

散乱線の影響を考慮した X 線 CT

竹本 和馬¹⁾, 山崎陽一²⁾, 戸田尚宏²⁾

1) 愛知県立大学大学院情報科学研究科 2) 愛知県立大学情報科学部

1 目的

X 線 CT(X-ray Computed Tomography) において、これまで使用されてきたファンビームは、散乱線の含有割合が比較的 low その影響は小さいものと考えられていた。しかし、近年 CT はコーンビーム化へと進んでおり、コーン角の増加に伴い散乱線の含有割合も大きく増加する。[1] しかし、従来の画像再構成法では、計算量等の問題から散乱線について十分考慮されておらず、検出器に装着されたコリメータにより対策がなされてきた。しかし散乱線は対象物の情報が含まれているため、コリメータによる除去は情報の損失であると考えられる。そこで、EGS5 を用いた X 線 CT のシミュレーションを画像再構成アルゴリズムに取り入れ、散乱線を推定しつつ、尤度と等価な I-Divergence[2, 3] を最適化することで再構成を行う、逐次最適化に基づく画像再構成アルゴリズムを提案し、その有効性を示す。そしてそれによる被曝量の低減化を評価する。

2 実験

シミュレーション体系としては、第 3 世代の測定構造を構築するものと、キャリブレーションが可能であることを前提とする。対象物に照射する総光子数を 10^5 とし、エネルギーは $100[\text{keV}]$ の単色仮定とし、回転角度方向の分割数を

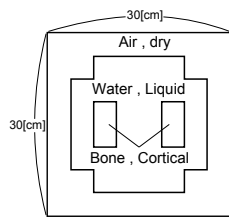


図 1: 対象ファントム

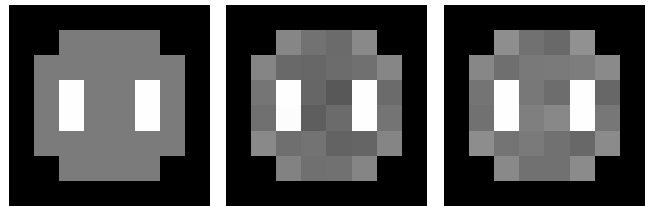
128, 検出器はアレイ状に配置するものとしその数は 64 とする。測定空間は $30[\text{cm}] \times 30[\text{cm}] \times 18.75[\text{cm}]$, 測定対象とするファントムは、図 1 に示すように測定空間を 8×8 に分割したものとする。回転中心までの距離を $30[\text{cm}]$ とする。ビーム形状はコーンビームとし、ファン角を $90[\text{deg}]$, コーン角を $5[\text{deg}]$ とする。

3 結果

図 1 に示したファントムに対して実験を行った結果を以下に示す。図 2 の (a) は真の減弱係数である。(b) は散乱線の含まれない測定値に対して従来法を用いた場合、つまり現行の CT 装置のようにコリメータによって散乱線を除去する方法である。(c) は総光子数 10^5 として得た散乱線の含まれる測定値を総光子数 10^7 相当のものとなるように線形倍したのに対して提案手法を用いた場合の再構成画像である。(b) に比べて (c) の方が (a) に近いことが分かる。

また、図 3 は真の減弱係数と各逐次回数における減弱係数の二乗平均誤差を示したものである。従来法を用いた

場合に比べ、提案手法を用いた場合、真の減弱係数との誤差は低くなっていることが分かる。従来法を用いて提案手法と同等の精度 (図中青色の破線) を得るためには総光子数をさらに増大させる必要がある。したがって提案手法によって被曝量の低減化がなされているといえる。



(a) 真の減弱係数 (b) 従来法 (c) 提案手法 (逐次回数 10000 回)

図 2: 再構成画像

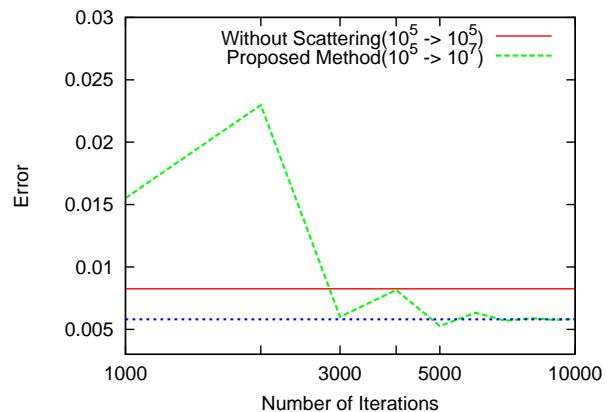


図 3: 減弱係数における二乗平均誤差

4 考察・課題

EGS5 を用いて散乱線を推定する提案手法の優位性、さらに被曝量の低減化を達成していることが検証された。今後は、被曝量の低減を定量的に評価すること、さらには実用的なものとするため様々なファントムを用いることや測定空間の分割数を増加させることが課題である。また、エネルギー情報を用いる方法への発展を検討する必要がある。

参考文献

- [1] K.Tokumoto, Y.Yamazaki, N.Toda, S.Shuji, The Radiological Society of North America (RSNA) 98th Scientific Assembly and Annual Meeting, SSG16-02, Chicago, IL, USA, Nov 2012
- [2] J.A.O'Sullivan, J.Benac, IEEE Trans. Med. Imaging, Vol.26, No.3, pp.283-297, 2007
- [3] 山崎 陽一, 戸田 尚宏, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J94-D, No7, pp.1154-1164, 2011