

# 三次元ドロネー網と画像情報を用いた 三角形パッチモデル生成法\*

5C-7

佐田博宣 向川康博 大田友一†

筑波大学 電子・情報工学系‡

## 1 はじめに

CGでは、ポリゴンパッチモデルが三次元形状を表現するモデルとして広く使われている。しかし、複雑な物体の場合は人間が手入力で行うことは大きな負担となり、データ入力作業を軽減するためには、対象物体のパッチモデルを自動的に生成する必要がある。

物体を多視点から観測した画像を用いて、特徴点の三次元座標を復元する手法は *structure-from-motion* として研究され、比較的安定に動作する方式も考案されている。一方、三次元特徴点の集合が与えられたときにポリゴンパッチを生成する方法として、二次元ドロネー網を三角形メッシュの生成に用いる方法 [1] が試みられているが、この方法では対象物体の三次元構造を正確に反映することはできない。この問題は、三次元ドロネー網を用いることで解決できるが、生成されたパッチモデルは凸包となり、本来面のないところにもパッチが生成される。不適切なパッチの削除法として幾何学的構造を用いた手法 [2] が考えられているが、この方法では不適切なパッチを全て削除することは難しい。

本稿では、複数の視点からの入力画像と、物体頂点の三次元座標のみが得られる場合に、三次元ドロネー網を用いて生成したパッチモデルから、画像情報を用いて不適切なパッチを削除し、物体の表面に対応したパッチモデルを生成する手法を提案する。

## 2 三次元ドロネー網

ドロネー網は空間中の点群から点どうしを連結し三角形パッチを生成する一般的な手法である。各頂点の三次元座標だけが与えられ、その接続関係は未知である時、二次元ドロネー網によって得られたメッシュの各点に三次元情報を与えて三次元のパッチモデルとする方法では、画像中の点の平面上の位置関係から網を生成するためにジャンプエッジやルーフエッジを含む三角形パッチを生じることが多い。また構造上、重なり合う面は表現できないことなどから、三次元構造を表現するには適さない。

そこで本研究では、三次元のドロネー網を使用してパッチモデルを生成する。三次元のドロネー網は点群の凸包内部に四面体を敷き詰めた形となる。そのそれぞれの

四面体の各面を三角形パッチとして扱うことにより点群に対応するパッチモデルが得られる。また、網生成に点群の三次元構造を反映するため、物体の幾何学的構造を無視したジャンプエッジやルーフエッジなどを含む三角形パッチが生じることを極力抑えることができるという特徴がある。しかし、物体の表面に対応するパッチを内部に含むような形で得られるため、三次元のドロネー網によって得られた初期パッチモデルから表面上にない不適切な三角形パッチを削除することが必要である。

## 3 物体表面上にないパッチの削除

### 3.1 幾何学的構造を利用した手法

表面上にないパッチの削除法として幾何学的構造を利用する手法が提案されている [2]。頂点の三次元座標が既知である場合、ある視点の画像で頂点が可視であれば、頂点と視点の間には視線をさげざる物体がない。このことを利用して、初期パッチモデルから頂点と視点を結ぶ線分と交差する三角形パッチを削除する。この手法は幾何学的な構造に基づいているために、表面に対応するパッチを誤って削除することがなく、また表面パッチを過分割することや視点を増やすことによって削除する効果があがるという性質を持つ。しかし、画像中で頂点と重ならないパッチは削除できないため、初期のパッチモデルからパッチの削除を行ない、物体の本来の外形を表すパッチモデルを得るには不十分である。

### 3.2 パッチ内部の画像情報を用いた手法

複数の異なる視点からの画像において、物体の表面上にあるパッチでは個々の三角形パッチの形状は変化するがパッチ内部のテクスチャは変化しない。一方、本来面のないところに張られた不適切なパッチではパッチ面と実際の物体の表面との間に空間があり、その誤った三次元構造のため内部のテクスチャが変化する。このことを利用して、視点の変化によって内部のテクスチャが大きく影響を受けるパッチを削除する (図1)。

