

**Plan de Trabajo Final
Carrera Ingeniería de Sistemas**

Facultad de Ciencias Exactas – UNICEN

Tema: Herramienta de medición del espesor Íntima-Media en imágenes de ultrasonido Carotídeo

Alumnos: Agustín Gabiola / Gastón Claret

Director: Dr. Ing. Jose M. Massa

Codirector: Ing. Lucas Lo Vercio

- 1. Introducción**
- 2. Motivación**
- 3. Objetivos**
- 4. Cronograma de actividades**
- 5. Bibliografía**

Herramienta de medición del Espesor Intima Media en imágenes de ultrasonido carotídeo

Alumnos:

Agustín Gabiola – Gastón Claret

Director:

Dr. Ing. Jose M. Massa

Co-Director

Ing. Lucas Lo Vercio

1. Introducción

De acuerdo a los datos revelados recientemente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares representan la tercera causa de muerte en los países Occidentales. Es por esto que la individuación de los marcadores tempranos de riesgo de enfermedad cardiovascular es un parámetro de suma importancia en la práctica clínica [1]. A pesar de ser una enfermedad tan importante, las políticas aplicadas en el cuidado de la salud por los gobiernos durante años se concentran principalmente en estrategias de prevención de riesgos cardiovasculares mediante la educación y promoción de estilos de vida más sanos, cuando hoy en día se sabe que no son suficientes. [2]

La manifestación más temprana de un posible desarrollo de una enfermedad cardiovascular es la aterosclerosis. La aterosclerosis tiene una larga etapa subclínica (asintomática), lo que ofrece una oportunidad para desarrollar estrategias que prevengan las complicaciones que puedan surgir dependiendo del individuo o frenar/ralentizar la evolución de esta enfermedad. Este síndrome se inicia con el depósito de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y otros materiales provenientes del torrente sanguíneo en la pared íntima de la carótida, produciendo una reducción del flujo sanguíneo.

El indicador más utilizado para riesgos cardiovasculares y cerebrovasculares es el espesor entre las capas íntima e media carotídeo conocido como IMT [1]. Trabajos clínico-terapéuticos de regresión con hipolipemiantes han establecido que el IMT es un marcador válido de progresión y regresión de enfermedad aterosclerótica [3].

El IMT se calcula a partir del análisis de las imágenes de ultrasonido. El uso de esta tecnología para la detección, evaluación y diagnóstico de enfermedades arteriales está ampliamente establecido en el mundo de la salud debido a su naturaleza no invasiva, visualización en tiempo real, repetición, seguridad, se obtienen a partir de equipos de bajo costo (comparados con otros equipos médicos que ofrecen la misma funcionalidad) y el continuo avance en la calidad de las imágenes resultantes; siendo la tecnología más elegida al momento de consultas rutinarias.

La calidad de estas imágenes se ve afectada por varios factores entre los que se encuentran las características de la máquina/scanner que obtiene la imagen y la técnica utilizada por el especialista que toma la imagen. En particular las imágenes contienen un tipo especial de ruido denominado speckle, particular de las imágenes de ultrasonido. Este ruido es una interferencia causada por la dispersión múltiple de las ondas de sonido: reduce la calidad general, ya que distorsiona y corrompe las imágenes creando un efecto de “pixelado” que es perjudicial tanto para el ojo humano (dificulta su observación) como para la ejecución de algoritmos de procesamiento de imágenes [4].

El ruido speckle representa el principal factor en la degradación del contraste de resolución de la imagen, limitando la detección de lesiones pequeñas y con bajo contraste, lo que generalmente resulta en que estas lesiones no sean detectadas por una persona no especializada en el tema y en numerosos casos, que especialistas experimentados no lleguen a conclusiones útiles al analizar la imagen. Además, el ruido speckle limita la efectividad de la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes como segmentación y detección de bordes, por lo que resulta necesario filtrar este ruido si se desea un mejor funcionamiento de los algoritmos. En el proceso de eliminación de ruido hay que tener en cuenta varios aspectos como por ejemplo, la sensibilidad de la ventana utilizada, la degradación de los bordes, los criterios de evaluación, diferentes valores de intensidad para diferentes imágenes, entre otros.

En este trabajo se decidió explorar diferentes filtros entre los cuáles, debido a investigaciones previas dedicadas especialmente a la problemática de la segmentación en la

carótida, se destacan el filtro geométrico, media, mediana y media ponderada todos por ser simples y efectivos en el procesamiento de las imágenes de ultrasonido para la segmentación automática de la IMT y la placa carotídea.

