

冬期高速道路における効率的雪氷対策作業支援のための路面温度予測

金沢大学工学部

○ 堤 愛美

金沢大学工学部

フェロー

北浦 勝

1. はじめに

現在供用中の高速道路の約 50%が積雪寒冷地を通過しており、冬季には高速道路のほとんどの路線で降雪がある。冬期気象障害の3分の2が雪氷障害であり、交通の流れを阻害する大きな要因の一つに路面凍結が挙げられる。これを未然に防ぐために凍結防止剤散布等を実施しているが、散布による土壌や植生への環境負荷、構造物の劣化・損傷、高速道路の供用延長に伴う散布量増加による財政負担が問題となっている。

凍結防止剤散布の手法には事前散布と事後散布がある。事前散布は予防的な作業であることから、圧雪する前に容易に除去できるため、凍結防止効果が高く散布量を著しく減少させることができる。したがって、事前散布をより効率的に行えることが望ましく、事前に路面凍結前に凍結防止剤の散布を可能にする必要がある。

2. 路面温度予測

2.1 予測手法

路面温度の変動は気象データに対して非線形であり、数学的なモデル化が困難である。本研究では路面温度の予測手法として、神経系の情報伝達機構を模倣したニューラルネットワークを用いた。各ニューロンは他のニューロンから入力を受け、総和が閾値を超えると出力し次のニューロンへ伝達する。このニューロンを多数繋げてネットワークを構成し、ニューロン間の接続に重みを付加することで高度な情報処理を可能にしている。

本研究では、逆誤差伝播法を用いてプログラムを作成した。これは設定したモデルに入力データを入力し、その出力データと教師データとを比較し誤差が小さくなるように重みを修正していく手法である。重みの修正法については逐次修正法を適用し、二乗誤差最小化の学習を行い、重みを学習回数毎に変化させている。モデル構造は、入力層、中間層、出力層の3層構造のモデルに加えて、中間層が2層の4層構造モデルも作成した。

2.2 対象地域

北陸自動車道敦賀 IC～今庄 IC 間を対象とする。この区間は道路構造が厳しく、山間部であるため気象が変化しやすいなどの問題点があるため道路管理の対応を効率良く行う必要がある。使用データはこの区間における7つの観測地点（敦賀、檜曲、田尻、葉原、曾路寺、鹿蒜川、天王川）のデータを用いた。その中で今回1時間毎の路面温度、気温、風速を使用し、学習データとして2000年2月19日19:00～2000年2月26日0:00、予測データとして2000年2月26日1:00～2000年2月28日2:00を用いて、3時間後の路面温度を予測した。

2.3 予測方法

ユニットの入力データ分類を以下に示す。これらを3層構造および4層構造モデルで予測を行った。

① 時系列データとして入力（曾路寺のデータから曾路寺の路面温度を予測）

Case1：路温3ユニット（現在から2時間前での1時間刻みの路温の入力）

Case2：路温5ユニット（現在から4時間前での1時間刻みの路温の入力）

Case3：路温7ユニット（現在から6時間前での1時間刻みの路温の入力）

Case4：路温3ユニット+気温3ユニット（現在から2時間前での1時間刻みの路温と気温の入力）

Case5：路温5ユニット+気温5ユニット（現在から4時間前での1時間刻みの路温と気温の入力）

Case6：路温3ユニット+風速3ユニット（現在から2時間前での1時間刻みの路温と風速の入力）

Case7：路温5ユニット+風速5ユニット（現在から4時間前での1時間刻みの路温と風速の入力）

Case8：路温3ユニット+気温3ユニット+風速3ユニット

（現在から2時間前での1時間刻みの路温と気温と風速の入力）

② 非時系列として入力（田尻・曾路寺・天王川のデータから曾路寺の路面温度を予測）

Case1：3 地点の路温のみ

Case2：3 地点の路温＋気温

Case3：3 地点の路温＋風速

Case4：3 地点の路温＋気温＋風速

2.4 予測結果

時系列としての入力よりも非時系列として入力した結果の方が相関が高かった。また入力データのユニット数が多くなるほど相関は高くなり(表 1、2)、0℃付近の予測の再現性は4層構造モデルの方が良いと言える。

