

# 車載単眼カメラの動画像による衝突危険予測

渡邊 元気<sup>†</sup> 矢崎 俊志<sup>†</sup> 松永 俊雄<sup>†</sup>

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

現在、交通事故死亡者は年々減少傾向にあるが、交通事故発生件数は増え続けており、負傷者の数も増加している。こうした現状を打開するために、衝突の危険を運転者に警告するシステムが開発されている。しかし、それらの多くは高価で、設置に専門業者の手を要する。また、新車の購入時に取り付けるものがほとんどで、中古車向けのものは少ない。この点は、一般に普及させる際の障害となっている。このような背景を踏まえ、本研究では安価で取り付けが容易な衝突危険予測システムについて考える。

## 2. 既存手法とその問題点

衝突危険予測を行うためには、障害物の認識、障害物との車間距離測定、車速測定を行う必要がある。障害物認識と車間距離測定を行う手法として、ミリ波レーダを用いた Adaptive Cruise Control<sup>[1]</sup>、ジャイロセンサおよび車載単眼カメラによる歩行者検出のための背景除去法<sup>[2]</sup>、車載複眼カメラによる平面投影ステレオ法<sup>[3]</sup>などがある。車載単眼カメラによる複比立体判別法<sup>[4]</sup>を用いる方法もあるが、この方法では車間距離を測定することができない。また、中古車向けに、単眼カメラを用いて大型車の運転支援を行う予防安全支援装置 AWS-3000<sup>[5]</sup>がある。

これらの手法は車速を得るためにタイヤ等に車速センサを取り付ける必要があるため、設置に多くのコストがかかる。また、ミリ波レーダはレーダ装置そのものが非常に高価である。赤外線レーザ・レーダは比較的安価だが、赤外線を通さないガラスがあるため、車外への設置が必要となり、防犯や耐環境性の面で問題がある。また、雨や霧の影響で赤外線が乱反射するため計測誤差が増大するなどの欠点もある。一方、カメラを用いた手法は天候や汚れによる誤差を画像処理で補正することができる。しかし、複眼カメラを用いた場合、設置角度や位置が厳密に制限されるため設置が困難となる。

## 3. 提案手法

本研究では、前節で述べた既存手法の問題点を踏まえ、設置の容易性やコストの削減を目的として単眼カメラによる衝突危険予測を行う。

障害物認識の方法としては輪郭抽出を用いる。より正確に輪郭を抽出するために、カメラで撮影した画像をグレースケール化し、Canny 法<sup>[6]</sup>を用いたエッジ抽出を行う。そのうえでハフ変換<sup>[7]</sup>による輪郭抽出を行う。これにより、光の反射の影響を受けずに、異なる形状の様々な障害物を認識することができる。

車間距離と車速を得るにあたり、道路上の白線を利用する。日本の道路上にある白線には実線と破線がある。本研究ではこの白破線に注目する。表 1 に白破線の種類と長さをまとめる。現在、道路交通法で定められている道路上の白破線にはいくつかの種類があるが、本研究では道路中央線と車線境界線に着目する。道路中央線は 2 車線道路（片側 1 車線）に、車線境界線は 4 車線以上の道路（片側 2 車線以上）に使用されている。ただし、どちらもはみ出し禁止区域では実線となる。また、道路中央線の代わりに中央分離帯が用いられる場合もある。本研究では、このような白破線の無い道路は扱わないものとする。

白破線を認識するにあたり、まず、カメラ画像から道路面上の白い四角形を認識する。具体的には、画像を 2 値化することでアスファルトと白線を区別し、さらに、白線の輪郭を直線で近似することで、四角形を認識する。こうして得られた四角形の中で、同一直線状に並んだものを白破線として認識する。このときの画像処理には OpenCV<sup>[8]</sup>を用いる。画像中の白破線数とその位置により、認識した白破線が表 1 に示すどの破線種に該当するのかを特定することができるので、白線長と白線間隔長が求まる。これにより、認識した白破線の白線数から障害物までの車間距離が、1 本の白線を通過する時間から車速を求めることができる。

この手法を用いた衝突危険予測システムの処理フローを図 1 に示す。障害物の認識および車間距離と車速を求める流れは上述の通りである。求めた車速から停止距離を算出し、その時の車間距離によっ

表 1: 道路上における白破線の種類

破線種	道路区分	白線長	白線間隔長
道路中央線	一般道路(2車線)	5m	5m
	一般道路(4車線以上)	実線または中央分離帯	
	高速道路	5m	5m
車線境界線	一般道路(2車線)	存在しない	
	一般道路(4車線以上)	6m	9m
	高速道路	8m	12m

Collision Prediction by Using a Video Image of a Single Camera in a Car

<sup>†</sup>Genki Watanabe, Syunji Yazaki and Toshio Mathunaga, Tokyo University of Technology, School of Computer Science.

