

無目的なスマートフォン起動タイミングの検出手法の検討

桑原樹蘭¹ 中村聡史¹

概要: 世の中にはひとによる回答を必要とするタスクが膨大にあり、短時間で回答可能なマイクロタスクに細分化し、多数の人に回答してもらうことでタスクを達成することを目的とした研究は数多く行われてきた。しかし、マイクロタスクに取り組める機会はまだ十分であるとは言えない。ここで我々は、ひとが特に目的がないまま無意識にスマートフォンを起動するタイミングがあることに着目し、そのタイミングをマイクロタスクへの回答として促す手法を検討する。本研究では、2つの実験をデザインし、無目的にスマートフォンをもつタスクにおけるセンサの動きを取得することを目的とした実験を実施した。また、その取得したセンサデータを用いてユーザが目的なくスマートフォンを手にし、起動するタイミングを検知することができるか検証を行い、目的がない場合はセンサの立ち上がりが遅くなる傾向があることが示唆された。

キーワード: マイクロタスク、加速度センサ、スマートフォン、無目的

1. はじめに

世の中にはひとによる回答を必要とするタスクが多く存在する。例えば、スキャンされた文書画像に書かれている文字は何なのか、自動車など特定のものは写真のどの領域に写っているのか、2つの手書き文字のうちどちらがより美しい手書き文字なのかという判断など、コンピュータには容易にできないがひとには比較的容易に回答できるので、ひとの回答を必要とされているものは多い。

こうしたタスクは膨大な数のユーザに何度でも取り組んでもらう必要があるため、Human Computation やクラウドソーシングなどの分野において様々な研究がなされている。例えば、複数の画像から対象の画像を選ぶ reCAPTCHA 認証[1]は、コンピュータには判断が難しいことをタスクとして課すことで Bot などによる不正アクセスを防ぎつつ、ひとによるアノテーションを集めることができる技術として様々な場面で用いられている。また、Crowd4U[2]は膨大な量のタスクを、マイクロタスクとよばれる短時間でできる作業に分割し、ウェブサイトからファイルをダウンロードする際等に提示するシステムを実現している。一方、音楽ゲーム内にマイクロタスクを組み込むことを可能とする研究[3]や、通路の床にマイクロタスクを投影し、歩行者がその上を歩くことで回答を可能とするシステムも研究開発されており、その有用性が明らかになっている[4]。これらのように、日常生活のなかの様々な状況や場所でマイクロタスクを提示し、ユーザに何気なく回答を促すような研究がなされている。しかし、現時点でもマイクロタスクをひとに行う機会は十分であるとはいえず、この機会を増やすことは重要である。

ここでスマートフォンを所有するユーザは、普段からスマートフォンを持ち歩いており、暇な時間をつぶすために無意識にスマートフォンを開いているということは少なくない。コロブラが行った調査では、調査対象の3分の1が

「1分暇があれば SNS を見る」と回答しており、1日のスマートフォン利用時間について2時間以上の回答の割合は7割を超えていた[5][6]。また、dscout による2016年の Android ユーザ96人を対象とした5日間のスマートフォン利用に関する調査[7]によると、平均的なユーザで1日当たり145分、2,617回のタッチを、よく利用するユーザだと1日当たり225分、5,427回ものタッチをしていたことがわかっている。さらに我々が事前にスマートフォンユーザに聞き取り調査を行ったところ、「暇なときに SNS の更新をひたすら繰り返していることがある」「ボーっとしていると勝手にロック解除の点をつなぐタスクをひたすらやっていることがある」などの意見があった。このように、スマートフォンは頻繁に利用されるものであり、そのタッチ数も多く、また特に目的を持たずにスマートフォンを手を取っているようなタイミングもあることから、こうした目的のないタイミングを見計らってユーザにタスクを要求することで、ユーザに負担を感じさせずにタスクを行ってもらえるのではないかと考えた。

そこで本研究では、マイクロタスクを行う機会を増やすことを目的として、ユーザがスマートフォンを手をしている間にタスクを提示しても邪魔にならないタイミングの検出をセンサの動きから推定する手法を検討する。ここでは、複数の実験タスクを設計し、その妥当性について検証するとともに、取得されたセンサデータから推定可能性について検討を行う。

