

点群データからイラストコンテンツ生成のための特徴抽出

Feature Extraction for Generating Illustration from Point-Clouds.

手島 裕詞† 金谷 孝之‡ 西尾 孝治* 小堀 研一*
Yuji Teshima Takayuki Kanaya Koji Nishio Kenichi Kobori

1. まえがき

大容量のデータをコンピュータ上で扱えるようになったことに加えて、レーザースキャナ型 3D スキャナーの性能向上により、多くの既存物体が点群データとして計算機に取り込まれている。また、近年では、狭範囲のスキャンは言うまでもなく、屋外や屋内全体などの広範囲を高い精度でスキャンできるものも登場しており、比較的小さい既存物体だけではなく、大型の施設や物体もデジタルデータとして計算機に取り込まれている。さらに、CAD 分野でもリバースエンジニアリング技術として注目されており、点群データを対象としたモデリングや形状編集などの研究が数多く報告されている。今後も既存物体を計算機に取り組むことが広く行われていくと考えられ、また、それらのデータの新たな有効活用も期待されている。

一方、近年では、ノンフォトリアリスティックレンダリング (NPR) が注目されており、テレビや CM などでも見かけるようになってきた。このような背景のもと、本研究では、点群データの新しい活用方法として、イラストレンダリング[1]に注目し、イラスト生成のための特徴線を抽出する手法を提案する。一般に、イラストレンダリングでは、色表現の階調数を低くする、視線と面の向きにより、輪郭線を抽出するなどの方法が採用されるが、本研究では、前処理によって視点や視線の影響を受けない特徴線を抽出し、これを用いてイラスト面を生成する。なお、本研究での入力データについては、位置情報と法線情報を保持した点群データを扱う。

2. 特徴線抽出手法

提案手法では、イラストレンダリングを行うための前処理として、常に表示・強調するための特徴点を抽出しておく。言い換えれば、各点群に特徴量をあらかじめ付加しておくことであり、レンダリング時に閾値を設定して特徴線を表現する。特徴量抽出の処理概要としては、形状全体を評価し、特徴量を計算するための重みを求める。重みは、2 次のベジエ曲線をもとに計算する。次に、近傍点群の法線の分散をベジエ曲線から求めた重みを付加しながら計算し、特徴量とする。以下に特徴量抽出の詳細を述べる。

2.1 形状評価による加重と特徴量抽出

特徴量を求める点を基準点として、その法線と近傍の法線との間での分散を特徴量とするが、その際に、基準点からの距離を用いて重みを付加する。以下に、重みを計算し、特徴量を求める方法を説明する。

(1) 空間を各軸方向に均等に分割し、さらに法線の大き

さを1に正規化する。

(2) 空間分割によって生成された各セルで点群データが存在するときに、法線情報についてニアレストネーバー法によるクラスタリングを行い、そのクラスタ数を求める。

(3) (2) の処理を全てのセルに対して行い、クラスタ数の平均値を求める。

(4) 図1(a)に示す直線(2次ベジエ曲線)をクラスタ数の平均値を用いて図1(b)や同図(c)のように中点を平行移動させ重み関数を決定する。移動させる方向は、(1,1)、(-1,-1)方向のみであり、移動量 d は式(1)で求める。

$$d = M - K * Ave \quad (1)$$

ここで、 M 、 K は定数であり、 Ave はクラスタ数の平均値を表している。例えば、式(1)の値が0より小さい場合は、クラスタ数の平均値が大きく形状が複雑であると判断され、(-1,-1)の方向に制御点を平行移動させるため、重み全体の量や距離に応じた重みの強さを小さくすることになり、逆に0より大きい場合は、(1,1)の方向に平行移動させるため、重みの量などを大きくすることになる。

(5) 特徴量を求める点の法線を (X, Y, Z) とし、ある一定距離内での近傍の点群の法線を (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , \dots , (x_n, y_n, z_n) とすると、まず法線ベクトルの x 座標の重みつき分散 F_x を式(2)で求める。

$$F_x = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \{(X - x_k)D(X, x_k) - AD\}^2 \quad (2)$$

