

グローバルイルミネーション（大域照明）アルゴリズムの効率化の研究^{*1}安西卓也 曾根順治 ^{*2}東京工芸大学 工学部 光工学科^{*3}

1. はじめに

近年では3Dコンピュータグラフィック分野における研究が多く行われており、日々新しい研究が行われておりさまざまなアルゴリズムが開発されています。

本研究は3Dコンピュータグラフィック分野の1つであるグローバルイルミネーションをより理解するとともに、その一般的な手法であるモンテカルロレイトレーシングとその欠点を補えるフォトンマッピングを使用し、効率的なアルゴリズムを構築することが目的である。

2. システム

本研究ではグローバルイルミネーションレンダラーの開発を行い、その手段としてモンテカルロレイトレーシングとフォトンマッピング[1]を使用した。

それによりグローバルイルミネーションアルゴリズムの効率化をはかった。

(1) モンテカルロレイトレーシング

本研究では、光輸送におけるメインのアルゴリズムとして、モンテカルロ法による分散レイトレーシングを採用している。モンテカルロレイトレーシングでは、視点から発せられたレイ(1次レイ)がサーフェスに当たった時、その点の照明を計算するために、サーフェスの法線方向の半球上にランダムにレイを飛ばしていく。

この手法の唯一の問題は、描画された画像の中にノイズとして現れる分散(variance)である。このノイズを除去するためには散布する光線の数を増やす必要があるため計算量が膨大になる。

またフォトンマッピングにおいて、フォトンの放出時にフォトンがあるサーフェスに当たった場合の反射方向もモンテカルロ法でランダムに決定する。モンテカルロ法で利用する乱数にはMersenne Twister 法[2]を用いている。

(2) フォトンマッピング

本研究では、近年のグローバルイルミネーションアルゴリズムであるフォトンマッピングを間接照明計算の主な解決手法として採用している。フォトンマッピングは、光源からフォトンと呼ばれる光子のエネルギー単位を放出し、モデル衝突した際にその場所に関する情報を有し、独立したデータ構造を作成することにより、間接照明の計算を高精度かつ高速化する手法である。これを用いることにより、視点からのモンテカルロレイトレーシングでは表現するのが困難であったコースティック(集光効果)のレンダリングを効率的に反映することができるようになる。なお本研究ではこのフォトンマッピングを用途により以下のグローバルフォトンマップとコースティックフォトンマップに分けて構築している。

これらの手法で完全な解法を得るためには、単にコースティックフォトンマップとグローバルフォトンマップを足し合わせるわけにはいかない。グローバルフォトンマップにも限定的に集光効果があるの

*1: Research of efficiency improvement of global illumination algorithm. *2:Takuya Anzai, Junji Sone
*3:Tokyo Polytechnic University

で、同じ項を2回足してしまわないように注意しなければならない。

(3) グローバルフォトンマッピング

グローバルフォトンマップには、モデルの中の拡散面にぶつかるすべてのフォトンが格納されている。グローバルフォトンマップ中のフォトンによって、直接照明、間接照明と集光模様が表現される。モデル中のすべての物体に向かってフォトンを追跡し、拡散面に衝突したところでそれらを格納することによってグローバルフォトンマップを構築することができる。

(4) コースティックフォトンマッピング

コースティックフォトンマップには、拡散面に到達する前に、鏡面で反射したり透過したフォトンが格納されている。コースティックフォンは、拡散性の物質に一度ぶつかると、そこで止まる。コースティックフォトンマップは、目から直接見える集光模様を書き出すのに利用される。それゆえに高品質でなければならない。つまり、ぼけやその他の影響を最小限に抑えるのに十分な数のフォトンが必要である。集光模様は光が集められる現象であり、幸いにして、非常に少ない数のフォトンでもよい結果を得ることができる。

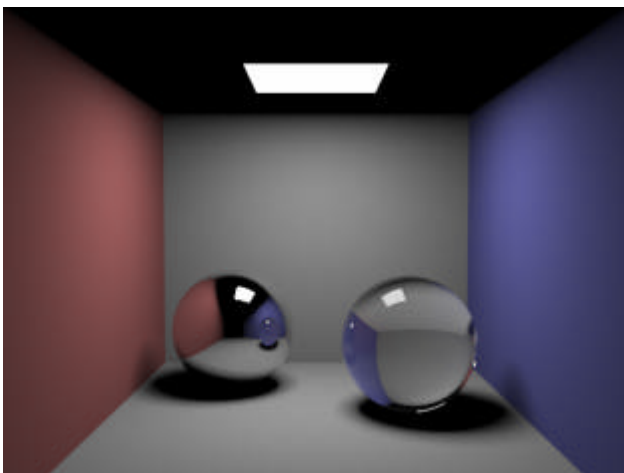


図 1.モンテカルロレイトレーシング

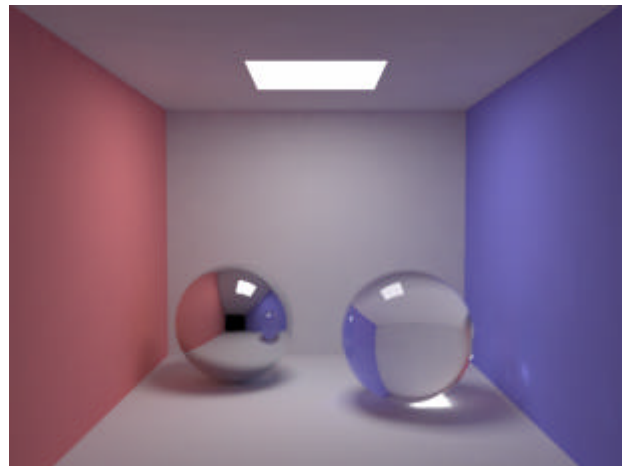


図 2.フォトンマップモデル

グローバル+コースティック(集光効果)

3.まとめ

グローバルイルミネーションレンダラーの開発を行った。内容はモンテカルロレイトレーシングとフォトンマッピングを組み込んだものである。

乱数の設定については最新の Mersenne Twister 法を利用した結果、コースティックフォトンマップによるフォトンのノイズを減らすことに成功した。

4.参考文献

- [1] Henrik Wann Jensen、苗村 健：フォトンマッピング—実写に迫るコンピュータグラフィックス
- [2] M. Matsumoto and T. Nishimura, "Mersenne Twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator", ACM Trans. on Modeling and Computer Simulation Vol. 8, No. 1, January pp.3-30 (1998)