

リアルタイム等距離射影変換のためのフラグメント精緻化

城島 由奈[†] 藤村 真生[†]大阪工業大学大学院工学研究科[†]

1. はじめに

近年グラフィックス処理ユニット (GPU) の処理能力が高くなったことにより、コンピュータグラフィックス (CG) の応用分野が飛躍的に拡大した。現在ではさまざまな分野において CG は必要不可欠な技術である。

プラネタリウムでもリアルタイム 3 次元 CG 技術を駆使したデジタル式が増加傾向にある。このことからリアリティのあるリアルタイム 3 次元デジタルプラネタリウムを構築することを目的として本研究を行った。一般的にプラネタリウムのスクリーンはドーム型が多い。これに通常の方法で投射すると、画像に歪みが発生する。そこでその歪みを補正するために、我々はデジタルプラネタリウムにおけるリアルタイム 3 次元 CG のフラグメント精緻化について研究した。

2. 従来手法^[1]

現在歪みを補正することを考慮した投射方法は 2 種類ある。複数台のプロジェクタによって投射する方法と、魚眼レンズを用いることでプロジェクタ 1 台のみによる投射を実現する方法がある。本研究では後者を採用した。

従来手法ではプログラマブルシェーダ技術のうち主にバーテックスシェーダ^[2]を用いた等距離射影変換をしている。その結果従来手法は現在実用化されている手法^[3]における問題を解決していた。しかし頂点同士を直線で結合するため、2 頂点の成す視野角がある程度大きなフラグメントでは歪みが目立つ。この様子を図 1 に示す。なお同図では問題点を詳細に示すため等距離射影変換による極座標を表示し、その一部分を切り出している。

図からわかるように視野角が大きなフラグメントにおいてより大きな歪みが発生していることから、動的なフラグメント精緻化が求められる。これは頂点座標のみの等距離射影変換では補正できない。

3. 提案手法

動的なフラグメント精緻化を実現するために我々は主にジオメトリシェーダ^[4]を用いた手法を提案する。

3.1 フラグメントの分類

プラネタリウムでは星や惑星等のフラグメントを扱う。提案手法を実現するために、これらを大きく分けて 3 種類に分類する。

まず直線で表されるフラグメントは精緻化が必要であり、ジオメトリシェーダを用いて動的に分割して描画する。フラグメント例は星座線、極座標である。この際に行う動的な分割とは、視野角が大きなフラグメントに対してのみ行う分割のことである。

また三角形で表されるフラグメントの一部も精緻化が必要であり、これもジオメトリシェーダを用いて動的に分割して描画する。フラグメント例は大きく表示される星・人工衛星・乗り物・建物・景色であり、大きさが変化する。

これらに対して、上記以外の三角形で表されるフラグメントは精緻化が不要であり、ジオメトリシェーダを用いずにあらかじめ分割して描画する。フラグメント例は小さく表示される星・画像・写真・星座絵であり、大きさがほぼ一定である。

以下に動的な精緻化を行う主な流れをフラグメント毎に述べる。

3.2 直線で表されるフラグメント

1. 直線の視野角 θ を算出する。
2. 視野角に応じて分割するため、ジオメトリシェーダを用いて新しく頂点を生成する。
3. 2. で生成した頂点を結合する。

実行結果を図 2 に示す。

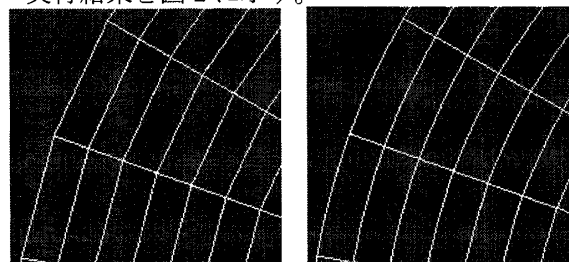


図 1 従来手法

図 2 提案手法

Enhancing the exquisite fragment to equidistant projection technique in real-time.

