

論文内容の要旨

博士論文題目

陰関数曲面とパーティクルシステムを用いた仮想粘土細工による自由形状モデリングに関する研究

氏 名 松 宮 雅 俊

(論文内容の要旨)

近年、没入型仮想環境を利用した直観的な操作に基づく形状モデリング作業への期待が高まっている。これは、現実世界での形状作成手法を仮想環境内で模擬することによって、形状モデリングにおけるユーザインタフェースの向上と自由な試行錯誤を可能にすることへの期待と言ってもよい。本研究では、没入型仮想環境内で粘土細工を行うような感覚で自由形状のモデリングが行える仮想粘土細工システムの開発を目指している。本論文では、このための形状表現法と形状変形法を提案し、プロトタイプシステムの開発を通して、新しい造形手法としての可能性を示している。本論文は以下の5章から構成されている。

第1章では、本研究の背景である3次元自由形状モデリングについて考察するとともに、研究の目的とアプローチについて述べている。

第2章では、仮想現実感技術と3次元形状の陰関数表現を用いることにより、手を用いて直接的に3次元形状に凹凸を加える形状変形手法について述べている。形状変形に際しては、陰関数曲面表現の特徴を利用して、形状の衝突判定や変形処理に複雑な処理を必要とせず、その定義から自然に変形を表現している。

第3章では、パーティクルシステムと陰関数曲面を用いた仮想粘土モデルを提案し、手を用いて変形を加える手法について述べている。具体的には、現実の粘土の変形挙動を少ないパーティクルで表現するとともに、粘土の表面形状を陰関数曲面を用いて表現し、陰関数表現された手形状との相互作用によって仮想粘土モデルに変形を加える手法を提案している。

第4章では、上記の2つの手法を組み合わせることで、粘土へらと手を用いた、より表現力の高い粘土細工を行える仮想粘土細工システムについて述べている。対話的に変形操作を行うためには、一連の処理を高速に実行する必要がある。本章では、陰関数曲面を効率良くポリゴン表現に変換する手法の開発と対称型マルチプロセッサシステムを用いた並列処理によって、この問題の解決を図っている。最終的に、一連の手法を実装した試作システムによる形状変形実験を行い、対話的な仮想粘土細工が行えることを検証している。具体的なモデリング例は、新しい造形手法としての可能性を示している。

最後に第5章では、本研究の総括として、得られた成果に対する考察と今後の展望について述べている。

氏 名	松 宮 雅 俊
-----	---------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、没入型仮想環境を利用した自由形状モデリングの新しい試みとして、現実世界の粘土細工を仮想環境で模擬する仮想粘土細工システムについて述べている。本研究では、3次元自由形状とその変形を表現するための枠組として陰関数曲面とパーティクルシステムを採用しており、パーティクルシステムと陰関数曲面で表現された仮想粘土モデルに対して陰関数表現された手や粘土へらを用いて変形を加える手法を提案している。また、実際に、プロトタイプシステムを開発することによって、提案手法の新しい造形手法としての可能性を示している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 3次元自由形状モデリングのための物体の形状表現と変形表現を実現するための枠組として仮想粘土モデルを採用し、具体的な方法として、パーティクルシステムと陰関数曲面で表現される仮想粘土モデルを提案している。提案手法では、パーティクルを骨格要素とした陰関数曲面によって仮想粘土の形状を表現し、パーティクルシステムに対する力操作によって、その変形を実現している。

2. 現実世界での粘土細工を模擬するために、手や粘土へらを用いて仮想粘土モデルに対して変形を加える手法を提案している。具体的には、手や粘土へらの形状を陰関数曲面で表現し、仮想環境内での仮想粘土モデルとの相互作用によって、仮想粘土モデルの変形、すなわち、仮想粘土細工を実現している。

3. グラフィックワークステーション、ヘッドマウンテッドディスプレイ、データグローブ等を用いて、上記の提案手法を実装し、没入型仮想環境での3次元自由形状モデリングが可能な仮想粘土細工システムを開発している。ここでは、陰関数曲面を効率良くポリゴン表現に変換する手法の開発と対称型マルチプロセッサシステムを用いた並列処理によって、対話的な実時間形状変形を可能にした。また、試作システムを用いた具体的なモデリング結果によって、新しい造形手法としての可能性を示している。

以上述べたように、本論文では、没入型仮想環境を利用した新しい3次元形状モデリング手法を提案し、プロトタイプシステムの開発とモデリング実験を通して、提案手法の有効性を検証している。本研究は、没入型環境での自由形状モデリングに関する先駆的な研究として評価でき、仮想現実感分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。特に、その成果は、工学的な応用に加えて、従来にない芸術的なデザイン・造形のためのツールとしての利用が大いに期待される。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌1件、査読付国際会議3件として公表されている。また、本論文内容の一部の発表に対して情報処理学会学生奨励賞等を授与されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。