

Determinación de Fibrosis Pulmonar en 3D Mediante Segmentación por Contornos Activos.

Proyecto de Tesis de Maestría
Posgrado en Ingeniería Electrónica
Asesor: Dr. Aldo R. Mejía Rodríguez

Motivación

La fibrosis pulmonar (FP) es una enfermedad intersticial pulmonar progresiva caracterizada por la cicatrización del tejido pulmonar, volviendo rígidos a los pulmones y dificultando el intercambio gaseoso y la respiración, produciendo un decaimiento gradual de las funciones pulmonares con una media de supervivencia de 3 a 5 años después del diagnóstico [1]. Se desconoce la causa exacta de la enfermedad, sin embargo factores de riesgo son el tabaquismo, la inhalación de agentes fibrogénicos como el asbesto o enfermedades sistémicas autoinmunes [1-3]; es importante definir el grado de afectación en pacientes con FP para identificar a aquéllos que pudieran verse beneficiados con tratamiento médico.

El diagnóstico y la evaluación del grado de afectación de la fibrosis se basa en pruebas de función pulmonar, biopsias pulmonares, e imágenes de Tomografía Axial Computarizada (TAC) [4], siendo esta última técnica la que brinda una mayor precisión para diferenciar el grado de fibrosis en el tejido pulmonar [4, 5].

Utilizando la TAC, médicos neumólogos especialistas se encargan de determinar el porcentaje del área total de los pulmones que se ve afectada por la FP mediante una inspección visual de las imágenes, delimitando el área correspondiente a tejido fibroso, y determinan empíricamente el porcentaje de fibrosis en cada pulmón de acuerdo a su experiencia y conocimiento de la estructura del parénquima pulmonar sano, vías aéreas, vasculatura y patrón imagenológico de la enfermedad (Figura 1). Las características observadas por los médicos en la TAC para determinar la zona de FP son irregularidades intralobulares periféricas y quistes subpleurales con forma semejante a un panal de abejas [1,2]. Se ha reportado que los médicos suelen tardar alrededor de dos minutos en inspeccionar una imagen de TAC, pero existe una cierta variabilidad entre los porcentajes reportados por los expertos [5], por lo tanto resulta útil desarrollar herramientas auxiliares que permitan obtener valores cuantitativos de forma semiautomática, reproducibles, evitando la variabilidad inter-observador.



Fig. 1. Determinación de FP en una imagen de TAC realizada por un experto médico. La línea roja es definida por el médico de forma manual e indica el área considerada como FP hacia el borde externo de los campos pulmonares. El porcentaje de fibrosis estimado fue 10% para el pulmón derecho y 5% para el pulmón izquierdo empíricamente.

Nuestro grupo de trabajo ha realizado esfuerzos para desarrollar una metodología, basada en segmentación por el método de Chan-Vese, que permita estimar cuantitativamente el porcentaje de FP (%FP) de forma semiautomática, tratando de emular el análisis de imágenes 2D de TAC realizado por los médicos [6]. Los resultados obtenidos son muy similares a los calculados por especialistas clínicos, sin embargo en la actualidad no existe información del %FP de toda la estructura volumétrica de los pulmones, ni una representación 3D de la enfermedad, por lo que resulta importante generar este tipo de herramientas que puedan ser de gran interés como apoyo para el diagnóstico de la enfermedad.

Objetivo

Desarrollar una metodología que permita cuantificar el %FP volumétrico en imágenes de TAC tórax, así como de generar una representación 3D de la FP utilizando métodos de segmentación por contornos activos.

Metodología

La metodología comprende 3 fases: 1) Estudiar diferentes métricas de textura, homogeneidad y/o fractalidad para aplicar a las imágenes de TAC con el objetivo de intentar evidenciar claramente la región de FP. 2) Estudiar e implementar métodos de segmentación en 3D para extraer la región de FP de forma volumétrica, así como estimar el %FP de todo el pulmón. 3) Realizar una representación 3D de las regiones correspondientes a pulmones sanos y pulmones afectados por FP, utilizando herramientas especializadas de visualización 3D para imágenes médicas como son las librerías del Visualization ToolKit (VTK).

Calendario de Actividades

- *Junio-Diciembre/2017*. Estudiar, entender diversas métricas de textura, regularidad y/o fractalidad que permitan evidenciar la FP presente en las imágenes de TAC. *Cursar* las dos materias que se proponen.
- *Enero/Mayo 2018*. Estudiar, optimizar y aplicar métodos de segmentación en 3D específicos para uso en imágenes de TAC de tórax, estimación de la FP en 3D de forma semiautomática, y visualización tridimensional de fibrosis.
- *Mayo-Julio/2018*: Redacción del documento de tesis.
- *Agosto/2018*: Presentación de los exámenes previo y final de grado.

Materias por Cursar

En el semestre Agosto-Diciembre/2017 se deben cursar las dos siguientes materias:

1. Procesamiento digital de imágenes médicas.
2. Detección y estimación.

Bibliografía

- [1] L. Goldman y A. I Schafer, "Goldman's cecil medicine", ELSEVIER, 2008, cap. 92, pp. 556-562.
- [2] V.Courtney Broaddus, MD, Robert J. Mason, MD, Joel D Ernst, MD, Talmadge E King, Jr, MD, Stephen C. Lazarus, MD, John F. Murray, MD, et al., "Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine", ELSEVIER, 2016, cap 63, pp. 1118-1135.
- [3] K. Macneal, D.A. Schwartz, "The genetic and environmental causes of pulmonary fibrosis," Proc Am Thorac Soc. vol. 9, no. 3, pp. 120-5, Julio 2012.
- [4] T.J. Gross, G.W. Hunninghake, "Idiopathic pulmonary fibrosis," N Engl J Med. Vol. 345, no. 7, pp. 517-25, Ago. 2001.
- [5] N.S. Goh, S.R. Desai, S. Veeraraghavan, D.M. Hansell, S.J. Copley, T.M. Maher, et al., "Interstitial lung disease in systemic sclerosis: a simple staging system", Am J Respir Crit Care Med. vol. 177, no. 11, pp. 1248- 1254, Jun. 2008.
- [6] Rodríguez-Obregón D.E.; Mejia-Rodriguez, A.R.; Dorantes-Mendez, et al. "Sistema de apoyo para la cuantificación semiautomática de fibrosis pulmonar en imagenes de TAC", Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica Vol.38, No.1, 2017, pp. 155-165. ISSN: 2395-9126.