

Title	複合自由曲面形状の3次元エッジプロファイル計測に関する研究
Author(s)	李, 瑞竣
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42299
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、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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	李 瑞 峻
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 2 1 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 13 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学 位 論 文 名	複合自由曲面形状の 3 次元エッジプロファイル計測に関する研究
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

本論文では、マスタモデルを用いる意匠製品設計において、高品位な CAD モデルの構築に重要な要素となる 3 次元エッジプロファイルの計測手法を提案し、同手法による 3 次元エッジモデルのエッジプロファイル自動計測および計測データの曲線／曲面あてはめを行った結果について述べている。論文は以下の 8 章から成っている。

第 1 章では、本研究の背景および目的について述べ、形状特徴を考慮した高精度、高能率な計測手法の必要性について検討している。

第 2 章では、3 次元エッジプロファイル計測の意味について考え、リバースエンジニアリングにおけるエッジプロファイル計測の位置づけと具体的な計測戦略手法を提案している。さらに機上で高能率に実行できる意匠製品設計システムを提案し、解決すべき重要課題を明らかにしている。

第 3 章では、エッジ計測用センサとして、独自に製作した非接触式光リング式変位センサの測定原理と特徴について述べ、また変位算出手法として光リング画像のデータ処理手法について述べ、被測定面の情報を多く持っている光リング画像をエッジプロファイル計測に用いる可能性を示唆している。

第 4 章では、光リング式変位センサから得られる光リング画像の強度変化をエッジ計測に適用する基本原理として相互相関法を提案し、計算機シミュレーションによって相互相関係数とその差分値をエッジ位置検出パラメータとして用いる可能性を確認している。

第 5 章では、計算機シミュレーションによって確認した相互相関係数をエッジ検出パラメータとして実際のエッジ計測に適用し、矩形溝をエッジモデルとして用いた検証実験を通じてその有効性を検証している。

第 6 章では、相互相関係数を計測パラメータとするエッジ位置検出手法を 3 次元自由曲面内のエッジプロファイル自動計測に拡張した 2 段階計測手法を提案している。その応用実験として自由曲面上の円形エッジモデルと境界エッジモデルに対して自動計測を行い、本計測手法の有効性を確認している。

第 7 章では、エッジ自動計測によって得られた内部エッジ計測データに基づく、3 次元エッジプロファイルを考慮した B-spline 閉曲線あてはめ手法およびトリム B-spline 曲面生成アルゴリズムを提案し、エッジ計測データを用いた検証を行い、本あてはめアルゴリズムの有用性を確認している。

第 8 章では本研究より得られた結論を総括している。

論文審査の結果の要旨

近年、工業製品は消費者のニーズに合わせ多様化、個性化が進み、意匠性の高い製品を対象とした意匠設計支援システムには、今後ますます高度な技術が要求されると考えられ、特に意匠設計製品のリードタイムの短縮化と高品質化は急務の課題である。とりわけ3次元形状計測に基づいたCADモデルの生成技術は、意匠設計サイクルのボトルネックとなっているのが現状であり、特徴線やエッジを含む複雑な複合自由曲面形状を高精度にしかも迅速に測定評価できる計測技術と多数の計測点群データならびにエッジプロファイルに基づいたCADモデルの生成技術を高度に融合していくことが必要不可欠である。本論文は、このような背景から意匠設計支援システムの基本技術となる、エッジ、キャラクタラインなどの特徴を考慮した高能率、高精度計測が可能なマスタモデルの非接触3次元エッジプロファイル計測システムの開発を行い、高品位CADモデル生成の実現を目指したものである。主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)被測定面の情報を点ではなく、無数の点の集合であるリング画像として捉えることができる光リング式変位センサを独自に開発している。本センサの特徴を活かし、レーザ光をエッジ部に照射するとき得られる光リング画像の強度分布をエッジ検出に用いる相互相関法を提案し、計算機シミュレーションによってその有用性を確認している。
- (2)計算機シミュレーションより確認した相互相関係数のエッジ検出パラメータとしての有効性を実験的に検証している。検証実験モデルとして矩形溝を用い、その両エッジを相互相関係数により検出し溝幅の計測を行っている。その結果、3次元座標測定機の計測結果と同様な精度で計測が行われることが確認でき、さらにセンサの進行方向に対してエッジの傾きが変化しても同精度でエッジの位置が検出できることを確認している。
- (3)相互相関係数をエッジ検出パラメータとする本計測手法を3次元自由曲面内のエッジプロファイル計測に拡張するために、高能率かつ高精度なエッジ検出手法として2段階計測手法を提案している。応用計測としてNC加工した曲面上に円形のエッジを有するモデルを対象としたエッジプロファイル自動計測を行い、 $\pm 10\mu\text{m}$ の精度でエッジ座標が計測され、本計測手法の有効性を確認している。
- (4)エッジ自動計測手法によって得られたエッジ計測データに基づく、3次元エッジプロファイルを考慮したB-spline曲面あてはめ手法を提案し、エッジプロファイル自動計測データを用いた検証実験より本アルゴリズムの有効性を確認している。本手法は3次元自由曲面内に存在するエッジ領域や形状急変部等の不連続領域に対して高精度な曲面生成が可能であることを示唆しており、高品位なCADモデル構築に有効であると考えられる。

以上のように、本論文はリバースエンジニアリングにおける複合自由曲面形状の非接触3次元エッジプロファイル計測手法について述べたもので、その成果は意匠製品設計工程において必要不可欠な形状データの獲得手法ならびにCADモデルの生成手法に重要な知見を与えたものであり、生産システム工学、機械工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。