

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	屈折光の波長解析による実世界理解
Title(English)	
著者(和文)	石原 慎
Author(English)	Shin Ishihara
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12084号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:金子 寛彦,佐藤 いまり,山口 雅浩,熊澤 逸夫,渡辺 義浩,長谷川 晶
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12084号, Conferred date:2021/9/24, 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		石原 慎	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	金子 寛彦	教授	審査員	渡辺 義浩	准教授
	審査員	佐藤 いまり	特定教授		長谷川 晶一	准教授
		山口 雅浩	教授			
		熊澤 逸夫	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「屈折光の波長解析による実世界理解」と題し、全6章から構成される。

第1章「序論」では、コンピュータによる実世界理解について、その研究背景および産業応用について述べた後、実世界理解における分光情報及び三次元深度情報の重要性について議論している。そして、本研究にて実現する「三次元分光カメラシステム」の目的と本論文の構成について説明している。

第2章「関連研究」では、コンピュータによる実世界理解に関連して、分光画像を用いた表面解析手法や、三次元深度推定手法に関する研究を紹介している。特に本論文ではボケを利用した深度推定と水面の屈折を利用した深度推定の2つを提案するため、その両者に関係する先行研究について本論文との差異を議論している。本章の最後にて関連研究について総括し、本研究の意義について述べている。

第3章「光の屈折における波長依存性」では、本研究にて扱うレンズ内部の屈折および水面での屈折について、その波長依存性について計測値を元に議論している。また、環境の影響を受けやすい水の屈折については、その温度や混合物に依存する屈折率の変化についても議論している。さらに、屈折率が波長により変化することで波長画像にどのような変化がもたらされるかについて述べている。

第4章「レンズ内屈折解析による分光画像からの距離推定」では、分光を用いた距離推定のモデルおよび推定アルゴリズムの詳細を述べている。はじめに提案する分光画像モデルの空間微分および波長微分を用いて各点の距離を表現できることを示し、後に入力から空間微分および波長微分を計算する手法について述べている。実験では定量評価および定性評価を通して、本手法による距離推定の有効性を検証している。考察として、センサの帯域幅およびチャンネル数と推定精度の関係や、テクスチャの空間周波数と推定精度の関係について議論している。また発展として、収差による画像劣化を防ぐための方法と、距離推定の範囲を拡張する方法について議論している。

第5章「水面の屈折解析による分光画像からの水中シーン再構成」では、分光を用いた水面の法線および水中対象の深度推定のモデルと推定アルゴリズムの詳細について説明している。はじめに水面形状が既知である場合に2波長画像の入力から水中対象の深度を得るための手法について述べ、後に3波長画像の入力から水面形状が未知である場合にその水面形状と水中対象の深度を同時に推定する手法へと拡張している。実験ではシミュレーションと試作機を用いた定量評価および定性評価を通して、本手法による水面形状および水中対象の深度推定の有効性を検証している。

第6章「結論」では、本論文における今後の課題と研究分野の展望について議論し、総括を行っている。本論文における今後の課題としては、より広範囲の分光波長への適用や、特殊な反射特性を有する対象への適用が挙げられる。関連する研究分野の展望としては、システムをより簡易化または小型化することが挙げられ、そのために機械学習等を利用することが説明されている。

以上を要するに、本論文では、屈折光（レンズ内部の屈折および水面での屈折）の波長依存性に基づき三次元形状推定を実現する手法を探究し、実世界理解における分光情報及び三次元深度情報の計測可能な「三次元分光カメラシステム」を実装している。本研究を通して得られた屈折光にもとづく形状推定に関する知見は、コンピュータビジョンによる画像解析による実世界理解の新たな方向性と応用先の可能性を示すものであり、工学上ならびに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）の学位論文として価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。