

多重情報地図を用いた走行路検出手法の研究

片野 佑相[†] 小野口 一則[†]

弘前大学大学院理工学研究科[†]

1. はじめに

近年, ITS(Intelligent Transportation Systems: 高度道路交通システム) 技術を活用し, 自動車を安全で環境に優しく走行させることを目的とした様々な研究が行われている. NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)は 2008 年より 5 年計画の「エネルギー ITS 推進」プロジェクトにて, 新・国家エネルギー戦略の一環として地球環境に優しい新しいクルマ社会の構築を目指している. これは ITS により, クルマの走行方法を改善, 走行量を削減し, 無駄な燃料消費を軽減することでエネルギー・環境対策へつなげていくというものである. 「エネルギー ITS 推進」プロジェクトでは, クルマを隊列走行, 自律走行させることで空気抵抗を削減し, 安全で燃料消費を抑えた運転を目指している. 隊列走行, 自律走行に必要な走行路の認識技術は, 道路上の白線の検出が不可欠であるが, 従来の白線検出では条件にあった路面上の模様を強引に白線として検出するため, 路面パターンや左右の分岐点に対処することが難しく, 誤検出が多発するという問題点があった.

本文では白線の種類など各種道路情報を付加した多重情報地図を用い, これらの問題点を解決する手法を述べる. 実験車両, カメラ位置を Fig. 1 に示す.

2. 白線検出

2.1 白線認識装置

コアプロセッサに Visconti[3]を用い, NTSC 入出力, RS-232C を搭載したハードウェア(Fig. 2)上に白線検出用ソフトウェアを実装した.

2.2 白線検出手法

カメラ画像列に対し, 逆投影変換[2]を行うことで, Fig. 3 に示す上方より見下ろしたような画像に変換する. 変換して得られた画像に対し, 3×3 の Sobel フィルタのうち垂直方向のみを適用し, 垂直エッジを検出する. 次にエッジ画像を平滑化し, ピーク点を抽出する. ピーク点のペアは白線の幅と対応しているため, 閾値を用いて白線と思われる



Fig. 1 Camera position.

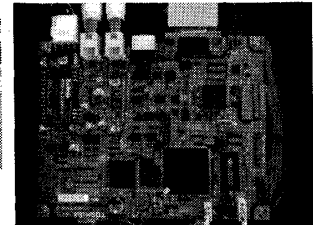


Fig. 2 Device for white lane detection

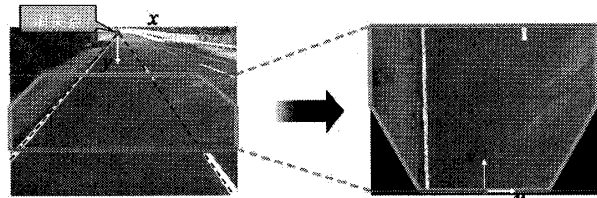


Fig. 3 Inverse perspective projection

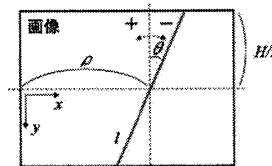


Fig. 4 Hough space

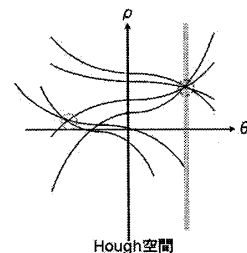


Fig. 5 Peak points in Hough space

るペアを抽出し, 中心を特徴点とする.

得られた特徴点を, Fig. 4 に示す Hough 空間へ投票し, ピーク点から直線を検出する. 高さが $1/2$ の位置を x 軸, 左端を y 軸とし, 直線 l において $y=0$ の時の x を ρ , x 軸との間で反時計回り方向に成す角を θ とする. (1)式を用いて Hough 空間に投票した中で, 最大の投票を得たものが左右の直線候補となる[1].

$$\rho = x + y \cdot \tan \theta \quad (1)$$

2.3 従来手法の問題点

2.2 章で示した手法により白線を検出した場合, ノイズの少ない領域においては良好に白線を検出することができるが, 分岐点のように白線が存在

Lane detection using multiple road information.

