

自動車カメラ動画像に対する白線認識システムの開発

上林 学[†] 真鍋 真[†] 大西 陽介[†] 田岡 武司[†] 福井 正博[‡]

[†]立命館大学大学院理工学研究科 [‡]立命館大学理工学部

〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1

1. はじめに

近年、カメラ画像を用いた安全走行システム構築への期待が高まっている[1-2]。我々は、すでに文献[3]にて、カーブ路に対しても高精度で道路白線を認識する手法を提案した。本文では、さらに以下の点を改良したので報告する。

(1) 近領域、遠領域分割手法の高精度化、(2) 遠距離画像に対するエッジ検出の高精度化。

2. 白線検出法

本手法の処理フローを図1に示す。画像データはグレースケールを使用するものとする。

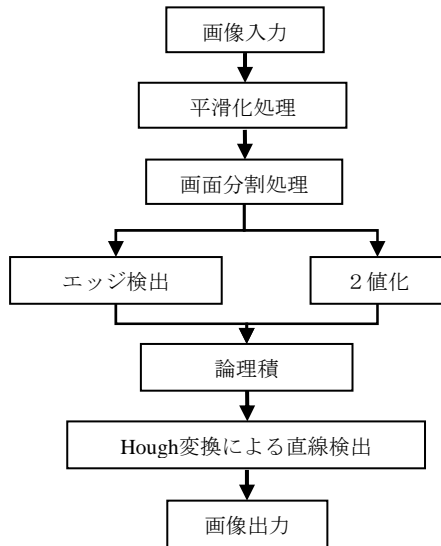


図1 処理フロー

2.1 平滑化処理

道路上の白線検出には関係のないエッジの除去のため、平滑化フィルタを使用し画像にぼかし処理を加える。

2.2 画面分割

カーブ路の白線を高精度に認識することは一般的に困難であるが、著者らはカーブ路に対する高精度認識手法を提案した[3]。以下に述べる手法はこれをさらに高精度化するものである。カーブ路画像においては、近領域画像では

ほぼ直線であるとみなすことができ、遠領域画像では曲率の急激な変化が見られる。この特性から、画像を遠近2領域に分割し、近領域と遠領域にそれぞれ異なったエッジ検出処理を行う。



図2 画面の分割

本手法で用いた境界線の決定手法を図3に示す。FOE (Focus of Expansion) を起点とした白線探索領域を設定し、領域内の白線成分を最下部からFOEに向かって水平方向に探索を行う。白線成分の存在しない区間が一定量を越えた時、曲線路であるとみなし、その区間の始点のy座標を境界線とする。

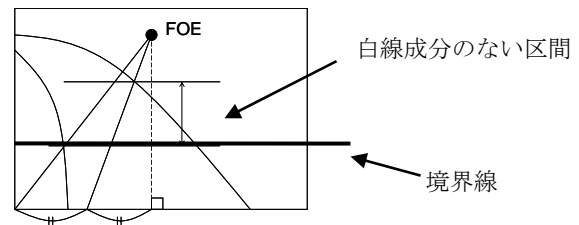


図3 分割手法

2.3 白線成分の抽出

従来の処理[3]では背景ノイズの除去が不完全であるため、誤検知の原因となっていた。本手法では、エッジ検出した画像と2値化した画像に論理積処理することでノイズを低減し、白線成分抽出の精度を向上する。

A) 2値化

閾値を設定し、閾値を超えた画素を白、閾値を超えない画素を黒としてやることで白黒2値画像を得る。背景のような白線以外の不要な情報の除去、データサイズの縮小が見込める。

B) エッジ検出

画像内のエッジを検出するため、微分フィルタを使用した。微分フィルタは画像内の画素が急激に変化する場所を検出できる。本手法では、近領域、遠領域で別々のフィルタを用いることで処理の精度向上を図る。

A New Lane Recognition Algorithm for Automotive Camera Images
 Manabu Kanbayashi, Makoto Manabe, Yosuke Ohnishi, Takeshi Taoka, Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University.
 Masahiro Fukui, Dept. VLSI System Design, Ritsumeikan University.

