

VDT 機器使用時の不適状態監視・通知システム Notification System of Risky States for Users during VDT Operations

土江田 織枝^{*1} 林 裕樹^{*1} 山田 昌尚^{*1} 小松 芽衣^{*2} 香山 瑞恵^{*3}
Orië Doeda^{*1} Hiroki Hayashi^{*1} Masanao Yamada^{*1} Mei Komatsu^{*2} Mizue Kayama^{*3}

1. はじめに

厚生労働省は、令和元年に「情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドライン」を改訂した。この背景には、情報社会の確立にともないハード及びソフトの両面で技術革新が進み、VDT (Visual Display Terminals) 機器の使用者が増加したことが挙げられる。また昨今では、感染症拡大の対策として、オンラインによる遠隔授業を導入せざるを得ない環境になり、児童生徒から大学生に至るまで、パソコンに向かう機会が増えた。そのため、幅広い年齢で VDT 症候群と思われる心身や目の不調の訴えが急増した。VDT 症候群は、本人が気を付けるだけでもある程度予防することができるが、作業に集中するとつい予防措置を忘れがちになるので、他者からの注意や声掛けが有効な対策となる。そこで筆者らは、パソコンで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の姿勢変化や休憩、およびまばたきに「気づく」ように促すことで VDT 症候群を予防できないかと考えた。本稿では、パソコンを利用する際に、適切な間隔でまばたきや姿勢の確認を促すシステムについて報告する。

2. VDT 症候群

VDT 症候群とは、パソコンなどの VDT 機器を長時間使用した作業が原因と考えられる心身の不調のことを指す。ディスプレイを長時間見続けることから、目の疲れ(眼精疲労)や目の乾き(ドライアイ)、視力低下などをきたす。2021年に文部科学省が小学1年生から中学3年生を対象とした、裸眼視力 0.3 未満の生徒児童の割合の調査結果を発表したが、児童生徒の視力低下が危惧的な状態になっていることが明らかとなった。また、VDT 症候群として、作業中の姿勢により、首、肩、腰の凝りや背中、頭痛や吐き気などが生じることがあり、これらの不調が心健康にも影響を与えるなど、深刻な問題となっている。

3. システムの概要

本システムは、小型コンピュータの Raspberry Pi4 Model B(4GB)を用いる。顔の画像は Raspberry Pi に USB 接続した 1280×720 画素で総画素数が 120 万画素程度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側中央部に設置する(図 1)。Raspberry Pi4 には利用者へ姿勢の確認やまばたきについて知らせるための電子回路を接続している。本システムの処理は Python3 で実装しており、ウェブカメラの映像から顔領域の検出には OpenCV の Haar 特徴ベースの Cascade 型分類器を用いる。Haar-Cascade 型分類器は計算量が小さいため、Raspberry Pi でもフレーム

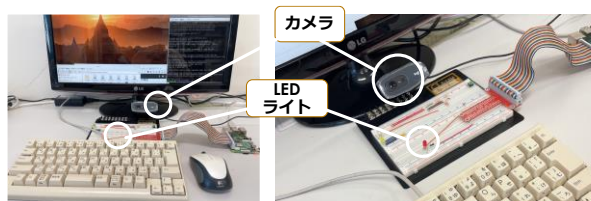


図 1 システムの構成

レートが低下することなく処理が可能である。しかし今回使用したカメラではカメラから顔までの距離が 60cm 程度離れると顔領域の検出が不安定になることがある。カメラとディスプレイは顔からほぼ同じ距離にある上、このようにディスプレイから顔が離れる状態は、ディスプレイに向かう作業の際に頻繁に生じるので、顔領域の検出は一定の間隔のフレームに対してのみ行い、それ以外の期間は顔領域を追跡することで、顔の位置の移動にも対応できるようにする。具体的には、顔領域の検出はシステムの起動時から 30 秒間隔で Haar-Cascade 型分類器で行い、その顔領域を OpenCV の MedianFlow を用いて追跡する[1]。これにより、90cm 以上顔が離れていてもまばたきを検出できるようになった。

取得した顔領域に対して、機械学習ライブラリである dlib の検出器により顔の 68 個の特徴点を抽出する。これらの特徴点の中から、左目と右目の各 6 個の特徴点を用いて目の形状の評価を行う。

4. まばたきの検出

まばたきの検出は、目の部分の特徴点から、図 2 の p1 と p6 の距離の 2 倍の値で、p2 と p3、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))を用いる[2]。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 0.2 が適当とされている[2]、被験者 10 名による評価実験の結果から、0.25 とした方が正確に判定できることを確認したため、本システムでは 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))。

value の値はシステムを起動時に図 3 に示すウィンドウのスライダーにより変更する。特に変更しないときの value のデフォルト値は 0 としている。このように定めた EAR 値が閾値よりも下回ったときに、まばたきをしたと判定する。

