

# スマートフォンにおけるパスワード入力過程の分析と誤入力原因の検討

鳥越大地<sup>†</sup> 小倉加奈代<sup>†</sup> Bhed Bahadur Bista<sup>†</sup> 高田豊雄<sup>†</sup>

**概要**：パスワード入力の際、多くの入力フォームでは入力情報は黒丸やアスタリスクによる伏字となる。これは、人がパスワードや暗証番号など秘密の情報を機器に入力する様子を盗み見て、情報を不正に入手するショルダーハックと呼ばれる行為を防ぐためであるが、ユーザにとっては入力ミスに気づきにくくなるという問題がある。本論文ではスマートフォンにおけるパスワード入力ミスの原因を調査するため、パスワード入力履歴データをもとに、端末の大きさごとのミス割合とミスの種類、それぞれの大きさにおける端末の持ち方ごとのミス傾向を調査した。その結果、端末サイズの小さい方がミス割合は高くなること、片手持ち操作の場合、使う手とは逆側のキー（右手持ち親指操作なら左側）にミスが多いことを確認した。この結果から、持ち手と操作する手指に応じて左右に何度も指が往復しないようなパスワードを生成することができれば、入力しやすく、安全性の点で問題がないパスワードが生成できると考えられる。

**キーワード**：スマートフォン、パスワード、入力ミス

## 1. はじめに

パスワードを入力する際に、一般的な入力フォームは黒丸やアスタリスクのような伏字になることがほとんどである。これは「マスキング」と呼ばれ、人がパスワードや暗証番号など秘密の情報を機器に入力する様子を盗み見て、情報を不正に入手する行為であるショルダーハックへの対策である。しかし、ユーザ自身も入力した文字を確認できないため、タイピングミスに気づくことが難しく、認証に失敗する場合がある。これまでの研究では、パスワード入力時のタイピングミスを減らすために、パスワード入力ミスが起こりにくいパスワードを生成する手法[1][2]や打ち間違いを適度に許容するパスワード認証手法[3]が提案されてきた。

近年、スマートフォンの普及に伴い、PC だけではなくスマートフォンでもパスワードを入力する機会が増えている。しかし、前述のパスワード入力ミスに関する研究では、どれも PC でのパスワード入力が対象である。スマートフォンの場合、パスワード入力は PC のキー配列とほぼ同じ QWERTY 配列のキーボードで行われる。しかし、PC 入力と比べると、スマートフォン入力は使う指や持ち手、端末の大きさといった入力に影響する要因が多くある。例えばサイズが大きい端末は小さい端末に比べて指の動く距離が長くなるため、ミスが増加し、端末の持ち方が右手持ちの場合、左側のキーにミスが多くなることが推測できる。このように PC 利用時とは異なるミスの原因が考えられ、スマートフォン特有のパスワード入力状況について考慮する必要がある。

本研究では、ユーザの端末の持ち方、使用する端末の大きさにより、パスワード入力ミスの数、ミスの種類に違いがあると考え、それらを確認することを目的とし、スマー

トフォンにおけるパスワード入力過程を分析し、誤入力原因の特定を試みる。また、パスワード入力過程の分析結果をもとに、入力ミスが起こりにくいパスワード生成手法を検討する。

本稿では、本章以下、次章で、パスワード入力ミスに関する研究の概要と問題点を概観する。3 章ではスマートフォンにおけるパスワード入力データ収集実験について説明する。4 章では、3 章で取得したデータの分析方法と結果、考察を述べる。5 章では本論文のまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 打ち間違いを考慮したパスワード生成手法

藤原[1]と那須川[2]は、パスワード認証時のユーザのタイピングミスによる認証失敗を減少させるために、ユーザ独自のタイピングミス傾向を分析し、タイピングミスが起こりにくいパスワード生成手法を提案した。那須川の研究で用いられているタイピングミスの種類は以下の 5 つである。

1. R\_L：キーボード上で隣接するキーを押し間違える
2. Shift：Shift キーを押し間違える
3. Twice：必要のないところで同じ文字を 2 回入力する
4. Omit：入力すべき文字が抜ける
5. Miss：入力すべき文字と別の文字を入力する

