UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Doble Grado en Física y Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-004-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Algoritmos para la reconstrucción de imagen en Tomografía

Descripción general (resumen y metodología):

El diagnóstico médico ha evolucionado de forma sorprendente desde el descubrimiento de los rayos X por Röentgen en 1895. Desde los inicios de la radiografía hasta el desarrollo de la tomografía computerizada a mediados del siglo XX, fue fundamental el uso de algoritmos matemáticos en la reconstrucción de la imagen. Los primeros algoritmos que permitían llevar a cabo esta reconstrucción datan de la década de los setenta, y fueron el Algebraic Reconstruction Technique, conocido como método de Kaczmarz en Álgebra Lineal Numérica, o el desarrollado por Cormack, basado en la determinación de integrales de línea, y en la que juega un papel fundamental la transformada de Radon.

El objetivo de este trabajo es analizar los algoritmos fundamentales que permiten la reconstrucción de imagen en tomografía, además de estudiar en detalle desde el punto de vista físico la fundamentación de cada una de las técnicas de diagnostico, como la tomografía axial computerizada, la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés), la tomografía por emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés) o la resonancia magnética nuclear.
En relación con este proceso, se estudiarán diversos algoritmos matemáticos empleados para resolver el problema inverso asociado y se compararán los resultados obtenidos en lo que a la reconstrucción de imagen se refiere. En particular, se analizarán cada uno de los métodos de diagnóstico por separado, y se discutirán los algoritmos más adecuados para cada uno de ellos. Para finalizar, se realizará un ejemplo práctico de algún caso sencillo, usando simulación Monte Carlo para describir el proceso físico, e implementado alguna de las técnicas analizadas para el proceso de reconstrucción de la imagen.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

- Análisis del fundamento físico de diferentes técnicas de diagnóstico en Medicina: Tomografía computerizada, PET, SPECT y resonancia magnética nuclear.
- Estudio de distintos algoritmos para la reconstrucción de imagen. Transformada de Radon y métodos fundamentales de reconstrucción.
- Estudio de otras técnicas de reconstrucción basadas en redes neuronales o en aprendizaje profundo.
- Aplicación a algún ejemplo sencillo: simulación mediante Monte Carlo del proceso físico y reconstrucción de imagen mediante alguno de los algoritmos estudiados

Bibliografía básica:

[1]F. Salvat, J.M. Fernández-Varea and J. Sempau, PENELOPE- A code system for Monte Carlo simulation of electron and photon transportÓ. Nuclear Energy Agency, Paris (2014).
[2] D. L. Bailey, D. W. Townsend, P. E. Valk, M. N. Maisey, Positron Emission Tomography, Springer 2005.
[3] G. Zheng, Medical Image Reconstruction. Springer 2010.

[4] F. Natterer, F. Wübbeling, "Methods in Image Reconstruction", Society for Industrial and Applied Mathematics 2001.
[5] H. Zhang, B. Dong, A review of Deep Learning in Medical Image Reconstruction", arXiv:1906.10643v1.
[6] S. Angenet, E. Pichon, A. Tannenbaum, "Mathematical methods in medical image processing", Bull. Am. Math. Soc. 43 (2006) 365.
[7] C.L. Epstein. The Mathematics of Medical Imaging. Philadelphia 2001.
[8] J. Benjamin III. The Radon Transform. Harvard 2020.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARTA ANGUIANO MILLÁN

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: mangui@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: ANA MARÍA AGUILERA DEL PINO

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: aaguiler@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: MARTA PECES PALOMINO

Correo electrónico: martapeces@correo.ugr.es