

自己組織化マップによる風の短期予測を用いた風車のパワーアシスト機能の効率化

愛媛大学大学院 学生会員 ○相原研吾 正会員 森脇亮

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による影響から原子力発電の危険性や火力発電の地球温暖化の影響が懸念されている. 新たなエネルギー供給案が急務である中, 再生可能エネルギーを利用した発電の一つとして風力発電が注目されている. また 2012 年 7 月から始まった「再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度」により, 国民の自家発電に対する関心も高まってきている.

一般家庭などにおける自家発電を目的とした小型風車にはわずかな電力で事前に風車を稼働させ弱風であってもそれを最大限に利用するパワーアシスト機能が搭載されているものがある. そのパワーアシスト機能は, 風が吹いていない場合でも一定間隔で稼働するため無駄な電力消費を行うことがあることが課題である. 風の短期予測を行うことで発電に利用できる風を事前予測することができれば, パワーアシスト機能の効率的な制御が可能となる.

そこで本研究では自己組織化マップによる風の短期予測を提案し, 風車のパワーアシスト機能の効率化を評価することが目的である.

2. 研究方法

本研究ではコホーネンの自己組織化マップ (Self-Organizing Map) ¹⁾ を用いて風の短期予測を行う. 自己組織化マップとは教師なし学習アルゴリズムの数値モデルである. このモデル多くの入力データの計算学習を通して入力データ中の隠れた特徴を抽出し自動的に学習できることが特徴である. 自己組織化マップは基本的に図 1 のような構造のネットワークである. 図のようにある連続した実況風速を入力データ $x = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ とする. x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 はそれぞれ入力ベクトルのニューロンとよぶ. マップ層には風速変動傾向を出力し, 格子一つ一つを出力ユニットとよぶ. 入力データに新しい実況風速 x_6 が得られると

$x' = (x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ となり, マップ層は学習・更新される. マップ層への出力場所の決定には以下の式の最小値を用いる.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n (x - \omega_{ij})^2}$$

ここで ω_{ij} はマップ層の (i, j) に位置する出力ユニットである. 本研究では上記の構造に工夫を加え, 予測層を 3 つ作成する. それぞれの予測層はマップ層と同様に新しい実況風速が得られると自動的に学習・更新される. これらが将来の時刻における風の短期予測結果として出力される.

風速の測定には(三次元超音波風速計 (GILL 社 Wind Master II)) 1 台を使用した. 風速を測定した. 実験装置の写真を図 2 に示す. 風速計で得られたデータは自己組織化マップを用いて解析し, 短時間先の風速の予測値を出力する. 解析期間は 2013 年 1 月 1 日 23 時 6 分 40 秒~1 月 2 日 12 時 59 分 59 秒, 2012 年 11 月 12 日 16 時 6 分 40 秒~11 月 13 日 5 時 59 分 59 秒, 2012 年 12 月 7 日 6

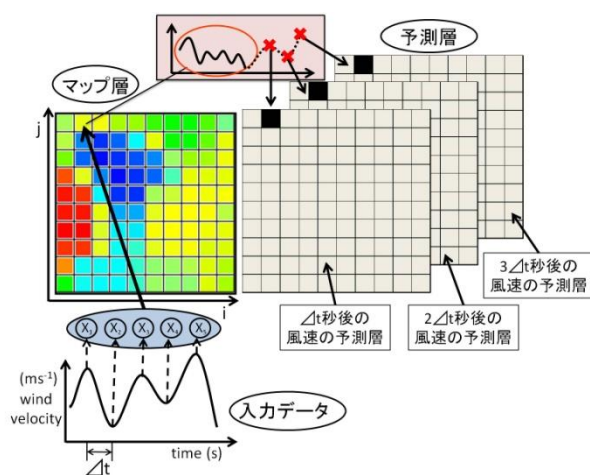


図 1 自己組織化マップの仕組み



図 2 実験装置の写真

時 6 分 40 秒～19 時 59 分 59 秒の 3 期間, 総観測時間はそれぞれ計 50000 秒である. データサンプリング周波数は 10Hz であるが, 解析には 1 秒間平均値を用いた. これらのデータのうち, 初めの 46400 秒はプログラムの学習期間とし, 残りの 3600 秒(1 時間)を評価期間として解析し検討する. 予測する将来の時刻風速を表 1 に示す. 尚, 予測期間の実況観測データにおける 1 時間平均風速は検討の目安としてそれぞれ 1 m s^{-1} , 3 m s^{-1} , 5 m s^{-1} のデータを用いている.