藤原と那須川が提案したパスワード生成手法では、まず、ユーザにタイピングテストを行い、その結果検出されたミスを上記のミスパターンのいずれかに分類する。そして、ユーザが記憶しやすいパズルを決め、分類されたタイピングミスパターンに基づき、ユーザにとってタイピングミスを起こしにくい文字や記号を可能な限り除外したパスワードを生成する。

<sup>†</sup>岩手県立大学ソフトウェア情報学部  
Iwate Prefectural University, Faculty of Software and Information Science

評価実験として、A:提案手法で生成したパスワード、B:適当なパスワード、C:タイピングミスを起こしやすい文字ばかりで作成したパスワードの3つを用いてタイピングミスの回数を計測した。その結果、提案手法により生成したパスワードの入力ミスが最も少ないことを確認した。本研究では、那須川の研究で使用されたタイピングミスの分類を取り入れる。

## 2.2 打ち間違えを適度に許容するパスワード認証

宮台ら[3]は伏せ字フォームでの打ち間違えを適度に許容するパスワード認証手法を提案した。提案システムでは、打ち間違えがあるパスワードが入力されても、打ち間違いが1文字までなら正しいパスワードとして認識する。また、許容する打ち間違えの範囲は「Shift キーを押し間違える、押し忘れる」、「キーボード上で押したいキーの左右にあるキーを押す」の2パターンのいずれかである。提案手法により、認証時のエラー率低下は確認されたが、攻撃耐性等の安全性の観点からさらなる検証が必要である。本研究では、安全性の点も考慮し、パスワード入力ミスへの対策を検討する。

## 2.3 画面サイズによる操作性変化に関する研究

高橋[4]は、スマートフォンの普及に伴う、端末サイズの拡大とそれに応じたアプリケーションの表示領域の拡大にもかかわらず、ユーザは片手親指での操作を求める現状に着目し、5.5インチクラスのスマートフォンに対し、4インチクラスにおけるタッチ時間とタッチ成功率に基づいた片手で操作可能なブラウザのボタン配置を提案している。

実験の結果、片手操作では端末サイズが5.5インチクラスのスマートフォンは4インチクラスのスマートフォンよりも画面端の部分の操作時間が増え、タッチ成功率が低いことがわかった。また、ポインティング時間やタッチ成功率から片手操作可能なブラウザを実装し、評価実験を行い、従来のブラウザのボタン配置よりもタッチ成功率が上昇したことを確認した。しかし、スマートフォンユーザは片手以外にも両手持ちで入力する人も多く存在する。しかし、高橋の研究では、両手持ちは対象とされていないため、ユーザのポインティングミス傾向がわからない。さらに、スマートフォンでのパスワード入力では、高橋の提案したボタンよりも小さな範囲をタッチするため、必ずしもこの通りの結果になるとはいえない。本研究ではこの点を踏まえ、スマートフォンでのqwertyキーボード入力時の端末の大きさと持ち方を考慮したタイピングミス傾向について調査する。

## 2.4 PC ユーザの指の使い方に着目したタイピング分析

Feitら[5]によるPCユーザの左右の指の使い方によるタイピング分析の研究では、PCの入力になれていないユーザの指の使い方に着目し、特徴ごとに分類している。実験では、モーションキャプチャ、アイトラッカーを用いてタイピング時のデータを取得し、これらのデータをもとにタイ

ピング時の両手の指ごとの動きと、入力内容の正確さ、速度をそれぞれ分析した。実験の結果、ユーザのタイピング時の手の使い方の違いは、速度や正確性に影響しないことがわかった。本研究ではこの研究を参考に、スマートフォンでのパスワード入力時の持ち方ごとのミスを分析する。

## 3. パスワード入力データ収集実験

### 3.1 実験概要

本研究では、スマートフォンを利用し、被験者に実験者が指定したパスワードを入力してもらい、その際のキー入力履歴データ（時刻とそれに押したキーの種類）を分析する。分析時には、指定したパスワードとキー入力履歴データを照合し、入力ミス部分を抽出し、タイピングミス種類に分類する。

