

画像処理による運転士の意識低下検知に関する検討

○ [電] 堀江 忠裕 [電] 星野 匡哉 [電] 泉 隆 (日本大学)

Examination about consciousness fall detection of the driver by image processing

○Tadahiro Horie, Masaya Hoshino, Takashi Izumi, (Nihon University)

Consciousness fall detection of the driver by face image processing is considered for the purpose of the accident prevention due to the fall of consciousness, such as a nap, accompanying a driver's fatigue.

キーワード：画像処理，意識低下検知，顔領域抽出

Key Words：Image processing, Consciousness fall detection, Face domain extraction

1. はじめに

近年の鉄道事故発生件数と死者数の統計によると，踏切傷害事故は事故総件数の半分，死者総数の半分以上を占めている¹⁾。踏切傷害事故総件数の 2/3 は自動車が占め，自動車との衝突が踏切での最も重大な事故である。この踏切傷害事故の原因としては，自動車がトリコ状態になった際に鉄道運転士の信号の検知遅れが挙げられる。また，運転士にとって乗務中の眠気が大きな課題であることが推測されている²⁾。そこで，運転士の疲労にともなう信号機の見落としや居眠り等，意識の低下による事故防止を目的として，顔画像処理による運転士の意識低下検知を検討している。

本研究では意識低下検知を行う前段階の処理として顔領域抽出と瞳抽出の精度向上について検討した。

2. 概要

運転士の顔画像処理を行うことで運転士の意識低下検知を行う。そのため，まず運転席に設置した単眼カメラにより運転士画像を取得する。取得した運転士画像から顔領域抽出を行い，鼻孔，瞳，次いで目領域を顔領域内で抽出し，意識低下検知を行う。検知イメージを図 1 に示す。

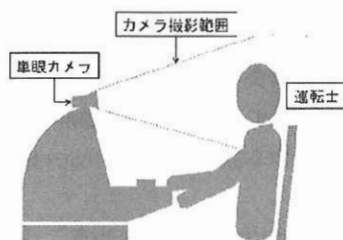


図 1 検知イメージ図

2.1 顔領域抽出

鉄道は昼夜問わず運転が行われている。そのため，運転士画像は常に照明変動が存在する。顔領域抽出技術は既に

多くのものが存在するが，多くは特徴量として各画素の輝度値そのものを用いているために照明変動の影響を受けやすいという問題がある。そこで，顔領域抽出には照明変動の影響を受けにくい Haar-Like 特徴を用いる。

(1) Haar-Like 特徴

Haar-Like 特徴とは，画像における特徴量として，照明変動の影響を受けやすい各画素の輝度値をそのまま用いるのではなく，近接する 2 つの矩形領域の輝度差を求めることで得られる特徴量である。絶対的な輝度値に依存せず，複数の画素からなる領域の平均値を用いるので照明変動に強いという利点がある。

(2) AdaBoost による学習

全ての顔画像，非顔画像を完全に識別できる Haar-Like 特徴は存在しない。そのため，特徴群の中から半分以下の識別の誤りをする特徴（弱識別器）を組み合わせることで強識別器を作ることができる AdaBoost 学習により，有効な Haar-Like 特徴群を選択していく。選択した Haar-Like 特徴群から強識別器を構成する。

(3) パーティクルフィルタと強識別器の統合

顔領域は運転士画像のうち，画像上で一部しか占めていないため，構築した強識別器を運転士画像全体にフィルタリングすることで顔領域を抽出するのは非効率である。顔領域らしい範囲のみの走査を行えば顔領域抽出の高速化，高精度化が見込めると考えられる。そこで，動画像中の対象物が高速かつ頑健に追跡可能なパーティクルフィルタを用いて，顔領域の追跡を行う。これにより，画像上で顔領域らしい範囲のみの走査を行い，顔領域抽出の高精度化を図る。

本研究の顔領域抽出アルゴリズムを以下に記す。

- (i) 強識別器を用いて運転士画像全体を走査することで顔領域抽出を行い，抽出した顔領域画像をテンプレート画像として取得する。
- (ii) 次フレームからテンプレート画像との類似度