La aplicación de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes puede ayudar a la obtención de ciertas características (especialmente de texturas) de la imagen de ultrasonido digitalizada y, así, mejorar el proceso de interpretación. La identificación manual de las paredes de la carótida requiere de cierto grado de experiencia por parte del humano que observa la imagen, además de ser un trabajo tedioso y estar sujeto a ciertas variaciones dependiendo del observador pero especialmente aquellas imágenes que contienen ruido como se explicó anteriormente. Por esto último, resulta útil automatizar el proceso de diagnóstico, por lo que se necesita la identificación de las paredes arteriales, siendo muy importante una definición o segmentación de las mismas para una medición precisa y un análisis confiable de la geometría vascular y su elasticidad.

En cuanto a los métodos de segmentación, se propone la exploración de los métodos de detección de bordes y el método de contornos activos conocido como *snakes*, ya que estos modelos deformables se pueden adaptar fácilmente a este problema y son ampliamente usados en imágenes médicas [5]. Se propone calcular el indicador IMT utilizando estos métodos de segmentación y en este punto es interesante asumir que la utilización de un método semi-automático de medición permite la obtención de mayor cantidad de mediciones en menor tiempo y esfuerzo que en el caso de un método totalmente manual.

Los trabajos de investigación dedicados a este tema crecen cada año, denotando la importancia que ha adquirido en el ámbito académico y como la búsqueda de métodos y aplicaciones óptimas que ayuden al profesional sigue pendiente [6]. A pesar de este crecimiento en el ámbito académico, los avances en los equipos de ultrasonido hacen necesario nuevas y mejores técnicas de eliminación de ruido y por ende algoritmos más robustos y precisos, que sean cada vez más independientes del usuario.

2. Motivación

Dada la importancia de la medición de la IMT, y que el proceso manual de medición resulta tedioso para el profesional, además de la dificultad existente para poder medir

manualmente de forma precisa utilizando gran cantidad de puntos de referencia, resulta necesario que el profesional pueda contar con una herramienta que le asista al momento de realizar gran cantidad de mediciones en uno o más estudios.

Además, es de interés que la aplicación esté disponible de forma libre y gratuita para futuras investigaciones académicas ya que los costos para acceder a una licencia de software que ofrecen esta funcionalidad son muy altos. Este punto es de gran importancia ya que, por lo general, el software comercial para la medición de la IMT no revela con precisión los algoritmos utilizados debido a cuestiones de licencia.

3. Objetivos

El proyecto se enmarca en el ámbito de las Herramientas de Asistencia al Diagnóstico (*CAD - Computer-aided diagnosis*) de imágenes de ultrasonido vascular, específicamente en la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes para la medición semi-automática del espesor íntima-media carotídeo para el diagnóstico preciso de afecciones cardiovasculares.

El objetivo principal es que, al finalizar el presente trabajo final, se disponga de una herramienta que permita experimentar con algoritmos de procesamiento de imágenes para el estudio de imágenes de ultrasonido en la obtención del IMT y además brindar una herramienta de asistencia (*CAD*) al profesional médico en el diagnóstico de patologías de la arteria carótida. Concretamente, se pondrá a disposición de profesionales cardiólogos, con interés académico, la herramienta, para que sea utilizada durante un período de prueba con un conjunto de pacientes seleccionados a tal fin. La herramienta consistirá de un conjunto de algoritmos de filtrado y segmentación, y distintos métodos de medición, de modo que el profesional pueda valerse de la combinación de técnicas que considere apropiadas y eficientes.

Como requisito de diseño de la herramienta se propuso la extensibilidad: se implementarán los filtros con una metodología modular, para que la incorporación de nuevos filtros sea fácil, clara y sin cambios mayores en el código fuente y la elección de su aplicación desde la interfaz de usuario. Es decir que se contempla que la Herramienta no solo pueda ser utilizada por el médico para realizar las mediciones sino que también pueda ser utilizada para experimentar con prototipos de nuevos algoritmos por parte de investigadores en el área de procesamiento de imágenes médicas.

