

路側センシング情報を用いる交通事象検出技術

Traffic Incident Detection Technology Using Sensing Information from Roadside Infrastructure

江村 恒一*
Koichi Emura

吉川 雅昭*
Masaaki Yoshikawa

交通事故による死者数は10年連続で減少している。これをさらに推進するとともに、事故の発生そのものの減少に向けた取り組みが求められている。このためには、事故発生の要因分析、およびそれに基づく事故対策が有効な手段と考えられる。本解説では、事故および事故ではないが危険であったヒヤリハットの双方で発生する急制動を、路側センサを用いて検出する技術を説明する。

In order to reduce traffic incidents, it is important to identify the incidents and to find the hidden causes of the incidents. This paper describes a traffic incident detection technology which can identify an occurred/potential incident by detecting each vehicle's sudden change in velocity using the time-series output from roadside sensors.

1. 交通事故のない社会の実現に向けて

平成22年中の交通事故による死者数は4863人となり、4千人台となった前年をさらに下回った。しかし事故発生件数は72万5773件と依然として多く、発生地点別では交差点が55%を占める[1]。内閣府から発表されている交通安全対策の政府基本方針である第9次交通安全基本計画[2]では、交通事故のない社会を目指し、事故そのものの減少に積極的に取り組む必要があるとしている。

国土交通省 国土技術政策総合研究所の報告[3]によると、事故多発地点の合理的な対策立案・実施を行うため、交通事故に至る過程と要因の分析・解明が求められている。また、交通事故に至らないが危険であった事象、いわゆるヒヤリハットが事故状況の詳細分析や事故対策前後の評価に活用できることが示唆されていた[4]が、自動車技術会により、ヒヤリハットの発生形態が事故の発生形態と類似していることが示され[5]、その有効性が検証された。

本解説では、事故の把握や記録、分析のため、事故およびヒヤリハットの双方の交通事象において発生する急制動を、路側センサを用いて検出する技術を説明する。

2. 交通事象検出方式

従来の交通事象検出システムとして、阪神高速道路と一般道路での導入事例を説明する。阪神高速道路では、見通しが悪いために事故発生率が高く、二次的な事故の危険性が高い地点に、突発事象検出システム[6]が平成4年から導入されている。このシステムには、カメラが撮像する映像から得られる車両の軌跡から、停止車両や急

激な速度低下を検出する画像解析技術が用いられている。一方、一般道路では、警察庁によって、平成13年以降、全国1000箇所の事故多発交差点において、路側マイクで事故を検知し、路側カメラで映像を記録する交通事故自動記録装置(TAAMS)[7]が導入されている。TAAMSには、マイクから集音した環境音から衝突音やブレーキ音を検出する音響分析技術が用いられている。

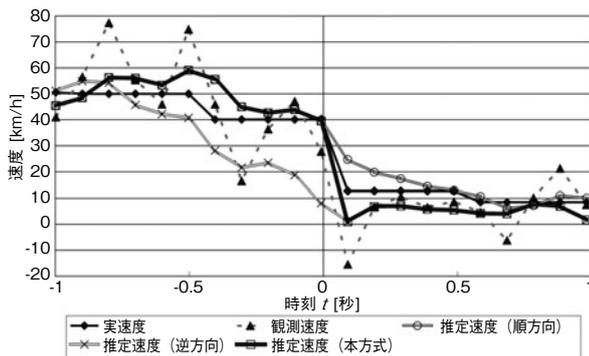
筆者らは、自動車技術会のヒヤリハットデータベース[5]に記録されている交差点の事故112件およびヒヤリハット5632件の事例を解析し、事故の約8割(91件)およびヒヤリハットの約8割(4717件)に含まれる特徴が急制動であるという結果を得た。この結果に基づき、筆者らは、交差点内の移動体ごとの速度変化を同時に観測できるセンサ、例えば、ITS無線システムとして制度化が推進されている[8]ミリ波レーダ、を前提として、急制動を検出する技術を開発している[9]。これらのセンサを先行事例と同様に路側に設置することにより、センサが観測する各車両の速度情報を用いて、事故やヒヤリハットを検出するシステムを構築することができる。

3. 急制動検出技術

急制動を検出するためには、連続的に当事車両の速度を観測する必要がある。しかし、路側センサの観測速度には、同時に複数の車両や歩行者が移動しオクルージョンが多発したり、観測条件が変動したりすることから起こる突発的な誤差が含まれる[10]。つまり速度変化が観測されたとしても、実際の急制動でない場合も含まれることになる。したがって、これらの観測誤差の影響を排除し実際に発生した急制動を検出することが必要となる。

