

継続的マイクロラーニングの実現に向けた隙間時間の調査

徳田 博行^{1,a)} 高橋 雄太¹ 荒川 豊^{1,2} 安本 慶一¹

概要：学習において、復習は知識を定着させる非常に重要な学習プロセスである。人々は継続的に復習を行うことで学習した知識を定着させる。特に、外国語の習得は、語彙を増やすこと、文法や構文を理解することにより成り立つため、膨大な時間がかかり、継続的に学習する時間を作る必要がある。しかし、日常生活の中で継続的に学習の時間を作ることは容易ではない。そこで、本研究では、日常生活の中で学習の実行が可能な隙間時間を検知するシステムの実現を目指す。このシステムの実現によって、日常生活の隙間時間を有効に活用でき、継続的な学習が可能になると考える。人に対して、タスクを割り込むタイミングは、コンテキスト（時間、位置、ユーザの状態）に相関があることがわかっており、このため、学習に有効な隙間時間を検知するためのユーザのコンテキストデータを収集する。本稿では、5名の被験者に対して、1週間にわたって、英単語の問題を促し、その時の英単語の問題回答率、問題回答数とコンテキストデータから学習に有効な隙間時間を調査した結果を報告する。

Investigation of Spare Time for Realizing Continuous Micro-Learning Support System

HIROYUKI TOKUDA^{1,a)} YUTA TAKAHASHI¹ YUTAKA ARAKAWA^{1,2} KEIICHI YASUMOTO¹

1. はじめに

知識を獲得するためには日々の継続的な学習が必要である。特に、外国語の習得には、語彙を増やす、文法や構文を理解する、正しい発音を身につけるなど必要なことが多く、非常に時間がかかる。このため、外国語の学習において、定期的に学習する時間を確保する必要がある。しかし、日常生活の中で継続的に学習の時間を作ることは容易ではない。これまでの調査では、社会人の学習のドロップアウト率は約70%であることが明らかになっている [1]。そこで、学習を継続することが困難な学習者に対し、短い時間で、比較的取り組みやすい学習方法として、マイクロラーニングが世界的に注目を集めている [2]。マイクロラーニングとは、学習コンテンツを細かい単位に区切り、少量の情報にすることにより、モバイル機器などで手軽に、隙間時間を使った学習を可能にする学習方法である。この学習方法を導入することにより、学習者のモチベーションの向

上や隙間時間の有効活用による、学習の習慣化が期待されている。しかし、このマイクロラーニングにおいても、ユーザは自身で日常生活に生じる隙間時間を見つける必要がある、自身で自発的に学習時間を探し、学習を行うことはユーザにとって精神的な負担となる。そこで、本研究では、日常生活の中で学習の実行が可能な隙間時間を自動で検知するシステムの実現を目指す。このシステムの実現により、ユーザは隙間時間を有効に活用することができ、継続的な学習が可能になると考えられる。

現在、隙間時間を検知する方法として、人に対していつタスクを割り込むと実行中のタスクの生産性を下げることなく、割り込んだタスクを実行してもらえるのかという、タスク割り込みのタイミングに関する研究が行われている [3][4][5][6][7]。しかし、これらの方法で用いられているタスクは、アンケートの回答、簡単な暗算、プッシュ通知といった一定時間で回答が可能なタスクであるため、ユーザがその時にどの程度の隙間時間があるかはわからず、より回答に時間を要する他の問題や課題に対して、タスクの割り込みが可能であるかがわからないといった課題が残されている。この課題に対して、ユーザの隙間時間の度合い

¹ 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

² JST さきがけ, Japan Science and Technology Agency

^{a)} tokuda.hiroyuki.tf5@is.naist.jp

(隙間時間の長さの目安)を検知することができれば、その時の隙間時間の度合いに合わせた問題の量や質を適切に提示することができ、かつ、隙間時間を有効に活用できるため、有益であると考えている。そこで、本研究では、上記の課題を解決するために、ユーザの隙間時間の度合いを検知するシステムの実現を目指す。

