

# 豪雪地帯の路面状態を検知する多種センサを用いた センサネットワークシステムの検討

松並 萌々音 山本 寛  
立命館大学 情報理工学部

## 1. はじめに

近年、北海道のような豪雪地帯の国道で発生する交通事故が重大な問題となっており、事故の原因となる積雪や路面の凍結などを検知するために、安価でありながら、広範囲の路面状態を観測できるシステムが注目されている。路面状況を正しく観測するために、これまでに、超音波センサを用いて積雪量を計測する技術が研究開発されているが、計測範囲に限られることや、積雪以外の路面状態を観測できないことが課題となっている[1]。そこで本研究では、豪雪地帯の路面状態を観測するために、積雪面の形状を三次元計測できる LiDAR や、正確な表面温度を計測できる非接触温度センサを備えた観測装置を、豪雪地帯の複数地点の路側に設置し、豪雪地帯の広範囲を観測するセンサネットワークシステムを構築する。また、収集したデータを LSTM などの機械学習技術により解析することで、現在の路面状態や積雪量(乾燥/湿潤/氷/雪/シャーベットなど)を分類し、将来を予測する技術を研究開発する。

## 2. 路面の積雪量推定システム

提案システムの全体像を図 1 に示す。図のように、提案システムは LiDAR と非接触温度センサによりセンサデータを収集するセンサノードと、センサノードから受信した解析結果を管理・解析し、将来の路面状態や積雪量を予測・可視化する解析サーバで構成されている。

センサノードは路側に設置され、道路の様々な箇所(路側、歩道)を対象として、約 1m×1m の範囲の三次元形状を 60 分毎に観測し、各箇所における積雪量の平均値と標準偏差を求める。その後、解析サーバは現在までの測定結果をもとに 60 分後の積雪量を推定するために、過去 2 回分の積雪量の平均値と標準偏差を入力として、将来の積雪量を出力とする LSTM の学習モデルを構築する。ここで、通常時より積雪していると解析サーバが判断した場合、除雪車を操縦する除雪オペレータや地域住民が持つスマートフォンに対して、危険検知情報を送信する。

## 3. 性能評価実験

提案システムの有効性を評価するために、2021 年の冬季に長野県白馬村に設置したセンサノードにより観測した点群データを対象として、道路・路側・歩道の範囲に対して積雪量を推定する実証実験を実施する。この実験では、2022 年 1 月の計測結果を学習データとして機械学習モデルを構築し、2 月のデータをテストデータとしている。実験結果を図 2 に示す。この図に示すように、路側の範囲においては他より積雪量を正しく推定できており、RMSE は 0.22 となっている。一方、車が頻繁に通過する道路では、積雪だけでなく車の点群が計測され積雪量を推定する際のノイズとなるため、推定精度は低くなっている。また、歩道は歩行者が通過することがあるため、推定精度は道路と路側の間となっている。

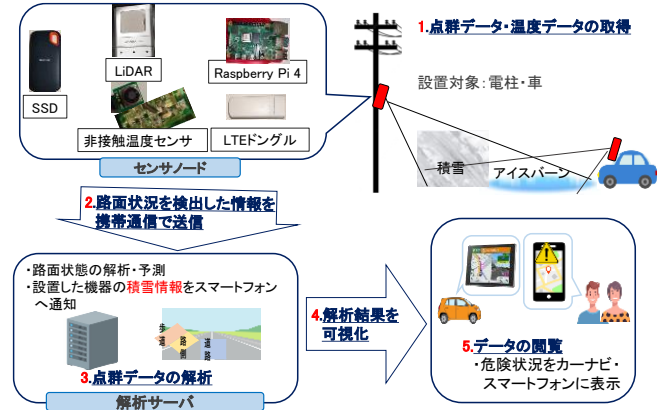


図 1. システムの全体像

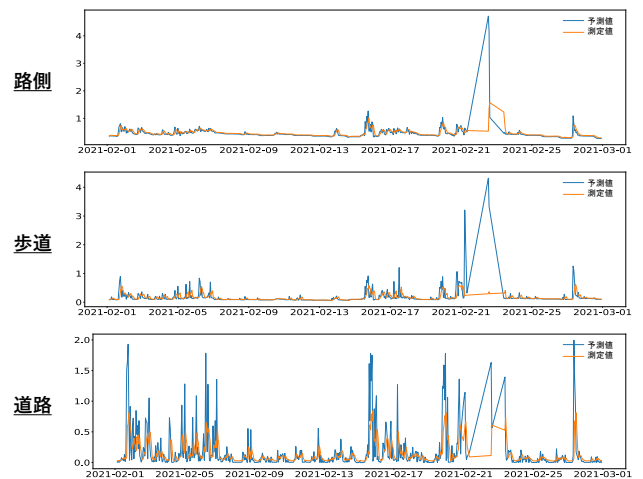


図 2. 各地点における積雪量の推定

## 4. まとめと今後の予定

本研究では、路面形状を面的に計測できる LiDAR による計測結果を、機械学習技術である LSTM によって解析することで、積雪状況を予測するシステムを提案した。今後は、車道における車に対応する点群の除去や、機械学習モデルの再設計により、より推定精度の高い機械学習モデルを構築する。また除雪オペレータや豪雪地帯を走行するドライバーに対して、積雪状態に応じた適切な走行経路を提示する機能を検討する。

## 参考文献

[1] Shohei Kawai, Keiji Shibata, Yuukou Horita, “Distinction of road surface conditions based on RGB color space at night-time using a car-mounted camera,” 2012 Proceedings of SICE Annual Conference(SICE), October 2012.