1章で説明したように、スマートフォン入力はPC入りに比べ、ユーザの端末の持ち方、端末大きさを考慮する必要がある。タイピングミス原因を特定することによりミスが起こりにくい箇所を除いた、またはミス箇所の使用回数を減らしたパスワード生成し、ユーザの負担を減らすことができる。高橋の研究[4]をもとに(1)端末が大きくなると指の移動量が増えるため、ミスが多くなる、(2)片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー（右手持ちの場合は左側）のミスが多くなる傾向があるという2つの仮説を考える。一般的にスマートフォンでの入力方式はフリック入力であるが、パスワード入力では、認証システムの設定上、ほとんどのスマートフォンはqwerty配列のキーボードで入力する必要がある。また、android端末ではqwertyキーボードによるフリック入力で大文字の入力が可能であるが、OSの条件に縛られないために、実験にはqwertyキーボードで大文字のフリック入力が不可能なiOS端末を使用する。実験に用いる端末は、大きさによる影響がわかりやすくするためiOS端末の中でもサイズ差が明確にあるiPhone 5sとiPhone 8 Plusを用いる。サイズ情報を以下に、端末の比較画像を図1に示す。

- iPhone 5s : 4.0 インチ, 幅 58.6 mm, 高さ 123.8 mm
- iPhone 8 Plus : 5.5 インチ, 幅 78.1 mm, 高さ 158.4 mm



図1 iPhone 5s (左) と iPhone 8 Plus (右) のサイズ比較

### 3.2 パスワード入力ミス解析用アプリケーション

実験で使用するために実装したパスワード入力ミス解析用アプリケーションのユーザインタフェースを図2に示す。アプリケーションのユーザインタフェースは、実際のログイン画面に近い画面デザインである。被験者は「パスワード：」部分に表示される文字を入力し、確定またはReturnキーを押して入力を完了する。



図2 パスワード入力ミス解析用アプリケーションのユーザインタフェース

一般的にパスワードに利用できる文字はシステムごとに異なり、スペースキーや一部の記号が使えないシステムも存在する。今回の実験に用いるパスワードは英大小文字(52語)、数字(10語)、記号(33語)の計95語を使用する。具体的な内容については本論文末尾に付録Aとして記載する。作成したパスワードは「パスワードに類する文字列」、「ランダムな文字列」の2種類を用意する。パスワードの作成方法として、使用できる95語の文字を2回使うようなパスワード群を2種類(190文字を2グループ)作成した。「パスワードに類する文字列」の作成方法は、那須川の研究[2]で作成されたフレーズパスワードを変更したものや、SplashData[4]が公表した「最悪のパスワード100」を参考に作成する。以上を踏まえて作成したパスワードを本論文末尾に付録Bに記載する。

この実験の被験者は、情報系学部に所属する大学生20名でPC、スマートフォンいずれも日常的に使用しており、qwerty配列キーボードによる入力、フリック入力いずれの入力にも慣れている。

### 3.3 実験手順

実験手順は事前アンケート、文字列入力、事後アンケートの順である。次項よりそれぞれの手順を説明する。

#### 3.3.1 事前アンケート

実験に先立ち、事前アンケートを行う。このアンケートの目的は、被験者の実験端末の持ち方を調べ、分析の際に端末や手や指の使い方に別に分類するためである。以下はアンケート内容である。

- ・普段利用しているスマートフォンのOS
- ・スマートフォンとPCのパスワード入力のどちらが得意か
- ・普段利用している端末の持ち方
- ・実験時のスマートフォンの持ち方

#### 3.3.2 文字列入力

被験者は3.2節で説明したアプリケーション上に表示される文字列を入力する。入力する文字列はiPhone 5sで24単語、iPhone 8 Plusで24単語の計48単語である(付録B参照)。被験者が入力した文字を取得し、正しい文字が入力されたかどうかを解析する。文字列入力の慣れによるデータの偏りを少なくするために、被験者1~10人目まではiPhone 5sで入力した後にiPhone 8 Plusで入力し、被験者11~20人目からはiPhone 8 Plusから先に入力し、その後iPhone 5sで入力する。

またユーザが事前アンケート通りの手の持ち方で入力しているかを確認するために、被験者の手元をビデオカメラで撮影する。また、分析の際の参考にするため、アプリケーションの画面キャプチャも行う。

なお、文字列入力作業開始前に、途中で被験者が端末の持ち方を変えた場合に正しいデータが取得できないため、入力は事前アンケートに記入した持ち方で入力を行うよう注意書きとして提示する。

