

2次元画像からの3次元バーチャルフィッシュの自動生成に関する研究

4C-3

中嶋 正之[†] 萩原 久哉[‡] 亀井 宏行[†]

[†]東京工業大学 大学院 情報理工学研究科

[‡]東京工業大学 工学部

1 はじめに

近年、バーチャルリアリティの研究が盛んに行なわれており、3次元モデルを簡単に生成する手法が求められている。

現在、3次元モデルを生成する方法として、ステレオ画像にドローネー網で三角形パッチを生成し特徴点を対応させる方法 [1] や、3次元デジタルで得られるレンジデータからポリゴンメッシュを生成する方法 [2] などがある。

前者は同じ物体に対し、違った角度から撮影された複数の画像を必要とし、後者は、特殊な装置を使用しなければならないという問題がある。

本研究では、図鑑や手書きの画像などから得られる魚の2次元画像から、三角形パッチで構成された魚の3次元モデルを、自動的に生成する方法について検討を行なった。

2 処理手順

本研究の処理手順の概要を次に示す。

1. スキャナを用いて、魚の画像を入力する。
2. 得られた魚の画像に、Sobelフィルタ、2値化、輪郭線追跡を行ない、魚の輪郭を抽出する。
3. 魚の輪郭の内側に頂点を配置し、三角形パッチを生成するように各頂点を連結する。
4. 各頂点の魚の輪郭からの距離と、魚の輝度情報から、魚の膨らみ具合を決定する。
5. 表示の高速化のために、近接する三角形パッチを連結し、少ないパッチで魚を表現する。
6. スキャナで入力した原画像をテクスチャとして、5.で得られた3次元モデルにマッピングさせる。

3 魚の輪郭抽出

3.1 入力画像

本研究で使用した画像は、RGB各1byteのフルカラーで、余分な背景は除去してある。

A Study on Automatic Generation of 3D Virtual Fish From 2D Texture

Masayuki NAKAJIMA[†], Hisaya HAGIWARA[‡], Hiroyuki KAMEI[†]

[†]Graduate School of Information Science & Engineering, Tokyo Institute of Technology, [‡] Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Technology

3.2 Sobelフィルタ

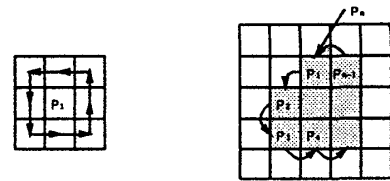
入力画像を白黒の256階調に変換した後、魚の輪郭を強調するために、3×3のSobelフィルタを縦・横2方向に施す。

3.3 2値化

Sobelフィルタを施した後2値化を行い、輪郭抽出に不必要な孤立領域を除去する。しきい値は実験的に20とした。

3.4 輪郭線追跡

輪郭線追跡は8近傍の輪郭線を追跡するアルゴリズムを用いた。はじめに、魚の最上最左の点を追跡開始点 P_1 として選択する。次に、 P_1 を中心に P_1 の8近傍を反時計回りに調べ、背景画素から魚画素に初めて変わったときの魚画素を次の輪郭とする。



(a) 反時計回りの探索

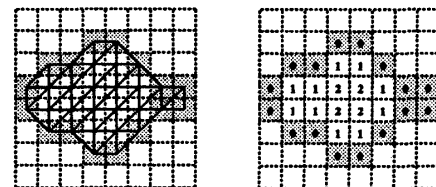
(b) 探索過程

図1 輪郭線追跡

4 3次元モデルの生成

4.1 頂点の生成と連結

前章で得られた魚の輪郭の内部に、1pixel間隔の頂点を生成し、図2(a)のように縦・横・斜めを連結し三角形パッチを生成する。



(a) 頂点の連結

(b) 輪郭距離

図2 頂点の生成と連結

1pixel間隔の三角形パッチは、滑らかな3次元モデルを生成できる反面、多数の頂点と三角形パッチを要し、計算量が増大する。そこで、本研究では、魚の体の中心付近の比較的平坦な部分は、大きなパッチで代

用することにより、滑らかなモデルの形状を損なわずに少ない頂点とパッチでモデルを表現する方法を4.3節で述べる。これを、本研究ではパッチの最適化と呼ぶことにする。

4.2 魚の膨らみ具合の計算

魚の体の膨らみ具合を自動的に決定するために、本研究では次の仮定を行なっている。なお座標系は、魚の頭から尻尾に向かう方向をx軸、背ビレから胸ビレに向かう方向をy軸、z軸は左手座標系となる向きとする。

