



Title	高密度測定点データに基づく自由曲面生成法に関する研究
Author(s)	後藤, 孝行
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42903
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 後 藤 孝 行

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 4 9 9 7 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 11 年 11 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学 位 論 文 名 高密度測定点データに基づく自由曲面生成法に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 三好 隆志

(副査)
教 授 花崎 伸作 教 授 荒井 栄司 助教授 高谷 裕浩

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、マスタモデルをベースとする意匠設計において、高度な非接触 3 次元形状計測技術に基づいて獲得した高精度かつ微小サンプリング間隔の高密度なマスタモデルの測定点データから高品位な自由曲面生成法を確立することを目的とし、以下の成果を得ている。

第 1 章では、本研究の背景、従来の研究についてまとめ、本論文の目的および本論文の構成について述べている。

第 2 章では、マスタモデルをベースとする意匠設計を支援する計測システムの考え方と形状計測を高精度に行える非接触 3 次元形状計測センサおよび計測システムについてまとめている。

第 3 章では、非接触式の 3 次元形状計測装置で獲得した離散的な高密度測定点データへ曲率を考慮して B-spline 曲線を高精度にあてはめる処理法を提案している。そして、計算機シミュレーションおよび非接触 3 次元形状計測装置でマスタモデルを計測し獲得した高密度な測定点データを用いた検証実験によって、本あてはめ処理法の有効性を確認している。

第 4 章では、高密度に形状計測を行うが、測定点データの総数を減らすことが可能な形状計測法（境界高密度計測法）および本形状計測法で獲得した測定点データに基づいて高次連続な自由曲面の生成法を提案している。そして、計算機シミュレーションおよび実測定点データを用いた検証実験により、高密度測定点データに基づいて高品位な自由曲面の生成が可能であることを確認している。さらに、マスタモデルの特徴を表している形状急変（特徴）領域の抽出法を提案し、実測定点データを用いた検証実験によって、特徴領域が抽出できることを確認している。

第 5 章では、境界高密度計測法を基本として、特徴領域を細分割する階層型の形状計測法を提案している。細分化した特徴領域に生成するパッチ曲面と隣接するパッチ曲面を高次まで連続に接続し、高品位な自由曲面を得るための擬頂点を用いた高次連続接続法およびあてはめ処理法を提案している。そして、実測定点データを用いた検証実験を行い、高品位な自由曲面が生成できることを確認している。

第 6 章では、閉じた形状を表す高密度な測定点データに対しても曲線を良好にあてはめることができる曲率を考慮した閉自由曲線あてはめ処理法を提案し、計算機シミュレーションによる検証実験でその有効性を確認している。

第7章では、本所究で得られた結果を総括して述べている。

論文審査の結果の要旨

近年の工業製品は、使用用途・目的を満足するための機能を有するとともに、製品の個性化や付加価値を高めるために見た目の美しさや触れたときのフィット感などの意匠性を重視した形状をしている。意匠性を重視した形状の設計（意匠設計）は、デザイナーがイメージしている形状を直接的に表現でき、形状の成形および修正を容易に行うことができる粘土や木によって制作した物理モデル（マスタモデル）を用いて行われているのが現状である。

マスタモデルをベースとする意匠設計においては、モデルの高精度な形状計測と測定点データに基づいた高品位CADモデルの生成が不可欠である。しかし、意匠性の高い形状は、自由曲面で構成されているため、形状の特徴を表す数値的な手がかりをほとんど持っていない。そのため、測定点データへの曲面あてはめ処理は、オペレータのインターラクティブな編集作業によって行われており、曲面の生成および編集に膨大な時間と労力が費やされていることから、意匠設計の迅速化を図る上でのボトルネックになっている。

このような背景から本論文は、マスタモデルをベースとする意匠設計において、高度な非接触3次元形状計測技術に基づいて獲得した高精度かつ微小なサンプリング間隔（1 mm 以下）の高密度なマスタモデルの測定点データに基づいて高品位なCADモデル生成法を確立することを目的とし、以下の研究成果を得ている。

- (1) 高速非接触式3-D デジタイジングセンサは、拡散反射面において $\pm 75^\circ$ の傾斜面を $\pm 50 \mu\text{m}$ の精度で計測が可能である。また、光リング式3-D 形状計測センサは、拡散反射面において最大 70° までの傾斜面を $\pm 2 \mu\text{m}$ で計測が可能である。これらのセンサは、NC工作機械の主軸に取り付けられる構造であることから、両センサの特性を生かした非接触3次元形状オンマシン複合システムおよび複合計測戦略を提案している。そして、形状計測実験の結果、形状計測時間の短縮化と複数の計測ピッチ間隔の形状計測による省データ化を図った高精度で効率的な形状計測を可能にしている。
- (2) 高度な非接触式3次元形状計測装置で獲得した微小なサンプリング間隔（1 mm 以下）の高密度測定点データへノンユニフォーム3次B-spline曲線を高精度にあてはめるための曲率を考慮したあてはめ処理法を提案し、計算機シミュレーションおよびマスタモデルの実高密度測定点データを用いた検証実験により、従来から行われている方法よりも効率的かつ高精度にあてはめ処理が行えることを確認している。
- (3) 高密度な形状計測を行うが、従来の形状計測法より測定点データの総数を少なくすることができる効率的な形状計測法（境界高密度計測法）および本計測法で獲得した測定点データに基づいて C^2 級の高品位自由曲面生成法を提案している。これらの手法は計算機シミュレーションおよび実測定点データを用いた検証実験により、計測範囲全体において良好な自由曲面の生成が可能であることを確認している。
- (4) 境界高密度計測法で獲得した測定点データに基づいて高品位な自由曲面を生成するため、形状の変化が大きい領域（特徴領域）の抽出法を提案し、実測定点データを用いた検証実験により、特徴領域が抽出できることを確認している。
- (5) 高品位な自由曲面を生成するため、境界高密度計測法を基本として、特徴領域を細分割する階層型境界高密度計測法を提案している。また、細分化された特徴領域に生成する曲面が隣接する曲面と高次連続となる擬頂点を用いた接続法および自由曲面生成法を提案し、実測定点データを用いた検証実験によりこれらの手法の有効性を確認している。

以上のように、本論文は、非接触式3次元形状計測装置の特性を生かした効率的な高密度形状計測戦略法および獲得した高密度測定点データに基づいた高品位自由曲面生成法を提案し、検証実験によりこれらの提案手法の有効性を確認している。本論文によって得られた成果は、マスタモデルをベースとする意匠設計過程いわゆるリバーサエンジニアリングにおいて不可欠な形状計測技術およびCADモデル生成に対して極めて有効であり、生産システム工学ならびに機械工学科に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。