

物体の記述法とモンテカルロ法による光子輸
送計算

OGAWA, Koichi / 尾川, 浩一 / SATO, Tokiko / 佐藤, 朱希子

(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)

2

(開始ページ / Start Page)

193

(終了ページ / End Page)

193

(発行年 / Year)

1998-03-06

D-11-193

物体の記述法とモンテカルロ法による光子輸送計算

Object description and photon transport
by using Monte Carlo simulation

佐藤 朱希子 尾川 浩一
Tokiko SATO Koichi OGAWA

法政大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Hosei University

1 はじめに

モンテカルロ法による光子の輸送においては、「物質固有の減衰確率に従って行路長を決め、その距離だけ光子を進めた後、物質固有の相互作用確率に従って相互作用の種類を決定し、光子を進めていく、あるいは消滅させる」という操作を繰り返す。このため、光子の輸送中、光子行路と媒質境界面との交点を常に知らなければならない。したがって、高速にシミュレーションを行うためには、行路と境界面との交点の数をできるだけ少なくなるように物体を記述することが重要となる。そこで本研究では、物体を voxel-based 法、quadtree 法および octree 法によって記述した場合の物体の位置と領域数および位置と計算時間との関係について調べた。

2 物体の記述方法

モンテカルロ法による光子輸送では、通常小さな voxel の結合によって物体を表現する voxel-based (VB) 法が用いられている。しかし、VB 法には計算時間が長いという欠点がある。そこで quadtree (QT) 法および octree (OT) 法を導入して領域数を少なくすることにより計算時間の短縮が期待できる。OT 法では物体を 8 つの立方体領域へと分割する操作を、各領域がある 1 つの値を持つようになるまで繰り返すことにより構築した tree で物体を記述する。また、QT 法では物体を厚さ 1 のスライスの集合とし、各スライスにおいて物体を 4 つの正方形領域へと分割する操作を同様に繰り返すことにより tree が構築される。表 1 に同一の円柱ファントムを VB 法、QT 法、OT 法で記述した時の領域数を示す。ここで、() 内は VB 法の領域数に対する比である。

表 1: 領域数

	64 × 64 × 64	128 × 128 × 128	256 × 256 × 256
VB	80896 (1.000)	643072 (1.000)	5147648 (1.000)
QT	7936 (0.098)	36352 (0.057)	143360 (0.028)
OT	5408 (0.067)	23712 (0.037)	94880 (0.018)

3 シミュレーション結果と検討

QT 法や OT 法では、同一の物体でも領域分割の座標系に対する物体の位置によって領域数に違いが生じる。図 1 に示すように、円柱ファントムの位置を x 方向および y=x の直線に沿った方向 (xy 方向と略) に変化させたときの領域数を図 2 に示す。

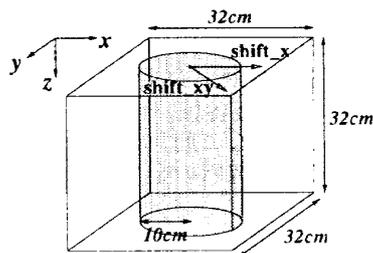


図 1: 円柱ファントム

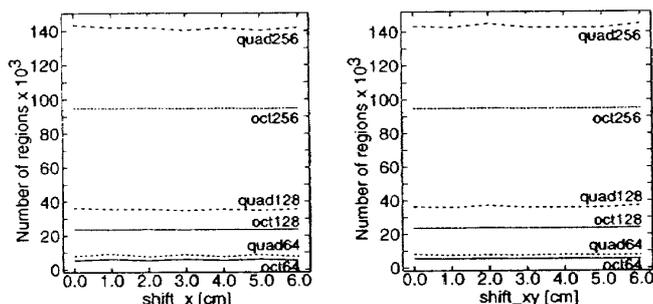


図 2: 領域数 (左図: x 方向、右図: xy 方向)

図 2 より物体位置の変化による領域数の変化はあまり大きくないことが分かる。また、同様に位置を変化させたときのモンテカルロ法による光子輸送シミュレーションを表 2 の条件で行い計算時間を測定した。結果を図 3 に示す。これより、モンテカルロ法による光子輸送計算において物体の位置を変化させると、領域数の増減はほとんどないが記述構造の変化により計算時間に影響を及ぼす事が分かった。

表 2: 光子輸送シミュレーション条件

線源	^{99m}Tc (141keV)
発生光子数	1000 万個
検出器	ファントムの中心から 11cm 4° おきに 90 方向に設置
PIXEL	幅 0.5cm × 高さ 32cm、64 個
相互作用	コンプトン散乱、干渉性散乱、光電効果
散乱回数	コンプトン散乱のみカウント

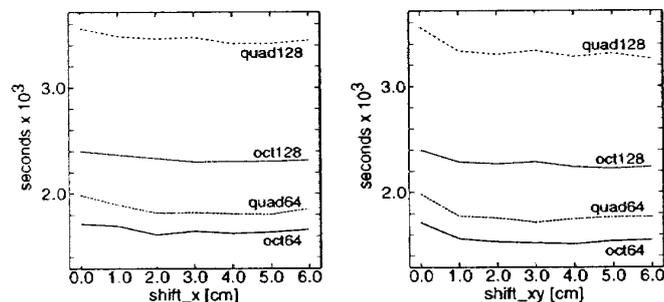


図 3: 計算時間 (左図: x 方向、右図: xy 方向)

参考文献

- [1] M.M.Yau and S.N.Srihari, "A Hierarchical Data Structure for Multidimensional Digital Images," *Communications of the ACM*, vol.26, pp.504-515, 1983.
- [2] D.E.Raeside, "Monte Carlo Principles and Applications," *Phys Med Biol*, vol.21, pp.181-197, 1976.