

Android 端末におけるタッチ操作の特徴を用いた個人認証に向けたアプリ ケーションの開発

藤田 奨†

渡邊 裕司†

†名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科
467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町の畑 1
t.fujita@nsc.nagoya-cu.ac.jp

あらまし スマートフォンにおけるタッチ操作の特徴を用いた個人認証に向けて、本研究室の先行研究では、iOS上で動作する簡易な文章閲覧アプリを作成し操作履歴を記録した。しかしこのアプリには、テキストブラウザ上の履歴しか取得できない、シングルタッチにしか対応していないなど問題があった。本研究では、これらを改善するためにAndroid端末でタッチ操作の履歴を取得するアプリを開発した。まずスクリーン上の履歴を記録し、多種多様な端末に対応させた。次にマルチタッチに対応させピンチ操作も取得できるようにし、さらに画像操作とWebブラウジングを追加し複数の状況を比較可能にした。予備実験の結果、ピンチ操作における被験者間の違いを観測した。

Development of application for user authentication using features of touch operation in Android devices

Tsutomu Fujita†

Yuji Watanabe†

†Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University
1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya 467-8501, JAPAN
t.fujita@nsc.nagoya-cu.ac.jp

Abstract Toward user authentication using features of touch operation on smartphone, our previous study created a simple text browsing application on iOS to record operation history. However, this application has some problems; it gets only operation history of text browser and supports only single touch. In this study, we develop an application to get the history of touch operation in Android devices. It can get an operation history on screen for wide variety of devices. It also correspond to multi-touch such as pinch operation. We can compare the multiple situation of Web browsing and image operation in addition to text browsing.

1 はじめに

近年のスマートフォンの普及は著しく、2013 年度には国内携帯電話端末の総出荷台数に占めるスマートフォンの出荷台数比率は76.8%になると予測されている[1]。スマートフォンには多くの重要な個人情報が含まれ、これらの情報は不正使用者から守られなければならない。そのため一般に4桁のパスワードやロックパターンを用いるユーザ認証が行われる。他にも顔や指紋などの生体的特徴を利用した個人認証も存在する。しかし、これらの認証方法はログイン時に利用するものがほとんどであるため、ログイン後は正規ユーザだけでなく不正使用者も自由にアクセスできてしまう問題点がある。ログイン後に何度もパスワードを入力させることは、ユーザにとって煩わしく解決策としては適切でない。

そこでユーザに対して煩わしさを感じさせずログイン後も認証可能な方法として、操作の特徴や癖を用いた行動的特徴を利用した個人認証がある。この認証は通常時の正規ユーザの行動から特徴を表すプロファイルを作成し、そのプロファイルと現在の行動との間に著しい相違があれば、不正使用者として警告する。そのためログイン後も継続的に監視が可能である。スマートフォンにおける行動的特徴を利用した認証の研究はまだ最近である。そのため、ログイン時の認証に行動的特徴を利用する研究が多く[2-5]、ログイン後の認証に対する研究は少ない。

スマートフォンにおけるログイン後の認証に対する一研究事例として、本研究の先行研究がある[6]。先行研究では、テキストブラウジングがスマートフォンの基本操作の一つであることから、iOS上で動作する簡易な文章閲覧アプリ（テキストブラウザ）を作成した。そして、ユーザが画面内のテキストを読む時の操作履歴を記録した。本アプリでは縦方向のみのスクロール操作が可能であるため、「フリック」と「ドラッグ」の二つの操作に

よって縦スクロールする。しかしこのアプリには大きく二つ問題点が存在する。一つはテキストブラウザ上の操作履歴しか取得できない。もう一つはシングルタッチにしか対応していない点である。

そこで本研究では、先行研究での問題点を改善するアプリケーションをAndroid OS上で開発した。具体的には、スクリーン上の操作履歴を記録できるようにし、様々な画面サイズや機能を持つ多種多様な端末に対応できるようにした。またマルチタッチにも対応しピンチ操作を取得できるようにした。さらに文章閲覧だけでなく、画像操作とWebブラウジングを追加し複数の状況を比較可能にした。

