

平成 29 年度プロジェクト研究実績報告書

【研究課題】	空間情報分野における AI を応用した画像分類の新技术開発
【研究代表者】	富田 瑞樹（東京情報大学・准教授）
【研究分担者】	原 慶太郎（東京情報大学・教授） 平山 英毅（東京情報大学・総合情報学研究科博士 1 年）
【研究報告及び成果の公表等】	
1. プロジェクトの目的	
<p>近年、衛星リモートセンシングにより得られる衛星画像の空間分解能が向上したことで、地表面の情報をより詳細に取得できるようになった。しかし、衛星画像を用いてピクセル単位で土地被覆を分類すると、周囲の土地被覆とは異なるタイプの土地被覆が孤立ピクセルとしてごま塩状に発生することがある。この問題は一般にごま塩効果(salt-and-pepper effect)と呼ばれ、土地被覆分類図作成上の問題となっている。これまでも孤立ピクセルを除去するための研究が進められてきたが、衛星画像をピクセル単位で分類する手法についてはさらなる研究が必要とされている。近年、衛星画像の分類に AI が用いられはじめており、複数の分類手法（以後、分類器 (classifier) と称する）を組み合わせることで衛星画像の分類精度を向上させることを目的にした、多重分類器システム (MCS : Multiple classifier systems) と呼ばれる方法が提案されている。本研究では、高空間分解能衛星画像を用いたピクセル単位の土地被覆分類処理に MCS を応用し、孤立ピクセル数を減らすことを検討した。</p>	
2. プロジェクトの実施内容	
(1) データの整備	
<p>宮城県仙台湾岸域を対象として 2010 年 4 月 4 日に撮影された RapidEye 衛星画像を解析に用いた。衛星画像から得られる反射率（青、緑、赤、レッドエッジ、近赤外）に加えて、これらの反射率から計算される NDVI（正規化植生指数）、ReNDVI（レッドエッジ正規化植生指数）、NDVI_{re}（正規化レッドエッジ指数）、EVI（拡張植生指数）、NDWI（水指数）を MCS による解析に用いた。また、国土地理院が提供するデジタル標高モデル（メッシュサイズ：5m）を用いて、傾斜度と傾斜率をそれぞれ求め、解析に用いた。解析に際しては 6 つの土地被覆クラス（森林、低木/草地、耕作地、都市域、水域、裸地）を定義した。衛星画像からこれらの土地被覆を分類するために、複数回の現地調査と Google Earth の画像による土地被覆の確認によってクラスごとに 2800 ポイントのグラウンドトゥルースを作成した。</p>	
(2) MCS を用いた土地被覆分類	
<p>図 1 に、MCS を用いた土地被覆分類の流れを示す。MCS には、6 つの機械学習（ランダムフォレスト、バギング、勾配ブースティング、k 最近傍法、サポートベクターマシン、ニューラルネットワーク）を用いた。それぞれの分類器による土地被覆分類の結果をピクセル単位で集計</p>	

することでMCSによる最終的な土地被覆分類を出力した。具体的には、それぞれの分類器による分類結果から、同一箇所のピクセルのクラスを抽出し、分類精度の平均値をクラスごとに計算した。最後に、平均値が最大となるクラスを、当該ピクセルの最終結果として採用し、土地被覆分類図を作成した(図2)。グラントトゥルースの75%(2100ポイント)をトレーニングデータとして土地被覆分類に供し、残りの25%(700ポイント)を精度検証のためのテストデータとして用いた。MCSによる結果の検証においても、個別の分類器の精度検証と同様のテストデータを用いた。

