

# X線CTにおけるメタルアーチファクト低減のための 最適二軸投影軌道の提案と評価

宮岡 慧<sup>†</sup> 加納 徹<sup>††</sup> 小関 道彦<sup>†††</sup> 赤倉 貴子<sup>††</sup>

†東京理科大学大学院工学研究科経営工学専攻 ††東京理科大学工学部情報工学科 †††信州大学繊維学部機械・ロボット学科

## 1. はじめに

X線CT装置は、被写体の断層画像を非破壊で再構成することができ、医療・産業分野などで広く利用されている。しかし、X線CTは被写体の中に金属が含まれるとき、メタルアーチファクトと呼ばれる放射状のアーチファクト(偽像)が発生することが知られている。メタルアーチファクトが発生すると、金属およびその周辺の形状が不鮮明になり、検査精度が低下する問題が生じる。これまでのメタルアーチファクト低減の研究として、逐次近似画像再構成法を用いてメタルアーチファクトを低減することに成功したものがある[1]が、X線検出器に十分なX線が届くことを前提としており、金属を多く含む被写体に対して十分な性能を発揮することができない。これを改善する研究として、X線投影時の回転軸を増やし、透過画像上の金属部の重畳およびX線強度の飽和を防ぐことで、メタルアーチファクトの低減を確認するものがある[2]。しかし、被写体を投影するうえで最適な軌道を通っているかについては十分に検討されていない。本研究では、シミュレーション上で数値ファントムを用いて、投影時の金属重畳を減少させる最適な軌道を明らかにする。

## 2. 制御点の決定

先行研究では、最適軌道となる多軸回転の制御点を透過画像上の面積(以降、金属領域とする)が最小となる点を基準として定めていた。しかし、必ずしも金属領域が最小となる点が最も重畳している点とはいえない。そこで、本研究では、投影数ごとの透過X線強度検出器データの総和が低くなる点(金属が重畳していると考えられる点)を基準として、制御点を決定する。

## 3. 投影軌道の決定

シミュレーション上において、鉄と樹脂で構成された数値ファントムを図1に示す。この数値ファントムは、金属領域を基準とした場合に金属重畳部を避けることが難しくなるように構成されている。この数値ファントムを一軸で投影した際の投影数ごとの透過X線強度検出器データの度数分布を図2に示す。図2から、2節で述べた手法を用いて制御点を決定する。そして、二軸目の回転を用いて、決定した制御点ごとに透過X線強度検出器データが最大となる角度を探索する。得られた制御点の角度からスプライン補間を用いて近似曲線を生成し、最適な投影軌道を決定する。この軌道を用いて、数値ファントムの断層画像を再構成する。

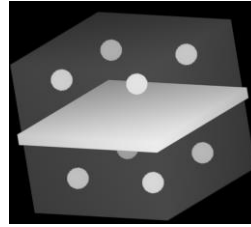


図1:数値ファントム  
(鉄球8球, 鉄板1枚, 樹脂)

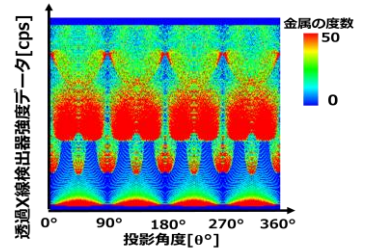


図2:透過X線強度検出器  
データの度数分布

## 4. 実験結果

3節で述べた手法を用いて、実験で扱った数値ファントムの再構成画像を得た。実験結果を図3に示す。また、RMSE(Root Mean Squared Error)を用いて画像精度を評価し、SSIM(Structural Similarity)を用いて樹脂部の構造的類似性を評価する。図3の結果から、本手法の再構成画像のSSIMが最も向上し、本研究の手法が有効であることが示唆された。

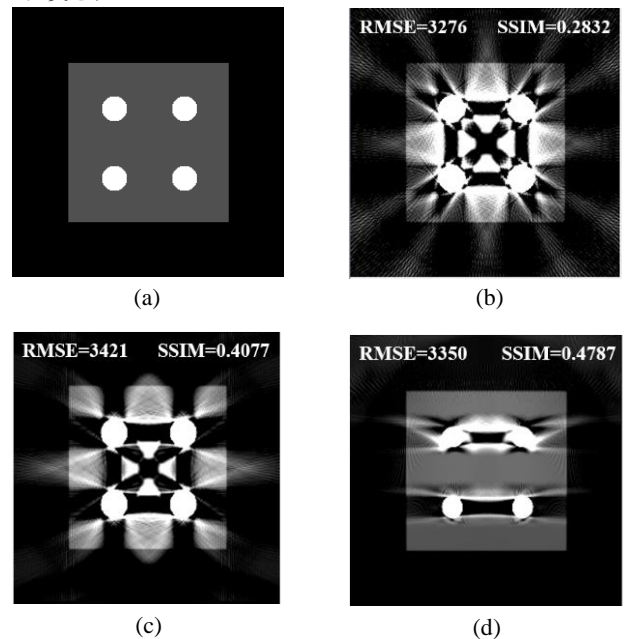


図3:数値ファントムの断層図:(a)真の画像, (b)通常の再構成画像, (c)先行研究による再構成画像, (d)本手法による再構成画像

## 参考文献

- [1] 加納徹, 小関道彦, “X線CT画像における逐次近似法を用いたメタルアーチファクト低減,” 計測自動制御学会論文集, vol.51, no.12, pp.836-844, 2015.
- [2] T. Kano and M. Koseki, “Development of a Multi-Axis X-ray CT for Metal Artifact Reduction,” SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration (JCMSI), Special Issue on SICE Annual Conference 2018, pp.1344-1349, 2018.