

SPECTにおけるMLEM法を用いた光子の減衰補正

OGAWA, Koichi / 高橋, 昌寛 / Takahashi, Masahiro / 尾川, 浩一

(出版者 / Publisher)

電子情報通信学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

電子情報通信学会総合大会講演論文集 / 電子情報通信学会総合大会講演論文集

(号 / Number)

1

(開始ページ / Start Page)

106

(終了ページ / End Page)

106

(発行年 / Year)

1996-03-11

高橋 昌寛

Masahiro Takahashi

尾川 浩一

Koichi Ogawa

法政大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Hosei University

1 はじめに

Emission CTでは物体中の放射性同位元素から放出された光子が物体内の原子と光電効果やコンプトン散乱などの相互作用を起こす。これにより、線源から放出された光子の数はその光子が通過する経路上で吸収され減少する。そのため、この投影データから正確な RI 分布の画像再構成を行うことは困難となる。また、線源から放出される光子はポアソン分布に従うため測定データには統計的な雑音加わる。本研究ではこのような光子の吸収を確率的画像再構成法の中で補正する場合の問題点を検討した。

2 光子の吸収を考慮した ML EM 画像再構成

画像 λ が与えられた時、投影データ Y が観測される条件付き確率 $f(Y|\lambda)$ を定義すると、ML(Maximum Likelihood) 推定による画像再構成では、この条件付き確率 $f(Y|\lambda)$ を最大にするように画像 λ を推定する。実際には $f(Y|\lambda)$ に対し対数をとったものを対数尤度関数 $L(\lambda)$ とし、これを λ に関して最大化する。

$$\max L(\lambda) = \max \ln f(Y|\lambda) \quad (1)$$

ここで、投影データ Y がポアソン分布に従うとする。この時、式(1)を解くために期待値最大化 (EM : Expectation Maximization) アルゴリズムを適用すると、画像再構成の推定式は、

$$\lambda_j^{n+1} = \frac{\lambda_j^n}{\sum_{i \in J_j} c_{ij}} \sum_{i \in J_j} \frac{c_{ij} Y_i}{\sum_{k \in I_i} c_{ik} \lambda_k^n} \quad (2)$$

となる。ここで、 λ_j は画素 j の画素値 ($j = 1, \dots, J$)、 μ_j は画素 j の吸収係数、 Y_i は投影 i での投影データ ($i = 1, \dots, I$)、 c_{ij} は画素 j から放射された光子が投影 i で検出される確率、 J_j は画素 j に関わる投影の集合、 I_i は投影 i に関わる画素の集合である。また、検出器 i から見た時の画素 j の投影 X_{ij} は吸収係数 μ を用いて

$$X_{ij} = c_{ij} \lambda_j \exp\left(-\sum_{e \in E_{ij}} c_{ie} \mu_e\right) \quad (3)$$

として表すことができる。ここで、 E_{ij} は画素 j から検出器 i までの経路上にある画素の集合である。

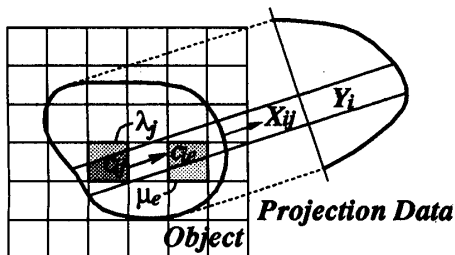


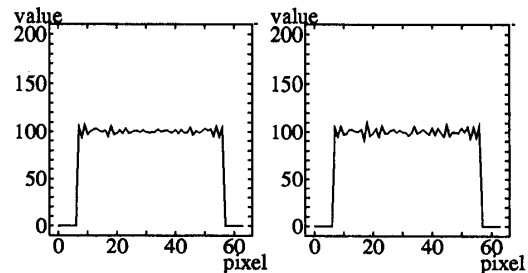
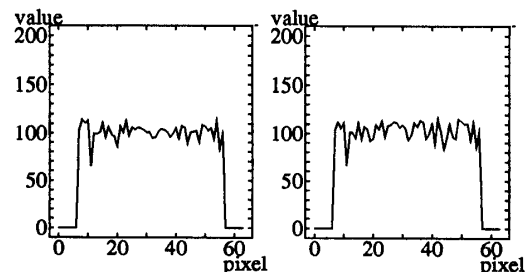
図1: 光子の吸収による投影

このことから式(2)は次式の様になる。

$$\lambda_j^{n+1} = \frac{\lambda_j^n}{\sum_{i \in J_j} c_{ij} \exp\left(-\sum_{e \in E_{ij}} c_{ie} \mu_e\right)} \times \sum_{i \in J_j} \frac{c_{ij} Y_i \exp\left(-\sum_{e \in E_{ij}} c_{ie} \mu_e\right)}{\sum_{k \in I_i} c_{ik} \lambda_k^n \exp\left(-c_{ik} \lambda_k^n \sum_{e \in E_{ik}} c_{ie} \mu_e\right)} \quad (4)$$

3 シミュレーション結果と検討

光子の吸収を考慮した画像再構成においてノイズの有無によってどのような違いがあるかを比較してみた。原画像としては円柱(水)ファントム(直径25cm)を用い、吸収係数は0.15[1/cm]とした。投影は $0^\circ \sim 360^\circ$ を 4° 毎に90方向とし、反復回数は30回で行なった。比較のため、全投影値の1%の雑音を投影データに入れたものを同時に再構成した。結果を図2,3に示す。左右のプロファイルと比較すると画像の輪郭に近い部分ではノイズの現われ方にほとんど差はなく、中心付近で吸収有りの場合にノイズの影響が大きく現われている。この結果からノイズは吸収係数の影響で画像の中心付近で大きく増幅されることがわかった。

図2: ノイズ無し 左 $\mu = 0.0$, 右 $\mu = 0.15$ [1/cm]図3: ノイズ有り 左 $\mu = 0.0$, 右 $\mu = 0.15$ [1/cm]

参考文献

- [1] K. Lange and R. Carson, "EM Reconstruction Algorithms for Emission and Transmission Tomography," *J. Comput. Assist. Tomogr.*, vol.8, 2, No. 2, 1987