を尤度としてパーティクルフィルタにより顔領域の追跡を行う。各パーティクル周辺に強識別器を適用し、顔領域抽出を行う。

- (iii) 数フレームに 1 度(i)を実行し、テンプレート画像の更新を行う。

2.2 鼻孔抽出

後の瞳抽出処理時の処理領域限定のために抽出した顔領域から鼻孔抽出を行う。鼻孔は輝度が低く円形度が高い。さらに顔領域中央付近に存在するといった特徴から抽出が容易であると考えられる。その特徴から鼻孔抽出を行う。

2.3 瞳抽出

瞳は黒く丸い形状をしている。また、その周りは白、もしくは肌色である。これらの特徴を利用して、本研究では分離度フィルタ⁴⁾を用いた瞳抽出を行う。鼻中心よりも上の領域に限定する。

(1) 分離度フィルタ

分離度フィルタは図 2 に示すように、2 つの円形領域をもつ。領域 1、領域 2 の分散をそれぞれ計算し、(1)式を用いて分離度 η を求める。

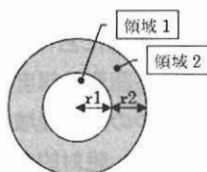


図 2 分離度フィルタ

$$\eta = \frac{\delta_b^2}{\delta_f^2}$$

$$\delta_b^2 = n_1(\overline{P_1} - \overline{P_m})^2 + n_2(\overline{P_2} - \overline{P_m})^2 \quad (1)$$

$$\delta_f^2 = \sum_{i=1}^N (\overline{P_i} - \overline{P_m})^2$$

ここで、 N は領域内の全画素数、 n_1 、 n_2 は各領域内の画素数、 $\overline{P_m}$ は領域全体の平均輝度、 $\overline{P_1}$ 、 $\overline{P_2}$ は各領域の平均輝度である。 δ_b^2 は、領域 1 と領域 2 の平均輝度分散を表し、 δ_f^2 は領域全体の輝度分散を表す。 δ_b^2 を δ_f^2 で正規化することにより、分離度 η が求まる。領域 1 内に瞳があるとき、その平均輝度は低く、領域 2 内には白目や肌が入り平均輝度が高くなる。このとき、各領域の平均輝度と全体の平均輝度の差をとるとその値は大きくなり、領域 1 と領域 2 はよく分離されていることになる。

3. 実験

3.1 顔領域抽出実験

640×480 の正面顔領域を撮影した動画(照明変化あり、眼鏡着用)に対して、顔領域抽出実験を行った。抽出した顔領域を表す矩形の中に目、鼻、が存在し、大きくずれて

いないものを正抽出とした。顔領域が抽出されなかったものを未抽出とし、正抽出と未抽出以外を誤抽出とした。顔領域抽出例を以下の図 3 に示す。



図 3 顔領域抽出例 (左: 正抽出例 右: 未抽出例)

図 3 右のように、未抽出となったのは、パーティクルフィルタの顔領域の追跡が外れたためである。追跡が外れたのは、取得したテンプレート画像との類似度が低くなったためである。また、未抽出時は画像全体を強識別器により走査することで顔領域抽出を行う。

3.2 瞳抽出実験

顔領域抽出実験と同様の環境で瞳抽出実験を行う。瞳抽出例を図 4 に示す。



図 4 瞳抽出例

図 3 のように瞳抽出では、瞳候補が複数抽出されたため、複数の瞳候補から瞳を選択する。または、瞳以外を雑音として除去する手法が必要である。今後は抽出した瞳から目領域抽出を行い、意識低下検知を行う。

4. まとめ

顔画像処理による運転士の意識低下検知のため、顔領域抽出と瞳抽出の精度向上について検討した。今後は運転士の意識低下検知を検討する。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所, 鉄道安全データベース.
- 2) 岡留健二, 宮崎雅夫: 鉄道運転士における睡眠のとり方及び眠気防止に関する研究, 日本機械学会第 16 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, No.9-65, pp.569-570, 2009.
- 3) 樋口知之: “パーティクルフィルタ”, 電子情報通信学会誌, Vol.88, No.12, pp.989-994, 2005.
- 4) 福井和広, 山口 修, “形状抽出とパターン照合の組み合わせによる顔の特徴抽出,” 信学論 (D-II), vol.J80-D-II, no.8, pp.2170-2177, 1997.