

Web アンケート回答時のタッチ操作に基づく 心理状態推定に向けた新しい回答 UI の提案

中川 嵩章^{a)} 荒川 豊^{b)} 中村 優吾^{c)}

概要：本研究では、アンケート回答中の迷いや興味などの心理状態をタッチ操作挙動（以降、タッチログ）から推定する手法を提案する。さらに、より高精度な推定に向けて、迷いや興味による操作差を拡大する新しい Web アンケート回答 UI（User Interface）として、（a）スライドバー型回答 UI と（b）拡大鏡型 UI という 2 つの UI を提案する。具体的には、ユーザの迷いや興味を反映したタッチ操作をより多く取得するべく、以下の 2 つの仮説に基づいて、それぞれの UI を設計した。仮説 1: 選択肢が選択されるまでのスライドバーの動きを観察することで、質問に対する迷い（確信度）を測定できる。仮説 2: 画像の詳細を確認するために拡大するという操作挙動が、ユーザーの興味に関連している。これらの仮説を検証するため、LimeSurvey をベースに提案 UI を用いて Web アンケートを作成し、仮説検証実験を行なった。仮説 1 の検証実験では 8 人、仮説 2 の検証実験では 21 の被験者から回答を収集した。その際、設問に対する主観的な迷い度を 5 段階で評価し迷い度を測定した。また、興味度の測定では、6 枚の画像の中から好みの上位 2 位を選択させ真値とした。その結果、（b）では従来の UI に比べて迷いの度合いによって操作挙動に大きな違いがあることから、仮説 1 が正しいことを確認した。また、（b）の仮説 2 は実験から確認できなかったものの、標準の拡大操作より多くの拡大操作を得られており、迷いやその他の心理状態の推定に役立つ可能性が示唆された。

Augmented Web Survey with enhanced response UI for Touch-based Psychological State Estimation

1. はじめに

Google Form に代表される Web アンケートシステムはさまざまな場面で利用されている。Web アンケートシステムのメリットは、紙ベースのアンケートに比べて手軽かつ低コストで範囲を選ばず大量に回答を依頼できることである。しかしながら、いくつかの欠点があることも知られている。1 つ目の問題点は、主観的な回答を求められる問題における、回答時の“迷い”の影響である。アンケートの回答形式として、10 件法や 7 件法といったリッカート尺度 [1] が一般的である。10 件法を用いた場合、10 段階の 7 なのか 8 なのかというのは、回答者本人も認知が難しく、回答値にぶれが生じる可能性がある。2 つ目の問題は、Web アンケートの正確性である。例えば、購買意向アンケート調査を例に考えると、Web ア

ンケート上で『購入意向あり』と回答した人が、実際に購入するとは限らない。このような課題に対して、我々は、Web アンケートを回答時の途中経過（タッチログ）をセンシングし、アンケート回答者から得られる情報量を増やすことで、回答時の迷いや興味度といった心理状態を把握することができないかと考えた。

操作挙動に基づく迷いの検出については、被験者が PC を用いて英単語並べ替え問題に回答する際のマウスログを計測し、それを機械学習を用いて分析することで迷いの有無を 82.2% の精度で判別した Miyazaki ら [3] の研究がある。しかし、この方法はスマートフォンには対応しておらず、タッチログを用いた迷いの分析は行われていない。

一方、タッチログを用いた研究としては、被験者のネット記事閲覧時のタッチログを取得し、被験者のネット記事に対する興味度合いとの相関性を分析した加藤ら [4] の研究がある。しかし、加藤らが分析した特徴量は少なく、興味度の推定には追加の挙動情報が必要である。また、Web アンケート回答時の挙動とは異なる可能

¹ 九州大学, Kyushu University

^{a)} nakagawa.takaaki.944@s.kyushu-u.ac.jp

^{b)} arakawa@ait.kyushu-u.ac.jp

^{c)} y-nakamura@ait.kyushu-u.ac.jp

性もある。

Web アンケートで用いられる代表的な UI として、複数の選択肢の中から 1 つを選択させるラジオボタン型の UI がある。当初、ラジオボタンにおいて、1 度選択したあと、選択肢を変えるとといった挙動により、迷いを検知できる可能性を模索したが、選択後に変更しないことも多く、迷った場合とそうでない場合、興味がある場合とない場合、の動作の差が小さいと考えられる。そこで筆者らは、タッチログのセンシングに加えて、迷いや興味度といった心理状態が、より反映されやすい、新しい回答 UI を提案する。

