

ドライバの運転状態推定を目的とした瞳領域の時系列解析

Time Series Analysis of Pupil Region for Estimating Driver Operation Status

塩野 晃子 石島 樹 石井 雅樹
Akiko Shiono Tastuki Ishijima Masaki Ishii
秋田県立大学
Akita Prefectural University

Abstract: In this research, we aim to determine driver's driving situation and consciousness of state by detecting and monitoring driver's visual information (direction of the gaze, blinking etc.). As a basic study, we will examine pupil detection method. We confirmed that the pupil detection is performed well in the proposed method.

1. はじめに

平成 27 年の交通事故発生件数は 53 万 6,899 件であり、うち死亡事故は 4,028 件、死者数は 4,117 人である。近年減少傾向にあったが、前年に比べ死者数が 4 人増加している [1]。死亡事故原因として、漫然・脇見運転を含む安全運転義務違反は約 6 割を占め、事故原因の多くはヒューマンエラーに起因している [2]。これらの事故を防ぐことを目的として、自動運転システムの開発が推進されている。

自動運転システムでは、運転主体がドライバとシステム間で切り替わる場合に課題が存在する。例えば、環境変化により、システムの継続が出来なくなる可能性がある。その際、ドライバが運転を引き継げる状態でなければ、運転を引き継いだ途端に運転操作を誤り、危険な状態に陥ることが懸念される。このため、自動運転システムは、ドライバが運転できる状態かモニタリングした上で、引き継ぎ可否判断を実施する必要がある [3]。

検知対象として、意識低下、脇見、疲労等が挙げられる。意識低下・疲労を検知する主な方法には、車両情報や操作方法を用いる方法とドライバの生体情報を用いる方法が挙げられる [4]。中でも瞬目からの検出方法は意識低下をよく反映することで知られ、危険な状態を早期に検出できる可能性がある。また、ドライバは「認知・判断・操作」を繰り返しながら運転行動を行っている。認知はとりわけ重要であり、運転行動における認知は大部分を視覚に依存している。このため、ドライバの視覚情報を検出することがドライバセンシングの一つとして重要と考える。

本研究では、ドライバの視覚情報を検知することによる運転状況、意識状態判定を目的としている。従来研究における視覚情報の取得手法としてアイトラッキングや EOG 等があるが、これらは接触型であるため運転中のドライバに用いることは難しい。そこで本研究では、ドライバの顔画像から視覚情報を取得する手法の基礎検討として、瞳の検出手法について検討する。

2. 瞳検出手法

提案する瞳検出手法は、始めに撮影した顔画像から C++, Python ツールキットである Dlib を用いて顔特徴点の抽出を行う。抽出された特徴点の番号を

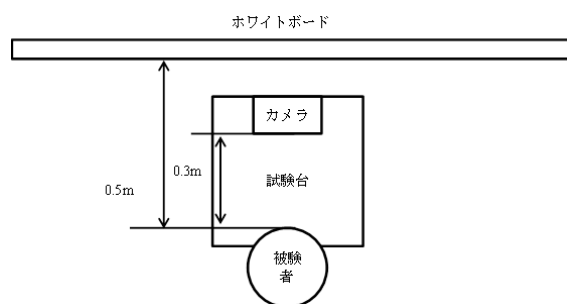


図 1 実験概要図

用いて目の領域を抽出する。次に、大津の手法を用いて 2 値化処理を行い、濃度ヒストグラムを作成し、瞳の検出を行う。次に膨張・圧縮処理を用いてノイズ処理を行った後、瞳の輪郭及び重心を求めた。

3. 瞳検出評価実験

図 1 のように被験者に座ってもらい、試験台の上に顔を置く。台上には Web カメラ (logicool 製, QuickCam Orbit) を被験者から 0.3m 離れたところに設置し、ホワイトボードを 0.5m 離れたところに設置する。取得した画像サイズは 640×480 pixel である。ホワイトボードには 0.2m 間隔で印を記し、被験者はその印を見て次のように視線を動かすこととする。実験は中心点→右方向, 中心点→左方向, 中心点→上方向, 中心点→下方向, 任意の 5 つの条件で行った。被験者は 2 名を対象とし、いずれも裸眼で撮影を行った。

4. 結果及び考察

視線を左に移動した場合の瞳・瞳孔検出結果を図 2, 目領域の検出結果を図 3, 瞳検出に用いたヒストグラムを図 4, 瞳領域の検出結果を図 5 にそれぞれ示す。図 2 において目領域のひし形のマーカーが検出された瞳の重心座標である。また、被験者 1 の視線を左に移動した場合の右瞳孔の x 座標の時系列変化を図 6 に、被験者 2 を対象とした左右瞳孔の y 座標の時系列変化を図 7 にそれぞれ示す。また、正面の瞳・瞳重心検出結果、視線を上下右に移動した場合の同結果を図 8 に示す。

