

正面カメラによる VDT 機器使用時の不適切状態監視システム

Monitoring and Notification System with Frontal Camera for 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}
 Ori DOEDA^{*1} Mayumi Yoshida^{*1} Masanao YAMADA^{*1} Hiroki HAYASHI^{*1} Mizue Kayama^{*2}
^{*1} 釧路工業高等専門学校 ^{*2} 信州大学
^{*1}National Institute of Technology, Kushiro College ^{*2} Shinshu University
 Email: yoshida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：近年，VDT 機器での作業中の，姿勢やまばたきの減少などが原因と思われる体調の不調，すなわち VDT 症候群の訴えが増加しており対策が急がれる．そこで筆者らは，パソコンの使用者へ適切なタイミングで，まばたきや姿勢の確認を促すシステムの開発を進めている．本稿では，開発中のシステムについて，まばたきや姿勢の不適切な状態を判定する方法などについて述べる．

キーワード：VDT 症候群予防，姿勢の検出，MediaPipe

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，授業や教育にも取り入れられているため，児童生徒も使用する機会が確実に増えている⁽¹⁾．そのため，VDT 症候群と呼ばれる心身の不調の訴えも，幅広い年齢で増加の傾向にあり深刻な社会問題になっている．VDT 症候群はパソコンなどを使った作業中の姿勢やまばたきの減少などにより，首や肩の痛み，頭痛や視力の低下などが生じる．姿勢やまばたきなどは，本人が気を付けることで，ある程度予防ができるとはいえ，予防措置はつつい忘れがちになるものなので，他者からの声掛けが有効な対策となる．そこで筆者らは，パソコンで作業している際の顔や肩などの様子から，姿勢の変化やまばたきの頻度低下に気づくよう，適切なタイミングで通史することで，VDT 症候群を予防できないかと考え研究を進めている⁽²⁾．本稿では，開発中のシステムについて，姿勢の判定方法や問題点について述べる．

2. 判定に使う情報の取得

本システムはパソコンで作業している様子を，パソコンのディスプレイの上部に設置したウェブカメラで撮影し，その映像から得る顔や目や肩などの位置情報を使って，姿勢やまばたきを確認する．これらは，Google 社が提供している，オープンソースの機械学習を利用して様々な情報を取得するフレームワークである MediaPipe を用いて取得する．画像中



図1 姿勢の判断に使うポイント

の人物のポーズや，顔や手などの全身の特徴点の座標は，これらの情報を 3 次元的に検出できる MediaPipe 上のソリューションである Holistic により取得する．本システムは，図 1 に示す点 A から点 E の特徴点の座標を姿勢の判定に，両目の周囲にあるそれぞれ 6 点の特徴点の座標をまばたきの判定に用い，ディスプレイ上に設置したウェブカメラで捉えた利用者の正面の様子から姿勢などの状態を判定する．ディスプレイには，利用者が自分の現在の状態を確認できるように，図 1 のような確認画面を表示するようにする．

3. 基本姿勢の取得

パソコンでの作業の正しい姿勢の基準は，手の位置や足の角度，そして横から見た時の顔の角度など細かく示されているものがあるが，本システムでは，以下の条件をすべて満たしている場合を正しい姿勢と定義し，基本姿勢とする．

1. ディスプレイと目との距離が 40cm 以上である⁽³⁾．
2. 背筋が垂直に保たれている．
3. 背が十分に背もたれに当たり，猫背になっていない．

姿勢の判定には，図 1 の点 A から点 E の 5 点の 3 次元座標を使う．基本姿勢におけるこれらの点の座標は，たとえ利用者が同一であってもシステムの利用のたびに变化する可能性があるため，利用者は利用開始時に基本姿勢を取った状態を保ち，システム側はその間に各点 50 個ずつ座標を取得するようにする．基本姿勢の基準には，このようにして取得した各点について 50 個の平均の座標を用いる．この基準のための座標の取得には約 5 秒の時間がかかるので，その間利用者はなるべく動かず，姿勢を保つ必要がある．

