

アイウェアによる集中力センシングに基づいた行動変容誘発システムの設計

A Design of the System Triggered Behavior Change Based on Focusing Sensing by Eyewear

徳田 博行[†] 高橋 雄太[†] 音田 恭宏[†] 金谷 勇輝[†]
 Hiroyuki Tokuda Yuta Takahashi Yasuhiro Otoda Yuki Kanaya
 荒川 豊^{†,‡} 安本 慶一[†]
 Yutaka Arakawa Keiichi Yasumoto

1. はじめに

オフィス環境において、働きやすい環境を築くことは重要である。オフィスワークにとって働きやすい環境を築くためには、集中して作業をしているときに同僚や上司からの相談や仕事の依頼等による作業への割り込みを防ぐことや適度に休憩を取ることが必要であると考えられる。作業中の割り込みは適切なタイミングであれば、休憩にもつながり、リフレッシュになる上に、複数人で一緒に休憩を取ると生産性が上がることが報告されている [1]。一方で、タイミングの悪い割り込みは、作業を中断しなければならず、知的生産性を下げるといった問題がある [2]。このような問題に対処するために邪魔にならない割り込みのタイミングを計測する研究 [3][4][5][6] が行われており、不適切な割り込みを軽減することが重要であると言える。本研究では、作業中のユーザに対して割り込みが可能かどうかを他者に見えるようにすることで、適切なタイミングで他者からのインタラクションを誘発し、結果として、行動変容を誘発するシステムの設計を目指す。

一般的に、割り込みが可能かどうかはユーザの状態や実行中のタスク、及び割り込まれるタスクの緊急/重要度に依存して変化する。従来の研究では、マウスやキーボードの利用状態からユーザの集中度合いを計測し、割り込み可能な状態であるかどうかを LED 照明の色によって可視化することで他者からの不適切な割り込みを軽減するシステムが提案されている [7]。しかし、従来のシステムではマウスやキーボードの利用状態からユーザの集中度合いを計測するため、マウスやキーボードを利用しない読書や動画の鑑賞、考え事をしているときにシステムがユーザの状態を誤判定し、不適切な割り込みが発生してしまう恐れがある。そこで、ユーザのあらゆる作業状態に対応し、ユーザの状態をより正確に計測することが可能となれば、オフィス環境においてタイミングの悪い割り込みを軽減し、他者とのコミュニケーションをより円滑に行うことができる。

では、従来の問題点を解決したユーザの状態を計測する方法として、どのような方法が考えられるだろうか。これまでの研究から人の眼球運動と集中力には相関があるということがわかっている [8][9]。例えば、人はタスクの内容に応じて瞬きの回数が増減し、集中時は瞬きが少なくなるといった傾向がある。そこで、我々は人の眼球運動を利用してユーザの状態を計測する。眼球運動は目の眼電位と頭の傾き角度や動きを計測可能なアイウェアを用いることで取得し、従来研究の課題であった読書や動画の鑑賞中、思考中におけるユーザの状態の計測に対応する。

本稿では、前述した、アイウェアによりユーザの集中度合いをセンシングし、それを他者に見えるようにすることで他者とのインタラクションを誘発し、結果として、行動変容を誘発するシステム設計について述べる。なお、本研究は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科の倫理審査委員会で承認済みであることを付記しておく。

2. 関連研究

本章では、本研究に関する関連研究について述べる。まず、作業中のユーザへの他者からの割り込み可能性に関する研究について述べ、次に、提案システムと同様にユーザの状態を計測し、行動変容を誘発するシステムを用いた研究について述べる。

2.1 割り込み可能性

割り込み可能性は、古くから心理学の分野において注目されており、様々なアプローチによる研究が行われている。

Tani ら [10] は、机上にかかる圧力を用いてユーザの割り込み可能性を推定する手法を提案している。この手法では、デスクに圧力センサシートを敷き、ユーザがマウスやキーボードを利用した際の状態を計測している。得られた結果として、割り込みが可能かどうかを約 7 割の精度で推定することに成功している。しかし、この手法では、マウスやキーボードを利用していない動画鑑賞時や思考中などのユーザの状態を計測することができない。

また、生体センサを用いてユーザの割り込み可能性を推定する手法を Manuela らが提案している [11]。Manuela

[†] 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

[‡] JST さきがけ, Japan Science and Technology Agency.

