



PARAMETRIZACIÓN DE ESTENOSIS EN ARTERIAS CORONARIAS, A PARTIR DE IMÁGENES ANGIOGRÁFICAS SEGMENTADAS

PARAMETRIZATION OF STENOSIS IN CORONARY ARTERIES, FROM SEGMENTED ANGIOGRAPHIC IMAGES

Autor: Diego Javier Leal Diaz

Afiliación: Semillero de investigación de Ingeniería Biomédica y Telecomunicaciones (SIIBTEL)

Resumen

En el presente proyecto se propone el desarrollo de un aplicativo software que permita la parametrización de estenosis en las arterias coronarias, partiendo de imágenes angiográficas las cuales fueron pasadas por una etapa de pre-procesamiento para mejorar la calidad de las imágenes y eliminar objetos indeseados en estas (costillas, columna, pulmones, guía de imagen, entre otros), este proceso se realiza utilizando técnicas como sustracción logarítmica, algoritmos de realce de contraste, morfología matemática, entre otros y una etapa de procesamiento que se fundamenta en un algoritmo de crecimiento de regiones para obtener el cuerpo arterial en su totalidad, logrando eliminar todo el fondo de la imagen. A partir de las imágenes angiográficas segmentadas se procede al desarrollo del algoritmo que permita la parametrización de la estenosis en dichas arterias, para ello se han tenido en cuenta y se han venido estudiando minuciosamente algunas técnicas como lo son Compressive Sensing, transformadas Wavelet y Watershed, donde permiten obtener patrones característicos de la imagen; Se debe elegir cual técnica es la que brinda mejores resultados para el desarrollo del algoritmo, identificando en qué lugar se encuentra la patología, que porcentaje de lípidos (grasas) posee la arteria y cuál es el lumen de dicha arteria y así proceder al desarrollo del aplicativo software que sirva como herramienta al especialista para tomar una decisión mucho más acertada y eficiente.

Abstract

In this project it is propose the development of a software application that allows the parameterization of stenosis in the coronary arteries, starting from angiographic images which were passed through a pre-processing stage to improve the quality of the images and eliminate unwanted objects in these (ribs, column, lungs, image guide, among others), This process is carried out using techniques such as logarithmic subtraction, contrast enhancement algorithms, mathematical morphology, among others and a processing stage that is based on an algorithm of growth of regions to obtain the arterial body in its entirety, managing to eliminate all the background of the image. From the segmented angiographic images, it is proceed to develop the algorithm that allows the parameterization of the stenosis in these arteries, for this, some techniques have been taken into account and have been studied in detail, some techniques such as Compressive Sensing, Wavelet and Watershed Transforms, where they allow to obtain characteristic patterns of the image; You must choose which



technique is the one that provides the best results for the development of the algorithm, identifying where the

pathology is, what percentage of lipids (fats) the artery has and what is the lumen of said artery and so proceed to the development of the software application that it serves as a tool to the specialist to make a much more accurate and efficient decision.

Palabras claves: Morfología del corazón, Arterias coronarias, Cateterismo arterial, Angiografía, Estenosis, Imagen.

Keywords: Morphology of the heart, Coronary arteries, Arterial catheterization, Angiography, Stenosis, Image.

I. Introducción

En el campo de la medicina, cada vez es más utilizado las imágenes como referencia para el entendimiento e intervención en los procesos de lesión y enfermedades humanas. El uso de estas imágenes para el manejo e interpretación de procesos biológicos y médicos continua su expansión tanto en la medicina clínica, como en la investigación biomédica.

Las enfermedades cardiovasculares son una de las fuentes de mayores muertes a nivel mundial, en este caso la estenosis aórtica es actualmente la principal enfermedad valvular en el mundo. La calcificación valvular es la etiología más frecuente, seguido por enfermedades congénitas y afección reumática. Esta última aún tiene una prevalencia importante en países en vías de desarrollo, aunque, en forma general, se ha reportado una disminución en su incidencia. La calcificación valvular aórtica se considera una enfermedad compleja, de etiología probablemente sistémica, con fenómenos de inflamación local, calcificación y acumulación de lípidos, muy parecida a la fisiopatología de la aterosclerosis. La incidencia de la estenosis aórtica tiene un incremento exponencial relacionado con la edad, así como con otros factores de riesgo, como la hipertensión arterial sistémica o la diabetes mellitus, por lo que se ha considerado a la calcificación aórtica como una manifestación de enfermedad cardiovascular, la cual, debido a su afectación en el sistema nervioso central, el sistema vascular periférico, renal y cardiaco, entre otras, es la principal causa de muerte en el mundo, El estudio esta patología se realiza por medio de la angiografía coronaria el cual es un procedimiento en el que se utiliza un tinte especial (material de contraste) y rayos X para observar la forma en que fluye la sangre a través de dichas arterias. El análisis cuantitativo y cualitativo de estas imágenes, es realizado por lo general de manera visual por parte del especialista para poder detectar la patología.