まず、迷いについては、スライドバー型回答 UI を提案する。スライドバー型回答 UI は従来の選択肢をタッチすることで回答を行うラジオボタンの代替となるものであり、ボタンを選択肢上にスライドすることで回答する UI である。最終的な選択肢を決定するまでの、ボタンの移動速度や移動量などをタッチログとして取得でき、ラジオボタンと比較して情報量を増やすことができる。我々は、質問に対する迷い（確信度）が、選択肢が選択されるまでのスライドバーの動きに現れると仮説を立てた（仮説 1）。また、本研究では、スライドバー型回答 UI の中でも、直接選択肢をタッチしラジオボタンと同様の操作でも回答可能な“タッチスライドバー型回答 UI”と、必ずスライドを要求しタッチ操作不能とした“アンチタッチスライドバー型回答 UI”を提案する。2 つのスライドバー型回答 UI に対して、以下 2 つの仮説を立てた。仮説 2: タッチスライドバー型回答 UI では、迷わず回答を即決したようなタッチ操作、またはスライド操作で回答したかの挙動の違いに迷いが反映される。仮説 3: アンチタッチスライドバー型回答 UI ではタッチ操作が不可なため、ボタンの移動挙動により迷いが反映される。

次に、興味に対しては、拡大鏡型 UI というものを提案する。拡大鏡型 UI は、画像をタップすることでタップした部分を、タップ部の上部に円形の拡大鏡型に切り出し拡大する UI であり、2 本の指でピンチアウトする標準の拡大操作に比べて動作コストが少ない。興味のある画像は興味のないものに比べて拡大時間が長くなるような挙動差がある可能性がある。拡大鏡型 UI に対しては以下 2 つの仮説を立てた。仮説 4: 画像を拡大する際の操作挙動が、ユーザーの興味を反映する。仮説 5: 標準の拡大操作に比べて、拡大鏡型 UI では多くの拡大が行われる。

本研究では、上記 5 つの仮説を検証するために、提案 UI を用いて Web アンケートを作成し、回答時のタッチログを収集した。設問に対する迷い、興味度の高低群の挙動差を、タッチログから得られる特徴量を従来の UI と比較・検証することで分析した。結果、2 種類のスライドバー型回答 UI ではラジオボタンに比べて多くの特徴量が 2 群間で有意差を示し、また、心理状態との高い

相関係数を得た。拡大鏡型 UI では興味度によって挙動差は確認できなかったものの、標準の拡大操作より多くの拡大操作を得られており、迷いやその他の心理状態の推定に役立つ可能性がある。

本稿の構成は次の通りである。2 章では関連研究について述べる。3 章では提案する UI について述べる。4 章でログ収集システムについて述べる。5 章、7 章でそれぞれの提案 UI の評価実験の問題設定および実験方法について説明し、6 章、8 章で結果を述べる。最後に、9 章で本稿のまとめについて述べる。

2. 関連研究

酒巻ら [2] は、自動車メーカーに関連した内容の Web アンケートを行い、回答時のマウスログを用いて確信度の推定を行なった。各選択肢上でのマウスの滞在時間をその選択肢の確信度とし、実際に回答された各選択肢の回答順位との相関性を分析した。実験の結果、回答順位 ± 1 位を 73.3% の精度で推定できることを明らかにした。しかしながら、スマートフォンでは画面上に常にカーソルが存在しないため、選択肢上の滞在時間を定義できない。

gogami[5] らは、回答時のタッチ操作挙動に着目し、スクロール具合や文字の修正度合いから Satisficing を検知する手法を提案している。Satisficing とは、最小限の努力で目的を達成しようとする行為である。特に、クラウドソーシング型のアンケート調査においては、回答によって得られる報酬が目的となってしまう、適当に回答するといった行為が見られる。Satisficing に関しては、回答指示違反をチェックする DQS や同じ内容の質問対への回答矛盾をチェックする ARS などスクリーニング質問を用いる手法が一般的である。しかしながら、スクリーニング質問を追加することで問題数が増えたり、回答者が懐疑的になってしまうという問題がある。gagami らは、5600 名を超えるクラウドソーシング実験を行い、追加質問による従来手法で検出可能な Satisficing 回答者の 85.6% を追加質問無しで検出できることを明らかにした。

本研究では、gogami らが開発したタッチログ収集システム Operation Logger を、提案 UI の操作挙動を収集できるように拡張することで、迷いと興味度の検出を目的とした拡張型 Web アンケートシステムを開発した。また、satisficing を起こしている回答者は回答に迷わず、また、質問に興味がないことから、本研究で提案する UI と gogami らの研究を組み合わせることで、satisficing の検出精度がさらに向上する可能性がある。

