

眼球画像処理を用いた

ドライバ向け事故防止システムに関する検討

篠田 貴之 加藤 誠巳
(上智大学 理工学部)

1. まえがき

我が国では毎年 100 万件近い交通事故が発生している¹⁾。平成 19 年の死亡者数は警察庁の発表では 5743 人 (24 時間以内の死者) であり、漫然運転やわき見運転など注意力低下が原因とされる事故は約 1/3 を占める²⁾。事故を起こす前に、この注意力低下を検出し、ドライバに警告を与えることができれば、事故件数の抑制につながるものと考えられる。

「目は心の窓」というように、人の眼球の動きから様々な情報が得られる。そこで、本稿ではドライバの状態を認識するために、カメラから得られた眼球の画像を処理し、リアルタイムで「瞳孔径の変化」「まばたきの回数と閉じている時間長」「視線方向の変化量」を算出することとした。また、本システムではサーボモータを用いることで、ドライバの視線方向の映像を記録すると同時に、周囲のドライバや歩行者に視線方向を示すことを考えている。

2. システムの概要

近赤外線カメラを組み込んだ測定装置を頭部に装着し、眼球画像を取得する。近赤外線に対する瞳孔と虹彩部分の吸光率の差から、両者の区別が容易になるために近赤外線画像を用いる。得られた画像を処理し、瞳孔の中心を推定する。瞳孔中心を求める画像処理結果の妥当性を判定し、妥当でない場合は極座標変換処理を用いて補正を行う。瞳孔の位置座標や面積から「瞳孔径の変化」「まばたきの回数と閉じている時間長」「視線方向の変化量」を算出する。また算出された視線方向のデータをカメラとレーザー発光器を取り付けたサーボモータに送信することで、視線方向の映像取得や周囲のドライバや歩行者に視線方向を示すことを考えている。

A Study on a Driver Monitoring System for Accident Prevention Using
Eyeball Image Processing
Takayuki SHINODA, Masami KATO
Sophia University

3. システムの構成

3.1 試作装置と画像の取得方法

ドライバの視界を遮らずに眼球の画像を取得するために、図 1 のようにホットミラーを用いて撮影を行う。ホットミラーは可視光を透過し近赤外線など長い波長の光を反射するため、カメラが眼球正面に設置されているかのような画像が得られる。

また本装置にはサーボモータが装着されており実際にドライバが何に視点を置いていたかという情報を記録すると同時に、周囲のドライバや歩行者に視線方向を知らせることを目標としている。

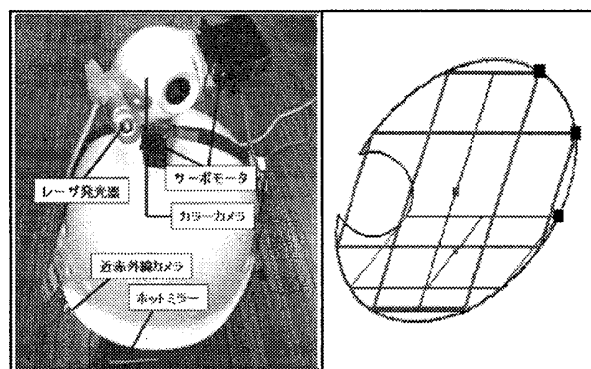


図 1 試作装置

図 2 内接平行四辺形を用いた瞳孔中心検出

3.2 画像処理

【瞳孔中心の検出】

瞳孔画像は一般に楕円形をなすが、その中心は次のようにして求めた。同一の楕円に内接する平行四辺形の中心は楕円の中心に一致する³⁾ことを用いて楕円の中心を推定する。図 2 のように欠損がある場合、誤った平行四辺形も検出されるが、正しい平行四辺形の中心の集団とは離れた場所に位置する。この性質を用いることで瞳孔楕円の中心を推定した。

【瞳孔中心位置の補正】

推定された瞳孔中心が妥当であるかを極座標変換画像^[4]を用いて判定する。正しい中心が検出されていれば、図3左のように極座標上の $0^\circ \sim 180^\circ$ 間と $180^\circ \sim 360^\circ$ 間の瞳孔輪郭の境界線座標 r はほぼ等しくなる。しかし瞳孔画像に映り込みによる欠損が生じた場合、正しく中心が取れていても二つの境界線は一致しないことがある。 $0^\circ \sim 360^\circ$ に対してそれぞれ瞳孔中心から外側に向かって輝度値の変化を求め、急激な輝度の減少があった角度位置には欠損がある確率が高いので、それらの角度位置領域を除外して判定を行うことで対応した。