En el presente trabajo se propone el desarrollo de un aplicativo software que permita la parametrización de estenosis en las arterias coronarias, donde le sirva como herramienta al especialista y así pueda dar un dictamen mucho más acertado y seguro.

II. Materiales y Métodos

III. Resultados

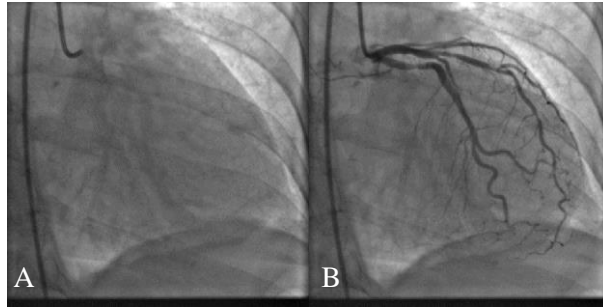


Figura 1. (A) Imagen sin inyección de contraste (B) Imagen con inyección de contraste
Fuente: Elaboración propia

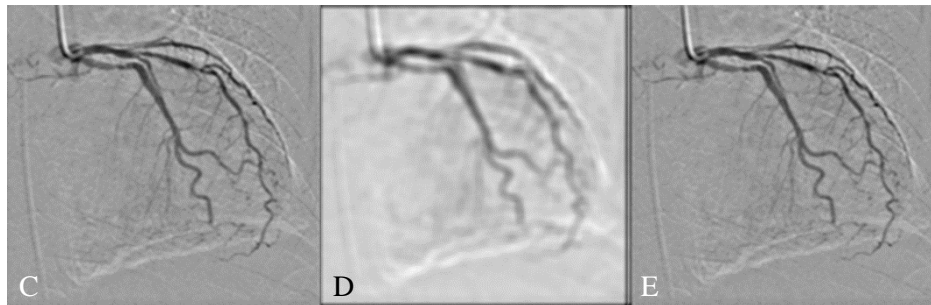


Figura 2. (C) Sustracción logarítmica, (D) Filtro promediador, (E) Regresión lineal
Fuente: Elaboración propia

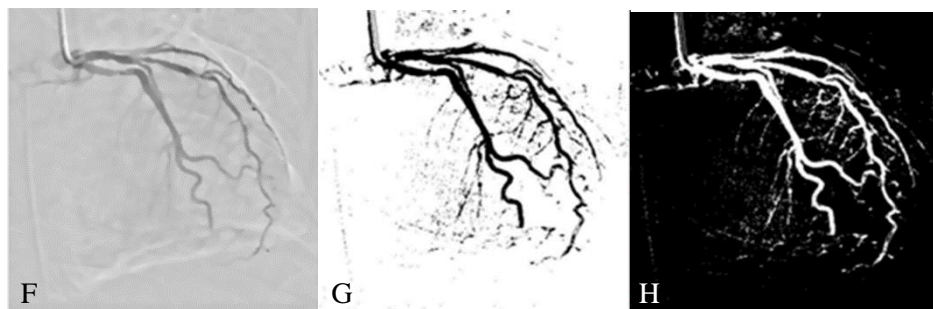


Figura 3. (F) Filtro de difusión anisotrópica, (G) Umbralización (Binarización), (H) Inversa de Umbralización
Fuente: Elaboración propia

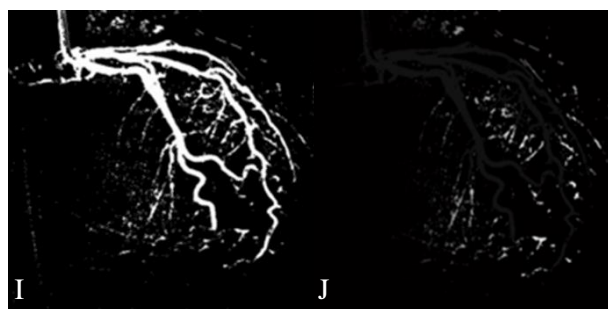


Figura 4. (I) Morfología/Clausura, (J) Etiquetado por Áreas.
Fuente: Elaboración propia