2. 関連研究

2.1 センサを用いて行動推定する研究

加速度センサ情報を用いてユーザの行動や姿勢を推定する試みはこれまでに多く行われている。

大久保ら[8]は、椅子に Wii リモコンを取り付けて計測した加速度の変化から着席、離席の推定を行い、また、着席時に動きの少ない場合は集中しているとみなし、集中度の推定も行っている。大内ら[9]は、スマートフォンの加速度

¹ 明治大学
Meiji University

センサと通話用マイクを音センサとして用いることで生活行動を認識する技術を開発している。このシステムでは、加速度センサの値から「歩行」「作業」「静止」にユーザの状態を分類し、「作業」の場合だけマイクを起動して音の情報から更に細かく分類している。高藤ら[10]は、ユーザの移動特徴とアプリケーションの利用状況からユーザが迷っている状況を推定する研究を行い、実験の結果約85%の精度で実験協力者の迷いを検出することができている。この研究では、端末保持者の移動特徴を抽出するのに加速度センサとジャイロセンサの値を用いている。岡本ら[11]は、スマートフォンのインカメラから取得した顔画像のリアルタイム解析や加速度センサからスマートフォンの操作状態と歩行状態を推定している。この手法では、加速度情報を用いて「歩行ながら状態」を検出し、インカメラからの顔検出とスクリーン画面のタッチイベント情報から画面操作の有無を判断している。本研究でもこれらの研究のように加速度センサ情報を用いるが、目的はユーザの姿勢や行動の推定ではなく、ユーザが何気なくスマートフォンを手にするタイミングの検知である。

2.2 タイミング検知に関する研究

タイミング検知に関する研究はこれまでも行われてきており、動画広告の挿入タイミングに関するものが多い。

Tao ら[12]は、オンラインの動画で適切な位置に動画広告を自動で挿入する研究を行っている。この研究では、動画広告挿入カ所の抽出に映像と音声の情報を用い、ショット間での内容の重要度や面白さを測定することで、魅力が減ったショットを検知して広告を挿入するタイミングを図っている。鈴木ら[14]は、ニコニコ動画[13]の視聴者コメントを用いて、視聴者の妨げにならないタイミングでの動画広告配信手法の検討を行っている。この研究では、画面内のカメラ視点が替わる箇所間のコメント数の分散を求め、「前後の場面で最もコメント数の分散の差が大きい」タイミングを動画広告挿入タイミングとしている。一方斎藤ら[15]は、スマートフォンでの動画視聴中に、ユーザの妨げにならない広告挿入タイミングを、加速度センサを用いて姿勢の変化を検知することで決定するアルゴリズムを提案している。

本研究も、スマートフォンに内蔵されたセンサを用いて、ユーザが目的なくスマートフォンを手にするタイミングを検知するものであるが、特にそのスマートフォンを起動しようとするタイミングにおいて、マイクロタスクを提示すべきかどうかを判断する手法を実現することが最終目的であり、目的が異なっている。

3. 提案手法

本研究では、ひとが面倒だと感じないタイミングを発見し、マイクロタスクを提示し、そのマイクロタスクに取り

組んでもらうことを目指す。ここで、1章でも述べたとおり、ひとは頻繁にスマートフォンを利用しており、この中には無意識の行動も多いと考えられる。この、無意識でスマートフォンを持ち、スマートフォンのロックを解除したタイミングでは、ただスマートフォン上でスワイプすることで別のページのアイコン群などをぼんやりと眺め、そのまま何をするでもなく画面を閉じてしまうことも多い。

本研究では、このユーザが無意識でスマートフォンを持ち、ロックを解錠した場合は意図があるわけではないため、5~10秒程度でこなすことが可能なマイクロタスクを提示すると、ユーザは特にやりたいことがあるわけではないためマイクロタスクに回答してくれ、またマイクロタスクに取り組むことで社会貢献も可能なため、ポジティブに感じることができるのではと考えた。

ここで我々は、特に意図せずにスマートフォンを起動する場合は、「Twitter に投稿する」や「電卓を用いて計算する」「カメラで撮影する」といったように目的が明確である場合に比べ、その起動における動きが緩慢になるのではないかと考えた。そこで本研究では、スマートフォンに内蔵されている加速度センサを用いてスマートフォンを用いた目的のある動作と目的のない動作を行っている際の、センサ情報から、その推定を行う。