3. 提案する新しい回答 UI

本章では、まず従来用いられてきた UI について説明した後、本研究で提案する新しい UI について述べ、提

案 UI から得られる操作挙動と、それを用いて分析できる心理状態についての仮説を述べる。

3.1 従来の回答 UI

従来の Web アンケートの回答 UI として用いられてきたものにラジオボタンがある。ラジオボタンの例を図 1 に示す。

図 1 ラジオボタン

ラジオボタンは n 件法などの多選択肢問題において用いられる UI で、選択肢をタップすることによって選択肢を選択する回答 UI である。例えば 5 件法の設問の場合、5 つの選択肢が表示され、5 つの中から 1 つの選択肢をタップすることで回答することができる。当初、ラジオボタンにおいて、1 度選択したあと、選択肢を変えろといった挙動により、迷いを検知できる可能性を模索したが、迷った場合でも回答の変更が起こらないことも多く、迷った場合とそうでない場合の動作の差が少ないと考えられる。そこで筆者らは、タッチログのセンシングに加えて、迷いがより反映されやすい新しい回答 UI としてスライドバー型回答 UI を提案する。

3.2 スライドバー型回答 UI

より迷いが反映される回答 UI としてスライドバー型回答 UI を提案する。図 2 にスライドバー型回答 UI の例を示す。スライドバー型回答 UI は、スライドバー内にある回答ボタンを指で左右にドラッグすることで回答する UI である。スライドバー型回答 UI はラジオボタンのように n 件法に用いることを想定しており、スライドバー下部に n 個の選択肢が表示される。回答ボタンを離れたタイミングで最も近い選択肢を選択する仕様となっていて、回答ボタンも最も近い選択肢に自動的に遷移する。初期値は UI の左側に設けた空欄である。初期値を選択肢の内のどれかに置くと、回答値が初期値と一致した場合に回答操作が得られない可能性があるからである。

スライドバー型回答 UI では、ラジオボタンから取得できる回答の変更や設問の回答時間に加え、回答ボタンが左右に行き来するような迷いが生じた際に現れると想定される挙動を取得することができる。また、回答ボタンの移動速度の違いなども迷いが生じたか生じていな

(a) タッチスライドバー型回答 UI

(b) アンチタッチスライドバー型回答 UI

図 2 2 種類のスライドバー型回答 UI

いかによって異なるのではないかと仮説を置いた。例えば、回答に全く迷わない場合は回答に確信を持っているので、回答ボタンの動きも速くなると考えている。

また、本研究では、ラジオボタンのようにタッチ操作で回答が可能なスライドバー型回答 UI “タッチスライドバー型回答 UI” と、タッチ操作で回答ができない “アンチタッチスライドバー型回答 UI” を提案する。前者では、迷わず回答を即決したようなタッチ操作、またはスライド操作で回答したかの挙動の違いに迷いが反映されると仮説を置いた。また、後者ではタッチ操作が不可なため、ボタンのスライド移動挙動により迷いが反映されると仮説を置いた。さらに、アンチスライドバー型回答 UI では、回答ボタンに指をスライドするイラストを設置した。これは、スライド操作しかできないことを回答者に示すためである。

3.3 拡大鏡型 UI

より興味度が反映される回答 UI のとして拡大鏡型 UI を提案する。図 3 に拡大鏡型 UI の例を示す。拡大鏡型



図 3 拡大鏡型 UI

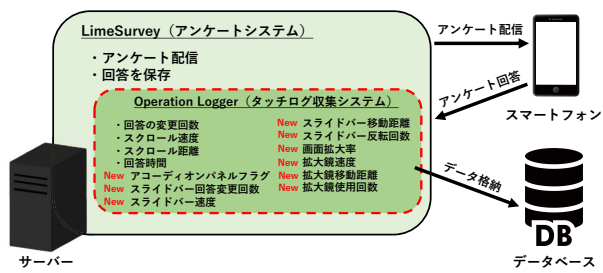


図 4 システム概要図

UI は、画像をタップすることでタップした部分を、タップ部の上部に円形の拡大鏡型に切り出し拡大する UI である。通常スマートフォンを操作して画像を拡大するには、2本の指を画面中心部から互いに遠ざかるようなジェスチャーを行うことが多く、タッチログからジェスチャーを行なったことを検出することはできる。しかしながら、アンケート回答中に画像を拡大するようさ挙動は期待できない。そこで、より動作コストが少なく気軽に拡大動作が行いやすい拡大鏡型 UI を考えた。さらに、拡大鏡型 UI では拡大画像を特定するだけでなく、ズーム時の指の動きをタッチログとして計測できるため、より多くの情報を取得することができ、それらの挙動が興味に関係していると仮説を立てた。

4. ログ収集システム

本章では、Web アンケート回答時のタッチログ収集システムについて述べる。システム図の概要を図 4 に示す。

4.1 LimeSurvey

現在、Google Form, SurveyMonkey, LimeSurvey の 3 つが Web アンケートシステムとして広く普及している。3つのアンケートシステムのうち、本研究では LimeSurvey を採用する。LimeSurvey はオープンソースであり、プラグインとして利用者が開発したグラムを組み込むことができ、本研究で必要となる Javascript でタッチログを取得するプラグインを導入することもできる。一方で Google Form と SurveyMonkey はクローズドソースなサービスとなっており、外部の利用者が自作のプラグインを導入する余地がなく、タッチログ収集システムを組み込むことができないので本研究では扱わない。

