

深層学習による大規模地震時の建物被害の分類精度と教師数の関係

日本大学 (院) 学生会員 ○宮崎 拓海

日本大学 正会員 野中 崇志 日本大学 正会員 朝香 智仁

日本大学 正会員 杉村 俊郎 日本大学 正会員 岩下 圭之

1. はじめに

日本では多くの地震が発生しており、中でも2011年3月の東北地方太平洋沖地震ではM9.0の規模をもち、宮城県石巻市では震度6弱を観測し、死者約3,500人、行方不明者約400人の被害をもたらした。被災地の復興のために有効であるのが、人工衛星や航空機を活用し地球表面付近を観測するリモートセンシングであり、今回用いる深層学習はデータから自ら学習することで、迅速に画像処理することができる。本研究では、宮城県石巻市を対象に東北地方太平洋沖地震後の高解像度光学衛星に対し建物を被害状況ごとに分類することで、教師数の差異による分類精度の定量的な知見を得ることを目的とした。

2. 対象サイトと使用データ

図-1に解析対象である石巻市の衛星画像と各地域の名称を示す。

石巻市は宮城県の北東部に位置する。石巻市の被害状況は、羽黒町、泉町、大手町は被害がなく、錦町、旭町は大規模半壊または半壊、南光町は全壊、南浜町は流失となっている。



図-1 解析対象の石巻市及びその衛星画像

今回使用したデータは、「Geo Eye-1」, 「ArcGIS Geo Suite 詳細地図」¹⁾, 「復興支援調査アーカイブ」²⁾の3つである。Geo Eye-1は、世界最高分解能を有する商業地球観測衛星で、高解像度でモノクロのパンクロマティック画像と低解像度で複数の波長帯の電磁波を記録したマルチスペクトル画像の2つの画像を撮影している。図-1は、2011年3月19

日に撮影された解像度48cmで、今回は2つの衛星画像を処理し、作成されたパンシャープン画像を用いた。「ArcGIS Geo Suite 詳細地図」は、Esriジャパンが提供しているもので、株式会社ゼンリンの地図データと国土交通省の基盤地図情報などを加工して開発された背景地図データベースが作られている。「復興支援調査アーカイブ」は、国土交通省が提供しているもので、地震後の被害状況を項目ごとに分け、アーカイブ化したものである。本研究では、「ArcGIS Geo Suite 詳細地図」はそれぞれ建物の形を抽出、「復興支援調査アーカイブ」は現地の建物被害状況を正確に把握するために使用した。

3. 解析手法

本研究は、米国Esri社のArcGIS proのディープラーニングツールを使用して建物被害の分類を試みた。初めに、「復興支援調査アーカイブ」を元に全壊、全壊(一階天井上浸水)、大規模半壊、半壊(床上浸水)、一部半壊(床下浸水)の6項目を1つにまとめ「被災あり」とし、建物被害の分類項目を「流失」、「被災あり」、「被災なし」の3項目に分け、教師データを作成する。今回は教師数の変化による比較を行うため、各項目の教師数は50, 100, 200, 1000個の4通りで解析を行った。次に作成した教師データを用いて深層学習とモデルの作成を行う。最後に作成したモデルから推論し、結果の評価を行った。

4. 解析結果と考察

図-2(a)と(b)に図-1の大手町の一部地域において、教師数100, 1000個において「流失」、「被災あり」、「被災なし」で分類した結果を示す。なお、建物を「ArcGIS Geo Suite 詳細地図」の建物ポリゴンで切り出したが、「復興支援調査アーカイブ」と比較し、東西方向に数画素ずれが見られたことに留意する。教師数100個では、図-2(a)のIエリアにおいて93個の建物の中で57個(約61%)の誤分類が見られた。教師数1000個では、図-2(b)のIエリアにおいて、7個(約8%)の誤分類が見られ、教師数100個と比較すると50個(約53%)減少している。

次に 50, 100, 200, 1000 個の教師数で作成された分類画像を用いて精度評価を行った。今回、検証データ数は、項目ごとに 200 個で、教師データとは異なる建物を取得した。精度評価においては、一般的に用いられている正解率(全体の正答率)、適合率(正と予測したデータのうち実際に正であるものの割合)、再現率(実際に正であるものの内、正と予測したものの割合)の 3 つの指標を算出し評価した。適合率の値が小さい場合は誤検出が多いこと、再現率の値が小さい場合はとりこぼしが多いことを意味している。再現率は建物被害の評価において大変重要な指標となる。

各教師数の 3 つの指標を図-3(a), (b), (c)は示す。図-3 より、3 つの指標ともに教師数が増加するにつれて、精度が向上している。図-3(a)より、正解率は教師数 200 個で 0.9 を超えた。一方で図-3(b)より、「流失」の適合率は教師数によらず 0.9 以上であるが、全ての項目で 0.9 を超えたのが 1000 個の時であった。図-3(c)より、「流失」の再現率において、教師数 100 個以上から「被災あり」は 1000 個で 9 割以上となった。以上より、分類項目によって再現率が 9 割を超える教師数が異なることがわかる。