[†]Yusuke Katano, Kazunori Onoguchi

Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University

しない領域や、二重線が存在する領域において走行領域を誤推定する可能性がある。このような問題を解決するため、多重情報地図を用いた走行路推定手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 多重情報地図

多重情報地図とは、地図情報の他に、道路環境の情報を持つデータベースである。本研究では、カーナビゲーションシステムより得られる情報を想定し、多重情報地図を作成するツールを作成した。今回実験に用いた多重情報地図は、この作成ツールを用いて手動にて作成したものである。なお、本手法で用いた多重情報地図は、左右白線の存在、種類、色情報、線幅などから構成される区画線情報や、停止線、道路端境界、構造物、路面標識などの情報で構成される。

3.2 多重情報地図を用いた白線検出

白線が引かれていない道路において白線検出により走行路を推定することは不可能であり、白線検出を行わない方が誤検出を軽減できると考えられる。また、ゼブラ領域においては、Fig. 5 の円で示すように複数の直線候補が見つかる。ゼブラ領域が片側のみである場合、白線は左右平行であるという仮定を適用することで、ゼブラ領域でのハフ変換における θ の値を、ゼブラではない領域でのハフ変換により得られた θ の値にて拘束することができる。白線が薄い場合や太い場合、特徴点を抽出する際に用いる閾値を最適化する。このように、多重情報地図を用いることで、道路環境に応じて白線検出の手法やパラメータを切り替え、誤検出を抑えることが可能となる。

4. 実験結果

白線認識装置を用い、実験車両より得られた画像列に対し、多重情報地図を適用しない場合と、適用した場合の実験結果を示す。カメラは Point Grey Research 社製 Flea2 を、320×240 画素、30fps に設定して撮影した。

撮影した画像列に対し、多重情報地図作成ツールにて道路情報を入力した後、画像列と同期させて出力し、白線認識装置により白線の検出を行った。Fig. 6 は白線の存在しない領域の直後であり、Fig. 7 は右側の線種がゼブラの領域の場合である。それぞれ(a) は入力画像、(b) は多重情報地図を適用しない場合、(c) は適用した場合の検出結果である。白線の存在しない領域の直後において、多重情報地図を適用しない場合は誤検出により、大きく走行路推定を誤っているのに対し、多重情報地図を適用した場合、正しく走行路を推定できていることがわかる。同様に、ゼブラ領域において多

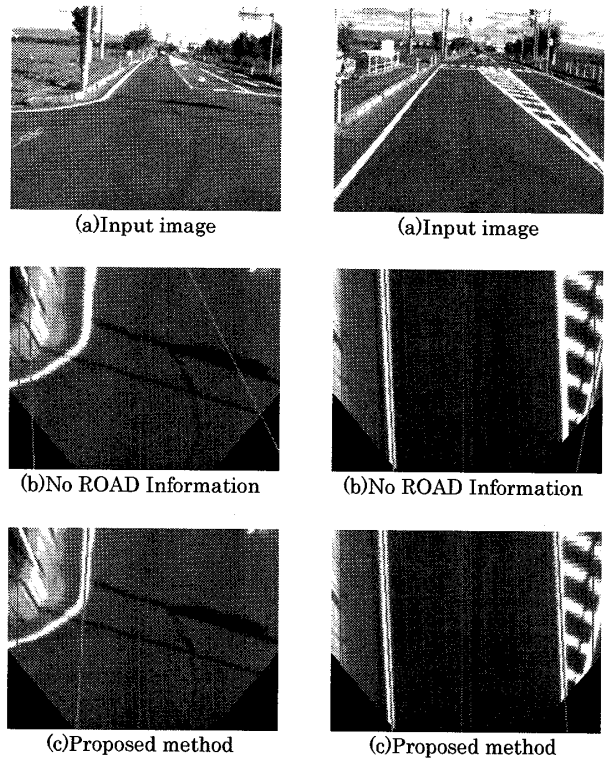


Fig. 6 Intersection

Fig. 7 Zebra

重情報地図を適用した場合には、左側の白線に右側の白線の角度が拘束され、正しい走行路推定が行われているとわかる。

5. 今後の課題

多重情報地図を用いた白線検出の有効性を示した。今後の課題としては、さらに複雑な状況においても走行路を正しく推定できるようなアルゴリズムの開発、実装がある。

本成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業「エネルギー ITS 推進事業／協調走行 (自動運転) に向けた研究開発」の結果得られたものである。

参考文献

- [1] 葛西達哉, 小野口一則, 森田康裕, "隊列走行のための車線検出アルゴリズムの開発" 自動車技術会, Oct, 2009.
- [2] 中山啓満, 窪田進, 谷口恭弘, 小野口一則, "逆投影画像上での候補追跡処理による白線検出," PRMU 研究報告, pp15-22, Sep, 2001.
- [3] <http://cellusersgroup.com/application/automotive/automotive/safety/visconti.html>