

スマートフォンにおける行為を隠すジェスチャデザインの検討

相澤裕貴[†] 小松孝徳[†] 渡邊恵太[†]

概要: スマートフォンを公共の場で使用する機会が増え、それに比例して他者から操作する姿を見られる機会も増加した。そのときスマートフォンの画面を隠していても、他者にジェスチャで操作しているアプリケーションが特定されてしまう。そこで我々はユーザのプライバシーを守る「行為を隠すジェスチャデザイン」を提案する。本稿では、様々なアプリケーションのジェスチャを分析し、その結果を踏まえて一例としてメモをしているように見えるゲームアプリケーションを試作した。

1. はじめに

スマートフォンの普及は著しい。総務省は、2011年から2016年の5年間で個人のスマートフォンの保有率が14.6%から56.8%と4倍近く増えたと発表した[1]。スマートフォンはコミュニケーションツールやゲーム、メモなどのアプリケーションが利用できることから、あらゆる場所で使用されている。

スマートフォンは、従来のフィーチャーフォンに比べて画面が大きく、全面がタッチパネルになっていることが大きな特徴である。そしてスマートフォンではその操作にジェスチャが多用されている。このジェスチャのデザインは、ユーザが操作しやすいように設計されてきた。

しかしながら、全面がタッチパネルのジェスチャは、そこでの指の動きも大きい。このことから、屋外や他者がいる場所で使うとき、ジェスチャが他者の目につくことがある。さらにそれによってどんなアプリケーションを使っているのが特定されることがあり、プライバシーの漏洩につながる可能性がある。そこで我々は、ユーザのプライバシーを守る「行為を隠すジェスチャデザイン」が必要と考えた。

本研究では、他者からみたジェスチャ、指の動きについて調査・実験を行った。その結果にもとづき、一例として他者からゲームアプリケーションだと気づかれない D-pace というパズルゲームの作成を試みた。

2. 実験

2.1 実験概要

実験は2つ行った。1つ目は、実験参加者がスマートフォン操作者を見た際に、ジェスチャ（指の動き）だけでゲームアプリケーションを使用しているのかメモアプリケーションを使用しているのかを見分けられるか観察した。2つ目は、スマートフォンのタッチ位置を記録し、そのログデータからアプリごとの特徴を分析した。

ただし本実験で使用したスマートフォンはすべて XperiaXZ である。



図1 観察実験で使用した動画

2.2 観察実験の実験設定

(1) 実験手順

参加者に各々別のアプリケーションを操作した5つの動画を無作為の順番で見せる。参加者は1つ動画を見終えるたびに、「ゲーム」、「メモ」、「SNS」、「ネット検索」、「分からない」の5つの選択肢からその動画がどの種類のアプリケーションを操作している様子を撮影したものなのかを答える。さらに、その答えを選んだ理由について自由記述する。

(2) 用意したアプリケーション

本実験では「LINE: ディズニー ツムツム (以後、ツムツムと呼ぶ)」[4]、「スーパーマリオラン (以後、マリオランと呼ぶ)」[5]、「Twitter」、「Google Chrome」、「Google Document」を操作している様子を撮影した5つの動画を用意した。本実験では、スマートフォンを縦向きにして使用するアプリケーションだけを採用した。ツムツムはファミ通が発表した2016年度のゲームアプリケーション人気ランキング[5]において1位を取っていることから、一般的に使われているゲームアプリケーションとして採用した。マリオランはトグル入力のような指でタップするジェスチャが行われているため、メモアプリケーションだと間違えられると予測して採用した。Google Document はメモアプリケーションとして採用した。その他のアプリケーションは、ゲームアプリケーションとメモアプリケーションを比較している実験だと参加者に気づかれないためにダミーとして用意した。

(3) 被写体

被写体には、ツムツム、マリオランを使用した経験があ

[†] 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科

り、フリック入力を1年以上使っているという条件を満たした20歳男性を採用した。

(4) アプリケーションの操作方法

動画撮影時、用意したアプリケーションの操作方法を制限した。

- ツムツムの場合
ツムツムでは、ゲームで遊ぶ「プレイ画面」のみをする。
- マリオランの場合
マリオランでは、操作キャラクターにマリオを選び、「ワールドツアー」の「WORLD 1-1」ステージで遊ぶ。
- Twitterの場合
ツイート画面を開いた状態で操作を始め、「中野キャンパスなう」とツイートする。そのあとタイムライン画面を開いてもらい、その画面内で自由に操作する。ただしタイムラインでの操作はスクロールや「いいね」、「リツイート」のみに制限した。
- Google Chromeの場合
検索画面から始め、「大学生あるある」と文字入力し検索する。検索結果から指定したネット記事[3]のリンクを開き、記事を読む。
- Google Documentの場合
被写体は小説「人間失格」の一節[7]を Google Document に文字入力した。ただし文字入力の方法はフリック入力に限定した。

