

# 瞬目を利用したソフトウェア開発における メンタルワークロード定量化にむけての実験提案

中才恵太郎<sup>†1</sup> 角田雅照<sup>†2</sup> 松本健一<sup>†1</sup>

**概要:** ソフトウェア開発を行うとき、ソフトウェア開発者が集中して仕事をする時間を作ることが望ましい。しかし、ソフトウェア開発の現場では、ミーティング、質問、メール、電話などの割り込みは多く発生し、仕事が中断されることが多い。その結果、元の仕事に復帰するため、余計にコストが必要となる。ソフトウェア開発は複数人で行われるため、ソフトウェア開発者各々の進捗状況の管理や、仕事の割り当てなどのため、ある程度の割り込みの発生は避けられない。ただし、開発者の状態によっては、元の仕事に復帰するためのコストを最小にすることができる可能性が高いと考えられる。本稿は、ソフトウェア開発者の心理的作業負荷 (Mental Workload: MWL) を測ることで、ソフトウェア開発者に割り込み可能な状況の情報を提供することができるのではと考えた。MWL の推定には瞬目を利用した研究が多い、そのため、市販の眼鏡型ウェアラブルデバイス JINS MEME を利用することで瞬目率を計測し、ソフトウェア開発者の MWL の定量化にむけての実験を提案する。

## 1. はじめに

ソフトウェア開発を行うとき、ソフトウェア開発者が集中して仕事をする時間を作ることが望ましい。しかし、ソフトウェア開発の現場では、ミーティング、質問、メール、電話などの割り込みは多く発生し、仕事が中断され、その結果、元の仕事に復帰するためのコストを多く支払わなければならない。そのため、ソフトウェア開発企業では、ソフトウェア開発者を集中させるための社内施策として、これらの割り込みを許さない日を設定していることがある[2]。

ソフトウェア開発は複数人で行われるため、ソフトウェア開発者各々の進捗状況の管理や、仕事の割り当てなどのため、ある程度の割り込みの発生は避けられない。ただし、開発者の心理状態によっては、元の仕事に復帰するために余計にかかるコストを最小にすることができる可能性が高いと考えられる。本稿は、ソフトウェア開発者の心理的作業負荷 (Mental Workload: MWL) を測ることで、ソフトウェア開発者に割り込み可能な状態の情報を提供することができるのではと考えた。そのため、ソフトウェア開発者の MWL を測ることを目的とした実験提案を行う。

人間の心理状態を定量的に評価する方法として、専用の機器を用いた生体計測を行う研究が行われている。本稿は、ソフトウェア開発者の MWL を測る手段として、瞬目率に注目する。瞬目率は課題の難易度によって大きく影響する[8]という研究があり、瞬目を利用し、人間の MWL を評価しようとしている研究は存在する。森島らは、ドライバーの MWL を評価するため、瞬目率を一部利用している[5]。Ogawa らは、眼電位計測装置 (JINS MEME) を用いて、テトリスをプレイした時の MWL の推定を検討している[7]。瞬目を検出する方法はビデオカメラで被験者の目元を撮影し、画像処理により検出する方法[6]、眼電図を測定するこ

とでその電位差から取得する方法[5]等があるが、安価で実験がしやすいこと、違和感なく被験者が装着できる利点から、市販の眼鏡型ウェアラブルデバイス JINS MEME[7]を利用し、瞬目率を取得する方法を利用して瞬目率を計測する。瞬目率を利用した実験を行うことで、ソフトウェア開発者の MWL を定量化できるかが本提案の目的である。

## 2. JINS MEME と実験提案

### 2.1 JINS MEME と瞬目計測

本実験で使用する眼鏡型ウェアラブルデバイスである JINS MEME について説明する。JINS MEME は株式会社ジンズが 2015 年 11 月に発売した眼鏡型ウェアラブルデバイスであり、三点式眼電位センサーとジャイロセンサーを搭載している。2019 年 12 月現在、JINS MEME を公式サイトから購入することはできないが、JINS MEME ES だけはレンタルすることが可能である。JINS MEME には JINS MEME ES, JINS MEME ESR, JINS MEME MT があるが、JINS MEME MT は三点式眼電位センサーを搭載していないため、瞬目計測ができない。JINS MEME ESR は研究者向けの JINS MEME ES であり、センサーで取得した生データを取得することができる。JINS MEME ES はセンサーで取得したデータを加工した形で取得することができる。本実験では、加工されたデータをそのまま利用すると簡単に瞬目データを取得することができるため、JINS MEME ES を利用する。

JINS MEME ES で目に関するデータで取得できるものは、視線移動の強さ、まばたきのスピード、まばたきの強さであるが、本稿では、まばたきのスピードとまばたきの強さのみ利用する。JINS MEME で取得できる瞬きの精度は 89.6% ~ 100% である[4]。この結果は、従来の眼電図から、瞬きを検出する方法[9]と遜色ない検出力であるといえる。

JINS MEME とは Bluetooth 4.0 で、iOS または Android デバイスと接続可能である。約 20Hz でデータの取得ができるリアルタイムモードを用いる。JINS MEME ES からデータを取得するためには、JINS MEME SDK を利用して、iOS

<sup>†1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学  
Nara Institute of Science and Technology