4.2 Operation Logger

本研究では、スマートフォン操作時のタッチログ収集システムとして gogami ら [5] が開発した Operation Logger を利用した。Limesurvey の標準搭載機能では最終的な回答値のみ取得でき、回答時のタッチログを取得することができないので、そのログの収集機能として Operation Logger を用いる。また、本研究で提案する UI の操作ログを取得する機能を追加し拡張した。

4.3 取得可能なログ

Operation Logger を用いて取得可能なログについて述べる。ログの取得は 3 種類のタッチイベントを起点に行なわれ、そのタッチイベントは touchstart, touchmove, touchend である。touchstart はスマホ画面上で 1 つのタッチポイントが発生した（指が画面に触れた）タイミング発火し、touchmove は touchstart 後にタッチポイントが画面上を動いた（画面上で指を動かした）タイミングで発火、また、touchend は画面上からタッチポイントが消失した（指が画面から離れた）タイミングで発火する。これらのイベントが発火したとき、時刻、タッチ部の画面内の座標、ページ上端からの移動距離、タッチイベントの種類を取得する。これらのログを分析することで、ページ全体の回答時間、スクロール速度、スクロール量を計算することができる。

ラジオボタンでは、選択肢をタップしたタイミングに時刻、選択肢の id、設問の id を取得する。これらのログを分析することで、設問単位の回答時間と選択肢の変更を計測することができる。

4.4 本研究での拡張

本研究では、提案する UI の操作ログを取得する機能を追加し拡張した。

2 種類のスライドバー型回答 UI では、回答用の回答ボタンをタップしたタイミングとボタンをタップしながら指を動かしたタイミング、指を離れたタイミングに時刻、設問の id、設問の回答を取得する。これらのログを分析することで、設問単位の回答時間と選択肢の変更、回答ボタンの進行方向、回答ボタンの移動速度を計測することができる。

拡大鏡型 UI では、画像をタップしズームしたタイミングと拡大をしながら指を動かしたタイミング、指を離れたタイミングに時刻、拡大画像の id、画面内の座標を取得する。これらのログを分析することで、画像単位の拡大時間、拡大鏡の移動速度、拡大鏡の移動距離を計測することができる。また、拡大鏡型 UI と標準の拡大操作では、どちらが拡大操作が行われやすいかを比較するために、標準の拡大操作で画面が拡大された際の拡大率を取得できるようにした。

4.5 取得できる回答挙動の比較

本節では、LimeSurvey での標準機能、gogami 等が開発したシステム、本研究で開発したシステムでそれぞれ得られる挙動について比較する。各システムから得られるログを表 1 にまとめる。

比較例として、“選択肢 1 を一旦選んだが 5 に変えた”場合を考える。まず、LimeSurvey では最終的な回答値である 5 のみが取得できる。次に gogami 等のシステムでは、ラジオボタンを想定しており、回答時間、1 から

5に回答を変更した挙動を取得できる。最後に本研究で開発したシステムでは、スライドバー型回答 UI を想定しており、1から5に回答を変更した挙動に加え、その間のボタンの速度や移動量、進行方向の変化といった挙動を取得することができる。

表 1 各システムによる回答挙動の比較

挙動	LimeSurvey	gogami	本研究
最終的な回答	○	○	○
回答の変更	×	○	○
回答ボタンの移動速度	×	×	○
回答ボタンの進行方向	×	×	○
回答ボタンの移動量	×	×	○
標準機能での拡大率	×	×	○
拡大時間	×	×	○
拡大鏡の移動速度	×	×	○
拡大鏡の移動移動量	×	×	○

5. スライドバー型回答 UI の評価実験

本章で述べる実験の目的は、タッチスライドバー型回答 UI とアンチタッチスライドバー型回答 UI がラジオボタンと比べて、より迷いを反映する UI であることを検証することである。具体的には、提案 UI とラジオボタンをそれぞれ用いて作成した Web アンケートを作成し、Operation Logger を用いて回答時のタッチログを計測する。それらのタッチログから得られる特徴量と被験者の設問に対する主観的な迷いとを相関を分析し、UI ごとに比較することで評価する。

5.1 アンケート内容

本実験では、より迷いにくい質問として、回答が1~5となる四則演算の問題を5問設定した。また、より迷いやすい質問として性格検査などで用いられる TEG[6] の質問を10問設定した。1ページに全15問質問を表示し、迷いやすい質問と迷いにくい質問をランダムに混ぜた。

