

## フォトンブラシを利用した絵画調画像生成

岩淵 栄太郎<sup>†</sup> 近藤 邦雄<sup>†</sup>  
 埼玉大学工学部情報システム工学科<sup>†</sup>

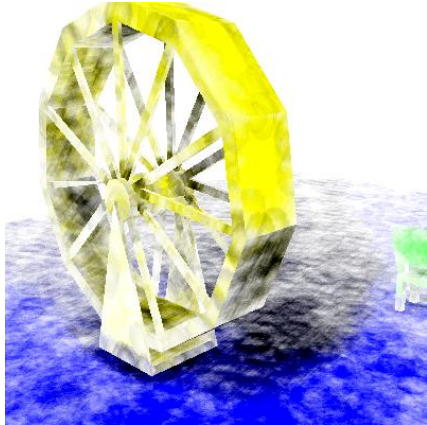


図 1: フォトンマップを使った非写実表現

### 1 はじめに

コンピュータグラフィックス分野には物理法則を用いて写真のように表現するフォトリアリスティックという研究がある [1]。たとえば隠面消去の問題や影付けマッピングなどの手法が開発されてきた。特に現実に近い光を表現することができる手法にフォトンマッピング法がある。一方、絵画調画像を得るノンフォトリアリスティックという研究がある。この研究は、写真や 3 次元形状データを入力データとして、人が手で描いたような画像を生成する手法である。代表的な手法にトゥーンシェード等がある。

本研究の目的は、光を正確に表すフォトンマッピング法を利用して、ノンフォトリアリスティックの画像を生成する手法を提案することである。

### 2 フォトンマッピング法と表現効果

フォトンマッピング法 [2] とは照明を点集合として生成・格納・利用するアルゴリズムのことをいい、これらの点集合を格納するデータ構造をフォトンマップという。ここではフォトンマッピングと画像表現効果のためのパラメータについて述べる。

#### 2.1 フォトンマッピングのアルゴリズム

フォトンマッピング法は、大別するとフォトンの追跡と画像描画の 2 段階からなる。

Step1. フォトンの追跡：光源からモデルの中へフォトンを追跡することによって、フォトンマップを構築する。フォトンの追跡方法は光線追跡法と同じで光源を始点とし、方向は乱数を用いてランダムに決める。拡

散反射面にぶつかったら、位置を記録する。位置が鏡面反射面の場合、フォトンマップには記録せずに、反射方向を計算して新たなフォトンを生成する。フォトンマップは最近傍フォトンの検索を行うために kd-tree 構造で記録していく。

Step2. 画像描画：通常のレイトレーシング法と同じように画素の色を計算していく。可視点から近い順に指定された範囲、指定されたフォトン数までフォトンマップから検索し、輝度を決定する。

#### 2.2 フォトンマップのパラメータと表現効果

フォトンマップのパラメータを変更することによって生成画像を制御できる。このパラメータは以下の 4 つである。(1) 放出するフォトンの数、(2) フォトンを探査する範囲、(3) 明るさを求めるために探査するフォトンの数、というパラメータがあり、どれも数値を増やせば画像をより正確に描写する事ができる。しかし、それにより計算速度が落ちる。

さらに、(4) 探査するフォトン範囲の形状というパラメータがある。フォトンの探査範囲を小さくし、明るさを求めるために探査するフォトンの数を少なく設定することによってこのパラメータをより強く認識することができる。通常、円形状のこのパラメータにマスクをかけて加工することによって形状を変更する事ができる。本研究ではこれら 4 つのパラメータの特性を利用して、非写実表現を実現する。

### 3 フォトンマップを使用した非写実表現

ここでは、フォトンマップを利用した非写実表現手法の処理手順の概要を以下 3 つに分けて述べる。

Step1: 減色法を使用する。

Step2: フォトンマップに影フォトンを追加したフォトンマップを作成する。

Step3: フォトンマップをもとに輝度推定を行う際にフォトンブラシを使用してフォトン探査範囲形状を変更する。

#### 3.1 減色法の利用

絵画は絵の具等を使い紙に色を定着させることにより書くことができる。本研究ではフォトンに絵の具のように扱いノンフォトリアリスティックな画像を生成する。フォトリアリスティック分野で色表現は光の特性を計算するために加色法を使用しているが、ここでは、紙の上に絵の具を置いていくことを前提にしているた

