

# 車載ステレオカメラによる周囲車両の検出と距離の獲得

西山 大介<sup>†</sup> 稲熊 孝直\* 中谷 広正<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究科 \* 静岡大学大学院理工学研究科 <sup>‡</sup> 静岡大学情報学部

## 1. はじめに

自動車の事故の原因として運転者による確認の怠りや、長時間運転による注意力の散漫などが多いため、ドライバーの運転支援を行うシステムへの要求は高まっている。本稿では、車載ステレオカメラから撮られる道路情景画像を使用して、追い越し車線上にある車の検出を行い、自車両からの距離を求める手法を提案する。

## 2. 車両の検出

### 2.1 本手法の概要

従来の車両検出を行う研究には、オプティカルフローによって検出する方法が提案されている[1][2]。これらの手法は、高精度での検出が可能な反面、計算量が多く自車両と検出対象車両の速度が等しい場合検出が難しい。また従来の手法は単眼カメラを用いたものが多い[3]が、その場合そこに何かがあるということは認識できるがその物体の輪郭や形状まで推し量ることは困難である。本手法ではステレオカメラを用いて検出した車両の3次元位置と形状を求めるという手法を提案する。

### 2.2 追い越し車線領域の検出

車両検出の前段階として、撮影した画像から追い越し車線領域を認識するために、追い越し車線の左右の白線を検出する。白線の認識は、まず入力画像に対してソーベルフィルタを用いてエッジ抽出を行い、エッジの強い部分をHough空間に投票していき、投票数が上位のものを白線の候補とする。しかし背景や車のエッジが多く検出された場合や白線が薄れている、オクルージョンがあるなどの要因によって最上位の直線が白線である可能性は高くない。そこで画像中に白線が写りこむ角度が限定されることを利用して、エッジの角度が閾値外のもの投票しないことで白線以外のエッジの影響を抑える。また過去フレームで認識した両白線の交点

から次フレームの白線領域の角度を限定することによって、白線に多くのエッジがでない場合の検出の精度を高める。白線は輝度値が高いため、白線候補の直線状にあるエッジ点の座標の原画像の輝度値の平均値を求め、画面右側（自車両に近い方）で得られた白線候補に重みを置いて白線候補を選定する。得られた追い越し車線領域を図1に示す。



図1：追い越し車両領域検出画像

### 2.3 車両領域の特定

強い水平エッジが車両領域に多く含まれることを利用して車両を特定する。追い越し車線領域内で水平エッジを検出し、連結成分を車両候補とする。建物の影などが車に掛かっている場合連結エッジが分断されてしまう。よって y 座標が近い、ある程度の長さを持った車両候補の連結水平エッジ成分を一まとめにして間を補間した。そうして求めた連結エッジには、建物や隣接車線の車の影、路面上の標識なども含まれる。そこで車に水平エッジとライトやナンバープレートなどの特徴点が多く含まれることを利用して、車両であるかどうかを判定する。具体的には、得られた連結成分を車両の横幅として車両の縦幅を求め、車両の前面モデルを求める。そのモデル内において Moravec オペレーター[4]を用いて車両の前面のライトやナンバープレートなどのコーナーの特徴点を検出する。この特徴点と水平エッジの両方が閾値以上含まれていた場合に、その領域を車両であると認識した。

Detection of Vehicles and Calculation of Distance Using Stereo Camera Sequence.

<sup>†</sup> Daisuke Nishiyama, \* Takanao Inaguma

<sup>‡</sup> Hiromasa Nakatani  
Shizuoka University

画像に写る車両が小さくなると特徴点の検出量が少なくなるため、水平エッジの方に重みをおいた。また、求めた連結水平エッジの傾きが大きい場合、検出したい車両の影のエッジが検出されている可能性がある。その場合は連結成分の根元を車両領域候補の先頭として、そこからモデルを形成した。次にタイヤなど車の側面に含まれる特徴点を計測して奥行きを長さを図ることで車両領域の奥行きモデル形成した(図2)。モデル内の特徴点を図3に示す。



図2：車両領域モデル

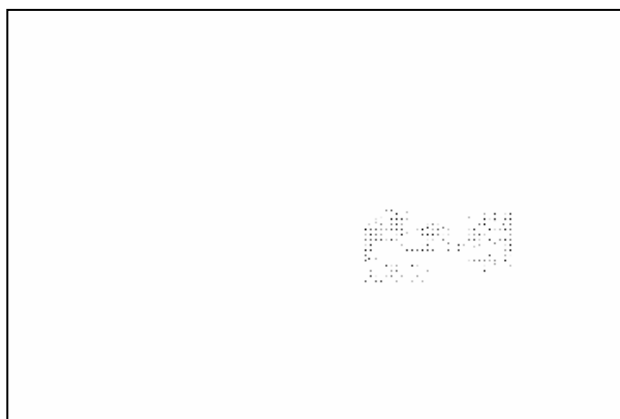


図3：モデル内の特徴点抽出画像

### 3. 3次元距離の獲得

#### 3.1 キャリブレーション

距離獲得のためにカメラパラメータを求めるためのキャリブレーションを行う。あらかじめ距離を測定した空間を車載ステレオカメラで撮影し、その画像中の特徴的な12個の基準点を選択する。その際、基準点の実空間上の  $x$ ,  $y$ ,  $z$  座標がそれぞれ重ならないように基準点を分布させ、奥行きは最大60mまでの点を選択した。

左右の画像における基準点の座標  $X Y$  と実空間上における3次元座標  $x, y, z$  から12個の未知数を持つパラメータの式24本を作成し、最小二乗法によって12個のパラメータを一意に求めた。

#### 3.2 検出車両の3次元距離算出

Moravec オペレータによって得られた車両の特徴点に対応する点をテンプレートマッチングによって右画像から探索する。それらの座標と求めたカメラパラメータから車両の3次元距離を算出した。白線の誤検出によって対抗車線の車を検出する恐れがあるため、得られた特徴点の3次元距離の中で自車両から横方向に5m以上離れていた場合は追い越し車線の更に奥の車線上にある物体と判断する。

#### 3.3 相対速度の測定

自車両と検出車両の相対速度を求める。相対速度  $V$  は、フレーム  $n$  と  $n+1$  における車間距離をそれぞれ  $d_n$ ,  $d_{n+1}$ 、フレーム間の時間を  $t$  とすると次の式で求められる。

$$V = \frac{d_{n+1} - d_n}{t} \quad (1)$$

### 4. おわりに

車載ステレオカメラによって自車両の周囲の中でも特に、後側方の車両を検出しその3次元距離を測定する手法を提案した。本手法によって、追い越し車線上にある車両領域とその3次元距離を得られることを確認した。今後の課題として、様々な環境において手法の有効性を確認することや、取得した情報をドライバーズサポートに利用することが挙げられる。

### 参考文献

- [1]加藤, 中森, 石川, 中島: “エネルギー汎関数の最小化による対応点検索法を用いた車両前方監視”, 第7回画像センシングシンポジウム, pp. 239-244 (2001)
- [2]二宮: オプティカルフローによる移動物体の検知, 信学技報 PRUM97-28, pp. 25-31 (1997)
- [3]岡田, 小野口: “低速車間制御のための単眼画像処理システム”, 信学技報, pp. 69-74 (2002)
- [4]C. Harris and M. Stephens: “A Combined Corner and Edge Detector”, Plessey Research Roke Manor, pp. 147-151 (1988)