

矩形マルチピンホール SPECT システムの提案

法政大学理工学部 応用情報工学科 4 年 16X3128 馬場俊弥

2019 年 9 月 17 日

1 はじめに

SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) とは放射性同位元素 (RI: Radio Isotope) を用いた放射性医薬品を体内に投与することによって、放射性医薬品から出る微量な放射線 (γ 線) をさまざまな方向から測定し、断層画像にする方法である。

2 研究概要

SPECT による測定において、 γ 線を収集する方向を一定にするために、コリメータと呼ばれる装置を用いる。コリメータのピンホールは本来円形をしているが、ピンホールの形を矩形にした、マルチ矩形ピンホール SPECT システムの開発を研究テーマとして研究を行なっている。通常ピンホールは円形をしているが、有効視野の範囲外になってしまう部分、すなわち、検出器の中に、検出に使用しない領域が発生してしまう。検出に使用しない領域を小さくするために、ピンホールを矩形にした、矩形マルチピンホール SPECT システムを提案する。

円形ピンホール、矩形ピンホールの有効視野の例を図 1 に示す。

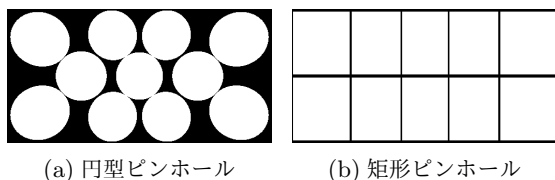


図 1 ピンホールの有効視野

ピンホールの配置や傾きを変えることによって、検出に使用しない領域を、最小限にすることにより、検出効率をあげることが研究の目的である。その際に、矩形の方が、検出器の角の周辺を有効視野にすることが容易であり、有効視野同士の重なりを少なくすることができる。

3 どのように研究を進めていくか

1. 再構成ができることが確認されている条件で、再構成するための処理を実装
2. 矩形ピンホールで再構成を行う
3. 矩形ピンホールを用いたことによる問題を改善するためのソフトウェアの処理を研究

4 データ収集方法

データ収集にはモンテカルロ法を用いた。モンテカルロ法とは、乱数を用いて解析的に解けない問題に対してシミュレーションを繰り返すことで近似解を得る手法のこと。光子の振る舞いを仮定し、相互作用の影響を考慮して現実の状況に近いデータを取得できる。

5 再構成手法

再構成には、ML-EM 法を用いる。ML-EM 法とは、Maximum Likelihood - Expectation Maximization の略。取得した投影データと再構成画像との比較を繰り返し行うことにより、再構成画像を更新する方法である。

$$\lambda_j^{k+1} = \frac{\lambda_j^{(k)}}{\sum_{i=1}^n C_{ij}} \sum_{i=1}^n \frac{y_i C_{ij}}{\sum_{j'=1}^m C_{ij'} \lambda_{j'}^{(k)}}$$

6 丸型ピンホールのシミュレーション

6.1 シミュレーション条件

シミュレーション条件を表 1 に示す.

表 1 シミュレーション条件

ファントム	Shepp ファントム
回転半径	17 cm
画像サイズ	128 × 128 × 128 <i>voxels</i>
画像のボクセルサイズ	0.2 × 0.2 × 0.2 cm^3
コリメータから検出器までの距離	7.6 cm
検出のサイズ	512 × 256 <i>pixels</i>
検出のピクセルサイズ	0.08 × 0.08 cm^2
検出器の数	180
コリメータ	ナイフエッジ
コリメータの幅	0.5 cm
コリメータ開口角	24 度

ピンホールのジオメトリを図 2 に示す.

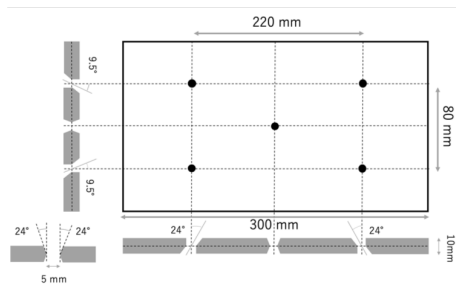


図 2 ジオメトリ

使用した原画像とそのプロファイルを図 3 に示す.

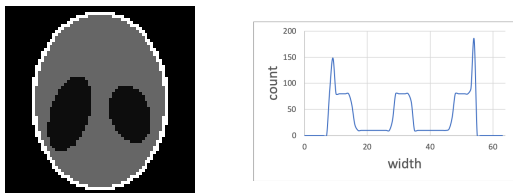


図 3 (左) 原画像, (右) プロファイル

6.2 結果

6.2.1 データ取得

モンテカルロ法を用いた光子輸送を用いて取得した投影画像を図 4 に示す.

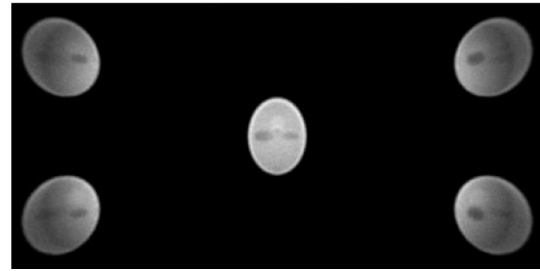


図 4 投影画像

6.2.2 再構成

再構成画像とそのプロファイルを図 5 に示す.

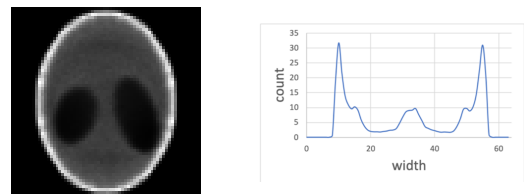


図 5 (左) 再構成画像, (右) プロファイル

7 まとめと今後の展望

モンテカルロ法を用いて光子の動きを再現することにより, SPECT 処理をシミュレーションすることができるようになった. 今後は, ピンホールを矩形にした場合にどのような問題が発生するか調べる. また, 矩形にしたことによって生じた問題を改善するための手法を研究する.

参考文献

- [1] S.D. Metzler, S.C. Moore, and M.-A. Park, "Design of a New Small-Animal SPECT System Based on Rectangular Pinhole Aperture."
- [2] K. Ogawa, S. Takahashi and Y. Satori "Description of an object in Monte Carlo simulations,"
- [3] Yohei Fujishiro, Kazumi Murata, Nobutoku Motomura, Koichi Ogawa "List Mode Image Reconstruction With a Multi-pinhole Triple Head SPECT System"