

輪郭線制御によるステンシル調レンダリング手法

亀山 貴樹 望月 義典 近藤 邦雄

埼玉大学大学院理工学研究科

本研究は、3次元形状データから自動的にステンシル調の表現を用いた画像を生成することを目的としている。形状データさえあれば、画像を作成する者の技術に依存せず、少ない時間と労力で描くことができる、オブジェクトの構成や視点を変えて何度でも試すことができるといった利点を有している。ステンシル調の表現をCGで実現するために、ポリゴンの輪郭線の部分に着目した。輪郭線部分に何も描画されない部分を生じさせることによって、ステンシル調の表現を実現した。この部分は、単に生成するだけではなく、厳密な位置の調整と整形が必要である。

A Method of Stencil Style Rendering with Outline Control

Takaki Kameyama Yoshinori Mochizuki and Kunio Kondo

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

The purpose of our research is to render stencil style image automatically from 3-D model. It has merits that is independence of individual technichs, less time, low cost, and easiness of trial and error. We observed outline of polygon for our purpose. Our method create belts that is not painted anything for stencil style. The belts require not only creating but also adjusting position and form.

1 はじめに

図やイラストレーション、画像を作ることは、何かの情報や情感を伝えることにある^[1]。CGもその例に漏れず、目的に応じてさまざまな表現手法が提案されている。この目的から考えると、全ての場合において写実的な表現が最適であるとは限らない。より理解しやすくするために、あるいはCGによる新たな表現の可能性を求めて、多くの研究がなされている。

非写実的なCG表現に関する研究は、その多くが既存のイラストレーションや絵画等の表現手法を取り入れることによって行われてきた。例としては次のようなものがある^[2]。

- テクニカルイラストレーション的表現
- 図面的表現
- スケッチ的表現
- 絵画的表現
- 水墨画表現
- 凹版画表現
- 漫画的表現
- アニメ的表現
- 制限された3次元表現*

CGにおいて新たな表現手法を実現しようとするとき、既存の表現手法を参考とすることは自然な思考の流れである。現実存在する手法とは、すなわち、それぞれの目的に応じた意義と効果が認められているということだからである。

一般にCGによる画像は、無機的な雰囲気のものが多い。そして、それらとは異なる表現を実現するために、上述のさまざまな研究が行われている。本研究では同様に、無機的な表現とは異なる手法として、ステンシルに着目した。ステンシルの絵柄にもさまざまなものがあるが、一般に暖かい雰囲気のものが多い。そういった表現をCGに取り入れることにより、CGによる表現の幅を拡大することが本研究の目的である。

単にコンピュータ上でステンシル調の画像を得るだけならば、既存のペイントソフト等を用いて描くこともできる。しかし、本研究では3次元形状データから自動的にステンシル調の表現を用いた画像を生成することを目的としている。形状データさえあれば、画像を作成する者の伎倆に依存せずに、少ない時間と労力で描ける、オブジェクトの構成や視点を変えて何度でも試すことができるといった利点が存在するからである。

*版画やレリーフなどの表現がこれに分類される。

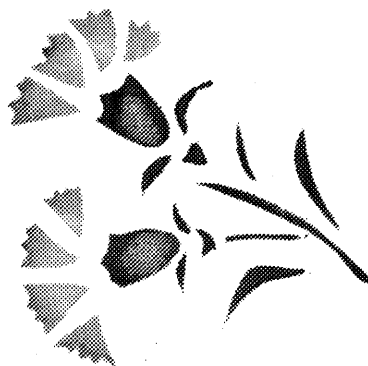


図 1: ステンシルの例^[3]

2 ステンシルの特徴と表現技法

ステンシルは16世紀からの古い歴史を持ち、現在でもさまざまなところで使われているが、絵画やテクニカルイラストレーション、漫画のように、日常的に意識されることは比較的少ない手法である。本節ではステンシルとその特徴について述べる。ステンシルの例を図1に示す。