ここで、 D は (4) で決定した重み関数をもとに、基準点の x 座標 X_p と近傍点の x 座標 x_p との距離によって付加される重みである。また、 AD は、重みを付加して求めた平均値を表している。

(6) (5) と同様に法線の y 座標、 z 座標を用いて F_y , F_z を求める。

(7) (F_x, F_y, F_z) ベクトルの大きさを計算し、それを特徴量とする。

(8) (5) ~ (7) の処理を同様に全ての点について計算し、特徴量を付加していく。

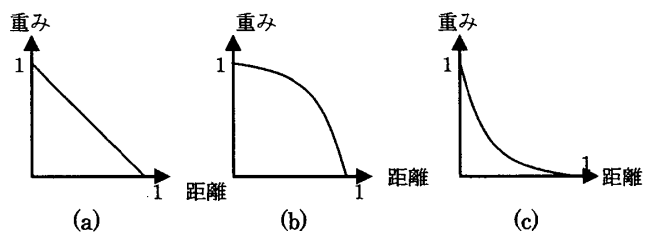


図1 距離と重みの関係

3. イラストレンダリング

2章で求めた特徴量をもとにイラストレンダリングを行う方法について述べる。本研究では、点の陰影付けに Surfel を使用する。また、イラストレンダリング手法は、以下の項目実現に重点を置いている。

†静岡理科大学総合情報学部コンピュータシステム学科
‡広島国際大学医療福祉学部医療経営学科
*大阪工業大学情報科学部情報メディア学科

1. 形状の特徴線
2. シルエットの輪郭線
3. Surfelと視線ベクトルの角度によって求めた輪郭線
4. 階調数を少なくした絵

まず、2章で求めた特徴量に対して、閾値処理を行い、特徴となる点群とそれ以外の点群に分ける。特徴となる点群は、濃度値の低い色でライティングを適用せずにレンダリングし、それ以外の部分では、階調数を落としてレンダリングする。また、視線ベクトルと Surfel との角度を求め、その角度が閾値以内なら輪郭線として特徴線と同様にレンダリングする。シルエットの輪郭線は、膨張処理などの画像処理によって求める。シルエットの輪郭線も視線ベクトルと Surfel の角度から求めることができるが、本研究では、シルエットの輪郭線は、太い線で描くことにしているため、比較的細い輪郭線抽出を目的とした視線ベクトルと Surfel の角度による輪郭線抽出と処理を分けている。最後に、シルエットの輪郭線とレンダリング画像を合成することで最終的なレンダリング結果を得る。

4. 実験と考察

提案手法の有効性を検証するためにいくつかの実験を行った。まず、形状評価を利用した重み付けにより特徴線を抽出する手法を検証するために、従来の重み付けを行わない手法[2]との比較を行った。重み付けを行って抽出した特徴線の結果を図2に、重み付けを行わずに抽出した特徴線の結果を図3に示す。なお、特徴線抽出の閾値は、図2および図3のそれぞれの手法に対し、全体の結果が良好になるように決定した。

図2、図3より、全体的にみて形状評価を用いて重み付けを行う方法の有効性が確認できる。特に、図2(a)、(f)は、図3(a)、(f)に比べて特徴線が良好に抽出されていることが確認できる。また、図2(b)と図3(b)を比較すると、重み付けを行わない方法では、特徴線が適度に抽出されず、特徴線からは形状の把握も困難である。すなわち、重みの強さや重み全体の量を形状評価値から算出し、形状の複雑度などを考慮することにより、全体的にみて安定した特徴抽出ができると考えられる。

次に、提案手法を用いてイラストレンダリングを行った結果を図4に示す。

図4より、良好にイラストレンダリングが行われていることが確認できる。今回は、光源の位置やハイライトの強さを一定にして実験を行ったか、それらを変更することで、様々なイラスト画を生成することができる。