隙間時間の度合いを検知するためには、ユーザの状態をセンシングすることが必要であると考えられる。これまでの研究から、時間帯や場所、ユーザの行動などのコンテキストデータには、人にタスクを促した時の実行率と相関があることがわかっている [8][9]。このことから、コンテキストデータを基に、ユーザの隙間時間の度合いを検知することが可能であると考えられる。

マイクロラーニングの対象コンテンツとして様々なものが考えられる。本研究では、隙間時間にマイクロラーニングを割り込む、学習コンテンツの第一ステップとして、英単語の問題を取り扱うこととする。その理由として、グローバル化の影響から英語学習の必要性が高まっていること、英単語学習を割り込んだ際の問題の回答率や回答数からその時の隙間時間の度合いが明確に現れることが予想されるためである。以上の理由から、マイクロラーニングの対象、および隙間時間の度合いを検知するために英単語の問題を採用する。

本稿では、学習者に対して割り込んだマイクロラーニングと割り込まれた際のコンテキストから隙間時間の度合いを検知するシステムの実現に向けた、英単語の問題の回答数と隙間時間の度合いの関係を調査した実験の結果を報告する。

以下、第2節において本研究の関連研究について述べ、第3節で継続的マイクロラーニングの実施に向けた調査実験について述べる。そして、第4節において、今回実施した実験の結果を報告し、最後に第5節において、本稿のまとめと今後の展望を述べる。

2. 関連研究

人に対してタスクを割り込むタイミングは、心理学の分野において注目されており、様々な角度からのアプローチによる研究が行われている。さらに、ユーザのコンテキストに合わせて、ユーザの学習実行率が高くなると想定したタイミングでマイクロラーニングを割り込む研究が行われている。本節では、タスクを割り込むタイミングに関する研究、マイクロラーニングに関する研究について述べる。

2.1 タスクを割り込むタイミングに関する研究

タスクを割り込むタイミングとユーザが実行中のタスクのコンテキストとの関係を調査した研究に Pejovic らの研究がある [10]。Pejovic らは、ユーザが通知を割り込まれた際のユーザの実行中のタスクに関するデータ (タスクの面

白さ、難易度、集中度、重要性、習熟度)を収集し、タスクを割り込むタイミングとユーザが実行中のタスクの関係を調査した。データから得られた結果として、タスクを割り込むタイミングが良かった際、実行中のタスクの習熟度と最も相関があることがわかった。

タスクを割り込むタイミングとユーザのコンテキストの関係を調査した研究に赤池らの研究がある [8]。赤池らは被験者に対して、2週間の間に1日3回程度、難易度の異なるタスクを割り込み、その応答時間を計測した。タスク割り込みの依頼手段として、普段からコミュニケーションを取るために使用している LINE*1 を用いている。計測終了後、被験者にタスクごとのコンテキスト情報をアンケートにより収集した。得られたデータから応答時間と被験者の状況の関係性を分析した結果、タスク割り込みに対する被験者の応答の早さは、受信した時間帯やその際の忙しさ、同行者の有無などのコンテキストに関係していることがわかった。また、得られたデータを用いて、Random Forest によって被験者の状況に対する応答時間モデルを構築した。被験者のコンテキスト情報を把握できている状態の応答推定モデルと把握できていない状態の応答推定モデルを比較した結果、コンテキスト情報を把握できている場合の方が精度が大きく上回る結果となった。これにより、人にタスクを割り込むタイミングはコンテキスト情報によりがわかれば、推定できる可能性を示している。