予測結果を見ると、気温を含めた入力結果には位相差があまり見られなかったが、実測値では見られない、突出した予測値が得られた(図 1)。また予測値と実測値の最大温度差が大きいことも分かる。一方路温のみ、もしくは路温＋風速を入力した結果については、多少の位相差が見られる(図 2)。特に時系列としての入力結果の方が差は大きい。一方非時系列の入力結果には、路温が下がる時期に位相差が見られた。

3. 問題点と課題

凍結予測を行う必要がある低い路温領域の中でも特に0℃付近において、予測値は実測値より高い路温を出力している。これは、低い温度のデータ数が十分でないためではないかと考える。実測値と一致することが理想だが、安全性を考慮すると低めに出力される方が良い。加えて位相差が生じないように、入力データを吟味する必要がある。

入力データに気温を考慮した場合、相関は高いが滑らかな波形にならず、予測値が部分的に特異になる問題がある。一方風速を考慮した場合、温度差は大きくないが相関が低く出てしまう問題がある。このように入力データの種類によって異なる長所と短所が、顕著に表れてしまう。

今回1時間毎のデータを使用した但、1時間刻みの入力データで3時間後を予測することは時間の刻みが異なり、位相差に影響していると考えられる。今後、入力時間刻みと予測時間刻みを揃えて路温予測を試みる。次いで気温・風速以外の凍結要因データを入力し、相関の高い予測を目指す。

謝辞：研究において日本道路公団の松田様及び（株）クエストエンジニアの本江様には貴重な資料を提供していただくなど、便宜を図っていただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 椎名香織：雪氷対策支援のための高速道路における路面温度予測、平成14年度金沢大学学士学位論文、pp.24-51、2003.

表1 時系列データの入力による相関係数

	相関係数	
	3層	4層
Case1	0.84	0.83
Case2	0.84	0.82
Case3	0.85	0.85
Case4	0.83	0.82
Case5	0.85	0.84
Case6	0.65	0.73
Case7	0.82	0.69
Case8	0.83	0.82

表2 非時系列データの入力による相関係数

	相関係数	
	3層	4層
Case1	0.91	0.90
Case2	0.90	0.90
Case3	0.85	0.85
Case4	0.88	0.88

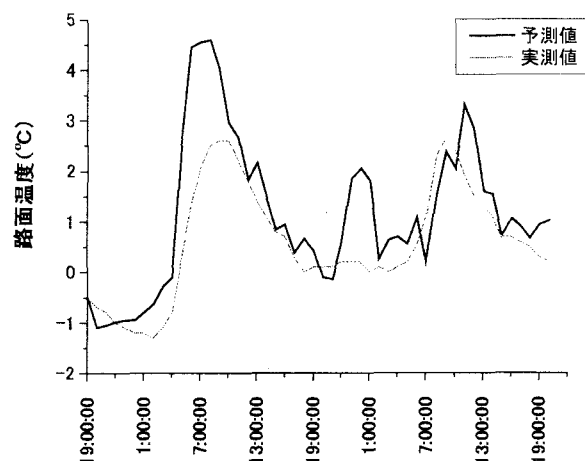


図1 ①Case4の予測結果(3層)

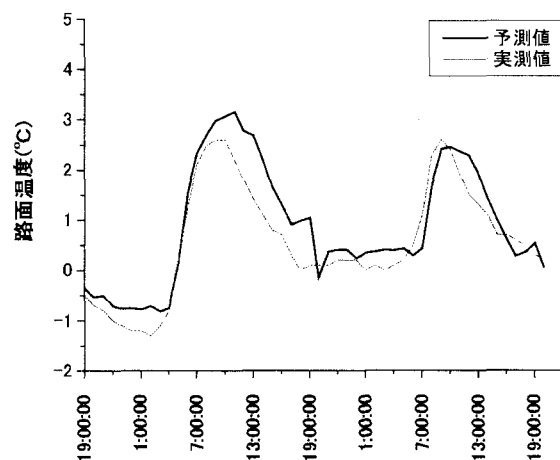


図2 ②Case1の予測結果(4層)