de mejorar la calidad de la imagen en el lugar donde se detecta el cáncer, supone comodidad, rapidez y seguridad para el mundo de la medicina. Si la interfaz es un espacio de comunicación entre el sistema (Cuerpo humano) y el usuario (médicos), y si la comunicación es un proceso que implica la generación de un código común para hacer posible el proceso de transmisión (Imagen) y, finalmente, se tiene en cuenta que el sistema y el usuario utilizan dos lenguajes diferentes. Entonces la interfaz tiene que recurrir irremediablemente a la

metáfora para poder traducir el lenguaje complejo del sistema al lenguaje conocido del usuario y generar un código común que permita la comunicación. La interfaz como área de comunicación se convierte así misma en dispositivo metafórico. Esta definición es una de las más difundidas, (Scolari, 2004).

Al capturar imágenes siempre se pueden encontrar con ruidos o imperfecciones en los pixeles que descienden verídicamente toda su calidad, observándose borrosas o poco nítidas. Es por esto que existen numerosas técnicas utilizadas para su optimización y mejoramiento, una de estas técnicas son los filtros, una imagen (Arias, Losada, Moreno, & Bravo, 2009) “en el dominio de la frecuencia o en el dominio del espacio. Los filtros en el dominio de la frecuencia se usan, principalmente, para eliminar altas o bajas frecuencias de la imagen, lo que se traduce en suavizar la imagen, o bien, realzar o detectar bordes.”

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Desarrollar una interfaz gráfica de usuario utilizando una técnica de procesamiento de imágenes para mejorar la visualización de imágenes de tomografía computarizada de cáncer gástrico.

1.7.2. Objetivos específicos

1. Determinar la técnica de procesamiento de imágenes óptimo para el suavizado de imágenes de cáncer gástrico.
2. Determinar la técnica de procesamiento de imágenes para detección de bordes óptimo para la localización de la región ocupada por el cáncer gástrico.
3. Construir la interfaz gráfica diseñada con la incorporación de las técnicas de procesamiento de imágenes médicas.

Capítulo 2: marco referencial

2.1. Antecedentes

(Jaramillo, 2013) Análisis y procesamiento digital de imágenes de satélite GOES para verificar en tiempo real los modelos de pronósticos de tiempo implementados en el IDEAM, d. g., & torres, c. a. Departamento de sistemas e informática, grupo de investigación y desarrollo de ingeniería de software (GIDIS). Municipio de San José de Cúcuta, desarrollaron una herramienta para la construcción ágil de interfaces gráficas de usuario usando programación reflexiva; un apoyo en la elaboración del material didáctico en el área de programación de computadores. Con el conocimiento previo que la interfaz gráfica de usuario es el artefacto tecnológico que permite la representación visual entre el sistema computacional y el usuario, el presente proyecto desarrolla un generador de interfaces haciendo uso de técnicas de programación reflexiva, las cuales mediante una lectura del modelo establecido por el docente es capaz de representar de manera gráfica la relación de interacción del modelo con el usuario.

Proponen una herramienta bajo el lenguaje java que a través de la técnica de la reflexión permite generar interfaces gráficas que relacionan elementos del mundo del problema analizado, a su vez disminuye los tiempos de construcción de interfaces gráficas ya que automatiza procesos rutinarios de definiciones de propiedades de igual forma ofrece la posibilidad de serialización de los archivos analizados con el fin de almacenarlos y reutilizarlos en trabajos posteriores.

En este artículo se describe el proceso por el cual se desarrolló e implementó la herramienta Cuatro el cual se basa en programación reflexiva y en el lenguaje orientado a objetos Java, minimizando la configuración de los controles utilizados en el desarrollo de las interfaces gráficas y automatizando parte de la interacción de las clases del modelo.

El aporte del presente trabajo se convierte en una herramienta de apoyo en el sentido que le permite la formulación de ejercicios de manera práctica y rápida ayudándole en la construcción de interfaces graficas permitiendo de esta manera que el usuario interactué de manera ágil con un modelo o problema planteado.

(RUIZ, 2016) Procesamiento de imágenes para la clasificación de café verde. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana. El objetivo de este trabajo de grado es desarrollar un algoritmo para la detección de defectos en café verde mediante el procesamiento de imágenes. En este documento, se encuentra consignado el proceso para la obtención de dicho algoritmo, el trasfondo matemático de las funciones implementadas ya sea en MATLAB o con las librerías de OpenCV, aporta a la investigación conocer el cómo se tomaron las fotografías y sugerencias para un futuro escalamiento de este proyecto, todo lo anterior enfocado en lograr un posible prototipo final de bajo costo. Proponen que hay distintos métodos para lograr el procesamiento de una imagen dependiendo de la manera de adquisición: análoga o digital. Los métodos de procesamiento basados en la adquisición digital a diferencia de la análoga se concentran en el desarrollo de algoritmos computacionales para la obtención de información o el uso de diferentes herramientas diseñadas para este fin (ej. edición de imágenes). Usualmente un sistema de procesamiento de imágenes contiene los siguientes elementos: adquisición, almacenamiento, comunicación¹, procesamiento, y despliegue.

(AGUDELO, 2016) Programa de procesamiento de imágenes adquiridas por medio del sensor kinect para determinar la posibilidad una víctima en determinada zona.

Universidad Distrital. Bogotá D.C. El grupo de investigación ROMA de la Universidad Distrital trabaja en el desarrollo de varias plataformas robóticas, sistemas sensoricos, muchos algoritmos de planificación de movimientos y tareas, el grupo de investigación orienta sus principales actividades de investigación en el estudio de la robótica de servicio y todo lo que ello implica para el mejoramiento de la sociedad, conservar la vida natural (vida humana/animal/vegetal) del Distrito Capital y toda la ciudad-región. Para ello, el grupo de investigación plantea dentro de sus actividades de investigación procesos de formación de investigadores, formulación y ejecución de proyectos de investigación, apropiación social del conocimiento y transferencia de resultados a la sociedad en general y la industria en particular. El grupo trabaja con robots para búsqueda y rescate de víctimas, para ello es muy importante la visión artificial del robot que es muy limitada con una cámara convencional, la propuesta de investigación e innovación contempla el estudio del comportamiento del Sensor Kinect de Microsoft proyectado a usarse para la detección de victimas en zonas de desastre. El proyecto de investigación en innovación se desarrolló con un plan de trabajo el cual contempla tareas o actividades orientadas a objetivos que se irán trabajando desde el más básico hasta el más complejo. Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con todo el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera, adicionalmente toda la información consultada de internet. El resultado principal será un programa que use la adquisición de imágenes por medio del Sensor de Kinect que procese e identifique si en estas imágenes hay una probable víctima. El Indicador del resultado será la capacidad del programa junto al sensor para detectar posibles víctimas humanas en las imágenes capturadas teniendo en cuenta las limitaciones tanto del sensor como las de la capacidad de procesamiento. La propuesta de este trabajo de grado contribuye al trabajo interdisciplinario entre el campo de la medicina y la ingeniería de sistemas dado que la visualización de imágenes médicas permite un diagnóstico más preciso de enfermedades.

