

# 透視画像を利用した画素選択型光線追跡法

4Q-1

橋本 秋彦      秋本 高明      間瀬 健二

NTT 電気通信研究所

## 1. まえがき

レイ・トレーシングアルゴリズムによってCG(コンピュータグラフィックス)の表示技術は飛躍的に向上したが、レイ・トレーシングは非常に計算時間がかかるという重大な問題を抱えている。

本稿では、画素間の類似性を利用した高速化手法である画素選択法<sup>(1)</sup>に改良を加えいっそうの高速化を計る。プリミティブの幾何学的情報を積極的に利用して補問の際に生じる画像の品質劣下を抑えつつ、高速化を達成できる新しいアルゴリズム、境界画素選択法を提案する。

## 2. 従来的高速化手法とその問題点

レイ・トレーシングの高速化手法は様々なものが発表されている<sup>(2)</sup>が、大別するとエクステントを使って交点計算の回数を減少させるプリミティブ存在領域法と、レイ・トレーシングの適用画素数を減少させる画素補問法に分類される。(表1)

プリミティブ存在領域法はプリミティブの増加による実行時間の増大を抑えることができ、画質の劣下を生じない点でも優れた方法であるが、表示画素数の増大に対する高速化の効果は全くない。

画素補問法、とりわけレイ・トレーシング自

体を改良する方法は画素数の増大に伴う実行時間の増大を抑える事ができる。その中でも画素選択法はプリミティブの制限がなく、鏡面反射、屈折、テクスチャ等の表現にも効果のある汎用性に富んだ優れた手法である。一般に画素補問法は画質の劣下を生じたり、プリミティブの種類に制限が加えられる事が多い(表1)。画素選択法において画質を損なう最大の要因は、レイ・トレーシングを適用する画素の隙間に存在する異なる領域の見落としから生じる小さなプリミティブや鋭いエッジ状部分の欠落である。線形補問をする際の誤差も考えられるが、パラメータを適当に選ぶ事によって殆ど無視できる。

## 3. 境界画素選択法の概要

領域の見落としを生じる原因は、補問時にプリミティブの存在する位置がわからず、いわば手探りの様に境界領域を探索する所にある。しかし、プリミティブのデータから、スクリーン上に投影されるプリミティブの存在位置は予測可能である。

そこで、補助スクリーンを用意し、このスクリーンにプリミティブの透視変換データを書き込む。そして、これによって境界領域を予測し、上記の欠落問題の解決を試みる。

表1. 従来的高速化手法の例

分 類	手 法 例	特 徴
プリミティブ存在領域法	外接体包含法 Octree法 空間分割法	プリミティブ数が多いほど高速化の効果大。空間分割法は多くのメモリが必要
画素補問法	レイ・トレーシングアルゴリズム自体の改良	一般に画質の劣下を伴う。ビーム・トレーシングは平面のみ適用可 局所レイ・トレーシングは鏡面反射・屈折のない平面のみ高速化
	他のレンダリングアルゴリズムとの併用(局所レイ・トレーシング)	Zbuffer法との併用 スキャンライン法との併用 画素選択法、光線追跡法は全プリミティブに対して高速化の効果を持つ

Border Ray-Tracing using Perspective Image

Akihiko HASHIMOTO, Takaaki AKIMOTO, Kenji MASE

NTT Electorical Communications Labolatories

この透視変換データを書き込んだ補助スクリーンを用いて、領域境界の画素を選択、レイ・トレーシングを行う画素補間法を境界画素選択法と呼ぶ。

境界画素選択法は従来の画素選択法と比較すると、以下に述べる二つの理由から更に高速化を計る事ができる。

一つはレイ・トレーシングを適用する画素を減らせる事である(図1)。即ち、従来の画素選択法ではプリミティブ境界を正確に見つけるためにその周辺でサンプリング点が増加していた。これは生成時間を長くする大きな要因である。しかし、補助スクリーンを用いると、補助スクリーンからサンプリング点を決定し、それから補助スクリーンで示された均一なエリアのみを補間する事が可能となり、大幅な生成速度の向上が期待できる。

