

航空写真と複数の説明変数を用いたランダムフォレストによる建物被害判別モデル

防災科学技術研究所 正会員 ○内藤 昌平

防災科学技術研究所 正会員 藤原 広行

1. はじめに

災害発生直後に被害状況を把握することは復旧の上で重要である。筆者らはこれまで、航空写真を使用して地震による建物被害を深層学習により判別するモデル¹⁾を開発してきた。しかし、このモデルでは完全に倒壊した建物や瓦屋根の剥離、補修などはほぼ正確に把握できるものの、壁、柱、梁等の被害を見逃すことがあることが課題となっていた。これを踏まえ、本研究ではこの判別結果に加え、被害に関連する複数のデータを使用し、ランダムフォレストによる分類を行うことにより、従来よりも判別精度が向上することを確認した。

2. 教師データ作成

対象範囲は2016年熊本地震における益城町、熊本市東区、西原村、嘉島町の各一部を含む被害集中地域である(図1)。この地域においては本震直後の4月19日に航空写真が撮影されており、本研究ではこのオルソ補正済みの垂直画像を取得し、教師データ作成に活用した。次に、国土地理院の基盤地図情報サイトから当該地域の建物ポリゴン39,902個をダウンロードし、日本建築学会による悉皆調査データ²⁾(学会調査)、筆者らによる現地調査データ(現地調査)および垂直航空写真判読に基づく被害区分データ³⁾(写真判読)を用いて、無被害、損傷、倒壊の3段階に被害区分を分類した。ただし、学会調査データは7区分、現地調査は6区分、写真判読は4区分であるため、本研究の区分との対応関係を表1のように定義し当てはめた。また、写真判読の範囲は対象地域全体をカバーするが、学会調査、現地調査の対象は限定されている為、各地域が重なる箇所については、先頭から学会調査、現地調査、写真判読の順に優先して被害区分を記録した。

3. 機械学習モデルおよび説明変数

本研究では建物被害と相関があると考えられる説明変数として表2に示す10個を使用し、各データを建物ポリゴンの属性値として入力した。この教師データを用いて、目的変数である3段階の被害区分を算出するように、ランダムフォレストによる分類を行った。

4. 結果

教師データのうち、ランダムに抽出した80%のデータを学習用、残り20%のデータをテスト用として分割し、ランダムフォレストによる学習・判別を行った。ランダムフォレストの説明変数として使用したデータは、表2に示すCase1からCase8の8通りの組み合わせを試行した。各ケースにおけるF値、正答率の各精度評価指標を図2に示す。地震動分布のみを説明変数とするCase1では特に損傷、倒壊の見逃しが多く、3区分の平均F値が約35%、正答率は約70%であったが、説明変数が増えるほど精度が向上し、全ての説明変数を使用したCase8では3区分の平均F値が約70%、正答率約82%となり、従来のモデルよりも性能が高くなった。

謝辞

本研究における教師データ・判別モデル構築にあたってはJSPS 科研費JP20K15010の助成を使用しました。

参考文献

- 1) 内藤昌平, 友澤弘充, 森悠史, 門馬直一, 中村洋光, 藤原広行: 複数の地震における航空写真を用いた深層学習による建物被害判別モデルの開発, 日本地震工学会論文集, 第20巻, 第7号, pp.177-216, 2020.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人建築研究所: 平成28年(2016年)熊本地震建築物被害調査報告(速報), 国土技術政策総合研究所資料第929号, 建築研究資料第173号, 372p, 2016.
- 3) 内藤昌平, 門馬直一, 中村洋光, 藤原広行, 下村博之, 山田哲也: 航空写真目視判読にもとづく2016年熊本地

キーワード リモートセンシング, 被害把握, 航空写真, 深層学習, ランダムフォレスト

連絡先 〒305-0006 つくば市天王台3-1 防災科学技術研究所 内藤昌平 E-mail: naito@bosai.go.jp

震による建物被害調査，土木学会論文集A1，Vol. 74，No. 4，pp. I464-I480，2018.

- 4) 熊原康博，大学合同調査グループ：2016 年熊本地震に伴う地表地震断層の特徴，日本活断層学会2016 年度秋季学術大会講演予稿集，No.P-14，2016.
- 5) 内藤昌平，門馬直一，山田哲也，下村博之，望月貫一郎，本田禎人，中村洋光，藤原広行，庄司学：熊本地震における航空写真を用いた画像解析手法による建物被害抽出，土木学会論文集A1，Vol.75，No.4，pp. I218-I237，2019.

