

# ドライアイ防止のための形状に基づくまばたき検知

## Blink Detection based on Eye Shape for Dry Eye Prevention

土江田 織枝<sup>\*1</sup> 山田 昌尚<sup>\*1</sup> 林 裕樹<sup>\*1</sup>  
 Orie DOEDA<sup>\*1</sup> Masanao YAMADA<sup>\*1</sup> Hiroki HAYASHI<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校

<sup>\*1</sup>National Institute of Technology, Kushiro College  
 Email: yoshida@kushiro-ct.ac.jp

**あらまし**：パソコンを長時間使用することによる VDT 症候群が幅広い年齢で増えており、その対策が急がれる。筆者らは、適切なタイミングで、まばたきや姿勢を確認するように促すシステムの開発を進めている。本稿では、まばたきの検出について手法と問題点について述べる。

**キーワード**：VDT 症候群予防，ドライアイ予防，まばたきの検出

### 1. はじめに

近年、情報社会の確立にともない、VDT (Visual Display Terminals) 機器を使用する機会が増えている。授業などへも導入が進められたため、必然的に児童生徒も使うこととなり<sup>(1)</sup>、幅広い年齢で使用者が増加した。そのため、VDT 症候群と思われる心身や目の不調の訴えも急増している。特にまばたきの回数は、集中してディスプレイを見ていると、通常の 4 分の 1 程度まで減少すると言われ、これにより目の表面が乾くドライアイとなることで、眼精疲労や視力低下といった目のトラブルの原因につながる。2021 年に文部科学省が小学 1 年生から中学 3 年生を対象に裸眼視力 0.3 未満の生徒児童の割合を調査した結果では、児童生徒の視力低下が危機的な状態が明らかとなり、対策が急がれる。筆者らは、パソコンでの作業中の顔の様子から得られる情報を基に、適切なタイミングでまばたきを促すシステムの開発を行っている。本稿では、開発中のシステムについてまばたきの検出方法や問題点について述べる。

### 2. まばたきの検出

本システムは、小型コンピュータの Raspberry Pi 4 Model B(4GB)を用いる。顔の画像は Raspberry Pi に USB 接続した 1280×720 画素のウェブカメラで取得する。ウェブカメラはディスプレイの下部中央に設置する。まばたきを促すときには、Raspberry Pi に接続した赤色 LED を点灯することで、システムの利用者に視覚的に提示する。本システムは Python3 で実装し、画像処理に OpenCV3、まばたき検出などの処理に機械学習ライブラリの dlib を用いる。ウェブカメラの映像から顔領域を検出するために、OpenCV の Haar 特徴ベースの Cascade 型分類器による物体検出を用いる。まばたきの検出は、顔領域から dlib の特徴点検出器で 68 個の特徴点を取得し、その中から両目の部分の 12 個を用いる。これらの特徴点から目の形状を評価し、まばたきを検出する。まばたきの検出は、目の部分の特徴点から、図 1 の p1 と p6 の距離の 2 倍の値で、p2 と p3、および p4 と p5 の距離

の和を割ることで EAR(Eye Aspect Ratio)と呼ばれる目の形の縦横比 (式(1)) を用いて行う<sup>(2)</sup>。EAR の値は、目を開くと大きく、閉じると小さくなる。

まばたきの判定に用いる閾値は、被験者 10 名に対する評価実験の結果から、0.25 を基準値とし、レベル値 value を 0 から 10 までの整数から選択することで、閾値を 0.25 から 0.3 の間で調整できるようにしている(式(2))。

### 3. まばたきの検出の問題点

#### 3.1 顔領域の検出についての問題点

本システムは、ウェブカメラと顔の距離が、約 50 センチ程度になる位置で使用する。しかし、システムを使用中に使用者の位置がカメラから遠ざかると、Haar-Cascade 型分類器による顔領域の検出が不安定になり、カメラと顔の距離が約 60 センチを超えると顔領域の検出が難しくなる。このような状態は、ディスプレイに向かう作業の際に頻繁に生じるので、ディスプレイと使用者の位置が離れた場合でも安定して顔領域を検出できる必要がある。そこで本システムでは、顔領域の検出をすべての入力フレームに対して行うのではなく、Haar-Cascade 型分類器による検出を 30 秒間隔で行い、次の検出までの 30 秒間はその顔領域を OpenCV の MedianFlow を用いて追跡する。顔領域の検出に Haar-Cascade 型分類器だけを用いた方法と、MedianFlow を使って顔領域の追跡処理を取り入れた方法をディスプレイに表示した文



