

Caracterización 3D de Tejido Pulmonar en Imágenes de TAC Mediante Segmentación por Contornos Activos Probabilísticos.

Proyecto de Tesis de Maestría
Posgrado en Ingeniería Electrónica
Asesores: Dr. Aldo R. Mejía Rodríguez
Dr. Edgar Román Arce Santana

Motivación

La Fibrosis Pulmonar Idiopática (FPI) es una enfermedad intersticial pulmonar progresiva con una prevalencia de 3-5 casos/100,000 habitantes; la cual se caracteriza por la cicatrización del parénquima pulmonar, lo que dificulta el intercambio gaseoso y la respiración [1, 2]. La cuantificación de la FPI en los pulmones es importante por ser un auxiliar en el estudio de la enfermedad, que permite evaluar el efecto de los tratamientos probados en los pacientes. En los casos más graves la información de la cuantificación es un indicador que se utiliza para la toma de decisiones sobre un posible trasplante [3, 4].

El método general utilizado en la práctica clínica para cuantificar el nivel de afectación es mediante imágenes de Tomografía Axial Computarizada (TAC) y consiste en una inspección visual por parte de médicos neumólogos, que delimitan de forma manual un contorno de la región considerada como fibrosis en base a su experiencia y conocimiento anatómico de los pulmones y la enfermedad. Utilizando esta delimitación los médicos observan la proporción presente entre las regiones pulmonares definidas y determinan empíricamente el porcentaje de fibrosis pulmonar (%FP), por lo que los resultados son susceptibles a variaciones. Además, este método dificulta la obtención de una cuantificación volumétrica de la FPI [5, 6].

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 volumétrica [7]. Además, se ha trabajado en el desarrollo de un algoritmo de segmentación basado en contornos activos probabilísticos multiclase [8], que muestra resultados prometedores para realizar la separación entre tejido sano y fibrótico.

Sin embargo, es importante mencionar que existen algunos voxels que pudieran no estar segmentados apropiadamente debido a dishomogeneidades de intensidad dentro de los pulmones. Dichas inconsistencias de intensidad son debidas a la presencia de diversas enfermedades pulmonares difusas, como son la inflamación o un enfisema pulmonar (ver Figura 1) [9], las cuales son comúnmente encontradas en pacientes diagnosticados con FPI.

Por lo anterior, se considera que es importante poder realizar una caracterización más detallada y específica del tejido pulmonar para brindar información precisa al especialista clínico que pueda servir como una herramienta visual de seguimiento de la FPI.

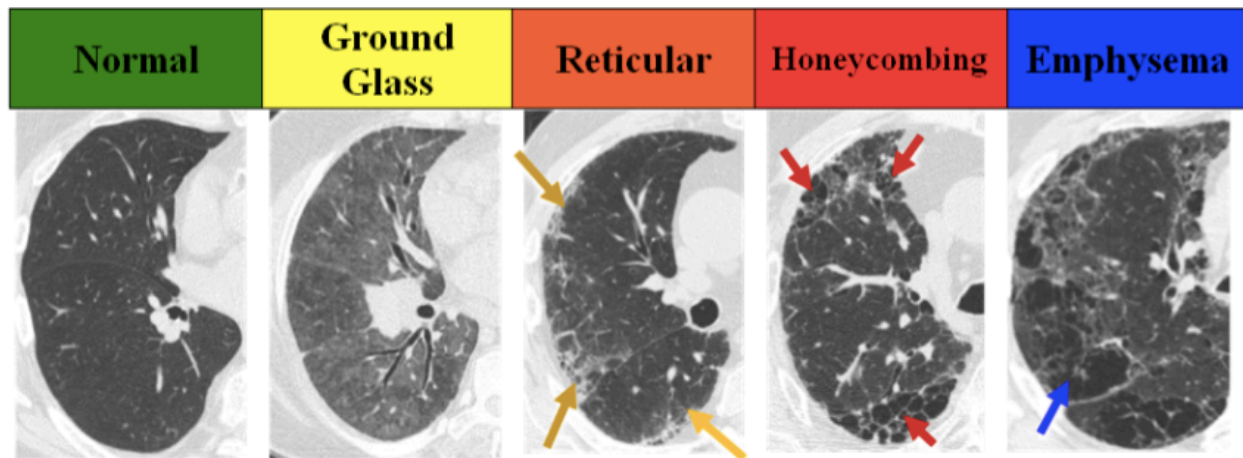


Fig. 1. Ejemplo de características cualitativas de pulmón sano y diversas enfermedades pulmonares difusas presentes en imágenes de TAC. Se pueden apreciar las enfermedades de inflamación (vidrio pulido), FPI (patrón reticular y de panal de abeja) y Enfisema pulmonar.

