

氏名(本籍)	おお うち むね のり 大内宗徳(福島県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2914号		
学位授与年月日	平成14年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	3次元形状データの効率的な表現法に関する研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	齋藤恒雄
副査	筑波大学教授	工学博士	西原清一
副査	筑波大学教授	工学博士	平井有三
副査	筑波大学教授	工学博士	大田友一
副査	筑波大学教授	博士(工学)	福井幸男

論文の内容の要旨

近年における計算機性能の向上と3次元コンピュータグラフィックス(Computer Graphics: CG)技術の進歩により、計算機上で多様な映像表現が可能となってきた。このような3次元CG技術は映画やテレビジョン番組の制作、医療における画像診断装置、さらにはインターネットの普及に伴い電子商取引やデジタルミュージアムなど幅広い分野で活用されている。3次元CGの分野では、このような多彩な応用に対応した研究が急務となっているが、その基本となるものは対象とする3次元物体の形状を精度よくかつ効率的にモデル化する技術の開発にあると考えられる。

本論文は、入力された3次元形状データをコンパクトな表現形式で精度よくモデル化する手法について研究した成果をまとめたもので、全編5章と付録から構成されている。

第1章は序論であり、本研究を行うに至った背景や目的について述べられている。

第2章は計測された3次元形状データについて基本的な表現法について述べられており、形状表現の正確さと表現のためのデータ量を削減できるコンパクトな表現法の確立が重要であることが説明されている。

第3章では、陰関数に基づく形状表現について述べられている。形状を形成する曲面を特徴づける制御点を補間する形で形状を表現する陽関数に基づくものに比べて、陰関数に基づく形状表現では

- 1) 3次元形状を滑らかな曲面として表現可能
- 2) 大域的な形状を少ないパラメータで表現可能

などの特徴をもっている。そのため従来までいくつかの関数系が提案されてきた。しかし、従来までのものは表現できる形状に制約があり、実在する物体の形状をすべて表現するまでには至っていなかった。

そこで本研究ではこのような問題点を解決するために、拡張Hyperquadric関数を提案し、表現できる形状の範囲を大幅に拡大した。拡張Hyperquadric関数は空間を曲面で制約して形状を表現するもので、従来の関数系では表現することができなかった凹な面をもつ形状も十分精度よく表現できるものである。この関数で表現される形状と実際の形状データとの類似性を測るものとして、両者の間の距離について検討し、この関数による形状表現に適した距離を定義した。これに基づいて、形状を表現するための関数パラメータを求める非線形最適化手法について検討を行い、最適なパラメータを求めるためのアルゴリズムを提案した。

提案する拡張Hyperquadric関数による形状表現能力を検証するため、合成された形状データや実測された形状データに対して、この関数による表現法を適用した。その結果、従来まで表現することが困難であった凹な曲面を含めて少ないパラメータで精度のよい形状表現が可能であることを示した。さらに詳細な形状まで表現しようとするに関数を構成する項の数を増やさなければならず、関数パラメータを求めるための最適化手法が急激に複雑となり、この点の検討が今後の課題となる。

第4章では、関数による方法では表現できない詳細な形状まで表現しうる三角形メッシュによる形状表現法について述べられている。大域的な形状とその頂点からの方向性をもった変位で全体の形状を表現する方法を提案した。方向性を用いることにより原データの詳細な形状変化まで追従できるため、より正確な表現を可能にするものである。この変位を算出するため、制約付最適化法に基づくアルゴリズムを提案した。

実際の形状データに適用して提案する方法の有効性を検証した結果、方向性をもたせない従来の方法と比較して、局所的な形状変化を正確に表現できるものであることを確認した。また、この方法では大域的な形状を作成する際に、不規則なメッシュ構造をもつ原データを規則性のあるメッシュ構造へ変換する過程が用いられている。従って全体のメッシュ構造も規則的なものとなっている。この規則性を利用することにより、表現のためのデータ量を大幅に削減することが可能となる。提案するものは方向性を加える分だけデータ量は増加するが、その特徴を利用することにより高い効率でデータ圧縮が図れることが明らかとなった。

これによって原データをそのまま表現するよりは、はるかに少ないデータ量で詳細な形状まで保存した形で、かつ規則的なメッシュ構造で形状表現が可能であることが明らかにされた。

第5章は結論であり、本研究のまとめと今後の課題が述べられている。

審査の結果の要旨

近年3次元形状計測技術が急速に進歩し、詳細な形状まで比較的容易に3次元座標データとして計算機上に取り込めるようになってきた。様々な分野でこのような3次元形状データが活用されるようになってきていることから、3次元形状を如何に精緻にかつ効率よく表現するかが非常に重要な研究課題になってきている。

本研究では3次元形状データを効率よくかつ正確に表現する2つの方法、陰関数によるものと三角形メッシュによるもの、について研究したものである。いずれも少ないデータで正確な形状表現が可能であることが示されている。このような成果は3次元CGやその応用分野で有効に活用されるものと考えている。

今後はさらなる効率化と正確さを追求することと、彩色やテクスチャマッピングなどを考慮して現実感のある表示技術の開発が重要である。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。