

## 自己評価報告書

平成23年 4月 26日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20700075

研究課題名 (和文)

3次元形状データの多目的な活用を促進するためのデータ操作手法に関する研究

研究課題名 (英文)

A study on 3D geometric data operations for versatile applications

研究代表者 三谷純 (MITAN JUN)

筑波大学・大学院システム情報工学研究科・准教授

研究者番号：40392138

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：CG、3Dモデル、形状処理

## 1. 研究計画の概要

3DCGソフトウェアや3DCADソフトウェアの進歩と普及により、コンピュータを用いた形状設計が容易になったことで、数多くの3D形状データが作り出されている。3DCGソフトウェアで作られる形状の多くは、ディスプレイに表示することを主な目的としている。これをものづくりに活用できれば、既存の資産の有効活用を図ることができると考えられる。しかしながら、3DCGソフトウェアで作られた形は、そのままでは実世界のものづくりに使用できない場合が多い。たとえば、構成部品が互いに干渉するなどの幾何的な問題や、表面が閉じていないなどの位相的な問題が含まれる。

そこで、実物体の設計および制作に必要な制約条件を勘案した3D形状データの幾何形状処理に必要なデータ要素およびデータ構造の研究開発を行う。また、既存の各種3D形状データのフォーマットの調査を行い、横断的な変換のアルゴリズムを実装することで、実物体の制作を実現するシステムの実現を行う。

研究開発に取り組むための前準備としてGoogle Earthや3D形状検索技術のベンチマーク用データなどから3D形状データの収集を行い、それらを本研究で扱う内部フォーマットへ変換することを行う。それに先立って、本研究で用いる内部フォーマット用のデータ構造についての検討を行う。サーフェスマデル表現として一般的に普及しているHalfEdge構造をベースとすることを想定するが、位相情報を含まない単なる三角形の集合から3面稜線を含む非多様体までを統一的に扱うための、より柔軟なデータ構造が必要になる。

また、本研究に近いテーマであるメッシュ簡略化手法に関する研究について、過去の研究に関する文献調査を行い、それぞれの実装上の問題点について評価を行う。過去の研究では、単純に面の数を減らすことを目的とし、形状の対象を球と同相のものに限定するなど、制約が多いため、それらの制約を回避するための検討を行う。

研究開始後の初年度およびその次年度は、3D形状を構成する点・頂点・面からなる幾何要素を、必要に応じて簡略化、修正し、実在するものとして妥当な位相を持つような位相操作に関する研究を行う。対象物によって、許容される位相および幾何情報に違いが生じるため、それらを考慮したアルゴリズムの考案を行う。

最終目標とするものづくりへの活用については、対象とする素材の絞込みを行い、それぞれの素材ごとに固有の特性による問題点(素材の厚さ、剛性、弾性など)を洗い出し、3Dデータに要求される制約をまとめる。

紙やスチレンボード、3Dプリンタによる樹脂を用いた形状構築を行い、その評価を行う。

## 2. 研究の進捗状況

3D形状を計算機で扱うための、内部のデータ構造について検討を行った。新しいデータ構造での形状表現を可能とする3DCGソフトウェアをいくつか開発し、画面を見ながら設計した形が、実際にものづくりに活用できるシステムの構築を行った。具体例として、建築物を表した既存の3DCGデータを読み込み、それを紙模型として作るための形状に変換することを実現した。また、実際に建築デザインを行っている企業にヒアリングを

行い、模型制作の手順やソフトウェアに必要とされる機能についての調査を行い、その結果として、厚みを持ったスチレンボードを素材とする模型を扱えるソフトウェアの開発を行った。素材が厚みを持つことで、組み立て時の素材の干渉などが発生するため、これらを考慮した、厚み付き部品を扱えるデータ構造を考案した。この部品に関する情報を出力することで、模型を迅速に構築できる。従来の 3DCG 技術を用いたウォークスルーによる外観確認だけでなく、実際に模型を手にとって、その構造を容易に把握できるようになった。また、1 枚の紙を折るだけで作れる形に着目し、その幾何的な制約を満たす形状を設計可能とするシステムの開発を行った。1 枚の紙を切らずに作れる形状である可展面の集合で形状を表現することは非常に制約が厳しいため、対象とする形状を限定し、必要な箇所に折り込みを入れることで、曲面を持った形状なども 1 枚の紙であつかえるようにした。また、3D プリンタを用いて形状を出力することを前提とした研究開発も行った。出力される形状は、バラバラにならないように、ひとつながりの立体で無くてはならないなどの制約がある。また、出力後のサポート材除去の工程などを考慮する必要もある。このような条件を考慮したシステムの開発を行った。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

当初は、複数の形状表現フォーマットに備わっている個々の特徴を横断的にカバーした新しい形状表現のためのデータ構造を考案する予定だったが、これは実現が難しく、多くの場合、非常に冗長な表現になることがわかった。一方で、実際のものづくりが対象とする構造の特徴をよく調査し、その対象物に特化したデータ構造を個別に考案する方が、効率がよいことがわかった。そのため、当初の研究計画とは少し異なるアプローチとなったが、紙などの厚みを無視しうる薄板素材、スチレンボードなどの厚みを考慮しなくてはならない素材、3D プリンタによる樹脂を用いた物体など、それぞれに適したアプローチを考案することができた。

### 4. 今後の研究の推進方策

CG の世界での形状設計と、ものづくりための形状設計の最も大きな違いは、実世界に実在するための制約条件を満たす形を対象とするか否かである。今後は、この制約条件を増やし、各種のものづくりに対応できる形状設計、形状表現手法を提案していきたい。つまり、素材ごとに適した形状表現を実現することを目指す。また、最終年度でもあるため、各種の学会での研究成果発表および論文執

筆などにも取り組んでいく。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 9 件)

1. 廣瀬真輝, 三谷純, 福井幸男, 金森由博, "スフェリコンをベースとした等高重心立体の形状デザインシステム", 情報処理学会第 73 回全国大会, 東京, 2011/3/3.

2. 土肥雅志, 三谷純, 福井幸男, 金森由博, "間取り作成アプリケーションからのスチレンボード建築模型用展開図の自動生成", 2010 年度 日本図学会秋季大会, 東京, 2010/11/27.

3. 三谷純, "立体折紙のタイリング技法", 日本応用数理学会 2010 年度年会, 東京, 2010/9/9.

4. 土肥雅志, 三谷純, 福井幸雄, "ポリゴンモデルから紙模型を作成するための形状変換", 2009 年度日本図学会大会, 筑波, 2009 年 5 月 9 日.

5. 土肥雅志, 三谷純, 福井幸男, 西原清一, "実世界指向の 3D 形状データ変換手法の提案", 第 71 回情報処理学会全国大会, 草津, 2009 年 3 月 10 日.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