

三次元図形表示における輪郭線強調表示方式*

2C-6

徳山 秀樹

金間 誠一†

株式会社日立製作所 システム開発研究所‡

1. はじめに

三次元CG研究の一つとして、リアルな表示画像の生成技術が追及されてきた。以下ではこれを写実CG技術と呼び、この技術で生成された画像を写実CG画像と呼ぶ。この画像は、画像化するときの条件により形状が分かり難い結果となる場合がある。

近年CG画像において、物体形状を分かり易くするために、輪郭線を強調した表示画像の生成法の検討が行なわれるようになってきた。

例えば、新聞は三次元CGアニメーション作成への導入を提案し、輪郭線強調表示の例を示した[1]。また、島田らはテクニカルイラストを観察し、視点と光源の位置をもとに、多面体を構成する辺を輪郭線、陰輪郭線、内形線などに分類し、それぞれ線の太さを変えて白黒2値画像を生成する方法[2]を提案した。また、近藤らはペイントシステムを用いて対話的に輪郭線を強調する方法[3]を示した。

これに対して、輪郭線や稜線を自動的に検出する方法が提案されている。これらは画像処理による方法と幾何情報による方法に分類できる。

画像処理による方法において、斎藤らは表示対象の奥行方向の距離の分布を示す距離画像を微分処理して輪郭線や稜線を検出し、写実CG画像の輪郭線と稜線の部分を強調する方法[4]を提案した。この方法では、表示対象が散在していたり、距離画像にノイズを含まない場合に良好な結果を得ることができる。また、金子らは表示画像をフィルタ処理することにより輪郭線を検出し、三次元アニメキャラクタのふちどり線を生成する方法[5]を提案した。この方法では背景とキャラクタの色に明確な差がある場合に良好な結果が得られる。

幾何情報による方法には、金間による提案[6]がある。まず、視線方向を向いた多角形の辺の頂点座標値を照合し、2回現れた辺を稜線、1回現れた辺を輪郭線と検出する。そして、マスクバッファ法を

ベースとした面に対する輪郭線の優先表示処理により、写実CG画像への書き込みを行なう。この方法は、表示対象が凸の場合に良好な結果が得られる。

本報告では、幾何情報と画像情報の両者を利用して輪郭線と稜線を検出し、表示対象が凹や近似多面体、あるいは複数の表示対象どうしが近接している場合でも、これらを写実CG画像に良好に重ね合わせて表示する方法を提案する。

2. 輪郭線・稜線検出のための情報

2.1 幾何情報

(1) 幾何学定義

閉多面体における幾何学的な輪郭線と稜線の定義について述べる。閉多面体において、隣り合う2面は1辺を共有する。この辺は稜と呼ばれる。この稜を、隣り合う2面の状態により3種類に分類する。すなわち、稜を共有して隣り合う2面が両方とも見えていれば稜線、どちらか1面のみが見えていれば輪郭線、2面とも見えていなければ隠線と呼ぶ。

また、曲面体は多面体で近似して表示することが一般的に行われる。曲面体を近似した多面体を近似多面体と呼ぶ。この場合、本来は存在しない稜が発生する。そこで、本来の稜とは区別して仮稜と呼び、この仮稜が稜線である場合は仮稜線と呼ぶ。ただし、輪郭線と隠線は区別せず同じ呼び方をする。

(2) 共有辺データ

処理に利用する幾何情報である共有辺データについて説明する。

三次元CGシステムにおいて、その表示装置に転送される表示データは多角形や線分であるのが一般的である。したがって、多面体で定義された三次元物体を表示する場合、その面を構成する各多角形が表示データとなる。

まず、表示データである各々の多角形に識別子を付ける。稜および仮稜は、この多角形を構成する辺として2度現れる辺である。そこで、多角形の各辺を照合し、各辺について終始点と、その辺を共有する多角形の識別子と、その辺が稜か仮稜かを記憶したデータを作成する。これを、共有辺データと呼ぶ。

*Contour Edge Enhancement of
Three-Dimensional Objects

†Hideki TOKUYAMA and Seiichi KANEMA

‡Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

2.2 画像情報

処理に利用する画像情報である識別子画像について説明する。

写実CG技術により写実CG画像を生成すると同時に、写実CG画像の各画素に表示している多角形の識別子を記憶する。これを識別子画像と呼ぶ。したがって、見方を変えれば、識別子画像の各画素は、どの多角形が見えているかを示したものである。