<sup>†2</sup> 近畿大学  
Kindai University

または、Android アプリを開発する。

## 2.2 実験概要

ソフトウェア開発者の心理的作業負荷 (MWL) 計測にむけて、ソフトウェア開発者を被験者とした被験者実験を行う。実験の流れは、被験者に JINS MEME を装着させキャリブレーションを行い、心理的負荷を高めたプログラミングの問題と普通のプログラミングの問題をそれぞれ解答させ、問題解答後に、問題の難易度を調査するためのアンケートに回答させるといった流れである。以下、被験者の条件、実験使用プログラム、問題の心理的負荷を高める方法、問題の難易度を調査するためのアンケート、評価方法、実験に関する仮説について詳しく説明する。

**被験者の条件：**ソフトウェア開発における MWL を測定するため、ソフトウェア開発経験があり、基本的なプログラムの動作が分かる人を対象に被験者とする必要がある。また、本実験では、瞬目の検出を行うため、JINS MEME を装着する必要がある。被験者は、日常的に眼鏡等が必要でないか、実験時にコンタクトレンズの着用が可能であることが条件である。また、瞬目率は年齢が上がるにつれて高まり、喫煙や、ドライアイなどの要因によっても変動する[1]そのため、被験者に事前にアンケートを取り、なるべく同じ条件の被験者で実験する方が望ましい。

**実験使用プログラム：**被験者全員が理解できる単純な文法のみを使用したプログラミングの問題を作成する。被験者実験を行うとき、被験者の慣れが影響すると考えられるそのため、本実験の前実験を行うための問題と、本実験を行うための問題を用意する。

**問題の心理的負荷を高める方法：**問題の心理的負荷を高めるためによく用いられる方法は、問題に取り組んでいる最中に同時に計算問題行わせることである。MWL の負荷を高めるための実験方法としてはよく行われている方法であり、プログラミングの難易度の調整を行うのは難しいため、この方法で心理的負荷を調整する。

**問題の難易度を調査するためのアンケート：**出題した問題が本当に MWL の負荷を高めているかどうかはわからない。そのため、最もよく用いられている主観的 MWL 評価手法である、日本語版 NASA-TLX[3]評価シートに回答を求め、主観的負担感の評価指標とする。

**評価方法：**実験使用した問題の心理的負荷を高める方法により、心理的負荷を適切にコントロールできているかを評価するため、日本語版 NASA-TLX 評価シートの回答から、adaptive weighted workload 得点 (以下、AWWL 得点) を算出する。同時に計算問題を行った問題とそうでないものそれぞれで AWWL 得点を計算し、検定を行い、MWL が計算問題を同時に行った方が高いことを確認する。その後、JINS MEME で取得したデータから、瞬目率の平均や中央値を算出し、比較を行うことで評価を行う。

## 2.3 実験に関する仮説

本実験では、ソフトウェア開発を被験者とし、開発者に MWL の高い問題と低い問題を解かせた時のその問題に取り組んだ時の瞬目率の評価を行う。瞬目率は課題の難易度によって変動するとされている[8]。これまでに行われてきた研究の結果から、課題の難易度が低い場合、瞬目率は高く、課題の難易度が高い場合瞬目率が低いと想定される。ただし、プログラミングに取り組む際の瞬目を利用したメンタルワークロードの測定は行われておらず、従来研究と同じような結果が出るとは限らない。

## 3. おわりに

本稿では、ウェアラブルデバイス JINS MEME を利用して、瞬目率を計測によるソフトウェア開発者の MWL の定量化方法のための実験を提案した。本ワークショップでは開発者の心理的負荷を計測する方法についての議論をしたい。

**謝辞** 本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤 A : 課題番号 17H00731) による助成を受けた。

## 参考文献

- [1] Cruz, A. A.V., Garcia, D.M., Pinto, C.T., and Cechetti, S.P.: Spontaneous Eyeblink Activity, *The Ocular Surface*, vol.9, issue 1, pp. 29-41(2011).
- [2] Davis, B.: *97 Things Every Project Manager Should Know: Collective Wisdom from the Experts*, O'Reilly Media, Inc., (2009).
- [3] 芳賀 繁, 水上 直樹: 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定, *人間工学*, vol.32, no.2, pp. 71-79 (1996).
- [4] Kanoh, S., Ichi-nohe, S., Shioya, S., Inoue, K., and Kawashima, R.: Development of an eyewear to measure eye and body movements, *2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pp. 2267-2270 (2015).
- [5] 森島 圭祐, 茅原 崇徳, 乙川 友佑, 西内 信之, 山中 仁寛: 眼電位ならびに頭部運動関連パラメータを用いたドライバーのメンタルワークロード評価, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 2019, vol.21, no.1, pp. 121-130 (2019).
- [6] Nakano, T., and Miyazaki, Y.: Blink synchronization is an indicator of interest while viewing videos, *International Journal of Psychophysiology*, vol.135, pp. 1-11 (2019).
- [7] Ogawa, T., Takahashi, M., and Kawashima, R.: Human Cognitive Control Mode Estimation Using JINS MEME, *IFAC-PapersOnLine*, vol 49, issue 19, pp. 331-336 (2016).
- [8] Stern, J. A., and Skelly, J. J.: The Eye Blink and Workload Considerations. *In Proc. of the Human Factors Society Annual Meeting*, vol.28, issue 11, pp. 942-944 (1984).
- [9] 湯瀬裕昭, 田多英典: 瞬目の自動検出と瞬目波形解析, *人間工学*, vol.30.5, pp. 331-337(1994).