Objetivo

Desarrollar una metodología que permita identificar y caracterizar de forma volumétrica tejido pulmonar sano y enfermo en imágenes de TAC tórax utilizando métodos de segmentación por contornos activos probabilísticos. Además, se pretende generar una representación 3D de la caracterización de todo el tejido pulmonar.

Metodología

La metodología comprende 4 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 las diversas regiones pulmonares sanas y enfermas.
- 2) Estudiar, implementar y optimizar métodos de segmentación por contornos activos probabilísticos en 3D para extraer las regiones de pulmón sano, fibrosis pulmonar, inflamación o enfisema de forma volumétrica.
- 3) Realizar una representación 3D de las regiones correspondientes a pulmones sanos y pulmones afectados por alguna patología, utilizando herramientas especializadas de visualización 3D para imágenes médicas como son las librerías del Visualization Toolkit (VTK).
- 4) Analizar una base de datos de imágenes de TAC de tórax de pacientes mexicanos con la estrategia propuesta, para generar información de pudiera ser de utilidad en el ámbito clínico.

Calendario de Actividades

- *Junio-Diciembre/2018.* Estudiar, entender e implementar diversas métricas de textura, regularidad y/o fractalidad que permitan evidenciar las diversas patologías presentes en las imágenes de TAC. Estudiar y aplicar métodos de segmentación en 3D específicos para uso en imágenes de TAC de tórax . *Cursar* las dos materias que se proponen.
- *Enero/Mayo 2019.* Estudiar, optimizar y aplicar métodos de segmentación en 3D específicos para uso en imágenes de TAC de tórax. Estimación de las regiones

pulmonares sanas y enfermas en 3D de forma semiautomática. Visualización y análisis de reconstrucciones tridimensionales de las diversas enfermedades pulmonares. Análisis de base de datos de imágenes de TAC de pacientes mexicanos.

- *Mayo-Julio/2019*: Redacción del documento de tesis .
- *Agosto/2019*: Presentación de los exámenes previo y final de grado.

Materias por Cursar

En el semestre Agosto-Diciembre/2018 se deben cursar las dos de las siguientes materias:

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

Bibliografía

[1] Goldman, L., Shafer, A. I., "Goldman's cecil medicine", Elsevier Health Sciences, cap. 92, pp. 556-562, 2008.

[2] Longo, D. L., "Harrison: principios de medicina interna", 18a ed., Vol.2, McGraw Hill Mexico, pp. 2160- 2169, 2012.

[3] Broaddus, V. C., Mason, R. C., Ernst, J. D., King, T. E., Lazarus, S. C., Murray, J. F., et. al. "Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine", Elsevier Health Sciences, cap. 63, pp.118-1135, 2016.

[4] Grupo C. T. O., "Neumología y Cirugía de tórax", Manuales CTO de Medicina y Cirugía, Vol. 8, pp. 43-51.

[5] Gross, T. J., Hunninghake, G. W., "Idiopathic pulmonary fibrosis", New England Journal of Medicine, Vol. 345, no. 7, pp. 517-525, 2001.

[6] Goh, N. S., Desai, S. R., Veeraraghavan, S., Hansell, D. M., Copley, S. J. , Maher, T. M., et. al., "Interstitial lung disease in systemic sclerosis: a simple staging system", American journal of respiratory and critical care medicine, Vol. 177, no. 11, pp. 1248-1254.

[7] Rodríguez Obregón, D. E., Mejía Rodríguez, A. R., et. al., "Sistema de Apoyo para la Cuantificación Semiautomática de Fibrosis Pulmonar en Imágenes de TAC", Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica. vol. 38, no. 1, 2017.

[8] Arce Santana, Edgar R., Mejía Rodríguez, Aldo R., et. al. "A new Probabilistic Active Contour region-based method for multi-class medical image segmentation" submitted on march, 2018

[9] Maldonado, F., Moua, T., et. al. "Automated quantification of radiological patterns predicts survival in idiopathic pulmonary fibrosis". *European Respiratory Journal*, vol. 43, no. 1, pp. 204-212, 2014.