

H-040

複比を用いた複数車線検出に関する検討 A study on Multilane Detection using Cross Ratio

谷 誠一 河村 圭 渡辺 裕
Seichi TANI Kei KAWAMURA Hiroshi WATANABE

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 [1-4]。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。車線検出は、画像から得られたエッジ点やレーンマーキングに当てはめることにより行われる。多くの場合、車の前後の近い領域では車線境界の形状は直線とみなせる [2]。そのため、ハフ変換を基本とした直線群をフィットさせることが有効である。さまざまな走行環境に対応するために複数車線の検出は必要である。また、車両の車線変更による危険察知や走行領域検知にも利点があるため、複数車線を検出できることは重要である。

本稿では投影に対して不変である複比を用いて、画像内の複数車線検出をする手法を提案する。

2 従来手法

2.1 従来手法の問題点

近年の車両走行環境認識技術では、手法・アルゴリズムの安定化や車載用ハードウェアの高性能化に伴い、より複雑な走行環境である市街地の一般道路の環境認識をターゲットとした手法が多くなっている。こうした環境の中では他車両によるレーンマーキングの隠れなどにより十分に検出できないことや、交差点や横断歩道の強いエッジに対する誤認識などの問題がある。

その問題に対し、数井ら [1] は、複比を用いて検出した境界線候補のエッジとエッジの方向を併用することでレーンマーキングとなるエッジを絞る。そして、エッジ画像をもとに、ハフ変換を用いて消失点と道路境界を形成する直線群を推定する手法を提案した。

直線を選択する際は、ハフ空間上の4点を選択し、正弦曲線への当てはめ残差と、直線群の複比とエッジ画像から求めた複比の2乗誤差とを最小化するという拘束条件を用いる。しかし、道路境界を求める際、複数車線に対する検討が不十分である。

また、複比の性質により、3次元空間から2次元画像に

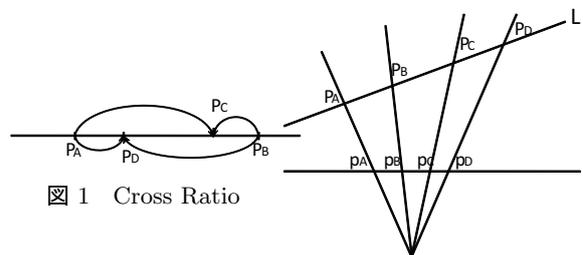


図1 Cross Ratio

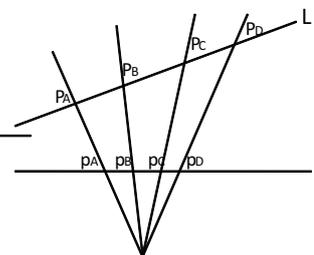


図2 Invariance in projection

射影した場合には走行車線、隣車線にかかわらず複比は等しい。そのため、複数車線に複比を適用することは可能である。しかし、実際に撮影するカメラ事態にレンズ歪みがあるため、部分的に複比の性質が当てはまらないことがある。数井らは処理速度を高めるためレーンマーキングの幅を等しいと仮定したが、仮定により部分的に複比の値にばらつきができることが問題である。

2.2 複比

複比は透視投影に関して不変である性質を持つ [5]。図1のように直線上の4点 P_A, P_B, P_C, P_D の複比は (1) 式のようにあらわされる。

$$[P_A P_B; P_C P_D] = \frac{P_A P_C}{P_B P_C} / \frac{P_A P_D}{P_B P_D} \quad (1)$$

また、図2のように、直線 L 上の4点の像をそれぞれ p_A, p_B, p_C, p_D とすると (2) 式の関係がある。

$$[p_A p_B; p_C p_D] = [P_A P_B; P_C P_D] \quad (2)$$

道路構造令に基づいたレーンマーキングの幅や車線幅の実寸値に対し、複比の原理を用いることで、複比の取りうる一定の範囲を設定することができる [1]。

3 提案手法

3.1 複比の画像歪みへの耐性

本章では複比により境界線候補のエッジを抽出し、ハフ変換を用いて車線を検出する手法について説明する。カメラレンズの歪みに対して、画像の歪み補正を施すことで、ある程度複比の性質を保持できるが、歪み補正には適切なパラメータの設定が難しいという問題がある。また、隣車線のレーンマーキングは画像の端に現れるこ

[†]早稲田大学大学院 国際情報研究科,
Graduate School of Global Information and Telecommunication
Studies, Waseda university.