5.2 実験方法

本実験では、迷いやすい質問と迷いにくい質問を織り交ぜた Web アンケートを作成した。ラジオボタンと2種類のスライドバー型回答 UI を用いてそれぞれ作成した Web アンケートを LimeSurvey で配信し、被験者の回答時のタッチログを Operation Logger を用いて収集する。収集したタッチログからそれぞれの UI の操作情報を抜き取り、統計的に分析し、迷いと相関を分析する。

5.3 被験者

本実験の被験者は20代の男性8名である。両実験では、LimeSurvey で作成した Web アンケートの url と注意事項を SNS にて共有した。共有した注意事項を(1)~(3)に示す。

- (1) アンケートの回答はスマートフォンで行う
- (2) アンケートの回答の際は椅子に座り、左手でスマー

フォンを持って右手の人差し指で操作する

- (3) ページは3秒以上閲覧し、次のページに進む

(1) については、本研究は対象デバイスをスマートフォンと設定しているためである。(2) については、スマートフォン操作時の姿勢やスマートフォンの持ち方による操作挙動の違いを無くすために設定した。また、(3) については、ページが読み込みが完了する前にページ遷移した場合、Operation Logger でログを収集できない可能性があるからである。

5.4 迷い度の計測

本実験では迷い度の計測として、アンケート内の設問毎に主観的な迷い度を5件法で回答させた。具体的には、「1」~「5」の5段階で迷い度を回答してもらう。項目の内容はそれぞれ「迷った(5)」「少し迷った(4)」「どちらでもない(3)」「あまり迷わなかった(2)」「迷わなかった(1)」の5項目である。

迷い度の計測は心理的なバイアスを考慮し、アンケート実施後に行うことも考えたが、設問に対する迷いは主観的で曖昧であるため、回答時と回答後では違う値になってしまう可能性があるためアンケート内で行った。

5.5 データの分布

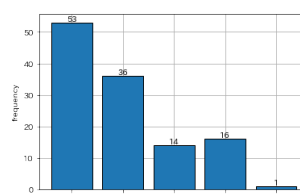
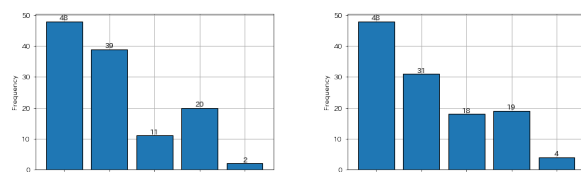


図 5 ラジオボタンを用いた設問に対する迷いデータの分布



(a) タッチスライドバー型回答 UI での迷いの分布 (b) アンチタッチスライドバー型回答 UI での迷いの分布

図 6 スライドバー型回答 UI を用いた設問に対する迷いデータの分布

設問に対する主観的な迷いを、5段階で回答したアンケート結果は図5、図6(a)、図6(b)のようになった。縦軸がアンケートの回答数で横軸が設問に対する迷いの数値である。どの UI においても、「迷った(5)」と回答した数がそれぞれ1, 2, 4と最も少なく、「迷わなかった(1)」と回答した数がそれぞれ53, 48, 44と最も多い結果となった。これらを迷いがある高群と迷いがない低群に分類するため、「迷った(5)」と「少し迷った(4)」

を高群に、「あまり迷わなかった (2)」と「迷わなかった (1)」を低群とした。

5.6 評価方法

本実験では、従来 UI、提案 UI それぞれでの迷いの高低 2 群間のタッチログから得られる操作情報を 2 群間で比較した。具体的には、それぞれの群のスライドバー移動速度や回答時間などの特徴量を、統計検定により 2 群間で有意差が存在するかを評価した。統計検定の手順を以下に示す。まずはじめにそれぞれの UI の特徴量ごとの分布に対して、有意水準 5% でシャピロウィルク検定により正規分布であるかの評価を行った。さらに、それぞれの特徴量に対して F 検定を等分散か否かの判定を有意水準 5% で行った。全ての特徴量が正規分布ではなかったため、F 検定より分散が等しい場合はマンホイットニーの U 検定を、分散が等しくない場合はブレンナー・ムンツェル検定を用いて有意水準 1% で検定した。

また、それぞれの特徴量と迷いの相関をスピアマンの順位相関係数を用いて計算した。相関係数の大きさの解釈として、ギルフォードの規則 [7] を用いる。また、相関係数の有意水準は 5% で考える。

6. スライドバー型回答 UI の評価実験の結果

まず、ラジオボタンでの高低 2 群間の特徴量を検定した際の p 値を表 2 のようになった。また、各特徴量の相関係数を表 3 に示す。

表 2 ラジオボタンの迷い度の 2 群における特徴量の比較結果

特徴量名	高群 > 低群	高群 < 低群	両側
回答時間	0.001	0.999	0.003
回答変更回数	0.120	0.883	0.241

表 3 ラジオボタンの迷い度と特徴量の相関係数

特徴量名	相関係数	p 値
回答時間	0.578	0.000
回答変更回数	0.132	0.149

ラジオボタンを用いた回答時間では、高群の方が大きい結果となった。これは、より迷った方が回答時間が長くなることを示しており妥当といえる。回答変更回数だが、特に有意差はないという結果となった。ラジオボタンでは回答時間に有意差が存在するが、これだけでは情報量が少ない。

