眼鏡着用に対応したドライバのまばたき検出

非会員 嘉藤 晃* 非会員 井東 道昌** 非会員 野村 祐介*
正員 中野 倫明* 非会員 山田 啓一* 正員 山本 新*

A Method for Detecting Brinks of Drivers with Glasses

Akira Kato*, Non-member, Michimasa Ito**, Non-member, Yusuke Nomura*, Non-member
Tomoaki Nakano*, Member, Keiichi Yamada*, Non-member, Shin Yamamoto*, Member

To detect the state of a driver while driving, the detection system should be applicable also to a driver who wears glasses for practical use of the system. This paper reports a method of detecting blinks of a driver who wears glasses for estimating driver's level of consciousness.

キーワード : ITS, ドライバ状態の検知, 動画画像処理

Keywords : ITS, detection of driver's state, dynamic image processing

1. まえがき

自動車交通事故件数や死傷者数の低減のために、自車両前方の障害物や歩行者など、走行環境の検知技術を搭載した運転支援システムへの期待が大きい。これらの運転支援システムを、よりドライバに信頼されるシステムとするためには、運転中のドライバの意識状態を検知する技術が不可欠となってくる⁽¹⁾。

運転中のドライバの意識状態検知は、非接触・無拘束かつ無意識に検知できることが必要である。それには、意識状態と強い相関があることが知られている「まばたき」を、ドライバの顔画像から検出することによる方法が最も好ましいと考えられ、いくつかの研究報告がなされている⁽²⁾。しかし、ドライバ顔画像からのまばたき検出において、眼鏡を着用したドライバは、着用していないドライバに比べ、まばたきが安定に検出できないという課題がある。従来のドライバの意識状態検知の研究では、筆者らのこれまでの研究も含め、眼鏡やサングラスを着用したドライバについては言及されていなかった。顔画像認識関係で眼鏡着用を取り扱った従来研究は数少ないが、顔画像による個人識別システムにおいて、同一人物を眼鏡装着の有無にかかわらず安定に個人識別する研究が報告されている⁽³⁾。

本研究は、ドライバの意識低下検知を目的としたもので、

車室内カメラで撮像したドライバの顔画像から眼鏡フレームに影響されことなく安定にまばたきを検出することが目的である。

2. まばたき検出における眼鏡着用時の問題点

ドライバのまばたき検出における眼鏡着用時の問題点を明らかにするために、ドライビングシミュレータシステムを用いて、以下のような実験を行った。運転席前のインパネ上部に設置したカメラで、近赤外パルス光をシャッターに同期して投射する方式で、ドライバの顔画像を撮像した。得られた顔画像から、主に非眼鏡着用者を対象にして筆者らがこれまでに開発したアルゴリズム（以下、従来方法と呼ぶ）⁽⁴⁾を用いて、まばたきの検出を行った。図1に、このアルゴリズムの概要を示す。まず、顔画像からテンプレートマッチングを用いて、眼領域を検出・追跡する。次に、検出された眼領域に対して、濃度微分値の極大値・極小値の対を求め、上下まぶたを検出する。このようにして得られた上下まぶた間の距離（開度）から、まばたきを検出する。

実験では、被験者に4種類の眼鏡を装着してもらい、運転席で顔を①正面、②右ドアミラー、③左ドアミラー、④ルームミラー、⑤ナビゲーション位置、⑥正面から上20度、

Fig. 1. Flow of the blink detection by the conventional method

* 名城大学大学院理工学研究科
〒468-8502 愛知県名古屋市中天白区塩釜口 1-501
Meijo University graduate school science-and-engineering graduate course,
1-501, Shiogama-Guchi, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi 468-8502

** (株) 東海理化
〒480-0195 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目 260 番地
Tokai Rika Co. Ltd.,
Toyota, 3-260, Oguchi-cho, Niwa-gun, Aichi 480-0195

Fig. 2. Examples of captured face images in various directions

Fig. 3. Typical problems produced by the changes of face direction

⑦正面から下 20 度、の方向に動かしてもらいながら顔画像を撮像した。これらの撮像画像の例を図 2 に示す。

実験の結果、従来方法によって正しくまばたきが検出出来なかった場合の代表例を図 3 に示す。何れの場合も、眼領域の検出・追跡に失敗したために、まばたきが正しく検出出来なかった。画像中の長方形の領域（拡大して示した部分）は、眼領域として検出された部分を示す。(a)はドライバがまばたきした際に眼鏡フレーム部分を眼と誤認識、(b)は眼鏡レンズで近赤外光が正反射したことで眼の情報が失われている。本論文では、上記のうち、(a)のように眼鏡のフレームが眼と誤認識される問題の解決を対象とする。

