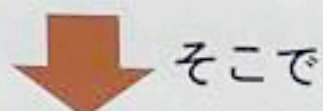


ディープラーニングで抽出された傾斜量の特徴に関する基礎的分析

荒木光一(五大開発株式会社)

1. はじめに

- 地すべりの事前防災対策においてディープラーニング(DL)を用いた取り組みが行われている。
 - 地すべり地形抽出¹⁾、危険性評価²⁾、地形分析³⁾ ...
- DLは多量のデータから特徴を自動抽出できるが、DLモデルのパラメータ数は膨大であるため、DLモデルの結果に対する解釈や説明が困難である。(ブラックボックス問題)



- 地すべり防災で重要な素因である傾斜量を対象として、DLモデル内部で抽出した特徴量と入力である傾斜量の関係性について調査した。

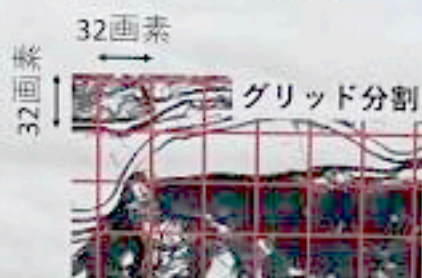
2. 傾斜量データの作成

- 兵庫県が公開している1mDEM⁴⁾を間引いて5mDEMを作成
- 5mDEMをもとに、傾斜角として傾斜量データを作成
- 訓練データ領域とテストデータ領域共に32画素×32画素(160m×160m)でグリッド分割



- 訓練データ数 : 82,232
- テストデータ数 : 10,820

- 回転・反転などのデータ拡張なし・データ拡張(回転・左右反転)で訓練データを増加させて学習・評価した結果、データ拡張なしの方が復元誤差が小さかったため



3. ディープラーニングモデルの構築

- 傾斜量の特徴抽出するDLモデルとして、VGGNet⁵⁾ベースのオートエンコーダを採用
- オープンデータ : 入力データから特徴を抽出して、元のデータに復元するモデル

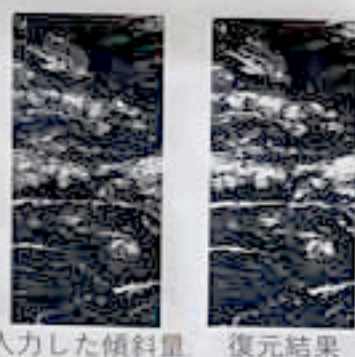


- 1024画素(=32画素×32画素)の傾斜量データから、エンコーダで512個の特徴量を抽出
- 抽出された512個の特徴量から、デコーダで1024画素の傾斜量データを復元

- テストデータで復元誤差を評価した結果、傾斜角の復元誤差は約5.2度

$$\text{復元誤差} = \frac{1}{10820 \times 32 \times 32} \sum_{n=1}^{10820} \sum_{i=1}^{32} \sum_{j=1}^{32} |y_{n,i,j} - \hat{y}_{n,i,j}|$$