次に、タッチスライドバー型回答 UI での高低 2 群間の特徴を検定した際の p 値は表 4 のようになった。また、各特徴量の相関係数を表 5 に示す。

タッチスライドバー型 UI では、6 つの特徴量で 2 群間に有意差があることが分かった。まず、回答時間についてだが、高群の方が大きくなった。また、相関係数を見てみると、正の相関があることがわかった。これは、ラジオボタンと同様の結果となった。回答変更回数で

表 4 タッチスライドバー型回答 UI の迷いの 2 群における特徴量の比較結果

特徴量名	高群 > 低群	高群 < 低群	両側
回答時間	0.000	1.000	0.000
回答変更回数	0.000	1.000	0.000
ボタンの反転回数	0.768	0.243	0.485
ボタンの移動量	0.480	0.523	0.960
ボタンの平均速度	1.000	0.000	0.000
ボタンの最高速度	0.998	0.002	0.004
ボタンの最低速度	1.000	0.000	0.000
ボタンの速度の分散	0.999	0.001	0.000
スライド操作の有無	0.242	0.760	0.484

表 5 タッチスライドバー型回答 UI の迷いと特徴量の相関係数

特徴量名	相関係数	p 値
回答時間	0.67	0.000
回答変更回数	0.28	0.002
ボタンの反転回数	0.06	0.509
ボタンの移動量	-0.03	0.710
ボタンの平均速度	-0.58	0.000
ボタンの最高速度	-0.46	0.000
ボタンの最低速度	-0.50	0.000
ボタンの速度の分散	-0.51	0.000
スライド操作の有無	-0.04	0.702

は、高群の方が大きくなった。また、相関係数を見てみると、正の弱い相関があることがわかった。これは、迷うほど回答を多く変更していることが確認でき、妥当だといえる。次にボタンの平均速度についてだが、高群の方が小さくなる結果となった。相関係数を見てみると、負の相関があることがわかる。これは、迷うほど回答の選択に躊躇し、全体的にボタンの速度が遅くなっていることが分かり、妥当である。さらに、ボタンの最高速度、最低速度についても平均速度と同様の結果を得た。最後に、ボタンの速度の分散についてだが、高群の方が小さくなる結果となった。相関係数を見てみると、負の相関があることが分かる。これは、迷わなかった場合に著しく早くボタン操作を行う挙動があり、分散が大きくなるためだと考えられる。

また、被験者がどのような回答行動を取っていたかを調べる。そのために筆者は、回答時のタッチログから被験者の回答行動を 3 種類に分類した。1 つは、ボタンを回答値にスライドさせるスライド操作である。2 つ目は、ラジオボタンの回答挙動と同様のタッチ操作である。3 つ目は、回答挙動を行わない無操作である。これらの回答操作の高低 2 群間での分布を表 6 に示す。

表 6 タッチスライドバー型回答 UI の迷いの 2 群における操作挙動

群名	タッチ操作	スライド操作	無操作
低群	23	62	2
高群	7	13	2

表 6 を見ると、全体的にスライド操作が多くなっていることがわかる。低群ではスライド操作が 23 回となっていて、タッチ操作 23 回の約 3 倍である。また、高群ではスライド操作が 13 回となっていて、タッチ操作 7 回の約 2 倍である。この表からもわかるように、低群と

高群でタッチ操作またはスライド操作の操作挙動が偏るデータは確認できなかったよって仮説 2 は確認できなかった。また、タッチスライドバー型回答 UI では、タッチ操作で回答された設問に対してはボタンの移動速度に関する特徴量が定義できないという欠点もある。

次に、アンチタッチスライドバー型回答 UI での高低 2 群を検定した際の p 値は表 7 のようになった。また、各特徴量の相関係数を表 8 に示す。

表 7 アンチタッチスライドバー型回答 UI の迷いの 2 群における特徴量の比較結果

特徴量名	高群 > 低群	高群 < 低群	両側
回答時間	0.000	1.000	0.000
回答変更回数	0.000	1.000	0.000
ボタンの反転回数	0.031	0.968	0.063
ボタンの移動量	0.070	0.929	0.142
ボタンの平均速度	1.000	0.000	0.000
ボタンの最高速度	0.975	0.024	0.049
ボタンの最低速度	1.000	0.000	0.000
ボタンの速度の分散	1.000	0.000	0.000

