

# 自動車用白線認識に基づく運転者の眠気検出の一手法

大西 陽介<sup>†</sup> 上林 学<sup>†</sup> 真鍋 真<sup>†</sup> 田岡 武司<sup>†</sup> 福井 正博<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>立命館大学大学院理工学研究科 <sup>‡</sup>立命館大学理工学部

〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: {re006013, re011015, re003025, re002023, mfukui}@se.ritsumei.ac.jp

## 1. はじめに

自動車安全運転に関して、眠気等による交通事故の防止は強く求められている。この運転者の異常を、自動的に検知する方法として、まぶたの状態や心臓の鼓動を監視するシステムなど[1]が提案されているが、実用化のためには課題が多い。我々は、道路白線認識システムの研究を行っているが[2]、これを応用し、白線の見え方のぶれ幅や周期から眠気状態を検出する手法について提案する。

## 2. 白線検出手法

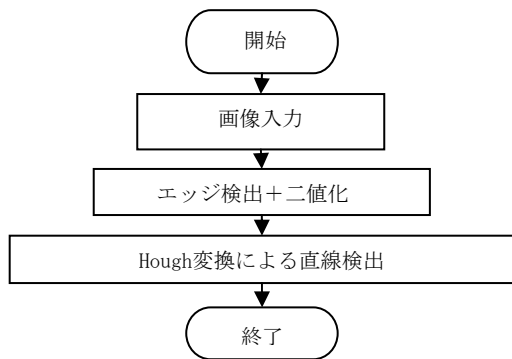


図1 白線認識処理の流れ

図1に白線検出の処理フローを示す[2]。まず車載カメラによって得られた画像のエッジ検出を行い、次に、Hough変換を用いて、道路近景の直線成分を得る。

### Hough 変換

エッジ検出された画像から直線成分の抽出を行う有効な手法として  $\theta - \rho$ -Hough 変換を用いる。

画像内のエッジ点座標  $(x, y)$  は、式(1)を用いて、角座標  $(\theta - \rho$  平面)に変換できる。すなわち、各エッジ点は、 $\theta - \rho$  平面上の1本のサインカーブに対応する。

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

同様の処理を原画像内のすべてのエッジ点に行うと、図2に示すようにエッジ点の個数だけ  $\theta - \rho$  平面にサインカーブ(図中では曲線C)が描ける。原画像内でエッジ

が直線上に並んでいれば、 $\theta - \rho$  平面上での曲線Cがある点で交わり、 $\theta - \rho$  平面上の各点における通過曲線の累積値がピークを形成する。このピークの座標  $(\theta, \rho)$  が原画像内での前述の直線を表している。これから、原画像平面に直線成分を抽出する。

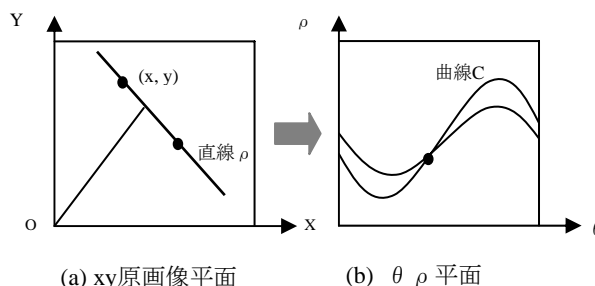


図2 原画像平面と  $\theta - \rho$  平面

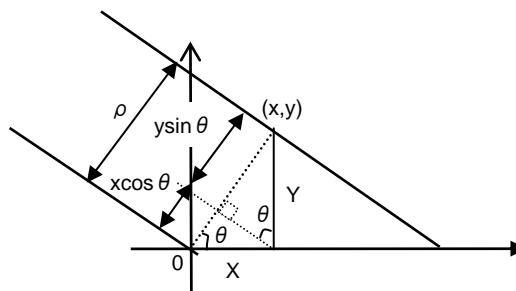


図3 点  $(x, y)$  と  $\theta, \rho$  の関係

## 3. 自車両位置認識

本手法ではカメラレンズの中心を原点とするカメラ座標系  $(X, Y, Z)$  とイメージ座標系  $(x, y)$  を用いる。相互変換は次式で与えられる[3]。ここで、 $F$  はレンズの焦点距離、 $\alpha$  はレンズの傾き(俯角)である。

$$x = \frac{FX}{Z \cos \alpha - Y \sin \alpha}, \quad y = \frac{F(Y \cos \alpha + Z \sin \alpha)}{Z \cos \alpha - Y \sin \alpha} \quad (2)$$

従って、カメラの高さ  $(H)$  から、道路上の白線位置  $(X, -H, Z)$  を見る場合の関係式は、式(3)になる。

$$x = \frac{FX}{Z \cos \alpha + H \sin \alpha}, \quad y = \frac{F(Z \sin \alpha - H \cos \alpha)}{Z \cos \alpha + H \sin \alpha} \quad (3)$$

これらの式によって、カメラ画像から実際の車両位置や、道路幅を算出する。

An algorithm for doze detection based on lane recognition.  
Yosuke Ohnishi, Manabu Kanbayashi, Makoto Manabe,  
Takeshi Taoka, Graduate School of Science and  
Engineering, Ritsumeikan University.  
Masahiro Fukui. Dept. VLSI system Design, Ritsumeikan  
University.