タスクを割り込むタイミングとユーザの位置との関係を調査した研究に Exler らの研究がある [9]。Exler らはタスクを割り込むタイミングの良し悪しを判別するために、特定の場所でタスクを割り込んだ時の割り込みが可能かどうかをアンケートにより調査を行なった。この結果、バス停乗り場や地下鉄の駅、駐車場など待ち時間が発生することが想定される場所でのタスク割り込みは割り込みが可能である場合が高く、映画館や図書館、レストランなどの静かにしなければならない場所、ユーザが食事などの他の行動をとっていきそうな場所でのタスク割り込みは割り込みが可能である場合が低いということがわかった。これにより、タスクを割り込むタイミングはユーザの場所も考慮する必要があると考えられる。

Okoshi ら [11][12] はスマートフォンにより、ユーザの行動を認識し、作業が中断しているタイミング “Breakpoint” を検知するミドルウェア Attelia を開発し、Breakpoint に通知した時のユーザの反応率を調査した。Breakpoint に通知することにより、ランダムな時間に通知した時と比較して、ユーザの通知に対する認知負荷を有意に抑制できることが判明した。さらに、Yahoo!JAPAN の Android アプリケーションに行動認識、機械学習技術を用いて Breakpoint を判定する手法を導入し、68 万人を超えるユーザに対し

*1 <http://line.me/>

て、プッシュ通知の反応率を調査する実験を行なった。この結果、すぐに通知する方法と比較して、ユーザの通知に対する反応時間を 49.7%短縮することに成功している。しかし、この研究では、ユーザにどの程度の間隔時間があるかまで明らかにしていない。

2.2 マイクロラーニングに関する研究

ユーザに待ち時間が発生する可能性が高いと想定されるシチュエーションでマイクロラーニングを促す研究に、Cai らの研究がある [13][14]。Cai らは日常生活の中で生じる待ち時間を調査し、チャット中、SNS 更新時、Wi-Fi 接続時、エレベーター乗り場という 5 つのシチュエーションで単語学習を促した時の反応の早さ、学習実行率などを計測した。この結果から、チャット中の場合、チャット返信直後に促した場合、タイピング中に促した場合、ランダムに促した場合の 3 つのパターンで比較した結果、チャット返信直後の反応の早さ、学習実行率が最も良くなることがわかった。さらに、5 つのシチュエーションでの結果から、エレベーター乗り場、SNS 更新時の学習実行率が高いことがわかった。しかし、この研究では実験が限られた場面のみでしか行われておらず、待ち時間や隙間時間が発生するタイミングは他にも様々な場面が考えられる。例として、電車に乗っている時間、バス停乗り場での待ち時間、トイレ中などが挙げられる。したがって、日常生活の中で、より広いフィールドで隙間時間を検知することができれば、その時間に学習を促すことで、より多い機会でのユーザの学習実行が期待できる。

3. 調査実験

本節では、隙間時間の度合いを検知するシステムの実現に向け、英単語の問題の回答数と隙間時間の度合いの関係を調査した実験について述べる。

3.1 実験概要

本調査実験では、マイクロラーニングの実施端末としてスマートフォン、Android 端末を使用し、実施手段としてスマートフォンの英単語アプリケーションを使用する。学習者の英単語の回答数から隙間時間の度合いを求めることに着目するため、学習者の英単語の回答数、回答時間と、スマートフォンの使用状態に関するデータを収集し、両者がどのような関係性を持つかについて考察する。

図 1 に本調査実験の構成を示す。実験対象者はすべて大学院生の 5 名であり、年齢は 20 代、性別は男性 4 名、女性 1 名である。被験者には、1 週間にわたって、タスクとなる英単語の問題を定期的に割り込み、そのタスクに対する回答時間を記録する。タスクを割り込む手段として、Android 端末の情報をモニタリングし、設定された条件を満たした時に指定した動作を実行するアプリケーション



図 1 調査実験の構成

“Tasker”^{*2}を使用する。このアプリケーションにより、自動で端末内のアプリケーションを起動したり、システム設定を変更したり、メッセージの送信など、コンテキストに合わせてスマートフォンの操作を行うことができる。本実験では、Tasker により、一定時間ごとに英単語のアプリケーションを通知および起動するように設定した。被験者には、Tasker により、英単語の学習が割り込まれた際、学習ができる状況であれば、学習を行なってもらう。また、被験者には、回答する問題数に制限は設けていないことを伝えており、実験中に取得したログを本研究に使用する承諾を得ている。

