

深層学習を用いた固定資産（家屋） 経年変化箇所の抽出

水谷 忠司・時長 周司・中村 勇貴・瀧日 浩二・長崎 秀之・加藤 卓也（中日本航空株式会社）

1. はじめに

固定資産（家屋）の異動判読業務とは、2時期の航空写真から家屋の経年変化箇所を抽出するものである。地方税法の規定で固定資産税の賦課期日である1月1日を基準日としており、航空写真撮影から異動判読の結果報告までの一連の工程を3月末までの短期間に完了させなければならない（表1）。だが、従来の抽出手法は目視判読で行っているため、非常に抽出の時間がかかるのが現状であり、抽出漏れなどのミスも生じやすいことに注意が必要であった。そのため、いかに短期間でミスのない作業を行うのが喫緊の課題となっている。

そこで、今後の作業効率化、高精度化を目指す手法として、深層学習の適応性を検討した。本報告にて、羽島市での試行事例を紹介する。

表1 異動判読業務の工程表

工種	細別	11月	12月	1月	2月	3月
空中写真撮影	撮影		■			
	標定点測量			■		
写真地図作成	写真地図作成			■		
	異動判読				■	
	異動判読				■	
	成果取り纏め					■

2. 羽島市概要

羽島市は、岐阜県南部の濃尾平野に位置する人口約67,000人の自治体である。平坦な土地と豊富な水資源から農業が盛んで総面積53.66km²の多くが農地を占めているが、東海道新幹線岐阜羽島駅や名神高速道路岐阜羽島インターチェンジなどの高速交通の拠点として成長を続けており、世帯数の増加に伴って、経年変化の割合が年々増加傾向にある。

本報告では、平成28年撮影と令和3年撮影の航空写真を使用し、深層学習による経年変化箇所の抽出手法を試行した結果と従来手法を比較検討する。

3. 家屋異動判読

3.1 従来手法の現状と課題点

従来手法では、航空写真から家屋の経年変化を抽出するために、2時期の航空写真を頻繁に切り替え、目視判読した家屋の経年変化（新築・取壊し）を抽出し、図形（ポイントデータ）として記録している（図1）。

目視判読の性質上、人手による作業では限界があり、一定以上の作業効率向上が望めな

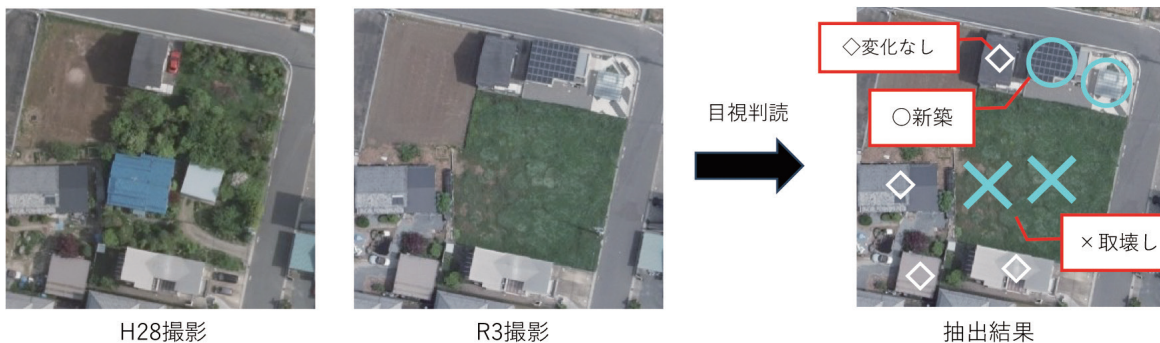


図1 従来手法による経年変化箇所（新築・取壊し）の抽出

い現状がある。また、技術者の高齢化から、判読を効率的に進められる熟練業者が減少している問題も抱えている。技術者が不足する中で経験が浅い技術者でも判読の漏れや誤りなどのミスが発生しない様に、複数回のチェックを行い品質を確保している。この複数回チェックも、限られた作業期間をさらに圧迫する原因となるため、効率的な品質管理手法も求められている。

