

# スマートフォンのモーションセンサを利用した個人認証アプリケーションの開発

## Development of Personal Authentication Application Using the Motion Sensor of a Smartphone

高坂賢佑<sup>†</sup>  
Kensuke Kosaka

平松耕輔<sup>†</sup>  
Kosuke Hiramatsu

小林孝史<sup>‡</sup>  
Takashi Kobayashi

### 1. はじめに

スマートフォンが普及しつつある現在、スマートフォンにおける個人認証の方法は画面上に表示されるソフトウェアキーボードのテンキーパッドを用いたパスコード認証と指紋認証が大部分を占めている。しかし、パスコード認証を用いる場合は画面ロックを解除するたびに画面に表示されたソフトウェアキーボードを目で見て指でタッチして操作する必要があり、ユーザにとって煩雑な作業である。また、パスコードはあらかじめ決められた文字種の中から一つずつ文字を選択し、これを並べて構築していく。この性質上パスコードのパターン数は限られてしまい、認証に用いる鍵の自由度が制限されてしまう。

指紋認証を用いる場合は、認証を行う際に指紋の読み取りモジュールに指を重ねるだけなのでユーザにかかる負担は比較的軽い。だが、指紋認証を行うためには指紋を読み取るための専用のハードウェアが必要である。また、指紋そのものは変更できない。そのため指紋情報が万が一第三者に漏洩した可能性がある場合、今後はその指を認証に用いることができなくなるという問題点がある。

そこで、本研究では人間の動き（以下、モーション）を用いた個人認証アプリケーションを開発する。これによりパスコード認証が抱える認証の煩雑さを軽減し、かつ認証に用いる鍵の情報が漏洩した際にも鍵の変更が可能となる。加えて、モーションを鍵とすることで、自由度が高くより直感的に個人認証が行える。このアプリケーションには、一般的なスマートフォンに搭載されている加速度センサと角速度センサを用いる。

### 2. 関連研究

坂本の研究 [1] では、ユーザが入力したモーションの数値化に加速度センサを用いた。あらかじめ保存しておいた複数種類のジェスチャパターンと認証時にユーザが入力したモーションデータをパターンマッチング方式のアルゴリズムを用いて比較することで個人認証を行った。しかし、このプログラムは扱うジェスチャによって認証率が高いものと低いものに二分化する傾向が見られるという問題点があった。

濱野らの研究 [2] では、加速度センサに加えて角速度センサを用いたジェスチャ動作による認証手法を提案した。これにより回転動作の取得によるモーションの自由度向上となりすまし認証に対する強度の向上を可能にした。認証手法として単一動作を組み合わせ

証する単一動作組み合わせ認証と、ユーザが自由に考えたモーションを用いて DP マッチングによって認証する一筆書き認証の二つを提案した。このシステムの実証実験は複数日かけて実施されており、一筆書き認証において日を経ることによる習熟度の向上から、本人拒否率が改善したことが確認された。しかし、初日の認証での本人拒否率が高く、さらなる本人拒否率の改善が課題として挙げられていた。

### 3. 本研究のシステム

本研究では濱野の研究で挙げられていた本人拒否率の改善を目標とする。また、特定の図形や記号を元にしたモーションだけでなく、端末を上下に振るなどより単純で日常的な入力が容易なモーションでの利用が可能なシステムを目指す。

アプリケーション起動時に表示されるモード選択ダイアログから、ユーザはまず新規登録モードを選択する。このモードでは、ユーザ名を指定して個人認証を行う際の鍵情報となるモーションを登録できる。モード選択後登録したいユーザ名を入力し、モーションの入力を任意の長さで 3 回行う。得られたデータに対して同一モーションでの類似度の低下を防ぐ加工を施し、コサイン類似度を用いて取得したデータが同一のモーションであるかを確認する。同一のモーションであればモーション入力時に生じる時間的なズレを修正する。同一のモーションでなければモーションの取り直しを行う。時間的なズレを修正する処理を行った 3 回分のデータから平均値を求め、これを増幅量とともに登録する。

これらの処理を行うことで濱野の研究であげられていた認証成功率の問題に対処し、対応できるモーションの幅を広げている。

認証試験モードでは、あらかじめ新規登録モードにおいてモーションの登録を行ったユーザ名を指定する。指定されたユーザ名で既にモーションの登録がなされていることが確認できた場合のみ、モーションの入力画面に移る。認証試験モードでは、モーションの入力を任意の長さで 1 回行う。得られたデータに対して同一モーションでの類似度の低下を防ぐ加工を施したものと、登録されたデータとのコサイン類似度を求め、個人認証を行う。