また、操作するとき、被写体には次のA~Eの5つの姿勢を指示した。

- A) 座って操作する
- B) 右手で持ち右手の親指で操作
- C) 左手は膝の上におく
- D) 背筋を伸ばす
- E) ビデオカメラに指の動きが見えるようにスマートフォンを傾ける (図1)

(5) ビデオカメラの調整

撮影するとき、ビデオカメラの三脚の高さを、167cmと中性的な身長である男性の座ったときの目の高さと同じに設定し、角度を向かいの席の人が持つスマートフォンを見つめたときの目線と同じに設定した。

2.3 観察実験結果

表1 予備実験のアンケート結果

アプリケーション名	回答	回答数
ツムツム	ゲーム	9名
	ネット検索	1名
	分からない	1名
マリオラン	ゲーム	11名
Google Document	メモ	7名
	ゲーム	2名
	分からない	2名

(1) 参加者

参加者は18~21歳の11名(男性7名、女性4名)であった。

(2) 結果

アンケート結果は表1に示す。このときはツムツム、マリオランを8割以上の人がゲームアプリケーションだと見抜き、Google Documentも5割以上の人が見抜くという結果になった。ツムツムをゲームアプリケーションだと気づいた理由について、「指が複雑な動きをしていた」、「指が縦や横だけじゃなく、いろんな方向に動いていた」、「文字を打っている感じではなく、画面の上の方をずっと触っていたから」と回答があった。マリオランをゲームアプリケーションだと気づいた人々は「同じ箇所一点をタップしていた」、「スワイプの動作をしていない」とジェスチャの種類と指の触れている箇所を指摘していた。Google Documentの場合、正答した人々は「フリック入力していたから」と指の動きからフリック入力のジェスチャに気づいていた。

2.4 ログデータ分析の実験設定

[6]を参考に Android SDK の platform-tools に含まれる、Android Debug Bridge (以後、adb と呼ぶ) を用いて、スマートフォンアプリケーションを操作時のタッチした座標とそのときの時間を取得する。その取得したデータから軌跡ログの作成とストロークごとの分析を行う。

(1) 軌跡ログの作成方法

取得したログデータをもとに参加者全員のタッチ位置を可視化する。

(2) ストローク分析の方法

adb でのログデータ取得は、指がスマートフォンの画面に触れるとタッチデータを取得し始め、それは指が離れるまで行われる。このときの指が触れてから離れるまでに存在している点の集合を1ストロークと定義した。我々は取得した各々のストロークから(1)~(7)の7つの変数を求めた。

A) 長さ

ストロークに存在している点が n 個あり、その k 番目の点の座標を (X_k, Y_k) とする。このとき長さ Length は

$$\text{Length} = \sum_{k=1}^{n-1} \sqrt{(X_{k+1} - X_k)^2 + (Y_{k+1} - Y_k)^2}$$

