

審査の結果の要旨

氏名 倉賀野 穰

倉賀野穰（くらがのじょう）提出の本論文は「曲線集合からの細分割曲面生成と意匠設計への応用」と題し、全6章よりなり、曲線集合から細分割曲面を生成する問題を扱っている。

第1章では、3次元CADシステムの必要性、現状の形状モデルに関して論述した。一般的な3次元CADにおける形状モデルの問題を指摘した。細分割曲面モデルの特徴を述べ、定性的に製品開発プロセスにおいて有用であることを示した。さらに、本研究の目的と構成について述べた。本研究で用いられる用語に関して簡単に述べた。

第2章では、関連研究と従来からの曲面生成に関して述べた。関連研究に関しては細分割の研究を簡単に分類し、さまざまな細分割オペレーション手法に関して論述した。近似細分割手法に関してはCatmull-Clark細分割、補間細分割手法に関してはKobbelet細分割に関して述べた。さらに本研究の基盤となる研究のCombined細分割に関して述べた。曲面生成に関しては従来から行なわれている曲面生成パターンをスキニング手法と内挿とに分類し、それぞれに対して簡単に図説した。さらにフィッティング手法についても論じた。最後に本研究と関連研究との関係を明らかにした。

第3章では、テンソル積曲面を用いた時のスキニングの問題を2つ挙げた。第1は断面曲線は自由に入力できないという問題、第2は特徴消失を表現するときの複雑な処理の問題であった。本手法は近似細分割と補間細分割の両方の性質を持つ統一的細分割を適用することで、断面曲線間に拘束された点を保ちつつ滑らかな曲面を生成する手法を提案した。そこで、第1の問題は解決された。さらに特徴の範囲と特徴の軌跡を入力することで特徴消失の表現効果を細分割曲面を用いて達成した。細分割曲面が通常のテンソル積曲面と同等の表現能力を持ち、さらに特徴消失という難しい表現効果を持てることが分かった。つまり、第2の問題は解決された。

第4章では、曲線網から曲面を生成する問題、曲線群から曲面を生成する問題、という2つの問題に対して内挿による細分割曲面を生成する手法を提案した。

第1の問題である曲線網に対して曲面を生成するという問題に対して、球と同相であるという仮定を置くことで、まわりに球と同相のグラフ探索メッシュを定義し、グラフを埋め込む。続いて、細分割フィッティングの手法を用いることで、細分割初期制御メッシュを生成する。さらにCombined細分割を適用することで曲線を補間する細分割曲面を生成した。全ての可能な位相を探索することなしに、曲面を生成することができた。グラフ探索メッシュのパラメータの決定は形状に依存することが分かった。Combined細分割により、形状にへこみが発生する可能性があることが分かった。

第2の問題である曲線群に対して曲面を生成するという問題に対して、円盤と同相であるという仮定を置くことで、まわりに円盤と同相のグラフ探索メッシュを定義し、グラフを埋め込むことができた。続いて、曲線間の交点を算出し、曲線を再定義することで、曲線を連結することができた。続いて細分割フィッティングの手法を用いることで、細分割初期制御メッシュを生成することができた。さらにCombined細分割を適用することで曲線を補間する細分割曲面を生成することができた。曲線が捩れの関係にあっても曲面を生成することができることは特筆すべき点である。しかし、グラフ探索メッシュのパラメータの決定は形状に依存することが分かった。Combined細分割により、形状にへこみが発生する可能性があるという経験を活かし、"膨張制御点"を定義し、極限点の位置を想定することで膨張制御点の制御を行い、曲面の形状を制御することができた。つまり、内挿の方法を応用することで迅速に位相構築し、4辺形と非4辺形の曲面パッチの形状を統一的に処理することができた。

第5章では、スケッチから3次元モデルを生成する問題扱った。複数のスケッチで入力された特徴線から3次元化され、連結情報を持っていない曲線群から半自動で曲面を生成する問題に対して、

パース図で入力した視点を追加することで投影面を定め、グラフを埋め込むことで位相を構築することができた。手動で境界曲線とダングリング曲線を指定し、投影面で曲線間の結合すべき点を自動で決定することで、グラフを埋め込むことができ、曲面パッチ領域を決定することができた。また、4 辺形も非 4 辺形も統一的に扱え、曲面を生成することができた。さらに、"膨張制御点"を制御することで **Combined** 細分割で生成される曲面がへこむ問題を解決し、曲面を生成した。"ダングリング曲線"は通常の曲面パッチの境界曲線でないので、一般的には扱えないが、本手法は特別な処置を施し、ダングリング曲線に対しても近似補間を行うことができた。つまり、意匠設計において、スケッチから迅速に大まかな曲面形状を確認したいという要求に応えることができた。

第 6 章では、本研究の成果をまとめ、総括し、今後の課題に関して論述した。

以上を総括すると、本研究は、曲線から曲面を生成する問題を効率的に処理することが行え、現状の設計分野に細分割曲面を用い効率的な処理を行う可能性を示した。特に、スケッチから生成された曲線集合から半自動で曲面を迅速に生成することができ、意匠設計における 3 次元モデル生成という問題を効率的に解く手法を提案し、大きな貢献を行った。

よって本論文は博士（工学）学位請求論文として合格と認められる。

「審査の結果の要旨」の概要

1. 1. 課程・論文博士の別 課程博士
2. 申請者氏名（ふりがな） 倉賀野穰（くらがの じょう）
3. 学位の種類 博士（工学）
4. 学位記番号 博工 第 号
5. 学位授与年月日 平成 年 月 日
6. 論文題目 曲線集合からの細分割曲面生成と意匠設計への応用
7. 審査委員会委員 (主査) 東京大学 教授 鈴木 宏正
教授 木村 文彦
教授 新井 民夫
助教授 下村 芳樹
助教授 増田 宏

8. 提出ファイルの仕様等
倉賀野穰.doc word 2000 Windows XP
倉賀野穰.txt テキストファイル Windows XP