HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ロバスト特徴抽出と点群・画像の融合処理による三次元計測・モデリングとその遺跡、ビル建築物への応用［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	高地, 伸夫
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11044号
Issue Date	2013-06-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53206
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nobuo_Kochi_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　高地　伸夫

審査担当者　主　査　教　授　金子 俊一
副　査　教　授　金井 理
副　査　准教授　田中 孝之

学位論文題名

ロバスト特徴抽出と点群・画像の融合処理による三次元計測・モデリングとその遺跡、ビル建築物への応用
（3D Measuring and Model Integration of Point Cloud and 2D Images through Robust Feature Detection, and Their Application of Architecture and Archeological Ruins）

学位申請者のこの論文においては次の技術内容に関する議論が展開されている。デジタル化及びコンピューターパワーの増大により、遺跡調査、土木における自動化施工、建築における BIM、工業計測等、様々な分野のデータを短時間で 3D 化し処理することが可能となり、新方式による市場が模索検討されている。対象物を 3D データ化する利点は、実物データの記録だけでなく、3D データを計算機上で再構築し可視化することにより設計や施工、修復、劣化診断、経時変化の具体的検討、シミュレーション、擬似体験、進捗状況の把握、見積もり等多岐にわたる。このような背景にあって、本研究の目的は、3D 計測技術として主に画像計測技術とレーザー点群処理技術 (これは既開発技術を利用) の普及の妨げとなっている煩雑なマニュアル操作を自動化することと実用計測性能を得ること (目標:従来図面、機器分解能と同等) である。

地上据え置き型レーザースキャナ (TLS) は、大量高密度な点群データの自動取得ができ、建築物の側面などテクスチャ特徴のない箇所の計測が可能である。しかしデータ取得に時間がかかるため動くものがノイズとなり欠測部分が生じる、機器の設置を要する、後処理工程に煩雑なマニュアル操作が必要といった問題がある。デジタルカメラによる 3D 計測は、撮影 (計測データ取得) が一瞬で動くものはノイズとならず、可搬性がよいため計測が短時間ですむ。短所は、テクスチャ特徴の少ない部分の計測が困難で、解析にマニュアル操作が必要、そして実寸計測には 3D 基準点か基準となる長さ情報が必要なことである。

そこで両手法の短所を補い長所を組合せた建築物の 3D モデル作成を検討する。TLS により高密度な点群データを取得し、オクルージョンとなる部分を可搬性のよいデジタルカメラによる 3D 計測で補い、双方の計測データを位置合せ統合し基準となる長さを TLS から得ることで実寸の 3D モデルを構築するという方法である。

画像計測は、まず明度変動や隠蔽にロバストである方向符号照合法 (OCM) を導入しマニュアル操作を自動化し、幾何学的変形に強い最小二乗相関法 (LSM) の粗密探索過程で LSM と OCM の結果から TIN(不整三角形網) を構築し、順次変形を予測してステレオマッチングする拡張 TIN-LSM 法を開発し計測の高精度化を図った。そして性能評価を実在する遺跡に適用し、従来の図面化方法と比較しその差は対象物約 10m に対し 10mm 以内と図面と同等精度を得、作業時間は半分以下と計測の省力化、自動化を達成し新たなステレオマッチング手法を実用化した。

次ステップで、模様のない近年の建築物は様々な直線成分 (エッジ) から構成されることを利用し特徴の少ない建築物から直線情報を抽出し、エッジにより標定の自動化と模様のない対象物の表現を可能とする 3D 画像計測モデルを作成、レーザー計測モデルと画像計測モデルの統合を目指した。ロバスト特徴抽出法は、エッジ強度と長さを用いかつコーナーを削除することにより確実な 2D エッジを抽出し、平面推定及び OCM の視差推定処理により対応点を確実に求め 3D エッジを得る方法とした。そして、3D エッジを拡張 TIN-LSM 法に組込むことにより 3D モデルを構築した。レーザー点群データ処理は既開発の 3D エッジ抽出処理を利用する。そして点群モデルと画像計測モデルから抽出した 3D エッジによるスケール調整と位置合せを同時に行う手法を開発し、モデルを統合してオクルージョン部を補間したビル全体の 3D モデルを作成する。位置合せ結果は約 16mm で、さらに詳細位置合せを ICP 法で行いスキャン密度 10mm に対し標準偏差でおよそ 4mm と機器の計測分解能と同等の精度を得た。本提案手法は従来手法と比較して工程を自動化し、従来手法では困難であった画像計測モデルによる建築物の形状表現を可能とし、モデル統合に目標である機器分解能精度を達成した。

これを要するに、申請者はロバスト特徴抽出および照合法を独自の三次元位置・形状復元手法と有機的に融合する独自の手法を開発し、三次元計測および復元システムの高機能化・高効率化を実現したものである。これらの技術開発の実産業界への貢献度は高く、またその学術的価値は少なくないと判断され、とくに画像計測工学、形状情報処理工学に貢献するものと認められる。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あるものと認める。