データ閲覧モードでは、新規登録モードにおいて登録されたユーザ名及びモーションデータを、リスト形式で閲覧できる。

<sup>†</sup> 関西大学大学院総合情報学研究科

<sup>‡</sup> 関西大学総合情報学部

#### 4. モーションデータの加工

本システムでは、加速度センサ及び角速度センサから得られたデータに対して複数の加工を施している。まず、本システムではモーションの入力を任意の長さで行える。この際、登録モードにおける3回のモーション入力によるモーションデータ、認証モードでは登録されたモーションデータと新たに入力されたモーションデータ間でデータ長の差異が生じる可能性がある。これによる類似度の低下を防ぐために、登録モードでは最も入力時間の長かったデータを基準に他のデータの末尾にゼロを補填する方法を用いている。認証モードでは登録されたデータの長さを基準に新たに入力されたモーションデータが短い場合は末尾にゼロを補填し、長い場合は末尾を切り落とす方法でデータ長を揃えている。

データ長を揃えた後、動きの小さいモーションについても類似度を測定できるように、データの振れ幅増幅を行う。登録モードではあらかじめ設定しておいた増幅器の閾値を元に、取得したデータの振れ幅が下回った場合はモーションの動きが小さいとし、全てのデータに増幅量を掛けることで振れ幅の増幅を行う。認証モードでは、登録モードにおいてモーションデータとともに登録された増幅量を元に、新たに取得したデータに対して増幅処理を行う。

データの振れ幅増幅の後、フーリエ変換を用いたローパスフィルタ処理によって、モーション入力時の手の震えなどから生じうるデータへの影響を取り除く。これら処理によって得られた加速度データから距離を、角速度データから角度を求める処理を行っている。

#### 5. 評価及び考察

本システムの有用性を確認するため、実験を行った。対象とするモーションは円・三角・寝かせて起こす・顔に近づける・上下に2往復振る、の五つとし、13名の被験者に協力してもらった。登録及び認証の試行回数は3回までとし、この回数内で登録及び認証できた場合に成功とした。被験者がそれぞれのモーションの登録操作を行い、登録に失敗した場合は次のモーションの登録に、登録できた場合は続けて認証操作を行った。この実験より得られた結果について、モーション及びユーザ毎の登録及び認証の成功率をまとめたものを表1に示す。なお、ユーザ毎の認証の成功率については、ユーザが登録に成功したモーションのうちどれだけの割合で認証に成功したかを表している。

また、この実験を行うにあたり、登録と認証において被験者がモーションを入力する様子を肩越しに見るような角度でビデオ撮影した。全てのモーションについて登録及び認証が成功した被験者Cと被験者Lを対象に、この撮影データを用いて3回までの試行でなりすまし認証が可能か確認した。得られた結果について、各被験者の各モーション毎に3回の試行で最も高かったコサイン類似度をまとめたものを表2に示す。

表1から、端末を寝かせて起こすモーションや顔に近づけるモーション、端末を上下に振るモーションといった単純なモーションについて認証が可能であるこ

表 1: モーション及びユーザ毎の登録及び認証の成功率

	登録	認証
A	80%	100%
B	80%	75%
C	100%	100%
D	60%	66%
E	60%	100%
F	100%	80%
G	40%	100%
H	100%	80%
I	60%	66%
J	40%	100%
K	60%	100%
L	100%	100%
M	80%	100%

表 2: なりすまし認証でのコサイン類似度

	C		L	
	距離	角度	距離	角度
circle	0.21	0.04	0.08	-0.24
triangle	0.11	-0.19	-0.12	-0.13
lay	-0.06	-0.27	-0.16	0.02
face	0.34	0.50	0.45	0.55
shake	0.28	0.09	0.03	0.20

とがわかった。しかし、全てのモーションについて登録及び認証が成功した被験者が2名しかおらず、成功しやすい被験者と失敗しやすい被験者に二分化する傾向が見られた。また、被験者から登録や認証に成功するために馴れが必要であるとの声が聞かれた。

表2から、ほぼ全てのなりすまし認証は失敗したが、被験者Lの顔に近づけるモーションでのなりすまし認証のみ成功する結果となった。現在のシステムでは、認証の可否を判断する際に距離と角度のコサイン類似度の平均が0.5を上回った場合に認証成功としている。今回なりすまし認証が成功したケースでは距離についてコサイン類似度が0.45であるにもかかわらず、角度のコサイン類似度が0.55であるために平均すると0.5を越える結果となった。角度のコサイン類似度が高くても距離のコサイン類似度が低ければ同一のモーションとは考えにくい。距離と角度それぞれについてコサイン類似度が閾値を越えているかを判断し、これによって認証の可否を判断するように改善する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 坂本翔, “ユーザの直感的な入力をとらえるための3軸加速度センサによるジェスチャ認識の研究”, 2009年度公立はこだて未来大学卒業論文。
- [2] 濱野雅史, 新井イスマイル, “加速度センサ・ジャイロセンサを併用したスマートフォンの利用認証手法の提案”, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-MBL-70, No.17, Vol2014-UBI-41, No.17, 2014。