

事例ベース推論を用いた凍結防止剤散布支援システムの評価

池田 芳紀[†] 仲谷 善雄[‡]

[†]立命館大学院理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

[‡]立命館大学情報理工学部 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: [†]rs002025@se.ritsumei.ac.jp, [‡]nakatani@is.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

これまで、雪氷作業における路面への凍結防止剤散布の可否などは自治体の散布計画や現場作業員、作業指示者の豊富な経験則に基づく人的判断に頼ってきたが、熟練の指示担当者はその多くが定年による急速な世代交代を迫られている。後任者である未熟練者は、効率やサービスの水準を落とすことなく今後の事態にも対応しなければならないが、その支援のために道路上に路温センサを設置して路面状態を予測することは自治体の財政上困難である。本研究は、北海道苫小牧市の市街地での凍結防止剤散布指示業務を対象として、過去の散布事例に基づいて新たな散布作業に関する未熟練指示担当者の意思決定支援を図る事例ベース型システムを提案するものである。

2. 背景

本研究の調査のため、札幌市、苫小牧市、国土交通省滋賀国道事務所に対し凍結防止剤散布事業に関するヒアリング調査を実施した。要約を以下に列挙する。

- ・散布は通勤・通学の時間帯に合わせて行う。路面が湿潤していて予想最低気温が-2℃~-9℃のときに散布するルールになっているが、最終的には担当者の経験と勘による判断で決定される。
- ・氷を溶かす効果は無いので凍結後の散布では効果が薄いため、判断が難しい。
- ・高齢化から来る世代交代による、ノウハウの急速な喪失が懸念されている。

凍結防止剤の散布は国道や大都市に限った話ではなく、交通事故防止の観点から小規模な自治体でも行われている。こうした散布は事故回避などの保険的な意味合いも込めて過剰に散布されることがあり、財政難の自治体にとって効率化が求められている。

散布の可否判断は熟練の指示担当者の経験や知識によってある程度の効率が保たれてきたが、担当者の高齢化による引退と新人育成の難しさによってサービスレベルの低下が懸念されている。

3. 研究動向

2 項で挙げた問題を解決する手段として、東北や北陸、北海道の国交省や開発局で散布計画支援などの研究がなされている[1]。が、これらの多くは高価なセンサ

やマーカなどを駆使したものであるため、導入や運用が高コストとなりがちである。財政的な問題を抱える地方自治体では導入が難しい。

4. システム概要

既存の研究では道路に新たなセンサを設置するなどの初期投資を必要とするものため、この仕組みをそのまま自治体に導入するのは現実的でない。そこで、本研究では既存の気象センサを用いるなど極力新規のデバイス設置をしない形での指示支援システムの実現を目指す。少ない地点での気象センサで市街地全体の路面凍結を予測することになるために推論精度の低下が予想されるが、蓄積された過去の散布事例を分析・利用することでそれを補うこととする。過去の事例を参考にして今後の散布計画案を作るため、事例ベース推論を用いることとした。

事例ベース推論は、元々は判例を探し出すことで、現在直面している裁判の解決策を探る手段である[2]。蓄積された過去の経験事例を検索、修正・再利用することで現在直面している問題を効率的に解決することを特徴としている。

システム概要を図 1 に示す。気象センサから得られた気温や湿度、風向などの天候情報と積雪などの道路状況を基に、現在と近似の天候の状況を探し、当時の散布の有無などを基に現在の天候での散布効果シミュレーションを行い、指示担当者に散布指示案を提示する。

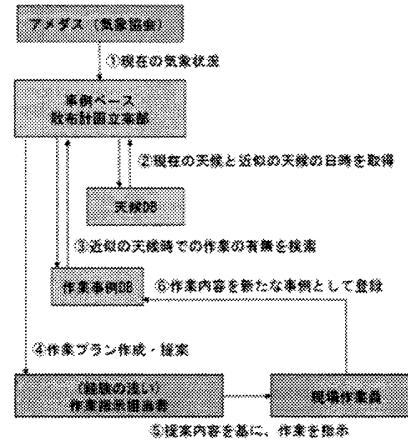


図 1: システム概要

担当者はこの提示案を参考に散布プランを作成し(あくまで最終決定者は人間),実際の散布作業へと移る。現在の散布は新たな事例として登録され,次回以降の散布へと役立てられることとなる。なお今回は推論の要素として苫小牧市の作業事例と気象協会のアメダスデータを用いた。推論方法は以下に示す。

- ① 現在と前後6時間(6時間後までの予想)の連続する13時間の気象状況と近似の,過去の連続する13時間をデータベースより探す。
- ② 検索された類似時間帯の中心となる時刻から12時間以内に散布作業が行われたかどうかを検索する。
- ③ 敷設が行われていた場合,現在の天候の類似度に応じて推奨スコアとして当該時刻に加算する。(図2)

