

審査の結果の要旨

氏 名 森本 哲郎

本論文は、「REFLECTANCE ANALYSIS OF LAYERED SURFACES USING A MULTISPECTRAL IMAGE (マルチスペクトル画像を用いた層状表面物体における反射率解析)」と題し、マルチスペクトル画像を用いて層状表面物体の反射率を解析する研究をまとめたものであり、全五章で構成され、英文で記述されている。

第一章は、「Introduction」と題し、スペクトル情報の取得と反射率解析に関する研究例を紹介している。また、研究目的、論文の構成についても述べている。

第二章は、「Color Restoration Method Based on Spectral Information Using Normalized Cuts」と題し、デジタルカメラ (DSC) とスペクトロメータを組み合わせることで、簡便で正確に多くのマルチスペクトル画像を復元する手法を提案している。三次元データを用いた VR コンテンツ制作において、色情報は主に DSC により取得されるテクスチャ画像が用いられるが、DSC より得られる RGB 画像は撮影環境や機器の特性に左右されるため、正確な色情報を公開することはできない。また、古墳のような狭い環境下では、撮影において機動性が求められることから、機動性に優れたスペクトロメータのスペクトルを RGB 画像に適用することで問題を解決している。さらに手法により復元したマルチスペクトル画像を用いてコンテンツを制作することで手法の実用性を示している。

第三章は、「Multispectral Imaging for Material Analysis in an Outdoor Environment Using Normalized Cuts」と題し、屋外環境において広範囲のマルチスペクトル画像を効率よく取得するシステムの開発と、物体を解析するためのスペクトル画像の領域分割手法を提案している。従来のマルチスペクトル画像取得システムでは主に以下の二種類が使われている。一つは、画質は良いがスペクトル解像度が低い色再現の分野で利用されているもの、もう一つは、スペクトル解像度は高いが画質が悪いリモートセンシングの分野で利用されるものである。提案システムでは画質の良さと物体解析に十分なスペクトル解像度の高さの両方を備え、さらに広い範囲の画像を効率よく取得できるシステムを開発し、屋外環境において急速に変化する照明環境に対応した適応的露出推定法を提案している。また、マルチスペクトル画像の領域分割手法では層状表面の複雑な反射特性を加味した統計学的手法が提案され、他の手法との比較により手法の有効性を示している。さらに、バイオン寺院の着生物解析に手法を適応することで手法の実用性を示している。

第四章は、「Decomposing Complex Reflection Components of a Layered Surface Using the Spider Model」と題し、層状表面の光学特性を表現する物理モデルとしてスパイダーモデルを提案し、これを用いて層状表面の領域分割及び各層の光学特性を推定する手法を提案している。壁画などの物体表面は下地と表面層で構成される層状表面である。このような表面は両層が混ざり合った複雑な反射特性を持つため、表面層の領域のみを従来の領域分割手法などを用いて取得することは難しい。そこで手法ではこのような層状表面の光学特性を表す新しい物理モデルとしてスパイダーモデルを提案し、このモデルを用いて表面層領域を正確に領域分割するだけでなく、表面、下地層のスペクトル情報と上層の吸収特性に分解する手法を提案している。

第五章は「Conclusion」と題し、本論文の成果を要約すると共に今後の課題が示されている。

以上これを要するに、本論文では、マルチスペクトル画像の取得のための、高効率なシステムと高精度なシステムを開発し、これから得られるマルチスペクトル画像を解析する 2 つの手法を提案し、これらの手法を実際の文化財に適用し、文化財の表面の着生生物解析や顔料解析への道を提示し、また得られたスペクトル画像を用いて VR コンテンツの作成例を示すことで、これらの技術が、文化遺産のデジタル保存に有効であることを示したもので、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。