4. 姿勢とまばたきの判定

基本姿勢を取れているかどうかは，3 章に示した 3 条件を満たしているかどうかで判定する．まずディ

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、目頭間の距離も大きくなる。これを利用して、基本姿勢のときよりも点Bと点Cの間の距離が大きくなったときに、目がディスプレイに近づいたと判定する。また、姿勢の歪みについては、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。本システムは利用者を正面から撮影し、肩よりも上の状態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、首の左右の傾げや、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。そして、背中が丸くなってしまふ猫背の姿勢をとった状態の判定は、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。まばたき

は、目の部分の6個の特徴点の座標から目の形の縦横比⁽⁴⁾を求めることで、目の開閉状態を判定し、まばたきの回数を確認する。そして直前のまばたきから5秒以上次のまばたきを確認できなければ、通知を行う。

5. システムの評価実験の結果

姿勢やまばたきが不適切な状態と判定した際には、通知音で利用者に知らせる。ただし、姿勢は基本姿勢が取れていないと判定された状態が3秒間継続した場合、まばたきはまばたきをしない状態が5秒間継続した場合に通知する。この際、姿勢とまばたきの通知音を異なるものにする事で、通知がどちらの状態に対する警告なのかを明確にしている。また、確認画面にも警告を表示する。

本システムによる姿勢やまばたきの改善状況の確認を目的として、被験者16名を対象とした評価実験を行った。実験の内容は、日本語の文章を2分間入力するタイピングゲームで、その際に姿勢やまばたきの状態を不適切と判断したときの警告の回数と、警告後に未改善だった回数を、姿勢については表1に、まばたきについては表2に示す。

6. まとめ

表1と表2に示す評価実験の結果では、実験の時間が2分間と短かったこともあり、姿勢が崩れる被験者は少なく、警告回数はまばたきと比較すると少なかった。ただ、まばたきでは、警告後にも未改善である回数が少ないのに対し、姿勢では、改善ができていない被験者が多かった。これは、一度姿勢が崩れてしまうと初期の状態が分からなくなり、基本姿勢に戻して姿勢を改善することができないためであった。そのため、図2のように、基本姿勢の点Aの目安となる位置を交差する直線で確認画面上に示すことで、姿勢を戻すための手がかりを示すように改善した。通知音は環境音などで気づかないこともあるため、今後は通知音とともに、振動するような仕様も加え、状態の確認と改善が的確に行えるシステムへと改良を進める。

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) 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)
- (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)

表1 姿勢に対する警告回数と未改善の回数

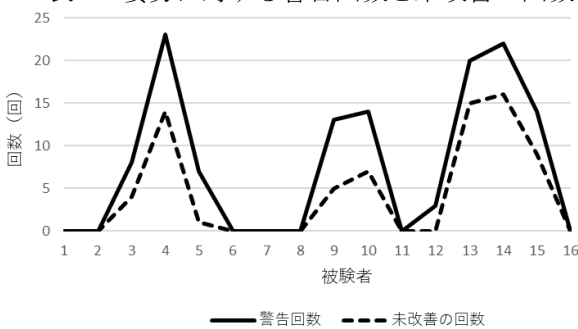


表2 まばたきに対する警告回数と未改善の回数

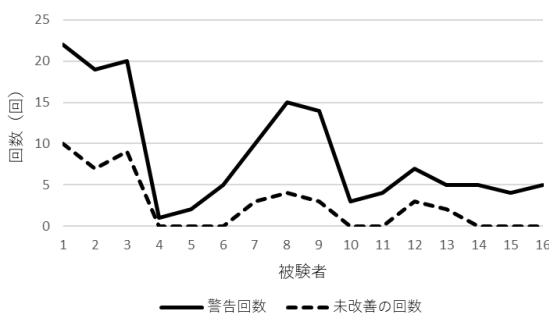


図2 基本姿勢の位置の表示