2人の被験者による予備実験の結果、ピンチ操作における移動距離、移動速度、移動角度が個人認証のための操作特徴として有効な特徴であることを示唆した。

2 タッチ操作履歴記録アプリケーション

2.1 操作記録アプリケーション

本研究では、Android OS上で動作するタッチ操作履歴記録アプリケーション（以下アプリと略す）を開発した。先行研究ではiOSであったが、開発の制約が少なくOSのシェアが大きいことから、Android OSに変更した。このアプリは以下の4つから構成される：

- ① アンケート
- ② 画像操作
- ③ 文章閲覧
- ④ Webブラウジング

本アプリを実際にイメージしてもらうために図1にアプリ起動後の画面（左）とWebブラウジング起動後の画面（右）を示す。アプリ起動後の画面には実験1から3のボタンが配置されているが、実験1には画像操作の画面に、実験2には文章閲覧に、そして実験

3にはWebブラウジングに飛ぶようにしている。



図 1: アプリケーション起動後の画面 (左) と Web ブラウジング起動後の画面 (右)

アンケート内容は性別、年齢、スマートフォン使用年数、スマートフォンのセキュリティについて回答してもらう。性別、年齢、使用年数については該当する回答を選択してもらう形を取り、セキュリティについては自由に入力してもらう形を取った。画像操作については画像を表示させ、タッチした所に画像が移動するというものである。文章閲覧については先行研究[6]と同様に文章を表示させタッチ操作によりスクロールする。最後にWebブラウジングは、Webページを自由に閲覧するものである。ユーザに対して使いやすくなるように、標準のブラウザを参考にして以下の5つのボタンを設置した。

- ① 戻る：もし戻ることが可能であるならば、一つ前のページに戻る
- ② 進む：もし進むことが可能であるならば、一つ先のページに進む
- ③ 更新：現在表示されているページを再度読み込む
- ④ ホーム：Webブラウザが立ち上がった最初のページを表示する。今回の場合Googleの検索ページを最初のページとした(図1の右)。
- ⑤ メニュー：アプリの起動後の画面(図1の左)に移動する

2.2 操作履歴と操作特徴の抽出

前節の操作記録アプリケーションによって継続的に取得する「操作履歴」は表1に示す形式である。

表 1: 取得する操作履歴の一覧

event	id	pointerId
count	x	y
downTime	EventTime	Time
press	size	

event はタッチパネルを操作した時に呼び出されるタッチイベントのことであり、以下のタッチイベントを取得できる。

- ① ACTION_DOWN: 画面をタッチしたとき
 - ② ACTION_MOVE: 画面タッチしたままの状態を動かしたとき
 - ③ ACTION_UP: 画面から離れたとき
 - ④ ACTION_CANCEL: 動作をキャンセルしたとき
 - ⑤ ACTION_POINTER_DOWN: 画面をタッチしている状態でさらにタッチしたとき
 - ⑥ ACTION_POINTER_UP: 画面を複数タッチしている状態で、一つでも画面から離れたとき
 - ⑦ onDown: 画面をタッチしたとき
 - ⑧ onScroll: スクロール動作をしたとき
 - ⑨ onFling: フリック動作をしたとき
 - ⑩ onScaleBegin: 複数のタッチを検出したとき
 - ⑪ onScale: 画面を複数タッチした状態で、タッチ位置に変化があったとき
 - ⑫ onScaleEnd: 画面を複数タッチした状態で、一つでも画面から離れたとき
- ここで①と⑦について重複したタッチイベントであるが、別々のクラスから取得できる情報であるため分離した。①から⑥については

ある一つのクラスから取得できるメソッドからの情報である。また同様に⑦から⑨、⑩から⑫についてもそれぞれある一つのクラスから取得できるメソッドからの情報である。より多くの情報を得るためにこのような形とした。