と定義する。ただし単位は px である。

B) 時間

ストロークに存在している点が n 個あり、その k 番目の点を取得した時間を T_k とする。このとき時間 Time は

$$\text{Time} = T_n - T_0$$

と定義する。ただし単位は秒である。

C) 速さ

速さ Speed は

$$\text{Speed} = \text{Length} / \text{Time}$$

と定義した。ただし単位は px/秒である。

D) 範囲

ストローク上の点から、X座標の最大値と最小値の差を「Xの範囲」、Y座標の最大値と最小値の差を「Yの範囲」と定義した。ただし単位は px である。

E) 縦横比

Xの範囲とYの範囲の比を縦横比と定義した。

F) 縦のジェスチャ、横のジェスチャ

Xの範囲よりYの範囲の方が大きいジェスチャを縦のジェスチャ、Yの範囲よりXの範囲の方が大きいジェスチャを横のジェスチャと定義した。

G) 曲がっている箇所

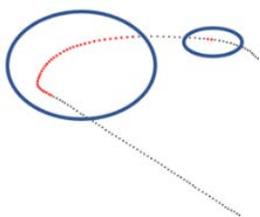


図2 曲がっている箇所が2個の場合

ストロークを三次スプライン補完する。それによりできた点の集合を、2~5px 間隔で分割する。このときの k 番目の点を SP_k とし、

$$\theta_k = \angle SP_{k-2}SP_kSP_{k+2}$$

と定義する。ただしこのときの点の数を n とすると、 k の範囲は $2 < k < n-2$ であり、 $\angle SP_{k-2}SP_kSP_{k+2}$ の内角である。図2は $\theta_k < 175^\circ$ のときの点 SP_k を赤色にしたものである。この赤い点が隣り合っているときそれらをグループ化する。このときのグループを「曲がっている箇所」と定義し、そのグループ数を「曲がっている箇所数」とする。

(3) 実験手順

参加者が操作するアプリケーションは、「ツムツム」、「マリオラン」、「Google Document」の3つである。このときの操作方法や操作するときの姿勢は観察実験と同じである。ツムツムまたはマリオランを操作したことない参加者は、実験前に1分間ほど、そのアプリケーションを操作して操作方法を確認した。

2.5 ログデータ分析結果

(1) 参加者

参加者は、19~23歳の10名（男性8名、女子2名）で、スマートフォンでの文字入力の実験があり、全員右利きである。

(2) 軌跡ログの作成

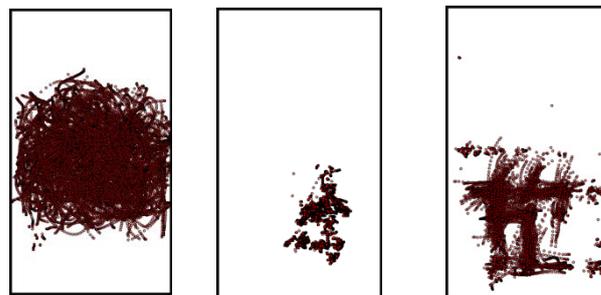


図3 左からツムツム、マリオラン、Google Documentの軌跡ログ

図3は実験で取得した全参加者のジェスチャストロークを重ねたものである。ツムツムは画面の真ん中にストロークが集中している、マリオランは画面右下の一部分のみしか触れていないことが分かる。メモは画面下半分だけにストロークが集中していた。

(3) ストローク分析

表2 ストロークの長さ、時間、速さ、範囲、縦横比、曲がっている箇所数の平均

	ツムツム	マリオラン	Google Document
長さ(px)	585.372	35.998	492.086
時間(s)	0.506	0.666	0.651
速さ(px/s)	1141.818	35.900	707.407
Xの範囲(px)	296.874	15.507	228.589
Yの範囲(px)	287.231	13.792	268.286
縦横比	1:0.899	1:0.890	1:1.174
曲がっている箇所数	4.590	0.800	2.232

表3 全ジェスチャ数の平均とそのうちの縦のジェスチャ数、横のジェスチャ数の割合

	ツムツム	マリオラン	Google Document
全ジェスチャ数	390	505	693
縦のジェスチャ数	226	394	372
横のジェスチャ数	164	111	321
縦のジェスチャの割合(%)	58	78	54
横のジェスチャの割合(%)	42	22	46

本実験で取得したジェスチャのストローク分析の結果を平均化した数値を表2に示した。ただし縦横比はXの範囲の平均とYの範囲の平均の比で求めている。表2からは、ツムツムの速さが一番大きく、マリオランの速さが一番小さいことが分かる。この2つのゲームアプリケーションは縦横比がXの範囲よりYの範囲の方が大きいという共通

点があった。

また表3を見ると、メモは横のジェスチャの割合が低い。そして、メモの縦横比は Y の範囲が X の範囲よりも大きいことから、フリック入力には縦のジェスチャの方が横のジェスチャより長いことが分かった。

2.6 考察

観察実験でツムツムをゲームアプリケーションだと気づいた理由に、「指が複雑な動きをしていた」とあったがこれは、表2の「曲がっている箇所数」が他のアプリケーションより多いことを指していると思われる。また、「指が縦や横だけじゃなく、いろんな方向に動いていた」という理由もあったことから「スワイプの方向」がアプリケーションの判断に関係していると考えられる。ツムツムでの「文字を打っている感じではなく、画面の上の方をずっと触っていたから」とマリオランの「同じ箇所一点をタップしていた」というコメントから「指の触れている場所」も判断基準になっていることが分かる。