3.2 提案手法

深層学習を用いて、2時期の航空写真から家屋の経年変化箇所を抽出したデータを作成する。この抽出結果を参考にして従来の目視判読手法を行うことで、経年変化の有無にかかわらず、市内全域を隈なく確認する手間が省かれることで、作業効率の改善とミスを防止することが可能な手法を提案する。提案手法で使用される深層学習の概略フローを図2に示す。

まず航空写真から家屋の外形抽出を行うた

め、深層学習の手法であるセマンティックセグメンテーションを使用した。この手法では、モデルに学習させたクラス(家屋)を、画像ファイル上の画素単位で着色することができる。提案手法では、ネットワークモデルに汎用的なU-Net¹⁾を採用した。また、教師データは、羽島市の航空写真に家屋ポリゴンをラベル付けしたものを約27,000ファイル用意して、これを学習させることで羽島市に特化したモデルを構築した。学習済みモデルに平成28年と令和3年の航空写真を入力し、家屋外形をセマンティックセグメンテーションにより自動着色させた(図3)。この着色結果に対して、同一座標・1画素単位で差分抽出処理(図4)を行い、その結果を画像変換し、差分画像とした(図5)。

この差分画像は、2時期の微細な画素のずれ、家屋の倒れこみの違い、過剰抽出等によるエッジやノイズが残るため、画像補正(図6・モルフォロジー変換²⁾によるエッジ・ノイズ除去)を加えることで、視認性の向上を試みる工夫を

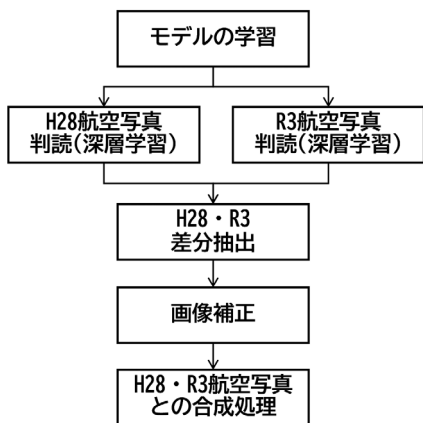


図2 提案手法の処理フロー

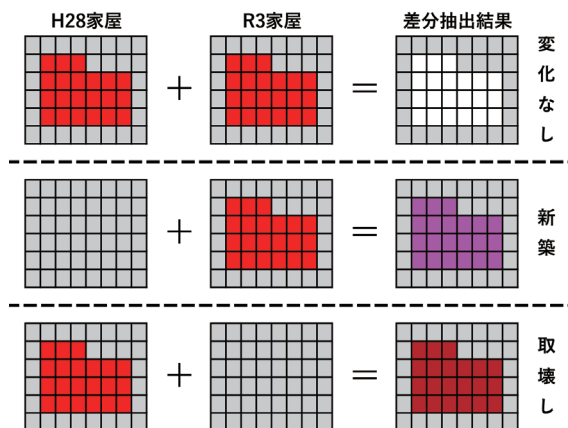


図4 差分抽出手法



図3 セマンティックセグメンテーションによる自動着色

した。以上の処理結果を航空写真に合成した結果が図7となる。本画像は、深層学習により抽出された経年変化箇所（新築・取壊し）が、航空写真上に強調表示されたものである。

羽島市の試行では、従来手法の目視チェック時に、本画像を重ね合わせる手法を採用した。これにより、従来手法において技術者の判断漏れや誤りは本画像と相違するため、一目で異