id はポインタ ID を取得するためのインデックスを取得する。pointerId はインデックスを引数にポインタ ID を取得する。count はタッチ座標点の数である。x,y はそれぞれタッチイベントを検出したときの座標位置である。downTime は押されている時間(ms 単位) を獲得する。EventTime はイベントの発生時刻(ms 単位) を獲得する。time は 1970 年 1 月 1 日午前 0 時からの経過時刻 (ms 単位) を獲得する。press はタッチの圧力を得る。size はタッチされている範囲を得る。以下に実際に取得した操作履歴データを示す。

```

被験者A.txt - TeraPad
ファイル(F) 編集(E) 検索(S) 表示(V) ウィンドウ(W) ツール(T) ヘルプ(H)
78001 EventTime=7008415, time=1375431195366
78002 x=333.65244, y=233.85385, pointerId=1
78003 downTime=7008181, press=1.0, size=0.24705884
78004 EventTime=7008415, time=1375431195367
78005 ACTION_MOVE, count=2, id=0
78006 x=119.87513, y=567.14557, pointerId=0
78007 downTime=7008181, press=1.0, size=0.24705884
78008 EventTime=7008441, time=1375431195385
78009 x=352.6327, y=220.86197, pointerId=1
78010 downTime=7008181, press=1.0, size=0.24705884
78011 EventTime=7008441, time=1375431195400
78012 ACTION_MOVE, count=2, id=0
78013 x=120.37461, y=568.1449, pointerId=0
78014 downTime=7008181, press=1.0, size=0.2509804
78015 EventTime=7008454, time=1375431195407
78016 x=362.1228, y=213.86633, pointerId=1
78017 downTime=7008181, press=1.0, size=0.2509804
78018 EventTime=7008454, time=1375431195408
78019 ACTION_MOVE, count=2, id=0
78020 x=121.37357, y=568.6446, pointerId=0
78021 downTime=7008181, press=1.0, size=0.24313727
78022 EventTime=7008467, time=1375431195413
78023 x=370.11447, y=208.36977, pointerId=1
78024 downTime=7008181, press=1.0, size=0.24313727
78025 EventTime=7008467, time=1375431195414
78026 ACTION_MOVE, count=2, id=0
78027 x=119.87513, y=569.644, pointerId=0
78028 downTime=7008181, press=1.0, size=0.23529413
78029 EventTime=7008480, time=1375431195414

```

図 2：実際に取得した操作履歴

操作履歴により様々な情報を得ることができる。得られた操作履歴から個人認証を行うための「操作特徴」を抽出する必要がある。先行研究を参考に以下の操作特徴を求める。

- ① 指の使用領域：ユーザが触れた指の座標を集計し分布図を作成
- ② 指の移動距離：タッチした瞬間(始点)とタッチアップした瞬間(終点)の 2

点間の距離を計算

- ③ 指の移動速度：2 点間の距離を時間で割り速度を計算
- ④ 指の移動角度：2 点間の移動角度を計算

3 予備実験結果

2 人の被験者(スマートフォン所有者)に開発したアプリを SONY NW-Z1050 で使用してもらい、操作履歴を取得する予備実験を行った。実験手順として、被験者に実験手順について書かれた説明書を渡し、それに沿って実験を行ってもらった。すべての実験が終了したら NW-Z1050 を回収し、操作履歴を本体から取得した。

今回は先行研究で取り扱われなかったマルチタッチ操作(特にピンチ操作)について分析した。まず図 3 に各被験者の特徴が顕著に見られたピンチ操作の履歴のプロットを示す。被験者 A は左側の指より右側の指を大きく移動させ、被験者 B は被験者 A と異なり右側の指を小さく移動させることが見て取れる。

次に表 2 に各被験者のピンチ操作に対してのそれぞれ移動距離、移動速度、移動角度の平均値と標準偏差を示す。左と右はそれぞれスクリーン上をタッチしている 2 点の左側と右側を指す。まず、移動距離の結果から、図 3 で見られたように、被験者 A は左側の指より右側の指を大きく移動させ、被験者 B は被験者 A と異なり右側の指を小さく移動させることがわかる。また標準偏差の値から被験者 B は被験者 A に比べて移動距離に対してばらつきが少ないことがわかる。次に移動速度について、移動距離の結果から見られた各被験者の傾向を同様に見ることができる。さらに移動角度の結果から被験者 A は左側の指の移動角度より右側の移動角度が大きいことがわかる。これに対して被験者 B は左側の指の移動角度の方が大きい。以上の結果から距離・速度・角度に関して左側と右側の違いは個人を判別する一つの特徴として有益であるかも