#### 3.3.3 事後アンケート

事後アンケートでは被験者がiPhone 5sとiPhone 8 Plusの2つで入力した結果どちらが入力しやすかったかとその理由を記述する。

## 4. 文字列入力データの分析

本章では前章で述べたスマートフォンにおけるパスワード入力データ収集実験で取得したデータの分析方法とその結果について述べる。3.1節で述べたように、本実験の仮説として、(1)端末が大きくなると指の移動量が増えるため、ミスが多くなる、(2)片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー(右手持ちの場合は左側)のミスが多くなる傾向があるという2つをあげる。分析では、この仮説を検証するために、端末のサイズによってミスの割合が変化するか、また、端末の持ち方によってミス箇所(指)に偏りが出るとの2点に焦点をあて、分析を進める。特に後者の端末の持ち方によってミス箇所(指)に偏りがあれば、ミスしやすい箇所を除

く、またはミスしやすい箇所を極力使用しないパスワードを生成することができ、スマートフォンユーザのパスワード入力ミスの減少に貢献できる。

#### 4.1 分析方法

ユーザがタイピングミスをした際のミスを検出し、その文字がどのようなミスかを判定する。この際に、関連研究[3]をもとに、以下の6種類のタイピングミスパターンのいずれかに分類する。

- (1)R\_L：キーボード上で隣接するキーを押し間違える
- (2)Shift：Shift キーを押し間違える
- (3)Twice：必要のないところで同じ文字を2回入力する
- (4)Omit：入力すべき文字が抜ける
- (5)Miss：入力すべき文字と別の文字を入力する
- (6)Similar：入力すべき文字と似ている文字を入力する

分析は端末の端末サイズに着目した分析と、端末の持ち方に着目した分析の2通りの視点で分析する。

サイズに着目した分析では、実験で取得したデータをもとに iPhone 5s と iPhone 8 Plus それぞれの単語入力ミス割合を調べる。一単語で複数回ミスがあった場合でも一回のミスとしてカウントする。サイズの大きい iPhone 8 Plus 端末のほうが指の移動距離が長くなると考えられるためミス率が増加すると推測する。

端末の持ち方に着目した分析では、事前アンケートと実験中の被験者の手元を記録した映像をもとにユーザの端末の持ち方ごとに分類（右手持ち右手親指操作など）し、ミスの傾向を把握する。右手持ち右手親指操作などの片手持ちの場合、持ち手と反対側にあるキーにタイピングミスが多く出現すると推測する。

#### 4.2 結果

##### 4.2.1 ユーザの端末の持ち方

被験者20名の iPhone 5s と iPhone 8 Plus の持ち方は表1、表2の通りである。

表1、表2から端末サイズが小さい場合は片手持ちのユーザが多く、端末サイズが大きい場合は両手持ちまたは片手で持ってもう一方の手で操作する手指の使い方をするユーザが多いことがわかった。

表1 iPhone 5s の持ち方

持ち手	操作指	人数
右手持ち	右手親指	13
左手持ち	右手人差し指	2
	左手親指	2
両手持ち	右手親指	1
	両手親指	2

表2 iPhone 8 Plus 持ち方

持ち手	操作指	人数
右手持ち	右手親指	1
	左手人差し指	1
左手持ち	右手人差し指	6
	右手人差し指・右手中指	1
	左手親指	1
両手持ち	右手親指	4
	両手親指	6

##### 4.2.2 端末の大きさによる影響

iPhone 5s と iPhone 8 Plus の大きさが異なる2つの端末でミス割合に違いがあるかを確認する。ミス割合は1単語に複数回ミスがあった場合も1回としてカウントする。

表3に iPhone5s の持ち方別のミス割合、表4に iPhone 8 Plus の持ち方別のミス割合を示す。

表3 iPhone 5s のミス割合

持ち手	操作指	ミス割合
右手持ち	右手親指	48.7%
左手持ち	右手人差し指	47.9%
	左手親指	50.0%
両手持ち	右手親指	45.8%
	両手親指	52.1%
全ての持ち手、操作指		49.0%

表4 iPhone 8 Plus のミス割合

持ち手	操作指	ミス割合
右手持ち	右手親指	29.2%
	左手人差し指	37.5%
左手持ち	右手人差し指	31.9%
	右手人差し指・右手中指	33.3%
	左手親指	45.8%
両手持ち	右手親指	37.5%
	両手親指	45.1%
全ての持ち手、操作指		37.9%

