

## TSUBAME 共同利用 令和元年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 高解像度画像を使った広域の家屋及び道路の深層学習による自動判別システムの開発(3)  
英文: System development of automatic building and road network detection using high resolution imagery by deep-learning 3

柴崎 亮介  
Ryosuke Shibasaki

東京大学 空間情報科学研究センター  
Center for Spatial Information Science, University of Tokyo  
<http://csis.u-tokyo.ac.jp>

本プロジェクトでは衛星画像データ内に見られる建物・家屋を深層学習によって自動認識する処理を、地図データとして利用するためのマッピング処理を自動化することで、広域に展開するためのシステム開発を実施した。TSUBAME の GPU クラスタと連携したシステムを開発した。昨年度までの対象地域(ラオス、スリランカ、ケニア、モザンビーク)に加えて、ザンビアを対象として学習データを追加し、ResNet をバックボーンとした UNet モデルを構築した。その結果、Accuracy は 0.9916、IoU (Intersect of Union) は 0.6057 (検出結果と正解データが互いに約 75% 重なり合う) となり、昨年に比べて短い処理時間で高い精度を達成することができた。今後は、成果データの配信方法も視野に入れて、品質管理・改良を効率的に進める手順・方法を研究開発し、当システムへの実装を進める。

This project developed a system to apply building mapping to broad areas by deep learning to satellite images. The system was developed with TSUBAME's GPU clusters. In addition to the regions covered by the previous year (Laos, Sri Lanka, Kenya, and Mozambique), We added Zambia to the target areas for training data set and applied a UNet model with ResNet as the backbone. As a result, it achieved an accuracy of 0.9916 and an IoU of 0.6057 in a shorter computing time than last year's. For future works, we are going to develop processes and methods for efficient quality control and improvement as well as dissemination of the mapping outputs and implement those to the system.

*Keywords: deep learning, satellite images, building mapping, large-scale processing*

## 背景と目的

持続可能な開発課題 (Sustainable Development Goals; SDGs) に Goal 11 “Make cities and human settlements” として掲げられているように、都市の成長を適切に管理するためのデータ基盤の整備には早急な対応が求められている。地球観測データは、このようなニーズに対応するデータ資源として、特に広域性と高頻度の特長が、都市成長の観測において高い有用性が期待されている。近年、Google Earth をはじめとした高分解能衛星画像データの普及により、個別の建物を衛星画像から検出し、衛星画像データの位置情報とあわせることで正確にマッピングする可能性が議論され、機械学習や深層学習の適用によって、自動的に衛星画像内の建物を検出する研究がなされてきた。建物や道路のマッピングの自動化は、広域にわたる地図作

成を低コストで実現し、インフラ開発や公衆衛生の課題において、都市部だけでなく郊外の社会経済の状況を概観するのに有用である。広域にわたる自動マッピングへのニーズは高まる一方、これまでの研究の成果は、単一シーンの衛星画像データといった限られた領域でのみ処理されており、全国土といった広域を対象とした処理は未だ試みられていない。

本プロジェクトでは、昨年度の成果等をもとに、深層学習による自動マッピングアルゴリズムを、ザンビアに拡張したほか、高度なモデルをである ResNet32 の適用を試みた。

## 概要

社会基盤情報として人口分布、交通ネットワークの整備は必須であるが、途上国、僻地の情報基盤の整備は乏しい状況にある。オープンな利用が広まりつつ

ある高解像度衛星画像から機械学習、ディープラーニングなどの手法で家屋や道路ネットワークを自動検出し、地図データと利用することによる広域・社会基盤情報の整備に寄与する。

本プロジェクトでは、東工大 TSUBAME をデータ処理の基幹とし、データ収集・管理の機能を連携させることで、任意の領域について、家屋マッピングを自動化することができた。前年度のトレーニングデータにザンビアを加えて、ResNet32 を適用することで Accuracy は 0.9916、IoU は 0.6057 を達成した。