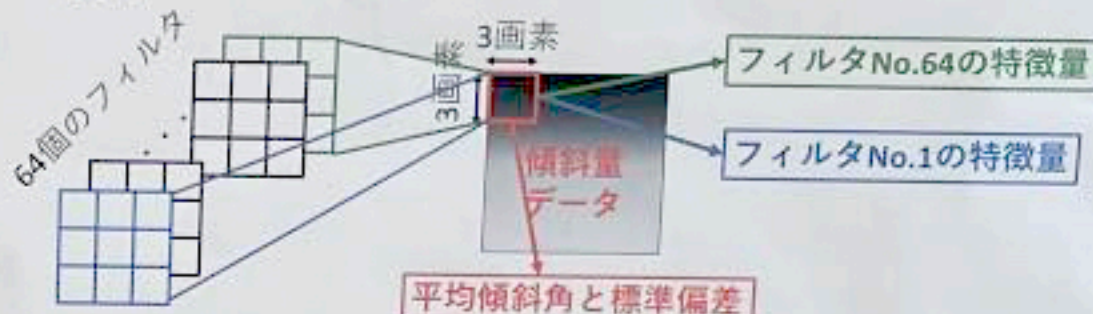
y : 入力した傾斜量データ \hat{y} : 復元した傾斜量データ



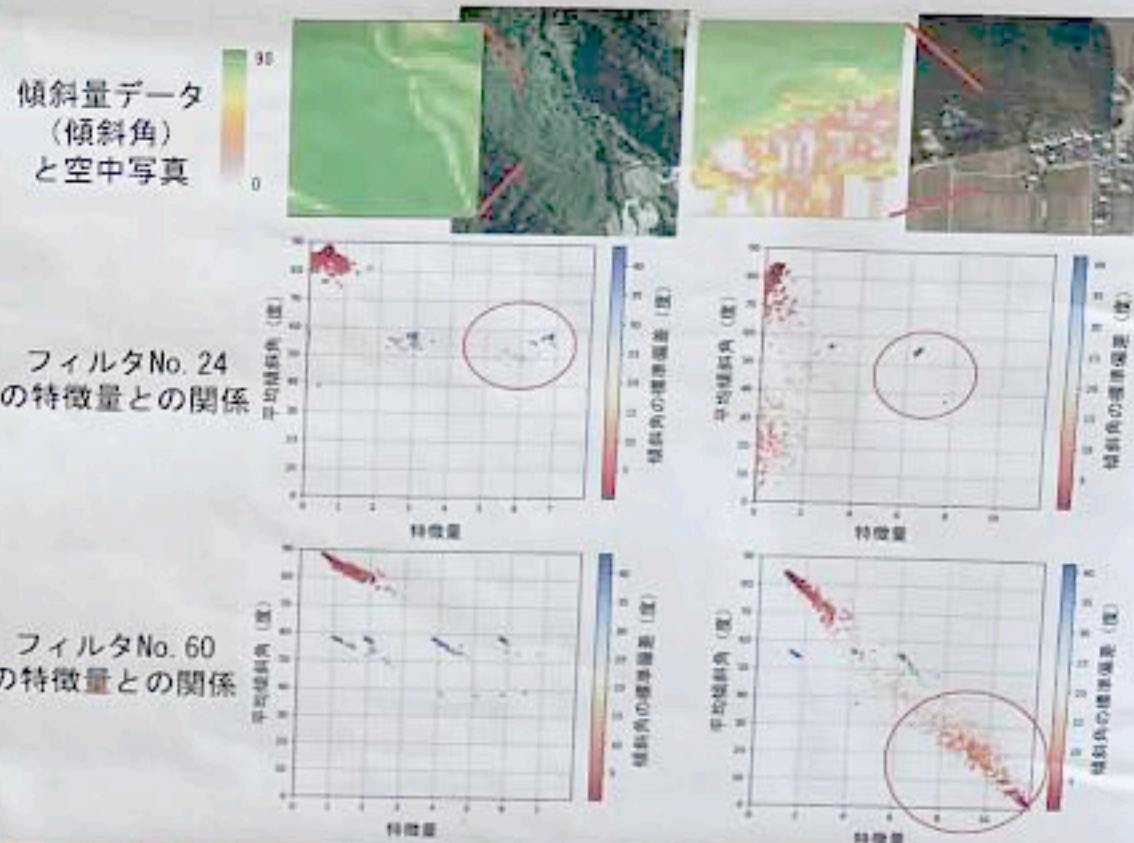
- データ拡張(回転・左右反転)を施したDLモデルの復元誤差は約6.9度
- 回転・左右反転によって、兵庫県山間部の斜面方向の特徴を抽出できず、復元誤差が増加した可能性あり(確認中)

4. ディープラーニングモデルで抽出した特徴量と傾斜量の分析

- 傾斜量と特徴量の関係を直接分析できるエンコーダの第1層(64個のCNNで構成)に着目して分析
- 各CNNのフィルタサイズは3×3であるため、傾斜量データの3画素×3画素毎に平均傾斜角と傾斜角の標準偏差を算出
- 各フィルタの特徴量と平均傾斜角・標準偏差の関係性について分析



- 特徴抽出の傾向が明瞭なフィルタNo. 24とNo. 60の平均傾斜角、傾斜角の標準偏差と特徴量の散布図を示す
- 特徴量が高いほど、その平均傾斜角と標準偏差の特徴を抽出していることを示す
- No. 24は平均傾斜角が30~60度で、標準偏差が25度以上の特徴を抽出する傾向がある
- No. 60は、平均傾斜角が小さいほど、特徴量は高くなる傾向がある



5. まとめ

- 傾斜量とDLモデルの第1層で抽出した特徴量について分析
- 第1層の各フィルタで抽出する特徴量は、平均傾斜角と傾斜角の標準偏差に関係することを確認
- 傾斜量に関するDLモデルの解釈と説明の方法を確立するため、また、解釈性と説明性を向上させるために、分析手法の確立と第2層以降の分析を行う予定

参考文献

- 1) 古木宏和(2021):3次元地形情報を用いた深層学習による地すべり移動体抽出, 日本地すべり学会誌, No.38, Vol.2, p.65-72
- 2) 荒木光一, 藤田達大, 河村知記, 関家史郎, 山森一彦, 杉本宏之, 神山雄子(2022):ディープラーニングによる地形データからの地すべり災害発生危険性評価, 第61回日本地すべり学会研究発表会講演集, p.173
- 3) 野呂智之, 神山雄子, 鈴木大和, 戸館光, 中西宏彰, 家田泰弘, 片嶋啓介, 大坪隆三, 相澤明宏, 潮見礼也(2018):深層学習を用いた画像解析及びクラスタリングによる土砂災害の素因特性の抽出, 砂防学会研究発表会概要集, p.667-668
- 4) G空間情報センター:兵庫県_全域DEM, <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2010-2018-hyogo-geo-dem> (参照日2023年8月31日)
- 5) Simonyan, K., Zisserman, A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-scale Image Recognition, In International Conference on Learning Representations, arxiv:1409.1556