誤差を含む観測値時系列から真値を推定するためにカルマンフィルタ[11]が広く用いられている。しかし、カ

* 東京R&Dセンター セキュリティ・セーフティシステム開発室
Security and Safety Systems Development Office, Tokyo R&D Center



第1図 事故車両の車両速度推定例

Fig. 1 Estimated speed of vehicle

ルマンフィルタは、線形フィードバックを行うため、観測値が大きく変化する場合に推定誤差が大きくなる傾向がある。

ここで、急制動時の速度変化が短時間に発生することに着目し、カルマンフィルタを用いて観測値時系列を順方向に沿って推定した速度と、逆方向に沿って推定した速度との差が最大になる時刻を急制動時刻として検出する方式を考案した。これにより、観測誤差に強く、急制動時の速度変化を検出することを可能とした。

第1図に、本方式の双方向速度推定の効果の例を示す。ヒヤリハットデータベースより抽出したある事故の100ミリ秒ごとの実速度に、 $2\sigma = 20 \text{ km/h}$ となる正規分布に基づく誤差を重畳して生成した擬似的な観測速度に対して、本方式を用いた推定速度をプロットしてある。観測値時系列にカルマンフィルタを順方向に適用し推定した t 秒の速度と、逆方向に適用し推定した $t+0.1$ 秒の速度の差は、実際に事故が発生した時刻 $t = 0$ 秒において最大になり、時刻 $t = 0$ 秒が急制動時刻として検出される。同時に本方式は、誤差による観測値の大きな変化が発生した時刻 $t = -0.5$ 秒の速度変化を急制動として誤検出しないことも確認できる。

ヒヤリハットデータベースから抽出した交差点における急制動を含む交通事故91件の実速度データに正規分布に基づく複数の観測誤差を重畳し、急制動検出方式の観測誤差耐性評価を行った。

第1表に示すように、本方式は、 $\pm 5 \text{ km/h}$ から $\pm 30 \text{ km/h}$ の観測誤差が発生する場合においても、観測値時系列にカルマンフィルタを順方向に適用する方式に比べ20%以上検出率を向上し、観測誤差 $\pm 5 \text{ km/h}$ において検出率91%へ改善した。

第1表 観測誤差ごとの急制動検出率

Table 1 Detection rate for each observation error (N=91)

観測誤差 (2σ) [km/h]	本方式 [%] (双方向)	順方向方式 [%]
5	91	71
10	75	54
15	66	42
20	59	37
25	59	34
30	54	25

検出率は、ヒヤリハットデータベースに登録されている評価データ91件おのこの衝撃検出時刻の ± 1 秒以内に、急制動を検出する割合とする。

4. 今後の展望

本解説では、急制動がある事故およびヒヤリハットの検出技術を説明した。今後は、実環境において観測したデータを基に本方式の有効性を検証し、実用化へ向けた取り組みを進めていく。さらに、諸外国と比べて死者数の構成率が高く、その比率が増加傾向にある歩行者の事故に対し、事故の把握および記録、分析のため、移動体間の距離に基づくヒヤリハット検出技術開発に取り組んでいく。

参考文献

- [1] 警察庁交通局, “平成22年中の交通事故の発生状況,” 2011.
- [2] 中央交通安全対策会議, “交通安全基本計画 交通事故のない社会を目指して,” 2011.
- [3] 国土交通省, “ヒヤリ事象の活用,” 道路空間の安全性・快適性の向上に関する研究, 国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告, pp.77-100, 2006.
- [4] 上山勝 他, “交通事故自動記録装置 (TAAMS) による交差点改良の評価法について,” 自動車技術会春季大会学術講演会論文集, vol.33, no.2, pp.113-120, 2002.
- [5] 自動車技術会 他, “交通事故ゼロを目指して新たな取り組みへ—ヒヤリハットデータベースの紹介—,” Press Information PR-08020, 2009.
- [6] 生井達朗 他, “突発事象検出システム,” National Tech. Rep., vol.40, no.2, pp.48-54, 1994.
- [7] 国家公安委員会 他, “事業評価書 交通事故自動記録装置の整備,” 2005.
- [8] 坂中靖志, “ITSに関する総務省の取組と海外の動向,” IEEE VTS Japan Chapter, 2010.
- [9] 江村恒一, “路側センシング情報を用いる交通事象検出手法の評価,” 第9回ITSシンポジウム, Proc., pp.114-119, 2010.
- [10] 小沢慎治 他, “ITS分野におけるマシビジョン技術の現状と展望,” 電気学会論文誌, vol.127, no.4, pp.462-465, 2007.
- [11] R. E. Kalman, “A new approach to linear filtering and prediction problems,” Trans. of the ASME Journal of Basic Engineering, vol.82, no.Series D, pp.35-45, 1960.