

3W-6

居眠り運転検知を目的とした 画像処理による瞬き時間計測に関する検討

蔭山 貴幸 籠谷 徳彦 加藤 誠巳

(上智大学理工学部)

1. まえがき

近年、自動車の安全性向上のためのインテリジェント化を目的として、ASV（先進安全自動車）の開発がさかんに行われている^[1]。その中でも居眠り警報システムは実用化されたものがいくつかあるが、それらは車と車線間の距離を用いたり、ハンドルの操作を監視したりする方法が主である。本稿では、ドライバの居眠り運転を、顔部分の画像処理によって検知する方法について検討を行った結果について述べる。

2. システムの概要

カメラで撮った動画を連続した静止画像として取り込み、画像処理を行う。肌色領域のみを取り出し、眼の位置を検出する。次に眼がどの程度開いているかを計測し、その時間変化を求める。開眼に要する時間が長いと判断された場合には、ドライバの覚醒度が低下したと判断し、警告を発する。

3. システムの詳細

3.1 使用したデータ

本システムでは、市販のデジタルカメラ(Nikon COOLPIX775)を用いて撮影した 320×240(pixels)の MOV 形式の動画を使用した。

3.2 顔の位置検出

撮影された顔の画像に対して、色情報を用いて肌色領域のみを抽出する^[2]。本手法は、画像の RGB 情報を YCbCr 情報に変換することによって、異なる明るさの環境下でも、安定して肌色領域を検出できるという特徴がある。

抽出された肌色領域の重心を中心とした、肌色領域と同じ面積を有する正方形領域を顔であるとした。

3.3 眼の位置検出

眼の色は、日本人に限定すれば、ほぼ白と黒の 2 色しか存在しない。この条件から、眉毛の色と眼の色を区別する評価式(1)を作成した。顔と判断された領域の上半分の全画素に対してこの評価式をあてはめた計算結果が図 1 である。

$$EyeValue = Cb + \left| 255 - Cr \right| + \frac{Cb}{Cr} \times 255 \quad (1)$$

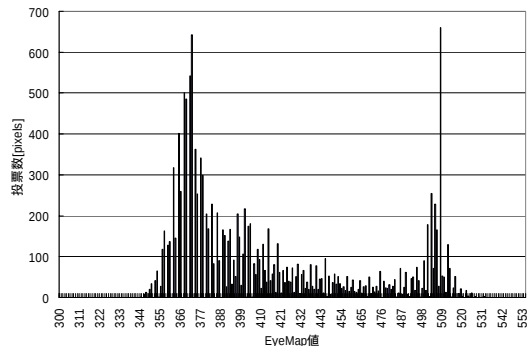


図 1 眼の評価式の計算結果

図 1 において、左側の山は肌色部分、右側の山は眼と髪部分を表している。この結果から、肌色部分と眼の部分とを分離する閾値を、判別分析法^[3]を用いて算出した。求めた閾値を用いて二値化をした結果を図 2 に示す。



図 2 二値化結果

顔と判定された正方形領域の上半分の領域を走査して、二値画像の黒色部分を探索する。ここで、図 2 のように検出された黒画素の重心を求めると、眉間のあたりが重心になる(図 2 右の赤点)。この重心よりも下にある黒画素の集合が眼であるという判断を行った。これにより、眉毛を眼と誤認識するという問題を解決できた。

3.4 眼の開閉判断

検出された眼の開き具合を次のように計測する。すなわち、上まぶたと下まぶたの間の距離を計測することによって開き具合(開眼度)を計測する。開眼度の時間変化を図 3 に示す。

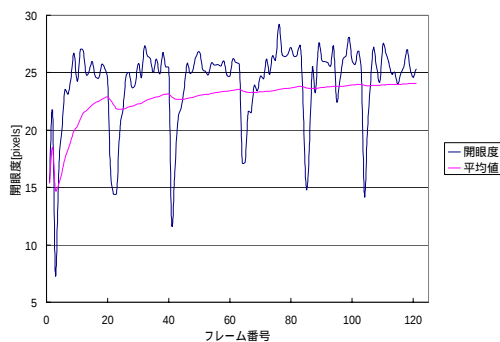


図3 開眼度の時間変化

図3において、縦軸正方向が開眼を、負方向が閉眼を示している。また開眼度の時間変化に併せて、開眼度の時間平均も示している。この時間平均よりも開眼度が下回った場合に、眼が閉じていると判断し、その時間を計測する。通常の瞬き時間は200msから1000msであることが報告されている^[4]。本システムでは、67ms/frameで計算を行っているため、連続するフレームごとに眼の開閉状態が検知できれば、瞬き時間を計測できると考える。今回は、最長で15秒の動画を用いているために時間平均のリセットを行っていないが、より長時間の動画を扱う際には、時間平均の初期化も考慮に入れる必要がある。