近領域では画面上の白線は、ほぼ直線とみなせるため横微分フィルタを用いる。曲線路においては、遠領域では横方向に白線が現れるため縦微分フィルタを用いる。（注：直線路の場合は、前述の画面分割の処理で、画面が分割されないため、遠領域は存在しない）図4に横微分フィルタと縦微分フィルタを記す。

0	0	0
-1	0	1
0	0	0

0	-1	0
0	0	0
0	1	0

(a) 横微分フィルタ (b) 縦微分フィルタ

図4 微分フィルタ

2.4 Hough 変換による直線検出

Hough 変換[5]は特徴抽出法の一つである。2値化画像に対して、 $\theta - \rho$ Hough 変換を用いて直線成分を抽出する。 $\theta - \rho$ Hough 変換は式(1)により極座標に変換する。

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (1)$$

画像内の各エッジ点 (x, y) は式(1)を用いて $\theta - \rho$ 平面上の曲線に変換される。範囲内の全てのエッジ点に適用するとその数だけ曲線が描ける。 $\rho - \theta$ 平面で最も多くの曲線が交差する点 (ρ, θ) を式(1)に代入すると $x-y$ 平面上での最も白線に近い直線が得られる。

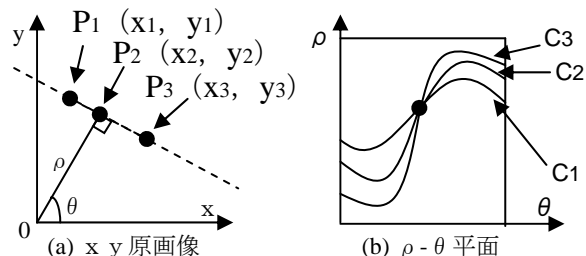


図5 $\theta - \rho$ Hough 変換

3. 実験結果

2章で述べたように、本手法は[3]に比較して、領域分割の高精度化および、曲線路の近領域に横微分フィルタを、遠領域に縦微分フィルタをかけることでエッジ検出の高精度化を狙っている。図6にその比較結果を示す。この結果から本手法では従来手法に比べて遠領域における白線成分抽出の精度が向上していることが確認できる。



(a) 従来例[3] (b) 本手法

図6 エッジ検出と2値化の画像の合成例

複数の画像に対する実験により、白線抽出確率も向上した。白線認識処理を施した例を図7に示す。



(a) 原画像



(b) 処理結果

図7 白線認識適用例

4. まとめと今後の課題

白線認識の高精度化手法について述べた。近領域、遠領域の分割精度の向上と、それぞれで別のエッジ検出フィルタを用いることで精度の向上を得た。

しかしながら、全体をソフトウェアで処理しているため処理速度の遅さが問題である。これを解決する方法としてアルゴリズム改良と処理のハード化の両面から検討していく。

参考文献

- [1] J. Miura, et al, "Toward vision-based intelligent navigator: its concept and prototype," *IEEE Trans. on Intelligent transportation sys.*, Vol. 3, No.2, pp.136-146, June 2002.
- [2] T. Bucher, et al, "Image processing and behavior planning for intelligent vehicles," *IEEE Trans. on Ind. Elec.*, Vol.50, No.1 pp.62-75, Feb. 2003.
- [3] 田岡武司, 真鍋真, 上林学, 大西陽介, 福井正博, "自動車用白線認識アルゴリズムの一実現," 情報研報, 2006-SLDM-126, pp.63-68 (2006.10).
- [4] 酒井幸市, "デジタル画像処理入門" pp.50-56, pp.63-P73.
- [5] 安居院猛, 長尾智晴, "C 言語による画像処理入門" pp.64-71 (2000)