

VDT 症候群予防支援システムにおける通知手法の比較とユーザ評価

Comparison and User Evaluation of Notification Methods in a VDT Syndrome Prevention Support System

土江田 織枝^{*1}, 山田 昌尚^{*1}, 林 裕樹^{*1}, 香山 瑞恵^{*2}
Oriie DOEDA^{*1}, Masanao YAMADA^{*1}, Hiroki HAYASHI^{*1}, Mizue KAYAMA^{*2}

^{*1}釧路工業高等専門学校

^{*1}National Institute of Technology, Kushiro College

^{*2}信州大学工学部

^{*2}Faculty of Engineering, Shinshu University

Email: yoshida@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：本稿では，VDT 症候群の予防を目的とした支援システムを提案する．本システムはウェブカメラを用いて，ユーザの姿勢やまばたきをリアルタイムに検出し，不適切な状態が認識された場合に，通知音と 2 段階ポップアップによるフィードバックを提供する．評価実験の結果，通知音と画面表示を併用することで有効な注意喚起が可能であることが示された．一方で，状況に応じた通知手法の選択が重要であることも確認された．

キーワード：VDT 症候群，姿勢推定，まばたき検出，フィードバック通知

1. はじめに

近年，パソコンやスマートフォンなどの VDT (Visual Display Terminals) 機器の利用時間が増加し，眼精疲労や肩こり，ドライアイといった VDT 症候群の発症が問題となっている．これらを予防するには，正しい姿勢の保持や定期的な休憩，まばたきの促進が効果的とされるが，作業に集中していると，これらを忘れがちである．筆者らは，ウェブカメラを用いてユーザの姿勢やまばたきの状態をリアルタイムに検出し，問題がある場合には通知を行うことで VDT 症候群の予防を支援するシステムを開発している⁽¹⁾．従来は通知音のみを用いていたが，本研究では視覚的な通知も組み合わせることで，より効果的な注意喚起を目指す．通知の提示方法によってユーザの受け取り方や反応がどのように変化するかを検証し，その伝達効果と受容性について評価した．本稿では，システムの概要，通知方法の改善内容，および評価実験の結果について報告する．

2. システムの構成

本研究で開発した VDT 症候群予防支援システムは，ウェブカメラを用いてユーザの顔や上半身の映像を取得し，MediaPipe により姿勢の傾きやまばたき頻度をリアルタイムに推定する．不適切な姿勢やまばたきの不足が一定時間継続した場合にユーザへフィードバックを行い，VDT 症候群の予防を図る．姿勢判定には，額中央の座標による猫背の検出，両目内側の距離によるディスプレイとの距離推定，および両目と両肩を結んだ線の外積による上体の傾きの検出を用いる．まばたきは，目の周辺 6 点から算出した EAR (Eye Aspect Ratio) 値⁽²⁾に基づいて検出する．本システムでは，ユーザが正しい姿勢を取った状態で「基本姿勢」の設定を行い，その際に取得した額・目頭・肩の座標の平均値を基準として保存

する．ここで定義する正しい姿勢とは，①ディスプレイと目の距離が 40cm 以上あること，②背筋がまっすぐに伸びていること，③肩が前に出ていること，の 3 点を満たす状態である．以後はこの基本姿勢との相対的な変化により，姿勢の崩れや距離の変化を検出する．基本姿勢は初回設定に限らず，必要に応じて再設定可能である．通知については，従来のシステムでは通知音のみであったが，本研究では視覚的な 2 段階ポップアップによるフィードバックを導入した．まず小さなポップアップで軽度の注意喚起を行い，改善が見られない場合には，より大きく目立つポップアップを追加することで，ユーザの行動変容を促す設計となっている．この 2 段階表示により，音を出せない静かな環境でも利用しやすく，ユーザの受容性および反応率の向上が期待される．なお，姿勢やまばたきの検出手法の詳細は 2024 年度本大会にて報告済み⁽¹⁾のため，本稿ではその説明を省略する．

3. 通知手段の比較と検討

本システムでは，不適切な状態を通知する手段として，通知音と画面表示の 2 種類を用いているが，それぞれに利点と課題がある．以下にその概要を述べる．通知音の利点は，ユーザが画面を見ていない場合でも気づくことができる点である．一方で，姿勢の乱れとまばたき不足のいずれに対する通知であるかが判別しにくいという課題がある．これについては，まばたきに対応する通知音を直感的に認識しやすい音に設定することで，ある程度の識別が可能である (評価実験により確認済み)．また，騒音環境下では聞き取りにくく，音を出せない環境では使用できないという制約もある．一方，画面表示の利点は，音を出せない状況でも視覚的に通知が可能である点である．ただし，通知が頻繁に表示されると画

面を占有して作業の妨げになるほか、ユーザが画面を見ていない場合には見逃される可能性がある。これらの課題に対応するため、本研究では2段階ポップアップによる通知手法を導入した。まずは小さなポップアップで軽度の注意喚起を行い、状態の改善が見られない場合には、より大きく目立つ表示へと切り替えることで、ユーザの注意を促す設計としている。