(Pérez, 2016) Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imagen Universidad de País Vasco, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. La imagen médica se ha convertido en los últimos años en una potente herramienta de ayuda al diagnóstico. Gracias a los avanzados escáneres y software de reconstrucción de imágenes disponibles es posible la identificación de distintos órganos y tejidos, así como la obtención de datos que ayuden a caracterizar y cuantificar las patologías. Los radiólogos son los responsables del uso e interpretación de dichas imágenes y demandan herramientas que les permitan localizar órganos y tejidos con mayor precisión y rapidez, así como la identificación y caracterización cuantitativa de las patologías presentes en ellos, con el fin de realizar un diagnóstico preciso. Por otra parte, el cáncer de hígado es una de las principales causas de muerte por cáncer en todo el mundo. Las técnicas invasivas utilizadas para su diagnóstico, tales como biopsias quirúrgicas, a veces pueden ser reemplazadas por técnicas no invasivas con imagen médica como la tomografía axial computarizada (TAC o CT, en sus siglas en inglés) y la resonancia magnética (RM o MRI, en inglés), con claros beneficios para el paciente. Con el fin de ayudar a los radiólogos y cirujanos en una planificación fiable de la intervención, son necesarios nuevos métodos y herramientas para localizar y segmentar adecuadamente el órgano de interés y las patologías presentes. La segmentación (delimitación) automática del hígado es un problema complejo. Se han alcanzado resultados parciales principalmente sobre imágenes obtenidas mediante CT. La técnica de MRI ofrece mayor información para fines de diagnóstico. Sin embargo, la segmentación del hígado en imágenes de MRI representa un desafío debido a la presencia de artefactos característicos de dicha tecnología de adquisición, como es el caso de los volúmenes parciales, el ruido, y en general, la baja nitidez y el escaso contraste existente entre órganos, de manera que el límite entre los

diferentes tejidos suele ser confuso. Existen menos desarrollos sobre imágenes de MRI, aunque éstos han ido en aumento progresivo en los últimos años. En este trabajo, se presenta un nuevo método para la segmentación automática de hígado sobre imagen multicanal obtenida mediante resonancia magnética. El método propuesto consiste en la minimización de una superficie activa 3D mediante la aproximación dual a la formulación variacional subyacente del problema. Esta superficie activa evoluciona sobre un mapa de probabilidad que se basa en un nuevo descriptor compacto propuesto que contiene la información espacial y multiseuencia de cada píxel con relación a un modelo estadístico multivariable de hígado generado previamente. Esta superficie activa 3D integra de manera natural la regularización volumétrica. El descriptor visual compacto junto con el enfoque propuesto constituye un método de segmentación 3D rápido y preciso. El método fue probado en 18 estudios de hígado sano y los resultados se compararon con una segmentación de referencia realizada por expertos radiólogos. Las comparaciones con otros métodos del estado del arte se realizan mediante la obtención de 9 métricas establecidas. Los resultados obtenidos son comparables, incluso mejores en algunos casos, a los de otras técnicas del estado del arte.

2.2. Marco Teórico

La GUI (Graphical User Interface) por sus siglas en inglés o Interfaz Gráfica de Usuario, se le puede definir como la parte de una computadora y su software que el usuario puede ver, oír, tocar, hablar, o de otra manera entender o dirigir.

Gui Bonsepie menciona que existe un agente social que quiere cumplir una acción, la cual en si seria una tarea porque hay un objeto particular involucrado, entonces el usuario necesita un artefacto para llevar a cabo la tarea, el proceso anterior puede ser visto como un conjunto o unidad compuesta por los 3 elementos heterogéneos: el usuario, el objeto, la acción o el artefacto, según

el autor, la conexión de estos 3 elementos solo puede ocurrir por medio de una interfaz, es decir, la interfaz no es un objeto sino un espacio en el cual ocurre la interacción entre el humano, la herramienta y el objeto de la acción (Bonsepie, 1998)

Para definir las bases teóricas del concepto Interfaz Grafica de Usuario es necesario puntualizar las definiciones, trabajos y teorías que surgen a raíz de su estudio y que se basan en la Ingeniería de la usabilidad y Diseño Centrado en el Usuario.

Ingeniería de la usabilidad

La complejidad de los ordenadores y sus aplicativos han obligado al hombre a desarrollar su usabilidad y extenderla por todo el campo de acción de la IPO (Interacción Persona – Ordenador). La ingeniería de usabilidad es multidisciplinar, se constituye primeramente de la informática y del diseño industrial, pero se compagina con diferentes ciencias como la sociología, antropología, lingüística y psicología, dándole una tendencia holística.

La ingeniería de la usabilidad trata los procesos que permiten el planteamiento y diseño de test de usabilidad con el propósito de garantizar la calidad del producto final. Asociados a estos procesos están sus métodos de aplicación, los que se caracterizan por su formalidad o informalidad (Rosebaum, 1989; Grice y Ridgway, 1989; Rubin. 1994; Nielsen y Mack, 1994).

Nielsen y Mack (1994) han presentado diferentes métodos de inspección de usabilidad alternativos a los ya existentes y formales de test de usabilidad, tales como la evaluación heurística, el seguimiento cognitivo, la inspección de características, la inspección de consistencia y la inspección de estándares.

Según lo anterior todo se torna a favorecer al usuario principalmente y a suplir las necesidades por medio de la interacción y desarrollo de las capacidades del humano, por eso, se

debe acudir a Donal Norman (1982) quien estableció unos principios que deberían contener los productos usables, como, por ejemplo: hacer las cosas visibles, sencillez en la evaluación del sistema y la correspondencia entre acción-resultado, intención y acción.

Diseño Centrado en el Usuario.

Tal como destacan diversos autores, el diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño pensando en el usuario, centrando nuestro sistema de desarrollo en él e implicarlo tanto como sea posible, hasta pensar en incluir usuarios en el equipo de diseño. Actualmente es fácil encontrar implantaciones de sistemas de información en que los usuarios están totalmente integrados dentro del equipo de diseño. Por ejemplo, los ya muy conocidos ERP, sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés, enterprise resource planning), cuando se adaptan a una empresa suelen necesitar de la interacción con los usuarios finales de la aplicación. Muchas veces está presente la negativa de algunos empleados de algunas empresas en colaborar. Los estudios actuales informan que esta poca predisposición a ayudar en su implantación es debido a la poca adaptabilidad del ser humano a los cambios drásticos. Así pues, el usuario final de la aplicación ya sea de modo consciente o inconsciente, tiene miedo al nuevo sistema, a las nuevas reestructuraciones del departamento que se pueden llegar a realizar, a que el sistema reduzca el trabajo a realizar por los empleados y por tanto sean necesarios los despidos o las jubilaciones anticipadas, etc.

Por tanto, es necesario tener en cuenta estas negativas con las que nos podemos encontrar.

Norman, en 1986, propone un modelo de desarrollo de tareas que identifica siete etapas de ejecución y evaluación de acciones de usuario. El modelo representa las etapas de actividad mental que implica que el usuario alcance un objetivo y que son: establecer el objetivo que se quiere alcanzar, formalizar la intención para la acción que alcanzará el objetivo, especificar la secuencia

de acción correspondiente a la intención, ejecutar la acción, percibir el estado del sistema, interpretar el estado, y por último evaluar la interpretación del estado con respecto al objetivo inicial.

