

映像解析を用いた災害対応における建物被害把握システムの開発 Estimation System of Damaged Buildings using Aerial Video Analysis for Disaster Response

○藤田翔乃・畑山満則

○Shono Fujita, Michinori Hatayama

In the past earthquakes, too many buildings, especially wooden buildings were damaged. Disaster response headquarters need information of damaged buildings to grasp whole picture of earthquake damage. However, it is difficult for them to get this information during disasters. This paper developed estimation system of damaged buildings, especially collapsed buildings, from aerial video to support disaster response. We used aerial video of the 2016 Kumamoto earthquake and multiple object tracking of deep learning for this system. As a result, the recall was 29.1%, the precision was 36.7%. As future work, we need to develop accuracy of the estimation system. We plan to create the model to classify damaged class in addition to collapsed class and no damaged class. Moreover, we need to modify the model to connect buildings in the video with real location information.

1. 背景

我が国では、これまでの地震災害で多くの建物、特に木造建築物が被害を受けた。自治体の災害対策本部が被害の全貌を把握するには、この建物被害情報を収集することが重要である。その地域の建物被害の数により、大まかな人的被害・避難者数・災害対応に必要な人員などを推定することができる。しかし、様々な業務が発生し人員が不足している災害対応時では、迅速に建物被害情報を収集することは困難である。

また、現在全国の429消防本部(59.3%)が、有毒ガス・火災・土砂災害・地震災害などの被害状況の把握のためにドローンを保有している。さらにいくつかの自治体はドローン協会や民間企業とドローンの協定を結び、災害時にその利用が期待されている。このことから対応現場は、ドローンで撮影された航空写真、空撮映像から被害状況を把握することを推進していることがわかる。

以上の研究背景から、本研究ではドローンなどの空撮映像から建物被害、特に倒壊被害を検出し、災害対応に有効な建物被害情報を提供することを目的とする。

2. 先行研究

いくつかの先行研究[1]では、真上から撮影された航空写真から深層学習を用いて被害を検出している。しかし、真上から撮影された航空写真では屋根被害などの平面的な変化を持つ被害しか検出

できず、倒壊などの垂直的な変化を持つ被害を検出することはできない。本研究では、斜めから撮影された空撮映像を用いて、倒壊家屋のような垂直方向に変化を持った建物被害を検出する。

また、空撮映像から建物の被害部分や瓦礫部分のみを検出する先行研究[2]とは違い、本研究では倒壊家屋に着目して検出を行う。

3. 提案手法

上記の目的のために、空撮映像からMOT(Multiple Object Tracking)を用いて被害建物、今回は倒壊建物を自動検出する。空撮映像を用いることで広範囲の被害状況を認識することができ、また自動検出することで迅速に情報を得ることができる。また、真上から撮影された航空写真とは違い、斜めから撮影された空撮映像は地図に重ねることができず、映っている建物の位置を把握することが困難である。本研究では検出された建物の位置を推定するモデルを開発し、地理空間情報と紐づける。

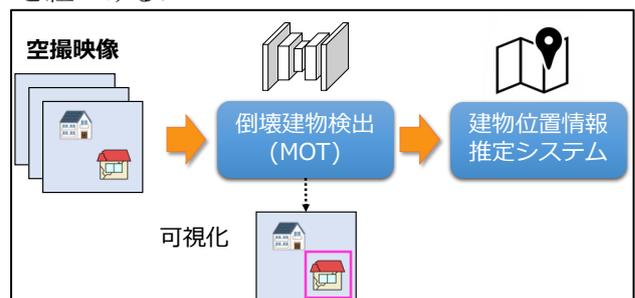


図 1 提案手法

4. 推測結果

表 1 推測結果(トラックごと)

	TP	FP	FN	Recall	Precision
1 st	15	39	56	0.211	0.316
2 nd	19	40	33	0.365	0.355
3 rd	26	53	62	0.295	0.361
4 th	40	53	97	0.292	0.448
Average				0.291	0.367



図 2 推測可視化画像

本研究では、熊本地震時の益城町付近の空撮映像を利用した。この映像から、学習データ・検証データ・評価データを作成し、4回の交差検証を行った。評価データによるトラックごとの推測結果を表1に、推測を可視化した画像を図2に示す。ここでは、あるトラック中で1フレームでも倒壊と推測した場合、そのトラックの建物は倒壊であるとみなした。再現率は29.1%、適合率は36.7%であった。つまりもしユーザーが、モデルが1回でも検出したトラックを倒壊とみなすなら、63.3%の誤検出を伴いながら29.1%の倒壊建物を検出することができる。見逃した倒壊建物や空振りした倒壊していない建物を見ると、検出したデータには屋根被害が共通しており、モデルは屋根被害の特徴量を検出に利用していることがわかった。このことから、学習データに屋根被害はないが倒壊している建物をより多く含むことが必要であると考えられる。

5. 建物位置情報推定システム

Nathら[3]の先行研究を参考に、SIFT特徴量のマッチングと射影変換行列を用いて建物の位置情報の推定を行った。ここでは、最初のフレームで実際の位置情報と画像上の位置のペアを4点以上入力することで推定が行える。推定した結果を確

認すると時間が経過するごとに誤差は大きくなっていることがわかった。



図 3 建物位置情報システムの結果

6. 今後の課題

倒壊建物検出において、高い精度をもたらすことはできなかったため、更なる精度向上が必要である。今後は被害なし、被害あり、倒壊の3つのクラスを分類するモデルを開発し、より倒壊建物を高い精度で検出できるようにする。また、他の災害や他の地域のデータを利用することにより、ロバストなモデルを作成する必要がある。

建物位置情報推定では先行研究の手法では時間が経つごとに誤差が大きくなることがわかったため、射影変換行列を時間ごとに修正する仕組みが必要である。今後は、空撮映像と真上からの航空写真の道路部分を抽出し、それが重なるように射影変換行列を修正する予定である。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP22J15895の助成を受けたものである。

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, 2020
- [2] Pi, Y., Nath, N., Behzadan, D. and H., A.: Convolutional neural networks for object detection in aerial imagery for disaster response and recovery, Adv. Eng. Inform. 43 101009, 2020.
- [3] Nipun D.Nath, Chih-Shen Cheng, Amir H. Behzadan: Drone mapping of damage information in GPS-Denied disaster sites, Advanced Engineering Informatics, 2022