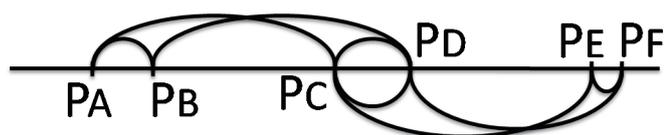


図3 Two types of Cross Ratio

とが多いため、わずかな変化が未検出につながる。レーンマーキングの幅を等しいと仮定した場合と通常の方法で複比を計算した場合の数値を比較したところ、仮定のある条件での数値はばらつきが見られ、一部では範囲外の数値のものもあったのに対し、通常の方法では数値のばらつきが抑えられ、範囲内に収まった。そのため、本稿では、仮定を用いずに複比計算を行うことで、車線の候補となるエッジの検出精度を高めた。

3.2 複数直線検出

複数車線を検出するにあたり、走行車線と隣車線の各々の複比の値を得ることにより異なる車線の検出をする手法を提案する。

図3のように一直線上の6点 $P_A, P_B, P_C, P_D, P_E, P_F$ に対して先に4点 P_A, P_B, P_C, P_D の複比を求め、レーンマーキングの範囲内であれば4点 P_C, P_D, P_E, P_F の複比を求める。これを繰り返すことにより2種類の複比の値を得る。次に、従来手法と同じく、エッジの方向と消失点のを利用して境界線候補のエッジを絞り込む。そして、ハフ変換により車線の候補となる直線群を抽出し、フィッティングさせる。その際、複数車線検出のために2種類のパラメータを用いての直線検出を行う。また、直線に角度条件を持たせることで候補となる直線群を減らすことができる。

4 実験・考察

画像は市街地の直線路を走行する車に載せたカメラから前方を撮影したものをを用いた。また、実験に用いた数種類の画像から一例を用いて、図4に複比から抽出した境界線候補のエッジ画像を示す。

車線の検出を行った実験結果画像を図5に示す。走行車線と隣車線を6本の直線により、検出できていることがわかる。

隣車線が検出できていることに対し、2種類の複比を求めたことが隣車線の検出に効果的に働いているためと考えられる。



図4 Extracted edges

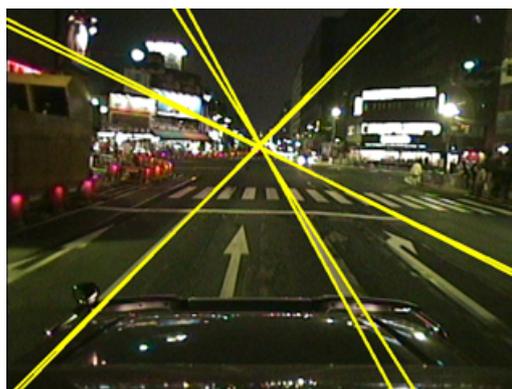


図5 Experimental result

5 まとめ

本稿では車載カメラで前方を撮影した画像から複数車線を検出するため、複比を適用する手法を提案した。そして、実験により、複比が複数車線検出に適用可能であることを確認した。

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, pp103–107, PRMU2005-219, Feb. 2006.
- [3] D. Schreiber, B. Alefs, M. Clabian, “Single camera lane detection and tracking,” Proc. 2005. IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp.1114–1119, 2005.
- [4] 高橋, 二宮, “走行レーン認識におけるロバストなレーンマーキング候補選択の一手法,” 信学論 (D-II), vol.J81-D-II, no.8, pp.1904–1911, Aug. 1998.
- [5] 金谷, 形状CADと図形の数学, 共立出版, 1998.