

除雪車運行支援のための 除雪オペレータ行動観測システムの検討

杉本 健也† 丸山 翔†† 若林 康央†† 山本 寛†

† 立命館大学情報理工学部 †† (株)KDDI 総合研究所

1. はじめに

近年、道路除雪を行う除雪オペレータの人員不足が全国的に問題となっており、特に、若手除雪オペレータの育成が課題となっている。しかし、除雪車の操縦は複雑であるため、若手除雪オペレータの育成を支援するシステムが期待される。そこで本研究では、除雪車内に夜間でも撮影可能なサーモカメラを設置して除雪作業中における除雪オペレータの行動を観測し、熟練者による効率的な操作方法をデータ化し、若手除雪オペレータの操作と比較することで、若手除雪オペレータの操作を評価することのできる除雪オペレータ行動観測システムを検討する。

2. 除雪オペレータ行動観測システム

本研究で提案するシステムは、除雪車運転席に設置するサーモカメラと外付け SSD を備えたセンサノードにより、除雪作業時における除雪オペレータの操作を観測する。センサノードは、除雪車の天井に設置されたサーモカメラによって除雪オペレータを継続的に撮影し、サーモ画像データを外付け SSD に保存する。解析用 PC は、保存したサーモ画像データに画像解析/機械学習技術を適用して操作を推定し、除雪オペレータの操作パターンを評価する状態遷移モデルを構築する。さらに、構築したモデルを活用することで若手除雪オペレータの操作を評価する。

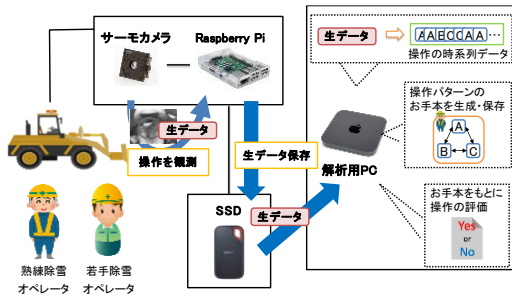


図1. 除雪オペレータ行動観測システムの全体像

3. 機械学習を用いた操作の推定処理

提案するシステムは、撮影したサーモ画像を解析して、ハンドルを操作する左手の動きに関する特徴量を抽出/学習することで、[ハンドル左回し]、[ハンドル右回し]、[ギアの切り替え]、[操作なし]の4種類から除雪オペレータが行った操作を推定する。

具体的に、サーモ画像に背景差分法を適用して手の箇所を抽出し、手の重心座標と1フレーム前の重心座標との角変位を継続的に算出する。次に、算出した角変位の時系列データから連続した10個を抽出して特徴量とし、データの始点を1つ分ずつずらしながら連続して特徴量を抽出

する。その後、抽出した特徴量を入力として、操作の種類を出力する分類器を、機械学習技術の一つであるランダムフォレストを用いて構築する。

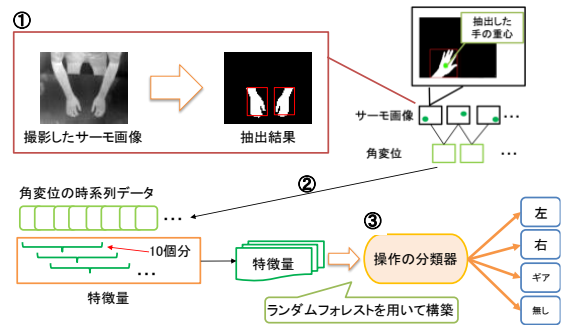


図2. 機械学習を用いた操作の推定処理の流れ

4. 実証実験

提案システムにおける、除雪オペレータの操作の推定精度を評価する実験を行う。本実験では、実際に熟練除雪オペレータの操作を観測し、抽出した特徴量のうち 8104 個の特徴量を学習データとして、2026 個の特徴量をテストデータとして評価を行う。操作ごとの推定精度の結果を表1に示す。表のように、約 70%の精度で除雪オペレータの操作を推定できているが、[ギアの切り替え]操作を[動作なし]に誤分類されている。今後は推定精度を向上させるため、特徴量に加えるべき他の指標を再検討する。

表1. 除雪オペレータによる操作の推定結果

操作の種類	適合率	再現率	F値
動作なし状態	0.75	0.89	0.81
ハンドル左回し	0.76	0.70	0.73
ハンドル右回し	0.68	0.64	0.66
ギアの切り替え	0.47	0.10	0.17
全体	0.71	0.73	0.71

5. まとめ

本研究では、除雪車運行支援のための除雪オペレータ行動観測システムの検討を行った。提案するシステムでは、除雪車に設置したサーモカメラにより撮影したサーモ画像を解析し、除雪オペレータの操作を推定する。今後は、手の重心の角変位以外のパラメータを特徴量として追加するなど、操作の推定精度の向上に取り組む。本研究にご協力いただいた除雪オペレータの佐藤岳志氏に深く感謝します。

参考文献

[1] 大町, 他, “豪雪災害に対処する除雪車運行支援タブレットシステムの研究開発”, 電子情報通信学会, 2019年総合大会, ISS-SP-010, 2019年3月