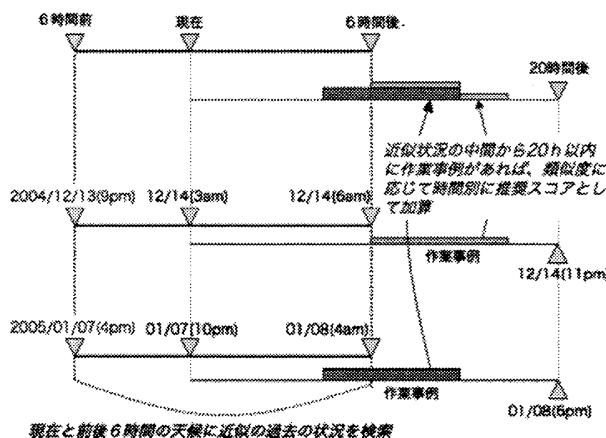


図2：推論方法

- ④ スコアが一定値に達した場合,散布を推奨する。
 - ⑤ 過去に散布事例が全くない場合は,従来からの苫小牧市の散布ルールに準ずる。
- *類似事例が増えれば増えるほど推奨スコアが高くなりやすくなるため,多くの類似事例がある場合は類似度の高い上位5件を用いることとした。

5. システム試作

上記の内容を基に,システムのプロトタイプを作成した。画面例を図3に示す。市内に81箇所ある散布地区それぞれに対し散布効果のシミュレーションを行い、推奨度が高い地区を赤,中程度をオレンジ,推奨度の低い時間帯を緑の旗マーカで地図上に示した。また、予測効果に応じて画面右のタイムライン上に時間帯別にも色別で表示した。地区名や当該箇所のマーカをクリックすると、地区別の詳細なシミュレーション結果が表示される。これらの情報から担当者は提案を受けて散布出動の可否を決定し,散布車両ドライバーに指示する。散布作業終了後に今回の作業を新たな作業事例としてデータベースに登録することで,天候データベ

ースと共に今後の作業に生かされることとなる。

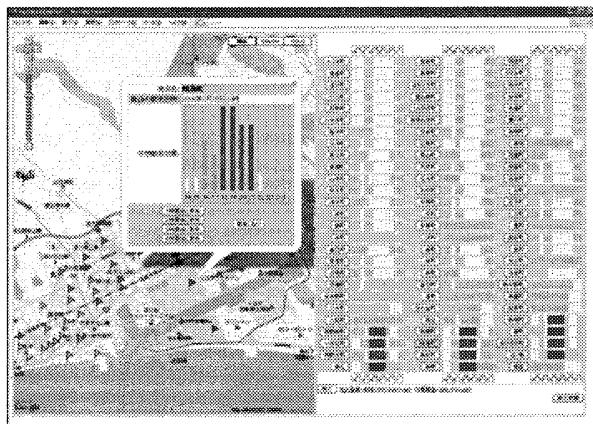


図3:システム画面例

6. 評価

2007年1月に苫小牧市において検証を行った。今後、判断ノウハウを持ったベテランが退職した後では本システムのような仕組みが有効であるとの見解が得られる。同時に、路側センサ類を大量に用いた既存の研究での推論[3]と同等程度の推論精度(熟練の指示担当者との意見一致が7割)の推論精度が得られた。しかし、本時期は例年より温暖であったため出動回数も少なく、今後の継続的な検証が必要である。

7. 今後の展望

既存の作業記録には、実際に散布の効果が見られたかを記録する項目が無い。そのため、推論の根拠となる過去の事例が正しい判断の元に行われていたかの評価が出来ていないのが現状である。そこで、定期的に作業地域を実際に走行するなどしてスリップの有無を確認するなどといった事後評価の仕組みが今後必要と思われる。また、これを拡充させることで推論の正確性を向上させたい。また、本システムの目的の1つは低コスト化である。路側センサ類の使用で解決できる点は多いが、それでは意味がない。本研究において現状の環境で最大の効果を得るためにには登録事例の詳細化や推論アルゴリズムの高精度化は欠かせない。そのために必要な要素や機能を今後も検討し、システムに随時反映していく所存である。

文 献

- [1] 稲沢太志, 浦野隆, 沼田実, "路面凍結に関する情報予測技術の開発", 日本道路会議論文集(2007)
- [2] Kristian J. Hammond, "Case-Based Planning", Academic Press:San Diego, CA (1988)
- [3] 高松和弘, 菊池忠利, 三浦俊樹, "雪氷予測の活用事例について" ゆきみらい 2007 会津研究発表会論文集, (2007)