しれない。

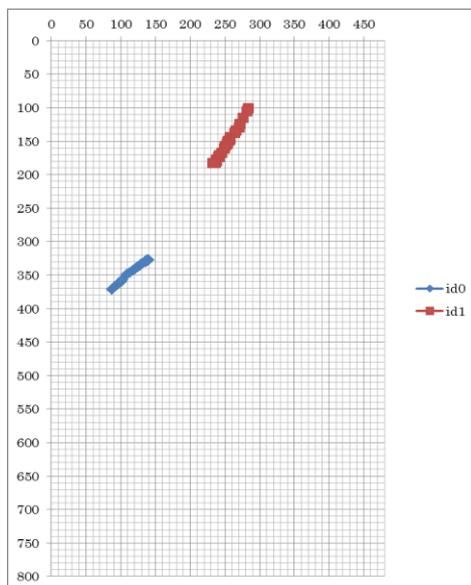
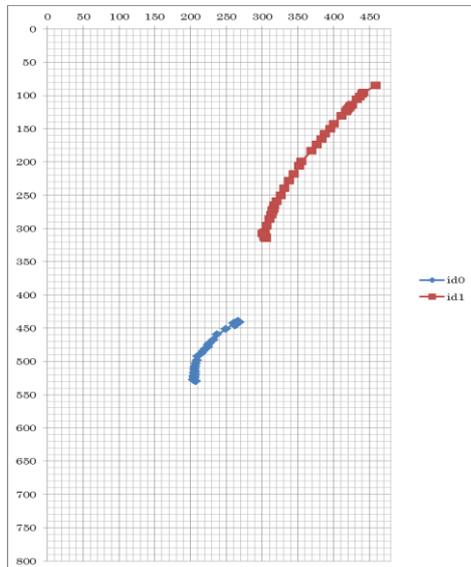


図 3: 被験者 A (上) と被験者 B (下) の操作履歴のプロット

表 2: ピンチ操作における移動距離と移動速度と移動角度の平均値と標準偏差

		A	B
移動距離	平均値(左)	110.43	107.67
	標準偏差(左)	58.46	37.67
	平均値(右)	181.89	72.06
	標準偏差(右)	79.12	28.98
移動速度	平均値(左)	0.26	0.32
	標準偏差(左)	0.25	0.13
	平均値(右)	0.39	0.30
	標準偏差(右)	0.21	0.08
移動角度	平均値(左)	208.66	225.28
	標準偏差(左)	92.99	94.92
	平均値(右)	220.17	207.02
	標準偏差(右)	93.30	96.39

次にピンチ操作をピンチイン操作とピンチアウト操作に分けたときの移動距離, 移動速度, 移動角度を表 3 と表 4 にそれぞれ示す(表 3 がピンチイン操作, 表 4 がピンチアウト操作)。なお分けた理由として, ピンチインとピンチアウトにおいてそれぞれ移動する向きが異なっているためである。分けることによって, より正確な分析が可能になる。

まず表 3 に示したピンチイン操作から見ていく。移動距離の結果から, 被験者 A は右側の指が左側の指に比べて約 2 倍動いていることがわかる。それに比べて被験者 B は左側と右側の値が近くどちらの指も同じくらい距離を動かしていることがわかる。次に, 移動速度の結果から, 被験者 A, B 共に移動距離のときに見られた傾向を同様に見ることができる。さらに, 移動角度について, 各被験者とも右側の角度の方が小さいことがわかるが, 両者に大きな違いはない。しかし, 被験者 B に関しては標準偏差の値がととても小さくピンチイン操作時の移動角度にばらつきが少ないことがわかる。

今度は表 4 に示したピンチアウト操作について見てみる。移動距離の結果から, 被験者 A は右側の方の値が大きいのにに対して被験者 B は右側の方の値が小さい。さらに被験者 B

は標準偏差の値が小さく、ピンチアウト操作に距離に関してばらつきが少ないことがわかる。次に移動速度について、ピンチアウト操作の移動距離の結果から得られた各被験者の傾向をここでも見る事ができる。最後に移動角度について各被験者に大きな違いはない。ただ被験者 B に関してはピンチイン操作のときと同様に標準偏差の値が小さく移動角度にばらつきが少ないことがわかる。