Este modelo proporciona una base para representar y entender las consecuencias cognitivas de diseños particulares.

Shneiderman (1980) propone que los usuarios poseen un conocimiento sintáctico y semántico del dominio del problema y de los mecanismos de interacción. En este conocimiento se almacenan detalles de los dispositivos (tipos, modo de uso), conocimientos semánticos sobre las actividades y conceptos del ordenador. Este conocimiento se estructura mediante una colección de objetos que componen el sistema (cursor, icono, ventana) y de las acciones que se pueden llevar a cabo sobre cada uno de esos objetos (mover, cambiar, redimensionar, etc.).

Preprocesamiento de Imágenes

El procedimiento normal, para este tipo de proceso, se basa en 3 niveles de operación (captura y mejora de la imagen; selección y segmentación de la información contenida, o de interés, y cuantificación de las fases discriminadas) esto contiene diferentes tipos de algoritmos, pero del mismo nivel, decidiéndose la secuencia de aplicación con relación al tipo de imagen de partida y la información que deseamos extraer. Ello implica obligatoriamente que los algoritmos ejecutados que pueden ser válidos para una imagen e información a buscar pueden resultar ineficaces si se modifican las propiedades base o cambian los parámetros de partida (Angel, M^a. C., Martínez, B., Prendes, N. & Rodríguez, F. 1995).

2.3. Marco conceptual

Mediante la herramienta VolView (Will Schroeder, 1998) un sistema abierto, intuitivo e interactivo para la visualización de volúmenes que permite a los investigadores explorar y analizar

datos médicos o científicos complejos en 3D en computadoras con Windows, Mac y Linux. Los usuarios pueden cargar fácilmente y explorar interactivamente los conjuntos de datos utilizando herramientas y métodos de visualización en 2D y 3D.

Las herramientas 3D incluyen renderizado de volumen, proyecciones de intensidad máxima y reformato oblicuo. La capacidad de guardar una sesión de visualización completa permite a los usuarios detener e iniciar fácilmente las sesiones.

Los usuarios avanzados pueden realizar un procesamiento de datos personalizado utilizando una API (Application Programming Interface por sus siglas en inglés o Interfaz de programación de aplicaciones) simple de complemento, figura 1.



Figura 1: Herramienta VolView, captura de pantalla

Y ITK-SNAP (Paul Yushkevich, 2014) software utilizada para segmentar estructuras en imágenes médicas 3D. Es el producto de una colaboración de una década entre Paul Yushkevich, Ph.D., del Penn Image Computing and Science Laboratory (PICSL) en la Universidad de Pensilvania, y Guido Gerig, Ph.D., del Scientific Computing y Imaging Institute (SCI) en la Universidad de Utah, cuya visión era crear una herramienta que se dedicaría a una función específica, la segmentación, y sería fácil de usar y aprender. ITK-SNAP es gratuito, de código abierto y multiplataforma.

ITK-SNAP proporciona segmentación semiautomática utilizando métodos de contorno activos, así como delineación manual y navegación de imágenes. Además de estas funciones básicas, ITK-SNAP ofrece muchas utilidades de apoyo. Algunas de las principales ventajas de ITK-SNAP incluyen:

1. Cursor vinculado para una navegación 3D sin inconvenientes
2. Segmentación manual en tres planos ortogonales a la vez
3. Una interfaz gráfica de usuario moderna basada en Qt
4. Soporte para muchos formatos de imágenes 3D diferentes, incluidos NIfTI y DICOM
5. Soporte para visualización concurrente y vinculada, y segmentación de múltiples imágenes.
6. Soporte para imágenes en color, multicanal y variante del tiempo.
7. Herramienta de corte 3D para un rápido procesamiento posterior de los resultados de segmentación
8. Extenso tutorial y documentación de video.

En comparación con otras herramientas de análisis de imágenes de código abierto más grandes, el diseño de ITK-SNAP se centra específicamente en el problema de la segmentación de imágenes, y las características externas o no relacionadas se mantienen al mínimo. El diseño también enfatiza la interacción y la facilidad de uso, con la mayor parte Del esfuerzo de desarrollo dedicado a la interfaz del usuario para visualizar las imágenes y elegir las de nivel G2 en cáncer estomacal, figura 2.

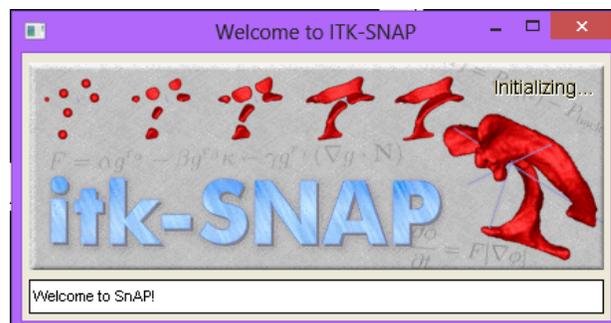


Figura 2: Herramienta ITK-SNAP, captura de pantalla

2.2.3. Procesamiento de imágenes con cáncer gástricas

El rápido avance de las tecnologías de adquisición de imágenes médicas ha hecho necesario el desarrollo de diversas aplicaciones en el área de la biomedicina. Por un lado, el trabajo que los médicos desarrollan en cuanto al análisis de las imágenes es arduo y sujeto a errores, por lo que se hace necesaria la implementación de algoritmos de procesamiento que automaticen esta tarea y sirvan de soporte a los profesionales de la salud para realizar un diagnóstico fiable. Por otro lado, los biomédicos dedicados al modelado y simulación del cuerpo humano y el diseño de prótesis e implantes para tratamiento médico, requieren de modelos geométricos que consideren la complejidad característica de las estructuras anatómicas del cuerpo humano y les permita realizar un modelado discreto más preciso. Es por esto, que la comunidad de biomédicos, particularmente el área de analistas de imágenes médicas, hoy en día, dedican sus esfuerzos a extraer con ayuda del ordenador, información clínica, cualitativa y cuantitativa de las estructuras del cuerpo humano: tejidos blandos, duros, fluidos y sus patologías a partir del procesamiento de imágenes médicas de diversas modalidades: Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética, Medicina Nuclear, entre otras. Sin embargo, la tarea de procesar las imágenes médicas y visualizar estructuras anatómicas a partir de ellas, se ve afectada en un principio por (la presencia de ruido y artefactos ocasionados por el proceso de adquisición que afectan la calidad de estas imágenes, (la presencia de detalles anatómicos y funcionales que a simple vista son difíciles de ver, con la finalidad de realizar un post-procesamiento de los modelos geométricos y generar modelos discretos para un posterior análisis a través de los métodos numéricos. Asimismo, se utilizaron otras herramientas de visualización para validar los modelos geométricos obtenidos como el software de código libre.

