

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	3D Shape and Spectral Reflectance Estimation Using Off-the-Shelf Camera and Projector
著者(和文)	LiChunyu
Author(English)	Chunyu Li
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11747号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥富 正敏,蜂屋 弘之,塚越 秀行,原 精一郎,田中 正行
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11747号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	李 淳雨	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	奥富 正敏	教授	田中 正行	准教授
	審査員	蜂屋 弘之	教授		
		塚越 秀行	教授		
		原 精一郎	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「3D Shape and Spectral Reflectance Estimation Using Off-the-Shelf Camera and Projector」と題し、全5章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景と目的および本論文の構成を述べている。カメラで撮影される画像に影響を与える物体固有の性質として、物体の形状と物体表面の分光反射率があるが、従来、画像からの3次元再構成と分光反射率推定の研究は、主に独立に行われてきた。本章では、それぞれの手法をサーベイすると同時に、本論文が、一般的なカメラとプロジェクタを用いながら、形状と分光反射率を合わせて推定する手法を提案することを述べている。

第2章「Pro-Cam SSfM: 3D Shape and Spectral Reflectance Estimation Using Structured-light and Uniform Color Illuminations」では、プロジェクタとカメラを用いて、対象の3次元形状と分光反射率を推定する手法を提案している。本手法では、プロジェクタとカメラを交互に移動しながら、プロジェクタから2種類のパターン光を投影して撮影を行う。ひとつの投影はコード化パターン光であり、その情報を用いて各位置のカメラとプロジェクタの対応をとり、Structure from Motionの手法を用いて、カメラとプロジェクタの位置、並びに3次元点の位置を推定する。もうひとつの投影は、色の異なる一様な光であり、それをカメラの3バンドで観察した情報を元に、物体表面の分光反射率を推定している。実験を通じて、提案法により、市販のカメラとプロジェクタを用い、キャリブレーションフリーで形状と分光反射率が推定できることを示している。

第3章「Spectral MVIR: Joint Optimization of 3D Shape and Spectral Reflectance」では、高解像度の画像に含まれる情報を活かし、推定された形状と分光反射率さらにリファインする手法を提案している。本手法では、画像の各画素値が決定される過程をモデル化し、そのモデルに基づいて計算される画素値と入力画像の画素値が一致するよう、光源の位置、物体の形状、分光反射率を同時に最適化する。本手法では物体の初期形状を必要とするが、実験では、Structure from MotionとMulti-view Stereoによる初期形状を用いてリファインする場合と、第2章の手法による結果をリファインする場合を想定し、本手法の有効性を示している。

第4章「Learning-Based Single-Shot Estimation Using Color-Dot Projection」では、1枚の入力画像から、形状と分光反射率を推定する手法を提案している。第2章と第3章の手法においては、推定のために複数の入力画像を必要とするため、動きの速い対象に対して用いることができない。そこで、本章の手法では、プロジェクタからカラーランダムドットパターンを投影して撮影した1枚の入力画像から、深層学習を利用して、各画素に対する深度と分光反射率を推定する。本章では、そのための新しいネットワーク構造を提案し、さらに、カラーランダムドットパターンを投影した合成画像と、それに対する形状と分光反射率の真値を用いて、end-to-endでネットワークを学習している。合成画像と実画像を用いた実験により、提案法の有効性を示している。

第5章「Conclusions and Future Works」では、研究成果のまとめと将来展望・課題について述べている。

以上のように本論文は、市販のプロジェクタとカメラを用いて、対象の3次元形状と分光反射率を推定する手法を提案し、その応用可能性や有用性を示しており、その成果は工学上・工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として、十分な価値があると認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。