表 8 アンチタッチスライドバー型回答 UI の迷いと特徴量の相関係数

特徴量名	相関係数	p 値
回答時間	0.74	0.000
回答変更回数	0.38	0.000
ボタンの反転回数	0.18	0.054
ボタンの移動量	-0.09	0.350
ボタンの平均速度	-0.66	0.000
ボタンの最高速度	-0.45	0.000
ボタンの最低速度	-0.56	0.000
ボタンの速度の分散	-0.55	0.000

アンチタッチスライドバー型 UI では、5 つの特徴量で 2 群間に有意差があることが分かった。まず、回答時間についてだが、高群の方が大きくなった。また、相関係数を見てみると、正の強い相関があることがわかった。これは、ラジオボタンとタッチスライドバー型回答 UI でも同様の有意差が見つかったが、相関がさらに強いことが確認できる。回答変更回数では、高群の方が大きくなった。また、相関係数を見てみると、正の弱い相関があることがわかった。これは、スライドバー型回答 UI と同様の結果となった。ボタンの反転回数では、高群の方が大きくなった。しかし、相関係数の p 値は相関がないことを示しており、また、両側検定では有意差がないので筆者は有意差はないと結論付けた。次にボタンの平均速度についてだが、高群の方が小さくなる結果となった。相関係数を見てみると、負の相関があることがわかる。これは、迷うほど回答の選択に躊躇し、全体的にボタンの速度が遅くなっていることが分かり、妥当である。さらに、最低速度についても平均速度と同様の結果を得た。最後に、ボタンの速度の分散についてだが、高群の方が小さくなる結果となった。相関係数を見てみると、負の相関があることが分かる。これは、迷わなかった場合に著しく早くボタン操作を行う挙動があり、分散

が大きくなるためだと考えられる。

以上より、アンチタッチスライドバー型回答 UI、タッチスライドバー型回答 UI は、ラジオボタンに比べて、迷いの大小によって挙動差が大きく現れる、より迷いを反映する回答 UI であることがわかった。よって、仮説 1 は立証されたが、2 種類のスライドバー型回答 UI 間でボタンの移動挙動に差はなく仮説 3 は立証できなかった。しかし、タッチスライドバー型回答 UI では、タッチ挙動により速度が定義できない設問が発生することを考慮すると、アンチタッチスライドバーが迷いの分析に最も適した UI だと結論付けた。

7. 拡大鏡型 UI の評価実験

本章で述べる実験の目的は、拡大鏡型 UI がより興味度を反映する UI であることを検証することである。具体的には、拡大鏡型 UI を用いて作成した Web アンケートを実施し、Operation Logger を用いて画像拡大時の拡大鏡使用時間、拡大鏡使用回数などのタッチログと被験者の画像に対する主観的な興味度との相関を分析し評価する。

7.1 実験方法

本実験では、“乃木坂 46” や “BTS” といったアイドルグループと、“時計” や “アクセサリー” といった商品を順位付けするアンケートを作成した。これらのコンテンツの画像を羅列した Web アンケートを拡大鏡型 UI を LimeSurvey で配信し、被験者の回答時のタッチログを Operation Logger を用いて収集する。収集したタッチログからそれぞれの UI の操作情報を抜き取り、統計的に分析し、興味度との相関を分析する。

7.2 Web アンケート内容

本実験では順位付けるコンテンツのうち、アイドルグループとして “乃木坂 46”、“欅坂 46”、“BTS”、“三代目 J Soul Brothers” の 4 グループと、商品として “時計” と “指輪” を扱った。被験者は男女混合なため、女性アイドルグループと男性グループをそれぞれ 2 グループ採用した。また、商品については男性にプレゼントする状況を想定した問題として “時計” を、女性にプレゼントする状況を想定した問題として “指輪” を採用した。これらのコンテンツからそれぞれ 6 枚画像を抜粋した。抜粋する基準としては、それぞれのコンテンツの中で人気が高い上位 6 人（個）の画像を抜粋した。また、画像は被験者の拡大動作を誘うために、細部が拡大操作をしないと見えないような画像を選択した。

これらの抜粋した画像を 1 ページに 1 コンテンツ、6 枚羅列したアンケートを Lime Survey 上に作成した。6 枚の画像の中で上位 2 位を回答する問題を設定した。

7.3 被験者

被験者は10代と20代の男女21名であり、LimeSurveyで作成したWebアンケートのurlと5.2節で述べた注意事項をSNSにて共有した。

7.4 興味度の計測

本実験では6枚の画像の上位2位をアンケート上で回答させた。興味度の計測方法として、上位2位と回答した2枚の画像に興味がある、それ以外の4枚の画像に興味がない画像とした。また、アイドルグループについては、そのグループの前提知識がある場合、挙動の違いに影響が出る可能性がある。そのため、アイドルグループ名をアンケート上で回答させ、正答したものはデータとして排除した。

