

IV-25

冬季道路の路面状態予測に関する研究

日本大学大学院 学生員 ○田原隆之

日本大学工学部 正会員 堀井雅史

1. はじめに

環境問題への対応からスパイクタイヤの使用が禁止されたが、その一方で、冬季間の道路交通に対しても高い質を求める声は年々増加している。そのため、路面凍結対策として凍結防止剤の散布が広く行われるようになってきている。

凍結防止剤の散布には、凍結の防止を目的とした事前散布と、雪氷の融解を目的とした事後散布があるが、凍結防止・融解のメカニズムや散布効果の持続時間などから、凍結開始直前の事前散布が効率的といわれている¹⁾。しかし、凍結開始時間の把握が難しいことから、時間的余裕を持った散布や事後散布がされることが多く、散布量を増大させる一因になっている。

また、散布される凍結防止剤の多くは塩化物系であるため、土壌の酸性化や植物の枯死、道路構造物の損傷、財政への負担が懸念されている。したがって、よりの確かつ効率的に散布作業を行うために、本研究は冬季道路の路面状態が凍結するか否かの短期的予測モデルに、ニューラルネットワークおよび判別分析を適用し、検討を行ったものである。

2. 分析データ

路面凍結予測のケーススタディに用いたデータは、日本道路公団郡山管理所管内の東北自動車道の A, B, C 地点および磐越自動車道の D 地点における観測データである²⁾。なお、収集した期間は平成 8 年 1 月～2 月、平成 9 年 1 月～2 月であり、その内容は各時間ごとの気温、路面温度、地中温度（5cm）、地中温度（10cm）、風速、風向、時間雨雪量などである。

学習およびモデル化に使用したデータは A 地点の平成 9 年 1 月 1 日から 1 月 31 日とした。ただし、今回のデータは、測定地点において直接路面状態、天候、日照を計測しておらず、A 地点は 7.6km 北方でのデータを代用している。

3. 分析結果

(1) ニューラルネットワークによるモデル化

路面凍結予測モデルとして適用したニューラルネットワークは、少ない学習回数で収束が可能な、拡張カルマンフィルタによるニューラルネットワーク³⁾を用いることとし、入力層、中間層 1 層、出力層の 3 層構造とした（図-1）。具体的には、上述の変数の時系列データを入力値として与え、3 時間後の路面状態が凍結するか否かを予測するものである。この場合、出力値は 0, 1 変数（0：凍結しない、1：凍結する）となる。

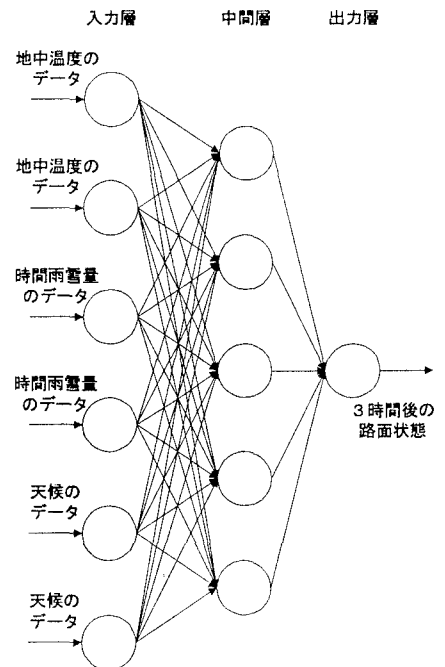


図-1 ニューラルネットワークによる凍結予測モデル

入力値は、気温、路面温度、地中温度(5cm)、地中温度(10cm)、時間雨雪量、天候、日照時間の中から種々分析を行い、最終的に地中温度(5cm)、時間雨雪量、天候とした。この入出力値に対し、中間層のユニット数を変化させて、モデルの構造を決定した。

表-1にA地点における学習データに対する適合数を示す。なお、入力として地中温度(5cm)2ユニット、時間雨雪量2ユニット、天候2ユニット、中間ユニット数7とした場合である。これによるとA地点での的中率は0.800となり、ある程度の判別能力を有していると考えられる。

(2) 判別分析によるモデル化

ここでは判別分析によるモデル化を行った。説明変数、使用したデータはニューラルネットワークの場合と同様である。このデータに対して変数選択式の判別分析を適用し、判別関数の係数の検討を行った結果、採用した変数は気温、風速、天候の計3変数とした。以下に得られた判別関数を示す。

$$G_1 = 0.284x_1 + 0.405x_2 + 1.203x_3 - 0.901$$

$$G_2 = -0.262x_1 + 0.528x_2 + 3.384x_3 - 2.026$$

ここで、

G_1 : 第1群(凍結しない)の判別得点、 G_2 : 第2群(凍結する)の判別得点、 x_1 : 気温、 x_2 : 風速、 x_3 : 天候ダミー変数をそれぞれ表している。各データが上式で算出される判別得点の高い群に判別されることになる。

表-2にA地点の適合数を示す。これによると的中率は0.811となり、ニューラルネットワークによるモデルより若干上回る結果が得られた。

(3) 予測モデルによる予測性能

以上までで構築された2つの凍結予測モデルの予測性能に関する検討を行う。すなわち、上述の2つのモデルに平成9年2月1日から2月28日のデータを入力し、路面上が凍結しているか否かを予測できるかについて、その適合数より検討を行うものである。

表-3、表-4に2つのモデルによる適合数を示す。これらによると、両者ともの中率が8割を超えており、路面凍結状態の予測は可能であると考えられる。

4. まとめ

本研究はニューラルネットワークおよび判別分析を用いて、路面状態が凍結するか否かの短期的予測モデルの構築を目指したものである。本研究で得られた成果は次のとおりである。

路面凍結予測モデルとして、ニューラルネットワークと判別分析による予測モデルの構築を試みたところ、いずれのモデルでも予測可能であることを示した。ニューラルネットワークによるモデルは、凍結しない場合の精度が高く、判別分析によるモデルは、凍結する場合の精度が高いようである。

今回は、路面凍結予測モデルの構築に止まったが、今後の課題として、凍結だけでなく路面状態を乾燥や湿潤、積雪などに分類する路面状態予測モデルを構築し、検討を行う予定である。

参考文献 1) 日本建設機械化協会編：道路除雪ハンドブック、1993 2) 日本道路公団郡山管理所：気象観測データ一覧(平成8年・9年) 3) 村瀬治比古、小山修平、石田良平：パソコンによるカルマン・ニューロコンピューティング、森北出版、1994

表-1 ニューラルネットワークによる
凍結予測モデルの適合数(1月)

予測結果 \ 実測結果	凍結しない	凍結する
凍結しない	534	112
凍結する	36	58
的中率	(534+58)/740=0.800	

表-2 判別分析による
凍結予測モデルの適合数(1月)

予測結果 \ 実測結果	凍結しない	凍結する
凍結しない	530	116
凍結する	24	70
的中率	(530+70)/740=0.811	

表-3 ニューラルネットワークによる
凍結予測モデルの適合数(2月)

予測結果 \ 実測結果	凍結しない	凍結する
凍結しない	509	112
凍結する	6	45
的中率	(509+45)/672=0.824	

表-4 判別分析による
凍結予測モデルの適合数(2月)

予測結果 \ 実測結果	凍結しない	凍結する
凍結しない	496	125
凍結する	7	44
的中率	(496+44)/672=0.804	