3.2 タスクの内容

本実験のタスクの内容として、アプリケーションによる英単語の問題を設定した。調査実験で使用したアプリの画面を図 2 に示す。英単語のデータとして、辞書項目数 65600 件以上のデータを無料で公開している英和辞書データ^{*3}を使用した。英単語は辞書データの中からランダムに出題されるように設定した。英単語の問題の回答方法として、まずアプリ起動後、図 2 の左側の画面が表示され、「答えを見る」と書かれたボタンを押すと図 2 の右側の図に遷移し、日本語の意味が表示される。出題された英単語の日本語の意味を知っていた場合、左側の「知ってた」と書かれたボタンを押すように、また、日本語の意味が知らなかった場合、右側の「知らなかった」と書かれたボタンを押すように伝えた。いずれかのボタンを押すと回答が完了し、学習ログを取得する。被験者には、上記のように回答してもらうよう依頼した。

3.3 コンテキスト情報の取得

本実験では、タスクを割り込まれた際に、スマートフォンがどのような状態であったかというコンテキスト情報をス

^{*2} <https://tasker.joaoapps.com/index.html>

^{*3} <https://kujirahand.com/web-tools/EJDictFreeDL.php>

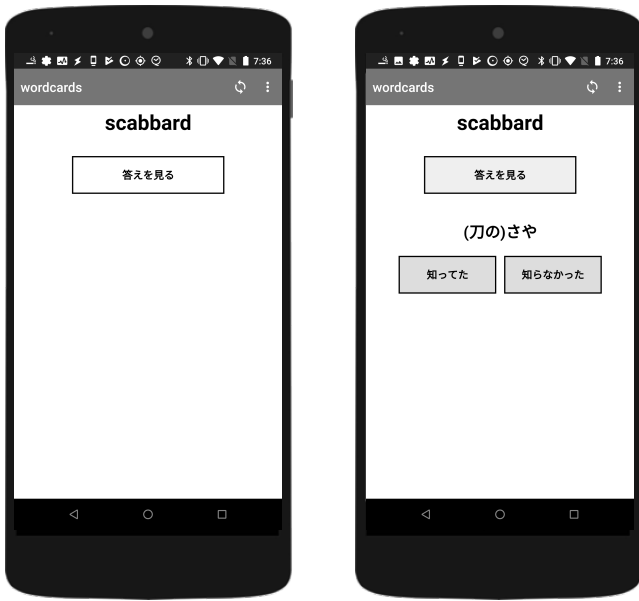


図 2 調査実験に使用したアプリの画面

スマートフォンアプリケーションである App Usage により取得している。App Usage は、Android に対応したライフログアプリであり、スマートフォンの画面がオンの時間、回数、およびスマートフォンの画面がオフの時間、回数などといった 1 日にどのくらいスマートフォンを使用したのかをバックグラウンドで自動的に収集し、可視化してくれる無料のアプリケーションである。このアプリケーションを用いて、被験者がスマートフォンをその日にどのくらいの頻度で、どの時間帯に使用したか、という情報を収集した。本アプリケーションの導入にあたっては、本実験に使用する英単語のアプリケーションをどのくらい使用してもらえたかを記録するため、事前に被験者に App Usage をインストールしてもらった。

4. 実験結果

1 週間にわたる調査の結果、本実験では、被験者 5 名の英単語の問題回答総数、計 2038 件のデータの収集に成功した。得られた被験者ごとの英単語の問題回答数の結果を図 3 に示す。図 3 は、横軸が被験者、縦軸が英単語の問題回答総数を表している。図のように被験者ごとに英単語の問題の回答数には大きく違いが見られた。特に被験者 B においては、他の被験者の 5 倍以上の回答が得られた。

