

画像処理の活用による効率的な国土情報の解析手法に関する研究（第1年次）

実施期間 令和6年度～令和8年度
地理地殻活動研究センター 笹川 啓
地理情報解析研究室

1. はじめに

空中写真撮影や人工衛星による地球観測は、広範囲の地表や植生を効率的に把握する上で重要な手段である。近年、AI等の技術革新に伴って、空中写真や衛星画像を用いて、道路や建築物等の特定の目標に対する自動抽出が行われるようになってきている。その一方で、AIは学習に必要なデータが大量に必要なことや、撮影画像のプラットフォームの違いや解像度の異なる画像といった入力画像の質が変わるたびに再学習が必要になるという課題がある。

本研究では、AIによる特定の目標に絞った完全な自動抽出を目指すのではなく、最終的には人の確認を要するものの、特定の目標に絞らない汎用的な2時期画像間の自動変化抽出（判読支援）を行う手法開発を目的とする。なお、この研究は撮影プラットフォームの異なる2時期画像や解像度の異なる2時期画像に適用することを最終目標としているが、本稿ではそのための準備作業として、まずは2時期の Sentinel-2 画像に対して、Haar ウェーブレットを用いた手法の初期検討を行ったので、この手法や結果等を報告する。また、本手法の詳細については、参考文献（笹川（2024）や Sasagawa（2024））に詳しい。

2. 本手法の概要

図-1 に、本研究での2時期画像間の自動変化抽出の流れを示す。本手法では2時期の Sentinel-2 画像を入力として、各画像をグレースケール化した後に、自己相似形 Haar ウェーブレットを用いた $1024 \text{ pix} \times 1024 \text{ pix}$ の Haar 変換を行う。その後、1時期目と2時期目の Haar 変換の係数から、多重解像度的にエッジ指標を算出して、変化量を計算した後に変化抽出画像を出力する。

なお、本手法のアルゴリズムや自己相似形 Haar ウェーブレットについては、参考文献（Willmore, et al, 2008）に詳しい。概略としては、変換サイズの異なる Haar 型の直交変換を行い、多重解像度的に様々なサイズや方向のエッジ成分を抽出することで、1時期目画像と2時期目画像のエッジ成分の変化を画像化する手法である。

本手法により、1時期目と2時期目の間の同一箇所、エッジが出現あるいは消失した場合や、縦横斜めのエッジパターンが変わった箇所の抽出が行えるようになる。茨城県つくば市の $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ の画像に対して本手法を適用させた結果を、図-2 に示す。

