

オートエンコーダによる傾斜量の特徴抽出に関する考察

五大開発株式会社 正会員 ○荒木 光一

1. はじめに

近年、多層ニューラルネットワークを活用した斜面防災に関する研究が行われている。その中で、荒木ら[1]の研究では、画像を対象とした多層ニューラルネットワークで地形量から特徴を抽出して、地すべり災害発生危険性評価を行っている。しかしながら、画像と地形量は異質なデータであるため、画像を対象とした多層ニューラルネットワークで地形量から特徴を抽出することは適切とはいえない。

本稿では、斜面防災で重要な要素である傾斜量に特化した多層ニューラルネットワークの開発を目的とし、この基礎検討として、オートエンコーダによる特徴抽出と特徴量のクラスタ分析について報告する。また、多層ニューラルネットワークの構成についても議論する。

2. データ作成

傾斜量は、兵庫県が公開している 1m メッシュの数値標高モデル (DEM) から 5m メッシュの DEM を作成し、5m メッシュの DEM から傾斜角として算出した。図 1 に、オートエンコーダの訓練データ領域とテストデータ領域を示す。各領域を 32 画素×32 画素 (160m×160m) にグリッド分割して訓練データとテストデータを作成した。グリッド分割した結果、訓練データは 82,232 データ、テストデータは 10,820 データとなった。

3. 傾斜量の特徴抽出とクラスタ分析

傾斜量の特徴抽出には、8 層の VGGNet[2]をベースとし、各畳み込み層に SE Block[3]を追加したオートエンコーダを用いた。SE Block は、畳み込み層の各カーネルから出力される特徴量に対して重み付けを行う。クラスタ分析には k-means 法を用いた。図 2 に、傾斜量の特徴抽出とクラスタ分析の概要を示す。まず、オートエンコーダで傾斜量を復元するように学習し、傾斜量から特徴を抽出するエンコーダを作成する。次に、この学習済みエンコーダから出力される 512 個の特徴量を元に、k-means 法でクラスタリングする。

4. 結果と考察

図 3 に、オートエンコーダによる傾斜量の復元結果を示す。ここではテストデータ領域の一部を示す。細部に関しては完全に復元できていないものの、概ね傾斜量の傾向は復元できた。全テストデータにおける傾斜角の平均誤差は約 5.2 度であった。k-means 法によるクラスタ分析は、テストデータをエンコーダに入力して得られた特徴量に対して、クラスタ数 10 としてクラスタリングした。図 4 に、平均傾斜角と傾斜角の標準偏差