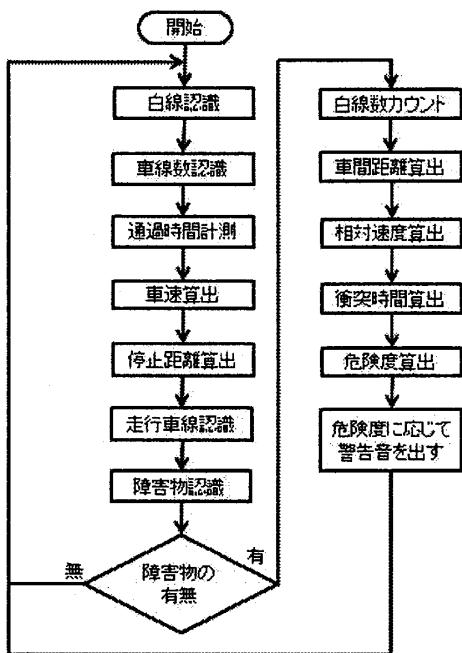


図 1：処理フロー

表 2：白線認識率と車速計測誤差

時間帯	白線認識率	車速計測誤差
日中	80.3%	11.5%
夜間	19.4%	19.3%

て危険度を低，中，高の3段階で判定し，それに合った異なる警告音を発する。

#### 4. 評価

本システムを搭載した車で，晴れた日の日中と夜間に片側2車線道路を走行し，白線認識率および車のスピードメータと計測した車速の誤差を記録した。この時，本システムの処理装置としてCPUが1.06GHz，メモリが512MB，OSとしてWindowsXPを搭載したSony製VGN-UX50を用いた。また，カメラとして130万画素のELECOM製UCAM-E130Hを用いた。結果を表2に示す。表から，日中の白線認識率は80.3%と高く，車速の計測誤差も11.5%と道路交通法で定める許容誤差範囲である-10%~+15%の範囲内に収まっていることがわかる。しかし，夜間は白線認識率が19.4%と低く，車速計測誤差も19.3%となり許容誤差範囲を超えている。これは路面が暗く，白線とアスファルトの色差がほとんどないため，白線認識が正確に行われなかったためである。

次に，本システムで危険度を求めた様子を図2に示す。図から障害物の位置が太い横線で示されることがわかる。また，図3に危険度出力部分を拡大したものを示す。図に示すように，停止距離と車間距離から危険度が算出されていることが分かる。警告音もこれに合わせて発せられることを確認した。

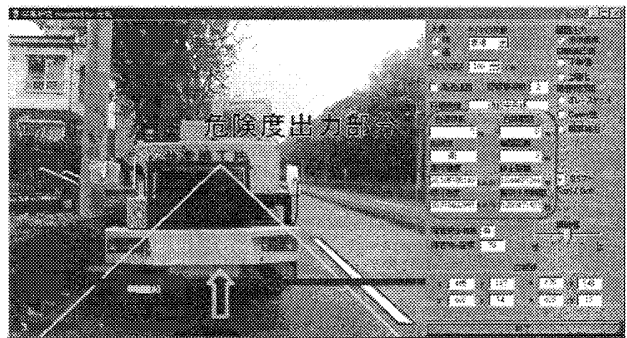


図 2：実行画面

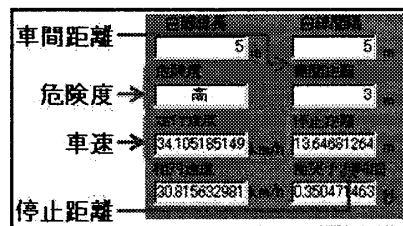


図 3：危険度出力部分

#### 5. まとめと今後の課題

本論文では，安価で設置が容易な衝突危険予測システムの実現を目的として，車載単眼カメラを用いた実装を行った。その結果，日中は80.3%と良い精度で白破線を認識することができた。また，認識した白線に基づいて求めた車速と車間距離を用いて，危険度を正しく警告することができるシステムを実現することができた。一方，夜間の白線認識率は19.4%と低かった。これは光量不足から白線とアスファルトの色差がほとんど出なかったため，画像の2値化が正確に行われなかったためである。これを改善するためには，2値化の閾値を路面状況に合わせて適切なものに変動させれば良いと考える。今後は，破線が無い道路にも対応できるように，白破線以外の物体を利用して車速と車間距離を求める手法を検討する予定である。

#### 参考文献

- [1]. 榎本 彦彦, "自動車における安全技術の現状と将来," デンソーテクニカルレビュー, Vol. 12, No. 1, 2007.
- [2]. 望月 大介, 橋山 智訓, 大熊 繁, 矢野 良和, "車載カメラによる歩行者検出のための背景除去及びアクティブ探索を用いたテンプレートマッチングの高速化," 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J87-D-II, No. 5, pp. 1094-1103, 2004.
- [3]. 窪田 進, 岡本 恭一, 仲野 剛, "車載ステレオ障害物検出システムのための実時間処理可能な全体最適化アルゴリズム," 画像の理解・認識シンポジウム, MIRU2006, S3B-1, 2006.
- [4]. 岡田 隆三, 谷口 恭弘, 小野 口一則, 古川 賢司, "複比と消失点に基づく車載単眼障害物検出," 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J87-D-II, No. 12, pp. 2165-2175, 2004.
- [5]. 矢崎総業株式会社, "予防安全支援装置 AWS-3000," <http://yazaki-group.com/>
- [6]. J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-9, No. 6, pp. 679-698, 1986.
- [7]. Ballard H. Dana, "Generalizing the Hough Transform to Detect," Pattern Recognition, Vol. 13, No. 2, pp. 111-122, 1918.
- [8]. OpenCV, <http://opencv.jp/>