次に、被験者にインストールしてもらった App Usage からスマートフォンの画面のオン、オフとその間の時間を確認し、被験者の英単語の回答数との関係があるかを確認する。回答数が極端に多い被験者 B の影響をなくすため、被験者ごとに英単語の問題回答総数、およびスマートフォンの画面チェック回数を正規化している。その結果を図 4 に示す。図 4 は、横軸が 1 日の時間帯、縦軸が正規化した回数を表している。そして、青色が英単語の問題の回答数、

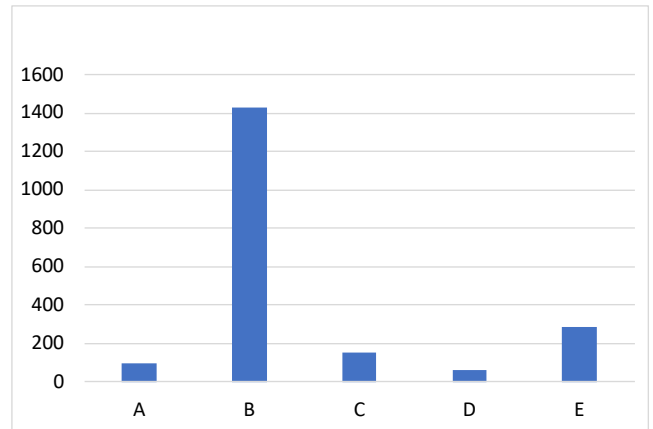


図 3 被験者ごとの英単語の問題回答数

オレンジ色がスマートフォンの画面のチェック回数を表している。興味深いことに、0 時台がスマートフォンの画面のチェック回数率に対して、全被験者の英単語の問題の回答率が最も高い結果となった。さらに、23 時台もスマートフォンの画面のチェック回数率に対して、英単語の問題の回答率が他の時間帯に比べて比較的高い傾向があることがわかった。就寝前の時間帯は、十分な時間が取れることから英単語の問題を多く回答してもらえたと考えられる。また、12 時から 20 時台、昼から夜にかけては、スマートフォンの画面のチェック回数率に対して、英単語の問題の回答率が、比較的低い傾向があることがわかった。その理由として、この時間帯は外で活動することが多く、英単語の回答が行える十分な時間が取れない（隙間時間が少ない）ことが考えられる。

スマートフォンの利用者がスマートフォンのロックを解除し、ロックするまでにどのくらいの時間を費やしているのかを知るために、収集したデータからスマートフォンのロック解除からロックするまでの時間を計算し、その頻度を求めた。結果を図 5 に示す。データは実験に参加した全被験者のものであり、全部で 1439 回あった。平均は 7.1 秒であり、標準偏差は 29.4 秒と大きく、最大で 861 秒であった。図からわかるように、ほとんどの操作が 10 秒以内の間に集中している。これらは、スマートフォンの通知を確認する操作であると考えられる。そのため、マイクロリーニングを提示する際には、10 秒以上の操作があったときに効果的であると考えられる。また、データには 300–400 秒、1000 秒を超える操作も見られた。300–400 秒はウェブブラウジング、1000 秒を超えるものは動画視聴での操作であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、日常生活に生じる隙間時間の度合いに着目し、隙間時間の度合いに応じた問題の量、質を適切なタイミングで提示することで、学習者の継続的な学習を支援するシステムの実現に向けた、学習者の英単語の問題回答数と隙

