

7. 道路交通ビッグデータや自動運転技術を活用した安心・安全な地域社会の構築に関する研究

建築・都市システム学系 准教授 松尾幸二郎, 准教授 杉木 直

7-1 はじめに

近年普及が進む先進運転支援自動車（ADAS 搭載車）では、カメラ等により自車両の周辺状況を検知し、警報や運転介入などの運転支援を行う機能などが搭載されている。周辺状況としては道路標識や白線といった道路附属物の検知が可能なものも見られる。本研究では、こうした自車両の周辺状況の検知情報を含むプローブデータを先進プローブデータと呼ぶ。一方で、道路構造物の維持管理業務においては人材不足や費用面での問題を抱えており、近年ではドライブレコーダー等の映像から道路維持管理業務への活用を試みる事例もみられる。

そこで本研究では、先進プローブデータを用いた道路標識異常検知手法の構築を念頭に置き、当該異常検知手法において必要となる標識位置推定手法の構築と評価を行う。

7-2 道路標識異常検知

(1) 使用データ

本研究では、後付け型の衝突防止警報補助装置であるME570（Mobileye社）を搭載している豊橋市役所の公用車50台から得られる先進プローブデータを用いた。当該先進プローブデータは、時刻、GPSによる車両位置、進行方向、速度規制標識の検知情報、各種衝突警報の発生情報などを持つ。通信により、常時10秒間隔でデータがクラウドサーバに記録されることに加え、標識検知や衝突警報が生じた際にも記録される。本研究では速度規制標識の検知を対象とし、2020年3月～6月の4カ月分のデータを使用した。本期間の総標識検知回数は約22万回であった。

(2) 想定する異常検知方法

本研究で想定する標識異常検知方法のフローを図7-2-1に示す。まず取得した先進プローブデータは緯度経度に基づくポイントデータであるため、マップマッチングにより各ポイントデータを有向道路リンクに紐づける。次に、標識位置推定を行った上で、標識別通過量と標識別検知数の算出を行い、検知数を通過量で除することで、標識検知率を算出する。そして、時系列の標識別検知率の変化から、「ある時期を境に標識が検知されない」といった異常の把握を行うことを想定する。

(3) 標識位置推定

上述の標識異常検知フローにおいて、標識検知数の算出には適切な標識位置推定を行う必要がある。取得した先進プローブデータの情報と検知したとされる標識を結びつける必要があるためである。そこで本研究では、標識位置推定手法についての検討を行った。標識位置推定には、GPSによる標識検知時の車両位置情報、および標識を検知した際に得られる搭載カメラ（ME570）から当該標識までのx,y,z方向の距離を用いた。ここでは、xは奥行き方向、yは左右方向、zは高さ方向である（図7-2-2）。

推定手法としては、まず、標識検知時の車両位置をマッチングされたリンク上に最短距離で移動させる。その上で、当該リンクの始点から標識検知時の車両位置までの距離に、上述のx,y,z方向距離による合成距離を加算することで、標識位置（リンク始点から標識までの距離）の算出を行った（図7-2-3）。そして、同じ標識を検知したデータについて平均をとることで、標識位置推定を行った。

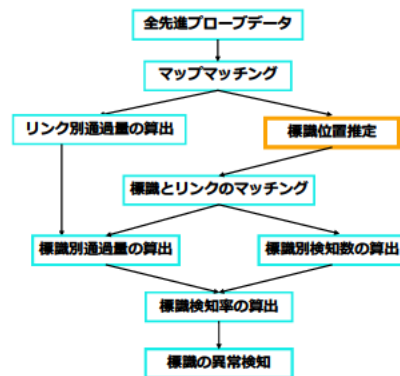


図 7-2-1 標識異常検知フロー

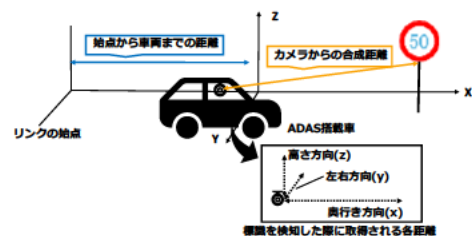


図 7-2-2 標識位置推定イメージ

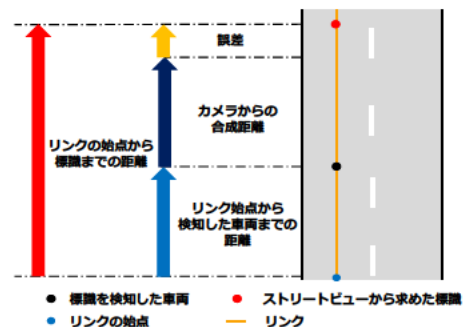


図 7-2-3 推定誤差評価方法

また本研究では、車線数や道路上の標識の設置方法が異なる単路部における標識を10箇所抽出し、標識位置推定の評価を行った。具体的には、リンク始点から実際の標識までの距離と、推定によって求まる距離との誤差(図-7-2-3)を算出し、箇所別のデータについて、この誤差の平均と標準偏差から評価を行った。なお、実際の標識位置は、Google ストリートビューを用いて求めた。今回は以下に示す、カメラからの距離、各地点の標識設置方法、標識を検知した際の車両の走行速度の3項目に着目した。