もう一つは交点計算が減少する事である。補助スクリーンを参照する事によって表示されるプリミティブがわかるため、一回目の交点計算だけはプリミティブの数によらず一回で良い。

(複数回必要となるケースもある)

#### 4. 境界画素選択法の実行手順

境界画素選択法の実行手順は、プリミティブのZ方向ソート、補助スクリーンへの透視変換、画素の補間とレイ・トレーシングの3手順からなる。

まず、全てのプリミティブをZ方向にソートする。

次に手前のプリミティブから順に、補助スクリーンに透視変換像を書き込む。画素に書き込むインデックス(画素値)とそのプリミティブ番号の対応表を別の参照テーブルに登録する。また、既に書き込まれていた場合、それが手前のプリミティブなら書き込みは行わない。同じ奥行きプリミティブなら新しい画素値を書き込み、参照テーブルのその画素値に対応するプリミティブを全て登録する。

補助スクリーンを用いてレイ・トレーシングを適用する画素の選択・補間を行う。補間エリア内が均一な領域であれば、従来の画素選択法と同じ方法で再分割あるいは補間を行う。異なる2領域からなる場合は、各々の領域毎に画素を選択・補間する。異なる3領域以上から成り立つ場合は再分割を行う。

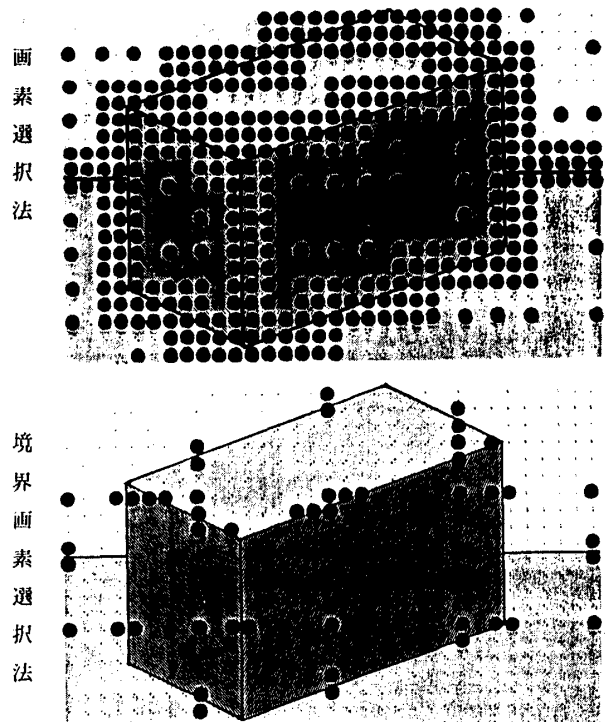


図1. レイ・トレーシングを適用する画素(黒点)

#### 5. 応用

本手法の応用として補助スクリーンに境界領域の面積比も記録する事により、オーバーサンプリングに依らない高速高精度アンチエイリアシングが実現できる。

#### 6. まとめ

プリミティブの透視変換像を利用する事によって、画質の劣下を軽減し、更に高速化を計る境界画素選択法を提案した。

今日、高品位テレビ、映画、広告など、高精細画像の高速生成を必要とする分野はますます増えている。境界画素選択法は画素数が多いほど高速化の効果が顕著となる特性を持ち、この様な分野には最適な高速化手法と考える。

謝辞: 日頃ご指導頂く知的画像処理研究グループの木永康仁リーダー及び研究グループの各位に感謝いたします。

#### [参考文献]

- (1) 秋本、問瀬、「画素選択型光線追跡法による高速画像生成」、テレビジョン学会技報、V V I 7 2 - 6、p p. 4 5 - 5 0、1 9 8 5
- (2) 横井、鳥脇、「コンピュータグラフィックスにおける光線追跡法」、O plus E、N o. 7 9、p p. 9 4 - 1 0 6、1 9 8 6