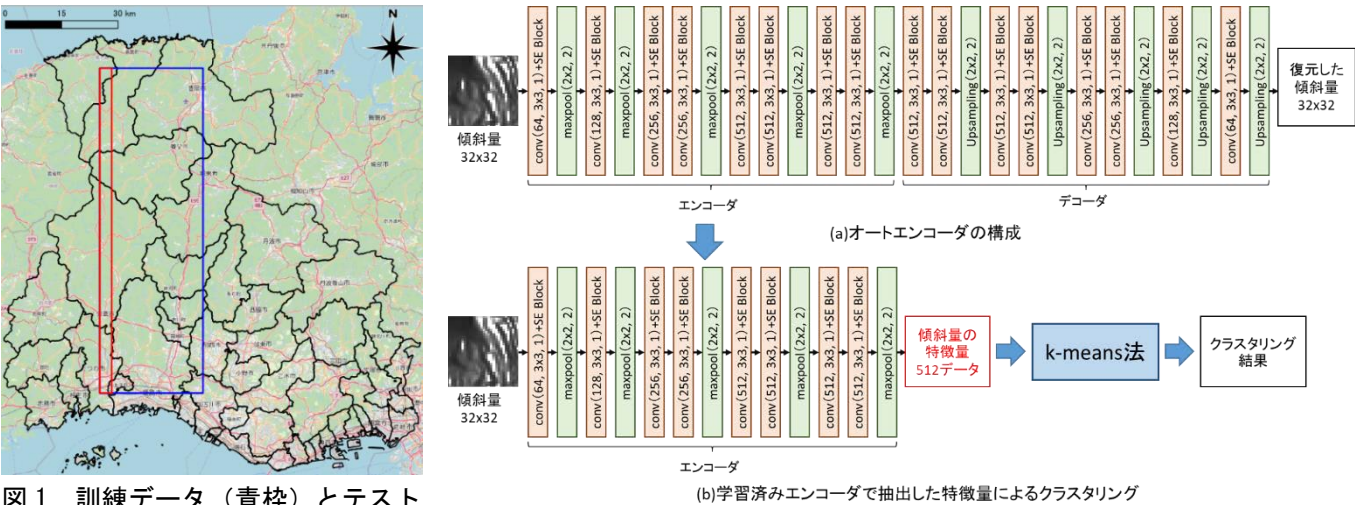


図 1 訓練データ (青枠) とテストデータ (赤枠) の領域

図 2 傾斜量の特徴抽出とクラスタ分析の概要

キーワード 深層学習, 傾斜量, GIS

連絡先 〒921-8051 石川県金沢市黒田 1-35 五大開発株式会社 TEL072-240-6588

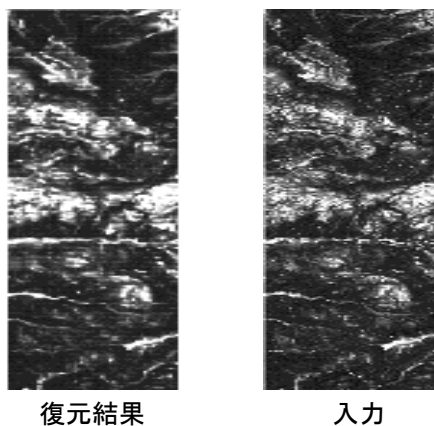


図3 オートエンコーダの復元結果

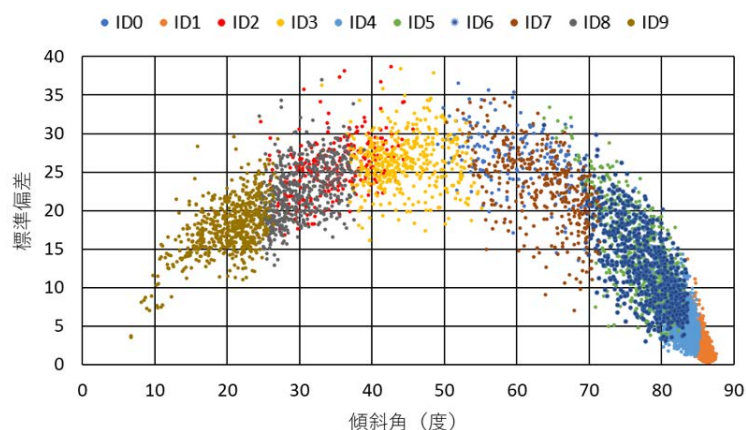


図4 クラスティングの結果

に関する全テストデータのクラスティング結果を示す。定量的に評価するために、平均傾斜角と傾斜角の標準偏差に関する散布図とした。クラスター ID2 と 8 など一部のクラスターは混在しているが、平均傾斜角と傾斜角の標準偏差の傾向でクラスティングしている。したがって、エンコーダは急斜面と緩斜面の特徴を抽出しているといえる。

図5に、ある1つのテストデータに対してエンコーダが出力した特徴量を示す。エンコーダは512個の特徴を出力するが、そのうち10個を示す。特徴量が0となる特徴が確認できる。全テストデータに対して調査した結果、全テストデータにおいて291個の特徴が0となった。つまり、図4のような急斜面と緩斜面をクラスティングするには、残りの221個の特徴があれば十分であるといえる。そして、画像を対象としたVGGNetベースのエンコーダは、傾斜量の特徴抽出には大規模であり、VGGNetより小規模な多層ニューラルネットワークで傾斜量の特徴抽出が可能であるといえる。

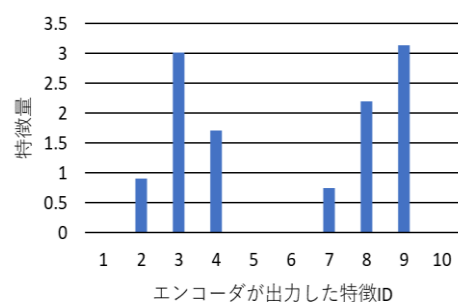


図5 エンコーダが出力した特徴量

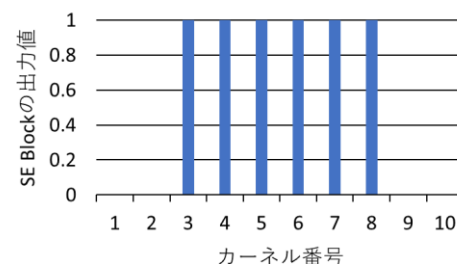


図6 SE Block の出力値

図6に、ある1つのテストデータにおける、エンコーダの1層目の各畳み込み層に対するSE Blockの出力値を示す。この畳み込み層は64カーネルで構成されているため、SE Blockは64個の値を出力するが、図中ではそのうち10個を示す。SE Blockの出力値が0となるカーネルが確認できる。全テストデータにおいても、SE Blockの出力値が0となるカーネルは37個あり、これらは特徴抽出には全く寄与しないといえ、畳み込み層内のカーネル数の削減が可能であるといえる。

5. まとめ

傾斜量に関してエンコーダによる特徴抽出とクラスター分析を行った結果、平均傾斜角と傾斜角の標準偏差に関してクラスティングすることを確認した。また、エンコーダを調査した結果、傾斜量の特徴抽出には、画像に特化した多層ニューラルネットワークは過大であることが明らかになった。今後は、定性的評価を行い、そして、傾斜量に特化した多層ニューラルネットワークの開発を行う予定である。

参考文献

- [1] 荒木光一, 藤田達大, 河村知記, 関家史郎, 山森一彦, 杉本宏之, 神山嬢子, “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, 2022年9月
- [3] Simonyan, K. and Zisserman A. “Very Deep Convolutional Networks for Large-scale Image Recognition”, International Conference on Learning Representations (ICLR2015), arxiv:1409.1556., 2015
- [4] Hu J., Shen L., Albanie S., Sun G. and Wu E., “Squeeze-and-Excitation Networks”, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2018), arXiv:1709.01507, 2018