次章の実験では、値に大きな変化が起こるのが遅くなっている動作は目的なくスマートフォンを手にしたときである、という仮説のもとに実験を行う。実験において、目的のないタスクと想定して行うものには、実験協力者にタスクとして意識しないでもらえるように、日常で無意識に行われる動作を取り入れるようにした。

4. 無目的な行動取得実験 1

4.1 実験の目的

本実験は、「目的があつてスマートフォンを手にしたときと、目的なくスマートフォンを手にしたときでは、スマートフォンを手にしたときの挙動が異なり、目的がある場合の方が、スマートフォン自体の動きが速くなるのではないか」という仮説をたて、疑似的に目的なくスマートフォンを手にする動作を再現し、目的があつてスマートフォンを手にとるときとのセンサ情報を収集するとともに、比較し検証することを目的とする。

4.2 実験デザイン

無目的でスマートフォンを起動する様子を取得するには、日常的にログとして収集し、またそのユーザの状況を監視し、そこからその特性を分析することが望ましい。しかし、そうした日常的な監視は困難であるため、実験室内において実験可能とする必要がある。

表 1 タスク内容

タスク内容	制限時間(s)
ロック解除だけ行う(ロック解除)	10
計算を解く(計算)	60
カメラで何かを撮る(カメラ)	15
スマホを持ち上げておろす(昇降)	5
ブラウザで検索する(ブラウザ)	50
電卓で計算を解く(電卓)	60
任意のアプリを開く(アプリ)	15
時計アプリで10秒測る(ストップウォッチ)	25

そこで本研究では、実験協力者を椅子に座らせた状態で、約 30 分の動画で随時タスクの指示を行うような、実験を設計した。ここでは、実験協力者の動作を時間的に統制するため、動画の指示に従って表 1 に示すようなスマートフォンを使うタスクと使わないタスクを交互に連続で行ってもらい、その間にただスマートフォンを持ちあげるだけ、といった目的のない動作を挟みこむことで、実験協力者が何気なくスマートフォンに触る状態を疑似的に再現することを考えた。なお、この表において、オレンジのものが目的

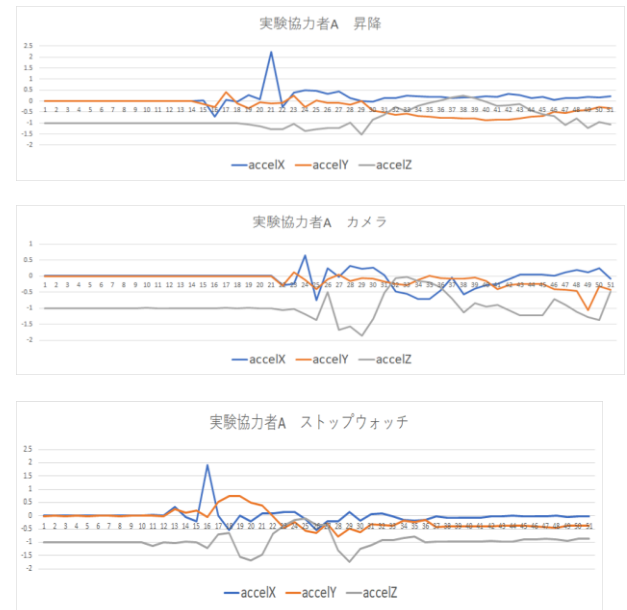


図 2 加速度の変化。(上) 昇降：無意味なスマートフォン把持，(中) カメラを起動して撮影，(下) ストップウォッチで時間計測

のない動作を想定したタスク、青いものが目的のあるタスクとみなし、スマートフォンを使わないタスクでは簡単な計算問題が印刷された紙を渡し、問題を解いてもらった。また、スマートフォンを用いるタスクの順番は目的のないものとあるものが連続しないように設定した。