Como objetivos particulares podemos mencionar:

- Implementar técnicas de filtrado de imágenes, en particular apuntando a reducir el ruido específico de las imágenes de ultrasonido.
- Implementar diferentes técnicas de extracción de bordes en imágenes para el dominio.
- Evaluar las técnicas implementadas para determinar la eficiencia de las mismas.
- Implementar técnicas de medición semiautomáticas y automáticas del espesor arterial. Proponer una metodología para el uso conjunto de las herramientas de pre-procesamiento, segmentación y medición desarrolladas.

4. Plan de trabajo

El trabajo se organiza de la siguiente manera:

- **Captura:** En este contexto, las imágenes son capturadas por un equipo de ultrasonido específico. Al tratarse de una herramienta de medición que debe contemplar ciertos parámetros de captura, se estudiarán las características de las imágenes de salida que proporciona así como los mecanismos de comunicación del equipo para el almacenamiento y transporte de las imágenes.
- **Pre-procesamiento:** En este trabajo se analizarán las fuentes de ruido presentes en las imágenes y se estudiarán diferentes métodos para reducirlos, se planifica implementar los filtros clásicos de procesamiento de imágenes (media, media ponderada, mediana) y además filtros específicos para el problema, como por ejemplo el filtro geométrico. Se realizará un análisis de sensibilidad a los parámetros para los filtros desarrollados.
- **Segmentación:** Se aplicarán métodos clásicos basados en algoritmos de detección de bordes y se desarrollarán métodos heurísticos que permitan identificar de forma automática, los bordes de las paredes arteriales sobre diferentes imágenes de ultrasonido. Además se estudiará la segmentación de placas de ateroma mediante técnicas basadas en análisis de histograma.
- **Medición de Características:** Se implementarán métodos manuales y semi-automáticos para la medición del espesor de la capa Íntima Media y Adventicia

que formarán el vector característico para un estudio en particular. La idea es poder brindar una herramienta de estadística del IMT con mayor volumen de datos que con métodos manuales de medición.

- Análisis y evaluación de la herramienta por parte de profesionales en cardiología con el fin de correlacionar las mediciones obtenidas con otros programas utilizados como referencia en este ámbito médico.

4.1 Tareas realizadas:

- Relevamiento bibliográfico
- Estudio de imágenes de ultrasonido
- Análisis e implementación de la obtención de imágenes desde el sistema de ultrasonido.
- Análisis e implementación de técnicas de pre-procesamiento
- Comienzo del desarrollo de métodos de segmentación

4.2 Tareas en proceso:

- Desarrollo e implementación de métodos de segmentación
- Validación de los desarrollos parciales con un profesional médico
- Implementación de técnicas de medición
- Evaluación de los métodos de segmentación
- Integración de las técnicas y métodos en una plataforma/herramienta
- Evaluación de la herramienta por parte de un profesional
- Redacción del informe final

5. Bibliografía

- [1] Molinari, F., Zeng, G., & Suri, J. S. (2010). “A state of the art review on intima–media thickness (IMT) measurement and wall segmentation techniques for carotid ultrasound”. *Computer methods and programs in biomedicine*, 100(3), 201-221.
- [2] Santana, D. B., Zocalo, Y. A., & Armentano, R. L. (2012). “Integrated e-Health approach based on vascular ultrasound and pulse wave analysis for asymptomatic atherosclerosis detection and cardiovascular risk stratification in the community”. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(2), 287-294.
- [3] Sergio Chain, Hector L. Luciardi, Gabriela Feldman, Alfredo Valberdi (2005). “El espesor íntima-media carotídeo, un marcador de aterosclerosis subclínica y riesgo cardiovascular. Importancia de su valoración y dificultades en su interpretación”. Publicación interna de la Universidad Nacional de Tucumán. [Online] Disponible: <http://www.fac.org.ar/1/revista/05v34n3/revision/revis02/chain.PDF>.
- [4] Loizou, C. P., Pattichis, C. S., Christodoulou, C. I., Istepanian, R. S., Pantziaris, M., & Nicolaidis, A. (2005). “Comparative evaluation of despeckle filtering in ultrasound imaging of the carotid artery”. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*, 52(10), 1653-1669.
- [5] McNerney, T., & Terzopoulos, D. (1999). T-snakes: Topology adaptive snakes. *Medical image analysis*, 4(2), 73-91.
- [6] Yang, X., He, W., Li, K., Jin, J., Zhang, X., Yuchi, M., & Ding, M. (2012). “A Review On Artery Wall Segmentation Techniques And Intima-Media Thickness Measurement For Carotid Ultrasound Images”. *Journal of Innovative Optical Health Sciences*, 5(01).