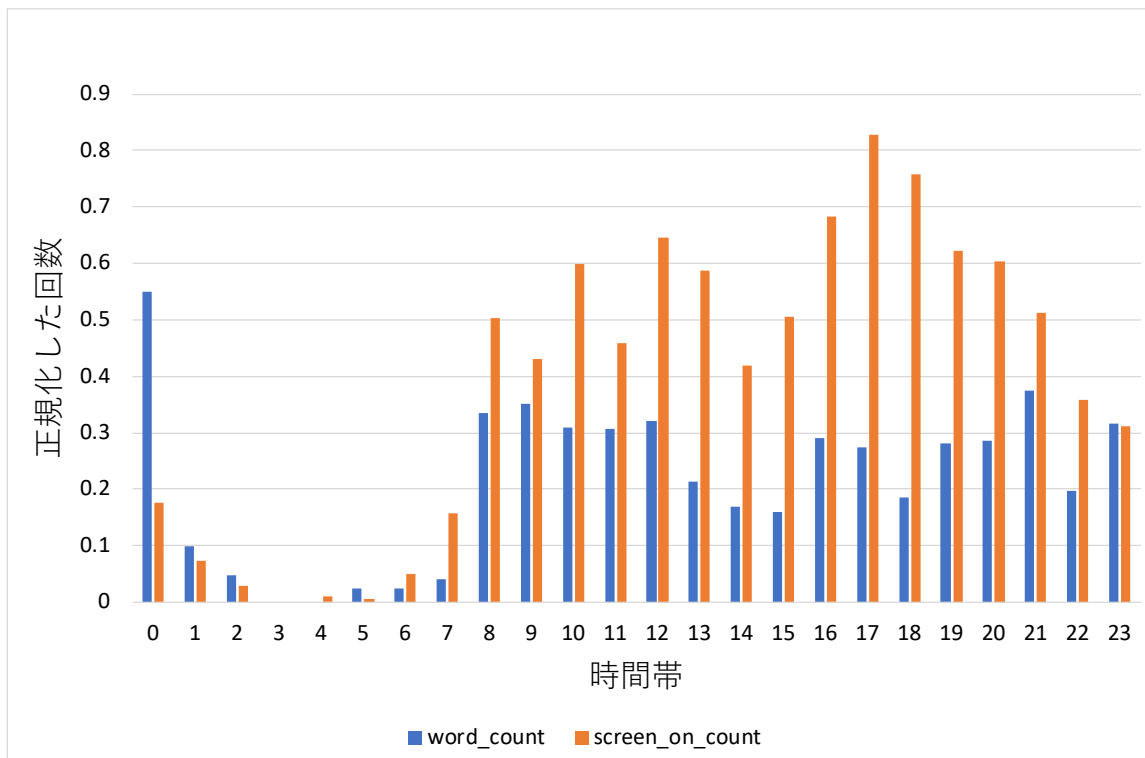


図 4 全被験者の英単語の問題回答数とスマートフォンの画面チェック回数

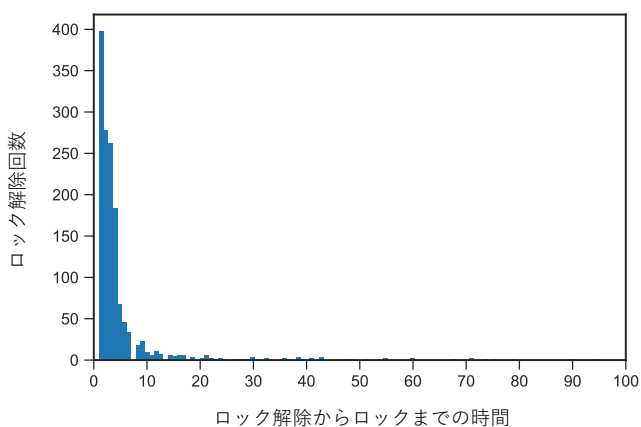


図 5 スマートフォンのロック解除からロックまでの時間とその頻度

間時間の度合いの関係を調査する実験を行なった。本調査実験では、1 週間にわたって、5 名の被験者に対して、一定時間ごとに英単語の問題を割り込んだ際の英単語の問題の回答数、また App Usage を用いて、被験者のスマートフォンの使用傾向を確認したところ、マイクロラーニングは 23-0 時の就寝前の時間帯に行われることが多いことが判明した。また、スマートフォンの操作時間から 10 秒以下の操作は通知の確認であることからそれ以上の時間の操作の時にマイクロラーニングを提示するべきであるという知見を得られた。

