

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	濡れや相互反射を考慮した分光特性推定に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	大川拓樹
Author(English)	Hiroki Okawa
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11234号, 授与年月日:2019年6月30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,永井 岳大,渡辺 義浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11234号, Conferred date:2019/6/30, 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

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		大川拓樹	
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	永井 岳大	准教授	
	審査員	佐藤 いまり	特定教授		渡辺 義浩	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、「濡れや相互反射を考慮した分光特性推定に関する研究」と題し、全9章から構成される。第1章「序論」は、本研究の背景および意義について説明している。実画像では、周囲の物体や状態の変化などの様々な要因が複雑に絡み合っ

て物体表面の明るさとして観察される。本研究では見えの変化を生じる光の現象について探求し、物理モデル式の導出を行い、反射率や吸収係数といった対象本来の分光特性と相互反射や濡れといった状態変化を単一の分光画像から推定する手法を提案している。

第2章「関連研究」では相互反射や濡れに関するこれまでの先行研究について紹介し、本研究の位置付けについて議論する。相互反射についての先行研究では複数枚画像による手法や反射率を既知とする手法が提案されてきたが、単一画像から反射率と相互反射双方を推定する手法は提案されていない。濡れについての先行研究では表面の膜を仮定したモデルや表面下散乱を考慮したモデルが提案されているが、濡れによってスペクトルが変化することに着目した研究は行われていない。

第3章「相互反射の分光モデル」では、相互反射が分光反射率推定に与える影響について議論し、直接および相互反射を表現するモデルの導出を行っている。具体的には、ランバートの拡散反射を仮定することで、物体表面における複雑な光のバウンスを記述し、その影響について述べている。

第4章「分光反射率推定手法」では、第3章で導出したモデルを用いた分光反射率推定手法を提案する。導出されたモデルを行列形式で記述することで、相互反射分離問題は非負値行列因子分解(Non-negative Matrix Factorization: NMF)と捉えることができ、その分離手法について、最適化アルゴリズムの提案とその初期値を求める手法について述べている。

第5章「相互反射分離と分光反射率推定に関する実験」ではシミュレーション画像や実際に撮影された画像に対して第4章の推定手法を適用し、手法の有効性について評価し、従来手法を上回る精度を達成していることを確認した。さらに一般的なシーンの画像を用いた実験により定性的な評価を行っている。

第6章「濡れの分光散乱モデル」では、濡れが見えに与える影響について議論するために、素材内で発生する散乱について着目し、物理的な説明を与える分光モデルを導出している。さらにテクスチャを持つ素材に拡張するため、本研究では二色からなる素材についてのモデルへ拡張している。

第7章「濡れと吸収係数の同時推定手法」では第6章のモデルを用いることで分光吸収係数と濡れ度合いを同時に推定する手法を提案している。ここでは、十分な初期値を用いることで大域解が得られることが知られているAlternating Minimizationを用いた最適化を用いている。

第8章「散乱係数と濡れの推定に関する実験」では、シミュレーション画像や実際に撮影された分光画像に対して第7章で提案した推定手法を適用し、手法の有効性、収束性やノイズに対する安定性に

ついでの評価を行っている。

第9章「結論」では、全体を総括する。

以上を要するに、本論文では、物体の見えの変化を生じる光の現象について探求し、特に、光のバウンスによって表現できる相互反射と濡れを対象として、物理的な特性のモデルの導出を行い、反射率や吸収係数といった対象本来の分光特性と相互反射や濡れといった状態の変化を同時に単一の分光画像から推定する手法について提案、研究したものである。これらの知見は、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。

業績:

原著論文

Hiroki Okawa, Mihoko Shimano, Yuta Asano, Ryoma Bise, Ko Nishino, Imari Sato. Estimation of Wetness and Color From A Single Multispectral Image. Special Issue dedicated to outstanding papers from CVPR 2017, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2019.
国際学会発表論文

1. Mihoko Shimano, Hiroki Okawa, Yuta Asano, Ryoma Bise, Ko Nishino, Imari Sato. Wetness and Color from A Single Multispectral Image. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2017. (査読あり)

2. Hiroki Okawa, Yingqiang Zheng, Antony Lam, Imari Sato. Spectral Reflectance Recovery with Interreflection Using a Hyperspectral Image. Proceedings of the 13th Asian Conference on Computer Vision, 2016. (査読あり)

招待講演

Mihoko Shimano, Hiroki Okawa, Yuta Asano, Ryoma Bise, Ko Nishino, Imari Sato. Wetness and Color from A Single Multispectral Image (CVPR2017). 第20回画像の認識・理解シンポジウム, 2017.