3. D-pace

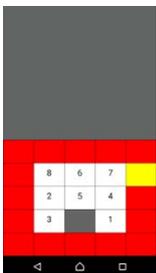


図4 D-pace 画面

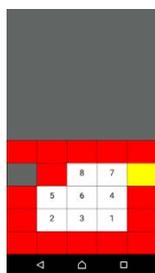


図5 妨害



図6 クリア画面



図7 フリック入力
([9]より引用)

我々は、2の結果を考慮して、フリック入力のジェスチャで操作するゲームアプリケーション「D-pace(Disguise Play as Character Entry)」を開発した。これは8パズル[10]というパズルゲームをモチーフにしている。1から8までの数字をかかれたブロックがあり(図4)、それらをスワイプすることで上下左右に動かす。図6のように整列されるとクリアとなる。ゲーム途中、無作為のタイミングで赤いブロックが数字ブロックの進路を妨害する(図5)。これはフリック入力の上下左右すべてスライドできることを再現するためである。たとえば図5の場合、「い」の方向にスワイプできるようになる(図7)。また黄色のブロックをタップ

するとブロックの配置が1つ前に戻るようになっていて、これは削除ボタンを再現している。

3.1 観察実験

本実験では、D-paceを見てメモアプリケーションだと騙されるか検証する。検証方法は2の観察実験と同じである。

本実験で使用する動画の被写体には、ツムツム、マリオランを使用した経験があり、かつ、フリック入力を1年以上使っているという条件を満たした、20歳女性を採用した。

実験がすべて終わったあとに、参加者にD-paceの動画を見てメモアプリケーションとの違いに気づいたかを詳しく質問した。

3.2 観察実験結果

表4 D-paceの主観的評価のアンケート結果

アプリケーション名	回答	回答数
D-pace	ゲーム	2名
	メモ	6名
	SNS	1名
	分からない	3名

(1) 参加者

参加者は18~21歳の12名(男性5名、女性7名)であった。

(2) 結果

結果を表4に示した。ゲームアプリケーションだと気づいた人は2名しかいなかった。半数の6名がD-paceがメモアプリケーションだと騙された。

実験後の質問でも、メモと答えた参加者たちは「指の動きがフリック入力に見えた」、「指の動きが速いなと思ったが焦ってフリック入力しているとしか思わなかった」と述べていた。

3.3 ログデータ分析

本実験は、2のログデータ分析と同じ方法で行った。参加者は実験前に1分間ほどD-paceの操作をして、操作方法を確認した。それが終わったら1分間操作し、そのログデータを取得した。

3.4 ログデータ分析実験結果

(1) 参加者

参加者は18~21歳の10名(男性9名、女性1名)であった。

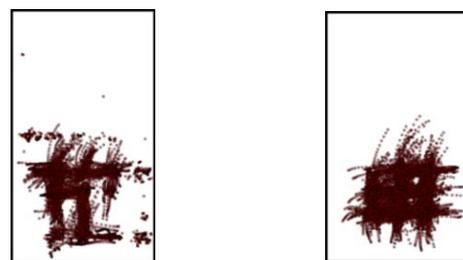


図8 左から Google Document, D-pace の軌跡ログ

(2) 軌跡ログ

Google Document と D-pace の軌跡ログを図 8 に示した。Google Document の軌跡ログと比較すると「指が触れている場所」がほとんど同じであることがわかる。

(3) ストローク分析

表 5 ストロークの長さ、時間、速さ、範囲、縦横比、曲がっている箇所数の平均

	D-pace	Google Document
長さ(px)	227.690	492.086
時間(s)	0.161	0.651
速さ(px/s)	1427.356	707.407
X の範囲(px)	120.536	228.589
Y の範囲(px)	121.544	268.286
縦横比	1:1.008	1:1.174
曲がっている箇所数	0.675	2.232

表 6 全ジェスチャ数の平均とそのうちの縦のジェスチャ数、横のジェスチャ数の割合

	D-pace	Google Document
全ジェスチャ数	1102	693
縦のジェスチャ数	587	372
横のジェスチャ数	515	321
縦のジェスチャの割合(%)	53	54
横のジェスチャの割合(%)	57	46