2.1 ステンシルの制作手順

ステンシルは以下のような手順で制作される^[4]。

1. 図案の上にステンシルシートを重ね、鉛筆でなぞって写す。
2. ステンシルシートをステンシルナイフで切り抜く。
3. 型の完成。
4. ステンシルする対象に型をマスキングテープで固定し、彩色する。
5. 彩色し終わったら型を外す。
6. 2版め以上の型がある場合は、その型を固定して彩色する。
7. 完成。

2.2 ステンシルによる表現の分析

面による表現 ステンシルは、型を切り抜いて穴を開けた部分に彩色するために、面による表現が適している。そのため、線よりも面を用いて表現することが主体となっている。したがって、物体の面がそれぞれ彩色され、その間に色の塗られていない部分が生じるという感じになる。これが、ステンシルによる表現における最も重要な点であるといえる。

線による表現 面の表現が適しているといえども、全てが面で表現できるわけではない。面の色がステンシルを施す地の色と同じであるために、面による表現が不可能である場合が存在する。そのときは、線による表現を輪郭線として用いる。また、そのような場合でなくても、意図的に線を用いることもある。

つなぎ 長い線や同心円等は、それを保持するために、数箇所につなぎを入れる必要がある。型はシート状のものであるため、全ての部分が必ずどこかでつながっていなければならないからである。また、型の強度の問題もあり、つなぎの間隔を無制限に広くとることはできない。

タッチによる表現 穴の中を彩色するとき、タッチによる表現が可能である。ステンシルにおいては、縁の部分に濃く塗り、中心部は塗り残す感じで彩色されることが多い。

複数の型による表現 ステンシルは穴ごとに彩色を行うため、基本的に1つの穴の中に1色しか使うことはできない。また、穴と穴の間には彩色されない部分が生じる。したがって、そのままでは複数の色を重ねることや、隣接させることはできない。これを解決するには、複数の型を用いる。すなわち、ある型で彩色した後に、色を重ねたり隣接させたりするように穴の開けられた型を使って彩色するのである。

3 ステンシル調表現のアルゴリズム

本研究では、CGでステンシル調の表現を実現するために、ポリゴンの輪郭線の部分に着目した。ステンシルは型を切り抜いた穴の部分に彩色を行うため、穴と穴の間には何も色を塗られていない部分が存在する。これがステンシルの表現上の最大の特徴であり、同時に、CGで実現するための最も重要な点である。本研究の手法では、形状モデルの投影変換後に、この彩色をされていない部分を生成する。以下、この部分をパーティションと呼ぶ。

CGでステンシル調の表現を実現するために、本研究の手法では以下のような手順でレンダリングを行う。

1. 3次元形状モデルを投影変換、隠面消去し、輪郭線を抽出する。
2. 抽出した輪郭線の部分にパーティションを発生させる。
3. パーティションの位置を調整する。
4. 周囲のポリゴンに合わせてパーティションを整形する。
5. 隣り合うパーティション同士を接続する。
6. ポリゴンのパーティションと重なる部分をクリップする。

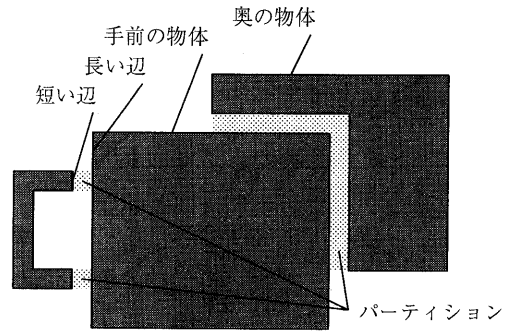


図2: パーティション位置の調整

パーティションは背景色と同じ色であるため、輪郭線とは異なり、人間の目には描かれたオブジェクトの一部として認識されない。そのため、ただパーティションを発生させただけでは、その幅の分だけオブジェクトが削り取られたように見える。これを自然に見せるためには、パーティションの位置を調整し、形を整える必要がある。

