

教育用光 CT 装置の開発

坂元太一* 御園勝秀**
(都城工業高等専門学校 *機械電気工学専攻 **電気情報工学科)

1 はじめに

CT(コンピュータトモグラフィ)は人体の断面を非破壊で画像化する技術として、現在、X 線 CT、MRI、PET などが医療用画像診断に広く利用されている。しかし、X 線 CT 装置を扱うためには、被曝に対する安全性の確保が必要となえ、装置自体も高価なため、実習することのできない教育機関は多い。また、学生が画像再構成を理解するために実際の装置を使用した場合、画像再構成の部分がブラックボックスになっているため、十分な教育効果が期待しにくい。これらのことから、CT 装置の仕組みや画像再構成の基礎を学習することは難しいものとされてきた。

本研究では、被ばくの恐れのない可視光を利用した教育用光 CT 装置を開発し、X 線 CT を模擬するために透過率の異なるファントムで再構成を行うことを目的とする。

2 原理

2.1 投影^[1]

対象の断面上の物理量分布を検出器に向けた直線上で線積分することを投影という。2 次元の原画像の投影は、1 次元となり次元が 1 つ小さくなる。断面像を再構成するには、投影を角度ごとに順に並べた 2 次元画像を作成する。これをサイノグラムという。このため投影をいろいろな角度から撮像することが必要となる。サイノグラムは横軸を検出器の位置、角度を縦軸に取る。今回は 2~3° 毎に投影してサイノグラムを作成した。

2.2 画像の再構成^[1]

投影データを逆投影して原画像を再構成する方法には、2 次元フーリエ変換法やフィルタ補正逆投影法及び逐次近似法がある。2 次元フーリエ変換法やフィルタ補正逆投影法は画像を関数として考え、実際の計算は離散化したデータを配列として扱う。一方、初めから画像を配列(行列)として考える画像再構成法が逐次近似法である。

本研究では逐次近似法の一である OS-EM(ordered subset EM)法を用いた。OS-EM 法は投影データをいくつかの組(サブセット)に分割しておき、このサブセットに属するデータだけで、投影、逆投影、比較、更新を行い、それをサブセットごとに繰り返す方法である。統計的な理論に基づいて繰り返しの式(反復式)を算出している。その逐次式を以下に示す。今回は繰り返し回数を 10 回とした。

$$\lambda_j^{k+1} = \frac{\lambda_j^k \sum_{i=1}^I y_i C_{ij}}{\sum_{i=1}^I C_{ij} \sum_{m=1}^J C_{im} \lambda_m^k} \quad (2.2)$$

3 実験

3.1 半透明ファントムを用いた画像再構成

根岸らの論文^[2]を参考に、図 1 に示す光 CT 装置を試作した。透過率の異なるファントムを利用するための最大の問題点はファントムによる光の屈折、すなわちレンズ効果である。このレンズ効果を解消するためにファントムの周りを同じ屈折率の物質に浸す方法を検討した。図 2 に半透明ファントムの配置と外観を示す。

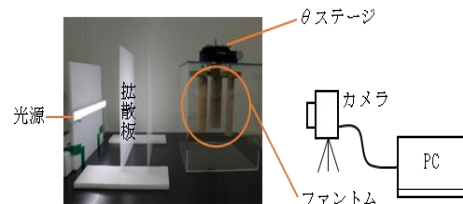


図 1. 作成した光 CT 装置

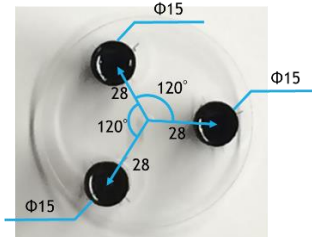


図 2. ファントムの外観と配置[単位:mm]

撮影距離は 4m とし、ファントムとファントムの周りを浸すシリコーンゲルには旭化成ワッカーシリコーン:RTV-2 SLJ 3220 を用いた。

半透明ファントムの再構成画像を図 3 に示す。図 3 の画像より、3 つの異なる濃度のファントムを再現することができた。

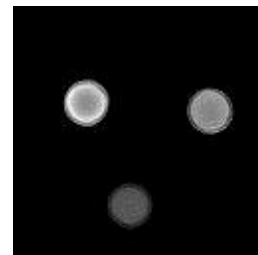


図 3. 再構成画像 128×128[pixels]

4 まとめ

X 線 CT を模擬した光 CT 装置の開発において、半透明ファントムを利用するための最大の問題であったレンズ効果を、ファントムと同じ屈折率の物質で浸すことによって解消することができ、実験において、濃淡の異なる半透明ファントムを再構成することができた。

これにより、今回開発した光 CT 装置の教育分野での活用が期待できる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力頂いた技術支援センターの方々に厚く御礼申し上げます

参考文献

- [1] 橋本雄幸, 篠原広行:『C 言語による画像再構成の基礎』(医療科学社, 2006)
- [2] 根岸徹, 他:「可視光を利用した模擬 X 線 CT 装置の開発」, 群馬県立県民健康科学大学紀要, 第 6 巻, pp.21~31(2011)