

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Small-sized object detection via hyperspectral data
著者(和文)	嚴露
Author(English)	Lu Yan
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11674号, 授与年月日:2020年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 雅浩,熊澤 逸夫,金子 寛彦,永井 岳大,渡辺 義浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11674号, Conferred date:2020/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		蔽 露	
		氏 名	職 名		氏 名	職 名
論文審査 審査員	主査	山口 雅浩	教 授	審査員	渡辺 義浩	准教授
	審査員	熊澤 逸夫	教 授			
		金子 寛彦	教 授			
		永井 岳大	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Small-sized object detection via hyperspectral data (ハイパースペクトルデータからの小物体の検出)”と題し、英文 6 章から構成されている。

第 1 章 "Introduction (序論)" では、ハイパースペクトルデータを用いた小物体検出の背景と本研究の動機を紹介している。そして、限られた学習データで、環境変動に対する耐性が高く、精度の高い小物体検出手法を提案することが本論文の目的であると述べている。

第 2 章 "Object detection on the hyperspectral dataset (ハイパースペクトルデータセットにおける物体検出)" では、ハイパースペクトルデータについて説明するとともに、物体検出のための教師あり・教師なし・半教師ありなどの従来のアプローチについて概観している。また、本論文で用いる処理手法として、スペクトルアンミキシング・アノマリー検出法・エンドメンバー抽出法などについて詳細に説明している。

第 3 章 "Semi-supervised approach (半教師ありアプローチ)" では、空撮画像から海面上の人の検出を行うための半教師あり手法を提案し、その結果について議論している。はじめに本研究の背景として、広大な海での人など小さな物体の検出は事故や災害後の救助に重要な役割を果たすと考えられるが、センサの解像度の制限により画像中に数ピクセル以下の小さな領域となるため、その自動検出は困難であると述べている。また、海面の太陽光の乱反射が誤検出の大きな要因となると述べている。本章では、海面上の小さな物体、特に人間の検出に適した半教師ありの画像解析手法を示している。提案手法では、スペクトルに対する主成分分析を用いて背景から物体を分離した後、線形アンミキシング手法を適用して海面上の物体の種類ごとに代表スペクトルを定義する。次にスペクトル角度マッピング法を用いて分類し、対象となる小物体を検出する。これに基づいて、海面上の人やその他の小物体の検出と分類を行い、分類結果に応じて操作者に対してアラートを呈示する実際的なシステムを提案している。実験では、提案手法により太陽光の乱反射の影響を受けにくく良好な結果が得られており、航空機に搭載されたハイパースペクトルカメラを利用した救助システムの進歩につながる可能性を示している。

第 4 章 "Effect of saturated signal restoration (飽和信号復元の効果)" では、第 3 章の実験で生じた問題点として、太陽光の乱反射などによる飽和画素が検出性能に悪影響を及ぼすことについて、改善策を検討している。ハイパースペクトルイメージングでは、高輝度部において、光源のスペクトルにピークが存在する場合に撮影信号の限られた波長範囲で信号値の飽和が生じるため、本章では、飽和したスペクトル信号の復元手法を提案している。提案するアルゴリズムでは、主成分分析に基づいてスペクトルの基底関数を求め、制約付き最小二乗問題を解いて各基底の係数を計算することで復元を行っている。実際に飽和したハイパースペクトル画像と、飽和をシミュレートしたハイパースペクトル画像の 2 つのデータセットに提案手法を適用した結果として、ある程度の飽和に関して良好な復元が可能であり、教師なし物体検出の精度向上に寄与することを示している。さらにハイパースペクトルデータを用いた映像色再現においても、本手法の適用により、光沢など高輝度部の忠実性が向上することを明らかにしている。

第 5 章 "Deep Learning based approach (深層学習に基づくアプローチ)" では、2 段深層学習に基づくハイパースペクトル小物体検出法を提案している。本手法は、空間情報による検出とスペクトル情報による検出を組み合わせたものである。第 1 段階では画素単位のスペクトル情報を用いて分類結果を得る。次に、これに空間情報と組み合わせることで、可能性の低い領域を除去し、検

出精度を向上させる。この方法はネットワークの規模が小さいため、限られた学習データでも良好な性能が得られ、訓練が速く、収束しやすいという特徴を有している。そして、実際の空撮ハイパースペクトル画像を用いた実験により、畳み込みニューラルネットワーク・ランダムフォレスト・サポートベクターマシンの従来手法と提案手法の性能を比較し、提案手法の有効性を実証している。

第6章 "Conclusion and Future Prospect (結論と今後の展望)" では、本論文を総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文はハイパースペクトル画像を用いて小物体を検出する新たなアルゴリズムを多面的に検討するとともに、提示したアルゴリズムを空撮画像からの人検出などの対象に適用してその有効性を明らかにしたものであり、工学上ならびに工業上、寄与するところが大きい。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られる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。