

論文内容の要旨

博士論文題目 Estimating Diffuse and Specular Reflectance Parameters from Spectral Images (分光画像による拡散反射と鏡面反射の反射パラメータ推定)

氏 名 Shiyong Li (李 実 英)

本論文は、イメージ分光器を用いて光源を回転させながら計測した分光画像から、計測時の照明状況やカメラの感度特性を除去して、拡散反射と鏡面反射の反射パラメータの波長ごとに推定する手法について記述している。まず、カメラのダイナミックレンジに依存せずに飽和した計測分光画像にも対応可能な物体色の分光反射率を推定する手法を提案した。つぎに、本提案手法により物体色の分光反射率、光沢の強度パラメータ、表面材質の粗さパラメータの推定が可能であることを実験的に検証した。さらに、本提案手法の適用限界について検討し、歴史的文化財や考古学的出土物などのアーカイブ化に応用するときの問題点などについて考察している。

本論文は以下の9章からなる。

第1章では研究のモチベーションや研究の背景が紹介され、第2章では反射特性に影響する要素、第3章では本研究に関する先行研究や問題点ならびに反射パラメータ推定における課題が記述されている。

第4章では、本研究において開発した CCD カメラを利用した簡便な分光画像の計測システムを紹介している。

第5章では、光沢が強い分光反射画像の場合でも、拡散反射成分と鏡面反射成分に分離することにより拡散反射パラメータ推定が可能な手法を提案し、実験により検証した。まず、Lambert モデルと Tpranc-Sparrow モデルをベースにした拡散反射と鏡面反射の分離手法を考案している。つぎに、第4章で開発した簡便な分光画像計測システムにより陶器やプラスチック製品など彩色された光沢の強い物体を対象に計測し、分離手法により拡散反射成分が推定できることを実証している。

第6章では、特に計測値が飽和することにより十分な情報が得られない鏡面反射パラメータの推定問題に対して、前述の分離方式により分離された鏡面反射成分から外挿によって補正する手法を提案している。これは、飽和した部分を飽和前後のデータから補正するもので、実験の結果は鏡面反射パラメータが推定できることを実証している。

第7章の考察では、本研究に対する問題点を整理し、第8章に、本研究で得られた成果の要約と本研究が当該分野の発展に貢献するポイントなどを総括している。

氏名	李 実 英
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、近年、急速に普及が進んでいる歴史的文化財などのデジタルアーカイブ化や電子ショップの商品展示などの高写実性再現が重要な物体の色や光沢などの質感CGに必要な情報計測に関する基盤研究である。物体表面の色や光沢などは、照明光が物体の表面に到達して生じる反射現象によるものであり、計測時の照明条件や計測機器の特性に大きく依存するという問題が内在していたが、分光画像を計測し、表面反射を拡散反射と鏡面反射に分離することにより、飽和した分光画像データからでも拡散反射パラメータや鏡面反射パラメータがすいできる手法を提案することにより問題を解決し、様々な物体の表面反射特性が計測でき、バーチャル環境におけるリアルな物体の表現に貢献した。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 強い光沢部からの反射光で飽和した分光画像から、拡散反射成分と鏡面反射成分を分離して、それぞれの反射パラメータを推定する手法を提案した。
2. 一次元スリット分光器と CCD カメラおよび回転台からなる新規の簡便なイメージ分光器を考案し、光沢の強い表面反射特性を持つ彩色物体の分光画像計測システムを開発した。
3. 暗い場所や明るい場所が混在する計測場をダイナミックレンジが低いカメラで計測した分光画像でも、物体色の反射パラメータや、光沢の強度パラメータあるいは表面材質の粗さパラメータに有用であることを実証している。

以上述べたように、本論文は物体表面の色と光沢という物体の質感に関する表面に反射情報の推定に関する画像処理の基盤研究である。これらの研究成果は、学会論文誌1件、査読付国際学会3件として公表され、学術面での貢献が大であることを認めることができる。また、本研究は、歴史的文化財のデジタルアーカイブやインターネットマーケットの商品表示など科学技術の発展と社会的ニーズに応える基盤技術の開発につながる研究としての貢献も大きいことを示している。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。