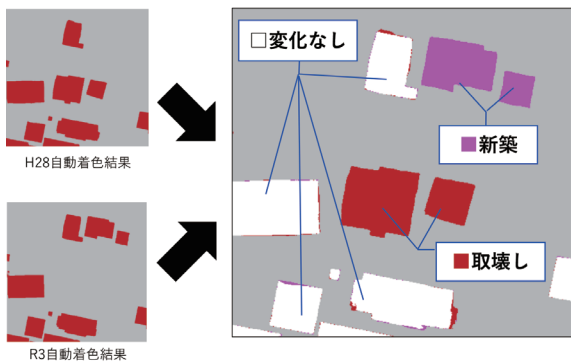


図5 差分画像

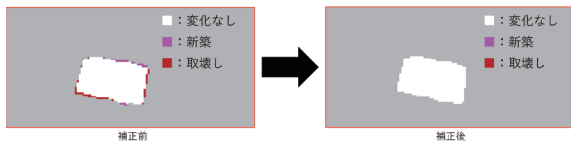


図6 画像補正（モルフォロジー変換）によるエッジ・ノイズ除去

常箇所を把握することができた。また、新築・取壊しが視覚的にも明確であるため、2時期の航空写真を切り替える頻度が軽減された。

4. 検証と考察

4.1 定量評価

従来手法による新築・取壊しに対して提案手法が一致しているか比較し、正答数と誤答数から再現率を求めた。従来手法と提案手法が一致していれば正答、一致していなければ誤答とした（図8）。また、提案手法では抽出結果に画像の欠けや掠れが発生するため、画像を目視して「新築・取壊し箇所が適切に着色されている」と判断できれば、抽出できているものと見なした。以上の結果、再現率は新築94.4%、取壊し89.8%と概ね良好な結果が得られた（表2）。

表2 従来手法との比較検証結果

		新築	取壊し
TP(真陽性)	提案手法が正答	5238棟	3004棟
FN(偽陰性)	提案手法が誤答	312棟	343棟
Recall(再現率)	$= TP / (TP+FN)$	94.4%	89.8%

従来手法で判断した計67,052棟のうち新築・取壊しと判断したの同士と比較

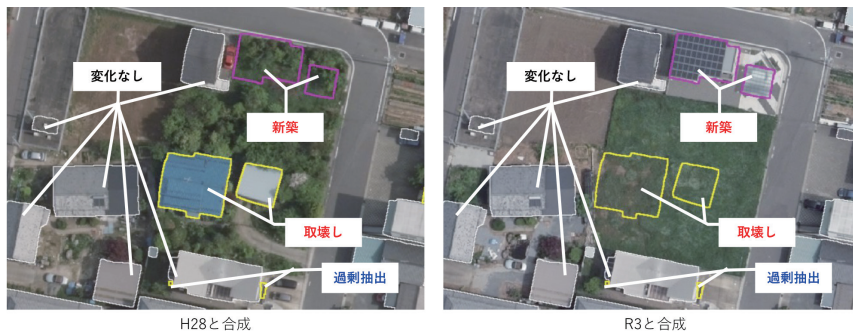


図7 差分抽出結果と航空写真の合成

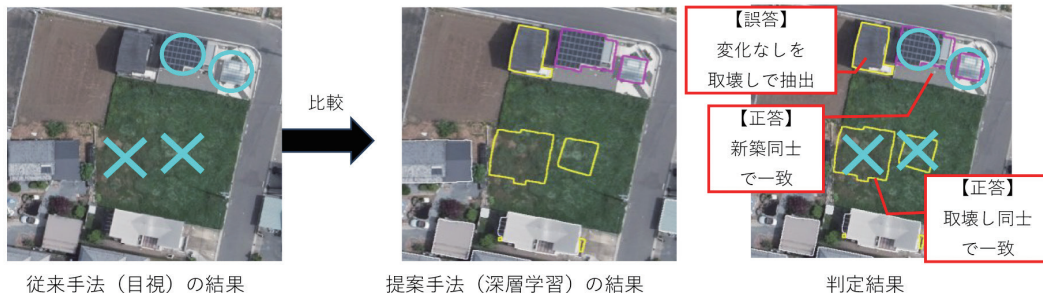


図8 判定方法

4.2 その他の検証

提案手法により抽出した新築・取壊しに対して、従来手法が抽出漏れを生じていないかを比較検証した。その結果、従来手法において発生した9棟の漏れ・誤りを検出することができた。この原因は技術者の目視判読による見落としや誤判読であり、提案手法を活用することがミス防止に有効であることが確認できた。

4.3 傾向分析

提案手法の課題となる抽出漏れおよび過剰抽出の傾向分析を行った(図9)。抽出漏れは、物置、カーポート等の小物体において顕著に発生した。抽出漏れの原因は、教師データが平均的なサイズの家屋に偏りがちになる点と、少ない画素数の物体を認識し難い深層学習の特性にあると推察する。過剰抽出は、2時期における家屋の倒れこみの差が多く見受けられた。平成28年と令和3年で倒れこみ部分の一致しない画素領域が、単純に差分抽出された結果である。それ以外の過剰抽出は、車両や堅ろう建物などの誤検出が主な原因であることが把握できた。これらは家屋に似た特徴を持つ画素領域を、モデルが家屋と見なしたためであると推察した。

