

姿勢に基づく VDT 機器使用時の不適状態監視・通知システム

Posture-Based Monitoring and Notification System
of Users' Risky States during VDT Operations

土江田 織枝^{*1} 吉田真佑見^{*1} 山田 昌尚^{*1} 林 裕樹^{*1} 香山 瑞恵^{*2}
 Orie Doeda Mayumi Yoshida Masanao Yamada Hiroki Hayashi Mizue Kayama

1. はじめに

パソコンやスマートフォンなどの VDT (Visual Display Terminals) 機器は、現代の生活では欠かせないものになっており、昨今では児童生徒までもが使用する機会が増えている。そのため、幅広い年齢で VDT 症候群と思われる不調の訴えが急増している。VDT 症候群は、本人が気をつけるだけでもある程度の予防はできるが、作業に集中するにつれ予防措置を忘れがちになるので、他者からの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や肩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、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研究を進めている[1]。本稿では、MediaPipe[2]で得た情報を用いて、適切な間隔で姿勢やまばたき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 機器の長時間の使用が原因と考えられる心身の不調を指す。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で、心の健康にも影響を与えるなど深刻な社会問題になっている。また、ディスプレイを集中して見続けることによる、まばたきの減少などが原因で視力低下などをきたす。2021 年度に文部科学省が児童生徒に対して行った近視実態調査の結果では、テレビやパソコン・スマートフォンなど電子機器の長時間の視聴などが増えている背景のもと、視力低下が明らかとなり対策が急がれる。

3. 基本姿勢の設定

本システムはパソコンで作業中の様子をウェブカメラで取得し、顔や目や肩などの位置情報を使って、姿勢状態やまばたきを確認する。これらの位置情報の取得には、Google 社が提供している、オープンソースの機械学習ライブラリである MediaPipe を用いており、顔・手・ポーズなどを 3次元空間上の情報として総合的に検出できるソリューションの Holistic を使用する。

パソコン作業時の正しい姿勢は、手の位置や足の角度まで細かく示されているものがあるが、本システムは、利用者を正面から捉えたときの、身体の位置情報から姿勢を判

定するので、次の3項目を正しい姿勢(以後、基本姿勢と呼ぶ)の定義とした。1.ディスプレイと目の距離は40cm以上とする[3]。2.身体を真っ直ぐに保つ。3.背を十分に背もたれに当てて猫背にならないようにする。これらの判定には、図1の点Aから点Eの5点の3次元座標情報を使う。基本姿勢の各座標の取得の手順を以下に示す。システムの起動と同時にディスプレイには、基本姿勢とシステムの説明を提示したウィンドウが表示される。その内容を確認した後開始を示すキーを入力すると、図1のようなウェブカメラからの映像を映すウィンドウが表示される(以後、確認画面と呼ぶ)。この画面で現在の自分の状態を確認しながら、ディスプレイの上部に設置しているウェブカメラの撮影範囲に、図1のように頭頂部から肩までが全て収まるように位置を調整して基本姿勢をとる。姿勢の設定を示すキーを入力すると、図1の点Aから点Eの5点の座標の取得を開始する。ここではそれぞれの点について50個分の座標情報を取得するので5秒間程度の時間を要するが、その間は確認画面の左下に wait と表示することで、取得中かどうかの確認をできるようにしている。基本姿勢の基準値は、50個分の各座標データの平均値を用いて、4章に示す姿勢の判定に必要なデータを導き出す。

4. 姿勢の判定

本システムでは、ディスプレイと目の距離、姿勢の歪み、猫背について行う。

4.1 ディスプレイと目の距離

ディスプレイと目の距離の判定には、図1の点Bと点Cが示す、両目の目頭間の距離を使う。顔がディスプレイに近づくと、カメラが捉える顔の領域が大きくなるため、目頭間の距離の値も大きくなる。これを利用して基本姿勢で設定した点Bと点C間の距離の値よりも、大きな値になったときには、目がディスプレイに近づいたと判定する。点Bと点C間の距離の値は図2の左上にある「Norm」の値として表示している。顔の位置が基本姿勢で設定した位置のときには、Norm の値の右横に緑色の文字で OK と表示し、顔の位置がディスプレイに近寄りすぎると、赤色の文字で NG と表示する。