5. おわりに

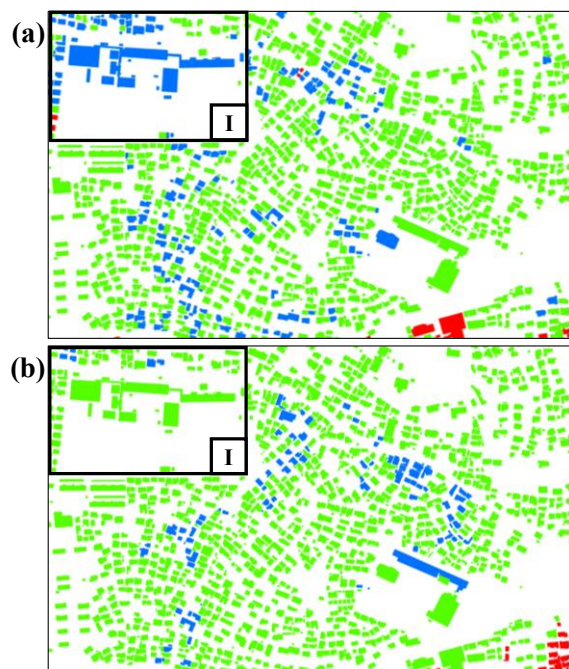
本研究では、深層学習を用いて地震後の建物被害を分類する際に、教師数と分類精度の関係について知見を得ることを目的とした。使用したのは Geo Eye-1 で、取得された高解像度光学衛星画像で東北地方太平洋沖地震時の石巻市を対象とした。その結果、教師数を増やすことで 3 つの指標全てにおいて精度が上がり、教師数 1000 個で全ての指標が 0.9 以上であることを示した。しかし、多くの教師数をとるには時間がかかり、短時間で被害状況を把握することは難しい。今後の展望として、教師数だけでなく、教師の質に着目して解析を行う予定である。

【謝辞】

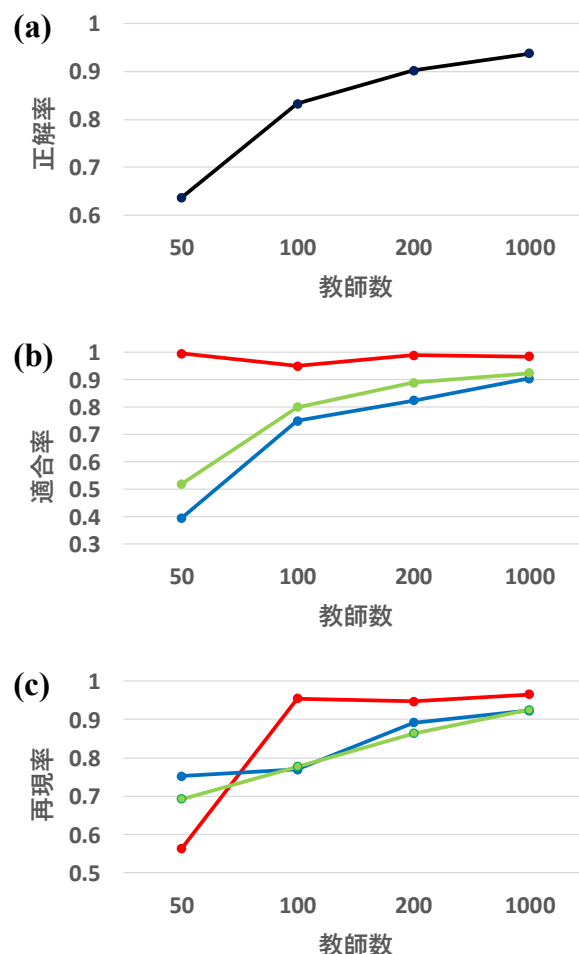
本研究の解析にあたり、Esri ジャパン株式会社の高瀬啓司氏にご助言を頂いたことに誠意を示す。

【参考文献】

- 1) ESRI ジャパン ArcGIS Geo Suite 詳細地図
<https://www.esri.jp/products/data-content-geosuite-shosai/>
- 2) 関本義秀ほか：東日本大震災復興支援調査アーカイブ構築によるデータ流通促進、GIS-理論と応用、21 巻、2 号、pp.87-95、2013
<https://doi.org/10.5638/thagis.21.87>



■：「流失」, ■：「被災あり」, ■：「被災なし」
 図-2 建物の被害状況の分類結果
 (a)教師数100個, (b)教師数1000個



■：「流失」, ■：「被災あり」, ■：「被災なし」
 図-3 検証データによる建物被害の分類精度
 (a)正解率, (b)適合率, (c)再現率