3. 提案方法

従来方法による処理の前に、顔画像から眼鏡フレーム部分を除去する処理を新たに加えることにより、上記の問題の解決を図った。眼鏡フレームの除去は、眼領域の付近での濃度変化に注目すると、肌と上下まぶた部分での濃度変化に比べ、肌と眼鏡フレームの間の濃度変化が急峻であるという性質を利用して行った。

図 4 に眼鏡フレーム部分の除去方法を示す。まず、顔画像の中の眼鏡フレームのエッジ領域を、ラプラシアン・ガウシアン (LOG) フィルタを用いて強調した。得られた画像を固定閾値で 2 値化後、膨張処理することにより、眼鏡フレームの領域を求めた。なおその際、眉毛やまぶたの領域で微小な雑音が生じるが (図 5(b)参照)、これらは連結領域のサイズが所定値以下 (本実験では 10 画素以下) のものを除去した。得られた眼鏡フレーム領域を、元の顔画像から取り除き、周囲の画素で補うことで、眼鏡フレームの除去された顔画像を得た。この眼鏡フレーム部分が除去された顔画像から、従来方法によってまばたきの検出を行った。

Fig. 4. Proposed method

Fig. 5. Experiment results

4. 実験結果

本手法の有効性を確認するため、2 章と同様の方法で撮像した顔画像に対して、提案手法を適用した。図 5 に結果の一例を示す。図 5(a)は撮像画像、(b)は LOG フィルタ処理 (上段) と 2 値化後 (下段) の画像、(c)は眼鏡フレーム除去処理後の画像、(d)は検出された眼領域を示す画像である。同図から、まばたきが眼鏡フレームの影響を受けることなく検出できていることが確認できる。被験者 2 名について、眼鏡 3 種 (標準的形状のフレーム (幅約 2mm)、フレームなし、太いフレーム (幅約 8mm)) と眼鏡非着用について実験した結果、前 2 者の眼鏡フレームに関しては従来方法で追跡に失敗したケースのうちの 8 割以上を解決できた。しかし、フレームが太い眼鏡については、フレームの一部分が残ってしまうことが原因となって、追跡失敗の問題を解決できず、今後の課題として残った。

5. まとめ

ドライバの意識低下検知を目的に、車室内カメラで撮像したドライバ顔画像から眼鏡フレームに影響されることなく安定にまばたきを検出する方法として、眼鏡フレーム部分を前処理で除去することによる方法を提案した。特殊な形状の眼鏡フレームへの対応が今後の課題である。

(平成 18 年 10 月 20 日受付, 平成 19 年 1 月 23 日再受付)

文 献

- (1) K. Adachi, T. Hamada, T. Nakano, and S. Yamamoto: "Blink Measurement to Detect a Driver's Drowsy State by Moving Image Processing", *IEEE Trans. EIS*, Vol.124, No.3 (2004-3) (in Japanese)
足立和正・濱田尊裕・中野倫明・山本 新:「ドライバの意識低下検知のための動画処理によるまばたき計測」, 電学論 C, **124**, 3, pp.776-783 (2004-3)
- (2) S. Kumakura, T. Hara, and Y. Goi: "Predicting changes in drivers' drowsiness level during prolonged driving: Extracting long blinks from EOG data", *Journal of Society of Automotive Engineers of Japan*, Vol.29, No.1, pp.155-159 (1998-1) (in Japanese)
熊倉佐恵・原 徹・五井美博:「瞬き閉じ時間を用いた自動車運転時の覚醒度評価手法」, 自動車技術会論文集, **29**, 1, pp.155-159 (1998-1)
- (3) T. Hirano, T. Muraguchi, and O. Nakamura: "A Fast Facial Identification System Adaptable for the Face with Spectacles", 10th Symposium on sensing via Image Information (SSII2003)-pp.91-96 (2004-6) (in Japanese)
大野博史・加藤克宏・平野晃昭・中村 納:「眼鏡の着脱を考慮した顔領域の抽出および顔照合システム」, 第 10 回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp.91-96 (2004-6)
- (4) T. Hamada, et al.: "Detecting for Driver's Operational Status -Detecting the change in Drivers' Drowsiness Among Individual Features-", SSII2003, pp.177-182 (2003-6) (in Japanese)
濱田尊裕・白井 了・小林史和・伊藤丈裕・井東道昌・足立和正・中野倫明・山本 新:「ドライバの運転状態の検知-個人差に対応した閉眼時間変化からの意識低下レベルの検知」, 第 9 回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp.177-182 (2003-6)