

6B-2 高解像度裸眼立体視ディスプレイのための オブジェクト表示処理の効率化

佐藤宏司¹ 若月大輔² 石井郁夫³ 高橋章⁴ 今井博英³ 牧野秀夫³

新潟大学大学院自然科学研究科¹ 筑波技術短期大学² 新潟大学自然科学系³ 長岡工業高等専門学校⁴

1 まえがき

近年、広視野角・高解像度の裸眼立体視ディスプレイの研究・開発が盛んに行なわれ、高現実感 VR 環境提示インターフェースとして活用されている。裸眼立体視ディスプレイは、2 視点以上の画像を用いることで立体視を可能にしている。視点数を多くすることで、設定した視点範囲内で両眼視差立体像の運動視差表現も可能になり現実感が向上する。しかし、各視点の投影像を同時に生成する必要があり、一般的なディスプレイに比べて表示処理コストが大きくなる。本稿では、多視点による視差画像を用いる裸眼立体視ディスプレイを、多視点型裸眼立体視ディスプレイと呼ぶ。

また、詳細構造を持つ仮想オブジェクトを用いる場合、データ量が膨大であるため描画負荷が著しく増大し、システムの対話性や現実感を損なう可能性がある。オブジェクト表示処理の効率化のため、観察条件に応じて形状詳細度を制御し、適切な詳細度のデータを描画する LoD(Level of Detail) に関する研究が数多く報告されている [1, 2]。これを立体視ディスプレイに適用すると、視点数に比例して処理コストが増大することや、視点ごとに異なった詳細度制御が行われて観察者に違和感を与える可能性があるといった問題が生ずる。

筆者らは、多視点型裸眼立体視ディスプレイの特徴である複数視点を考慮した形状詳細度制御処理を提案した [3]。この方法では、すべての視点について良好な描画結果が得られるようにオブジェクトの形状詳細度制御をまとめて行い、描画用のポリゴンデータを生成する。このため形状詳細度制御の処理コストは視点数によらず一定となる。しかし、表示時には各視点でポリゴンデータの描画を行う必要があるため、描画処理コストは視点数に比例して増加する。

本稿では、複数視点の入力が必要な高解像度多視点型裸眼立体視ディスプレイの映像表示を効率化するために、形状詳細度制御処理・ポリゴンデータの描画処理に着目し、従来の描画処理の高速化手法による効果について検討したので報告する。

2 多視点型裸眼立体視ディスプレイ

裸眼立体視ディスプレイとは、パララックスバリアやレンチキュラレンズなどを用いて両眼視差を発生させることで立体視を可能にする表示装置である。裸眼立体視ディスプレイの中には、広い視野角による立体視を実現するために、複数視点の映像を入力できる多視点型のものがある。多視点型裸眼立体視ディスプレイでは各視点が図 1 で示すようにディスプレイ面に対して平行な直線上に配置される。

本研究では、高解像度多視点型裸眼立体視ディスプレイとして StereoGraphics 社製 “SynthaGram SG222” (画素数:3840×2400、画面サイズ:22.2 インチ) を使用する。

“SynthaGram SG222” は、表示される画像がレンチキュラレンズで分離され、図 1 の 9 視点からそれぞれ異なった画像が観察できる。このうち 2 視点に左右の眼球が置かれたとき立体視が可能となる。9 視点分の画像を表示用の合成画像にする手続きを以下に示す。

1. ディスプレイ解像度の 1/9 の解像度 (1280 × 800) で 9 視点分の画像を作成
2. 1. で作成した 9 枚の画像をルックアップテーブル (View-Map) を参照して、RGB のサブピクセル単位で並び換える (InterZig 処理)

このため、この多視点型裸眼立体視ディスプレイにおいて高精細画像の表示を効率化するには、

1. 多視点を考慮した形状詳細度制御法の効率化
2. 多視点を考慮した描画アルゴリズムの効率化
3. InterZig 処理による立体視画像生成の効率化が考えられる。

InterZig 処理の処理コストは画像の解像度に依存し、一定であるため、本報では考慮しない。

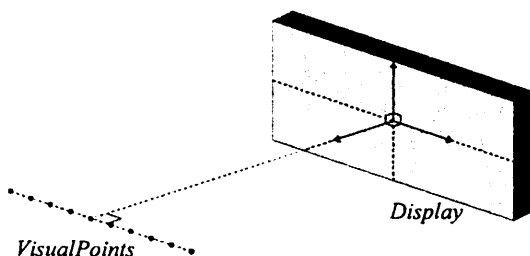


図 1 ディスプレイと視点の関係

3 多視点を考慮した形状詳細度制御法の効率化

3.1 形状認識特性詳細度制御法

筆者らは、描画されるオブジェクトに対する観察者の 3 次元形状を認識する特性として、輪郭形状とオブジェクト表面の輝度 (色) を考慮することで詳細構造を持つオブジェクトの効率的な表示を実現した [2]。

この方法は視点、光源、オブジェクトの静的な位置関係から、輪郭の形状誤差量とオブジェクト表面の輝度変化量を概算し、それぞれを用いて形状の詳細度を制御する。輪郭部分の形状誤差に関する制御を輪郭形状詳細度制御、オブジェクト表面の輝度変化に関する制御を輝度変化量詳細度制御と呼ぶ。

