地球環境情報解析研究センター

〔プロジェクト研究センター設置期間 ： 平成31年4月～令和6年3月(予定)〕

センター長　小 黒　剛 成（おぐろ よしなり）／環境学部　地球環境学科・教授

共同研究者（学　内）
菅　雄三（すが ゆうぞう）／名誉教授
伊藤　征嗣（いとう せいじ）／環境学部　地球環境学科・准教授
小西　智久（こにし ともひさ）／環境学部　地球環境学科・准教授

センターの概要

（1）主たる研究分野

【分　野】
環境学（環境解析学）
複合領域（社会・安全システム科学）
【キーワード】
リモートセンシング、
環境情報、環境変動、環境計測、
気象災害、水災害、地盤災害、土砂災害、
自然災害予測・分析・対策

（2）研究概要

研究の背景

現在、様々な地球環境問題が発生していますが、地球環境を調べる際には人工衛星やUAVなどのリモートセンシングデータが有用です。しかし、リモートセンシングデータと言っても様々な種類があり、プラットフォームごとに異なるセンサが搭載され、またセンサごとに使用用途が異なるので、その解析方法も様々です。そこで、人工衛星やUAVを利用した地球環境解析では、使用するセンサの時間分解能、空間分解能、観測幅、波長分解能などについて熟知している必要があります。

研究の目的

本研究センターでは、リモートセンシングデータを利用した様々な地球環境情報の把握を主な目的として、用途に応じて適切なセンサを選択し、必要な情報を効率良くかつ高精度で分析・解析するための手法の開発に取組みます。

図1　左　観測画像（オルソモザイク画像）
　　右　ResNet50による植生図生成結果

1）衛星データによるクロロフィルa濃度推定（小黒）

本研究では、同じ日に観測したLandsat-8/OLIのコレクション1レベル1データとコレクション2レベル1データを利用し、コレクションレベルの違いがFrouin（2006）らにより提案された線形結合指標を介したクロロフィルa濃度推定に及ぼす影響を調査した。

2）リアルタイム位置情報システムを活用した機械除雪支援システム（菅）

準天頂衛星システム（QZSS）によるセンチメータ級測位補強サービス（CLAS）は、移動体のためのリアルタイム高精度衛星測位情報の提供を可能にしている。本研究では、QZSS/CLASを活用した除雪プラウ自動制御支援システムの開発ならびにその実証実験を実施した。

3）複数時期に対応したUAV観測画像における海浜植物分類（伊藤）

山口県虹ケ浜海岸をUAVで複数時期に撮影した画像から海浜植物の分類を機械学習を用いて行った。分類項目は観測した時期で優占種であった5種（うち外来植物1種含む）と裸地の6項目の分類を行った。UAV空撮画像を50×50画素の小領域に分け、小領域ごとに画像分類を行った。機械学習には畳み込みニューラルネットワーク（CNN）、VGG16、ResNet50それぞれを適用して精度検証を行った。その結果、層の深いResNet50がテストデータに対して最も良好な結果が得られた。

4）U-Netを用いた土砂崩壊地抽出に関する研究（小西）

土砂災害発生時の被害状況を早期に把握するため、SPOT-7画像に畳み込みニューラルネットワークの一つであるU-Netを用いて土砂崩壊地抽出を行い、抽出に有効な観測バンドを選定した。解析対象は2018年に発生した北海道胆振東部地震に伴い発生した土砂崩壊地である。解析の結果、青・緑および正規化植生指数（NDVI）のデータを用いた土砂崩壊地抽出が有効であった。

研究成果等

（1）研究成果

1.衛星データによるクロロフィルa濃度推定に関する研究（小黒）

コレクション1レベル1データとコレクション2レベル1データによるクロロフィル濃度画像を生成した結果、水質調査データに基づく推定結果の決定係数R^2はそれぞれ0.45と0.44と非常に低かったが、シミュレーションデータに基づく推定結果の決定係数R^2は0.97と非常に高くなった。

一方、コレクション1及びコレクション2共にクロロフィル濃度の分布パターンはほぼ同じ傾向を示したが、コレクション2の方がコレクション1に比べクロロフィル濃度が僅かに高くなる傾向が見られた。

2.リアルタイム位置情報システムを活用した機械除雪支援システム（菅）

CLAS/INSの公称精度とほぼ同等に準天頂衛星データ処理、MMSデータ処理、支援システムによるリアルタイムデータ処理が正常に機能していることが確認できた。受信環境の違い（オープンスカイ区間、法面、オーバーブリッジ、トンネル入口・出口等）による測位精度のばらつきがみられた。

3.複数時期に対応したUAV観測画像における海浜植物分類（伊藤）

2021年7月15日、2022年3月30日、8月9日に観測したUAV画像を用いた。これらの時期で生育面積の大きかった海浜植物のハマゴウ、コウボウムギ、ハマナデシコ、カワラヨモギ、内陸植物のシナダレスズメガヤの5種と、裸地を含む6項目を分類対象項目とした。各データは50×50ピクセル領域に分けて領域ごとにラベルを振った。機械学習には、CNN、VGG16、ResNet50それぞれに適用し、学習・分類した。トレーニングデータに対する分類精度は、CNN、VGG16、ResNet50の順に93.0%、87.0%、91.6%であったが、テストデータに対しては81.8%、79.6%、86.0%となった。

以上から、本研究のデータにはResNet50が最適な学習器であることが分かった。さらに、8月9日観測画像からオルソモザイク画像を生成し、その画像を学習済みResNet50で分類して植生図を生成した。

4.U-Netを用いた土砂崩壊地抽出に関する研究（小西）

SPOT-7の4種類のデータセットを入力データ、国土地理院が公開している斜面崩壊・堆積分布図を正解データとしてF値を用いた検証を行った。その結果、データセット（1）から（4）のF値は、それぞれ、0.823、0.779、0.792、0.828であった。F値の最高値はデータセット（4）の青・緑・NDVIであった。したがって、赤・近赤外よりもNDVIを入力データとして利用する方が有効であった。このことからSPOT-7の青・緑・NDVIを入力データとした土砂崩壊地抽出が有効であることが確認できた。

（2）今後の展開・応用分野等

防災分野
衛星データによる災害・被害情報の収集・分析
⇒各種自然災害分析、土砂崩壊地抽出など

農業分野
衛星データやUAVによる農業環境情報の収集・分析
⇒1画素内の植被率推定、収穫時期予測など

漁業分野
衛星データによる海洋環境情報の収集・分析
⇒海水温推定、クロロフィルa濃度推定など

その他、各分野における各種衛星データの入手法、利用法、解析法などについても、ご遠慮なくご相談下さい。

（3）実績（論文・特許・共同研究・産学連携・補助金）等

口頭発表（国内学会 2件、国際学会 3件）、その他（1件）／1）中作、小黒：地球激変、月刊科学雑誌Newton 2022年5月号、pp.44-55（2022.05）
受託研究／1）菅：（一社）日本建設機械施工協会中国支部、除雪プラウ・グレーダ自動制御装置の実証実験に関する研究、100万円（2022年度）　2）小西：日本学術振興会・科学研究費助成事業、基盤研究(C)：深層学習による衛星データの機械学習と土砂崩壊地の自動抽出、429万円(2020年度～2022年度)　3）伊藤：（公財）サタケ技術振興財団、海浜植生図自動生成のためのUAV観測画像判別に関する研究,50万円（2022年度）
奨学寄附金／1）菅：（一財）リモートセンシング技術センター、50万円（2022年度）