3. 輪郭線・稜線検出処理

幾何情報と画像情報を用いた画像処理による輪郭線画素と稜線画素の検出処理について説明する。

まず、共有辺を構成する画素を発生する。次に、これを1画素毎に判定処理する。すなわち、判定対象画素の周囲8画素の画素位置に対応する識別子画像に、辺を共有する多角形の識別子が存在するか否かを調べる。このとき、周囲8画素に辺を共有する多角形の識別子が2つとも存在すればその画素は稜線画素、どちらか一方のみが存在すれば輪郭線画素、両方とも存在しなければ隠線画素と判定する。また、稜線画素と判定された場合は、その共有辺が仮稜であれば仮稜線画素と判定する。

4. 検出結果と表示例

図1と図2に、具体例における輪郭線と稜線の検出結果と重ね合わせ表示の例を示す。

図1(a)は表示対象である凹の多面体を示す。この多面体は中央部に貫通孔を有する。図1(b)は検出結果および表示例であり、太い実線は輪郭線を、細い実線は稜線を示す。これから凹図形でしかも貫通部に近接面が存在する場合でも、輪郭線と稜線を過不足なく検出・重ね合わせ表示できることがわかる。図2(a)は表示対象である球体を26面で近似した近似多面体を示す。図2(b)は検出結果であり、太い実線は輪郭線を、点線は仮稜線を示す。図2(c)は検出した輪郭線のみを重ね合わせた表示例である。近似多面体については輪郭線のみを過不足なく検出・重ね合わせ表示できることがわかる。

5. おわりに

幾何学的な輪郭線と稜線の定義をもとに、表示データから共有辺データを求め、共有辺を構成する画素を識別子画像の画素と比較して、表示対象の輪郭線画素と稜線画素を検出する方法を提案した。これにより、表示対象が凹や近似多面体、あるいは、複数の表示対象どうしが近接している場合でも良好な検出が行え、写実CG画像に重ね合わせることでより物体形状が分かり易い表示結果が得られる。

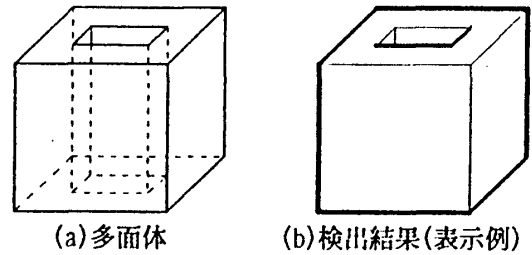


図1 多面体における検出結果と表示例

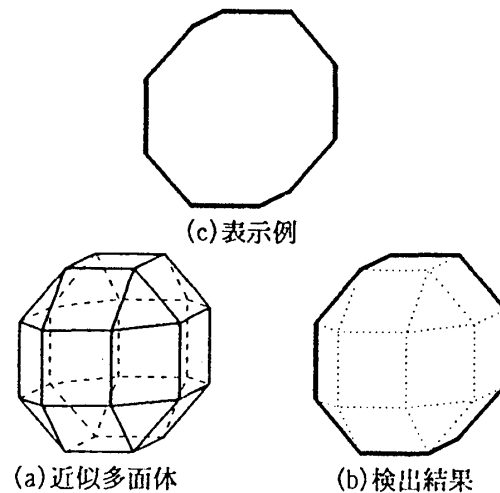


図2 近似多面体における検出結果と表示例

参考文献

- [1]新聞：ハイパーアニメ「ドラゴンボール」の制作、情報処理学会、グラフィックスとCADシンポジウム論文集、pp.101-108(1994,9)
- [2]島田、近藤、佐藤、島田、神原：ドット・ラインシェーディングによる白黒画像のための強調描画手法、情報処理学会、グラフィックスとCADシンポジウム論文集、pp.41-47(1994,9)
- [3]近藤、木村、田嶋：インタラクティブレンダリングシステムによる3次元形状の表現、情報処理、Vol.26, No.11, pp.1401-1408(1985,11)
- [4]斎藤、高橋：コンピュータグラフィックスにおけるエッジ強調描画法、情報処理学会論文誌、Vol.31, No.8, pp.1205-1212(1990,8)
- [5]金子、中島：3次元CG画像のふちどり線発生アルゴリズムについて、電子情報通信学会秋季大会、D-238, pp.245(1994)
- [6]金間：CG画像における輪郭エッジの検出と表示法、情報処理学会、グラフィックスとCADシンポジウム論文集、pp.115-123(1993,9)