

機械学習に基づく画像認識を用いた冬期高速道路の路面状況判別

都市交通研究室 角藤 晴華

佐野可寸志

加藤 哲平

1. はじめに

近年、大雪や雪による通行止めや大規模滞留などの交通障害が発生している。交通障害の予防には、除雪作業の効率化が効果的である。しかし、現在の除雪作業は主に感覚的な指標に依拠しており、具体的な定量的な指標が不足している。

そうした現状から、本研究では高速道路を1分間隔で撮影した CCTV 画像を用いて、それらの画像から定量的かつ包括的に道路の状態を把握することで除雪活動や走行時の指標としての活用を目指す。

2. 既往研究

既往研究では、様々な手法によって積雪量の推定が行われているが、教師データの作成に作成者の主観を用いた雪堤が高い・低いといった評価がされていることや、推定区分が広く設定されている。よって、本研究では積雪量を道路上に設置されているガードレール等を指標として定量的に判定する。また、高速道路運用時の指標をもとに区分を設け推定する。

3. 路面状況推定

1) 研究方法

本研究では、機械学習の中でも、ディープラーニングの畳み込みニューラルネットワーク（以下：CNN）を用いる。CNN は画像認識の分野において実績が多く、本研究では固定の CCTV カメラを用いることから、単純な構造の CNN が適していると考えた。本研究では、路面状況を路面・路肩・中央部に分けて推定し、道路状況を包括的に把握することとする。

2) 使用データ

本研究では、高速道路上（関越道下り：175.2KP）に設置されている1分間隔で撮影された画像データを用いる。データセットは教師データ7割・検証用データ2割・テストデータ1割とする。

3) 路肩部の推定

路肩部の推定には路肩に設置されているガードレールを指標とし、6区分に分けて推定を行った。全ての区分において100%の推定を行うことが出来た。（図-1）路肩部分では、走行している車両の影響を受けないことから、推定が容易で合ったと考えられる。

		正解ラベル						再現率
		雪なし	~0.3m未満	~0.6m未満	~0.8m未満	~1cm未満	1m以上	
検証結果	雪なし	100	0	0	0	0	0	100%
	~0.3m未満	0	100	0	0	0	0	100%
	~0.6m未満	0	0	100	0	0	0	100%
	~0.8m未満	0	0	0	100	0	0	100%
	~1cm未満	0	0	0	0	100	0	100%
	1m以上	0	0	0	0	0	100	100%
合計		100	100	100	100	100	100	100%

図-1 路肩部推定結果

4) 中央部の推定

中央部の推定には中分部に設置されているガードレールを指標とし、5区分に分けて推定を行った。走行車両によって、中央部のガードレールが確認できない場合において解析不可とした。その区分において判定率が低かったが、その他の区分においては、95%以上の推定結果となった。解析不可区分では、完全に中央部が確認できない画像から、9割が車両によって隠れているものまであったことから、完全に隠れていない画像において通常の判定がされていたと考えられる。

		正解ラベル					再現率
		解析不可	雪なし	~0.5m 未満	~1m 未満	~1m 以上	
			0	1	2	3	
検証結果	解析不可	2	3	1	0	0	12.50%
	雪なし	2	194	0	0	0	98.48%
	~0.5m未満	0	0	32	0	0	96.97%
	~1m未満	0	0	0	54	0	100.00%
	~1m以上	12	0	0	0	279	100.00%
合計		16	197	33	54	279	81.59%

図-2 中央部推定結果

5) 路面状態の推定

路面状態の推定には高速道路運用時に使用されている指標を元に6区分に分け、推定を行った。湿潤・乾燥・黒シャーベットの区分において推定結果を得ることが出来たが、解析不可・白シャーベット・積雪路面においてよい結果を得ることが出来なかった。白シャーベット・積雪路面において推定精度が悪い原因として、目視でも白シャーベット・積雪路面の判定が難しいことから、教師データに誤りがあった可能性や教師データが極端に少ないことが原因として考えられる。

		正解ラベル						再現率	
		解析不可	黒シャーベット			白シャーベット			積雪
			乾燥	湿潤	0	1	2		
検証結果	解析不可	10	0	2	0	1	0	37.04%	
	乾燥	7	114	12	0	2	0	99.13%	
	湿潤	5	0	309	2	1	0	88.03%	
	黒シャーベット	5	1	27	38	73	6	95.00%	
	白シャーベット	0	0	0	0	50	0	39.37%	
	積雪	0	0	1	0	0	2	25.00%	
合計		27	115	351	40	127	8	63.93%	

図-3 路面状態の推定

4. 画像解析による幅員の測定

1) 研究手法

画像解析によって、幅員の解析を精密に行う方法について検討した。本研究では、CCTV画像のRGB画像をグレースケールに変換し、白色に近いピクセルを特定し閾値処理によって舗装路面である黒い路面を判定する。黒い部分のピクセル数を測定し、実際の長さに変換することで、幅員の長さを推定する。

2) 測定結果

積雪量や画角変化時等において解析を行ったが、目視では解析が行われていると判断することができる。しかし、実際に測定し、本研究での測定結果が妥当であるか確認する必要がある。

積雪なし，通常時	積雪有，舗装路面なし
	
積雪有，車線幅減少時	画角変化，通常時
	

表-1 幅員測定結果

5. まとめ

路肩・中央部の積雪量の推定は解析不可の場合において推定が難しかったが、その他の区分では推定が可能であった。路面状態の推定では白シャーベット・積雪路面の判別が難しかった一方で、乾燥・湿潤・黒シャーベットではよい結果を得ることが出来た。幅員解析では、正確に解析することが可能であると判断したが、解析区分内に車両があった場合において解析が可能ではない点や、解析結果が妥当であるか検証する必要がある。今後の課題として、逆光やレンズに水滴等が付着した場合にも対応できるようにすることや、閾値の設定を自動化するために、エッジ検出やヒストグラム等も利用し、より高精度に汎用的にする必要があることがあげられる。