以下、手順の各段階について述べる。

3.1 パーティションの生成

形状モデルを投影変換して隠面消去を行い、輪郭線の情報を得る。そして輪郭線の部分にパーティションを発生させる。ただし、発生させるのは形状モデルの異なるパーツ間のみであり、全ての輪郭線にパーティションが発生するとは限らない。

3.2 パーティション位置の調整

パーティションの位置調整規則は、次のようになる。

- 手前の物体の輪郭が奥の物体にかかっている場合は、奥の物体の方にパーティションをずらす
- 長い辺と短い辺が接しているときは、短い辺の方にパーティションをずらす
- それ以外の場合は、パーティションの幅の中心を輪郭線の中心に位置させる

この規則による位置の調整は図2のようになる。

3.3 パーティションの整形

パーティションの整形は、図3のように、パーティションの辺とポリゴンの隣の辺の延長線の交点を求め、そこにパーティションの頂点を合わせることで行う。

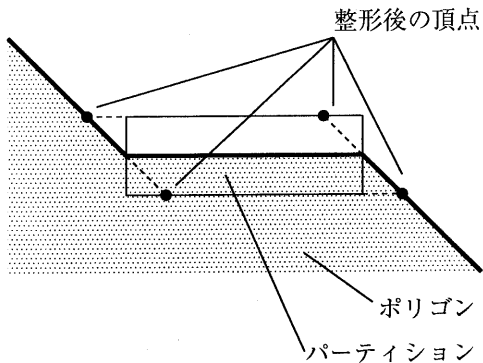


図 3: パーティションの整形

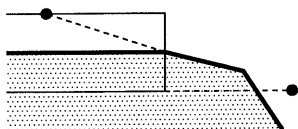


図 4: 整形を行わない場合

ただし、隣の辺が短い場合や、パーティションの辺と平行に近い場合は、パーティションの頂点がポリゴンの形に合わなくなるという問題が生ずる。これを回避するために、パーティションの位置するポリゴンの頂点から、調整後のパーティションの頂点およびポリゴンの隣の頂点までの2つの距離を求め、前者が後者よりも長い場合は、上記の整形を行わないこととする(図4)。

3.4 パーティションの接続

整形を行っただけでは、パーティション同士が繋がって見えるようになっていないため、欠けて見える部分や、はみ出して見える部分が存在する。そのため、全てのパーティションの隣接関係を調べ、隣接しているパーティションについては、互いの辺の交点を求めてその点を頂点とし、パーティション同士を接続する(図5, 6)。

3.5 ポリゴンのクリップ

以上の作業を行った後に、ポリゴンのパーティションが重なっている部分をクリップする。これによってポリゴン間に何も描かれない部分が生じ、ステンシル調の表現となる。

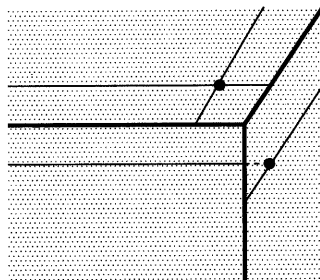


図 5: パーティションの接続 (1)

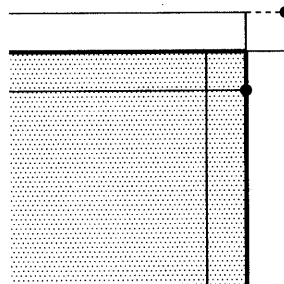


図 6: パーティションの接続 (2)

