

意匠設計を考慮した不規則点群からの三次元モデル再構成

大久保 隆[†], 渡辺 大地^{††}

東京工科大学大学院 メディア学研究所[†]

東京工科大学 メディア学部^{††}

1 はじめに

現在、3次元グラフィックスにおいて3次元モデルを構築する場合、モデリングソフトを用いてモデルを生成する方法と、3次元レーザーレンジスキャナと呼ばれる機器によって現実の形状を測定し、測定した点群データからポリゴンモデルを構成する方法がある。近年、形状デザインの分野においてもデザイナーが作成したモックアップモデルをレーザーレンジスキャナにより計測し、デザインを行う方法が積極的に用いられるようになってきた。しかし、レーザーレンジスキャナによる方法は短時間で精度の高い点群を計測することができるが、現状では三次元モデルを再構成した場合に点群間に適切な位相が設定されず、また、計測した頂点数が多いため細かいメッシュによりモデルが構成されてしまい、デザイナーが想定した曲面が上手く貼られないため、後に三次元CADソフトなどで変形、操作する際に非常に扱いづらいといった問題があった。

本研究では、測定された不規則点群データから後の変形・操作が容易な、意匠設計を考慮した三次元モデルの再構成手法を提案する。デザイン過程において必要となる特徴線を、モデリングの用途に合わせ半自動的に抽出し、特徴線を反映した綺麗なメッシュにより構成されたモデルの構築を行う。

本手法を用いて作成したアプリケーションにより、その有用性を示す。

2 意匠設計の考慮

一般に、デザイナーがモデリングを行う場合、始めにモデルの形状を大まかに表現するキャラクターラインを引き、曲率や連続性を考慮しながら曲面を貼っていくという作業工程を採ることが多い。このキャラクターラインは、形状の特徴を表す特徴線と言い換えることができる。今研究では不規則点群から特徴線を半自動的に抽出し、デザイナーの意思を反映させながらキャラクターラインを求めていくことを可能とした。デザイナーの求める曲面も対話的な処理により綺麗な曲面を意識して半自動的に生成することができる。

3 不規則点群からの三角メッシュ再構成

特徴線を抽出するために、まずレーザーレンジスキャナで計測された不規則点群データから三角メッシュを構成する。デザインを意識した場合、形状の鋭角な部位の表現や位相の構築が不可欠となるため、この特徴を備えた芹田によるポリューミング手法によりポリゴンモデルを再構成する手法[1]を用いて三角メッシュモデルを構築した。

4 特徴稜線抽出

前項で作成した三角メッシュから、形状の特徴を表す特徴稜線[2]を抽出する。特徴稜線を抽出するアルゴリズムとして、以下の三つの評価関数を用いる。

頂点連続性

近似ガウス曲率

隣接面角度

この評価関数は各稜線で計算され、それぞれ実数の評価値を返す。評価値の合計が設定した閾値を超えた場合に特徴稜線として判断する。三つ

Model reconstruction from unorganized point crowd in consideration of the design

[†]Ryu Okubo, Graduate School of Media Science Tokyo University of Technology

^{††}Taichi Watanabe, Faculty of Media Science Tokyo University of Technology

の関数にユーザが指定した重み付けパラメータを掛け合わせることで、単純な線形計算により、半自動的に高速に特徴線の抽出が可能となる。

以上の関数により抽出した特徴線は、局部に限定されてしまうため、形状を上手く表現するには至らない。そこで特徴線に最も連続に接続している稜線も特徴線と仮定することで形状の全体の特徴の抽出を実現する。また、抽出した特徴線が必ずしもデザイナーの意向に沿った特徴線であるとは限らないため、特徴線を手動で指定、解除できるようにする。これは三つの関数の値に関わらず行われなければいけないため、四つ目の関数として閾値を超える値を設定する。

以上の操作により、形状の特徴を表す特徴線を半自動的に抽出することができる。

5 特徴線反映曲面フィッティング

抽出した特徴線に対し、自由曲面をフィッティングしていく。ここでは一般的に用いられている曲面表現である NURBS 曲面と比べ、データ表現が単純で、連続性に優れた双 3 次 Gregory 曲面 [3] を用いて曲面フィッティングを行った。

点群データから構築したモデルはポリゴン数も多く、不規則なメッシュによって構成されている。細かく不規則なメッシュが意匠性を下げる要因であるため、綺麗なメッシュに再構築する必要がある。ここでは Garland ら [4] による QEM (Quadric Error Metrics) 手法によりポリゴン数の削減及びメッシュの削除を行い、綺麗なメッシュを再構成する。

QEM はメッシュの稜線に対しスカラー値の重み付けを行い、重みの少ない稜線から稜線消去 (Edge Collapse) という位相操作を行い、メッシュを簡略化する手法である。この際に、特徴線及び特徴線に接続する稜線を稜線消去の対象から除くことで、形状の特徴を保ったままメッシュの簡略化を行うことが出来る。次に Gregory 曲面を内挿するために三角メッシュの四角形化を行う。四角形化のプロセスとしては、まず始めにデザイナーが求める面を決定できるように、手動でメッシュの結合を行うことができるようにする。その後、先ほど消去せずに残った稜線に対し、再度重み付けが低い稜線から順番に四角形化を行っていく。対象となる稜線に隣接する二つの三角形が長方形に近い場合に四角形化を行うことで、より

綺麗なメッシュが構築でき、Gregory 曲面の滑らかな内挿が可能となる。

以上の操作により、半自動的にデザイナーの意思を反映したモデルの構築をインタラクティブに行うことを可能とする。

6 終わりに

本研究ではデザイナーの意匠設計を考慮した不規則点群からの三次元モデル再構成の手法を提案した。パラメータ操作とデザイナーの意思を反映した手動操作による半自動的にモデルの再構成を可能とし、その有用性を確認した。

今後の課題としては、よりデザイナーの意向を考慮した再構成手法の検討があるだろう。現状では特徴線間の曲面の内挿に際して QEM による稜線削除を用いてメッシュの整理を行ったが、新たに稜線を挿入してより綺麗なメッシュを内挿したほうが後の位相操作において扱いやすい。また CAD やモデリングソフトにおける一般的な曲面表現である NURBS への曲面形式の変換があげられる。これにより互換性の高い CAD データの作成が可能となる。

参考文献

- [1] 芹田陽一郎, “ポリューミング手法を用いた不規則点群からのデータからのポリゴンモデル自動再構成”, 慶応義塾大学修士学位論文, 1998.
- [2] 渡辺大地, “任意三角形メッシュからの特徴線抽出”, 電子情報通信学会, Vol.J83-D-II, No.5, pp.1344-1352, 2000.5.
- [3] 島谷浩志, 千代倉弘明, “3次元 CAD の基礎と応用”, 共立出版株式会社, 1991.
- [4] Michael Garland, Paul S.Heckbart, “Surface simplification using quadric error metrics”, Proc.SIGGRAPH'97, pp.209-216, 1997.