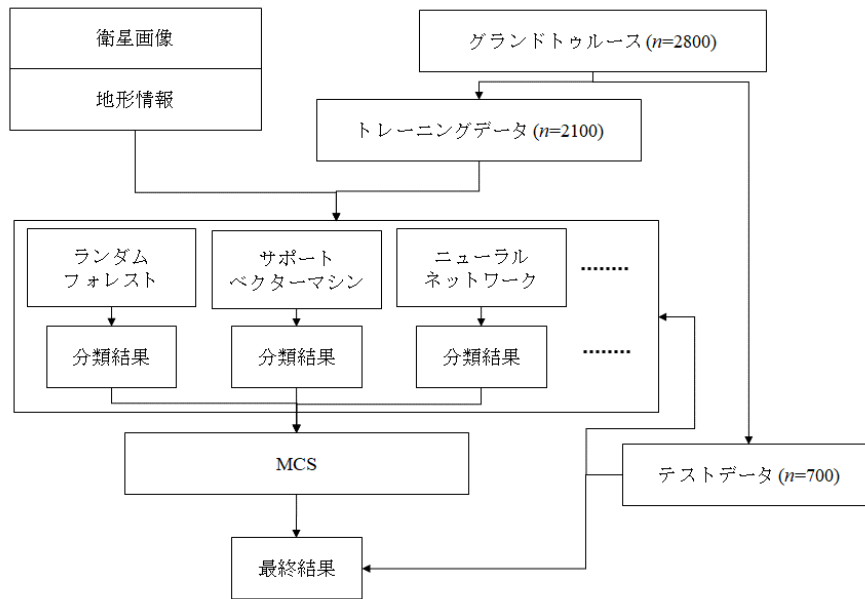


図 1. 土地被覆分類の流れ

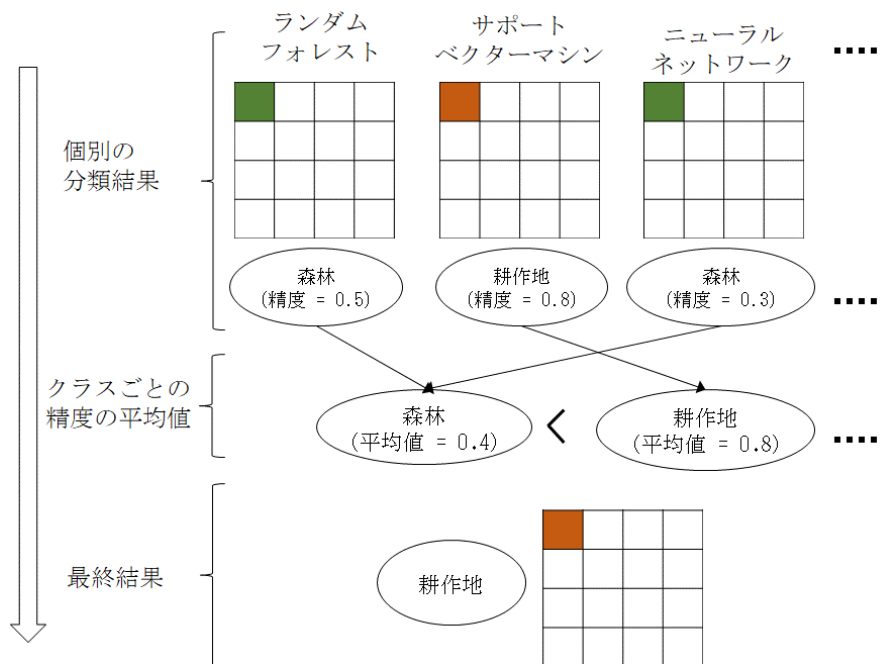


図 2. MCS による集計の流れ

(3) 分類精度による分類器の比較

それぞれの分類器の分類精度は非常に高かった。特にランダムフォレスト、バギング、勾配ブースティングの全体精度は 97.9 % 以上であり、サポートベクターマシンの全体精度は 91.2 % であった。一方、k 最近傍法は 88.5 %、ニューラルネットワークは 80.8 % であり、分類器間で精度に差があることが示された。分類器を組合せた MCS の精度が最も高く 98.9 % であった。

(4) 孤立ピクセルの分布と発生数

土地被覆分類図の一部を拡大表示すると、MCS を用いた土地被覆分類図では、他の分類器と比べ明らかに孤立ピクセルが減少していた (図 3)。また、孤立ピクセル数を比べると、MCS では他のほとんどの分類器よりも減少していた (図 4)。本研究の結果、MCS によって孤立ピクセルの発生が低減されたことが示された。