誤った中心の場合、図3右のように θ と $\theta+180^\circ$ における瞳孔輪郭の境界線座標 r に差異が生じるので、それを用いて中心位置を推定する。中心が存在すると思われる範囲内で再度、中心候補の妥当性のチェックと補正を行い中心の位置を求める。

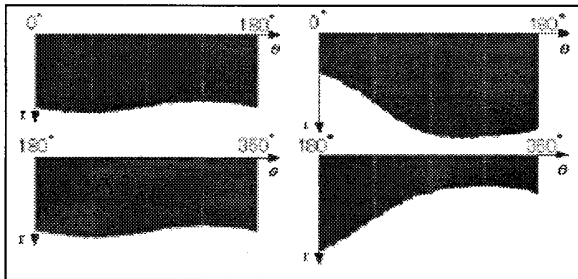


図3 中心の補正

3.3 サーボモータの制御

本システムではサーボモータを用いることで、ドライバの視線方向の映像を記録すると同時に、周囲のドライバや歩行者に視線方向を知らせることを目標のひとつとして設計されている。キャリブレーションのためサーボモータに取り付けられたレーザ光が指す複数の方向を凝視したときの瞳孔の位置座標を記録する。そのデータとシステム動作時の瞳孔位置情報を用いることで、視線方向を算出する。計算結果をサーボコントローラに送信し、サーボモータを制御する。

4. 実行結果

実行画面例を図4に示す。画面下側の帯状の部分の高さが瞳孔径に相当し、画面右側が新しい情報であり、時間とともに左側へ移動する。その中に見える柱状の部分の幅が目を閉じている時間に相当する。図5は視線追跡を行った結果であり、図5左の☆マークの輪郭を目で追ったときの結果が右側になる。このデータを

サーボモータに送信することになる。まばたきと視線運動の変化に異常が見られた場合、警告画面に切り替わる。

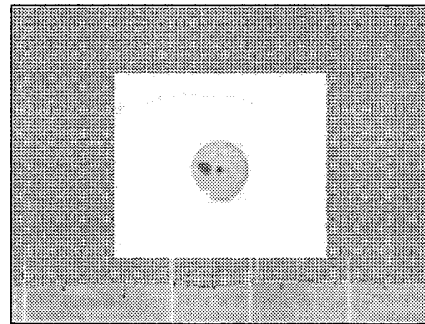


図4 実行画面

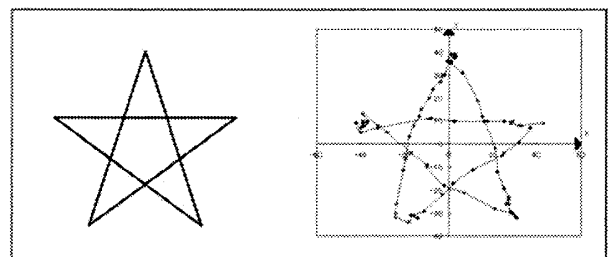


図5 視線方向の追跡

5. むすび

本稿では、ドライバの意識状態の認識のための画像処理や、周囲のドライバや歩行者にドライバの視線方向を知らせるシステムについての検討を行った。今後は心理学的実験を行うことにより実用に供するべく検討を行っていくことが必要である。

最後に、有益な御討論を頂いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

参考文献

- [1] 日本自動車工業会ホームページ.
http://www.jama.or.jp/safe/accident/accident_g1.html
- [2] 原付以上運転者(第1当事者)の法令違反別・年齢別死亡事故件数
<http://www.npa.go.jp/toukei/koutuul/hourei.htm>
- [3] Yusuke Sakashita, Hironobu Fujiyoshi: "Accurate and Fast Ellipse Detection for Pupil Extraction," 平成17年度電気関係学会東海支部連合大会, O-250(2005).
- [4] D. Iskander, M. Collins, S. Mioschek, M. Trunk: "Automatic Pupillometry from Digital Images," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol.51, no.9, pp. 1619-1627 (2004).