なお、動画内でタスクが切り替わる 3 秒前から時報音を鳴らすことで、タスクを切り上げ、次のタスクの準備をする目安を提示するようにした。

実際に実験で利用した動画のスクリーンショットの一部は、図 1 の通りである。

4.3 実験方法

実験では、まず各実験協力者のスマートフォン内に、センサ情報を記録可能なアプリケーションをインストールしてもらい、25Hz で加速度やジャイロなどの値を記録できるように設定してもらった。また、時報音を提示するため、実験協力者にはノイズキャンセリングヘッドホンを装着してもらった。

次に、実験タスクを提示する動画を実験協力者に提示し、順にタスクに取り組んでももらった。なお、スマートフォンを使うタスクを行っているとき以外は、センサデータに影響がでないようにスマートフォンを平らで邪魔にならない場所に置くよう指示した。

実験では大学生 6 人（実験協力者 A~F）に、連続したタスクを行わせ、その間のスマートフォンの加速度センサの情報を記録する実験を行った。

4.4 構築結果と考察

それぞれのスマートフォンタスクを行う際にスマートフォンを手に取った時点のものを抜き出したものの一部が

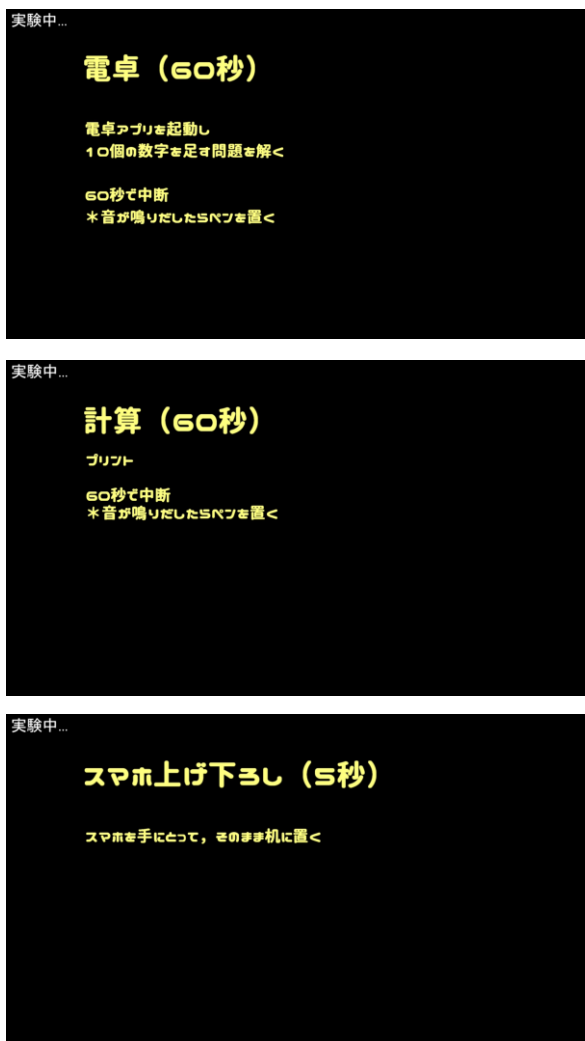


図 1 動画のスクリーンショット

図2である。図の横軸は時間軸を、縦軸はセンサの値を示している。ここではそれぞれのタスクについて、50フレーム分（2秒分）を抜き出したものである。このグラフにおいて、ほぼ変化がなく、横這いになっている部分は、スマートフォンを使用しないタスクを行っていた時間のものである。

いずれかのセンサの値が、横這いの状態から上下に大きく変化した点はユーザがスマートフォンに触れたタイミング、センサ値により大きな変化が起こった点はユーザがスマートフォンを持ち上げて挙動を起こしたタイミングである。このグラフを見ると、センサ値が変化し出した時点から大きく変化するまでの時間が目的のある場合の方が短いことが分かる。これらの結果について様々な観点で分析したもの、その挙動の早さや大きさなどに違いはほとんどみられなかった。

センサデータを比較した結果、仮説の通りに目的がある場合の方が挙動を起こすまでの時間が早くなっているものは一部見られたが、大きな差がないものや、挙動を起こした場所が分かりづらく比較できないデータもあった。明確に差が出なかった原因の一つとして、目的の無い場合を想定したタスクの設計が「昇降」となっていたため、スマートフォンを持ち上げてすぐに降ろすといった動作をしており、その振る舞いが不適切であったと考えられる。そこで、目的のない場合のタスクを再設計したうえで追実験（実験2）を行う。

