

L2 正則化を適用した D-Layer NN 法による地層区分推定

○福岡大学 正会員 村上 哲

1. はじめに

地盤情報 DB に適用する人工知能を用いた地層区分推定方法を確立することを目的とする。地盤情報は、調査地点、深度、そこで現れる土質など偏り（情報バイアス）を持つため、BD 群の特徴を踏まえた上で、地層区分推定のためのニューラル・ネットワーク（NN）の新しい全体誤差関数の考え方とその機械学習の方法を提案した¹⁾。また、NN モデルにおける中間層数の決定についても検討を行った²⁾中間層数が大きくなるに従い、過学習に陥る傾向が認められた。そこで、本研究では、過学習回避のための L2 正則化を適用するとともに、D-Layer NN 法における距離パラメータの決定方法についても再構築し、その有効性について明らかにすることを目的とする。

2. L2 正則化パラメータと IDW パラメータの決定方法

NN における機械学習では全体誤差関数値 E を最小化させるように実行される。L2 正則化はこの関数 E に結合係数($w_i; i = 1 \sim n$)の 2 乗和に係数を乗じた次の関数値を最小化させることによって過学習を回避させる方法である。

$$E + \frac{\lambda}{2} \sum_{i=0}^n w_i^2 \rightarrow \text{Min.}$$

ここで、 λ は正則化パラメータである。この方法を用いると、 λ が未知数となるため、機械学習時にこの値を決定する過程が含まれる。本研究では、学習用データを教師データと検定データに分け、仮定した λ による教師データを用いた機械学習結果より得られる検定データの推定値と検定データの実測値の対比により λ を決定した。また、D-Layer NN 法で用いる IDW パラメータの決定もこれと同様に仮定した IDW パラメータによる教師データを用いた機械学習結果より得られる検定データの推定値と検定データの実測値の対比により決定する。以上の学習用データを用いた検討結果から、最も良いと思われる L2 正則化パラメータと IDW パラメータを用いて、検証用データの実測値と推定結果との対比により有効性について検討した。

3. 対象地域の概要と学習用データ、検証用データの作成

対象地域は、福岡平野である。BD は九州地盤情報共有 DB(2005, 2012, 2018)を用い、図 1 に示した連続した地盤情報が存在する福岡都市高速千鳥橋 JCT(a)から月隈 JCT(b)の沿線の BD を用いた。DB から抽出した 125 本の BD について、産業技術総合研究所提供の「ボーリング柱状図解析システム ver. 2.1」を用いて当該地域における地層区分を行った。地層区分を図 2 に示す³⁾。125 本のデータを 5 分割し、4 つを学習用データ (Dataset A, B, C, D) とし、残り 1 つを検証用データ (Dataset X) とした。4 つの学習用データのうち、3 つを教師データとし、残り 1 つを検定用データとして、最も良いと思われる L2 正



