

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 保 第 41 号 乙 保	氏 名	木村 雅司
審査委員	主 査 芳賀 昭弘 副 査 大塚 秀樹 副 査 阪間 稔		

題 目 Tomographic Inverse Problem with Estimating Missing Projections
(欠損した投影の推定を伴う断層逆問題)

著 者 Masashi Kimura, Yusaku Yamaguchi, Omar M. Abou Al-Ola, Tetsuya Yoshinaga
2019年3月13日 Mathematical Problems in Engineering, 2019, Article ID 7932318
(doi: 10.1155/2019/7932318) に発表済

要 旨

コンピュータ断層 (CT) 撮影の画像再構成は、測定された投影と既知の投影作用素から再構成画像の画素値を求める逆問題と捉えることができる。X線CTでは、検出器で測定された投影の一部が不正確であったり、欠損したりすることで、金属アーチファクトやリングアーチファクトなどが生じ、これらは画像の品質を著しく劣化させることがある。

本論文では、画像再構成と再投影を順序的に行うのではなく、再構成画像の画素値と共に信頼性の低い投影の一部も同時に未知変数に含めた連立非線形微分方程式系を最適化原理に基づき構成する原理を提案している。微分方程式系の初期値問題を解くことにより、再構成画像と一部の投影が同時に得られる新しい方法である。提案された原理を実現するため、異なるベクトル場を持つ3つの非線形微分方程式系を構成している。リアプノフの安定性定理により、最適解に対応した平衡点の安定性を各系に対して理論的に証明することに成功している。さらに、実用的な演算時間を得るため、乗法的オイラー法による離散化逐次法も提案している。提案法の有効性を検証するため、金属アーチファクトの削減を目的とした数値実験を実施している。実用的な画素数のモデルを対象として再構成画像の品質と評価関数を比較し、提案法は、対照法に比べてアーチファクト削減効果が高いことが明らかとなり、提案法の優位性を定性的および定量的に示すことができている。

論文では、欠損した投影を未知数として画素値と同時に解く新しいCT逆問題解法を提案し、再構成画像のアーチファクト削減に効果が認められている。実用化により診断画像の精度向上が期待でき、本研究が医療分野に与える効果は大きい。

以上の研究成果は、先端医用情報科学の発展に寄与するものであり、社会に大きく貢献すると期待され、博士の学位授与に値すると判定した。