1. 魚の輪郭から離れるほど、その点のz座標値は大きい。
2. 魚の体長が長いほど魚は太っている。
3. 魚下部の影が多いほど魚は太っている。
4. 魚のひれを除いた部分は、ほぼ楕円形である。

本研究では、図2(b)のように、各頂点から左右・上下4方向の魚の輪郭までの距離を計測し、その最小値をその頂点での輪郭距離とする。また、光源を魚の真上にあると仮定し、魚の全表面積に対する魚下部に表れる影の占める割合を輝度情報とする。得られた輪郭距離と輝度情報によりその点でのz座標値を決定する。点(i,j)における輪郭距離を $r_{i,j}$ 、魚の体長をl、面積比をbとすると、z座標値 $z_{i,j}$ は次のようになる。

$$z_{i,j} = \frac{(\alpha \cdot l + \beta \cdot b) \sqrt{r_{i,j}}}{\gamma h + 1} \quad (1)$$

α, β は、輪郭距離と輝度情報に対する重み係数、hは頂点がひれなら1、それ以外は0となる。

4.3 パッチの最適化

次に、隣接したパッチを大きなパッチで最適化し頂点とパッチ数を減らす。図3に8枚のパッチを2枚の大きなパッチで最適化させる例を示す。

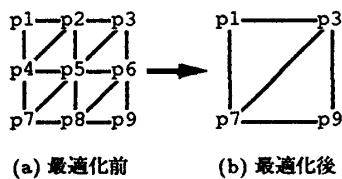


図3 パッチの最適化

最適化前と最適化後で、パッチの4頂点p1、p3、p7、p9の $z_{i,j}$ は変わらないものとする。そして、図3(b)のように4頂点を連結したときの、4頂点以外の点p2、p4、p5、p6、p8と最適化後の辺との距離の自乗和を計算する。この距離の自乗和を最適誤差 ll_n とする。 n は最適化するパッチの1辺の長さを表す。

図4に最適化前と最適化後の誤差を示す。最適化前のp1、p2、p3を連結する辺は図の破線で表される。

しかし、最適化後はp1とp3を連結するためにp2を新たに生成したp2*で近似させる。このときのp2-p2*の距離の自乗和を e_{p2} とする。 l_1 はp1とp3の間にあるすべての頂点の自乗和eを合計したものである。

同様に l_2, l_3, l_4, l_5 についても計算し、 2×2 pixel以上の大きさのパッチの場合には、 l_6 から l_m まで計算する。

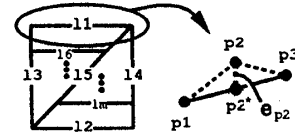


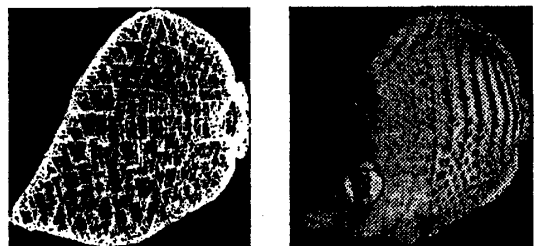
図4 誤差の計算

したがって、図4を最適化した場合の最適誤差 ll_n は次式で計算できる。

$$ll_n = \sum_{k=1}^m l_k \quad (m = 2n + 1, n > 1) \quad (2)$$

最適誤差のしきい値を変化させることにより、魚の形状を優先したモデリングや、パッチ数の減少を優先したモデリングが可能となる。

5 実験結果



(a) 生成した3次元モデル (b) テクスチャマッピング

図5 実験結果

図5に本研究で生成した3次元モデルとテクスチャマッピングした図を示す。

6 おわりに

本研究では、1枚の画像からできる限りリアルな魚モデルを生成すること、リアルさを失わないように、パッチ数を少なくすることを目的としている。今後は、より複雑な形状の魚のモデルを生成する方法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 吉川, 大井, 小沢, : “ステレオ法における対象物体パッチモデルの解析”, 信学春全大, D-558, p.7-294, 1994.
- [2] 岩澤, 上野, 森島, 原島, : “レンジデータに基づく顔モデルの生成とリアルな表情合成”, NICOGRAPH 論文集, pp.11-21, 1994.