

コサイン類似度を用いた X 線 CT 画像の評価

Evaluation of X-ray CT Images by Using Cosine Similarity

静岡大電子研, °中嶋 大樹, 橋本 歩, 井村 ゆき乃, 森井 久史, 柳田 拓人,

根尾 陽一郎, 三村 秀典, 青木 徹

Research Institute of Electronics, Shizuoka University, °Daiki Nakajima, Ayumu Hashimoto,
Yukino Imura, Hisashi Morii, Takuto Yanagida, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, and Toru Aoki

E-mail: gs10039@s.inf.shizuoka.ac.jp

現在 X 線 CT は、医療用のみならず、産業やセキュリティなどの様々な分野で非破壊検査技術として活用されている。しかし、通常の CT 撮像では多方向（多ステップ）から X 線を照射する必要があり透過像撮像に比べて時間がかかるため、全数検査などに利用しにくい。そこで著者らは、医療用途ほどの精度の必要とされない分野を対象として、画像再構成時に適切な補正を加えることにより高速に情報を取得可能な X 線 CT システム（低ステップ X 線 CT）の研究開発を行っている。

CT 撮像は角度について可能な限り間隔を置かずに行われることが理想的であるが、実際には困難である。そのため、再構成された断面像には劣化が生じ、角度のステップ数が少ない場合はその劣化も顕著になる。この再構成画像に特有の劣化として、物体とは異なる本来存在しない像（アーチファクト）の発生がある。低ステップ X 線 CT において、この特有の画像劣化を改善する画像補正方法の開発が重要であり、そのためには、劣化を正確に把握する必要がある。

本報告では、低ステップの場合の画像劣化について定量的評価を行うための画像評価指標として、コサイン類似度を用いることを提案する。コサイン類似度はベクトルの類似度を表し、2 ベクトルがなす角 θ の余弦 $\cos \theta$ として定義される。ここでは $m \times n$ 画像を、各画素値を成分とした $m \times n$ 次元ベクトルとみなすことによって、二つの画像のコサイン類似度を計算する。これは 0 から 1 の値をとり、画像が類似しているほど 1 に近づく。コサイン類似度はベクトルの長さとは無関係であるため、ベクトルの長さに対応する画像の明るさの違いに影響を受けにくい。

シミュレーション及び実測の投影データから FBP 法、MSIRT 法、ML-EM 法を用いて画像を再構成したときの、ステップ数とコサイン類似度との関係を求めた (Fig. 1, 2)。なお、逐次近似法である MSIRT と ML-EM では 10 回反復させたものを出力とした。Fig. 1 では、中央に 1 画素の点のみがある単純な形の入力画像と、各ステップ数での出力画像とを比較した。Fig. 2 では放熱フィン撮像し、225 ステップの出力画像と各ステップ数での出力画像とを比較した。以上により、コサイン類似度はステップ数の増加 (=画像の改善) に伴い増加し、画像評価指標として利用可能であることが示された。

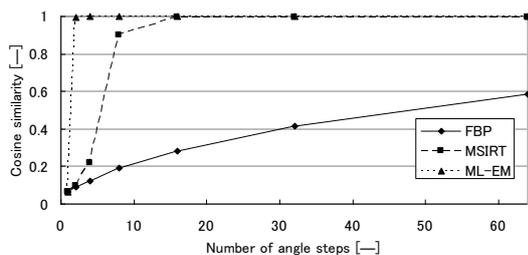


Fig. 1 Relation between the number of angle steps and cosine similarity (simulation)

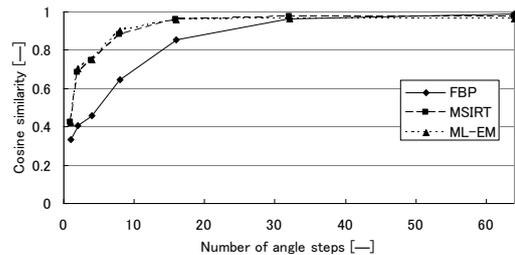


Fig. 2 Relation between the number of angle steps and cosine similarity (actual measurement)