オブジェクトデータは、オブジェクトの存在空間を立方体で再帰的に分割し、オクツリーの各ノードと各立方体に対応付けることで階層化されている。各ノードには形状の代表頂点、法線ベクトル、形状の近似誤差、材質データなどを格納している。

オブジェクトの表示処理は次の手順で行われる。

1. 輪郭形状詳細度制御、輝度変化量詳細度制御によってオクツリーから表示用のノードを選択する。
2. 1.で選択されたノード群の代表頂点を相互に結んでポリゴンデータを生成する。

ここで生成されたポリゴンデータを描画に用いる。

3.2 視点線分を用いた形状詳細度制御法

図1に示すような複数視点それぞれに対し形状詳細度制御を適用する場合、前節1, 2の処理を各視点で実行する必要があり効率が悪く、そこで、直線上の視点の集合を線分(視点線分)として定義し、この視点線分に対し形状詳細度制御を適用する方法を提案した[3]。

視点線分を輪郭形状詳細度制御および輝度変化量詳細度制御に適用することによって、多視点画像を作成する際の形状詳細度制御処理を効率化でき、線分上に位置するどの視点でも適切な表示結果が得られるポリゴンデータを生成できる。また、視点線分上の各視点で共通のポリゴンデータを表示できるため違和感のない立体視を実現できる。

4 多視点を考慮した描画アルゴリズムの効率化

“SynthaGram SG222”では立体視画像を生成するために9視点分の画像が必要となるが、視点数分オブジェクトを描画するのは効率化ではない。

そこで、描画の効率化のためOpenGLの一般的な効率化手法であるディスプレイリストの効果について検討した。ディスプレイリストはOpenGLでポリゴンやテクスチャなどオブジェクトの描画に関わるコマンドを一旦保存し、スケーリング・移動・回転などの変換を加えながら再利用する手法である。ディスプレイリストの作成処理が必要となるが、“SynthaGram SG222”では同じオブジェクトを異なる視点で9回描画するため、描画処理コストの軽減が期待できる。

5 実験

AT 互換機 (CPU : Pentium4 3.0GHz, Memory : 2.0GB, Graphics : QuadroFX3000 256MB DDR, OS : WindowsXP) を用いてディスプレイリストを適用した場合の処理時間の評価を行った。表示装置は“SynthaGram SG222”を対象とした。レンダリングにはOpenGLを用いた。評価対象としてStanford Computer Graphics Laboratoryのサイトの“Dragon(図2)”のポリゴンデータを最大レベル9のオクツリーに変換したものを用いた。実空間とVR空間のスケールを等しく設定し、オクツリーの定義空間を一辺256mmの立方体とした。図3に示すように視点数は9、視点線分はz軸正方向800mmにあり、各視点間の距離は30mmとし、3.2節で示した視点線分を用いた形状詳細度制御法を用いた。

ディスプレイリストを用いた場合を“DisplayList”、用いない場合を“Normal”とし、表示処理の結果を表1に示す。

どちらの場合も同様の形状詳細度制御法を行っているため、ポリゴン数は共に117454であった。ディスプレイリストを用いた場合、ディスプレイリスト作成時間がかかってしまうが、描画処理時間は3/5程度に短縮される。しかし、合計処理時間はディスプレイリストを用いたほうがかかってしまった。



図2 Dragon

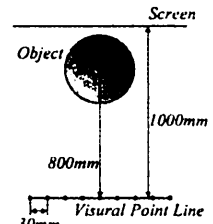


図3 実験環境

表1 処理時間の比較

Method	ShapeResolution Control	DisplayList Creation	Rendering	TotalTime
Normal	171ms	-	1008ms	1179ms
DisplayList	171ms	558ms	588ms	1317ms

6 まとめ

多視点型裸眼立体視ディスプレイのためのオブジェクト表示処理の効率化について検討し、実験を行った。多視点を考慮した形状詳細度制御による表示の効率化については視点線分を用いた形状詳細度制御法で処理時間の短縮効果が得られた。

多視点を考慮した描画アルゴリズムの効率化については、OpenGLの一般的な効率化手法であるディスプレイリストの効果について検討した。描画処理時間は短縮できたが、ディスプレイリスト作成に時間がかかってしまい描画処理時間全体としては短縮できなかった。現在、ディスプレイリスト作成処理とポリゴンデータ作成処理の並列化によってディスプレイリスト生成時間を短縮できないか検討中である。

また、今回は考慮しなかったInterZig処理の効率化を含めた表示処理のさらなる効率化が今後の課題である。

参考文献

- [1] D.Luebkes, M.Reddy, J.D.Cohen, A.Varshney, B.Watson, R.Huebner : Level of Detail for 3D Graphics, Morgan Kaufmann Publishers(2002)
- [2] 若月大輔, 石井郁夫, 高橋章, 今井博英, 牧野秀夫: 詳細構造を持つVRオブジェクトに対する観察者の形状認識特性を考慮した高現実感描画法, 信学論A, Vol.J86-A, No.7, pp.781-791, 2003.
- [3] 佐藤宏司, 若月大輔, 石井郁夫, 高橋章, 今井博英: 多視点裸眼立体視ディスプレイのためのオブジェクト形状詳細度制御法, 信学会信越支部大会, Oct. 2004.