7-3 結果

(1) カメラ距離算出方法による推定誤差比較

搭載されたカメラから検知されたx,y,z方向距離の整合性が不確かであるため、奥行方向xの情報を含む4パターンでの合成距離による、標識位置推定誤差の比較を行った。10地点平均では、x,yとx,y,z方向の合成距離(x,y:平均誤差-10.8m,標準偏差9.9m,x,y,z:平均誤差-11.1m,標準偏差9.9m)と比べてx,z方向の合成距離とx方向のみの距離の場合では、平均誤差が1m以内と小さかった(表7-3-1最下段)。以降xとx,z方向による距離での分析を進める。

(2) 標識の設置方法による推定誤差比較

標識の設置方法に着目すると、表7-3-1より、片側一車線道路の路側左側に設置されている通常の標識

(地点2,3,4)では、標準偏差が比較的小さいのに対し、片側二車線道路の上部に設置されている標識は標準偏差が大きく、標識の設置方法が標識検知データに影響を及ぼすことが示唆されたわかる。

(3) 車両速度による推定誤差比較

標識検知時の車両速度10km/hで階級分けし、標識位置推定誤差の比較を行った結果を表7-3-2に示す。30km/h台と40km/h台での平均誤差が特に小さく、逆に10km/h台と20km/h台では平均誤差が大きくなっていることがわかる。この結果から速度による影響の可能性があると考えられたため、速度階級別の平均誤差の逆数を重みとした推定を行った(表7-3-3)。特に片側二車線道路の中央上部に標識が設置されている地点5,6では、平均誤差と標準偏差が小さくなり、速度による影響があったと考えられた。一方、地点7では速度による重みつきでの推定を行った場合でも誤差が10m以上あり、地点固有の影響があるのではないかと考えられた。

7-4 まとめ

先進プローブデータを用いて速度規制標識の位置推定を行った結果、推定誤差が一部を除き10m以内に納まった。本研究における標識検知率の算出という目的においては妥当な精度であり、本手法は有用であると考えられた。今後は、交差点部を含め抽出地点を増やした更なる検証や、車種や天候などの影響の調査を行っていく必要があると考えられる。

【謝辞】

本研究は知の拠点あいち重点研究プロジェクト(第Ⅲ期)「先進プローブデータ活用型交通安全管理システムの開発」の一環として行ったものです。

表 7-3-1 地点別の推定誤差

地点	データ数	x		x,z		車線数	標識設置方法
		平均誤差	標準偏差	平均誤差	標準偏差		
1	23	-7.6	6.9	-7.2	6.9	片側二車線	路側右側
2	64	-2.1	4.0	-1.8	4.0	片側一車線	路側左側
3	98	-3.0	5.6	-2.9	5.6	片側一車線	路側左側
4	35	4.9	5.4	5.1	5.3	片側一車線	路側左側
5	20	-5.3	8.5	-4.8	8.6	片側二車線	中央上
6	53	-3.3	9.0	-2.9	9.1	片側二車線	中央上
7	112	11.0	12.4	11.6	12.5	片側二車線	左側上
8	90	3.2	8.8	3.6	8.9	片側二車線	左側上
9	100	-1.8	9.2	-1.3	9.3	片側二車線	左側上
10	29	0.6	22.3	1.2	22.4	片側二車線	左側上
平均	624	-0.4	9.2	0.1	9.3		

表 7-3-2 車両速度による推定誤差

速度(km/h)	データ数	x		x,z	
		平均誤差	標準偏差	平均誤差	標準偏差
10~19	9	10.3	6.3	9.9	6.3
20~29	34	9.2	10.9	8.8	11.0
30~39	59	-0.9	11.6	-1.3	11.7
40~49	220	-0.9	9.3	-1.3	9.4
50~59	209	-2.8	12.4	-3.3	12.5
60~69	84	-2.3	9.0	-2.7	9.1
70~79	8	-3.4	7.0	-3.8	7.1
平均	623	1.3	9.5	0.9	9.6

表 7-3-3 速度別誤差での重付推定

地点	x		x,z	
	重みつき平均誤差	重みつき標準偏差	重みつき平均誤差	重みつき標準偏差
1	-8.0	6.1	-7.3	6.1
2	-1.8	3.6	-1.6	3.6
3	-3.1	4.9	-2.8	5.0
4	5.4	4.8	5.7	4.8
5	-2.7	4.7	-1.9	4.5
6	-1.0	6.7	-0.3	6.5
7	11.7	11.4	12.3	11.5
8	3.0	9.0	3.5	9.1
9	-1.6	7.8	-0.9	7.9
10	-1.1	19.7	-0.2	20.2
平均	0.1	7.9	0.7	7.9