表3、表4より、サイズの小さな iPhone 5s のほうがサイズの大きな iPhone 8 Plus に比べてミスが多いことがわかった。実験前の予想では大きい端末の方が指の移動距離が長いから、ミスが多くなると考えていたが、結果は予想とは逆となった。サイズの大きな iPhone 8 Plus のミスがサイズの小さな iPhone 5s よりも少なかった原因として、端末が大きくなった場合、両手持ちや右手持ち左手指操作といった両方の手を用いて入力を行うユーザが多く、持ち手と操作指が同じ、つまり片手で操作する被験者が半数以上いる iPhone 5s よりも安定して入力できたことが考えられる。

もう一つの理由としては、キーボードの大きさが考えられる。表 5 にそれぞれの端末でのミス種類の割合を示す。iPhone 8 Plus は iPhone 5s に比べ R\_L の隣接するキーのミス割合が少ない。この結果から、キーボードが大きくなったことにより隣接キーの押し間違いが減少したことがわかる。画面サイズが大きくなると、それに比例してキーボードも若干ではあるが大きくなるため、R\_L のミス割合が減少したと考える。

表 5 ミス種類ごとの割合

ミス種類	ミス割合	
	iPhone 5s	iPhone 8 Plus
R_L	33.3%	20.2%
Shift	7.9%	14.5%
Twice	1.9%	1.2%
Omit	23.5%	19.0%
Miss	11.2%	16.5%
Similar	22.1%	28.5%

また、事後アンケートの「iPhone 5s と iPhone 8 Plus の 2 つで入力した結果どちらが入力しやすかったか」の回答結果を表 6 に示す。結果は、iPhone 8 Plus のほうが入力しやすいと答えた被験者が多かった。iPhone 5s のほうが入力しやすかったと答えた人の意見として「普段利用している端末とサイズが似ていた」、「どの端末でも片手で操作するため小さい方が操作しやすかった」といった意見があげられた。

表 6 アンケートによる入力のしやすさ調査

入力のしやすさ	人数
iPhone 5s	7
iPhone 8 Plus	12
変わらない	1

#### 4.2.3 持ち方による影響

被験者の端末の持ち方ごとにタイピングミス傾向を分析した。その中でも、特に持ち方によるミス箇所の偏りが顕著だったものを図 3~6 に示す。図は持ち方ごとの平均ミス分布を表している。色が濃い箇所ほどミスをした回数が多いキーである。それぞれの図の下に、色の濃淡ごとのミス割合を示す。なお、図のうち、色の濃淡がないものは、その持ち方を選択した被験者が少なく、割合を表示させるにはデータ数が十分ではないため、ミスがあったキーに色付けするのみとし、割合は表示していない。

持ち方に関係なくミスが多かったキーは「スペース」、「I」、「J」の 3 つである。スペースキーにミスが多い原因として、ほとんどの被験者がスペースキーを認識せずに次の文字の入力を行う Omit に分類されるミスが多くあったため、高いミス率となった。また、大文字の「I」と小文字の「I」は、

Similar に分類されるミスが多く、「I」を入力すべきところで「J」を入力する、「J」を入力する場所で「I」を入力するなど、入力すべき文字と似た文字を入力するミスが多数の被験者で確認されたためミス率が高い。これらのミス割合が多い 3 つのキーは共通のミスと言える。

共通のミスを除いて図 3 を見たとき、iPhone 5s 右手持ち右手親指操作の場合、ミスはキーボード全体に存在している。その中でも、ミス率が通常よりも高い色が濃い部分をみると、操作する指とは逆の側、つまりキーボード左側のキーにミスが多い傾向が見られた。続いて、図 4 に iPhone 5s の左手持ち左手親指操作のミス分布を示す。ミスの分布が多い箇所を見たとき、操作する指とは逆の側、つまりキーボード右側のキーにミスが多い傾向が見られる。この 2 種類の片手持ちの結果から、片手持ちの場合は持ち手とは逆側にあるキーにミスが多くなる傾向が見られることがわかった。

iPhone 8 Plus の両手持ち両手操作のミス分布を図 5 に示す。こちらも「スペース」、「I」、「J」のキーに共通のミスが確認された。それ以外のミスは、左右両方の指を用いているため、キーボード全体にミスが発生していることがわかった。続いて iPhone 8 Plus での両手持ち右手親指操作のミス分布を図 6 に示す。前述の両手持ち両手親指操作に比べて若干ではあるがキーボード中央より左側にミスが多く存在していることがわかった。これは、右手親指のみを用いてキー入力を行っているため、ミスが左側に偏る結果になったと考えられる。