図 1 対象地域・断面線・BD の分布図³⁾

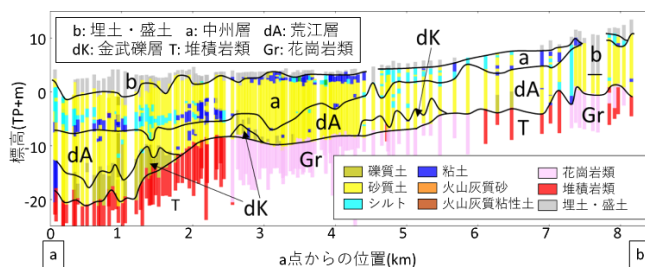


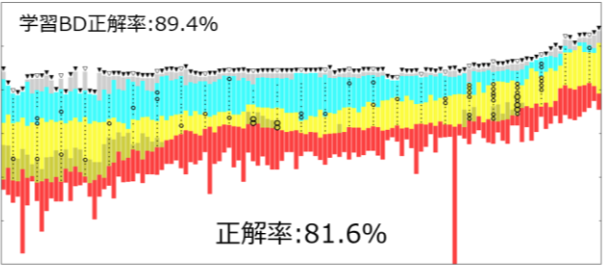
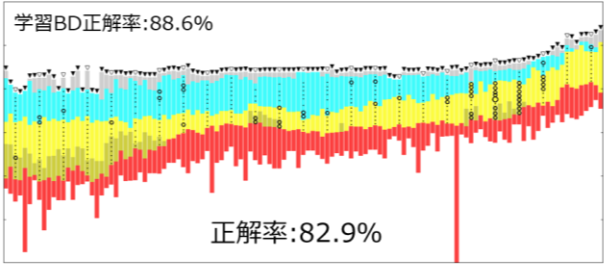
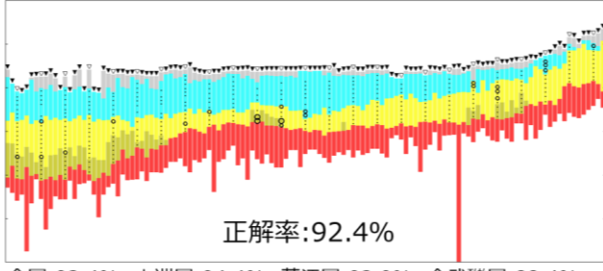
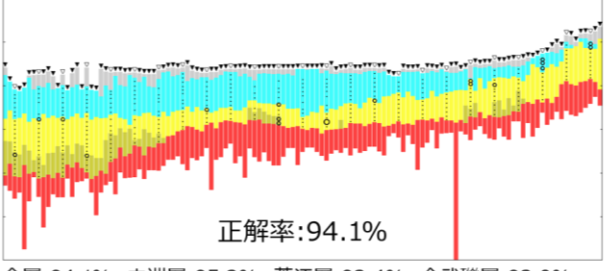
図 2 地層区分結果³⁾

則化パラメータと IDW パラメータを決定し、検証用データを用いて有効性の検討を行った。なお、NN モデルの中間層数は 9 とした。

4. D-Layer NN 法による地層区分推定における L2 正則化の適用

学習用データを用いて、単純 Layer NN 法 (SLNN 法) により λ を決定する。 $\lambda = 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, 10^{-6}$ を与えた結果、教師データによる正解率と検定用データの正解率の差が最も小さかった $\lambda = 10^{-5}$ と決定した。次に、D-Layer NN 法 (DLNN 法) における IDW パラメータの m と探索半径 R については、 $R=500\text{m}$ に固定し、 $m=1.0, 2.0, 4.0$ の 3 つの比較結果から、 $m=2.0$ とした。得られた結果を用いて、検証用データの推定を行った。得られた結果を表-1 に示す。なお、比較のため L2 正則化項の無い ($\lambda = 0$) の結果も示している。表より、D-Layer NN 法による地層区分推定結果では、L2 正則化により高い正解率が得られることが確かめられた。

表-1 地層区分推定結果の比較

	L2正則化項無し $\lambda = 0$	L2正則化項有り $\lambda = 10^{-5}$
SLNN法	学習BD正解率:89.4%  正解率:81.6% 全層:81.6%, 中洲層:87.9%, 荒江層:80.3%, 金武磔層:67.4%	学習BD正解率:88.6%  正解率:82.9% 全層:82.9%, 中洲層:88.7%, 荒江層:83.2%, 金武磔層:65.1%
DLNN法	 正解率:92.4% 全層:92.4%, 中洲層:94.4%, 荒江層:92.0%, 金武磔層:88.4%	 正解率:94.1% 全層:94.1%, 中洲層:95.2%, 荒江層:93.4%, 金武磔層:93.0%

5. まとめ

本研究では、過学習回避のための L2 正則化を適用するとともに、D-Layer NN 法における距離パラメータの決定方法についても再構築し、その有効性について明らかにすることを目的とし、福岡平野を対象とした検討を行った。得られた結果は次のとおりである。

- (1) 対象地域においては、D-Layer NN 法による地層区分推定には L2 正則化が有効であることが確かめられた。
- (2) D-Layer NN 法における距離パラメータの決定方法として、L2 正則化同様、学習用データを教師データと検定用データに区分し決定する方法が有効であることが示された。

【謝辞】

本研究の一部は、文部科学省科学研究補助金基盤研究(C) (20K04691) (代表:村上哲) の助成を受けて行ったものです。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 村上哲: 地盤情報 DB に適用する地層区分推定のための D-Layer NN 法の提案, 第 55 回地盤工学研究発表会講演概要集, DS-2-04. (2020. 7)
- 2) 村上 哲、赤間 大地、西 智美、三輪 滋; NN による地層区分推定のための NN モデルの構築手法, 第 56 回地盤工学研究発表会講演概要集, DS-3-04. (2021. 7)
- 3) 村上 哲, 笠 爽平, 三輪 滋: 地盤情報 DB に適用する地層区分推定のための D-Layer NN 法の有効性の検証 福岡都市高速千鳥橋 JCT から月隈 JCT までの地盤を対象として, 第 55 回地盤工学研究発表会講演概要集, 22-12-2-06. (2020. 7)