3. 解析結果及び考察

予測時間間隔を 1 秒, 平均風速が 1 m s^{-1} の場合で, 予測風速と実況風速の関係を図 3 に示す. 上段が 1 秒前に予測した風速, 中段が 2 秒前に予測した風速, 下段が 3 秒前に予測した風速である. それぞれのグラフより予測風速と実況風速にはある程度の誤差がある. しかし, 予測風速は右肩下がりの風速変動傾向をもつ実況風速を予測できていることがわかる. これは自己組織化マップを用いて風速変動傾向を学習させたことが予測風速にうまく反映されていることが考えられる. 予測した時間間隔と平均風速ごとの予測風速と実況風速の相関係数を表 2 に示す. この表から, それぞれ予測した風速は実況風速に対してある程度良い精度が得られていることがわかる. また予測する時間が先になる程, 予測精度が落ちていくことも相関係数から推測することができる.

次に表 2 に示した相関係数について検討を行う. この表からどの平均風速においても予測する時間が先になる程相関係数が小さくなっていくことがわかる. また, 平均風速が大きくなればなるほど相関係数が小さくなっていることも考えられる. ここで time interval=1(s) における $3\Delta t$ と time interval=3(s) における Δt の相関係数を比較する. するとどの平均風速においても前者の場合の方が相関係数に良い結果が得られていることがわかる. これにより, できるだけ予測時間間隔を短くして予測をすると予測精度がよくなることが考えられる.

4. 今後の課題

算出された風速の予測結果を用いることによりパワーアシスト機能の制御方法を検討し, 従来のパワーアシスト機能の稼働よりも効率化がみられるか比較検討を行う.

5. 参考文献

1) 萩原将文:ニューロ・ファジィ・遺伝的アルゴリズム, 産業図書, pp. 66-69, 1994

6. 謝辞

本研究は総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の援助を受けた.

表 1 予測する将来の時刻風速

time interval (s)	Δt	$2\Delta t$	$3\Delta t$
1	1秒後	2秒後	3秒後
3	3秒後	6秒後	9秒後

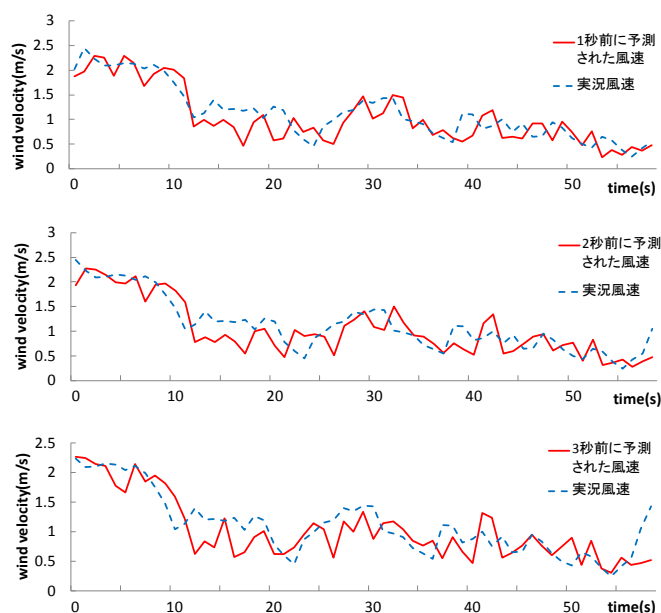


表 2 予測時間間隔と平均風速における相関係数

	time interval (s)	mean wind velocity (m s^{-1})	Δt	$2\Delta t$	$3\Delta t$
correlation	1	1	0.76	0.66	0.59
	1	3	0.70	0.57	0.50
	1	5	0.69	0.55	0.48
	3	1	0.53	0.45	0.37
	3	3	0.42	0.32	0.24
	3	5	0.38	0.25	0.16