El diagnóstico histológico del cáncer gástrico se realiza con biopsias obtenidas por endoscopia digestiva alta en la mayoría de los casos. Cuando éstas son falsamente negativas, puede

realizarse una punción biopsia percutánea de la pared gástrica guiada por imágenes para obtener una muestra de tejido y definir el diagnóstico. Objetivo. Analizar la realización de dicha técnica en nuestro centro evaluando su seguridad, eficacia y resultado anatomopatológico. Material y métodos. Se analizaron en forma retrospectiva, de marzo de 2004 a marzo de 2007, los 6 casos en los que se realizó una biopsia percutánea guiada por imágenes (5 por ecografía y 1 por tomografía axial computada) de lesiones gástricas en pacientes con sospecha clínica y endoscópica de lesiones malignas y biopsias endoscópicas negativas.

El cáncer gástrico es una de las formas más frecuentes de neoplasia y es la segunda causa de muerte por cáncer en el mundo. El diagnóstico histológico se realiza con biopsias obtenidas mediante la endoscopia digestiva alta en la mayoría de los casos, presentando este método alta sensibilidad (93.8%), especificidad (99.6%) y rédito diagnóstico (99.4%). (Houghton J, 2006)

El cáncer gástrico es el cuarto cáncer más frecuente en el mundo y es la segunda causa de mortalidad por cáncer. Es más frecuente en países en vía de desarrollo, por lo que su detección temprana y un tratamiento oportuno son estrategias clave para reducir la mortalidad. (Ayala Acosta & Lotero Gómez, 2013).

En esta revisión se expondrán datos recientes, en cuanto a epidemiología y los métodos más eficaces para la tamización del cáncer gástrico, los cuales continúan siendo permanente objeto de revisión y controversia en el mundo, debido a la aparición de nuevas técnicas que permiten identificar con mayor claridad lesiones cancerígenas incipientes o lesiones preneoplásicas.

En general, el cáncer es un problema universal. Cuatro de cada diez personas en países desarrollados, y entre una y dos personas en países en vías de desarrollo tendrán este diagnóstico

antes de los 75 años. por lo que esta enfermedad causa un promedio de 7,6 millones de muertes al año.

Las predicciones para Colombia, basadas en la incidencia de la enfermedad y en las estructuras poblacionales, indican que para el 2030 existirán alrededor de 125.000 casos nuevos de cáncer por año y 76.000 muertes al año, lo que representa el doble de la carga actual (Ayala Acosta & Lotero Gómez, 2013)

Por esta razón, la detección temprana desempeña un papel importante en la enfermedad, ya que aumenta las posibilidades para un tratamiento exitoso

Existe una tendencia mundial hacia la disminución del cáncer gástrico; pero, a pesar de esto, según GLOBOCAN se estimaron alrededor de un millón de nuevos casos de cáncer gástrico en el 2008 (988.000 casos: 7,8 % del total), que lo lleva a ocupar el cuarto lugar entre todos los cánceres del mundo, donde más del 70 % ocurre en países en vía de desarrollo, y la segunda causa de mortalidad por cáncer en ambos sexos (736.000: 9,7 % del total), donde las mayores tasas de mortalidad se encuentran en Asia, Europa central, Europa oriental y Suramérica. Con una incidencia de 14,1 por cada 100.000 habitantes y una mortalidad de 10,3 por cada 100.000. Según las cifras de seguimiento epidemiológico en Colombia, realizadas por el Instituto Nacional de Cancerología, para el 2006 había una incidencia anual de 7515 nuevos casos, con una tasa estimada de 26,5 para hombres y de 15,4 para mujeres. (World Health Organization, 2008)

En cuanto a factores como sexo, raza y nivel socioeconómico, el desarrollo de cáncer gástrico distal es más frecuente en hombres que en mujeres, Con una tasa 2-1 en personas de raza negra, bajo nivel socioeconómico y países en vía de desarrollo, con una incidencia que aumenta con la edad.

Entre tanto, para los tumores originados en los cardias la relación hombre-mujer es 5-1; es más frecuente en personas de raza blanca y en personas profesionales 5-6. Como se había mencionado, la mortalidad por cáncer gástrico ha disminuido considerablemente en muchas áreas alrededor del mundo. En general, países con mayores tasas de incidencia de cáncer gástrico muestran mejores tasas de sobrevivencia que los países con menores tasas de incidencia, lo cual se puede deber a varios factores, como la localización del tumor y la posibilidad de realizar un programa de tamizaje masivo en los países con riesgo.

2.2. Características del cáncer gástrico

El cáncer de estómago tiende a desarrollarse lentamente en un período de muchos años. Antes de que se forme un verdadero cáncer, a menudo ocurren cambios precancerosos en el revestimiento interno (mucosa) del estómago. Estos cambios tempranos suelen ser silenciosos, dada la sintomatología que los hace de difícil detectar. Los diferentes tipos de cáncer de estómago incluyen (American Cancer Society, 2014)

Adenocarcinoma

Aproximadamente entre 90% y 95% de los cánceres del estómago son adenocarcinomas. Cuando se emplean los términos cáncer de estómago o cáncer gástrico, generalmente se refieren a un adenocarcinoma. Estos cánceres se originan en las células que forman mucosa estomacal.

Linfoma

Se refiere a los tumores cancerosos del sistema inmunológico que algunas veces se detectan en la pared del estómago. Aproximadamente 4% de los cánceres de estómago son linfomas.

Tumores del estroma gastrointestinal (GIST)

Estos son tumores poco comunes que se originan en formas muy tempranas de células de la pared del estómago. Algunos de estos tumores son benignos, mientras que otros son cancerosos. La mayoría de los tumores gastrointestinales se descubre en el estómago.

Tumores carcinoides

Estos tumores se originan de células productoras de hormona del estómago. Los tumores carcinoides son responsables de aproximadamente 3% de los casos de cáncer de estómago.

Otros tipos de cáncer

Otros tipos de cáncer, como el carcinoma de células escamosas, el carcinoma de células pequeñas, y el leiomiomasarcoma, también pueden originarse en el estómago, aunque estos tipos de cáncer ocurren con poca frecuencia. Para el año 2016, los cálculos estimados al respecto por la Sociedad Americana en los Estados Unidos son:

Se diagnosticarán aproximadamente 26.370 casos de cáncer de estómago (16.480 hombres y 9.890 mujeres).

Aproximadamente 10.730 personas (6.540 hombres y 4.190 mujeres) morirán a causa de este cáncer.

El presidente de la Sociedad Anticancerosa de Venezuela, Cono Gumino, declaró que unos 25 mil venezolanos murieron por cáncer durante el 2015. Ese mismo año se detectaron unos 50 mil nuevos casos, siendo esta enfermedad la segunda causa de mortalidad en el país (Luengo, 2016).

Las estadísticas reportadas en la literatura por Zambrano (Acta Médica Colombiana, 2002) y Piñeros (Salud Pública de Méjico, 2006) coinciden en que, en Colombia, las principales causas de mortalidad por cáncer corresponden a cáncer de estómago, próstata y pulmón entre los hombres y al de útero (cérvix y endometrio), estómago y seno entre las mujeres (Camacho, 2017).

