

Algoritmos Paralelos de Reconstrucción de Imágenes TAC sobre Arquitecturas Heterogéneas

TESIS DOCTORAL

Presentada por: Liubov Alexandrovna Flores

Dirigida por: Prof. Vicente Vidal Gimeno

Prof. Gumersindo Verdú Martín

Resumen

En medicina, el diagnóstico basado en imágenes de tomografía axial computarizada (TAC) es fundamental para la determinación de anomalías a través de diferentes valores de atenuación de la energía de rayos-X, las cuales, frecuentemente, son difíciles de ser distinguidas por los radiólogos. Se han desarrollado diferentes técnicas de reconstrucción de imagen. En este trabajo analizamos y comparamos métodos analíticos e iterativos para resolver de forma eficiente el problema de reconstrucción.

Hoy, en la práctica, el proceso de reconstrucción de imagen se basa en algoritmos analíticos entre los cuales, el algoritmo de retroproyección filtrada 'filtered backprojection' (FBP) es el más conocido. Este algoritmo se usa para implementar la Transformada de Radon inversa que es una herramienta matemática cuya utilización principal en Ingeniería Biomédica es la reconstrucción de imágenes TAC.

Desde el comienzo del desarrollo de escáneres ha sido importante reducir el tiempo de escaneo, mejorar la calidad de imagen y reducir el tiempo de reconstrucción. La tecnología de hoy ofrece potentes sistemas con varios procesadores y núcleos que posibilitan reducir el tiempo invertido en la reconstrucción de imágenes.

En este trabajo se analiza el algoritmo FBP basado en la Transformada de Radon inversa y su relación con la Transformada de Fourier con el objetivo de optimizar su cálculo aprovechando al máximo los recursos del sistema. Este algoritmo se basa en proyecciones paralelas y se destaca por su simplicidad y robustez, y permite extender los resultados a una variedad de situaciones.

En muchas aplicaciones el conjunto de proyecciones necesarias para la reconstrucción puede ser incompleto por razones físicas. Entonces, la única posibilidad es realizar una reconstrucción aproximada. En estas condiciones, las imágenes reconstruidas por los

algoritmos analíticos en dos o tres dimensiones son de baja calidad y con muchos artefactos.

Los métodos iterativos son más adecuados para la reconstrucción de imágenes cuando se dispone de un menor número de proyecciones en condiciones más ruidosas. Su uso puede ser importante para el funcionamiento en escáneres portátiles en condiciones de urgencia en cualquier lugar. Sin embargo, en la práctica, estos métodos son menos usados por su alto coste computacional. En este trabajo presentamos el estudio y diversas implementaciones paralelas que permiten bajar el coste computacional de tales métodos iterativos como SART, MLEM y LSQR.

Los métodos iterativos se han convertido en un tópico de gran interés para muchos vendedores de sistemas de TAC clínicos por su capacidad de resolver el problema de reconstrucción con un número limitado de proyecciones. Esto proporciona la posibilidad de reducir la dosis radiactiva en los pacientes durante el proceso de adquisición de datos. Al mismo tiempo, en la reconstrucción aparecen artefactos no deseados.

Para resolver el problema en forma efectiva y eficiente, hemos adaptado el método LSQR con el método de filtrado 'Soft Threshold Filtering' y el algoritmo de aceleración 'Fast Iterative Shrinkage-thresholding Algorithm' para TAC. La eficiencia y fiabilidad del método nombrado LSQR-STF-FISTA se presenta en este trabajo.

Los métodos de reconstrucción de imágenes se analizan mediante la reconstrucción a partir de proyecciones simuladas y reales, comparando la calidad de imagen reconstruida con el objetivo de obtener conclusiones respecto a los métodos usados.

Basándose en este estudio, concluimos que los métodos iterativos son capaces de reconstruir imágenes con el conjunto limitado de proyecciones con un bajo coste computacional.