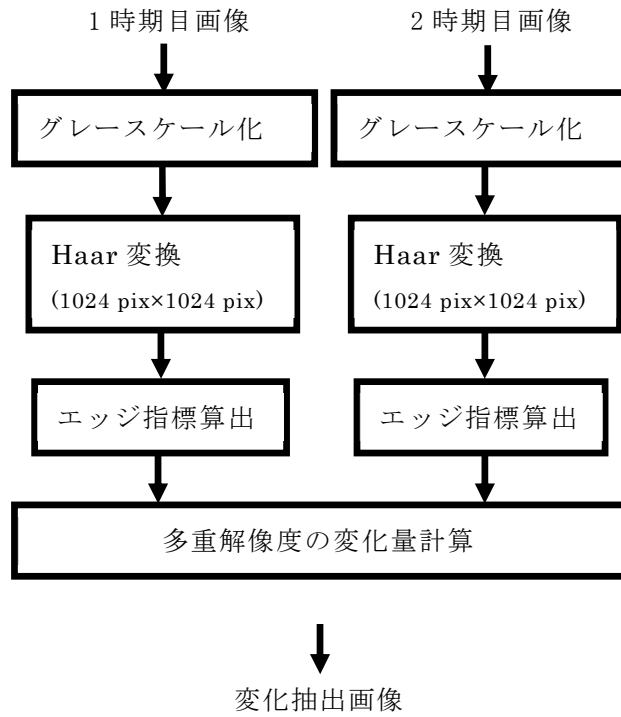


図-1 2 時期画像間の自動抽出の流れ

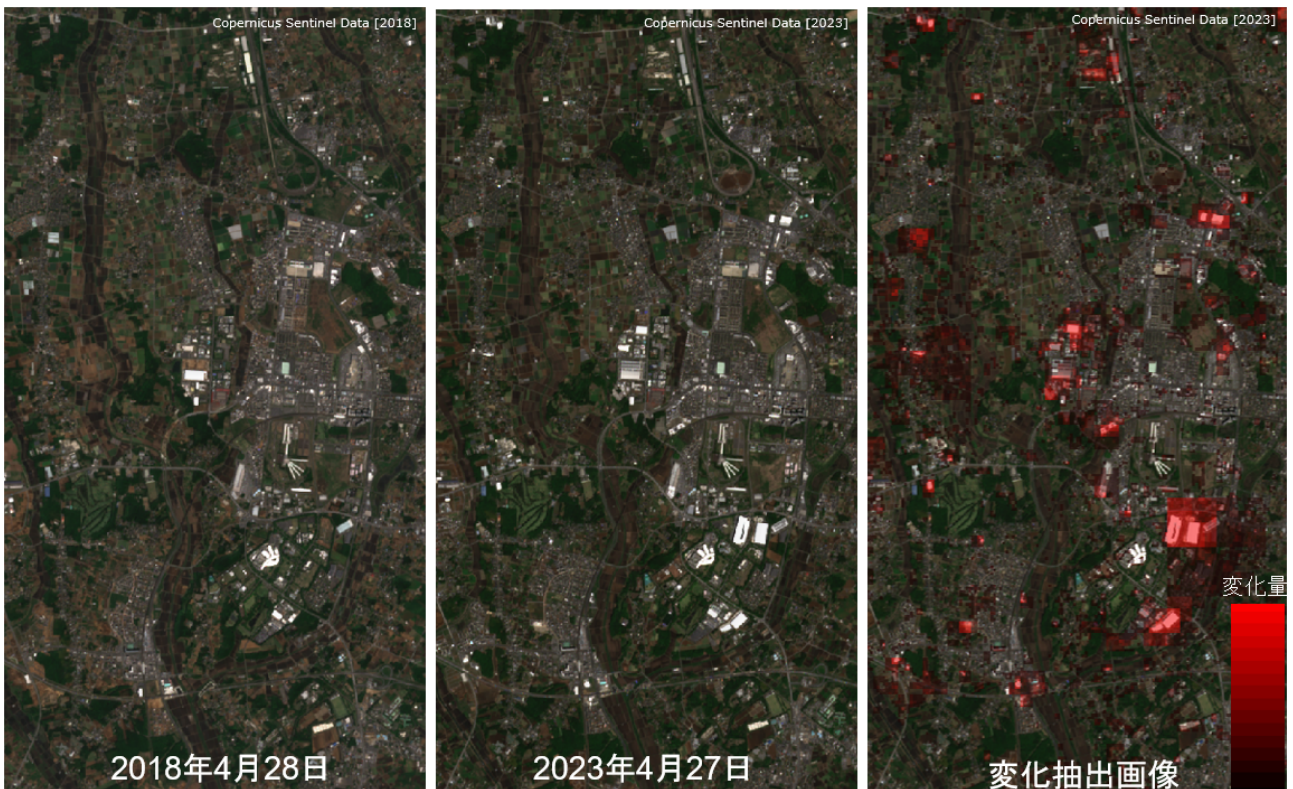


図-2 自動変化抽出結果

左：1 時期目画像 中：2 時期目画像 右：変化抽出画像（2 時期目画像に変化量を重畳）

3. 結果と今後の課題

本手法では, Sentinel-2 画像の解像度が 10 m/pix であり, 4 pix × 4 pix を最小とした自己相似型 Haar ウェーブレットを用いていることから, 住宅一軒の変化を捉えるには空間分解能が不足している. また, 検証結果として, 数十 m × 数十 m 程度の変化箇所 (大規模な新規建物や地表状態が変化した箇所) が抽出できた一方で, 一部の誤抽出 (2 時期画像間で明るさの異なる同一建物が変化として検出) や, 抽出漏れ (水田と太陽光のようなテクスチャの類似している地物) が認められた.

本手法は, 課題は残っているものの, 一定の抽出性能が確認できたことから, 引き続き検討を進めた上で, 今後様々な地区での試行や定量的な精度検証等を行いたい.

参考文献

Sasagawa Akira (2024): Trial of automatic change detection method using Haar Wavelet among two Sentinel-2 images for the 2024 Noto Peninsula earthquake, 14th UJNR Panel on Earthquake Research O-41.

笹川啓 (2024) : 2 時期の Sentinel-2 画像と Haar ウェーブレットを用いた自動変化抽出手法の試行と分析, 日本写真測量学会令和 6 年度秋季学術講演会発表論文集, 191-194.

Willmore Ben, Prenger J. Ryan, Wu C.-K. Michael, Gallant L. Jack (2008): The Berkeley Wavelet Transform: A Biologically Inspired Orthogonal Wavelet Transform, Neural Computation, 20 (6), 1537-1564. doi:10.1162/neco.2007.05-07-513