[†]Yuna Johjima and Masao Fujimura
Osaka Institute of Technology
Graduate School of Engineering

3.3 三角形で表されるフラグメント

1. 3 辺の視野角 θ を算出する。
2. 3 辺を視野角に応じて分割するため、直線と同様にジオメトリシェーダを用いる。図 3 のように新しく頂点を生成する。

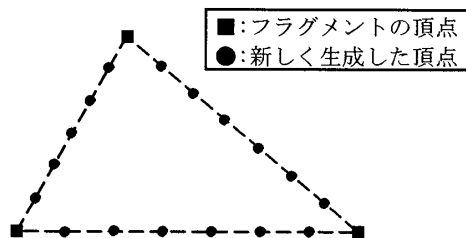


図 3 各辺の分割方法

3. 視野角が小さな 2 辺に新しく生成した頂点に着目する。これらを図 4 のように、視野角が最も大きな辺に近い方から結合する。

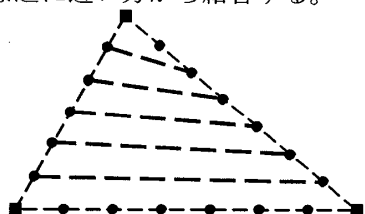


図 4 2 辺における頂点の結合方法

4. 3. で新しく生成した線も視野角に応じて分割する。これもジオメトリシェーダを用いて図 5 のように新しく頂点を生成する。

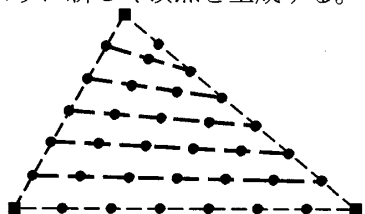


図 5 生成した線の分割方法

5. 視野角が最も大きな辺と、これに近い 3. で新しく生成した線に着目する。これらに 2. および 4. で生成した頂点を、交互にたどり結合する。この時点では図 6 のようになる。

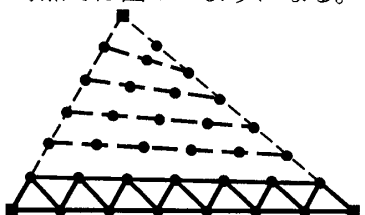


図 6 頂点同士を交互にたどる結合方法

6. 残りの頂点も 5. と同様に結合を繰り返す。そうすれば図 7 のように、隣接する三角形が辺を共有する。

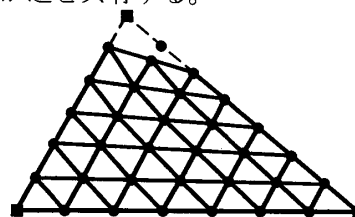


図 7 頂点同士の結合方法

7. 視野角が最も大きな角と残った頂点を、図 8 のように結合する。

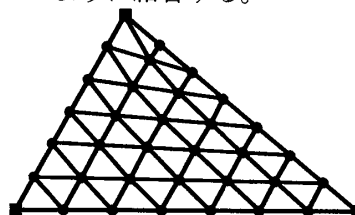


図 8 精緻化の実現

4. おわりに

CG 技術の目まぐるしい発展に影響を受け、リアルタイム 3 次元 CG 技術を駆使したプラネタリウムが増加傾向にあることから本研究を行った。

従来手法では視野角が大きなフラグメントにおいて、より大きな歪みが発生していた。

そこで我々は主にジオメトリシェーダを用いたフラグメント精緻化を提案した。これを実現するために、まずプラネタリウムで扱うフラグメントの分類を行った。そして精緻化の必要なフラグメントに対して動的な精緻化を行った。その結果視野角の大小に関わらず歪みは発生せず、従来手法の問題点を解決した。従ってリアリティのあるプラネタリウムを構築する場合に有効な手法であり、本研究の目的を達成する。

参考文献

- [1] 城島由奈, 高野敦史, 藤村真生, 東利香: シェーダを用いたリアルタイム 3 次元 CG のための等距離射影変換 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集 17-6 (2008)
- [2] Ron Fosner: Real-Time Shader Programming 日本語版 pp. 92-93 株式会社ボーンデジタル (2003)
- [3] 神原弘之, 横田吏司, 安原知春, 岡田正浩, 澤田砂織, 狩野仁美, 藤村真生, 石橋賢治: フルデジタルプラネタリウムの仕組み 電子情報通信学会誌 vol. 87 pp. 701-706 (2004)
- [4] Hubert Nguyen: GPU Gems 3 日本語版 p. 800 株式会社ボーンデジタル (2008)