

顔追跡を用いたドライバの姿勢状態判定

Discrimination of driver's posture using face tracking

○ 高橋 京平 (中央大) 増山 岳人 (中央大)
正 梅田 和昇 (中央大)

Kyohei TAKAHASHI, Chuo University, k.takahashi@sensor.mech.chuo-u.ac.jp
Gakuto MASUYAMA, Chuo University
Kazunori UMEDA, Chuo University

This paper presents a system to discriminate driver's posture using face tracking for driver support. A camera is arranged near a room mirror of a car, since the setting does not conflict with the law and is easy to implement. A driver's face region is firstly detected by Template Matching. The region is tracked using color information. Cam-Shift Tracking or Mean-Shift Tracking is used for the face tracking. Finally, driver's posture is discriminated using the location of the face in images. The area for the discrimination is set up empirically. The effectiveness of the system is evaluated by experiments for a driver wearing glasses, a cap, or a mask.

Key Words: Driver Support System, Face Tracking, Cam-Shift Tracking, Mean-Shift Tracking

1 緒言

近年、ドライバの運転操作不良等による交通事故が数多く発生している [1]。そのため、交通事故防止を目的にカメラ等のセンサを用いてドライバを計測する研究が盛んに行われている。大見 [2] は、メータ近傍にドライバモニタ装置を設置し、それを用いてドライバの顔と目を検出し、目の開度からドライバの眠気の状態を推定する方法を提案している。山本ら [3] は、ルームミラー内蔵撮像システムを用いて、顔領域や目領域を探索・抽出し、抽出された領域からまばたきおよび顔向き・視線を検出して意識低下状態の推定および脇見状態の検知を行う手法を提案している。これらのドライバを計測する研究の多く [4] は、自動車の装置に関わる法律に抵触する恐れがあることやセンサの後付けが困難といった理由から、新車以外でシステム構築が困難であると考えられる。また、ドライバの帽子やマスクなどの着用物の条件が限定されていることが多い。

そこで本稿では、ドライバの視界を遮らないルームミラー付近に、既存の自動車等への後付けが容易なカメラを設置することを想定する。このように設置されたカメラを用いてドライバの顔を検出し追跡することでドライバの運転姿勢を判定する手法を提案する。

2 ドライバ姿勢判定手法

提案手法では、まずテンプレートマッチングにより画像中のドライバの顔領域を検出する。次に、検出領域の色情報を用いて、Cam-Shift 法 [5]、Mean-Shift 法 [6] を用いて顔領域を追跡する。さらに、検出と追跡により得られたドライバ顔の画像内の位置を用いて、ドライバの姿勢状態を評価する。判定の際には、経験的に一定領域を設定し、領域の内か外かによってドライバの姿勢が適切かどうか判定する。また、フレーム間での追跡点の移動距離が大きすぎる等の追跡が失敗していると考えられる場面では、テンプレートマッチングによる顔領域の再検出を行う。

2.1 ドライバの検出

ドライバは乗車後しばらく正常姿勢で着席していると仮定する。まず、ドライバの姿勢が適切な時に顔が存在すると考えられる領域を図 1 のように設定する。次に、設定領域内で正規化相互相関を用いてテンプレートマッチングを行い、ドライバを検出する。テンプレート画像は、図 2 のようなドライバの顔の画像を用いる。



Fig.1 Input Image



Fig.2 Template Image

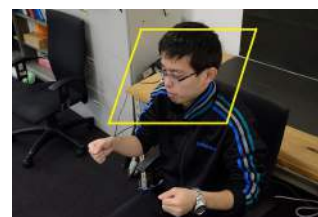


Fig.3 Region to discriminate driver's posture

2.2 色情報を用いた追跡

初期フレームでのテンプレートマッチングにより検出された領域の色相のヒストグラムを作成する。彩度と輝度による閾値処理を行い、このヒストグラムをもとに Cam-Shift 法 [5] または Mean-Shift 法 [6] を用いて追跡を行う。次フレーム以降は、1 フレーム前の追跡結果をもとに探索領域を設定し、閾値処理とヒストグラムによる Cam-Shift 法あるいは、Mean-Shift 法を用いた探索を繰り返す。なお、Cam-Shift 法は探索領域の更新時にサイズと姿勢を変更する点が Mean-Shift 法と異なる。

2.3 ドライバの姿勢判定

2.1 と 2.2 で得られたドライバ顔の画像内の位置を用いてドライバの姿勢状態を評価する。その際図 3 のように経験的に設定した領域を用いてドライバの姿勢を先述のように判定していく。

2.4 追跡失敗時の再検出

追跡中の以下の場合を追跡が失敗しているとみなす。

- 追跡点のフレーム間での移動距離が大きすぎる場合
- 検出領域の大きさが大きすぎるまたは小さすぎる場合

追跡が失敗した場合は、前フレームの追跡点の位置をもとに探索領域を設定し、テンプレートマッチングにより再検出を行い、ヒストグラムも更新する。

3 評価実験

実車環境下で Cam-Shift 法を用いた手法と Mean-Shift 法を用いた手法の評価実験を行った。実験には大型バスを用い、ルームミラー付近にカラーカメラ (GoPro HERO3+, 60[fps]) を設置し、テストコースで運転中のドライバを撮影した。ドライバは、メガネ、マスク、帽の 3 種類の着用物を 8 パターンの組み合わせで着用した。図 4 にカメラ設置の概念図を示す。今回の実験では、不正状態を図 5 のように分類した。これらは物を取りに行った状態を想定している。ドライバは、上半身を動かすことでこれらの姿勢を再現した。検証には、午前と午後に撮影された映像を用いた。被験者は 1 名で、天候は曇り時々晴れであった。

