

# Resumen

La prueba médica de Tomografía Computarizada (TC) es esencial actualmente en la práctica clínica para el diagnóstico y seguimiento de múltiples enfermedades y lesiones, siendo una de las pruebas de imagen médica más importante por la gran cantidad de información que es capaz de aportar. Sin embargo, a diferencia de otros métodos de diagnóstico por imagen que son inocuos, la prueba de TC utiliza rayos X, que son ionizantes, por lo que suponen un riesgo para los pacientes.

Es por ello que es necesario desarrollar métodos que permitan reducir la dosis de radiación a la que se expone a los pacientes que se realizan un estudio, sin comprometer la calidad de imagen puesto que sino se estaría sometiendo a un riesgo a estas personas sin que el beneficio (un diagnóstico de calidad) esté garantizado.

Durante el desarrollo de esta tesis se han investigado métodos de reconstrucción de imagen TC que se basan en reducir el número de proyecciones usadas, con el objetivo de reducir el tiempo de exposición a los rayos X. Esta estrategia de reducción de dosis está en fase de investigación, a diferencia de otras que están implantadas en la práctica clínica y ya han sido desarrolladas por los propios fabricantes de los escáneres.

Por tanto, nos hemos centrado en los llamados métodos algebraicos de reconstrucción, que son los más apropiados para este tipo de adquisición de proyecciones puesto que son capaces de trabajar con menos información que los métodos clásicos conservando una buena calidad de imagen. En concreto,

---

se ha estudiado a fondo el comportamiento del método LSQR para la resolución de este problema, combinado con una técnica de filtrado llamada *Soft Thresholding Filter* y una técnica de aceleración llamada FISTA. Además, se ha introducido un filtro de imagen denominado filtro Bilateral que es capaz de mejorar la calidad de las imágenes cuando se combina con los métodos anteriores.

El estudio multiparamétrico realizado se ha llevado a cabo en un entorno de computación distribuida Grid, para analizar cómo los distintos parámetros que intervienen en el proceso de reconstrucción pueden influir sobre la imagen resultado. Dicho estudio se ha diseñado para hacer uso de la potencia de cómputo de la plataforma distribuida aunque el software que se necesita no esté disponible. La instalación de dicho software se puede realizar en el tiempo de ejecución de los trabajos, o bien se puede empaquetar en una imagen que estará instalada en un contenedor Docker, lo que es una opción muy interesante para sistemas donde no tengamos privilegios. El esquema seguido para la creación y lanzamiento de los trabajos es fácilmente reproducible para estudios multiparamétricos de este tipo.

Por otra parte, se han planteado dos métodos algebraicos directos para la reconstrucción de TC basados en la factorización de la matriz que modela el sistema. El primero es el método SVD, que se ha probado mediante la librería SLEPc, obteniendo mayores tasas de uso de memoria principal, por lo que ha sido descartado en favor del método QR. La primera aproximación a la resolución se ha hecho mediante la librería SuiteSparseQR, desarrollando después un método propio siguiendo la técnica Out-Of-Core que permite almacenar las matrices en el propio disco duro en lugar de cargarlas en memoria, por lo que el tamaño del problema puede aumentar sin que el coste del hardware sea muy alto. Dicho método obtiene reconstrucciones de alta calidad cuando el rango de la matriz factorizada es completo. En los resultados se muestra como para una resolución alta, garantizar el rango completo todavía supone una reducción del número de proyecciones con respecto a métodos tradicionales.

Por tanto, en esta tesis se ha llevado a cabo la investigación y el posterior desarrollo mediante librerías y técnicas de computación de Altas Prestaciones de varios métodos algebraicos de reconstrucción de TC basados en la reducción de proyecciones que permiten mantener una buena calidad de imagen. Dichos métodos han sido optimizados para lograr los menores tiempos de reconstrucción posibles, con el fin de hacerlos competitivos y que algún día puedan ser instaurados en la práctica clínica.