El cáncer de estómago afecta principalmente a las personas de edad avanzada. Al momento del diagnóstico, la edad promedio de las personas es de 69 años. Alrededor de 6 de cada 10 personas diagnosticadas con cáncer de estómago cada año tienen 65 años o más.

El riesgo promedio de que una persona padecerá cáncer de estómago en el transcurso de su vida es de alrededor de 1 en 111. El riesgo es ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres, y también puede ser afectado por un número de otros factores. El cáncer de estómago es mucho más común en otros países del mundo, particularmente en países menos desarrollados. Este cáncer es una causa principal de muerte por cáncer en el mundo (Camacho, 2017).

2.3. Detección de cáncer gástrico precoz

La detección temprana consiste en realizar pruebas para buscar una enfermedad, como el cáncer, en personas sin síntomas. En los países como Japón, en los que el cáncer de estómago es muy común, la realización de pruebas de detección masivas a la población ha ayudado a diagnosticar gran número de casos en una etapa temprana y curable.

Lamentablemente, el cáncer de estómago en etapa inicial pocas veces causa síntomas, razón por la cual el cáncer de estómago es tan difícil de detectar tempranamente. Debido a que los síntomas del cáncer de estómago a menudo no aparecen hasta que la enfermedad está avanzada, sólo uno de cinco casos de cáncer de estómago se diagnostica en una etapa inicial, antes de que se hayan propagado a otras áreas del cuerpo (Camacho, 2017).

Una endoscopia superior (también llamada esofagogastroduodenoscopia) es el estudio principal que se utiliza para detectar cáncer de estómago. Se puede utilizar cuando alguien tiene ciertos factores de riesgo o cuando los signos y los síntomas sugieren que la enfermedad pudiera estar presente; se pueden tomar biopsias (muestras de tejido) usando instrumentos que se pasan a través del endoscopio.

Las muestras de tejido se envían a un laboratorio, donde se examinan con un microscopio para determinar si hay cáncer presente. Estas se examinan para determinar si contiene cáncer, y de ser así, qué clase es (por ejemplo, adenocarcinoma, tumor carcinoide, tumor estromal gastrointestinal o linfoma).

Cuando se observa a través de un endoscopio, el cáncer de estómago puede tener el aspecto de una úlcera, de un pólipo (forma parecida a un hongo) o masa protuberante o de áreas de mucosa engrosadas, difusas y planas conocidas como linitis plástica (Camacho, 2017). La endoscopia también se puede utilizar como parte de un estudio por imágenes especial conocido como ecografía endoscópica. En la ecografía se usan ondas sonoras para producir imágenes de los órganos, como el estómago.

Los estudios por imágenes utilizan ondas sonoras, rayos X, campos magnéticos o sustancias radiactivas para obtener imágenes del interior del cuerpo. La radiografía seriada del tracto gastrointestinal superior se realiza para examinar el revestimiento interno del esófago, el estómago y la primera parte del intestino delgado; este estudio es menos invasivo que la endoscopia, y puede ser útil en algunas situaciones.

Para identificar el cáncer de estómago precoz, se usa una técnica de doble contraste. Con esta técnica, después de tragar una solución caliza a base de bario, se pasa un tubo delgado y se bombea aire al estómago, lo que hace que la capa de bario sea muy delgada y se puedan ver incluso anomalías pequeñas.

La tomografía computarizada (CT) es un estudio de radiografía que produce imágenes transversales detalladas de su cuerpo. Antes del estudio, es posible que le pidan que tome una o dos pintas de una solución de contraste y/o que le apliquen una línea intravenosa mediante la cual se le inyecte un tinte de contraste. Esto ayuda a delinear mejor las estructuras en su cuerpo; las

tomografías computarizadas pueden también ser usadas para guiar la aguja de una biopsia hacia un área donde se sospecha propagación del cáncer. Las imágenes por resonancia magnética (MRI) utilizan ondas de radio e imanes potentes en lugar de rayos X. Al igual que la CT, se inyectará un material de contraste, pero esto se usa con menos frecuencia (Camacho, 2017).

En la tomografía por emisión de positrones (PET), se inyecta una sustancia radiactiva en una vena (usualmente un tipo de azúcar emparentado con la glucosa, conocido como FDG). Debido a que las células cancerosas están creciendo más rápidamente que las células normales, hacen uso del azúcar mucho más rápido, por lo que absorbe el material radiactivo. La imagen no es tan detallada como una CT o las MRI, pero proporciona información útil sobre todo el cuerpo.

Capítulo 3: Marco Metodológico

3.1. Paradigma

La presente investigación se enmarca en las ciencias formales en particular en la matemática aplicada al procesamiento de imágenes médicas ya que, se hace uso de una gran cantidad de modelos matemáticos en los que se basan las técnicas de preprocesamiento y segmentación que se prevé utilizar. El paradigma de la investigación se considera positivista, para Ferreres, V y Gonzales, Á (2006:117), “el positivismo mantiene que todo conocimiento científico se basa sobre la experiencia de los sentidos sólo puede avanzarse mediante la observación y el experimento, asociados al método científico que busca una realidad con bases y fundamentos.

Para Kolakowski (1988) el positivismo es un conjunto de reglamentaciones que rigen el saber humano y que tiende a reservar el nombre de “ciencia” a las operaciones observables en la evolución de las ciencias modernas de la naturaleza. Durante su historia, dice este autor, el positivismo ha dirigido en particular sus críticas contra los desarrollos metafísicos de toda clase,

por tanto, contra la reflexión que no puede fundar enteramente sus resultados sobre datos empíricos, o que formula sus juicios de modo que los datos empíricos no puedan nunca refutarlos, ya que, un elevado porcentaje de la investigación que se pretende desarrollar responde a una estructura algorítmica que va a manejar y arrojar datos cuantitativos, lo cual justifica que el paradigma de la investigación sea cuantitativo.

3.2. Enfoque

En el transcurso y realización del presente trabajo se utilizó un enfoque metodológico basado en métodos y técnicas cuantitativas en su totalidad, la metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2007), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio, realizando un proceso deductivo, para Calduch (2012) El método deductivo permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas.

3.3. Nivel de la investigación

La investigación por desarrollar, según la profundidad es de tipo descriptivo, En este método se realiza una exposición narrativa, numérica y/o gráfica, bien detallada y exhaustiva de la realidad que se estudia. El método descriptivo busca un conocimiento inicial de la realidad que se produce de la observación directa del investigador y del conocimiento que se obtiene mediante la lectura o estudio de las informaciones aportadas por otros autores. Se refiere a un método cuyo

objetivo es exponer con el mayor rigor metodológico, información significativa sobre la realidad en estudio con los criterios establecidos por la academia. Calduch (2012).

3.4. Diseño de la investigación

Consiste en desarrollar una técnica para dar alternativa de solución a un problema real. Mientras que la investigación exploratoria se refiere a un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos. En muchos casos, los métodos cualitativos ponen a prueba la plausibilidad de los posibles enfoques cuantitativos. Esto implica que la investigación cualitativa es vista como una metodología 'exploratoria', el suministro de información previa a los métodos cuantitativos. Spanjaard & Freeman (2006),

En la presente investigación se usó también un tipo de investigación proyectiva. Según Hurtado (2000), “consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras”.

