HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鋳肌面・機械加工面認識と最適計測計画に基づく鋳造品の高品質リバースエンジニアリングの研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	浦田, 昇尚
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第13526号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74274
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Akihisa_Urata_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (情報科学)　氏名　浦田 昇尚

審査担当者　主　査　准教授　伊達 宏昭
副　査　教　授　金井 理
副　査　教　授　金子 俊一

学位論文題名

鋳肌面・機械加工面認識と最適計測計画に基づく鋳造品の高品質リバースエンジニアリングの研究
（A study of high-quality reverse engineering of castings based on casting and machining surface recognition and optimized 3D scan planning）

現物の製品形状を高精度・高密度に 3 次元計測し, その計測データから 3 次元 CAD 向けのソリッドモデルを生成するリバースエンジニアリング (以下,RE) は, 現在のものづくりにおいて, 製品の品質保証, 機能向上ならびに開発期間短縮に必要不可欠となっている.RE において, 質の高い計測データを効率よく取得することが可能な 3 次元計測の実施方法の確立, ならびに, 計測データから利用しやすいソリッドモデルを迅速に生成することが可能な計測データ処理技術の性能向上は, 今後, より複雑高機能化する工業製品の開発効率化のために重要な課題である. また, 鋳造品は, 高い量産性や高い形状自由度などの理由から, プラント設備, 自動車や船舶, 建築物や家電など, 多くの製品で利用されており, 現在, 複雑形状の鋳造品に対するより迅速で高度な RE 技術の確立が望まれている.

鋳造品は, その表面が, 微小な凹凸を含む鋳肌面と, 機能面である滑らかな機械加工面とで構成されているものが多く, また, 鋳肌面は機械加工面に比べ RE における要求精度は低い. 本論文は, この点に着目し, 光学式スキャナで取得した鋳造品の計測三角形メッシュから, 鋳肌面と機械加工面とを分離する手法を元に, 各面に対する計測要求を満たす最適計測位置姿勢を自動決定する手法, ならびに各面に適した曲面処理の適用により利用しやすいソリッドモデルを効率よく生成する手法を開発し, 従来研究や既存技術と比べ, 効率性, 安定性そして機能が高められた, 鋳造品に対する高度な RE を実現することを目的としている. 本論文は以下の全 5 章で構成されている.

第 1 章「序論」では, 本研究の背景について述べ, 鋳造品の特徴である表面の粗さの違いに基づき, 計測三角形メッシュを鋳肌面と機械加工面とに分離し, それぞれの面に適した幾何処理を適用するといった, 従来法とは異なる新たなアプローチによる鋳造品の高度な RE の実現が本研究の目的であることを述べている.

第 2 章「関連する既存研究とその課題」では, 本研究に関連する, 計測データからの曲面抽出に関する既存研究, 計測三角形メッシュからの粗さ推定に関する既存研究, 光学式スキャナを用いた最適計測に関する既存研究について述べ, 既存研究の問題点や課題を明らかにし, 本研究における解決方法について述べている.

第 3 章「鋳肌面と機械加工面の分離に基づく鋳造品の迅速 RE 手法」では, 提案する鋳肌面と機械加工面の分離に基づく鋳造品の迅速 RE における, 計測三角形メッシュからのソリッドモデル生成の具体的なメッシュ処理手法について述べている. まず, メッシュスムージング前後の面法線差分に基づく三角形メッシュの表面の粗さ推定と鋳肌面・機械加工面分離手法について述べ, 次に, 機械

加工面認識のための, 外れ値に応じた効率的な機械加工平面・円筒面認識法, 分割局所領域に対する同一形状検出に基づくネジ加工面認識手法, 機械加工平面上の円状境界ペア検出に基づく貫通穴認識手法, 機械加工面間頂点の投影と曲線フィットによるプロファイル曲線抽出に基づく回転面状従属フィーチャ認識手法を提案している. そして, 利用しやすいソリッドモデル生成のための支配軸推定に基づく機械加工面の整列と, 安定したソリッドモデル生成のための直線・円近似に基づく鋳肌面メッシュ境界の整形手法が提案されている. 最後に, 分離した鋳肌面と各機械加工面との集合演算に基づく面属性付き整形ソリッドモデルの生成手法が述べられている. 以上の各手法は, 複数の実鋳造品の計測三角形メッシュに適用され, その性能が認識率, 精度等により定量評価されており, 提案法が実鋳造品に対して有効であることが示されている.

第 4 章「鋳造品のための最適計測計画」では, 鋳肌面は未計測部の低減を優先し, 機械加工面は高精度計測を保障するという考えに基づいた, 鋳造品に対する最適計測計画手法について述べている. 提案法は, 各鋳肌面メッシュ境界および各機械加工面に対する最適計測位置姿勢候補の推定と, 各推定候補に対する計測品質向上度合いの定量評価に基づく最適計測位置姿勢の決定から構成される. 提案法の効果は, 計測シミュレーションを用いた計測率, 未計測部網羅率, 計測品質により定量的に評価され, 提案法が未計測部低減と高精度計測の要求を満たす計測を実現する計測位置姿勢を自動推定可能であることが示されている.

第 5 章「結論と今後の課題」では, 各章で得られた成果の要点と今後の課題が述べられている.

これを要するに, 本論文は, 鋳造品の面属性付き整形ソリッドモデルを計測メッシュから迅速に生成するための, 新たな計測メッシュ処理手法群ならびに計測支援技術を確立したものであり, 形状処理工学, 計算幾何学, 計測工学, ディジタルエンジニアリングの発展に寄与するところ大なるものがある. よって著者は, 北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格があるものと認める.