#### 4. 眠気検出手法

カメラ動画像における白線の時間変化により、道路白線に対する車体の位置のぶれ幅を算出し、その周期およびぶれ幅の特徴から、運転者の眠気を検出する。

まず、周期に関しては、Hough 変換により導かれた  $\theta$ 、 $\rho$  の時間変化から求める。安定走行時は一定以上の振幅が現れる周期が長い。運転未熟者、ハンドルの整備不良などがあると、この周期は短くなる。しかし、眠気等による注意力散漫の状態での走行時はこれらの間の周期となる。 $\theta$ 、 $\rho$  の変化を把握するために、 $\theta$ 、 $\rho$  それぞれを微分して波形を見る(図 4)。

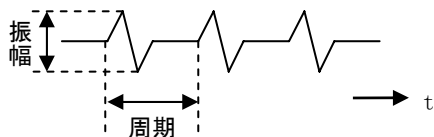


図4  $\rho$ 、 $\theta$  の微分波形

次に、車体のぶれ幅を求める方法について述べる。

図 5 に走行位置の違いにおける左側の線の  $\theta$ 、 $\rho$  の変化を示す。左端走行時には中央走行時と比べて  $\theta$  の値は増加し、 $\rho$  の値は減少した。逆に、右端走行時には中央走行時に比べて  $\theta$  の値は減少し、 $\rho$  の値は増加した。このような値の時間的変化が車体のふらつきに相当する。式(3)を用いて道路幅と車体のぶれ幅を求める。

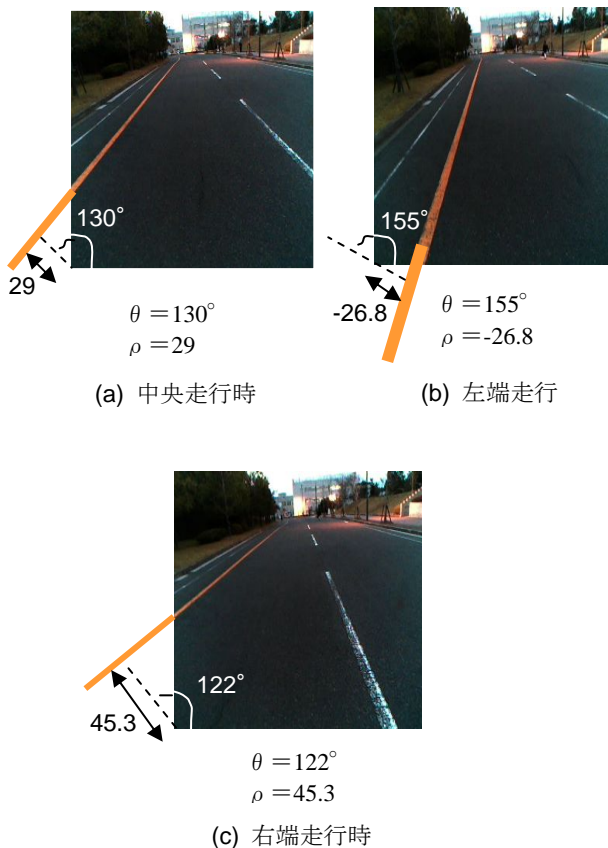


図 5 走行位置の差異における  $\theta$ 、 $\rho$  の違い

次に、車体の位置を求める方法について述べる。図 6 は、走行レーン内における車体から左右の白線までの比を表している。図 6 に示すように車体から FOE (拡張焦点) までの距離が一定であることと角度  $\alpha$ 、 $\beta$  の変化を利用する。 $\alpha$ 、 $\beta$  は Hough 変換の  $\theta$  から求める。図 6 から式(4)を求める。道路幅と式(4)を用いて車体の道路白線に対する位置を求める。

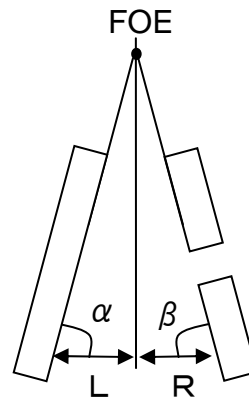


図 6 車線内の走行位置

$$L : R = \frac{1}{\tan \alpha} : \frac{1}{\tan \beta} \quad (4)$$

#### 5. まとめと今後の課題

本文では、車体に設置されたカメラ動画像から、車両位置および、車体のふらつきを検出し、運転者の眠気検出に役立てる方法について述べた。

今後の課題として、居眠り状態を特定するための基準についての検証が必要である。また、まばたき検出や心拍数の検出を組み合わせることで、より高信頼な眠気検出が実現できると考える。

#### 文献

- [1] 柳平, 安土, “車載センサ・カメラ技術全集” 技術情報協会, pp.134-146.
- [2] 田岡, 真鍋, 上林, 大西, 福井, “自動車用道路白線認識アルゴリズムの一実現,” 情処研報, 2006-SLDM-126, pp.63-68, 2006.10.
- [3] 小林, “道路画像からの道路パラメータのオンライン推定”, 信学会論文誌, D-2 Vol.j75-D-2, 1992.
- [4] 網島, 佐藤, 中澤, 中島, “回転フィルタを用いた車両前方走行画像からの白線認識,” 信学会論文誌, Vol.J81-D-2, No.6, pp.1470-1473, 1998/6.
- [5] 数井, 長谷山, 北島, “複比を用いたレーンマーキングのエッジ抽出,” 電気関係学会北海道連合大会, p268,2000.
- [6] 高嶋, 糸永, 小沢, “道路画像からの自動車両位置および先行車両の認識,” 信学会春季大会, 1993.