

# 時空間 MRF モデルを用いた交差点事故回避支援技術

木間 俊宏<sup>†</sup> 藤村 嘉一<sup>‡</sup> 上條 俊介<sup>‡</sup>

東京大学情報理工学系研究科<sup>†</sup> 東京大学生産技術研究所<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

わが国の交通事故死者数[1]は 2006 年には 6,352 人まで減少した。しかし、死傷者数は 110 万 4,551 人と依然として高水準にある。交通死亡事故発生状況を道路形状別にみると、交差点内が最も多く、交差点付近も含めると全体の 45.2%を占め、認知ミスや判断ミスおよび交通ルール違反と分析されており、車両単体での工夫による安全には限界があることを示している。

そこで安全かつ効率的で環境に優しい交通を目指し、ITS(Intelligent Transport System, 高度交通システム)が世界中で取り組まれている。わが国では世界に先立って、2006 年 1 月に内閣府が IT 新改革戦略を発表し、「世界一安全な道路交通社会」を目指し、2012 年の交通事故死者数 5,000 人以下を目標に、官民共同で安全運転支援システムの実用化を目指す活動が本格的に開始された。交通事故の中でも最も事故の多い道路形状が交差点であることは分かっているが、交差点における事故要因について明確に解明されていない。本論文では事故回避支援システムの性能要求を明らかにするために、画像を用いた定量的な分析が重要であると考え、交差点内における交通事故要因の分析、車両の挙動の分析を行う。そして実際に道路にカメラを設置し、時空間 MRF を用いた進入車両の位置検出実験を行う。

## 2. 交差点内事故要因分析

千代田区駿河台下交差点における定点観測を通し、収集した 30 件に及ぶ事故画像を表 1 の 5 通りに分類した。

一般的な交差点における事故回避支援システムを検討するにあたり、この交差点特有の 6 差路に起因する交通事故(側面衝突)と予測することが困難な交通事故(追突, 巻き込み)を分析から除いた。なお、右直事故のうち画像が不鮮明なために正確な座標を測定することが出来なかった 1 件を分析対象から除いた。

表 1. 交通事故種類別件数

	収集事故件数	分析対象件数
右直	10 件(8 件)	9 件(8 件)
側面衝突	6 件(6 件)	0 件(0 件)
追突	8 件(2 件)	0 件
巻き込み	5 件(5 件)	5 件(5 件)
単独転倒	1 件(1 件)	0 件

括弧内の件数は二輪車が関係

## 3. 事故回避支援システムの検討

事故回避支援技術の性能要求を明確にするために、右直事故を防ぐための「直進車両を検知し、右折車両に情報提供する方法」、巻き込み事故を防ぐための「進入車両を検知し、左折車両に情報提供する方法」について検討する。そして、接触 2.0 秒前から接触するまでの 0.1 秒ごとの実空間での座標を求めることでどこにセンサを設置し、どのタイミングで情報提供するかを明確にする。

### 3-1. 右直事故防止のための直進車両検知

右折車両が右折専用車線で停止状態から右折開始までの時間(a), 右折開始から事故までの時間(b), 直進車両の進入速度(x)は表 2 の通りである。右折車両は右折専用車線で停止した後に右折を開始する傾向があることが分かる。右折車両が右折を開始し始めたときに、路側機に直進車両の情報を問い合わせることを考える。右折開始時に直進車両をセンシングし、その情報を提供する通信時間は無視できるほど小さく、車載機側の応答時間は 0.5 秒程度とする。また、ドライバーの反応時間を 2 秒と見積もると、 $b > 0.5 + 2.0$  が成り立てば、右折車両は直進車両が通過する前に右折を中断することができ、事故を防ぐことが出来ると考えられる。右折開始時の直進車両が存在する範囲をセンシングするので範囲は、 $l = bx$  となる。また、事故地点から停止線までは 20m 程度であることより、停止線から 30m から 80m 付近をセンシングし、進入車両を検知したときに、右折車両に情報提供することで事故回避できると考えられる。しかし、小さい交差点では右折開始と同時に対向車線にはみ出す形となり b が限りなく小さくなると考えられることより、全ての交差点で適応す

Collision avoidance technique at intersections with ST-MRF  
<sup>†</sup>Toshihiro Konoma, Graduate school of Information Science and Technology, The University of Tokyo  
<sup>‡</sup>Fujimura Kaichi, Shunsuke Kamijo, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