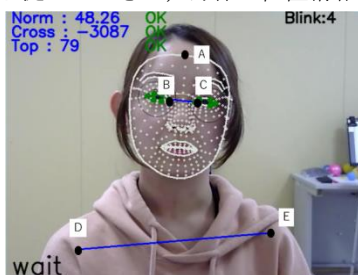


図1 基本姿勢測定時の様子

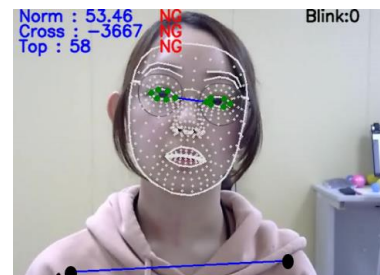


図2 ディスプレイに近づいたときの様子

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

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

4.2 姿勢の歪みの判定

パソコンに向かうときには、両耳を結んだ直線、両肩を結んだ直線、骨盤の左右両上端を結んだ直線の 3 直線がそれぞれ水平になっている状態が望ましい。本システムは使いやすさを優先したいので、使用するウェブカメラは 1 台とし、ディスプレイの上部に設置する。そのカメラで利用者を正面から撮影し、肩から上の位置情報から現在の姿勢を判定する。そのため姿勢の歪みは、図 1 の点 B と点 C を結んだ両目間の直線と、点 D と点 E を結んだ両肩間の直線が平行に近い状態であれば、基本姿勢が保たれていると判断する。このようにすることで、首を左右に傾げていたり、片肘を付くなど片側の肩だけが上下にずれているよう場合に、姿勢が崩れていると判定できる(図 3)。平行状態の判断に用いている 2 直線の外積の値は、確認画面の「Cross」として右横に表示し、姿勢が崩れていないと判断中は Cross の値の右側に緑色で OK とし、崩れていると判断したときには、その文字を赤色に変更し NG と表示する。

4.3 猫背の判定

背中が丸くなってしまいう猫背の姿勢をとった状態を図 3 に示す。猫背の状態は、背が丸まっていることを判定できればよいものの、正面から姿勢を撮影している場合は、背の丸まりがカメラに対して前後方向になるため、画像から判定するのが難しくなる。そこで、背が丸まると頭の位置が下がることを利用し、額の位置として捉えている点 A(図 1)が基本姿勢から y 軸方向に一定以上下がった場合に猫背の状態にあると判定する。この値は確認画面上には「Top」として表示する。姿勢が正しいときには Top の値の右側に緑色で OK と表示し、猫背の状態と判定したときには、その表示を赤色の文字で NG へと変更する。猫背の特徴は頭の位置が低くなるだけでなく、頭部が前側に出る人もいるが、このようなタイプの猫背に対しては、4.1 節のディスプレイと目の距離により判定し通知する。

5. まばたきの検知

通常の状態のまばたきは、1 分間に 20~30 回程度しており、それがディスプレイを集中して見ているときには、4

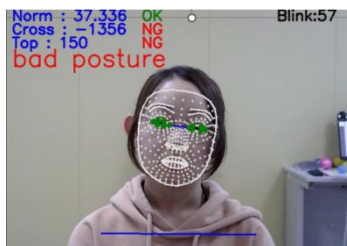


図 3 姿勢が崩れており猫背の状態

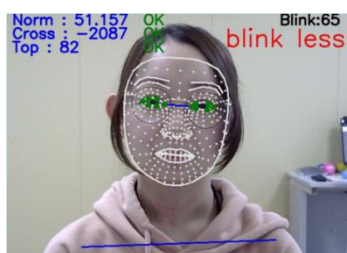


図 4 まばたきの警告が表示している状態

分の 1 程度に減少するとされている。そこで本システムでは、1 度まばたきを検出してから次に検出するまでの時間を計測し、まばたきの間隔があいたときには通知する(図 4)ことで、通常の状態を保てるようにする。まばたきの検出は目の部分の特徴点から、図 5 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

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

を用いる[4]。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が[4]、複数名で行った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 とした。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。まばたきの状態は確認画面の右側上に「Blink」として検出した回数を黒色文字で表示している。まばたきが一定時間検出できないときには、Blink の下に赤色文字で blink less と表示する。

6. おわりに

パソコンで作業中の利用者の正面の顔や肩などの位置情報を、MediaPipe で取得し、そのデータから姿勢とまばたきの状態を判定するシステムを開発した。本システムは、確認画面により自分の現在の姿勢やまばたきの状況を確認できるが、作業に集中している時には、確認画面は見ないと想定するため、姿勢やまばたきの状態に改善が必要などときには通知音を鳴らす仕様になっている。通知音は姿勢とまばたきで違う音にすることで、どちらに対する通知かわかるようにしている。通知音は、4 章に示した 3 項目のいずれかが正しくない状態と判断してから、その状態が 3 秒間継続したときに鳴らすことにしている。まばたきについては、まばたきを検知してから 5 秒経過しても、次のまばたきが検知されないときには通知音を鳴らす仕様になっている。今後は、評価実験によりシステムの問題点を明確にし、より使いやすいシステムへと改良する予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K02699 の助成を受けたものです。



図 5 まばたきの判定に使う要素(右目)

参考文献

- [1] 土江田織枝,林裕樹,山田昌尚,小松芽衣,香山瑞恵, "VDT 機器使用時の不適状態監視・通知システム",FIT2023 第 22 回情報科学技術フォーラム発表論文集第 3 分冊,pp487-488, 2023.
- [2] On-device machine learning for everyone, <<https://developers.google.com/mediapipe>> (参照 2024/02/22).
- [3] 厚生労働省, 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について.基発 0712 第 3 号,2019.
- [4] Tereza Soukupova and Jan Cech, "Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks", 21st Computer Vision Winter Workshop, 2016.