深層学習による東北地方太平洋沖地震時の建物の被害状況の把握に関する基礎的研究

日本大学（院）　学生会員　○宮﨑　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　内田　裕貴
日本大学　正会員　杉村　俊郎　日本大学　正会員　岩下　圭之
Harris Geospatial（株）　非会員　大串　文誉

1. はじめに

日本では多くの自然災害が発生しており，被災地の復興のために近年は深層学習(Deep Learning)が注目されている．過去の災害時の画像データから，被害状況ごとの特徴をコンピュータに学習させることで，自動的に災害後の画像から建物ごとの被害状況を分類できると考えられる．

本研究では，衛星によって観測された画像に対し Deep Learning による画像解析手法を応用することで，建物を被害状況ごとに分類するための基礎的な知見を得ることを目的とする．

2. 研究対象地域と使用データ

本研究では宮城県石巻市を対象とする．図-1に解析に用いた画像の撮影範囲と各地域の名称を示す．石巻市は宮城県の北東部に位置し，2011 年 3 月 19 日に GeoEye-1 によって撮影された解像度 48 ㎝の衛星画像である．

今回対象とした石巻市の被害状況は，羽黒町，泉町，大手町，日和が丘は被害がなく，立町，西山町，麹町，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．

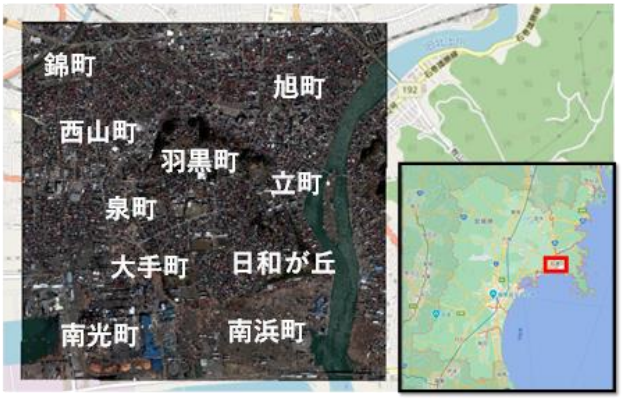


図-1　研究対象である宮城県石巻市及びその衛星画像

3. 解析手法

初めに，国土交通省が提供する「復興支援調査アーカイブ」[1]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，それぞれについて 80 個の教師ラベルと 20 個の検証用ラベルの作成を行う．次に深層学習モデルの訓練を行う．本研究で用いた ENVI Deep Learning モジュールは，学習モデルとして CNN を基にしている．本研究では 2 つの分類を行う．まず分類①として，「被災あり」と「被災なし」の分類を行う．そして分類②として，「流失」と「被災なし」の分類を行う．最後に，未分類と分類された項目を分類確率の近い項目へ割り当てる再分類を実施し，それぞれの分類精度を評価する．

4. 解析結果と考察

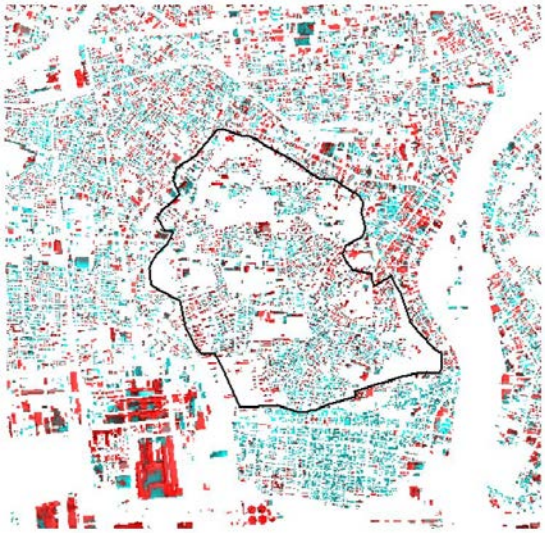
4.1 分類結果の定性的評価

再分類後に ArcGIS Geo Suite 詳細地図[2]による建物ポリゴンを用いて，建物箇所を切り出したものを図-2 に示す．分類①では，図-2(a)より中心にある黒囲み地域では全ての建物が「被災なし」と登録されていたが，分類結果より，「被災あり」が混在していることを確認できた．また，北西地域では，「被災あり」と登録されているが，「被災あり」よりも「被災なし」に多く分類されている．全体的な傾向として，南光町にある工場のように大きな建物は「被災あり」に分類されていることが分かる．一方で分類②において，図-2(b)より黒囲み地域の南浜町ではほとんど「流失」に分類されている．しかし，黒囲み地域以外では，ほとんど「被災なし」に分類されており，「流失」を再現することができた．

キーワード　高解像度衛星データ，建物被害，東北地方太平洋沖地震，Deep Learning
連絡先　〒275-8575　千葉県習志野市泉町 1-2-1　日本大学生産工学部　TEL.047-474-2201

© Japan Society of Civil Engineers

(a)



(b)

図-2　建物の被害状況の分類結果
(a) 分類①
(赤色：「被災あり」, 青色：「被災なし」),
(b) 分類②
(赤色：「流失」, 青色：「被災なし」)

4.2 分類結果の精度評価

建物被害の分類精度を表-1 に示す．分類①では，「被災あり」が教師ラベルと検証用ラベルが半分程度の正解率であったのに対し，「被災なし」は高い正解率であった．「被災あり」の抽出精度が低かった理由として，衛星画像が建物の真上から撮影されているため，押しつぶされた建物を判断することが難しかったと考えられる．「被災あり」と「被災なし」の差異の原因の考察は今後の課題とする．　一方で分類②では，「流失」と「被災なし」は教師ラベルと検証用ラベルともに高い正解率である．すなわち，建物の有無の差異は分類できたと言うことができる．

表-1 建物の被害状況の分類精度
(a) 分類①(「被災あり」と「被災なし」),
(b) 分類②(「流失」と「被災なし」)

(a)	被災あり	被災なし
教師ラベル	55%	90%
検証用ラベル	50%	80%

(b)	流失	被災なし
教師ラベル	97.5%	100%
検証用ラベル	100%	100%

5. おわりに

本研究では，GeoEye-1 によって観測された高解像度の衛星画像に対し，Deep Learning を適用することで，東北地方太平洋沖地震後の石巻市における建物を被害状況ごとに分類を試みた. そして，分類結果の定性的評価，及びその精度評価を通じて，特徴を把握することを目的とした．定性的評価では，地区ごとに「被災あり」と「被災なし」の特徴を捉えることができなかったが，「流失」の特徴を捉えることができた．精度評価では，「被災あり」が教師ラベルと検証用ラベルともに半分程度である一方で，「流失」は高い分類精度を示した．今後の展望として，建物の被害状況と抽出精度の更なる解析を行い，使用データや手法等の改良を行う予定である．

【謝辞】

本研究の解析にあたり，Harris Geospatial 株式会社より ENVI Deep Learning モジュールを提供して頂いたことに誠意を示す．

【参考文献】

1) 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
2) ESRI ジャパン ArcGIS Geo Suite 詳細地図
https://www. esrij. com/products/data-content-geosuite-shosai/
3) 涌井貞美：高校数学でわかるディープラーニングのしくみ，ベレ出版，pp.180，2020

© Japan Society of Civil Engineers