

機械学習を導入した洪水浸水建物把握手法の開発と特徴量抽出

東北大学大学院工学研究科	学生会員	○岡田 元希
東北大学災害科学国際研究所	非会員	モヤ ルイス
東北大学災害科学国際研究所	正会員	マス エリック
東北大学災害科学国際研究所	正会員	越村 俊一

1. はじめに

豪雨などの水害では、復旧活動の効率化のために浸水域だけでなく浸水建物を把握することが重要である (Pulvirenti *et al.*, 2016). 浸水建物の推定には合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar: SAR) の観測データを使用した多時期画像の変化抽出法が有効とされているが、住宅密集地における判別は難しい。現地情報として航空写真が迅速に取得できれば浸水建物把握の可能性は格段に上がるが、時間と天候に依存する。そこで、SAR画像解析の一助となる航空写真の代替として、災害直後に必ず撮影される報道情報に着目した。例えば、平成30年7月豪雨時には国土地理院が、SNS にアップロードされた画像と撮影地域の標高データを参考に浸水推定図を作成している (国土地理院, 2018)。このことから、浸水建物の判別に、報道情報を利用できる可能性があると考えた。以上より、本研究では報道情報を利用することによる迅速かつ確実な、天候に左右されない浸水建物把握手法の確立を目的とした。

2. 使用データ

本研究の調査対象域は岡山県倉敷市真備町とし、SAR画像は2018年4月14日、同年7月8日に撮像されたPALSAR-2画像を用いた。また、浸水建物推定に必要な教師データの作成には、各報道機関が撮影した写真や動画を用いた。

3. 手法

SAR画像に3次元グレーレベル同時生起行列を施し、後方散乱強度から特徴量としてCoherence, Contrast, Correlation, DissimilarityとHomogeneityを算出した (Moya *et al.*, 2019)。これらを地理情報、建物輪郭と合わせてSupport Vector Machine(SVM)で学習し、モデルを作成した。

4. 結果と考察

本研究で作成したモデルの有用性をみるため、国土地理院の推定結果と比較した検証を行った。また、他災害への応用のため、浸水・非浸水建物の判別に使用した特徴量分布を解析し、その支配性についても調査を行った。

(1) 推定結果の検証

国土地理院が推定した浸水域内に存在する建物に対して、本研究で作成したモデルが浸水有無の判別をした結果を図-1に示す。国土地理院の推定結果を正とした場合、本研究の推定結果は検出率86.5%となり、被害のあった建物に対して、報道情報を教師データに用いた浸水建物の推定が有用であることがいえる。

(2) 特徴量の支配性

図-2に、今回使用した5つの特徴量の確率密度分布を示す。各グラフを比較すると、HomogeneityとCoherenceが他の3つの特徴量よりもデータを2分しうることが分かる。定量的に各特徴量の支配性を評価するため、ロジスティック回帰分析を建物データに対して行い、浸水・非浸水に分類した。このとき、教師データから浸水・非浸水の建物をそれぞれ500棟ずつランダム抽出し、10回交差検証とロジスティック回帰分析を組み合わせで解析した。

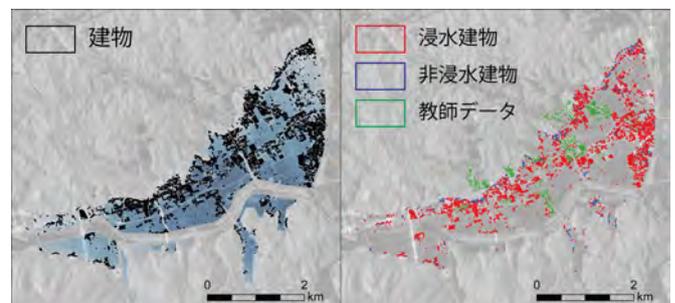


図-1 推定結果の比較, (左)国土地理院の推定浸水域とその内部の建物, (右)SVMの推定結果

分析結果のうち、正規化強度 C と分類精度の関係を図-3に、正規化強度 C と各特徴量における重み（係数）を図-4に示す。図-3と図-4において、 $C = 0.01$ のあたりに注目すると、分類精度80%程度を保つためにはHomogeneityとCoherenceのみを使用する場合と5つ全ての特徴量を使用する場合で大きな差がないことが分かる。また、 $C = 0.01$ における各特徴量の係数は、Contrast, Dissimilarity, Correlaationが0, Homogeneityが -0.48 , Coherenceが -0.52 であった。これらから安定して高い分類精度を保つためにはHomogeneityとCoherenceが重要であることが分かる。