以上の結果から、ピンチ操作をピンチインとピンチアウトに分類しそれぞれ操作特徴を求めてみると、より詳しく各個人の特徴を見ることができた。特に距離と移動速度についてはピンチインとピンチアウト操作で顕著に違いが出ていた。

4 検討事項

本研究には多くの課題が残されている。以下に検討事項を挙げる。

被験者を増やした実験：今回は時間の関係で被験者が 2 人となってしまった。行動的特徴の認証手法の問題点として、識別する人数が増加するにつれて認証が難しくなることが挙げられている。そのため被験者の人数を増やし再度実験を行う必要がある。

各実験に分けた操作履歴の分析：本実験ではアンケート、画像操作、文章閲覧、Web ブラウジングの 4 つの実験を行ったが、すべてをまとめて分析した。そのため各状況での操作の違いを考慮していない。今後は、各状況における操作履歴を分析する必要がある。

ピンチ操作以外に対する操作履歴の分析：今回は先行研究では得られていないピンチ操作について得られたデータの分析を行ったが、先行研究で示された考察について検討するためにもシングルタッチ操作においても分析する必要がある。

表 3: ピンチイン操作における移動距離と移動速度と移動角度の平均値と標準偏差

		A	B
移動距離	平均値(左)	104.51	79.45
	標準偏差(左)	64.03	23.92
	平均値(右)	202.06	87.72
	標準偏差(右)	23.92	28.76
移動速度	平均値(左)	0.28	0.24
	標準偏差(左)	0.32	0.12
	平均値(右)	0.45	0.25
	標準偏差(右)	0.39	0.08
移動角度	平均値(左)	291.76	315.03
	標準偏差(左)	51.05	13.08
	平均値(右)	136.43	115.80
	標準偏差(右)	49.20	11.11

表 4: ピンチアウト操作における移動距離と移動速度と移動角度の平均値と標準偏差

		A	B
移動距離	平均値(左)	116.14	138.70
	標準偏差(左)	51.90	22.63
	平均値(右)	161.47	54.83
	標準偏差(右)	72.33	17.10
移動速度	平均値(左)	0.25	0.41
	標準偏差(左)	0.13	0.06
	平均値(右)	0.34	0.16
	標準偏差(右)	0.17	0.05
移動角度	平均値(左)	128.53	126.54
	標準偏差(左)	37.34	10.97
	平均値(右)	300.93	307.36
	標準偏差(右)	38.48	32.24

5 おわりに

本論文では，スマートフォンにおけるタッチ操作の特徴を用いた個人認証に向けたアプリケーションを開発し，操作履歴を用いて個人の特徴を検討した．先行研究での課題を踏まえてアプリケーションを開発し，ピンチ操作における指の移動距離，移動速度，移動角度の操作特徴を求めた．2人の被験者による実験の結果から個人の特徴が顕著にみられる特徴があることを示唆した．今後は前節であげた課題に取り組む．

参考文献

- [1] (株) MM 総研[東京・港]，“2012年度通国内携帯電話端末出荷概況”，2013.5.9
- [2] 居城秀明, 金岡晃, 岡本栄司, 金山直樹，“タッチパネルによる手指の行動的特徴を用いた生体認証に関する一考察”，情報処理学会研究報告, CSEC-60, 2013
- [3] S.B.Napa , A.Kowsar, I.Katherine, and M.Nasir “Biometric-Rich Gestures: A Novel Approach to Authentication on Multi-touch Devices”, CHI 2012, May5-10, 2012, Austin, Texas, USA.
- [4] J. Angulo and E. Wastlund, “Exploring Touch-screen Biometrics for User Identification on Smart Phones”, IFIP Summer School, 2011.
- [5] 見上一憲, 林原尚浩，“タッチパネルと加速度センサを用いた携帯端末向けジェスチャ認証とその入力方式の提案”，情報処理学会研究報告, CSEC-56(8), 2012.
- [6] 渡邊裕司, 市川俊太，“スマートフォンにおけるタッチ操作の特徴を用いた継続的な個人識別システムの検討”，コンピュータセキュリティシンポジウム, pp.797-804, 2012.