

マルチハザードリスク評価研究部門 特別研究員

内藤 昌平

ないとう・しょうへい

博士（工学）

専門分野：防災工学、地震工学、リモートセンシング、GIS

2019年筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻博士後期課程修了

民間企業を経て2009年に防災科学技術研究所入所。現在はリアルタイム被害推定システムや被害状況早期把握手法の研究開発に従事。

航空写真とAIを用いた
建物被害の自動抽出

災害の早期復旧を目指して

大規模な災害が発生すると、被害の全体像把握に長い時間を要する。早期に被害を検知し、自治体などの災害対応を支援することを目的とした、航空写真とAI（人工知能）を利用した深層学習によって建物被害を自動抽出する手法について説明する。

はじめに

自然災害による被害の拡大を防止し、復旧にむけた対応を行うためには、被害状況をできるだけ迅速かつ正確に把握することが重要です。

特に大規模な災害においては広範囲に被害が生じるため、全容把握のためには上空から撮影した画像の活用が有効です。

上空からの撮影手段としては、衛星、航空機、ドローンなど、さまざまな機体が利用可能です。一般的に、撮影高度が高いほど広域の情報が得られますが、画像の解像度が低下します。また、画像の解像度によって目視で抽出可能な被害程度が変わり

ます。

例えば、一般向けに公開されている衛星画像は建物1棟ごとの被害を抽出するには適していませんが、商用の光学衛星画像には倒壊建物やブルーシートなど、1棟ごとの状況が抽出可能なものもあります。航空写真の解像度はさらに高く、屋根瓦の破損等の観察が可能です。近年はドローンを活用することにより、外観については現地調査に近い詳細な被害把握が可能になりつつあります（図1）。

本研究では、ドローンやヘリコプターにより撮影された航空写真を対象とし、AI（人工知能）を活用して建物1棟ごとの被害を自動抽出するモデルを開発しました。

教師データ作成

AIの分野で近年、主流になっているのは、深層学習という手法です。これは、大量の教師データ（データに正解値をひもづけた組み合わせ）を用いた学習を繰り返し行い、分類の根拠になった特徴をコンピューターに覚え込ませる手法です。学習可能なデータは画像、音声、文字等、さまざまです。

本研究で教師データ作成のために使用したのは、平成19年（2007年）新潟県中越沖地震、2013年に埼玉県で発生した突風、平成28年（2016年）熊本地震、平成30年（2018年）北海道胆振東部地震、2019年の山形県

沖地震の各直後にヘリコプターまたはドローンにより斜め方向から撮影された航空写真371枚です。

まず、画像内の全ての建物と斜面崩壊箇所を四角形で囲み、建物については目視により被害を3段階に区分した教師データを合計約25万個作成しました。

建物被害の区分は「倒壊」「損傷」「無被害」の3段階にしました。「倒壊」とは建物の構造が破壊し、崩れている、あるいは建物内にいると危険な状態を指します。「損傷」とは屋根・壁の破損やブルーシート等の応急的な補修が確認されることを表します。「無被害」とは航空写真では損傷を確認できないことを指します。

災害復旧への活用という観点では、「倒壊」は人の安全を確保する観点から、「損傷」は生活を再建する観点から、それぞれ把握することが重要です。また、二次災害発生等の危険性

があるため、斜面崩壊箇所についても自動検出するように工夫しました。

深層学習による判別

深層学習には、物体検出分野で、検出の速さや分類精度の観点から高い性能を持つことが確認されているYOLOv3というモデルを使用しました。

まず、教師データを撮影地域ごとに、学習用（覚え込ませるデータ）、テスト用（正しく判別できるか検証するためのデータ）に約2:1の割合で分割しました。次に、学習用データを用いた学習によりモデルを構築後、テスト用データを用いた判別を行いました。

結果、建物や斜面崩壊の箇所については目視による判読と同程度に抽出できていることを確認しました（図2）。また、建物被害の正答率については約7割で、被害早期把握に活用可能な分類性能を確認できました。

今後の課題

建物被害抽出については建物の高さ等、追加の情報を組み合わせて使用することによって、高精度に分類可能になると考えています。また、斜面崩壊については四角形よりも崩壊領域のみ抽出するようなモデルが災害対応現場では有効だと考えています。

今後は教師データの追加やモデルの改良を試行し、より高精度に被害を抽出するための性能向上に努めたいと思います。

本研究の成果は、自治体の住家被害認定調査や保険会社の地震保険査定を支援する情報として利活用されることを目的としています。具体的な利活用手順について、各機関と連携してシステム化を目指していきたいと思います。

	高解像度光学衛星	固定翼航空機	ヘリコプター	ドローン
迅速性	○(数時間～)	○(数時間～)	◎(30分後～)	△(数日後～)
軌道の融通性	×(固定)	○(あり)	○(あり)	○(あり)
周期性	○(定期観測)	×(なし)	×(なし)	×(なし)
撮影範囲	◎(広域)	○(やや広域)	○(中程度)	△(狭域)
撮影高度	500～1000km	1～5km	0.3～1km	～150m
解像度	○(～30cm)	○(～20cm)	○(～5cm)	◎(5cm以下)
天候	△(雲の影響)	△(荒天不可)	△(荒天不可)	△(荒天不可)
夜間観測	×(不可)	×(不可)	×(不可)	×(不可)

図1 上空からの撮影における特徴と撮影画像の例

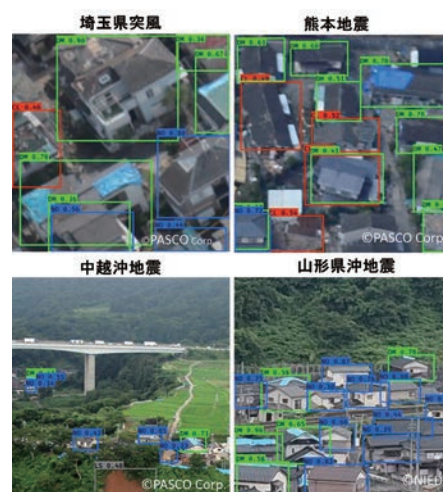


図2 深層学習による被害判別結果の例
(赤枠は倒壊、緑枠は損傷、青枠は無被害、灰色枠は斜面崩壊と判別したことを示している。)