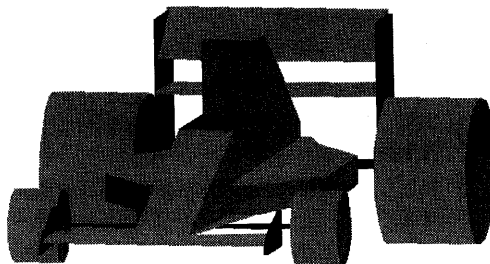


図 7: 投影図

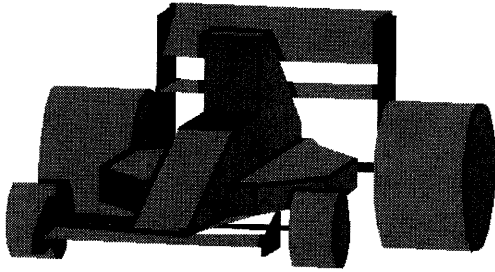


図 8: 生成したパーティション

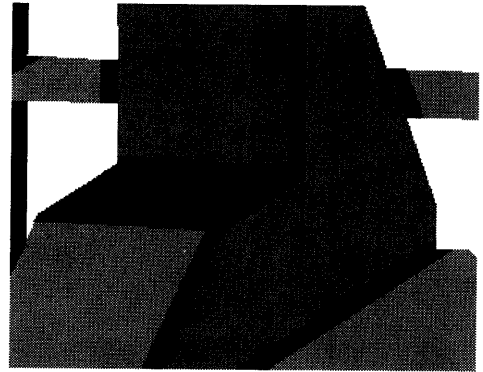


図 10: 生成したパーティション (拡大)

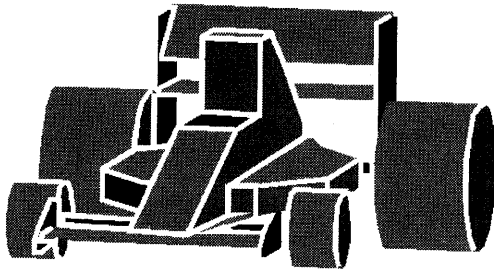


図 9: ステンシル調のレンダリング

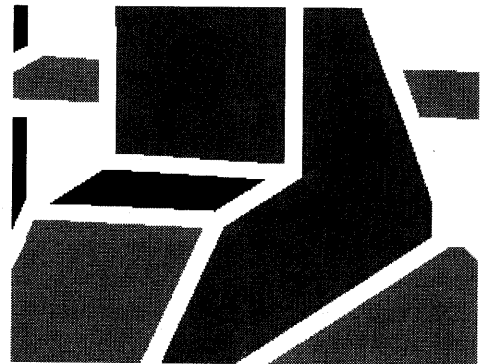


図 11: ステンシル調のレンダリング (拡大)

4 作画例

本研究で生成した画像を示す。図7は通常の投影図である。図8は生成したパーティションの部分の色付けして示した画像、図9はパーティションを背景色で描画した画像である。図10、11は、それぞれの一部分を拡大したものである。

パーティションの生成および背景色での表示により、ポリゴン同士の間には彩色されない部分が生じ、ステンシル風の表現となっていることが分かる。

5 結論

本研究では、ステンシルの表現手法の分析を行い、それを基にCGでステンシル調の表現を実現するためのアルゴリズムを提案した。これに基づき、コンピュータ上でステンシル調レンダリングシステムを構築し、作画実験を行った。

作画実験の結果として、提案手法により形状モデルの投影図に対してパーティションの生成が可能であること、およびそれがステンシル調のレンダリングを行うために必要な1要素となることを確認した。

参考文献

[1] Dorée Duncan Seligmann, Steven Feiner: Auto-

mated Generation of Intent-Based 3D Illustrations, Computer Graphics, SIGGRAPH '91 Conference Proceedings, Vol. 25, No. 4, pp. 123-132 (1991).

- [2] 大野義夫：フォトリアルでないCG画像表現の手法について、情報処理学会研究報告, Vol. 95, No. 78 (95-CG-76), pp. 1-7 (1995).
- [3] 花のステンシル, 84p., 日本ヴォーグ社, 東京 (1992).
- [4] 小林久美子：小林久美子のとっておきのステンシル, 80p., 日本ヴォーグ社 (1994)
- [5] 望月義典, 近藤邦雄, 佐藤尚, 島田静雄：形状理解を容易にする特徴強調画像の生成, 情報処理学会研究報告, Vol. 95, No. 78 (95-CG-76), pp. 73-80 (1995).