*1 釧路工業高等専門学校, National Institute of Technology, Kushiro College

*2 株式会社クレスコ, CRESCO LTD

*3 信州大学工学部, Faculty of Engineering, Shinshu University



図 2 まばたきの判定に使う要素(右目)

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

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

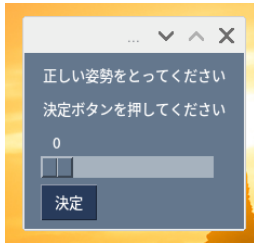


図 3 システムの起動ボタン

5. 姿勢の検出と判定

パソコンを使用する際の姿勢の判定には、姿勢の基準となる正しい姿勢の位置情報が必要である。そのため本システムでは、システムを起動する際に、利用者にパソコンを使うときの正しい姿勢をとってもらう。システムを起動すると、図 3 に示すようなウィンドウ画面をディスプレイに表示する。ここで「正しい姿勢をとってください」とメッセージを示し、正しい姿勢をとることを促す。利用者は姿勢を正した後に、メッセージの下にある決定ボタンを押す。決定ボタンを押した直後の映像から顔領域を取得し、その領域の左上の座標(x 座標と y 座標)を姿勢の判断とする初期位置とする。現在の姿勢の確認には、現在の映像上の顔領域の左上の座標を用いる。図 4 に、取得した顔領域の外接矩形と、位置情報として用いる矩形の左上を黒色の丸印で示す。

本システムでは顔領域を 30 秒間隔で取得しているため、顔領域の初期位置と現在の位置の比較処理についてもこの間隔で行う。図 5 の左図は姿勢が前かがみになっており、顔がディスプレイに近すぎる状態であり、図 5 の右図は上体が後ろに反っており、全体の姿勢が下がり気味の状態のときの一例である。現在の顔領域の位置情報が初期値より 40 以下の値のときと 40 以上の値のときには、いずれも姿勢が悪い状態であると判定する。

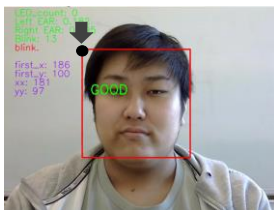


図 4 顔領域の取得と基準となる座標の位置

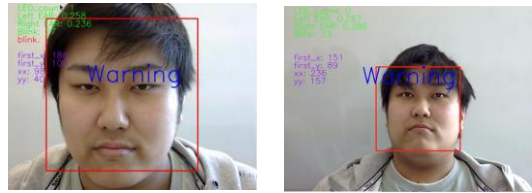


図 5 悪い姿勢の一例

6. 気づきの促し

まばたきや姿勢の状態について、図 4 や図 5 ではディスプレイにまばたきの回数と状態や、姿勢の状態などを表示しているが、このようなディスプレイへの表示はシステムの動作の状況を確認するためのものである。本システムの利用環境の制限はできるだけ減らしたいので、このようなディスプレイへの表示によるまばたきや姿勢の改善の促しはしない。現在は、図 1 に示す回路の LED を使用することで、まばたきを促す機能として、5 秒間まばたきの検出がなかったときには、赤色の LED を点灯する。まばたきを検出することで赤色の LED は消灯する。また、姿勢の改善の促しについては、不適切な姿勢の状態であるとの判定が 5 分間継続したときには、黄色の LED を点灯し、姿勢が改善したら黄色の LED を消灯するようにしている。

7. おわりに

Haar-Cascade 型分類器による顔領域を取得して、その情報からまばたきの検出と姿勢の状態の判定を行った。まばたきの検出では、被験者によって検出率に差が生じることを確認している。また、姿勢についてはシステムの起動時に姿勢の判定とする基準値を取得しているが、VDT 症候群の予防には定期的な休憩も必要となるため、今後は、休憩後にシステムを再起動しなくても、基準値の再取得を行えるような仕様の検討を行う。また、促しの方法として現在は LED を用いているが、評価実験では被験者の約 18% はディスプレイの画面を集中して見ていたことで LED の状態の変化に気が付かなかったという結果が得られているので、今後は効果的に促す方法についても検討を行う。

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] 土江田織枝, 林裕樹, 山田昌尚, 葛西彪斗, 香山瑞恵, "ドライアイ予防のためのまばたき検出手法", FIT2021 第 20 回情報科学技術フォーラム発表論文集第 4 分冊, pp277-278 (2021)
- [2] Tereza Soukupova and Jan Cech, "Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks", 21st Computer Vision Winter Workshop (2016)