4. 評価実験と考察

4.1 評価の目的と方法

本研究では、通知によるユーザの行動改善および通知に対する主観的受容性の評価を目的とした。まばたきや姿勢の検出精度については既に検証済みであるため、本評価では通知提示がユーザに与える影響に着目した。被験者は、PCを日常的に使用する18~20歳の学生20名であり、実験は人の出入りや一定の環境音がある研究室内で実施した。被験者にはPC上で図や絵を描く作業を行ってもらい、その間、システムが姿勢やまばたきを常時監視し、不適切な状態が一定時間継続した際に通知を提示する条件で実施した。通知手法は、①通知音のみ、②通知音と画面表示の併用の2条件を設定した。画面表示は2段階構成とし、最初に小さなポップアップを表示し、改善が見られない場合に大きなポップアップへ切り替える仕様とした。各条件での作業後、被験者には通知の必要性や気づきやすさ（聞き取りやすさ・見やすさ）について、5段階評価で回答を得た。

4.2 実験結果と考察

通知音および通知表示に関する主観評価の結果を、図1および図2に示す。図1および図2に通知音お

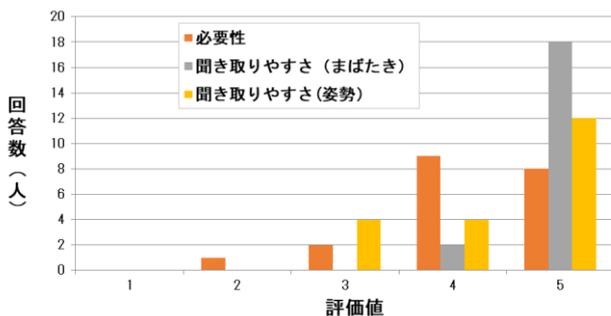


図1 通知音についての評価実験の結果

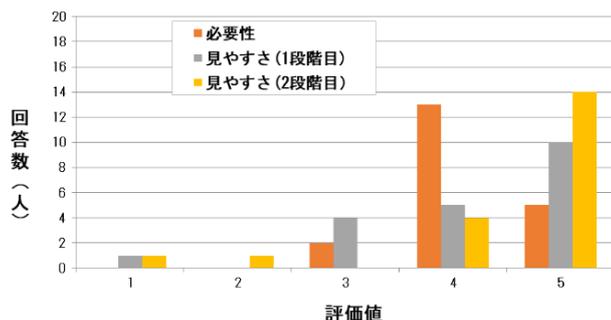


図2 通知画面の表示についての評価実験の結果

よび通知表示に関する評価結果を示す。横軸は5段階評価（1：とても良くない，2：良くない，3：普通，4：良い，5：とても良い）を表す。まず、通知の必要性について、通知音は「とても必要」40%、「必要」45%と、全体の85%が有効と評価した。画面表示は「とても必要」25%、「必要」65%で、計90%がその必要性を認めていた。通知音の聞き取りやすさに関しては、まばたき用通知音に対し「とても聞き取りやすい」90%、「聞き取りやすい」10%と極めて高評価であった。一方、姿勢用通知音では「とても聞き取りやすい」60%、「聞き取りやすい」20%、「普通」20%と、やや分散した。通知表示の視認性では、小さなポップアップに対して「とても見やすい」50%、「見やすい」25%、「普通」20%、「とても見にくい」5%であった。大きなポップアップでは「とても見やすい」70%、「見やすい」20%、「見にくい」および「とても見にくい」が各5%となり、段階的表示による視認性向上が示唆された。

通知手法の選好については、通知音のみを選択した被験者が7名、併用を選択したのは13名であった。通知音のみを選んだ被験者からは、「ポップアップが集中を妨げる」「気になる」といった否定的意見が見られた。一方、併用を選んだ被験者からは、「気づきやすい」「直感的でわかりやすい」との肯定的評価が得られた。以上より、通知音と画面表示の併用は通知の効果を高める一方、視覚的通知に対する好みには個人差があることが明らかとなり、今後は柔軟な通知設計の必要性が示唆された。

5. おわりに

本研究では、VDT症候群予防支援システムにおいて、通知音と視覚的フィードバックの併用による通知手法を提案し、その有効性を評価した。実験結果から、併用により通知の気づきやすさが向上する一方、ユーザによっては視覚通知に煩わしさを感じる場合もあることが確認された。今後は、通知方法をユーザごとにカスタマイズ可能とするなど、使用環境や個人の好みに応じた柔軟な通知設計の実現を目指す。さらに、このシステムがVDT症候群の予防に実際に役立つよう、ユーザビリティの向上と様々な使用環境に対応できる柔軟性のあるデザインを追求していきたい。

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

- 土江田織枝, 吉田真佑見, 山田昌尚, 林裕樹, 香山瑞恵: “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”, 教育システム情報学会第49回全国大会論文誌, pp.71-72 (2024)
- Tereza Soukupova and Jan Cech, “Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks”, 21st Computer Vision Winter Workshop, (2016)