

角度と複比を用いた複数車線検出に関する一検討

A Study of Multi-Lane Detection using Cross Ratio and Angle

谷 誠一¹
Seiichi TANI

河村 圭¹
Kei KAWAMURA

渡辺 裕¹
Hiroshi WATANABE

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科¹

Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, WASEDA Univ.

1 はじめに

車の安全運転支援システムにおいて、車の前方を撮影した車載カメラ画像から車線を検出する研究が盛んに行われている [1, 2]. 画像上の車線検出は、車両の位置や道路状況を推定するための基本的な処理として重要である. 我々は、複数車線の検出手法 [3] を提案したが、検出結果の評価方法が課題の一つであった. 車線検出結果は主に主観の評価により評価されるものが多く、客観の評価においても、独自の方法で誤検出の確率を測定するにとどまっていた. そこで、本稿ではハフ変換の直線群の角度を用いた車線検出のロバスト化を試み、検出結果を定量的に評価する.

2 複比を用いた複数車線検出

2.1 車線ごとの複比の処理

3 車線の場合における検出の流れを説明する. 走行車線, 左右の車線の順で複比 σ_{peak} , $\sigma_{peak}R_1$, $\sigma_{peak}L_1$ を計算し、各々の車線に対して、次式の拘束条件を用いる.

$$e_{cr} = \left(\frac{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3] - 1.0}{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3]} - \sigma_{peak} \right) \quad (1)$$

$$e_{cr}R_1 = \left(\frac{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3] - 1.0}{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3]} - \sigma_{peak}R_1 \right) \quad (2)$$

$$e_{cr}L_1 = \left(\frac{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3] - 1.0}{[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3]} - \sigma_{peak}L_1 \right) \quad (3)$$

これにより、走行車線と左右の車線に対して式 (1), (2), (3) が適用される. そのため、複比と残差が車線に応じた値に固定され、拘束条件での検出が可能になる.

2.2 角度を用いた複数車線検出

ハフ変換により検出された直線群に対してフィッティングを行う際に、直線群に対して角度の制限を用いることで車線毎に複比の計算値を当てはめることができるようになる.

まず、検出された4本の直線に対し角度を調べ、最小・最大の角度を得る. その角度を用いて直線群を制限する. 隣の車線を検出することにより直線の角度の最大・最小を調べ、更新することでハフ変換による直線群を限定できる. そのため、他の車線部分の誤検出防止に有効である. 他にも直線群の探索本数を減らすことができるため、処理速度の向上にもつながるといえるメリットがある.

3 評価方法

今回、我々は3Dソフトウェアを用いて仮想の道路面を作成し、ある位置から道路を撮影した仮想道路モデル画像を用いて実験を行った.

仮想モデル画像に対して、レベルの異なるガウス雑音を付加させ、複数車線検出を行う. ある画像中のある範囲を走査し、正解画像の白線部分の合計画素と2本からなる検出線の幅の合計画素を求める. それらの画素の差と検出線の幅の合計画素との割合を求め、これを評価する. このずれを適合率と呼ぶことにする.

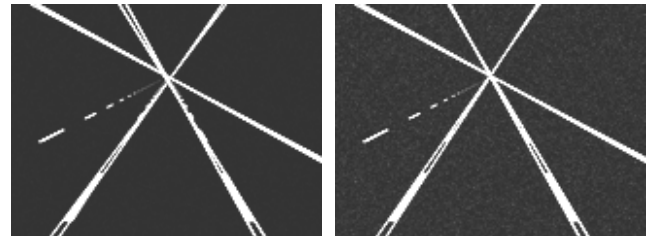


図1 雑音付加画像 38 dB 図2 雑音付加画像 22 dB

表1 車線検出結果の車線適合率

	PSNR(dB)	適合率 (%)
画像1	38	92
画像2	28	86
画像3	25	85
画像4	22	84

また、遠方の白線に対するずれの評価はあまり有効ではないため、ずれを走査する範囲は、撮影位置から距離の近い部分(画像の下部分)と消失点との間で適宜変化させる必要がある.

4 実験・評価

提案した評価手法を数種類の仮想モデル画像に適用し、評価実験を行った. サイズは640 x 480である. 今回は簡単のため走行車線と右隣の車線の2車線を検出し、適合率を評価した.

図1,2ともに意図した白線を検出できていることが確認できる. これらの画像に対して定量的評価を行ったものを表1に示す.

表1より、雑音の強度を高めても高い適合率を維持していることがわかる. 雑音の強度が高くなるにつれて画面上に現れるエッジは多くなるが、ハフ変換の直前までの処理が隣車線候補のエッジを制限できているため、ずれを小さくすることができている.

5 まとめ

本稿では、ハフ直線の角度の制限を用いることでよりロバストな複数車線検出が可能であることを確認した. 仮想車線モデルを用いて複数車線検出の検出結果に対する評価について検討し、そして、実験により検出結果の精度を確認した.

参考文献

- [1] 数井, 長谷山, 北島, “複比を用いた自動走行システムのための消失点推定,” 信学論 (D-II), vol. J84-D-II, no. 7, pp. 1319-1327, Jul. 2001.
- [2] 安達, 鍋島, 栗田, “車の姿勢を考慮したハフ変換による車線検出,” 信学技報, vol. 105, no. 615, pp. 103-107, PRMU2005-219, Feb. 2006.
- [3] 谷, 河村, 渡辺, “複比を用いた複数車線検出に関する検討,” 情報科学技術フォーラム, H-040, Sep. 2008.