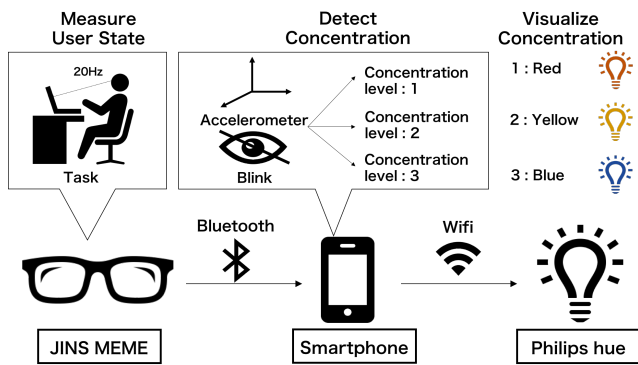


図 1: 提案システムの概要

らは、ヘッドバンド型デバイスとリストバンド型デバイスから得られる生体信号、脳波や皮膚温、心拍などを用いて、ユーザの状態を計測している。被験者はプログラミングをメインのタスクとしながら、ディスプレイの隣に設置したタブレットにランダムな時間で表示される2桁の掛け算問題、割り込み可能性の5段階評価を割り込みタスクを行う。得られた結果として、割り込みが可能かどうかを9割以上の精度で推定することに成功している。しかし、この手法では、脳波計測デバイスによる利便性の低さが問題点として挙げられる。実環境への導入では、より利便性の高いデバイスが望まれる。

2.2 行動変容誘発システム

Manuelaら[7]は、マウス、キーボードの利用状況から割り込み可能性の自動判定アルゴリズムを用いて労働者の活動状態を計測し、FlowLightと呼ばれるLED照明の色によって労働者の忙しさの度合いを可視化するツールを開発した。その結果、オフィス環境においてFlowLightを利用したことで他の労働者からの割り込みによる作業の中断が46%減少した。しかし、この手法では、マウスやキーボードを使用しない書類確認のような作業や思考状態のような活動状態の判定が困難であり、このような作業を行う場合は、ユーザが手動で状態を切り替えなければならないといった課題がある。

3. 提案システム

本章では、本研究での提案システムについて述べる。提案システムの概要を図1に示す。提案システムでは、アイウェアを用いて、ユーザの作業中の眼球運動、体の動きを計測し、スマートフォンアプリによってBluetoothでリアルタイムにデータを取得する。取得したデータに基づいて、ユーザの集中度を判定し、アプリケーションからスマートIoT照明に判定結果を反映させる。



図 2: JINS MEME



図 3: Philips hue

3.1 ユーザの状態取得

ユーザの状態の取得には、図2に示す、JINS MEME[12]を使用する。JINS MEMEとは、ノーズパットの3点式眼電位センサにより、人の眼球運動を測定できるアイウェア型ウェアラブル端末である。さらに、メガネフレームに搭載された6軸センサ(3軸の加速度とジャイロ)により体のブレや動きを検出することが可能である。JINS MEMEは約20Hzでリアルタイムにデータを計測している。これにより、ユーザの視線方向、瞬き、姿勢を計測し、ユーザの集中度合いを判定する。

3.2 集中度判定法

集中度の判定方法として、JINS MEMEから得られるデータの中で有用だと考えられる、瞬き、姿勢を利用する瞬きは通常時、1分間あたり平均15~20回と言われており、集中するにつれて、瞬きの回数が減少していき、逆に疲れやストレスを感じると増加すると言われている[8, 9]。さらに、姿勢と集中力との相関も明らかになっている[13]。以上の理由から、本システムでは、瞬きの回数、姿勢を集中力の指標とする。本システムでは、ユー



図 4: フロー状態 (赤色)



図 5: 集中状態 (黄色)



図 6: 集中していない状態 (青色)

ザの集中度合いを「フロー状態」,「集中状態」,「集中していない状態」の3状態で表現する. 本システムにおける上記の3状態の定義について以下に述べる. フロー状態は瞬きの回数が1分間あたり4回以下, 姿勢が安定している時と定義する. 姿勢が安定している時は加速度 x , y の範囲がそれぞれ 2° 以内の範囲を継続した時と仮定している. 集中状態は瞬きの回数が1分間あたり15回以下, 姿勢が安定している時と定義する. 集中していない状態は上記の2状態以外の場合で定義する.

3.3 集中度提示手法

ユーザの集中度を反映させるツールとして図3に示す Philips hue を使用した. Philips hue とは, アプリケーションから照明の色をコントロールできるスマート IoT 照明である. これを使用することで, JINS MEME から得られたデータに基づき, ユーザの集中度合いを照明の色によって可視化する. Philips hue の照明の光をユーザの集中度合いに応じて,「フロー状態」の場合は赤色, 集中状態の場合は黄色,「集中していない状態」の場合は青色と変化させる. Philips hue の照明の色で可視化した3状態をそれぞれ図4, 図5, 図6に示す.