ドライバが適切な姿勢時 300 フレーム、各不正姿勢時 100 フレーム合計 300 フレームをそれぞれの着用物と追跡手法について検証をした結果を表 1~4 に示す。また、式 (1), (2) に検証に用いた指標の定義を示す。

$$\text{追跡成功率} = \frac{A - B}{A} \quad (1)$$

$$\text{評価率} = \frac{A - B - C}{A} \quad (2)$$

ただし、A:総フレーム数、B:追跡失敗数、C:追跡成功時の評価失敗数である。B は、ドライバ顔領域から外れた部分を追跡していたフレームに対応する。C は、ドライバ顔領域を追跡しているものの、ドライバが適切姿勢時に関わらず不正姿勢と判定されたフレーム、またはドライバが不正姿勢に関わらず適切姿勢と判定されたフレームに対応する。

表 1, 2 より Cam-Shift 法を用いた手法では、ドライバの着用物が少ない場面は、比較的高い精度追跡を行うことができている。しかし、ドライバがマスクを着用している場面では、顔部分ではなく首やほほの部分を追跡し追跡が失敗しそれに伴い評価率も低下している。

表 3, 4 より Mean-Shift 法を用いた手法でもドライバの着用物が少ない場面では比較的高精度の追跡を行うことができている。また、着用物が多い場面でも Cam-Shift 法を用いた手法よりは高い精度で追跡を行うことができている。

着用物が多い場面での追跡精度の低下は、追跡の前処理の段階で彩度の閾値処理によりマスクの部分が追跡対象から取り除かれたためだと考えられる。これはドライバ着用物を区別し、着用物パターン別々に検出や追跡する手法を導入することで解決できると考えられる。Mean-Shift 法を用いた手法が Cam-Shift 法を用いた手法よりも追跡精度が良かった結果は、次フレームの探索領域の設定の際にサイズを変更していないためだと考えられる。



Fig.4 Conceptual diagram of camera arrangement



Fig.5 Abnormal postures

Table 1 Success rate of tracking by Cam-Shift

着用物の状況	正常時 [%]	不正時 [%]
着用物なし	99	98
メガネ	99	100
帽子	99	100
マスク	99	73
メガネ+マスク	77	60
メガネ+帽子	79	99
帽子+マスク	99	58
メガネ+帽子+マスク	44	35

Table 2 Success rate of judgement by Cam-Shift

着用物の状況	正常時 [%]	不正時 [%]
着用物なし	99	88
メガネ	99	92
帽子	99	94
マスク	98	71
メガネ+マスク	73	56
メガネ+帽子	79	99
帽子+マスク	99	47
メガネ+帽子+マスク	44	30

Table 3 Success rate of tracking by Mean-Shift

着用物の状況	正常時 [%]	不正時 [%]
着用物なし	100	92
メガネ	99	90
帽子	79	100
マスク	89	97
メガネ+マスク	99	87
メガネ+帽子	99	84
帽子+マスク	77	85
メガネ+帽子+マスク	84	90

Table 4 Success rate of judgement by Mean-Shift

着用物の状況	正常時 [%]	不正時 [%]
着用物なし	100	67
メガネ	98	76
帽子	79	82
マスク	86	93
メガネ+マスク	90	85
メガネ+帽子	99	70
帽子+マスク	77	71
メガネ+帽子+マスク	84	70

4 結論と展望

本稿では、ドライバの顔を検出し追跡することで顔位置を用いて姿勢状態を判定する手法を提案した。また、評価実験からドライバの着用物が少ない場面は比較的高い追跡精度が得られたが、着用物が多いときは追跡精度の低下が見られた。

今後は、ドライバの着用物に対しロバストな手法の構築と照明変動に対してロバストな手法の構築を目指す。

References

- [1] 国土交通省自動車局, “自動車運送事業用自動車事故統計年表 (自動車交通の輸送の安全に関わる情報)(平成 24 年)”, 2014.
- [2] 大見拓寛, “運転手の居眠り状態センサ”, 人工臓器, Vol.42, No.1, pp.99–103, 2013.
- [3] 山本 新 他, “予防運転のための運転支援システムにおけるドライバ状態のモニタリング (ドライバに信頼されるヒューマンインターフェースを目指して)”, IEICE Technical Report, pp.31–36, 2009.
- [4] Yanchao, D. *et al.*, “Driver Inattention Monitoring System for Intelligent Vehicles: A Review,” IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.12, No.2, pp.596–614, 2011.
- [5] Gary, R. *et al.*, “Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface,” Intel Technology Journal, Q2, pp.1–15, 1998.
- [6] Yizong, C., “Mean Shift, Mode Seeking, and Clustering,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.17, No.8, pp.790–799, 1995.