めに減色法を使用する。この減色法は色相を反対にすることによって実装する。

### 3.2 影フォトンの拡張

ここでは減色法に対応した影フォトンについて述べる。影フォトンとはフォトンマッピング法では影を高速に合成するために利用されている手法である。光子とは違い負の値を持ったフォトンであり黒色を持ったフォトンである。

減色法を用いることによって従来の影フォトン計算では影の検出ができない。そこで拡張影フォトン手法を提案する。図2に影フォトンの追跡方法を示す。交差判定で可視点にならないところ以外の交点に影となる部分に黒いフォトンを分布させて影を生成した。フォトンの届かない裏側部分にも色をつけるために、ポリゴンの裏面も交差判定して影フォトンを記録する。

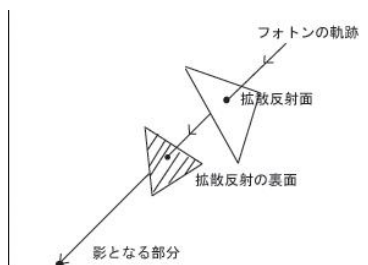


図 2: 影フォトンの拡張

### 3.3 フォトンブラシの提案

フォトンを利用して明るさを表現する際、通常、円形状で光のあたる範囲を表現している。その円形状にマスクをかけて明るさを変更することによって、形を変えることができる。マスクの形を様々な形にすることによっていろいろな画像を得ることができる。このマスク形状をフォトンブラシという。図3のように円形にして格子点に対して0～1の間で色の濃さをあたえたとブラシになる。

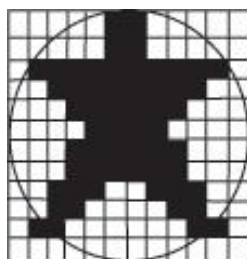


図 3: フォトンブラシの形

## 4 実験結果

図4は実験画像である。実験環境はいずれもCPU1.3GHz、メモリ256MBである。

図4左上の画像は通常のフォトンマップで描写した例であり、右上は提案手法で描写した画像である。左上の画像を生成するためのパラメータは放出フォトン数1万、探索範囲50、探索フォトン数100、ブラシの形状-円形で、計算時間は4分である。右上の画像は放出フォトン数1万、探索範囲20、探索フォトン数100、ブラシの形状-星型で計算時間は4分である

探索範囲数が異なっているのは各々の手法の目的の違いのためである。

下の画像はブラシ形状を変えた作画例である。左下は放出フォトン数5千、探索範囲5、探索フォトン数100、ブラシの形状-星型で、計算時間はである。右下は放出フォトン数5千、探索範囲30、探索フォトン数100、ブラシの形状-直線型で、計算時間は4分30秒である。

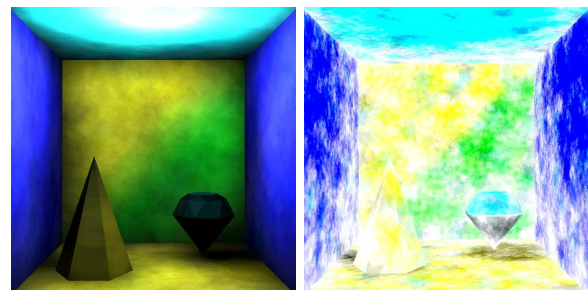


図 4: フォトンの実験画像

## 5 まとめ

本研究では、フォトンマップを使用した非写実表現の手法を提案した。まず、フォトンマッピング法による画像生成に利用するパラメータの表現効果について分析した。そして、フォトン形状にマスクをするフォトンブラシを考案し、それにより非写実画像を作成した。

### 参考文献

- [1] CG-ARTS 協会：Computer Graphics 技術編 CG テキストブック 1999
- [2] Henrik Wann Jensen 著 苗村 健 訳: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- オーム社 2002