

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 栗津 勤

近年のリモートセンシングに使用されるセンサの空間分解能は高解像度化しているが、対象エリアによっては依然として十分な分解能を有しているとは言えず、一画素内に複数のカテゴリーが同時に存在するミクセル状態となる問題がある。そのため、ミクセルから得られる観測スペクトルのみから、エンドメンバー（各カテゴリーの反射スペクトル）および被覆率を推定することが、高精度の土地被覆計測のためには重要である。本論文は、2カテゴリーおよび3カテゴリーのミクセルを対象として、特異値分解法により、観測スペクトルのみからエンドメンバーを推定する手法について検討したものであり、5章で構成されている。

序論の1章に続く2章では、本論文で使用した特異値分解法と、特異値分解法を適用する際に必要な非負拘束条件および被覆率拘束条件について述べている。特異値分解法は、化学成分の分光分析のように、顕著なピークを示すスペクトルの混合体を扱う場合には有効性が示されていた。しかし、顕著なピークを有さない場合の多いリモートセンシングデータの解析に適用されていなかったため、その適用の際の問題点を整理した。

続く3章では、2カテゴリーのミクセルにおけるエンドメンバーの推定をおこなった。ここでは植生と土壌の2カテゴリーのミクセルとして農地を対象に選び、エンドメンバーを推定した。使用したデータは、ハイパースペクトルのシミュレーションデータと実画像データ、マルチスペクトルのシミュレーションデータと実画像データである。ハイパースペクトルのシミュレーションデータと実画像データを用いたエンドメンバー推定では、特異値分解法に非負拘束条件、被覆率拘束条件、さらに相関係数拘束条件を設定することにより、反射率の最大誤差が0.079と良好な精度の結果を得ることができた。また、マルチスペクトルのシミュレーションデータにおいては、バンド間を内挿した後に交差拘束条件を付与することで、最大誤差0.024で精度良くエンドメンバーを推定できた。さらに、マルチスペクトルの実画像データに同様のエンドメンバー推定手法を適用した場合は、バンド数が少なくエンドメンバーを十分に拘束できないため、ハイパースペクトルデータにおける推定に比べると精度が劣るが、実用的な推定精度は保つことができた。さらに、従来のNDVI(Normalized Difference Vegetation Index)以上に正確に植生状態を示す植生指標として、IM-NDVI(Improved Normalized Difference Vegetation Index)を提案した。

4章では、植生・土壌・水域の3カテゴリーのミクセルにおけるエンドメンバーの推定をおこなった。使用したデータは、ハイパースペクトルのシミュレーションデータと実画像データ、マルチスペクトルの実画像データである。3カテゴリーのミクセルにおいては、2カテゴリーの場合の手法を適用すると、計算時間が膨大になり、また、精度的にも問題があった。そこで、頂点拘束条件を加えることにより、これらの問題を解決

した。その結果、ハイパースペクトルのシミュレーションデータにおいて、反射率の最大誤差が 0.051 と良好な結果を得た。なお、頂点拘束条件のための三角形描画に関して、自動化プログラムを作成した。一方、ハイパースペクトルの実画像データを使用した場合には、最大誤差が 0.118 で、また、マルチスペクトルの実画像データによる推定では、最大誤差が 0.135 と大きかったが、三角形描画のために使用するプロットを画像全域に拡大することで、推定精度を 0.106 に向上させることができた。5 章では本論文の結論として総括がなされている。

以上、本論文で、リモートセンシングデータの解析において、ミクセルの観測スペクトルのみからそれぞれのエンドメンバーおよび被覆率を推定するために、特異値分解法の適用について検討し、解析の際の拘束条件を明らかにし、その精度検証がなされたことは、学術上貢献するところが少なくないと考えられる。よって、審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。