図 3~6 から、分析で確認する点の 1 つである端末の持ち方によってミス箇所に偏りが出ることについて、偏りが出ることを確認できたといえる。また、図 3、図 4 から、実験前に予想していた片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー（右手持ちの場合は左側）のミスが多くなる傾向があるという点についても、おおむね予想通りの結果であるといえる。

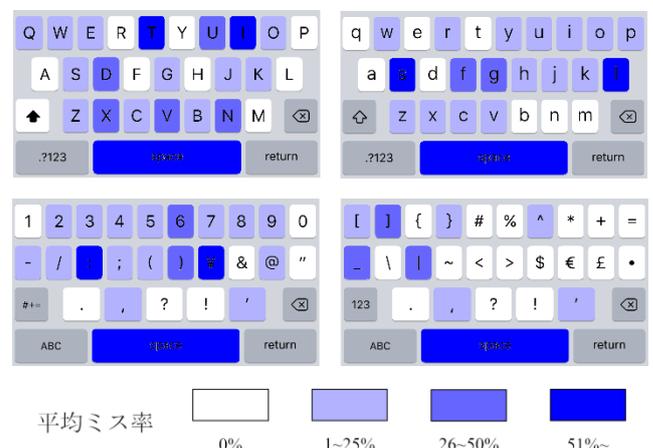


図 3 iPhone 5s 右手持ち右手親指操作のミス分布



データが少ないため色の濃淡はなし

図 4 iPhone 5s 左手持ち左手親指操作のミス分布



平均ミス率  
0% 1-25% 26-50% 51%~

図 5 iPhone 8 Plus の両手持ち両手操作のミス分布



データが少ないため色の濃淡はなし

図 6 iPhone 8 Plus の両手持ち右手操作のミス分布

#### 4.3 考察

持ち方に関して、サイズの小さいスマートフォンでは片手のみを使うユーザが多く、大きいスマートフォンでは両手を使うユーザが多いことがわかった。

端末の大きさによって単語ごとにミス率に差が出た原因として、大きい端末の場合、両手を使うユーザが多く、キー入力が安定して行えたため、大きい端末のほうがミス割合は低くなったと考えられる。また、スマートフォンが

大きくなるとキーボードも大きくなり、ひとつひとつのキーの面積が大きくなるため、結果として入力しやすくなったことが推測できる。そのため、小さい端末よりも大きい端末の方がミス割合は低くなると考えられる。

また、片手のみを使って端末を操作する場合、操作する手とは逆の位置にあるキーを中心としてミスが多く出現することが確認できた。両手持ちの場合でも、入力時に使用する指が右手親指といった片手のみ指を使って入力する場合、片手操作と同様に逆の位置にあるキーのほうがタイピングミスは多く存在することがわかった。

#### 4.4 分析結果を踏まえたパスワード生成手法の検討

端末サイズのミス割合より、サイズの大きい端末よりも小さい端末の方のミスが多くなる傾向があるため、パスワードを生成する際には特に小さい端末でミスの起こりにくいパスワード生成をする必要が高まるといえる。

また、端末の持ち方と操作する指に関する分析結果より、スマートフォンで利用するパスワードを生成する際に、操作する手と離れた位置にあるキーを使わないパスワードを生成することで入力ミスが起こりにくくなると考えられる。しかし操作する手と同じ側に位置するキーを使う場合、パスワードに使用する文字の種類が少なくなるため、総当たり攻撃の場合は、組み合わせ数も減るために突破される可能性が上がり、辞書攻撃の場合でも、辞書内の単語数が少なくなり、突破される可能性が上がることになるため、安全性の点で問題がある。左右に何度も指が往復しないようなパスワードを生成することができれば、入力しやすく、安全性の点で問題がないパスワードが生成できると考えられる。

