

氏名	広永 美喜也
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	第5822号
学位授与年月日	平成24年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文名	A Noise Analysis for Recovering Reflectances of the Objects Being Imaged (画像入力による分光反射率復元に対するにノイズの影響解析)
論文審査委員	主査教授 鳥生 隆 副査教授 岡 育生 副査教授 高橋 秀也

論文内容の要旨

画像センサ入力からの分光反射率復元は一般に逆問題であり、線形法、Wiener法、重回帰法や Imai-Berns 法等を用いて計算される。また、分光反射率復元精度に対するノイズ影響評価モデルおよび Wiener 法に必要なノイズ分散推定法が提案されている。対象物の“見え”を正確に再現できるように画像入力系を設計または最適化するためには、このノイズ分散推定法を用いて分光反射率を復元した場合のノイズの影響を調べる必要がある。

本研究は Wiener 法から導出されたノイズ影響評価モデルが分光および測色で重回帰法 Imai-Berns 法に適用可能であることを確認し、同評価モデルのノイズ堅牢性を検討した。また同評価モデルを拡張した一般化モデルが線形法にも適用可能であることを確認した。

本論文の第1章では、研究の目的、背景と先行研究、およびいくつかの基本的概念について概説した後、研究の概要と本論文の構成について述べた。

第2章では、Wiener法から導出されたノイズ影響評価モデルを重回帰法と Imai-Berns 法にも適用可能であることを確認するため実験を行い、同評価モデルが算出する品質と重回帰法と Imai-Berns 法によって復元された分光反射率の平均二乗誤差 (MSE) を比較した結果、品質と MSE が良好な相関を持つことを確認した。また同評価モデルを重回帰法と Imai-Berns 法に適用した場合の理論的考察を行った。更に学習サンプルとテストサンプルが同一で無い場合、他の分光反射率復元法と比べ Wiener 法が精度良く分光反射率を復元する事を実験的に確認すると共に、分光反射率の自己相関行列をデータベースから供給する研究を行い復元精度が向上する事を確認した。

第3章では、先のノイズ影響評価モデルを測色系に適用しデータのサンプリング間隔が入力系の分光反射率推定精度にどのように影響するかを調べた結果、量子化ビット数 6Bit、分光反射率サンプリング間隔 20nm の条件で同評価モデルが有効であることを確認した。更に複数の入力系を用いて、各入力系の分光反射率を復元する行列の特異値と推定ノイズ分散を比較し同評価モデルの有効性を確認した。

第4章では、先のノイズ影響評価モデルを拡張した一般化モデルを構築し、一般化モデルを線形法に適用してノイズ分散推定を行いモデルの有効性を確認した。また、一般化モデルが Wiener 法、重回帰法と Imai-Berns 法のノイズ影響評価にも適用可能であることを確認した。

第5章では全体のまとめと今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

物体の見かけの色は照明の色によって影響を受ける。また、たとえ照明条件が同じであっても異なる画像センサ(カメラ)で撮影した画像中の物体の色はセンサの色感度特性に応じて一般には異なる。

本論文は、画像センサによって入力された画像情報を元に被写体の実際の色（分光反射率）を復元する問題に係る。この問題は一般に逆問題であり、これまでに、線形法、Wiener 法、重回帰法や Imai-Berns 法等を用いて計算されてきた。この計算において復元精度を向上させるためには重畳されるノイズの大きさをできるだけ正確に推定することが必要である。本論文では対象物の“見え”を正確に再現できるように画像入力系を設計または最適化するために、Wiener 法を前提として提案されたノイズ影響評価モデル（ノイズ分散推定法）を拡張し、それを様々な分光反射率復元手法に適用した場合のノイズの影響を調べている。

まず、照明、センサの色感度特性、被写体の分光反射率をコントロールしながら被写体の分光反射率を復元する実験によって、Wiener 法から導出されたノイズ影響評価モデルが重回帰法と Imai-Berns 法にも適用可能である事を確認している。また、学習サンプルとテストサンプルが同一で無い場合、他の分光反射率復元法と比べて Wiener 法が精度良く分光反射率を復元する事を確認している。次に、このモデルが人間の視覚系の特性に準拠して構成された測色系にも適用できるかどうかを実験的に詳細に調べ、同モデルが広範囲の入力系に対して適用可能であることを確認している。さらに、同モデルを拡張した一般化モデルを提案し、Wiener 法、重回帰法や Imai-Berns 法だけでなく、事前情報が少なくてもよい幅広い範囲に応用できる線形法にも適用可能である事を確認している。

このように本論文は、画像センサを使って被写体の分光反射率を復元するシステムにおいて、ノイズの影響を極力抑えて精度を向上させる方法を提供しており、この分野の技術の進展に大きく貢献している。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格を有するものと認める。