3.4 割り込みに関する行動変容

本システムを使用することで, 集中度を他の労働者に知らせることが可能である. 集中していない状態を示していれば, 話しかけやすい状態であり, 集中している状態を示していれば, 話しかけにくい状態を表す. 特に, フロー状態では, 集中状態が長く続き過ぎており, 疲労が蓄積するため, 逆に生産性が低くなることが考えられる. そこで, 本システムを活用することで, 他の労働者

にフロー状態が長く続いているということを知らせることができ, 集中のし過ぎを防ぐことができる. フロー状態の労働者に休憩を促すことより, 他人を介して促す方が休憩に行きやすくなることが期待できる. また, コミュニケーションを行うことで, 心身の疲労の回復に繋がり, 生産性の向上に寄与できる. 本システムでこのような割り込みのタイミングを補助し, 行動変容を誘発できると考えられる.

4. まとめと今後の展望

本稿では, アイウェアによる集中力センシングに基づき, 行動変容を誘発するシステムの設計について検討した. 検討手法では, 既存手法で誤判定された読書や動画鑑賞, 思考中の場合でもユーザの状態を正確に計測できると考えられる. 今後は, 被験者を募って提案システムの評価実験を行い, システムの有用性を検証する. また, アイウェア以外のデバイスを組み合わせた集中度の計測手法や他の集中度の提示方法についても検討していきたい.

謝辞

本研究の一部は, JST PRESTO (16817861) の支援で行われたものである. ここに記して敬意を示す.

参考文献

- [1] Jun-ichiro Watanabe, Marina Fujita, Kazuo Yano, Hideo Kanesaka, and Tomoyuki Hasegawa. Resting time activeness determines team performance in call centers. In *Social Informatics (SocialIn-*

- formatics), *2012 International Conference on*, pp. 26–31. IEEE, 2012.
- [2] Brian P Bailey, Joseph A Konstan, and John V Carlis. The effects of interruptions on task performance, annoyance, and anxiety in the user interface. In *Interact*, Vol. 1, pp. 593–601, 2001.
- [3] Mikio Obuchi, Wataru Sasaki, Tadashi Okoshi, Jin Nakazawa, and Hideyuki Tokuda. Investigating interruptibility at activity breakpoints using smartphone activity recognition api. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*, pp. 1602–1607. ACM, 2016.
- [4] Anja Exler, Marcel Braith, Andrea Schankin, and Michael Beigl. Preliminary investigations about interruptibility of smartphone users at specific place types. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*, pp. 1590–1595. ACM, 2016.
- [5] Joel E Fischer, Chris Greenhalgh, and Steve Benford. Investigating episodes of mobile phone activity as indicators of opportune moments to deliver notifications. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, pp. 181–190. ACM, 2011.
- [6] Scott Hudson, James Fogarty, Christopher Atkeson, Daniel Avrahami, Jodi Forlizzi, Sara Kiesler, Johnny Lee, and Jie Yang. Predicting human interruptibility with sensors: a wizard of oz feasibility study. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 257–264. ACM, 2003.
- [7] Manuela Züger, Christopher Corley, André N Meyer, Boyang Li, Thomas Fritz, David Shepherd, Vinay Augustine, Patrick Francis, Nicholas Kraft, and Will Snipes. Reducing interruptions at work: A large-scale field study of flowlight. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 61–72. ACM, 2017.
- [8] John L Andreassi. *Psychophysiology: Human behavior & physiological response*. Psychology Press, 2013.
- [9] Craig N Karson, Karen Faith Berman, Edward F Donnelly, Wallace B Mendelson, Joel E Kleinman, and Richard Jed Wyatt. Speaking, thinking, and blinking. *Psychiatry research*, Vol. 5, No. 3, pp. 243–246, 1981.
- [10] Takahisa Tani and Seiji Yamada. Estimating user interruptibility by measuring table-top pressure. In *CHI’13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1707–1712. ACM, 2013.
- [11] Manuela Züger and Thomas Fritz. Interruptibility of software developers and its prediction using psycho-physiological sensors. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2981–2990. ACM, 2015.
- [12] ES—PRODUCTS - JINS MEME. <https://jins-meme.com/ja/products/es/>.
- [13] Sidney S D’Mello, Patrick Chipman, and Art Graesser. Posture as a predictor of learner’s affective engagement. In *Proceedings of the Cognitive Science Society*, Vol. 29, 2007.