図 2, 8 により、どの方向においても瞳・瞳孔の検出が良好に行われている様子が分かる。また、図

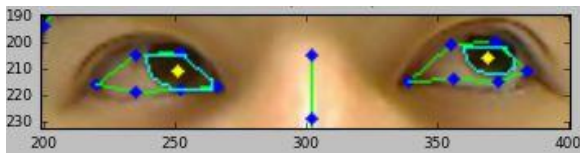
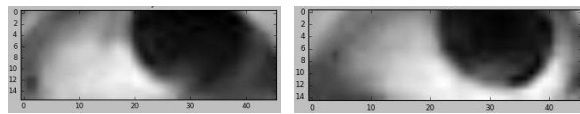
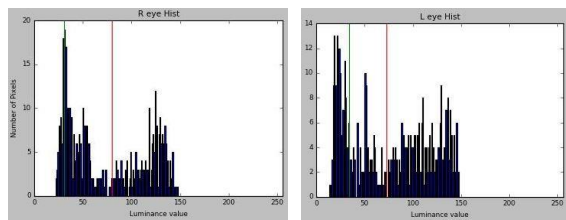


図2 瞳・瞳重心の検出



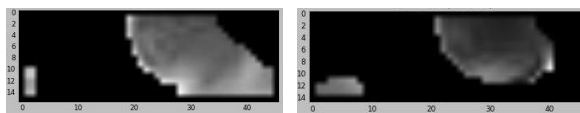
(a) 右目 (b) 左目

図3 目領域の検出



(a) 右目 (b) 左目

図4 目領域ヒストグラム



(a) 右目 (b) 左目

図5 瞳領域の検出

6 においても瞳孔の検出が良好に行われ、眼球の動きを検出していることが分かる。図6において座標位置が急激に落ち込んでいる箇所があるが、この変化は一時的なものであることから被験者の瞬目によるものであると考えられる。瞬目による閉眼により、瞳領域が減少し、瞳領域の重心が下がったためと考えられる。また、図7において被験者1, 2ともに右目の座標が高いことが分かる。これは、試験台の上に顔を置いた際に被験者の頭部が傾いていたことに起因している。提案手法では、大津の手法を用いて閾値を求めたが、本結果より、瞳の検出に有効に作用していると考えられる。

5. 結言

本研究では、ドライバの視覚情報（視線、瞬目等）を検知、監視することでドライバの運転状況、意識状態を判定することを目指している。本論文では、カメラによりドライバの顔画像を撮像し、画像処理によりドライバの視覚情報を取得する手法の基礎検討として、瞳の検出手法を提案し、検証を実施した。

視線を正面から上下左右に移動した場合について検証したところ、どの方向においても瞳の検出が良好に行われていることを確認し、時系列変化においても瞳の検出が良好に行われていることを確認した。また、大津の2値化で求めたしきい値では瞳領域の検出に有効に作用していることを確認した。被験者の顔向きの変化に伴う検証を実施したところ、顔向きに変化がある場合においても良好な瞳検出が行われることを確認した。

今後は、被験者が眼鏡をしている場合や、閉眼の

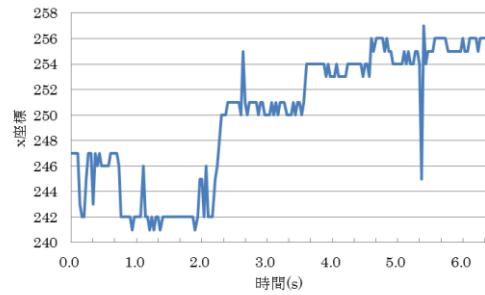


図6 x座標の時系列変化（被験者1, 右目）

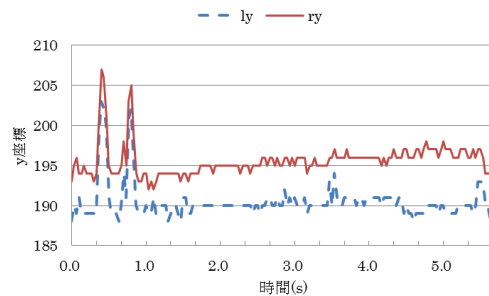
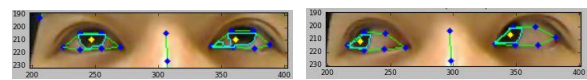
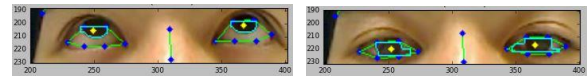


図7 y座標の時系列変化
（被験者2の右目, 左目）



(a) 正面

(b) 右



(a) 上

(b) 下

図8 瞳・瞳重心の検出

場合（目の縦幅がない）など条件が異なる被験者を増やし、瞳・瞳重心を検出できるか検証し、瞳間の距離や瞳の移動距離、瞳の移動の速度、瞳の面積等を用いて見ている距離や開閉時間等を検出できるか検証する予定である。また、顔の向きを考慮した上で、検出した瞳の座標値の補正を行い、視線計測に関する検討を加える予定である。

参考文献

- [1] 警察庁交通局：“平成 27 年における交通事故の発生状況” p.19 (2016)
- [2] 警察庁交通局：“平成 27 年中の交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況について” p.21 (2016)
- [3] 岡田直之, 杉江哲, 濱上斉, 藤岡稔, 山本晋：“ドライバ状態推定に向けた視線検出技術の開発”, 富士通テン技報 vol33, No.1, pp.3-8, (2015)
- [4] 杉山和彦, 水野守倫, 中野倫明, 山本新：“画像方式を用いたまばたき計測による意識低下検知”, 豊田中央研究所 R&D レビュー vol. 31, No. 2, pp. 60-51(1996)

連絡先

秋田県立大学 システム科学技術学部

石井 雅樹

(Tel.: 0184-27-2220, E-mail: ishii@akita-pu.ac.jp)