5. 無目的な行動取得実験2

5.1 前章の実験からの変更点

実験の目的は、前章の実験と変わらず、疑似的に目的なくスマートフォンを手にする動きと目的があつてスマートフォンを手にする動きのセンサ情報を比較するため、そのセンサデータを収集することである。

5.2 実験デザイン

前章の実験の問題点を踏まえ、目的なしのタスクとして、より無意識に行う動作に近い動きを取り入れることとした。前回は「昇降」を選択してしまったため、スマートフォンを持ち上げたうえで何をすることが明確であり、振る舞いに違いも生じなかったと考えられる。そこで、動画による指示では、まず「スマートフォンを持つ」とだけ提示し、そのあとに何もしないパターンと、何か作業を行ってもらうパターン、そして最初から何かを目的としてスマートフォンを持ってもらうパターンを用意した。

動画により提示するタスクの具体例は表2の通りであり、「画面をスワイプするだけ」「スマホを手にとって振る」など、特にスマートフォンを使う意味がない動きを、一度「スマートフォンを持つ」というだけの短い指示をすることで、より無意識的にスマートフォンを手にする動きを再現し、

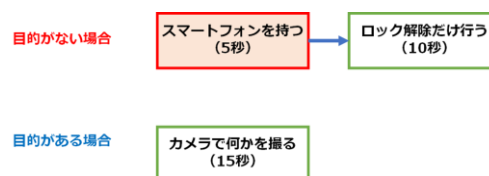


図3 前章の実験との変更点

表2 変更後のタスク内容

タスク内容	制限時間
ロック解除	10
計算を解く	60
アプリ	15
電卓	60
ストップウォッチ	25
カメラ	15
画面を2回スワイプする	10
ブラウザ	45
画面を2秒程見る	10
スマホを2,3回振る	10
電卓	60
スマホを持つ	5

スマホを持つ (5秒)

ブラウザ (45秒)

ブラウザで都道府県の面積ランキングを調べ
スクリーンショットを撮る

計算 (60秒)