今後の展望として、マイクロラーニングを継続的に

なってもらうためのアプリケーションの開発を検討している。特にユーザのコンテキストに着目し、適切なコンテキストの時にマイクロラーニングへの誘導を行うことで、継続的にマイクロラーニングの習慣を定着させていきたいと考えている。

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ「行動認識と行動介入による情報駆動型社会システムの実証」(16817861) および JST CREST「経験サプリメントによる行動変容と創造的協働」(JPMJCR16E1) の支援により実施した。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- [1] Park, J.-H. and Choi, H. J.: Factors influencing adult learners' decision to drop out or persist in online learning., *Journal of Educational Technology & Society*, Vol. 12, No. 4 (2009).
- [2] Gassler, G., Hug, T. and Glahn, C.: Integrated Micro Learning—An outline of the basic method and first results, *Interactive Computer Aided Learning*, Vol. 4, pp. 1-7 (2004).
- [3] Tani, T. and Yamada, S.: Estimating user interruptibility by measuring table-top pressure, *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, pp. 1707-1712 (2013).
- [4] Züger, M. and Fritz, T.: Interruptibility of software developers and its prediction using psycho-physiological sensors, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, pp. 2981-2990 (2015).
- [5] Obuchi, M., Sasaki, W., Okoshi, T., Nakazawa, J. and Tokuda, H.: Investigating interruptibility at activity

- breakpoints using smartphone activity recognition API, *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct*, ACM, pp. 1602–1607 (2016).
- [6] Pielot, M., Cardoso, B., Katevas, K., Serrà, J., Matic, A. and Oliver, N.: Beyond interruptibility: Predicting opportune moments to engage mobile phone users, *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, Vol. 1, No. 3, p. 91 (2017).
- [7] Goyal, N. and Fussell, S. R.: Intelligent Interruption Management using Electro Dermal Activity based Physiological Sensor for Collaborative Sensemaking, *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, Vol. 1, No. 3, p. 52 (2017).
- [8] 赤池勇磨, 荒川豊, 諏訪博彦, 安本慶一ほか: 参加型センシングの効率化に向けたコンテキストに基づく応答の推定, *情報処理学会論文誌*, Vol. 57, No. 2, pp. 543–552 (2016).
- [9] Exler, A., Braith, M., Schankin, A. and Beigl, M.: Preliminary investigations about interruptibility of smartphone users at specific place types, *Proceedings of the 2016 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing: Adjunct*, ACM, pp. 1590–1595 (2016).
- [10] Pejovic, V., Musolesi, M. and Mehrotra, A.: Investigating the role of task engagement in mobile interruptibility, *Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct*, ACM, pp. 1100–1105 (2015).
- [11] Okoshi, T., Ramos, J., Nozaki, H., Nakazawa, J., Dey, A. K. and Tokuda, H.: Attelia: Reducing user’s cognitive load due to interruptive notifications on smart phones, *Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2015 IEEE International Conference on*, IEEE, pp. 96–104 (2015).
- [12] Okoshi, T., Tsubouchi, K., Taji, M., Ichikawa, T. and Tokuda, H.: Attention and engagement-awareness in the wild: A large-scale study with adaptive notifications, *Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2017 IEEE International Conference on*, IEEE, pp. 100–110 (2017).
- [13] Cai, C. J., Guo, P. J., Glass, J. R. and Miller, R. C.: Wait-learning: Leveraging wait time for second language education, *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, pp. 3701–3710 (2015).
- [14] Cai, C. J., Ren, A. and Miller, R. C.: WaitSuite: Productive use of diverse waiting moments, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol. 24, No. 1, p. 7 (2017).