

先進プローブデータを活用した道路標識異常検知のための標識位置推定に関する研究

豊橋技術科学大学 学生会員 ○須藤 大二郎
 ジャパン・トゥエンティワン(株) 達 真樹

豊橋技術科学大学 正会員 松尾 幸二郎
 豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直

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課題があり、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。

2. 道路標識異常検知

2.1 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。

2.2 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-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

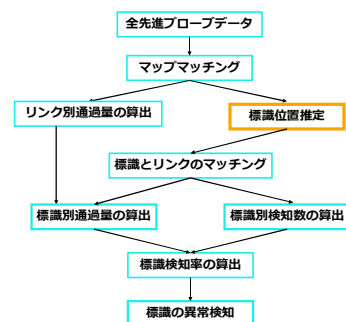


図-1 道路標識異常検知フロー



図-2 標識位置推定のイメージ図

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。

2.3 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取得される搭載カメラ（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 は奥行方向、 y は左右方向、 z は高さ方向である（図-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-2）。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。

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地点を 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-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。

3. 結果

3.1 カメラからの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-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。

3.2 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-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。

3.3 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-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-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。

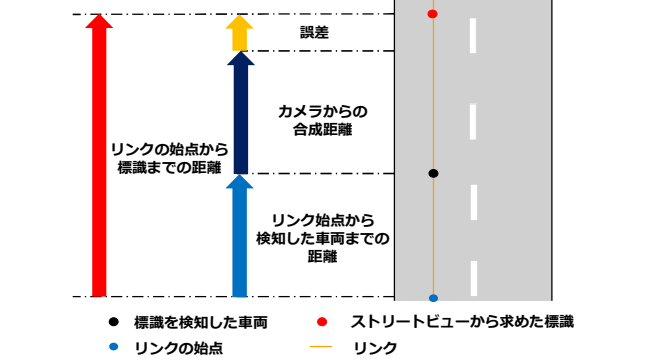


図-3 推定誤差方法のイメージ図

表-1 地点別の推定誤差比較

地点	データ数	x		x,z		車線数	標識設置方法	検知率
		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	85%
2	64	-2.1	4.0	-1.8	4.0	片側一車線	路側左側	49%
3	98	-3.0	5.6	-2.9	5.6	片側一車線	路側左側	42%
4	35	4.9	5.4	5.1	5.3	片側一車線	路側左側	30%
5	20	-5.3	8.5	-4.8	8.6	片側二車線	中央上	63%
6	53	-3.3	9.0	-2.9	9.1	片側二車線	中央上	42%
7	112	11.0	12.4	11.6	12.5	片側二車線	左側上	47%
8	90	3.2	8.8	3.6	8.9	片側二車線	左側上	54%
9	100	-1.8	9.2	-1.3	9.3	片側二車線	左側上	22%
10	29	0.6	22.3	1.2	22.4	片側二車線	左側上	52%
平均	624	-0.4	9.2	0.1	9.3			

表-2 車両速度による推定誤差比較結果

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

表-3 速度別平均誤差の逆数での重み付け推定結果

地点	x				x,z			
	重みつき平均誤差	表1との差	重みつき標準偏差	表1との差	重みつき平均誤差	表1との差	重みつき標準偏差	表1との差
1	-8.0	0.4	6.1	0.8	-7.3	0.1	6.1	0.8
2	-1.8	-0.3	3.6	0.4	-1.6	-0.3	3.6	0.3
3	-3.1	0.1	4.9	0.7	-2.8	-0.1	5.0	0.7
4	5.4	-0.5	4.8	0.5	5.7	-0.5	4.8	0.6
5	-2.7	-2.7	4.7	3.8	-1.9	-2.9	4.5	4.1
6	-1.0	-2.4	6.7	2.3	-0.3	-2.6	6.5	2.6
7	11.7	-0.7	11.4	1.0	12.3	-0.8	11.5	1.0
8	3.0	0.2	9.0	-0.3	3.5	0.1	9.1	-0.2
9	-1.6	-0.3	7.8	1.5	-0.9	-0.4	7.9	1.4
10	-1.1	1.7	19.7	2.6	-0.2	1.4	20.2	2.3
平均	0.1	-0.4	7.9	1.3	0.7	-0.6	7.9	1.3

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。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ると考えられる。今後は、交差点部を含め抽出地点を増やした検証や、車種や天候などの影響の調査を行う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(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。