7.5 評価方法

本実験では、標準の拡大操作と拡大鏡型UIによって行われた拡大操作の回数を比較する。また、本実験では、画像に対する興味の大小によって挙動差があるか否かを検出するため、興味度の高低2群間のタッチログから得られる操作情報を7.1節と同様の方法で比較した。

8. 拡大鏡型UIの評価実験の結果

まず、標準の拡大操作と拡大鏡型UIによって行われた拡大操作の回数を比較する。結果として、標準の拡大操作は合計して46回であり、拡大鏡UIを用いた拡大操作は合計で652回となっていて、拡大鏡UIを用いた拡大の方が大きい結果となった。次に、被験者別の拡大回数を計算したものを表9に示す。

表9 拡大操作数の比較

被験者	標準の拡大	拡大鏡 UI	被験者	標準の拡大	拡大鏡 UI
No.1	1	6	No.12	0	63
No.2	1	3	No.13	1	2
No.3	0	50	No.14	0	13
No.4	1	24	No.15	5	0
No.5	3	56	No.16	0	3
No.6	0	124	No.17	8	6
No.7	0	15	No.18	0	15
No.8	0	57	No.19	0	0
No.9	0	121	No.20	0	21
No.10	5	14	No.21	21	9
No.11	0	50	平均値	2.2	31.0

表9を見ると、被験者によって偏りがあるものの、拡大鏡型UIの方が拡大操作が多いことがわかる。よって仮説5は立証された。

表10 興味度の2群における特徴量の比較結果

特徴量名	高群 >I 低群	高群 <I 低群	両側
拡大鏡の使用時間	0.312	0.687	0.626
拡大鏡の使用回数	0.095	0.906	0.189
拡大鏡の移動量	0.103	0.897	0.207
拡大鏡の平均速度	0.173	0.827	0.346
拡大鏡の最高速度	0.100	0.900	0.200
拡大鏡の最低速度	0.501	0.500	0.999
拡大鏡の速度の分散	0.073	0.927	0.147

表10を見ると、拡大鏡型UIでは興味度の2群間で有意差は確認できなかった。よって、仮説4は立証できなかった。ただし、拡大鏡型UIでは標準の拡大操作に比べて多くの拡大操作を確認でき、興味度の再定義や、他の迷いやsatisficingといった心理状態の推定に活用できる可能性がある。

9. 終わりに

本研究では、アンケート回答中の迷いや興味などの心理状態をタッチログから推定する手法を提案した。さらに、より高精度な推定に向けて、迷いや興味による操作差を拡大する目的で回答UIを拡張し、それらのロギングに対応した拡張型Webアンケートシステムを提案した。提案UIを用いてWebアンケートを作成し、Webアンケート回答時のタッチログを迷い、興味度の大小で2群に分け、それらの挙動差を検証した。結果として、提案した2種類のスライドバー型回答UIは従来のラジオボタンと比べてより迷いを反映する回答UIであることを確認した。また、拡大鏡型UIでは、興味度の大小によって挙動差は確認できなかったものの、標準の拡大操作に比べて多くの拡大操作が行われていることから、興味度以外の迷いやSatisficingといった心理状態の推定に活用できる可能性があると考えている。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費(19KT0020, 18H03233)の支援を受けて実施したものである。

参考文献

- [1] R.L Aiken, ed., “Psychological Testing and Assessment”, 10th edition, Allyn and Bacon, 2000.
- [2] 酒巻隆治, 染矢聡, “画像を選択肢にもつwebアンケートにおける回答者のマウスログに基づく確信度の強さの序列推定”, 可視化情報学会論文集, vol.31, no.12, p.69, 2011.
- [3] Y. Miyazaki, N. Atsumi, M. Zushi, and K. Norizuki, “Detecting learners’ hesitation in solving word-reordering problems with machine learning for classification” EdMedia 2016–World Conference on Educational Media and Technology, pp.1638–1646, June 2016.
- [4] 加藤勇太, 岩本健嗣, 松本三千人, “タッチ操作ログを用いたwebコンテンツ閲覧時における興味度合い推定の研究”, 情報処理学会論文誌, vol.59, no.2, pp.508–518, 2018.
- [5] M. Gogami, Y. Matsuda, Y. Arakawa, and K. Yasumoto, “Detection of careless responses in online surveys using answering behavior on smartphone”, IEEE Access, vol.1, no.1, p.99, 2021.
- [6] 柏木繁男, “性格特性5因子論(ffm)による東大式エゴグラム(teg)の評価”, 心理学研究, vol.69, no.6, pp.468–477, 1999.
- [7] L. Parish and J.P. Guilford, “Fundamental statistics in psychology and education”, British Journal of Educational Studies, vol.5, p.191, 1957.