ることを考えるとセンシング範囲は停止線から80mまでとなる。

表2: 右直事故防止のための情報提供範囲の条件

	停止から右折開始までの時間[s] (a)	右折開始から事故までの時間[s] (b)	直進車両の進入速度 [m/s] (c)	右折2.5秒前の事故地点から直進車両までの距離[m] (1)
case1	11.0	4.0	17.5	70.0
case2	10.0	5.6	12.8	71.7
case3	40.0	6.3	14.3	90.1
case4	4.5	7.3	13.7	100.0
case5	19.0	4.6	16.4	75.4
case6	7.3	7.1	13.2	93.7
case7	14.9	3.7	14.1	52.2
case8	23.0	4.5	21.2	95.4
case9	32.2	6.1	14.1	86.0

### 3-2. 巻込事故防止のための直進車両検知

左折車両の場合、情報提供さえすれば事故を防げることが出来ると考えられる。これは左折開始地点において左折車両は十分に減速しており、左折開始を中断すればよいからである。情報提供は左折開始時より車載機側の応答時間の0.5秒とドライバーの反応時間の2秒の合計2.5秒前に行えばよい。これに該当する範囲は、事故地点から表3の(p)の付近であり、これは交差点の内部と停止線から10mの付近となる。センシングの範囲は、同様に左折開始地点より2.5秒前に直進車両の存在する範囲の $q=(0.5+2.0)p$ となる。停止線までは20mほどなので、停止線から25mの間で行えばよいと考えられる。

### 4. 画像センサによる進入車両位置検出

これまでに著者らが開発してきた時空間 MRF[2]を用いて、進入車両の位置検出実験を行った。測定値のピクセル座標から実座標への変換はカメラの俯角からy座標のみを用いて求めた。乗用車と2輪車の場合のカメラまでの距離[m]と速度[km/h]を真値と比較したグラフを図1に、誤差平均と標準偏差を表4に示す。

### 5. まとめ

本論文では交差点における交通事故回避支援システムのシステム要求を明確にし、それを実現するための進入車両の位置検出の実験を行い、

表3: 巻込事故防止のための情報提供範囲の条件

	事故2.5秒前の事故地点から左折車両までの距離 [m] (p)	直進車両の速度 [m/s] (y)	事故2.5秒前の事故地点から直進車両までの距離 [m] (q)
case10	9.5	17.5	43.8
case11	26.6	14.2	35.5
case12	26.4	10.7	26.8
case13	3.8	9.4	23.5
case14	23.5	9.6	24.0

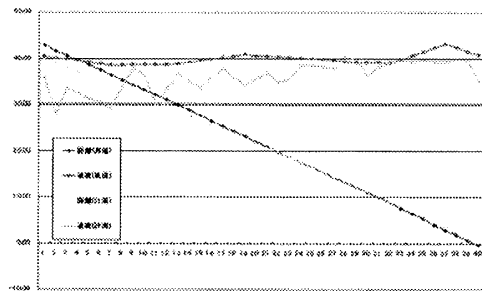


図1(a). 乗用車

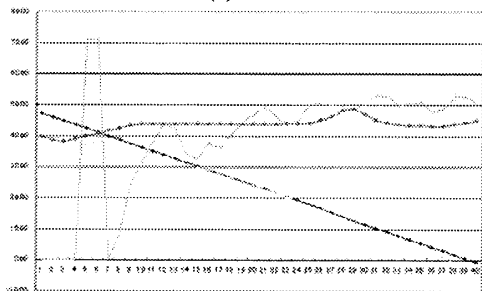


図1(b). 2輪車

表4. 誤差平均の比較

誤差平均[m]	誤差平均[m]	標準偏差[m]
乗用車	0.54	0.38
2輪車	0.86	0.80

精度を確認した。直進車両の位置検出の性能要求は停止線から80mまでをセンシングすることと分かったが、実際に設置したカメラでは10mから60mまでの範囲しかセンシングで出来なかった。2台のカメラを用いた連携方法を検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] 内閣府, "平成19年交通安全白書"
- [2] S. Kamijo, Y. Matsushita, K. Ikeuchi, M. Sakauchi, "Occlusion Robust Vehicle Tracking utilizing Spatio-Temporal Markov Random Field Model", 7th World Congress on ITS, Torino, Nov. 2000.