プリントの問題を解く

図4 動画のスクリーンショット

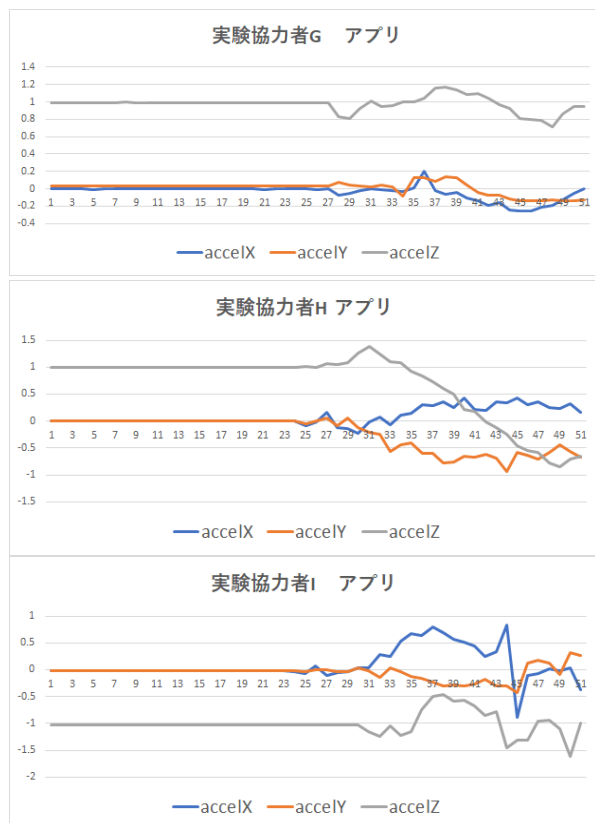


図5 無目的のタスクにおけるセンサの変化

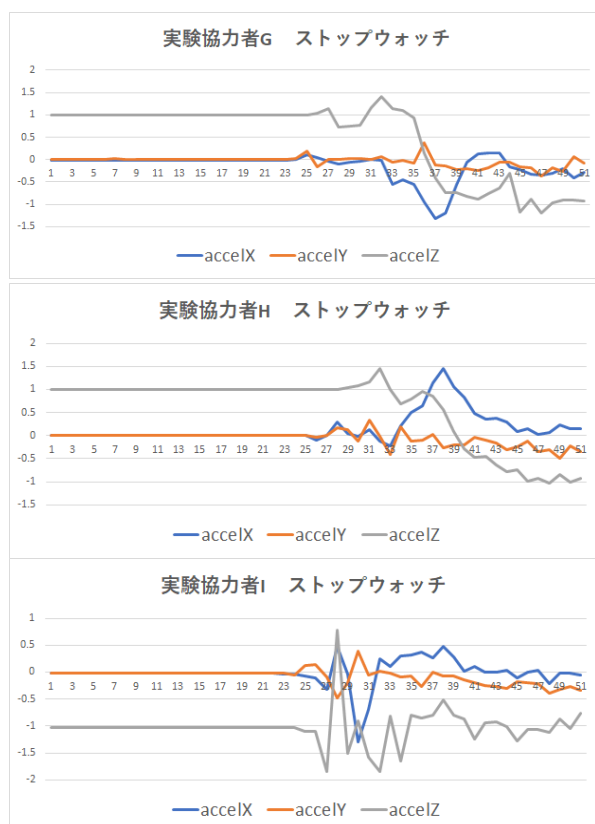


図6 目的ありタスクにおけるセンサの変化

目的がある場合との差を明確にできるように再設計した(図3)。なお、目的がない場合に動画で提示される情報は

図4の通りである。

5.3 実験方法

目的のないタスクの設計以外は前章の実験と同様に、動画で随時タスクを指示し、その間のセンサ情報をアプリケーションで記録する方法で行った。また同様に、時報音を提示するためにノイズキャンセリングヘッドホンを装着し、スマートフォンを使わないタスクの間は邪魔にならない場所に置くよう指示した。実験協力者は大学生5人(G~K)である。

5.4 構築結果・考察

前章の実験と同様に、動きがあった点を含んだ50フレーム分のデータの一部を挙げる。図5,図6は実験協力者G・H・Iの3人について、スマートフォンを持って、5秒後にアプリケーションを起動するという無目的のものと、最初からスマートフォンのストップウォッチアプリケーションを利用して時間を計測する目的ありのものにおける、センサデータの一部である。

このセンサの値からも見て取れるように、無目的のタスクの場合のセンサの動きは緩やかであり、ストップウォッチなどの目的があるタスクでは挙動が早くなっていることがわかる。また、4章で構築した行動とは異なり、より自然な形のスマートフォンの利用が観察されたため、機械的に判定するための最低限の要件は満たしていると考えた。

6. 機械的な判定に向けた検討

無目的なスマートフォン把持動作と、目的のあるスマートフォン把持動作を区別可能かについて、加速度のXYZ軸のフレーム間の変化量を求めて比較する。ここでは、スマートフォンは様々な方向に動かされるため、3軸の加速度の大きさをを用いて分析を行う。

本研究での判定では、まず可能性について検討するため、実験協力者ごとに、スマートフォンに動きがある判定をするための閾値aと、大きく動いたと判断するための閾値bの2つを設定し、その値に基づき判定を行えるかどうかについて検討を行う。