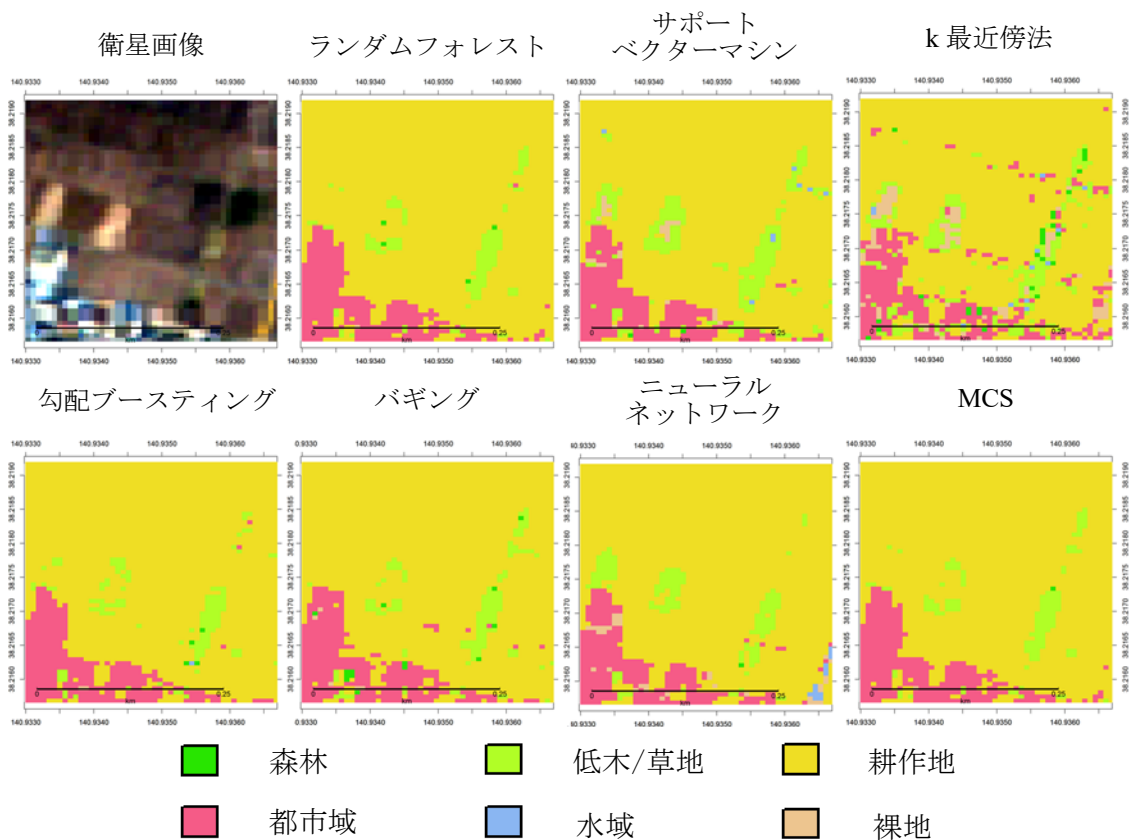


図 3. 衛星画像と分類器ごとの土地被覆分類図。全体の一部を拡大して表示。

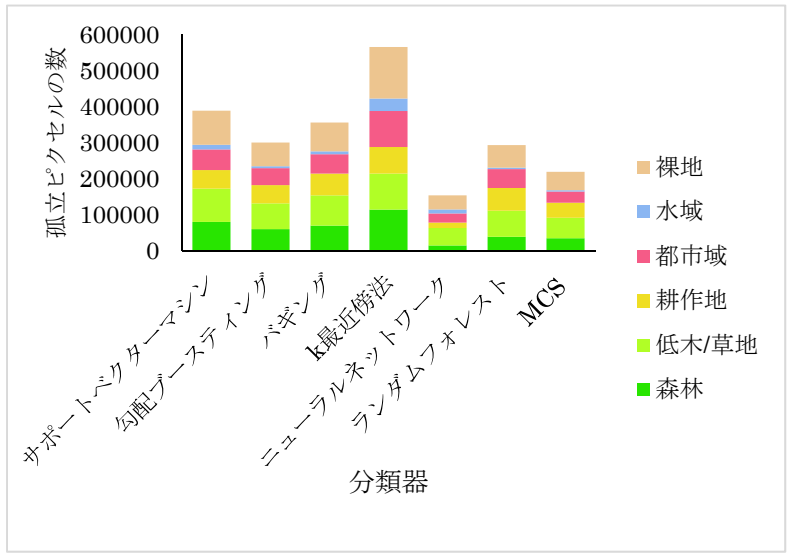


図 4. 分類器ごとの孤立ピクセル数

3. プロジェクトの成果

これまでの衛星リモートセンシング分野における MCS に関する研究は、土地被覆分類における分類精度の向上のみが注目され、孤立ピクセルの低減に関する研究はほとんどなかった。本研究では、個別の分類器と MCS による土地被覆分類の結果を比較することで、孤立ピクセルの発生を低減するための MCS の有効性を評価した。その結果、MCS を用いることで分類精度を損なうことなく孤立ピクセルの発生を低減させることができた。