5. あとがき

本研究では、点群データからイラストコンテンツを生成する手法を提案した。特徴線を抽出する処理では、まず、それぞれのセルに対して法線群のクラスタリングを行い、セルごとのクラスタ数を用いて評価値を求めた。さらに、その評価値を利用してベジエ曲線の制御点を移動させることで重み関数を決定した。これにより、従来の方法に比べて、安定的に特徴線が抽出されることを実験により確認した。今後については、特徴線を抽出する方法の再検討を行い、多変量解析などを導入していこうと考えている。また、リアルタイムでのレンダリングを目指し、高速化にも取り組む予定である。

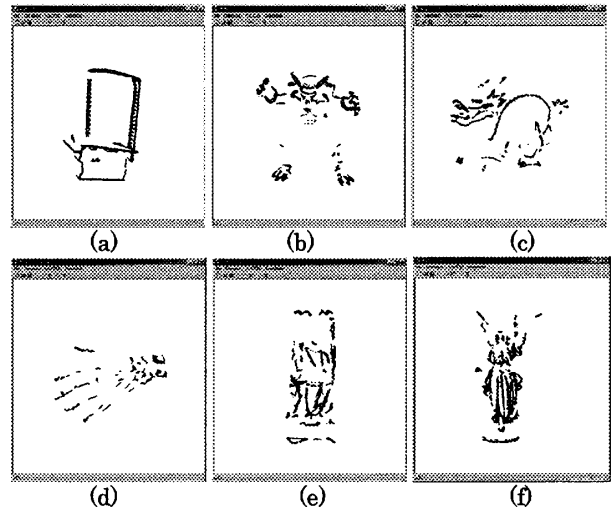


図2 重み付けを行った特徴抽出

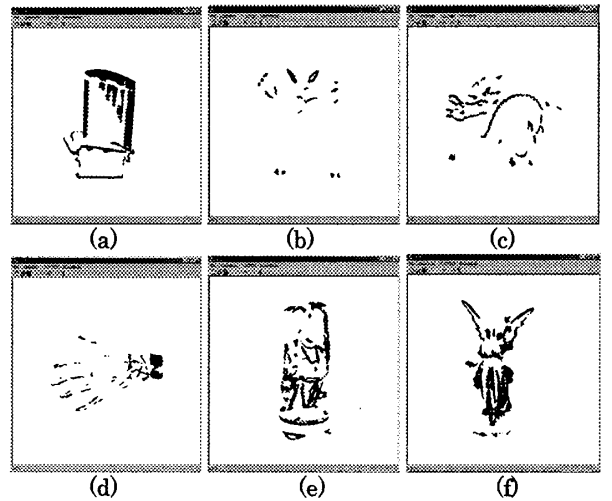


図3 重み付けを行わない特徴抽出

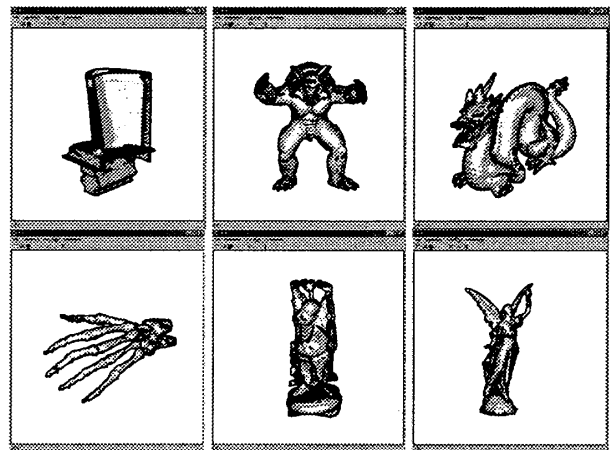


図4 イラストコンテンツ

[参考文献]

- [1] Holger and Shaum, Geometric Approximations Towards Free Specular Comic Shading, EuroGraphics 2002.
- [2] 手島, 金谷, 西尾, 小堀, 点群データからのイラストコンテンツの生成, 電子情報通信学会総合大会, 2008.