

ニューラルネットワークを用いた地形因子による風況推定の精緻化

徳島大学大学院 学生員 楠原孝明
 徳島大学 正員 長尾文明
 徳島大学 正員 野田稔

1. はじめに

近年、土木技術の発展により、構造物は長大化、高層化の一途をたどっている。そのため、構造物に対する風の影響も大きなものとなっており、建設地点等の未観測地点の風況特性を知ることが重要となっている。未観測地点の風況特性を推定する方法の1つとして、地形因子解析法が挙げられる。さらに、従来は重回帰分析法で行われていた地形因子解析に、ニューラルネットワークを導入することにより、推定精度の良い結果が確認された¹⁾。しかし、ニューラルネットワークを用いた地形因子解析では、入力値を多くすると推定値が教師データに特化してしまい、未観測地点の中で精度の悪い地点が出てくるという問題点も存在する。

本研究ではニューラルネットワークを用いた地形因子解析において、地上風と上空風の間接性を示すいくつかの指標によって教師データを選別することにより、推定精度を維持したまま効率よくニューラルネットワークの学習をさせることができると考えられ、教師データ選別の有効性について検討を行う。

2. 解析データ及び解析対象地点

解析データは1997年から1999年までの3年間のデータであり、1日2回の計2015サンプルが対象である。上空風速のデータは850hPa気圧面の領域客観解析データ²⁾を用い、地上風速のデータはAMeDASのデータ³⁾を用いる。また、地形データは国土地理院の50mメッシュの標高データを用いる。

次に、本研究で用いる地形因子は、平均標高・山度・谷度・遮蔽度・障害度・障害距離・走度・海岸距離の8個の地形因子に、風軸上流・下流方向を考慮した16個の地形因子である。これに、方位に無関係な観測地点の標高・風速計高さの2個の地形因子を加えた合計18個の地形因子を用いる。なお、地形因子の詳細については参考文献⁴⁾に記す。

解析対象地点は、表-1、図-1に示す四国31ヶ所のAMeDAS観測地点である。

3. 解析方法

ニューラルネットワークで解析を行う際には、地形の影響が風況に良く含まれているものを教師データとして与えた方が効率よくニューラルネットワークの学習をさせることができるものと考えられる。教師データの選別方法としては、地上風と上空風の間接性を表す指標を設け、設定した閾値より大きい指標のデータを教師データ、設定した閾値より小さいデータを非教師データとし、非教師データを未観測の推定対象地点

として解析を行う。

本研究では、その指標として、上空風速と地上風速の風速比、地上風速、上空風向と地上風向との同時発生頻度、上空風速と地上風速の相関係数の4つを取り挙げる。

以下に各々の指標において解析を行う際の設定した閾値とその時の全データに対しての教師データの割合を図-2に示す。また、解析結果を(a)非教師データ、(b)教師データと非教師データ両方を含む全データ、の2つに分けて、それぞれ4つの指標各々で設定した閾値における教師データの割合と、実測値と推定値の相関係数と残差二乗平均の図に着目し、教師データ選別の有効性の検討を行う。

表-1 解析対象地点の詳細

整理番号	観測地点番号	地点名	AMeDAS		整理番号	観測地点番号	地点名	AMeDAS	
			標高(m)	風速計高さ(m)				標高(m)	風速計高さ(m)
1	71066	池田	205	6.5	17	73406	宇和	208	13.7
2	71086	穴吹	56	6.5	18	73442	宇和島	2	33.1
3	71106	徳島	2	17.5	19	74136	大板	210	6.5
4	71231	蒲生田	10	6.5	20	74181	高知	1	15.4
5	71251	木頭	330	6.5	21	74187	後免	12	6.5
6	72066	高松	9	16.6	22	74271	安芸	6	6.5
7	72111	多度津	4	13.2	23	74296	橘原	415	6.5
8	72121	滝宮	60	6.8	24	74311	須崎	4	6.5
9	72146	引田	12	6.5	25	74361	窪川	205	6.5
10	73076	今治	2	6.5	26	74371	室戸岬	185	41.8
11	73126	丹原	13	14	27	74381	江川崎	60	6.5
12	73136	新居浜	6	34.5	28	74436	佐賀	3	6.5
13	73166	松山	32	20.5	29	74447	宿毛	2	17.9
14	73256	長浜	1	15.6	30	74456	中村	8	6.5
15	73276	久万	511	6.5	31	74516	清水	31	13.7
16	73306	大洲	17	18.5					

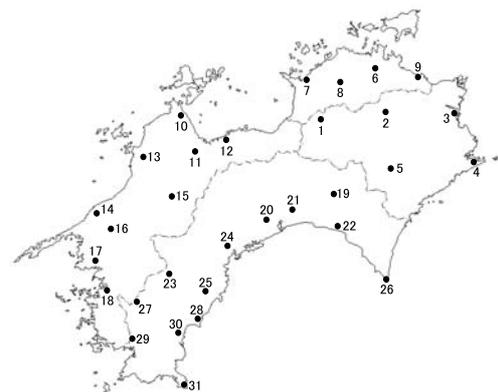


図-1 解析対象地点

4. 解析結果と考察

図-3に上記4種類の指標で教師データを決定した際の教師データ比と推定値-実測値間の相関係数との関係を示す。図-3(a)を見ると、教師データの割合が6割を超えると、相関係数を指標とした場合が他の指標に比べて推定値と実測値との相関係数が高く、推定精度が良くなっている。特にこ

