

1. はじめに

凍結防止剤の散布方法¹⁾は、凍結防止を目的とした事前散布と路上雪氷の融解を目的とした事後散布がある。路上水分が凍結する前に散布すると、水溶液(塩水)となり[氷点降下]と[完全氷化防止]作用を得ることで、凍結防止効果が高い。また、散布量を著しく減少することができる。一方、事後散布を行う際には、周辺の温度条件を十分に考慮することが必要であり、取り扱いには注意が必要である。よって、事前散布が有効である。そこで、本研究では凍結防止剤の事前散布を支援するための路面凍結予測システムの構築を行い、その適用性を検討するものである。

2. 路面凍結予測システム

ニューラルネットワークの構造は3層階層型とし、学習回数は実用性を考慮し、200回とする。学習方法は、既往の研究²⁾で用いている拡張カルマンフィルタに加え、遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm 以下GAとする)を試験的に取り入れる。GAは、最適解の推定方法に淘汰、交叉、突然変異といった生物遺伝の仕組みを取り入れており、局所解への落ち込みを回避しやすく、高い確率で収束が可能とされている。しかし、パラメータの設定が多く、それらの最適値が確立

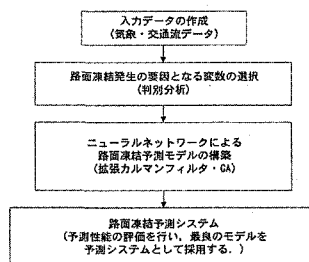


図-1 路面凍結予測システム構築までの流れ

遺伝子の数:70 個, 遺伝子間の交叉の割合:3 割, 遺伝子を 16 分割, シナプス加重の推定値を 50 とする.

3. 分析データおよび分析方法

使用するデータは毎正時ごととし、入力値には気象データとして、路面温度(℃)、気温(℃)、風速:東西、南北成分(m/s)、積雪深(cm)、路面状態(乾燥、湿潤、積雪、凍結)、七折峠付近のGPV(Grid Point Value)データを使用する。加えて、同国道140.2KP地点(会津坂下町大字宮古)で観測されている上り車線の交通流データ⁴⁾を用いる。出力値は、凍結無し、ありを(0,1)のダミー変数として算出する。分析期間は、2004年12月～2005年3月とし、凍結回数の最も多い1月を学習期間とする。学習期間を含めた各月分を予測対象としての中率を算出し、最も精度の高いモデルを予測システムとして採用する。入力値は、変数選択式判別分析によって選択された変数と、凍結に関係すると思われる変数とする。また、路面凍結がこれらの時系列的変動が要因となって発生すると仮定し、数時間分を入力し、それにともない中間ユニット数も変化させる。

4. 予測結果

表-1, 表-2 に拡張カルマンフィルタ, GA, 両手法の予測適合数を示す。拡張カルマンフィルタ法による予

測モデルをモデルⅠ，GA法をモデルⅡとする。これによると，見逃し率に関しては両モデルともに全期間を通して低く，高いものでも1割程度に収まる結果を得た。

空振り率は，モデルⅠでは学習時においては低い値であったが，予測時において若干高まる傾向が見られた。モデルⅡは，1月学習時，2月予測時においては若干高い傾向を示したが，12月，3月予測時では改善が見られた。

全体的的中率としては，モデルⅠにおいては1月学習時，3月予測時，モデルⅡでは12月，3月予測時において，0.78～0.86と高い精度を得ることができた。

5. まとめ

本研究は，ニューラルネットワークによる路面凍結予測システムの構築を目指したものである。

その結果，ニューラルネットワークの学習手法に拡張カルマンフィルタ法と，GA法を用い，ある程度の予測性能を有した予測システムを構築することができた。

危険側の誤判別である見逃し率は両手法ともに全体を通して低い結果を得ることができた。しかし，空振り率においては高い期間も見受けられることから，モデル改善の余地は十分にある。ただし，これは安全側の誤判別であるので道路管理上においては差し支えないと思われる。

今後は，凍結の発生に起因する変数の分析などを行い，さらなる予測精度の向上を目指す。

謝辞

資料の収集に当たり，国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所の関係者の方々にご協力をいただいたことに謝意を表します。

なお，本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業部(日本大学工学部)・研究課題「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究」の一環として実施したものである。

＜参考文献＞

- 1) 日本道路公団試験所：技術手帳，路面凍結防止剤，1991。
- 2) 湯田俊哉，堀井雅史：積雪寒冷地域の冬季道路における路面凍結予測システムの構築，土木学会東北支部技術研究発表会，iv-17，p. 532-533，2005. 3。
- 3) 国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所：H16年度国道49号冬季気象データ，2005。

表-1 拡張カルマンフィルタによる凍結予測モデル
(モデルⅠ)

(路面温度，積雪有無，乗用車交通量，各4時間分：中間ユニット数5)

		2005年1月学習	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	328	49
	凍結無し	95	272
的中率		0.775	0.847
見逃し率		$49/(328+49+95+272)=0.086$	
空振り率		$95/(328+49+95+272)=0.128$	

		2004年12月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	125	28
	凍結無し	178	408
的中率		0.413	0.936
見逃し率		$28/(125+28+178+408)=0.038$	
空振り率		$178/(125+28+178+408)=0.241$	

		2005年2月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	195	71
	凍結無し	132	274
的中率		0.596	0.794
見逃し率		$71/(195+71+132+274)=0.106$	
空振り率		$132/(195+71+132+274)=0.196$	

		2005年3月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	133	36
	凍結無し	125	449
的中率		0.516	0.926
見逃し率		$36/(133+36+125+449)=0.048$	
空振り率		$125/(133+36+125+449)=0.168$	

表-2 GAによる凍結予測モデル(モデルⅡ)

(路面温度，水分有無，各3時間分：中間ユニット数7)

		2005年1月学習	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	343	35
	凍結無し	231	135
的中率		0.598	0.794
見逃し率		$35/(343+35+231+135)=0.047$	
空振り率		$231/(343+35+231+135)=0.310$	

		2004年12月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	137	16
	凍結無し	87	499
的中率		0.612	0.969
見逃し率		$16/(137+16+87+499)=0.022$	
空振り率		$87/(137+16+87+499)=0.118$	

		2005年2月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	225	40
	凍結無し	223	182
的中率		0.502	0.820
見逃し率		$40/(225+40+223+182)=0.060$	
空振り率		$223/(225+40+223+182)=0.333$	

		2005年3月予測	
分類結果	予測値	凍結あり	凍結無し
		的中率	
実測値	凍結あり	138	31
	凍結無し	131	443
的中率		0.513	0.935
見逃し率		$31/(138+31+131+443)=0.042$	
空振り率		$131/(138+31+131+443)=0.176$	

- 4) 国土交通省東北地方整備局郡山国道事務所：H16年度国道49号交通流データ，2005。