3.5. Población y muestra

Se trabajó con una base de datos de 46 pacientes con cáncer gástrico de la cual se utilizó un solo paciente, quien cumplía con el tipo de cáncer G2.

3.6. Técnicas de recolección

La técnica utilizada para la recolección de la información es la revisión documental, Baena (1985) “la investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación e información,“(p. 72). Garza (1988) presenta

una definición más específica de la investigación documental. Este autor considera que esta técnica “...se caracteriza por el empleo predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información..., registros en forma de manuscritos e impresos,”.

3.7. Técnicas de procesamiento

Las técnicas que conforman las etapas tanto de pre-procesamiento como de segmentación se implementarán considerando las siguientes herramientas de software: Lenguaje C++ (Stroustrup, 1985), Matlab (Chapman, 2004), Insight toolkit (ITK) (Johnson H., 2009), y Visualización toolkit (VTK) (Lorensen, 1998).

Se cuenta con 1 base de datos (DB) que contienen las imágenes de CG gástricas en formato DICOM, las cuales fueron suministradas de la Universidad Arkansas de Estados Unidos en la capacitación en procesamiento de imágenes gástricas.

Es importante señalar que, para el presente trabajo, los aspectos vinculados con población, muestra e instrumentos para la recolección de información no se manejan de la forma clásica, en la presente investigación esta situación se produce debido a que el personal que labora en los centros médicos son muy cautelosos y poco receptivos al solicitársele que compartan las imágenes correspondientes a los pacientes que atienden alegando razones de diversa índole. Por esta misma razón no es necesaria, para la presente investigación, la construcción de la operacionalización de las variables del problema.

En este sentido, se tomó la decisión de hacer coincidir la población y la muestra las cuales quedan constituidas por 1 base de datos que fue el número de imágenes 3D suministradas por los mencionados anteriormente.

Las imágenes de CT fueron adquiridas con tomógrafos General Electric Medical Systems Light Speed y Philips-Brilliance, correspondientes a 26 sujetos de diversos grupos etarios

compuestos por 8 mujeres y 18 hombres. La resolución espacial de cada imagen es variable con respecto al sujeto con un número variable de capas que oscila entre máximo 512 y mínimo 101 cortes.

Por otra parte, es necesario informar que la elaboración y aplicación de instrumentos para la recolección de información no aplica, para la presente investigación, debido a que las bases de datos suministradas contienen toda la información relevante requerida para el desarrollo del trabajo previsto.

Adicionalmente, se tiene que el desarrollo de la investigación se estructura en tres fases:

A. Fase de selección de filtro

Etapas de preprocesamiento: Con el propósito de acondicionar, adecuadamente, las imágenes de CG:

- Con la finalidad de abordar los problemas de ruido y artefactos las DB originales se les aplica proceso de filtrado el cual estará constituida por la combinación de filtros suavizadores, detectores de bordes y de realce que generen el mejor desempeño. (Fase de filtrado).

- Una vez filtradas las imágenes se procederá a diseñar los grupos de entrenamiento, validación y prueba que permitirán definir las regiones de interés necesarias mediante la colocación de planos aislantes que faciliten el proceso de segmentación (Fase de definición de una región de interés)

Etapas de segmentación: Considerando la DB reprocesada se aplican las técnicas variacionales y/o de agrupamiento para generar conclusiones presentes en las bases de datos consideradas.

B. Fase de validación

La calidad de la técnica computacional híbrida que se pretende desarrollar será cuantificada mediante los siguientes procedimientos:

Para establecer el desempeño de la fase de filtrado, y los valores óptimos de sus parámetros, se empleará la métrica obtenida en la capacitación en procesamiento de imágenes gástricas que mide el desempeño de las técnicas de filtrado ante el ruido, bajo contraste y artefactos que se puede encontrar en las imágenes de CT. Las bases sintéticas serán consideradas en este apartado. Luego de ejecutar el filtrado será seleccionada como mejor estrategia de filtrado aquella que genere el mayor porcentaje de mejora.

3.8. Fases de la investigación

- Las imágenes de cáncer gástrico se someten a los filtros, después de ello se obtienen los valores de suavizado de la aplicación de los filtros donde tales valores se deben comparar con una métrica de referencia. Se establecen las conclusiones acerca de la calidad del suavizado de los filtros, y se concluye acerca del mejor filtro.
- Las imágenes de cáncer gástrico se someten a los filtros, después de ello se obtienen los valores de realce de la aplicación de los filtros donde tales valores se deben comparar con una métrica de referencia. Se establecen las conclusiones acerca de la calidad del realce de los filtros, y se concluye acerca del mejor filtro.
- Se identifican los criterios de interfaces amigables utilizadas en la rutina clínica, donde también se identifica el lenguaje de programación óptimo para el tipo de criterios observados, se concluye acerca del mejor filtro y posteriormente desarrollar el proceso técnico de incorporación del filtro de detección de bordes óptimo.

Capítulo 4: resultados

4.1. Determinación del filtro de preprocesamiento óptimo para el suavizado de imágenes de cáncer gástrico.

Con la herramienta volview se realizó la búsqueda exhaustiva del filtro óptimo para el suavizado cargando la imagen y aplicando el filtro de mediana con todo los valores posibles siempre a la imagen original véase en la figura 3 guardando la imagen resultante; después de haber realizado el filtro con todos los valores posible para los tamaños de la ventana de este, se aplicó la métrica denominada 1FScore3D la cual arrojó que los mejores valores para el tamaño de la ventana I es 1, el tamaño de la ventana J es 1, el tamaño de la ventana k es 1; con un porcentaje de mejora de 27 % véase en la figura 4.



Figura 3: Imagen original del paciente, captura de pantalla

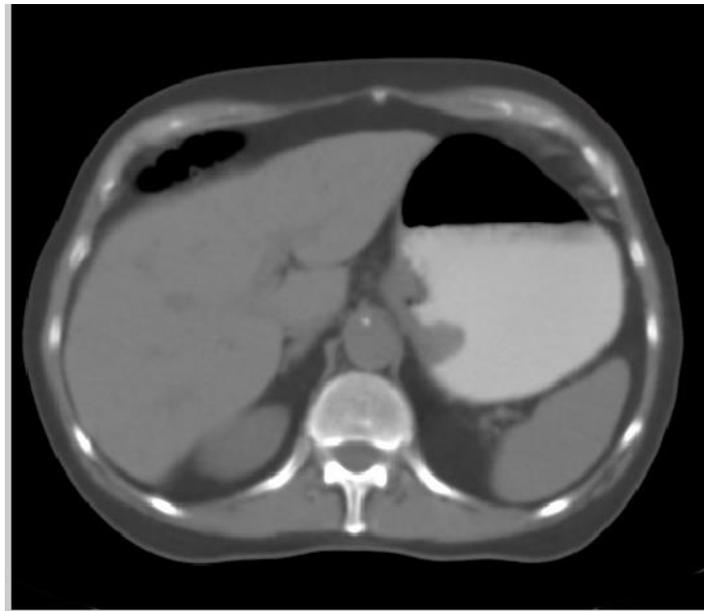


Figura 4: Imagen del paciente con el filtro de mediana (VTK), captura de pantalla

4.2. Determinación del filtro de preprocesamiento óptimo para el suavizado de imágenes de cáncer gástrico.

se realizó la búsqueda exhaustiva del filtro óptimo para la el realce de bordes cargando la imagen y aplicando el filtro de magnitud de gradiente IRR con todo los valores posibles siempre a la imagen original véase en la figura 3 guardando la imagen resultante; después de haber realizado el filtro con todos los valores posible para la desviación estándar sigma de este, se aplicó la métrica denominada 1FScore3D la cual arrojo que el mejor valor para la desviación estándar sigma es 7.9; con un porcentaje de mejora de 45.35 % véase en la figura 4.