の場合、教師データ比が0.7付近で相関係数が約0.7と高い相関を示している。

教師データおよび、非教師データの区別なく推定値と実測値との相関係数を示した図-3(b)に注目すると、4つの指標全てが教師データ数の増加に対して相関係数が上昇傾向にあるが、教師データ比が0.3から0.5の範囲で発現頻度を指標とした場合の相関係数が低下していることが目立つ。よって、推定値と実測値の相関係数によって推定精度を考察すると、地上風速と上空風速との相関係数を教師データの選別の指標に用いた場合が、実測値と推定値との相関が高く精度が良いこと分かる。

次に、風速の実測値と解析結果の推定値による残差二乗平均を(a)非教師データ、(b)全データ、に分けて教師データ比と残差二乗平均の関係を図-4に示す。

図-4を見ると、指標が風速比の場合の残差二乗平均が非常に大きく、精度が悪くなっていることが分かる。また、図-4(a)の内、指標が相関係数の場合を見てみると、教師データ比が0.3付近から残差二乗平均がほぼ0.5となっており、残差二乗平均からみても推定精度が良いことが分かる。

ここで、上に記した相関係数を指標に用いた場合の教師データ比が0.7付近(閾値0.2)の時の風速の観測値と実測値の関係を図-5に示す。

図-5(a)に示した非教師データの結果を見ると、やや過大評価の傾向が見られるが、ほとんどの点で1m/sを上回る大きな誤差はなく、良い精度で推定ができているといえる。また、図-5(b)に示した全データの結果を見ると、風速の高い点で相対的には誤差が小さくなっていることが分かる。しかし、風速の低い点で相対的には誤差が大きくなっていることが分かる。

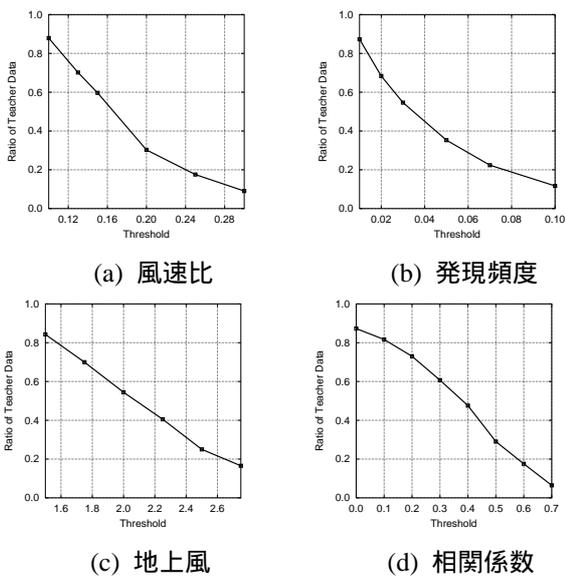


図-2 教師データの割合に対する閾値

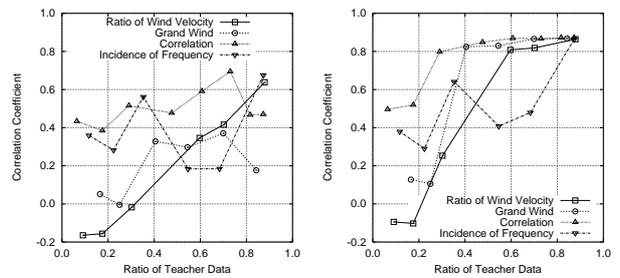


図-3 教師データの割合に伴う相関係数の推移

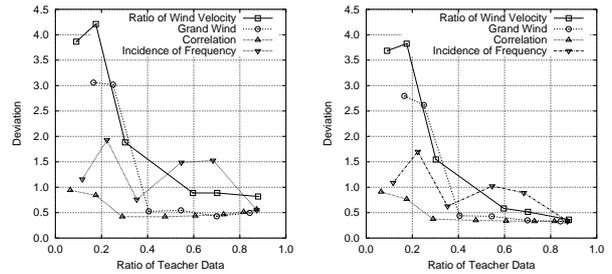


図-4 教師データの割合に伴う残差二乗平均の推移

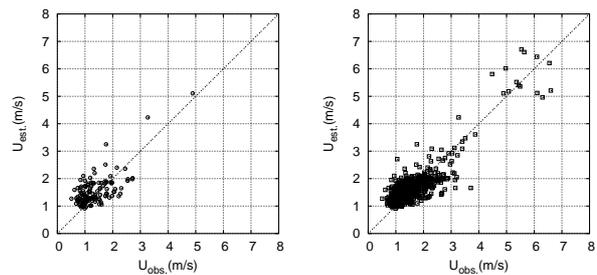


図-5 風速の観測値と推定値の関係 (指標:相関係数, 閾値0.2)

5. おわりに

以上より、教師データの選別方法は上空風速と地上風速との相関係数を選別の指標に用いる場合が最も有効であり、かつ教師データ比が0.7付近(閾値0.2)となるよう教師データを選別すると、非教師データの相関も0.7を超え非常に精度良く推定できるといえる。

今後、より高い推定精度を目指し観測地点を増やす等さらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 野田, 長尾, 近江, 宇都宮:上空風の情報を考慮した地上風の風況推定に関する検討, 第19回風工学シンポジウム論文集, pp 31-36, 2006.
- 2) 気象業務支援センター:領域客観解析データ (MT), 1997-1999
- 3) 気象業務支援センター:AMeDAS 観測データ (CD-ROM), 1997-1999
- 4) 氏本, 宇都宮, 長尾, 野田:地形因子解析による局所地形周辺の風況推定, 土木学会年次学術講演会概要集, vol.54, pp 640-641, 1999