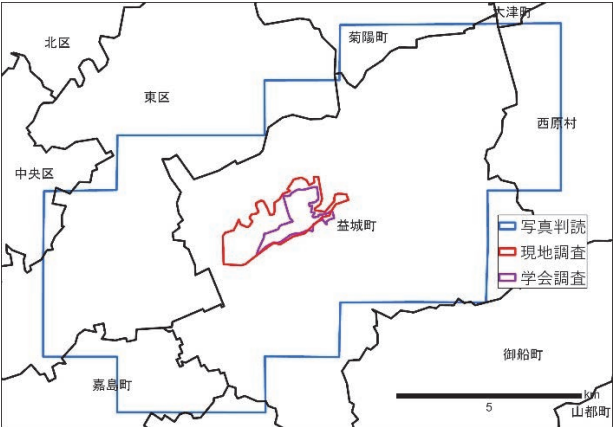


図 1 対象範囲

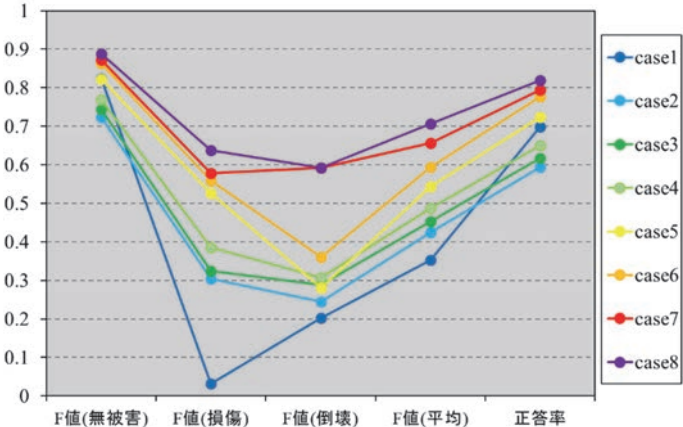


図 2 ケース毎の判別精度の違い

表 1 本研究における被害区分の定義¹⁾および他の区分との対応

本研究	特徴	自治体調査	学会調査 ²⁾	現地調査 ³⁾	写真判読 ³⁾
無被害	目視では被害の特徴 が確認できない	無被害 準半壊	D0	D0	LEVEL1
損傷	屋根等に損傷や、ブルーシート被覆が見られる	半壊，中規模半壊，大規模半壊 全壊の一部	D1	D1	LEVEL2
			D2	D2	LEVEL3
			D3	D3	
倒壊	建物外形が大きく変形あるいは破壊している	全壊のうち，被害の激しいもの	D4	D4	LEVEL4
			D5	D5	
			D6		

表 2 ケース毎に使用した説明変数

No	説明変数	作成方法	case							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	推定計測震度分布（前震）	4 月 14 日 21 時 26 分の地震における J-RISQ250m メッシュ推定震度分布を使用	○	○	○	○	○	○	○	○
2	推定計測震度分布（本震）	4 月 16 日 1 時 25 分の地震における J-RISQ250m メッシュ推定震度分布を使用	○	○	○	○	○	○	○	○
3	地表断層からの距離	地表地震断層 ⁴⁾ と建物ポリゴンの最短距離を計算（単位：m）.		○	○	○	○	○	○	○
4	地盤増幅率	J-SHIS からダウンロードした 250m メッシュを使用			○	○	○	○	○	○
5	建物構造の推定値	航空写真判読により構造区分（1：木造，2：非木造）を推定 ³⁾				○	○	○	○	○
6	建築年代の推定値	新旧 2 時期の航空写真の比較により推定した年代区分（1：1978 年以前，2：1979 年以降）を使用 ³⁾				○	○	○	○	○
7	ブルーシート比率	画像解析により抽出した被覆領域と建物ポリゴンとの面積比 ⁵⁾ （単位：%）.					○	○	○	○
8	高さ変化（地震前_本震後）	地震前（2005 年）と本震後（4 月 20 日）における DSM 差分のポリゴン内平均値 ⁵⁾						○	○	○
9	テクスチャ解析（本震後）	本震後（4 月 20 日）の航空写真からテクスチャ解析により異質度を計算 ⁵⁾							○	○
10	深層学習による予測結果	文献 ¹⁾ のモデルにより生成								○