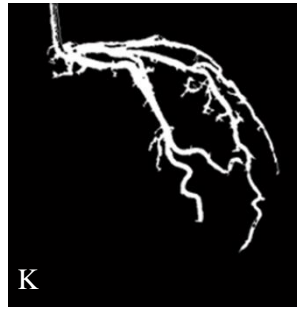


Figura 5. Segmentación final, algoritmo de crecimiento de regiones.
Fuente: Elaboración propia

Como resultado se observa una sucesión de imágenes denotadas con letras que van desde la 'A' hasta la 'K'. Se puede observar que de la 'A' a la 'B' respectivamente se presentan las imágenes de angiografía sin contraste y angiografía contrastada. Luego de dar inicio formal a la etapa de pre-procesamiento se empiezan a visualizar cada uno de los resultados obtenidos al final de cada una de las sub-etapas presentadas de la 'C' a la 'K'; nótese que al final de las tres primeras etapas (C-F) la mayoría de los ruidos que afectan a este tipo de angiografía han desaparecido, elementos como costillas sin embargo se aprecia un pequeño vestigio del catéter al inicio de la arteria y se obtiene una estructura más definida del objeto de estudio, que para este caso es la arteria coronaria derecha.

Una vez obtenida la imagen procedente del proceso de regresión lineal, ésta es sometida a un filtrado de difusión anisotrópica; proceso que se encarga de culminar el proceso de homogenización (G), en el cual se puede observar que el fondo (background) de la imagen es más compacto, es decir, posee una escala de gris más uniforme y fácilmente diferenciable de la estructura arterial, una vez llegado a este punto se realiza una detección de contornos sobre ésta imagen, contorno que luego será mapeado sobre la imagen de regresión lineal para posteriormente ejecutar un proceso de Binarización por sectores de la imagen estableciendo un umbral semi-estático, proceso del cual se desprende la imagen (H); dicha detección de contorno fue necesariamente ejecutada con la finalidad de consolidar la estructura de las arterias aquí trabajadas, debido a la gran cantidad de sub-divisiones o ramas (branches). Teniendo en cuenta que sigue, según la metodología descrita, un proceso de morfología matemática, se hace necesario invertir los valores de la imagen anterior (H) para poder trabajar sobre la arteria representada con el color blanco (I), debido a que el proceso a implementar actúa sobre valores binarios referentes al color blanco.

Una vez aplicado el proceso morfológico, se denota según la imagen (J) que los desperfectos que inciden al interior de la arteria luego de la binarización, son corregidos sin alteración de la data, es decir, se completa nuevamente la estructura de ésta para posteriormente realizar un filtrado por áreas que permite identificar plenamente el área de interés, área principal (K), sobre la cual se sembraran semillas con un proceso de validación que permite hacer crecer la región arterial dejando de lado las sub-áreas que se forman alrededor de ésta



IV. Conclusiones

El tratamiento de imágenes médicas es una rama bastante compleja de trabajar, debido a las características propias de la imagen, por esta razón existe un porcentaje numeroso de que el especialista pueda tener un error a la hora de tomar una decisión.

A nivel de resultados, se logra realizar una buena segmentación de los troncos coronarios, eliminando todos los factores de ruido que afectan a la imagen original.

Trabajos futuros

El siguiente paso a realizar es un análisis más a fondo respecto a las técnicas de procesamiento que permitan la parametrización de estenosis partiendo del cuerpo arterial ya segmentado, las técnicas que se han identificado son Compressive Sensing, Transformadas Wavelet y Watershed, estas permiten obtener patrones característicos de las imágenes y así seleccionar alguna de ellas, observando cual es la que permite una mejor caracterización para obtener mejores resultados, optando así desarrollar el algoritmo de parametrización que logre identificar en qué lugar se encuentra la patología, que porcentaje de lípidos (grasas) posee la arteria y cuál es el lumen de dicha arteria, para proceder a la última etapa que es el desarrollo del aplicativo software que sirva de herramienta al especialista en el momento de tomar una decisión para la detección de la estenosis.

Referencias

Iván José Sastre, R. P. (s.f.). ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL CORAZON. Formación Alcalá.

Marrupe, D. L. (2002). Enfermedad de las arterias coronarias. Madrid, España.

Programme, C. D. (9-12 de July de 2002). Integrated Management of Cardiovascular Risk. Geneva: World Health Organization.

Salud, I. N. (9 de Diciembre de 2013). ENFERMEDAD CARDIOVASACULAR: principal causa de muerte en colombia. Colombia.+

Uribe, A. S. (2016). Cirugía Cardíaca: Estenosis Aórtica. Costa Rica: REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTRO AMERICA LXXIII.