

Diffusion Curve Image を用いた屈折マッピング

Refraction Mapping of Diffusion Curve Image

菅田 佳博
Yoshihiro Sugata

岩崎 慶
Kei Iwasaki

1. はじめに

画像を曲線や線分の組み合わせによって表現するベクタ画像は、画像の拡大縮小に適しており、データ量も少ないという特長がある。そのため、解像度に依存しない画像生成手法として近年注目を集めている。Orzan によって提案された Diffusion Curve Image は、画像に緩やかな色の変化を持たせることが可能な新しいベクタ画像表現手法である[1]。Diffusion Curve Image を拡張する手法として、Diffusion Curve Image をテクスチャマッピングする手法[2]や GPU を利用した高速化手法[3]など Diffusion Curve Image を拡張する手法がいくつか提案されている。

本稿は、Diffusion Curve Image で表現されたベクタ画像をテクスチャとして屈折マッピングする手法について述べる。ベクタ画像で表現されたテクスチャをマッピングする場合、テクスチャをラスタ画像に変換する必要がある。このとき、対象となる物体に屈折マッピングされた際のエアアシングを緩和するようにラスタ画像へ変換する手法を提案する。

2. 概要

本稿では、ガラスのような透明物体を対象オブジェクトとよぶ。対象オブジェクトを通して屈折してみえる画像を背景画像とよぶ。この背景画像をベクタ画像として保持し、対象オブジェクトへの屈折マッピングを行う。

背景画像を対象オブジェクトに屈折マッピングを行う際に、背景画像をラスタ画像に変換する必要がある。このとき、屈折によって背景画像の一部が拡大・縮小される現象を考慮して、拡大される箇所が詳細に表現されるようにベクタ画像の歪曲を行う。

ベクタ画像の歪曲は、屈折マッピングによる背景画像の拡大縮小や視点からの距離に基づいて計算される重要度をもとに行われる。対象オブジェクトの三角形メッシュの各頂点について、視点からの入射ベクトルを計算する。入射ベクトルから各頂点での屈折ベクトルを計算し、背景画像との交点を求める。対象オブジェクトでの各三角形メッシュについて、背景画像上での対応する三角形メッシュを求め、それらの面積比から拡大縮小の比率が計算される。その後、求めた重要度に基づいてベクタ画像を歪曲した後、[2]の手法を用いて画像化したものを、テクスチャとして対象オブジェクトに貼り付ける。

3. 重要度の計算

対象オブジェクトの各メッシュ頂点において重要度を計算する。各頂点の重要度 I は I_n, I_f, S_b, S_f の 4 つの値の積で計算される。 I_n は対象オブジェクトのメッシュの面積と背景画像上でのメッシュの面積の比、 I_f は視点からの距離に反比例した重要度、 S_b は視界に入っていれば 1、入っていない場合は 0 をとり、 S_f は視線と法線の内積により計算される重要度である。

4. ベクタ画像の歪曲

ベクタ形式で表現された背景画像を矩形グリッドに分割する。これをテクスチャグリッドと呼ぶ(図 1 参照)。対象オブジェクトの各三角形メッシュに対応する背景画像上の三角形メッシュの各頂点がそれぞれどのグリッドに属しているのかを判定し、所属するグリッドに対する重心座標を求める。前節で求めた各頂点の重要度を、各々が属するテクスチャグリッドを構成する軸に分配する。割り当てられた重要度が大きいグリッドほどサイズが大きくなるようにグリッドの各軸の位置を移動する(図 2 参照)。その後、歪曲されたグリッドと予め求めておいた重心座標に基づいて歪曲後のテクスチャメッシュ頂点を求める。図 3 に示すように、歪曲によりエアアシングが緩和されることが分かる。

