

課題名(タイトル): 離散ラドン逆変換の解析解構成法に基づくCT画像再構成

利用者氏名: ○高梨宇宙(1)、野田茂穂(2)

理研における所属研究室名:

- (1) 光量子工学研究センター 中性子ビーム技術開発チーム
- (2) 情報システム本部 計算工学応用開発ユニット

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

CT スキャナなどの断層画像撮像装置は、数学的にはラドン変換の一意性に支えられているが、実際の計測は離散化を伴い、従来は解析的に解くことが出来ないと考えられてきた。この問題は連立一次方程式で表現することができ、これを逐次代入法による近似解法等を用いて解くことで、画像再構成を行っている。本課題代表者は、離散ラドン変換の厳密解を構成する数学的手法を開発した。これにより、逆行列を使った画像再構成が可能となり、画像再構成を高々一回の行列積で完了することが出来るようになった。この手法により、CT 画像再構成の高速化が期待できる。また、理論的には厳密解を得ることが出来るため数値計算精度の範囲内ではあるが、解の一意性が保証される。これにより、画像から得られる情報の定量性を向上できる。本手法を、研究用および医療用 X 線 CT 装置、中性子 CT 装置のデータに適用することで、より定量性の高い画像評価が可能となる。

一方で、この手法に用いる離散ラドン変換の行列表現(スパース行列である)のサイズは、再構成される画像の画素数(一般的に医療用 CT では 2000x2000 pixel)の2乗と大変大きくなる。この為、行列の生成、逆行列の計算には大きなメモリ空間と計算パワーを必要とする。また、最終的な画像再構成は逆行列と、装置の取得するデータ(サイノグラム)との行列積で与えられるが、これは GPU を用いた並列計算に親和的であり、本数学的手法を実際の装置データに適用して利用するためには、スーパーコンピュータ(メモリーサーバーおよび GPU アプリケーションサーバ)の利用が有効である。

2. 具体的な利用内容、計算方法

連立一次方程式を解く手法として、ブロックスカイライン法を検討し、FX100 用のコードを準備した。

3. 今後の計画・展望

引き続き、大画素用の逆行列の生成および、スパースな場合の連立一次方程式の解法の実装、開発を進める。これにより、本年度実践した画素数低減を行わずに、研究用、医療用 X 線 CT の画像再構成を行う計画である。

4. 利用がなかった場合の理由

本年度に実践した中性子 CT の画像では、当初想定した研究用および医療用 X 線 CT 画像よりも画素数が少ない為、デスクトップワークステーションで必要な行列生成を行うことができた。また、X 線 CT の画像に対しても、ビニングを行うことで疑似的に画素数を減少させたデータに対して再構成を行った。画像再構成を行うための連立一次方程式を解く過程も、画素数を制限したことでワークステーションでの実行が可能であった。この為、本年度は HOKUSAI で計算を実行する必要がなかった。しかし今後、画素数に制限を置かない X 線 CT データに対して本手法を適用する予定であり、本年度は前述のブロックスカイライン法の HOKUSAI への実装準備を行った。