

論文審査の結果の要旨

| | | | |
|------|------------------------------------|-----|--------|
| 報告番号 | 甲 保 第 37 号 乙 保 | 氏 名 | 立石 貴代子 |
| 審査委員 | 主 査 芳賀 昭弘 副 査 阪間 稔 副 査 大塚 秀樹 | | |

題 目 Continuous Analog of Accelerated OS-EM Algorithm for Computed Tomography
(コンピュータ断層のための加速化 OS-EM アルゴリズムに対応した連続時間系)

著 者 Kiyoko Tateishi, Yusaku Yamaguchi, Omar M. Abou Al-Ola, Tetsuya Yoshinaga
2017年8月6日 Mathematical Problems in Engineering, 2017, Article ID 1564123
(doi: 10.1155/2017/1564123) に発表済

要 旨

医用コンピュータ断層 (CT) の画像再構成法として逐次画像再構成 (IIR) 法が知られている。IIR法のうち、maximum-likelihood expectation-maximization 法および ordered-subsets expectation-maximization (OS-EM) 法は、測定雑音にポアソン分布を仮定した尤度関数を最大化できる良好な性質を持つことなどから、OS-EMアルゴリズムを基礎としたIIR法の開発が活発に行われている。

本論文では、CT逆問題の解法として非線形ハイブリッド力学系の初期値問題を与え、系の数値離散によりIIRアルゴリズムを構築する新しいアプローチを提案している。具体的には、数値的一次離散が加速化OS-EMアルゴリズムに一致する力学系を与えている。提案系を解析し、次の成果が得られている。まず、真の画像に対応した平衡点の漸近安定性を共通リアプノフ定理を用いて理論的に証明することに成功している。一般化サブセット・バランスを満たす緩い条件のもとで理想解が得られる画像再構成法を提案できたことの意義は大きい。次に、ハイブリッド力学系の部分系を記述する微分方程式の乗法的Euler法がOS-EMアルゴリズムに一致することを示している。さらに、離散化に3次の乗法的な Runge-Kutta (RK) 法を用いることにより新しいIIR法を提案している。最後に、SPECT画像診断装置から得られたサイノグラムをもとに数値実験を行い、提案したハイブリッド力学系およびRK法に従うIIR法が、従来のOS-EM法よりも品質の高い画像を再構成できることを示している。

少ない投影数や信号雑音比の小さい測定であっても精度の高い再構成画像が得られる提案法は、医用画像再構成法への実用化によって被曝量低減が期待でき、本研究成果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。