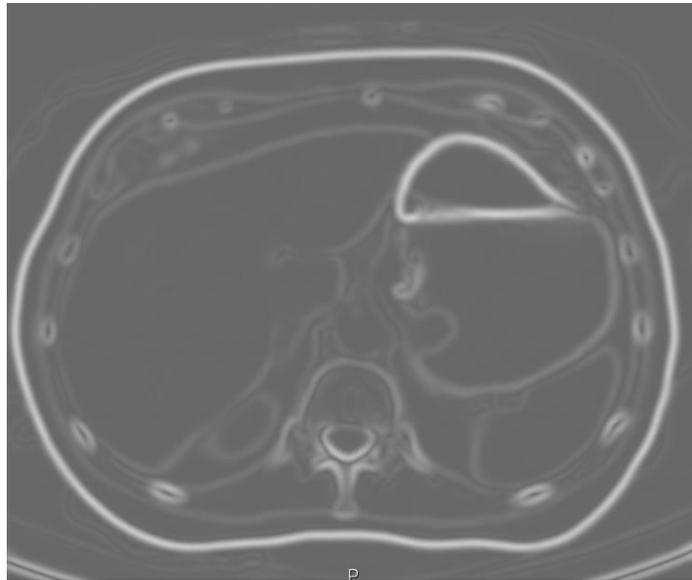


Figura 5: Imagen del paciente con filtro magnitud de gradiente IRR (ITK), captura de pantalla

4.3. Construir la interfaz gráfica diseñada con la incorporación de las técnicas de procesamiento de imágenes médicas.

Para la construcción de la interfaz gráfica se utilizó Matlab r1015a en el cual se consideró las siguientes acciones posibles para el uso de la interfaz.

- Abrir o cargar la imagen: ubicado en la parte superior izquierda en un desplegable aparecerá la opción de buscar y cargar la imagen la cual tiene que estar en extensión .raw
- Cerrar la imagen : ubicado en la parte superior en un desplegable en el cual solo se podrá usar una vez se cargue una imagen en la interfaz grafica de lo contrario aparecerá un dialogo con el error el cual dirá que debe cargar la imagen .
- Botón del filtro de mediana: ubicado en la parte del medio a la izquierda el cual al darle accionar se ejecutará el código el cual realiza el filtro de mediana con el valor óptimo de este arrojados en los resultados del objetivo específico 1 del presente documento y que en el caso contrario de no haber cargado la imagen aparecerá un dialogo con el error el cual dirá que debe cargar la imagen .
- Botón del filtro de magnitud de gradiente: ubicado en la parte del medio a la izquierda el cual al darle accionar se ejecutará el código el cual realiza el filtro de realce de bordes con el valor óptimo de este arrojados en los resultados del objetivo específico 2 del presente documento y que en el caso contrario de no haber cargado la imagen aparecerá un dialogo con el error el cual dirá que debe cargar la imagen .
- Botón de anterior: ubicado en la parte del medio a la izquierda el cual al darle accionar se ejecutará el código el cual mostrará la imagen anterior al último filtro

utilizado y en caso de no haber cargado la imagen y aplicado uno de los dos posibles filtros no estará habilitado al usuario.

Donde la mencionada interfaz gráfica de Usuario tendrá el diseño que se puede ver en la figura 6.

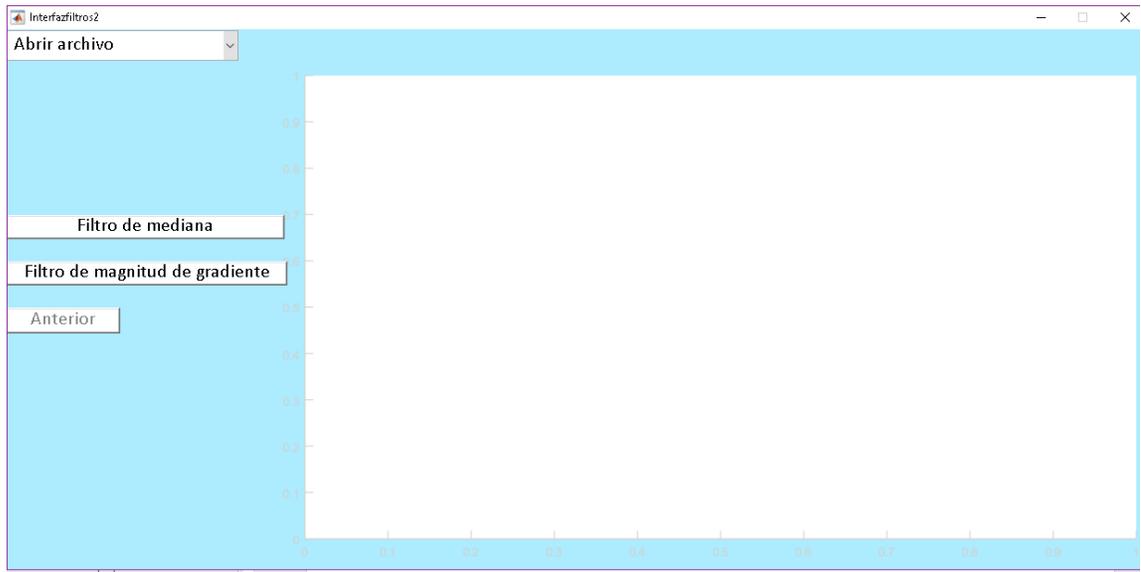


Figura 6: diseño de la interfaz grafica de usuario, captura de pantalla

Conclusiones

Al haber obtenido el mejor filtro para la visualización de imágenes médicas de cáncer gástrico mediante las herramientas utilizadas podemos concluir que será de gran utilidad clínica en la tipificación y caracterización de esta enfermedad, ya que el poder contar con una herramienta computacional que permita al gastroenterólogo, o al oncólogo, obtener un diagnóstico confiable con un cierto grado de precisión de la aparición de cáncer gástrico, ha sido el objeto principal de los artículos revisados.

Se puede observar que al someter las imágenes a los diferentes filtros permite visualizarlas mejor, gracias al desarrollo y tratamiento digital de imágenes con los diferentes métodos anteriormente expuestos para la extracción de la información necesaria, se mejoró así el resaltado de diferentes rasgos o características importantes en las imágenes de modo que faciliten y mejoren el diagnóstico del cáncer gástrico.