4. 実行結果

図4に本システムの実行例を示す。図中の顔写真が顔と眼の位置検出結果、その右側にあるグラフが開眼度の時間変化を表している。

また、眼の位置検出結果と、瞬きの検出率の測定結果を表1に示す。室内環境であれば、約80%以上の確率で眼の位置を検出することができた。本システムでは、上下左右に顔を向けたり、眼を閉じたりした状態でも高い精度で眼の位置を検出できる。その結果を図5に示す。

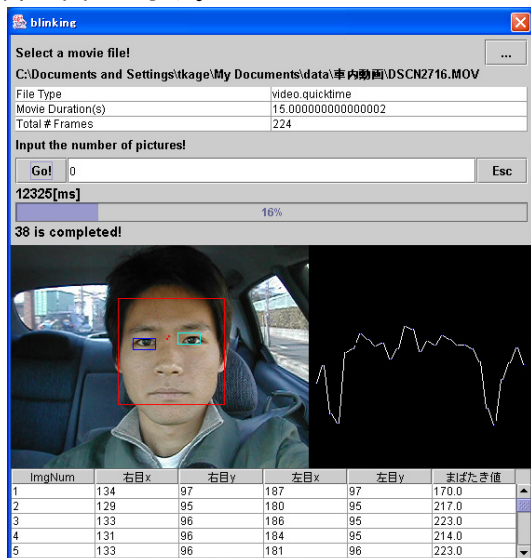


図4 実行結果

表1において、瞬きの検出率がやや低いのは、連続で瞬きをした場合に1回の瞬きとして検出されてしまうことが原因として考えられるが、そうした場合は除けばほぼ瞬きを検出できた。

表1 眼の位置、瞬きの検出率測定結果

	Total # Frames in sequence	Right Eye Localized	Left Eye Localized	Blinks Detected	Actual Blinks	Percentage of Blinks Detected
Sequence1	224	194	211	8	12	66.67
Sequence2	181	179	181	7	9	77.78
Sequence3	224	223	222	3	4	75.00
Sequence4	224	216	208	3	5	60.00
Sequence5	224	222	224	2	2	100.00

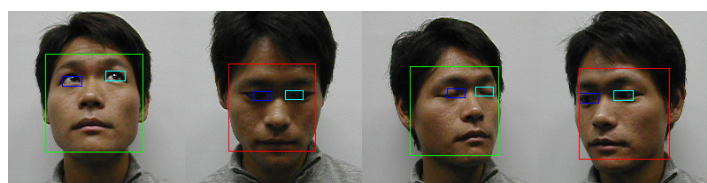


図5 眼の位置検出結果

5. むすび

顔を撮影した動画から得られる静止画を連続的に処理することによって顔と眼の位置を検出し、瞬き状態を計測することによって覚醒度低下を認識する方法について述べた。本システムでは眉毛を眼と誤認識することがほとんどなく、高い精度で眼の位置検出が行える。また、動画から取り出した1枚の静止画を処理するのに約200ms(PentiumIV 3.4GHz)かかるが、画像処理ボードを用いればリアルタイム処理が実現できると考えられる。今後は実際の車走行時に問題となる、外からの光の影響を受けないようにするための改良を行っていく。

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

参考文献

- [1] 国土交通省道路局 ITS ホームページ
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- [2] C.Garcia, G.Tziritas: "Face Detection Using Quantized Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis," IEEE Transactions on Multimedia, Vol.1, No.3, pp.264-277 (1999-9).
- [3] 田村: "コンピュータ画像処理入門," 総研出版 (1985).
- [4] 田多, 山田, 福田: "まばたきの心理学," 北大路書房 (1991).