内部テクスチャの変化を評価するために、複数の異なる視点からの画像をテクスチャとして、それぞれパッチモデル上にマッピングする。得られたモデル上の三角形パッチごとに内部の画素のRGB色空間での距離を求め、距離が大きい領域がパッチ内に多く存在すればこのパッチを削除する。これを削除するパッチがなくなるまで繰り返しパッチモデルを物体本来の外形に近づけていく。

\*3D Surface Model Generation using 3D Delaunay Triangulation and Image Features

†Hironori SATA, Yasuhiro MUKAIGAWA, Yuichi OHTA

‡University of Tsukuba



図1: パッチ内部のテクスチャ変化

#### 4 実験

CGにより合成した2枚の画像を用いてパッチモデルを生成する実験を行った。図2に示す2枚の画像を入力画像とし、物体の頂点の三次元座標がわかっているものと仮定する。その点群に三次元ドロネー網をあてはめ初期パッチモデルを作成したものが図3である。幾何学的構造を利用してパッチを削除したモデルと、このモデルにテクスチャマッピングを施し、別な視点からの見え方を生成した例を図4 (a)(b)に示す。また、パッチ内部の画像情報を利用してパッチの削除したモデルとテクスチャマッピングした例を図5 (a)(b)に示す。

幾何学的構造を利用した方法では、十分にパッチが削除できなかつたため、モデルにテクスチャマッピングしても、正しい画像が得られなかつた。それに対し、本手法の画像情報を用いた手法では、不適切なパッチを十分に削除することができ、ほぼ正しいパッチモデルが得られた。

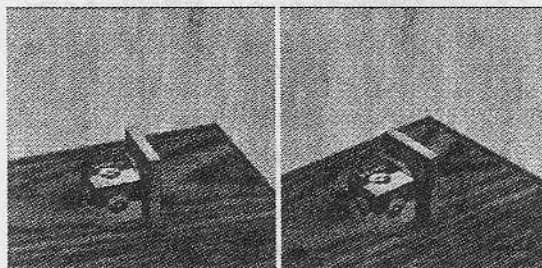


図2: 入力画像

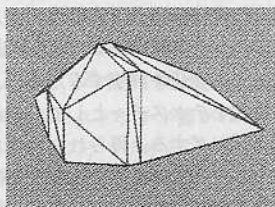
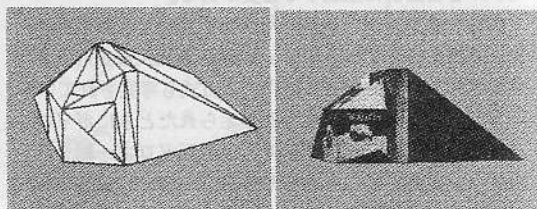
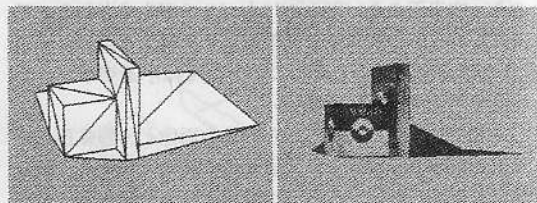


図3: 初期パッチモデル



(a) パッチモデル (b) テクスチャマッピング例

図4: 幾何学的構造を利用した手法



(a) パッチモデル (b) テクスチャマッピング例

図5: 画像情報を利用した手法

#### 5 まとめ

実験により、パッチモデル生成の本手法の有効性が確かめられた。今後は、視点を増やした場合に得られるパッチモデルの安定性について検討する。

#### 参考文献

- [1] 山本, 内山, 田村: "ドロネー網を用いた3次元形状の高機能ポリゴンパッチ生成法"1994年画像認識・理解シンポジウム (MIRU '94), Vol.1, pp.35-42(1994)
- [2] Le Bras-Mehlman E., Schmitt M., Fraugeras O.D., and Boissonnat J.D.: "How the Delauney triangulation can be used for representing stereo data", in Proc. ICCV, pp54-63(1988)