BIBLIOGRAFIA

Houghton J, W. T. (2006). *Tumors of the stomach*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Ayala Acosta, J. C., & Lotero Gómez, J. D. (2013). *Tamización de cáncer gástrico*. Bogotá: Universitas Médica.

World Health Organization. (2008). *International Agency for Research on Cancer*. GLOBOCAN .

American Cancer Society. (2014). *Cancer de estomago*. Obtenido de www.cancer.org

Luengo, J. (5 de enero de 2016). *www.panorama.com.ve*. Obtenido de

<http://www.panorama.com.ve/ciudad/Asociacion-Anticancerosa-deVenezuela-Se-detectaron-50-mil-nuevos-casos-de-cancer-en-2015-20160204-0060.html>

Camacho, I. H. (15 de junio de 2017). *la lucha contra el cáncer en Colombia*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-

Mandal. (2015). International Journal of Emerging. *CANCER CLASSIFICATION* , 172-178.

Amirih, Z. M. (2005). *Assessment of Gastrical cancer survival: using an artificial hierarchical neural network*. Pakistan.

- Sommen, V. d. (2016). *computer-aided detection of early*. Obtenido de Endoscopy © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-105284>
- Rasoul a., M. e. (2012). Solving mammography problems of breast. *Indian Journal of Science and Technology, Vol. 5 No. 4* , 2520-2528.
- Patel b, S. (2010). Early detection of breast cancer using self. 39-44.
- Hu, T. L.-H.-G.-C. (2011). Study. *Spectroscopy 26* , 155–165.
- Waghulade Kamini T, K. y. (2016). *early breast cancer detection by using image processing*. International Journal of Innovations in Engineering, Research and Technology.
- Kaur Sandhu Ishwinder, N. M. (2014). Prasad Aharwal Ravindra and. *Diagnosis of cancer using artificial neuralnetwork and cloud computing approach, World Journal of Pharmacy* , 1533-1548.
- Hsuan-Ting, C. (s.f.). *National Yualing*. Obtenido de Early stage gastric cancer detection in magnified nbi endoscopy images:
<http://www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann2/concepts/taxonomy.htm>,
<http://www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann2/concepts/biotype.htm>
- Serpa Andrade, L. J. (2014). *Propuesta de un método basado en visión*. Cuenca, Ecuador.
- Volcanes, R. .. (2008). Sistema para detección de tumores en imágenes gastroscópicas utilizando técnica de encadenamiento difuso de pirámide y redes neuronales. *Revista Ingeniería UC* , 81-87.
- Alcaide J, P. O. (2015). *Diseño de un sistema inteligente para la detección de adenocarcinoma gástrico*. México D.F.: 15vo Congreso Nacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas.

- Karkanis, s. I. (2014). *Tumor recognition in endoscopic video images using artificial neural network architectures.*
- Nawgaje, D. K. (2013). *Implementation of computational intelligent techniques for diagnosis of cancer using digital signal processor.* International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management.
- Sudhakar, v. a. (2016). automatic breast cancer detection using fuzzy k means clustering approach. *International Journal of Science and Humanities, Volume 2, Number 1* , 1-8.
- Somayeh Hosaini, S. E. (2015). Reast cancer tumour diagnosis from mammography images using wavelet transform and hidden markov mode. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 4* .
- MarwahA Sheenum, M. H. (2012). Automatic diagnosis systems using image processing- a systematic study. *iracst - International Journal of Computer Science and Information Technology & Security (IJCSITS), Vol. 2, No.2* .
- Narayana R, T. G. (2014). *Classical and novel diagnosis techniques for early breast cancer detection – a comparative approach.* Obtenido de International Journal of Engineering Mathematics and Computer 3: <http://innovativejournal.in/ijemcs/index.php/ijemcs>
- Tawfiq, L. A.-j. (2015). Diagnosis of cancer using artificial neural network. 45 – 49.
- Sharma, P. M. (2013). Computer aided diagnosis based on medical image processing and artificial intelligence methods. *International Journal of Information and Computation Technology* , 887-892.
- Ejaz, N. J. (2013). Implementation of computer aided diagnosis system FOR LUNG CANCER DETECTION. *Lecture Notes on Software Engineering, Vol. 1, No. 4* , 364-369.

- T Mythili., D. V. (2016). Efficient cancer clustering and classification using multilayer feed forward artificial neural networks. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* .
- E., E. (2016). *Computer aided diagnosis system for lung cancer detection using svm*. Chipre: In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Computer Engineering, Near East University.
- Pala T, Y. I. (2017). Association rule for classification of breast cancer patients. *Innovations on Intelligents Systems and Applications Symposium ASYU* , 155-160.
- Palkar P, A. (2016). A technique to extract statistical parameters of digital mammogram to detect breast cancer. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 3* .
- Singh N, A. A. (2016). Lung cancer detection using medical images through image processing. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences* .
- Ramos AR, S. R. (2008). Helicobacter pylori y cáncer gástrico. *Rev gastroenterol Perú* , 258-266.
- A, C. (2011). Diagnóstico precoz del cáncer gástrico estrategias de prevención secundaria y dificultades del diagnóstico de lesiones precoces. *Rev Médica Clínica Las Condes* , 477-484.
- Ferlay J, S. I. (2013). *Incidencia y mortalidad por cáncer en todo el mundo: IARC CancerBase No .11 [Internet]*. Obtenido de GLOBOCAN 2012 v1.0:
<http://globocan.iarc.fr/Default.aspx>

- Jurado, C. A. (16 de abril de 2008). *scielo colombia*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822008000200005&lng=en&tlng=es.
- Chapman, S. (2004). *MATLAB Programming for Engineers*. Australia • Canada • Mexico • Singapore • Spain • United Kingdom • United States: Thomson.
- Johnson H., M. M. (2009). *Insight Software Consortium. Insight Segmentation and Registration Toolkit*.
- Lorensen, J. W. (1998). *The visualization toolkit (2nd ed.): Un enfoque orientado a objetos para gráficos 3D*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, Nueva Jersey , EE. UU.
- Stroustrup, B. (1985). *The C++ Programming Language* . Addison-Wesley.
- Paul Yushkevich, P. (14 de noviembre de 2014). *ITK-SNAP*. Obtenido de ITK-SNAP: <http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php>
- Will Schroeder, K. M. (1998). *Kitware*. Obtenido de <https://www.kitware.com/volview/>
- Pérez, A. B. (2016). *Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imagen*. Bilbao.
- RUIZ, M. A. (2016). *PROCESAMIENTO DE IMÁGENES*. BOGOTÁ D.C.: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Jaramillo, A. &. (s.f.). Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21132/Verificaci%C3%B3n_Satelite.pdf/b5805df1-e1df-4427-b358-a54acd2eeb04
- AGUDELO, E. M. (2016). *PROGRAMA DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ADQUIRIDAS POR MEDIO DEL SENSOR KINECT PARA DETERMINAR LA POSIBILIDAD UNA VÍCTIMA EN DETERMINADA ZONA*. BOGOTÁ D.C.

http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21132/Verificaci%C3%B3n_Satelite.pdf/b58

05df1-e1df-4427-b358-a54acd2eeb04