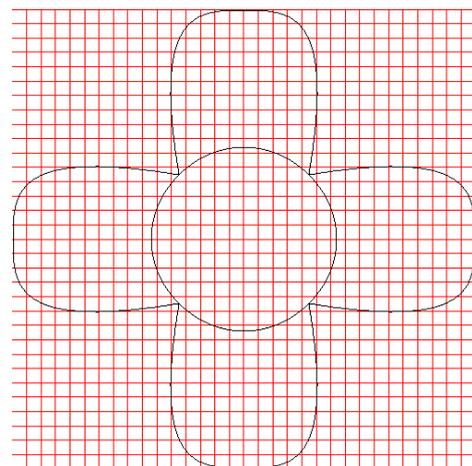


図 1. テクスチャをグリッドに分割

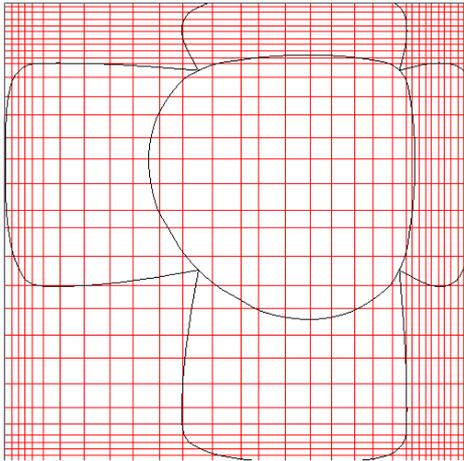


図 2.グリッドを歪曲

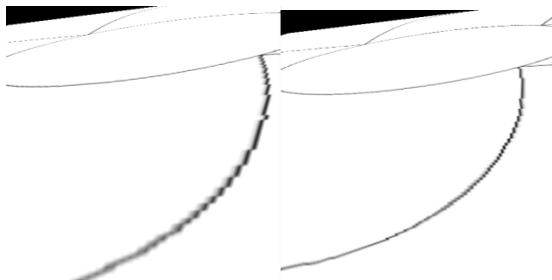


図 3. テクスチャマッピング画像 歪曲有(右)無(左)

5. ベクタ画像のラスタ化

歪曲後のベクタ画像のラスタ化は次のように処理する。歪曲された各曲線の両側に設定された色値を拡散させることにより、各ピクセルでの色を計算する。色値の拡散は、ポアソン方程式を解くことによって計算される。ポアソン方程式の解法としてはヤコビ法を用いるが、通常のヤコビ法では解の収束に時間を要するため、[3]の手法を用いて高速化を図る。まず、各ピクセルについて最も近い曲線を求める。最も近い曲線とピクセルとの距離を d とすると、距離 d だけ離れた 4 ピクセルの輝度値を平均してそのピクセルの色とする。次に、距離を縮めつつ同様の処理を反復して行うことによって色の拡散をおこなう。

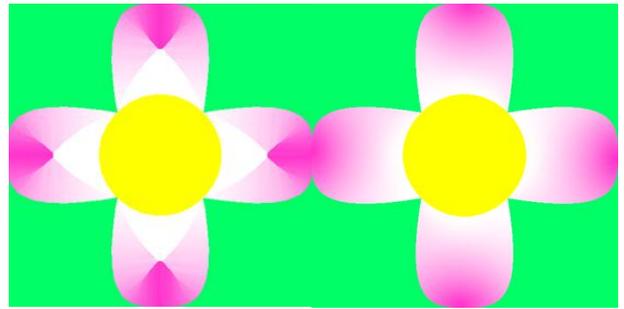


図 4.色の拡散



図 5.屈折マッピングの結果

6. 結果とまとめ

図 5 に、透明な円筒を屈折して見える背景画像の例を示す。本稿は、Diffusion Curve Image で表現されたベクタ画像を、エリasingを緩和するように歪曲することによって、テクスチャとして屈折マッピングする手法について提案した。今後の予定としては、BTF 画像への適用が挙げられる。

参考文献

- [1] Orzan et al., Diffusion Curves : A Vector Representation for Smooth-Shaded images, ACM Transactions on Graphics, Vol. 27, No. 3, pp.92:1-92:8, 2008.
- [2] Jaschke et al., Rendering Surface Details with Diffusion Curves, ACM Transactions on Graphics, Vol. 28, No. 5, pp. 117:1-117:8, 2009.
- [3] Jeschke et al., A GPU Laplacian Solver for Diffusion Curves and Poisson Image Editing, ACM Transactions on Graphics, Vol. 28, No. 5, pp. 116:1-116:8, 2009.