#### 5. おわりに

本論文では、スマートフォンにおけるパスワード入力ミスが起こりにくいパスワード生成を支援するために、スマートフォンにおけるパスワード入力過程の分析と誤入力原因の検討を行った。実験として、被験者に実験者が作成したパスワードを入力してもらい、その際の入力履歴データを取得し、取得データをもとに、端末の大きさごとのミス割合、ミスの種類ごとのミス割合、それぞれの大きさにおける端末の持ち方ごとのミス傾向を調査した。

結果として、実験前の推測をもとに立てた (1) 端末が大きくなると指の移動量が増えるため、ミスが多くなる、(2) 片手持ちの場合、持ち手とは反対側にあるキー（右手持ちの場合は左側）のミスが多くなる傾向があるという 2 つの仮説について (1) については、仮説とは逆で、端末サイズの小さい方がミス割合は高くなることを確認した。(2) については仮説を支持できる結果となった。また、(2) については、両手持ちで右手親指操作の場合も若干ではあるが左側にミスが多いことが確認できた。サイズ大きい端末のミス割合がサイズの小さい端末よりも低くなった理由として、両手

持ちの被験者が多く、安定して入力できたこと、キーが大きいので入力がしやすいことがあげられる。

今回の実験結果により、スマートフォンで利用するパスワードを生成する際には、安全性も考慮すると、左右に何度も指が往復しないようなパスワードを生成することができれば、入力しやすく、安全性の点で問題がないパスワードが生成できると考えられる。

今後の課題として、持ち方(例えば iPhone 5s の左手持ち)によっては十分な数のデータが取得できていないため、より多くのデータを集める必要がある。また、今回の分析結果から検討した、端末の持ち手と操作指を踏まえた左右に何度も指が往復しないようなパスワードを実際に生成し、ミスが本当に減るのか、入力しやすさや安全性と合わせて評価する必要がある。

### 参考文献

- [1] 藤原咲子, タイピングミスを検討したパスワード生成手法の提案, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文 (2016)
- [2] 那須川至, 打鍵ミスを検討したおとり付きパスワード管理ツールの提案, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文 (2017)
- [3] 宮代理弘, 宮下芳明: 打ち間違えを適度に許容するパスワード認証の提案, 第 23 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集 (WISS2015), pp.117-118 (2015).
- [4] 高橋翔吾, スマートフォンでのタッチ操作における画面サイズによる操作性変化に関する研究, 東京工科大学メディア学部卒業論文 (2016)
- [5] Anna Maria Feit, Daryl Weir and Antti Oulasvirta: How We Type: Movement Strategies and Performance in Everyday Typing, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2016 (CHI2016), pp.4262-4273 (2016).
- [6] "SplashData - 100 Worst Passwords of 2017 & More Password Freebies Microsoft Office", <https://www.teamsid.com/worst-passwords-2017-full-list/>, (参照 2018-12-12) .

### 付録 B 実験で使用したパスワード一覧

iPhone 5s	iPhone 8 Plus
[パスワードのようなもの]	[パスワードのようなもの]
kaurpiPI	z1Neko<37
ATYZ198	yasu24YQ
04QS526	_ringW90
ymLUCKec	T/RIKO-65
[onts37]	b@\$E8AlI
[パスワードのようなもの (簡単)]	[パスワードのようなもの (簡単)]
computer	qwerty
Pasw0Rd	987654
123456789	ILOVE-U
ADMIN	logiN
HEILO	abc123
[ランダムのようなもの]	[ランダムのようなもの]
jx^.J%/	C>! :) f[
@v*!fF_&	.,PmZd^~t
MwHW¥ (z{	Sq#{&+jh'
<:q#?D,"	c`¥H*w= }
XE`+g~>\$	B?]UGDp%M
) NOh = ]	;"VXvx (FJ
Vb-}R;GdB	m¥`z^X:~
V[+kXf;?	xWF{,df;
:Sgi () zG	hIH* (>?J
/qW<yhKC	CnQ]<v [
&> {U j^!	+Y}/uKR
b\$ZY"=.FJ	s@"0k\$D#
Q%,v_~`¥n	MBp_j&%T
BT*};#@]x-`	G=) ZA'SP

### 付録

#### 付録 A パスワード作成に用いた文字

・英字

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

・数字

1234567890

・記号

~!@#%&^\* () \_-+={}[]¥;:"'<>.,?/スペース