表3 指定した閾値

実験協力者	閾値a	閾値b
G	0.07	0.6
H	0.07	0.7
I	0.04	1
J	0.07	1.5
K	0.07	1.3

具体的には、閾値a以上の値が連続して4フレーム続い

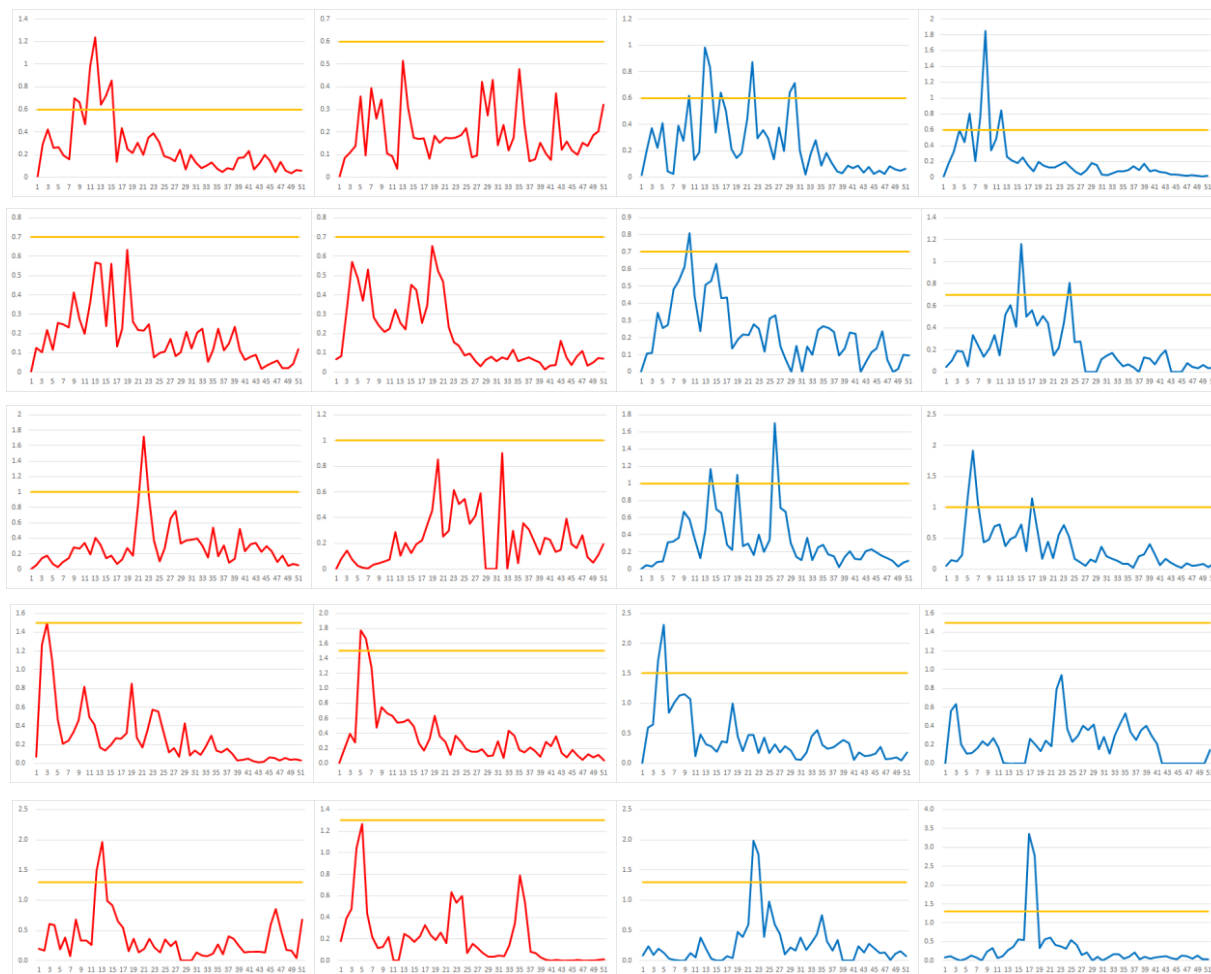


図7 目的なし(赤)・あり(青)のフレーム間のセンサの変化量

た時点をタスク開始時点とみなし、そこから 50 フレーム以内に閾値 b の値以上の数値が現れた場合を目的のあるタスクを行っているとして判断するものとした。ここで、50 フレーム分を抜き出したものの一部を挙げたものが図 7 であり、目的のないタスクのグラフが赤線、目的のあるタスクのグラフは青線となっている。また、閾値 b を黄色の横線で表している。つまり赤いグラフが閾値の線を越えないものと、青いグラフが閾値を超えるものを正解のデータとみなす。ただし実験協力者 J は全く異なる挙動であったため、反対の値を正解とした。