分析結果を表 5 と表 6 に示した。表 6 より D-pace は縦のジェスチャの割合が多いが、表 5 の縦横比を見ると Y の範囲の方が小さいことから D-pace は、Google Document と逆で、縦方向のSwipeより横方向のSwipeの方が長いということが分かる。「曲がっている箇所数」に関しては、どちらもツムツムより少ないという共通点がある。

3.5 考察

観察実験のあとにした質問で、「SNS」と答えた 1 名と「分からない」と答えた 3 名のうち 2 名も文字入力を使ったアプリケーションだと思っていた。つまり、12 名のうち 9 名は D-pace が文字入力を使ったアプリケーションだと思っていた。このことから分かるように D-pace のジェスチャは「行為を隠すジェスチャデザイン」としての役割を十分に果たしていた。

4. 議論

本実験の調査からジェスチャだけでも、スマートフォンの操作しているアプリケーションがどういったものが推測

できることが分かった。現在、ユーザのプライバシーを守るためにスマートフォン画面の覗き見を防止する液晶フィルタや覗き見を防止するアプリケーション[11]が存在する。こうした要求から分かるように、ユーザはスマートフォンで見ている内容に対してプライバシー意識が高い。

したがって、ジェスチャに対してもプライバシーの観点で設計を考えることが必要と考える。たとえば、スマートフォンには音を鳴らさないようにするマナーモードがあるが、ジェスチャに対してもマナーモードのような他者から目障りになりやすく、目立たないようなジェスチャモードがあってもよいだろう。

今回試作した D-pace はゲームでありながらも、文字入力をしているかのようなアプリケーションに見せることができた。一方で、このようなアプローチをとると、ゲーム性にも大きな制約となり、実現可能なゲームの種類を限定してしまう可能性がある。操作性がもたらすゲームの楽しさと他者から見た時の印象のバランスが今後の課題となる。

また、このようなジェスチャデザインの問題として、たとえば、学生が授業中に行為を隠すジェスチャデザインを適用したゲームアプリケーションで遊んだり動画サイトを閲覧したりするようなことも想定できるが、これは現在の液晶のプライバシー保護フィルタでも似たような課題がある。

5. おわりに

本稿では、操作しているスマートフォンアプリケーションを他者に特定されないためのジェスチャデザイン、すなわち、「行為を隠すジェスチャデザイン」を提案した。その一例として、メモアプリケーションに偽装したゲームアプリケーションである D-pace を作成した。そして、D-pace がゲームアプリケーションだと特定されないことを示した。

今後は、ゲームアプリケーション以外のアプリケーションの行為を隠すジェスチャデザインを考えていきたい。

参考文献

- [1] “数字で見たスマホの爆発的普及（5年間の量的拡大）”。
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/html/nc111110.html>, (参照 2017-12-18)
- [2] “Angle Meter PRO”。
<https://play.google.com/store/apps/details?id=iyok.com.anglemeterpro&hl=ja>, (参照 2017-12-20)
- [3] ““じわじわくる”大学生のあるある -NAVER まとめ”。
<https://matome.naver.jp/odai/2135228959614638201>, (参照 2017-12-13)
- [4] “LINE: ディズニー ツムツム”。
<http://www.disney.co.jp/games/dtt.html>, (参照 2017-12-13)
- [5] “スーパーマリオラン”。<https://supermariorun.com/ja/index.html>, (参照 2017-12-13)
- [6] 平部 裕子, 荒川 豊, 安本 慶一: TouchContext: タッチ操作の挙動分析に基づく人のコンテキスト認識, Interaction(2014)
- [7] “太宰治 人間失格 - 青空文庫”。
http://www.aozora.gr.jp/cards/000035/files/301_14912.html, (参照 2017-12-13)
- [8] “ファミ通 2016 年アプリケーションランキング発表! 『パズ

ドラ』や『ポケモン GO』がランクイン……1位は!?”.

https://app.famitsu.com/20161220_924344/, (参照 2017-12-13)

- [9] “スマホ (スマートフォン) でフリック入力できない僕が急に上達したやり方&コツ”. <http://itbenricho.com/smartphone-flick-nyuryoku-joyotatsu.html>, (参照 2017-12-21)
- [10] “Sliding Puzzle | 8- 15-Puzzle”. <http://mypuzzle.org/sliding>, (参照 2017-12-24)
- [11] “覗き見防止”. <https://android.app-liv.jp/001207621/>. (参照 2017-12-25)