#### 結果および考察

ディープラーニングに入力する学習データを効率的に作成するためのシステムをオープンソース GIS である QGIS を使って構築し、インターネット地図サービスの高分解能衛星画像に見られる建物を、約 300mx300m の解像度 0.3m のタイル画像を単位として GIS のポリゴンデータとして記録する手順を整備した(図 1)。ザンビア全土を対象として 9,720 タイルをトレーニングサンプルとして抽出し、53,336 の建物をポリゴンデータとして作成した。

建物検出の精度を向上させるにあたり、ディープラーニングの処理において様々な画像認識に共通する低レベル特徴量を転用することで計算時間を短縮する転移学習を適用した。昨年度に使用した U-net モデルに、多数の層の組み込みを可能にする ResNet32 による重み付けを適用することで転移学習を実装した。実装にあたっては Segmentation Models<sup>1</sup>を用いた。95,321 の画像パッチを学習データとして入力した結果、Accuracy は 0.9916、IoU (Intersect of Union) は 0.6057 (検出結果と正解データが互いに約 75% 重なり合う) となり、昨年比べて短い処理時間で高い精度を達成することができた。

都市部・郊外部とも良好な結果が得られた(図 2、図 3)。また、前年度の課題であった郊外部の散在する建物の検出結果が良好であった。(図 4、図 5、図 6)。しかし、大きな建造物の一部が検出結果のから欠落したり、樹林等で一部が隠れる建物が検出されない例が確認された(図 7、図 8)。これらのケースに対し

ては、学習データを追加することで改善する必要がある。

作成した建物検出モデルをもとに、ユーザーがウェブブラウザから任意の緯度経度を入力し、建物の検出結果を GIS データとして出力・ダウンロードするシステムを開発した。このシステムを使って、2019 年 7 月 16 日に公開ワークショップ『衛星画像を用いた「自動家屋の登録システム」ハンズオンセミナー』を開催した。

#### まとめ、今後の課題

ResNet32 の適用により、昨年度より高い精度で高分解能衛星画像内の建物を自動で検出するモデルを構築し、作成したモデルを使ったエンドユーザーインターフェースをウェブ上に作成し、それを使ったワークショップを開催した。また、ディープラーニングによるモデル構築のほか、効率的に学習データを追加するための仕組みを整備した。今後は、モデルの見落としや誤検出について、利用者からのエラー報告を学習データとして使うための仕組みを整備し、さらにモデルの精度を向上させ、広域に展開させる。

<sup>1</sup> [https://github.com/qubvel/segmentation\\_models](https://github.com/qubvel/segmentation_models)



図 1 QGIS を使った学習データ作成



図 5 郊外部の検出結果例 2



図 6 郊外部の検出結果例 3



図 2 ザンビア・Kabwe 周辺マッピング結果。赤色は検出された建物を表す。



図 7 郊外部の不検出例

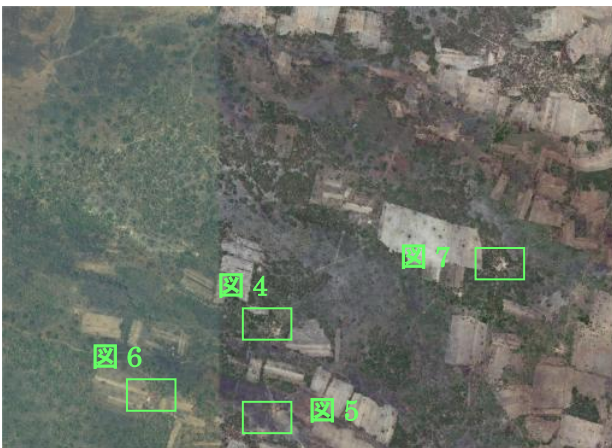


図 3 ザンビアの郊外部マッピング結果。赤色は検出結果を表す。



図 8 都市部の建造物検出の一部欠落の例



図 4 郊外部の検出結果例 1