図8 閾値での正解率

各実験協力者(G-K)のデータで指定した閾値は表 3 のとおりである。各々の実験協力者が 1 回の実験で取得できるタスクごとのデータは 20 個あり、5 人分で 100 個ある。このうち今回センサがうまく作動しておらずデータがうまく取れなかったものが 2 個あり、これらを除いた 98 個のうちの約 75% の 76 個のデータが閾値で目的の有無の判定が正しく出来ていた (図 8)。

判定の結果、今回のような簡易的な方法であっても多くの場合で目的があるときに挙動が早くなる傾向がある可能性が示唆されたが、実験協力者 J には逆の傾向がみられた。また、変位量だけから判断する手法では、閾値の設定の仕方や条件を増やすことで精度を上げられるものと考えられる。今後は、センサの動きを特徴量化し、SVM やランダムフォレストなどを用いて判定を行う予定である。

7. おわりに

本研究では、ユーザに負担にならない形でマイクロタスクに回答する機会を増やすという目的で、無目的なスマートフォン起動に着目した。また、無目的なスマートフォン起動を収集するための実験について複数の方法を実践し、

可能性を見出した。また、目的があるときは、目的がないときに比べ挙動が早くなる、という仮説を立てて判定に関する検討を行った。検討の結果、センサデータ自体の動きを比較すると、目的があるときの方が、挙動が早くなる、という仮説が妥当である可能性はあるがデータ数が少ないこともあり、十分な結果を得ることはできなかった。

今後は、追加の実験を行ってデータ数を増やし、機械学習を用いて判断していく予定である。また、より自然な無目的の振る舞いを取得する方法についても検討を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Von Ahn, L., Maurer B., McMillen, C., Abraham, D., Blum, M.: reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures, *Science* 321, 5895, p. 1465-1468,
- [2] Crowd4U <https://crowd4u.org/ja/> (参照日: 2019/12/27)
- [3] 中村聡史, 十文字優斗: 音楽理解技術を利用したマイクロタスク埋め込み型音楽ゲームの自動生成, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) p.1-6,
- [4] Eiichi Iwamoto, Masaki Matsubara, Chihiro Ota, Satoshi Nakamura, Tsutomu Terada, Hiroyuki Kitagawa, Atsuyuki Morishima: Passerby Crowdsourcing: Workers' Behavior and Data Quality Management, *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies archive, Volume 2 Issue 4, December 2018, Article No. 169, ACM New York, NY, USA.*
- [5] スマートアンサー
<https://smartanswer.colopl-research.jp/report/2015/2015093001/>
(参照日: 2020/01/20),
- [6] MMD 研究所 2018 年版: スマートフォン利用者実態調査
https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1760.html
(参照日: 2020/02/13)
- [7] dscout: Putting a Finger on Our Phone Obsession: Mobile touches: a study on how humans use technology,
<https://blog.dscout.com/mobile-touches> (参照日: 2020/02/20).
- [8] 大久保雅史, 藤村安耶: 加速度センサーを利用した集中度合い推定システムの提案, *WISS2008* (2008),
- [9] 大内一成, 土井 美和子: 携帯電話搭載センサによるリアルタイム生活行動認識システム, *情報処理学会論文誌 Vol.53, No.7* (2012) , p.1675-1686,
- [10] 高藤巧, 樋口雄大, 山口弘純, 東野輝夫: スマートフォン利用者の迷い行動の検出に関する一検討, 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) p.1-6 (2016),
- [11] 岡本幸大, 鷺見海王, 植田喬介, 中野倫明, 渡邊晃, 山田宗男: スマートフォンにおける歩行ながら状態検出手法の提案, *DICOMO2013 シンポジウム*, p.1483-1486,
- [12] Mei, Tao: Video-Sense: Towards Effective Online video Advertising, *ACM Multimedia' 07*, p.1075-1084 (2007),
- [13] ニコニコ動画 www.nicovideo.jp (参照日: 2019/12/27),
- [14] 鈴木順也, 斎藤義仰, 村山優子 アクションゲーム動画における視聴者コメントを用いた広告映像挿入手法の再現性の調査, *DICOMO2014 シンポジウム*, p.713-719 (2014)
- [15] 斎藤義仰, 畠山智裕, 西岡大 スマートフォンを用いた動画広告挿入タイミング決定アルゴリズムの提案 *DICOMO2017 シンポジウム 論文集*, p.1089-1095 (2017),