図 4 まばたきの判定に使う要素 (右目)

$$EAR = (\|p2-p3\| + \|p4-p5\|) / 2(\|p1-p6\|) \quad (1)$$

$$\text{閾値} = 0.25 + 0.005 * \text{value} \quad (2)$$

章を1分間黙読する際のまばたきの回数を計測する事で、被験者10名で比較したところ、図2と図3に示す結果となった。比較の際、顔の位置の変化による影響を確かめるために、顔領域がディスプレイ内に収まる程度の範囲で、被験者の顔の位置を変えない状態と、上半身を前後左右に動かす状態をとってもらった。まばたきの検出率は、実験の映像から計測した実回数に対してシステムが検出したまばたきの回数の比率で求めた。図2と図3の実験の結果を比較すると、顔領域の検出に追跡を組み合わせることで、被験者の全ての状態において検出率が向上し、被験者6と被験者7以外は94%以上の検出率となった。

### 3.2 目の形状の問題点

前節の評価実験の被験者6に対する実験中の状態（静止・左右・前後）でのまばたきの検出率の平均値は、追跡処理を取り入れたことで66%から77%となった。また、被験者7では63%から77%であり、ある程度の改善はあったものの、その他の8名の被験者の検出率は78%から95%と改善されていることから、被験者6と被験者7に対しての効果は低かったと言える。このようになった原因として、この2名については、個人差としての目の形状により目を開けたときと閉じたときのEAR値の差が小さいことが考えられる。そこで、目の周辺の情報により詳細に取得できるようにするため、ウェブカメラの設置位置を図4の①の位置から変更して3.2節の評価実験と同等の実験による検出率の確認を行ったところ、①から⑥の位置のうちに⑤の位置で被験者6と被験者7についても約80%の検出率となった。

### 4. まとめ

VDT 症候群の予防を目的としたまばたきを促すシステムについて、まばたきの検出率は平均で約94%となっているが、目の形状によっては77%程度となったものの、ウェブカメラの位置を変更することで多少は改善することができた。今後は検出手法やシステムの構成を見直すことで、より正確にまばたきを検出できるようにする。

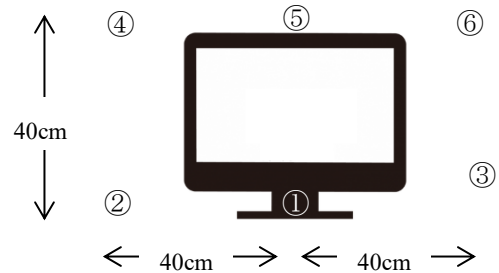


図4 ウェブカメラの設置位置

### 謝辞

本研究はJSPS 科研費 23K02699 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- (1) 文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課，“児童生徒の健康に留意して ICT を活用するためのガイドブック” (2018)
- (2) Tereza Soukupova and Jan Cech, “Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks”, 21st Computer Vision Winter Workshop (2016)

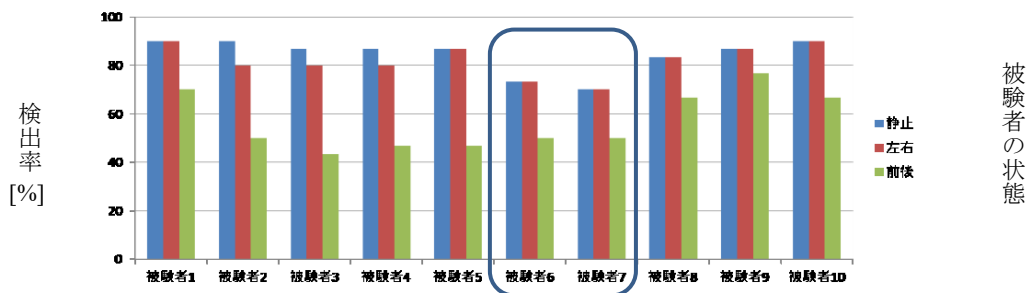


図2 顔領域の検出だけを用いた方法

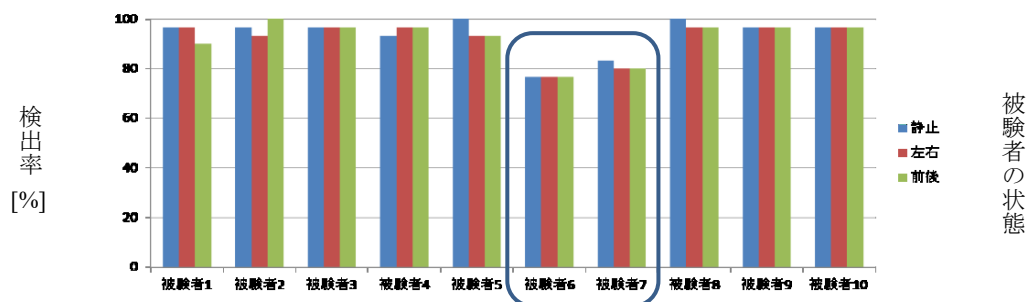


図3 顔領域の検出と追跡を組み合わせた方法