この分析結果を本研究の手法に反映するため、分類に使用する特徴量がHomogeneityとCoherenceのみの場合と、5つ全てを使用する場合のSVMによる解析を行った。真備町の建物に対して2つのSVMモデルを適応し分類した結果を表-1に示す。この結果から、真備町での検証結果の双方ともに分類精度に大きな差がないことが分かり、HomogeneityとCoherenceの2つのみを使用したモデルでも、特徴量を5つ使用した場合と同程度の精度で浸水建物の把握が可能であることがいえる。

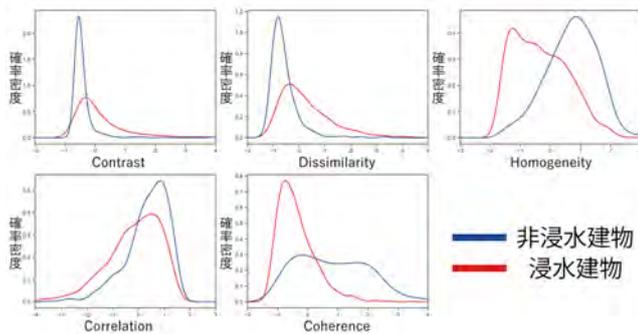


図-2 特徴量の確率密度分布図

表-1 使用する特徴量を変更したSVMの検証結果

使用特徴量	浸水棟数	非浸水棟数	検出率 (%)
5つ全て	3800	591	86.5
2つのみ	3789	602	86.3

5. おわりに

本研究では、報道情報から認められた浸水建物情報を利用して機械学習を行う浸水建物把握手法の確立を試みた。本手法の確度と精度を検証する為、平成30年7月豪雨にて被害のあった岡山県の真備町を対象地域とし、SVMの分類結果と国土地理院による推定浸水建物を比較した。

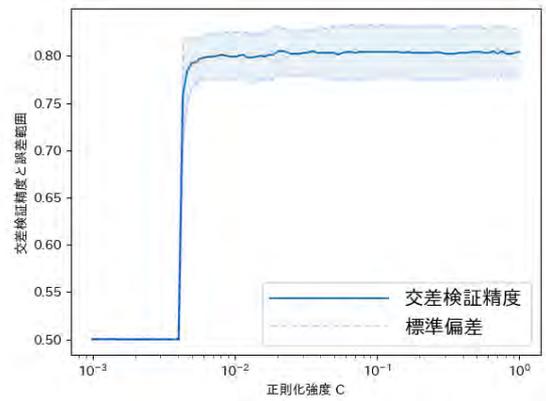


図-3 正規化強度 C と分類精度

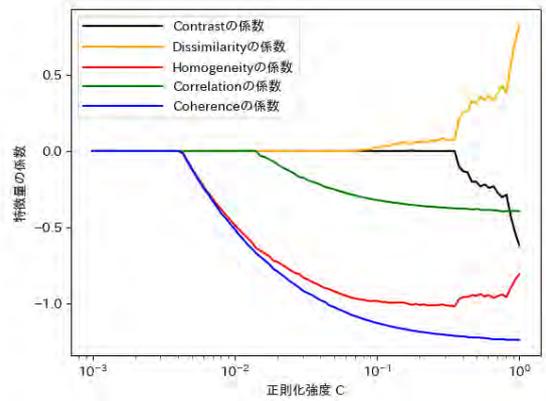


図-4 正規化強度 C と重み（係数）

結果、86.5%の精度で検出できたことから、本手法が天候に左右されない浸水建物把握手法として有用であることを示した。また、後方散乱強度より算出される特徴量のうち、HomogeneityとCoherenceが重要であることをロジスティック回帰分析を用いて示した。

機械学習法による浸水建物把握に用いる情報の質や量、地域特性が解析時の特徴量に与える影響を他の災害ケースで調査することで、より高精度な被害把握手法を提案することが今後の課題である。

参考文献

Pulvirenti, L., Chini, M., Pierdicca, N. and Boni, G., Use of SAR Data for Detecting Floodwater in Urban and Agricultural Areas: The Role of the Interferometric Coherence, IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, vol.54, No.3, pp.1532-1544, 2016.
 国土地理院, 国土地理院ウェブサイト, <https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30.taihuu7gou.html>, 2018
 Moya, L., Zakeri, H., Yamazaki, F., Liu, W., Mas, E. and Koshimura, S. 3D gray level co-occurrence matrix and its application to identifying collapsed buildings, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.149, pp.14-28, 2019.