4.4 考察

いかに短期間でミスのない作業を行うかという課題に対して、提案手法の有効性を考察する。

経年変化箇所の抽出作業において、提案手法を目視判読の補助データとすることが有効で

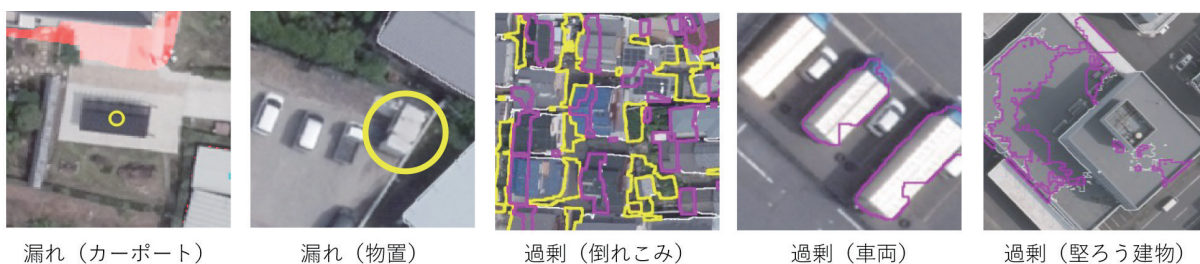
あると考える。本試行において、深層学習による新築・取壊し箇所の抽出が実現できた。この抽出は自動処理で行い、羽島市の作業面積であれば約1日で結果が得られる。市内全域の目視判読には1名の技術者で約2か月かかるため、作業負担は軽微である。だが、深層学習だけでは確実な信頼性を得ることが難しい点も、定量評価や傾向分析から明らかである。

よって現状は、目視による従来手法と深層学習の併用的な利用が、深層学習の恩恵を最も得られるものと考えられるが、試行段階のためデータが不足している。作業期間がどの程度軽減できたのかを、今後に計測していく必要がある。提案手法によって経年変化箇所の目視判読がより効率的に進められるようになる点と、特に品質検査において目視判読のミスを発見できた点からも、提案手法の有効性は期待できる。

5. おわりに

羽島市異動判読業務での試行において、目視による従来手法と深層学習を組み合わせた手法の確立に一步近づくことができた。前項で記した通りの有効性と課題点が把握できたが、特に抽出漏れや過剰抽出に関しては、モデルの性能不足と、入力データや差分抽出処理の工夫不足が影響しているものと考えている。

今後はこれらを改善することを目標に、モデルの高性能化や複数モデルの併用により抽出精度を高めていくとともに、手法の確立と標準化を予定している。



漏れ (カーポート)

漏れ (物置)

過剰 (倒れこみ)

過剰 (車両)

過剰 (堅ろう建物)

図9 傾向分析 (抽出漏れ・過剰抽出)

■謝辞

本報告の作成にあたっては、岐阜県羽島市役所の令和3年度土地及び家屋異動判読業務を事例として紹介させていただきました。ここに深く感謝の意を表します。

■参考文献

- 1) Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox.[2015]. “U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation”. <https://arxiv.org/abs/1505.04597>
- 2) OpenCV-Python-Tutorials - モルフォロジー変換. (http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py_tutorials/py_imgproc/py_morphological_ops/py_morphological_ops.html)

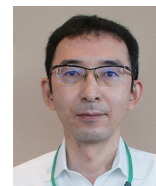
■執筆者

水谷 忠司 (みずたに ただし)

中日本航空株式会社

調査測量事業本部

E-mail : tmizutani@nnk.co.jp



(共著者) 所属は筆頭著者に同じ

時長 周司 (ときなが しゅうじ)

中村 勇貴 (なかむら ゆうき)

瀧日 浩二 (たきひ こうじ)

長崎 秀之 (ながさき ひでゆき)

加藤 卓也 (かとう たくや)