

論文審査の結果の要旨

熱赤外ハイパースペクトルデータを用いた衛星センサ間での地表面温度・放射率プロダクトの検証

博（生）乙第28号 松井 隆

松井隆氏は2006年4月より長崎大学大学院生産科学研究科(博士後期課程)においてシステム科学を専攻し、2009年9月に単位取得のうえ満期退学した。この間、宇宙からの地球観測であるリモートセンシングのデータ処理法を、大気中の電磁波伝搬を表現する放射伝達理論をもとに構築する研究を行い、その後、学位申請の基となる研究論文に取り組んだ。満期退学後は、東海大学情報技術センターにおいて、特定研究員として勤務し、将来型地球観測衛星を用いた雲特性解析の研究に従事している。今般、主論文「熱赤外ハイパースペクトルデータを用いた衛星センサ間での地表面温度・放射率プロダクトの検証」を完成させ、本研究にかかる参考論文(掲載済2報、審査付き)を添えて長崎大学大学院生産科学研究科に学位(工学)を申請した。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2009年12月16日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、審査会および公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2010年2月17日の生産科学研究科教授会に報告した。

本論文は、地球環境を表す最も基本的な物理量である地表面温度・放射率を人工衛星に搭載されたハイパースペクトル(超多重分光)センサから精度良く推定し、観測波長帯域の少ない従来型のセンサで推定された相対的に精度の低い地表面温度・放射率を検証しようとするものである。衛星からの地表面温度推定は、大気の影響を補正するために、10[μm]付近の赤外線帯域を複数用いた放射測温によりなされるが、この方法では対象とする領域の放射率が既知である必要があり、加えて放射率は観測する地表被覆だけでなく、観測する波長帯によって変動するため、どれだけ観測帯域を増やしても未知数が必ずひとつだけ多い劣決定問題となり、気象衛星から発展した2、3観測波長帯域の従来型センサでは精度に限界があった。近年、大気中の微小気体量を計測するために、1000を越える連続した観測帯域をもつハイパースペクトルセンサが開発、運用されはじめた。

本論文はこのハイパースペクトルセンサを用いた地表面温度、放射率の同次推定法の開発が前半部の主体となっている。この推定法には、「推定された地表面放射率はなめらかである」という自然な拘束条件のみ利用されており、従来型のセンサを用いた推定法での過剰な仮定が存在しないため、精度が高いことが期待できる。この手法をMSE-*TESAC*(Most Smooth Emissivity -

Temperature Emissivity Separation and Atmospheric Correction)と名付け、理論的根拠構築から誤差解析、実際のデータ処理まで実施し、従来型アルゴリズムでは得られない精度で地表面温度・放射率を推定できることを示した。この結果をまとめた参考論文は、(社)日本リモートセンシング学会に掲載され、その有用性、新規性が認められて2009年度に論文奨励賞を受賞している。

論文の後半は、MSE-TESACを用いた従来型センサで得られた地表面温度の検証法を主としている。現在、地球観測衛星TERRAおよびAQUAに搭載されたMODISセンサは、定常的に地球を観測し、地表面温度を推定している。MODISセンサは、2つの観測波長帯域を地表面温度推定に利用しており、シミュレーションで決められた係数を基にした重回帰により地表面温度を推定しているが、多様な地表面放射率に対応できず、乾燥地、落葉森林などでの精度が低いことが指摘されている。本論文ではMSE-TESACをAQUA衛星に搭載されたハイパースペクトルセンサAIRSに適用し、裸地、森林でMODISから得られた地表面温度と比較し、バイアス誤差とその原因である地表面放射率設定に誤りがあることをはじめて明確化した。また、ハイパースペクトルセンサで放射率を計測しておき、その値を用いて、異なる時間に推定された通常のセンサで地表面温度推定誤差を見積もる方法も開発した。これらの成果は、論文としてまとめられ(社)日本写真測量学会学会誌に掲載されている。

以上のように本論文は、リモートセンシングデータの有用性拡大に資する観測データから推定された物理量の信頼性向上に多大の寄与をするものと評価できる。学位審査委員会は、計測工学および環境科学の分野において極めて有益な成果を得るとともに科学技術の進歩発展に貢献するところが大きく、博士(工学)の学位に値するものとして合格と判定した。