

## 3次元軌跡によるパターンロック認証に関する研究

## Study on the pattern lock authentication by the three-dimensional trajectory

笠 広輝<sup>†</sup> 福元 伸也<sup>†</sup> 鹿島 雅之<sup>†</sup> 佐藤 公則<sup>†</sup> 渡邊 睦<sup>†</sup>

Hiroki Kasa Shinya Fukumoto Masayuki Kashima Kiminori Sato Mutumi Watanabe

## 1. はじめに

本研究では、指の空中での座標を用いた 3 次元軌跡によるパターンロック認証のシステムを提案する。従来のセキュリティシステムとして、鍵やカードキー、指紋や虹彩などの生体認証、タッチパネルによる PIN コード入力、スマートフォンのパターンロック認証[1]などが挙げられる。しかし、指紋や虹彩などの生体認証は人工物による複製などが可能であった[2][3]。また、タッチパネルやパターンロック認証では、認証時の接触の痕跡などからセキュリティの突破が可能だった。そこで、図 1 のように空中で軌跡を描き、非接触で認証を行うシステムの構築を行った。既存の空中での認証の研究[4][5][6][7]に対し、本研究では奥行きも有効に活用している。

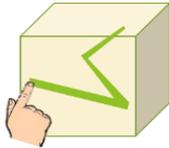


図 1 空中軌跡のイメージ

## 2. 提案手法

## 2.1 システム概要

指の 3 次元空間上での X 座標 Y 座標 Z 座標を、赤外線センサ LeapMotion を使用して取得する。指座標の移動を 3 次元軌跡として保存する。軌跡の特徴となる部分を比較することによって認証を行う。以下に詳しい手法の説明を行う。

## 2.2 軌跡の特徴の保存

本研究では、軌跡の方向が変化した部分を特徴として取得する。図 2 に示すように得られた 3 次元軌跡を、XY 平面 XZ 平面 YZ 平面の軌跡として変換する。各軌跡について座標より角度を計算し鋭角となる座標を取得する。これにより奥行きの特徴の情報も取得している。



図 2 各平面への変換イメージ

## 2.3 屈曲点

鋭角となる座標を、時系列を順に比較し、距離が 2.5cm 以内の場合、同一の特徴を構成する座標として平均値を計算する。本研究ではこの座標の平均値を屈曲点と呼ぶ。図 3 は屈曲点の取得のイメージ図である。軌跡の方向が変化

した部分で鋭角となる座標が集中するため、その部分の平均を軌跡の特徴として取得できる。

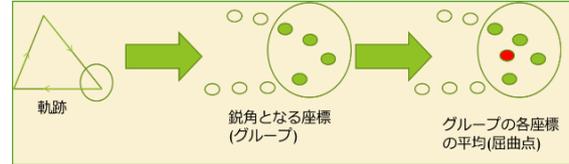


図 3 屈曲点の取得

## 2.4 認証

前の処理によって XY 平面、XZ 平面、YZ 平面のそれぞれについて屈曲点を取得する。図 4 は実際の視点と軌跡から屈曲点を取得した図である。認証では、登録された屈曲点の座標と入力された軌跡の屈曲点の座標の距離を比較する。時系列を考慮し、距離が 5cm 以内であった場合その屈曲点は一致したとする。登録された軌跡の屈曲点の 70% 以上が一致した場合、認証成功とした。

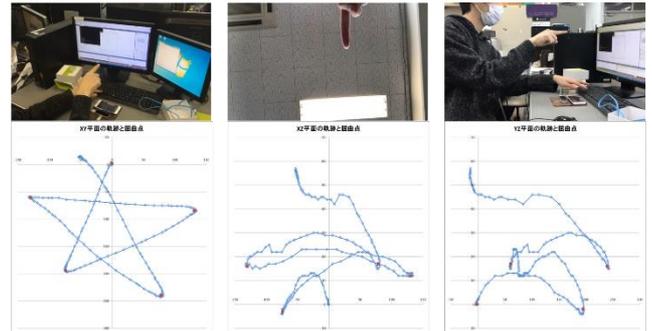


図 4 実際の視点からの 3 次元軌跡と屈曲点

本研究では、軌跡の奥行きも認証に利用する。図 5 に示す例では星の軌跡を異なる人物が入力している。平面上では類似しているが、奥行きの特徴には個人差がある場合が確認された。

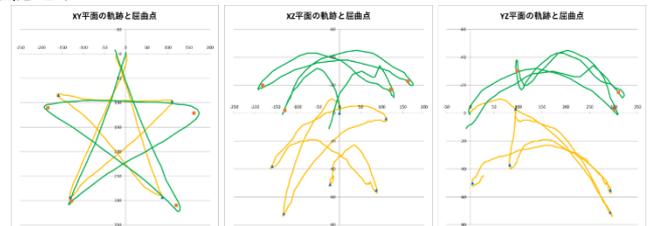


図 5 他人との軌跡の比較

## 2.5 システムの流れ

本研究での提案手法の全体の流れを図 6 に示す。登録では 3 回軌跡を入力する。登録のために入力した軌跡を前述した屈曲点の取得の処理を行い、認証と同じ処理を行う。入力された 3 回の軌跡のすべてが 70% 以上一致した場合は登録成功とし、3 回の入力より得られた屈曲点の座標を平均し、認証用に登録された屈曲点とした。各平面では 3 組ずつの比較用の屈曲点が保存される。認証では、合計 9 組

<sup>†</sup> 鹿児島大学院理工学研究科

Kagoshima University, Graduate School of Science and Engineering

の比較用の屈曲点と対応する平面の屈曲点の一致率の合計をスコアとして取得する。このスコアが 70%以上(スコア 6.3 以上)の場合、認証成功とする。一致率が 70%未満の軌跡があった場合は再登録を行う

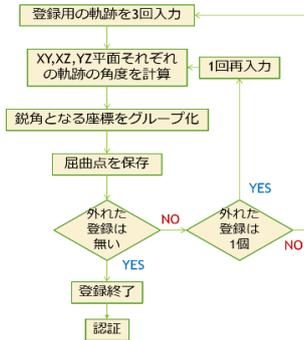


図 6 提案手法のフローチャート

### 3. 評価実験

#### 3.1 実験概要

10名の実験協力者に対し、登録直後と1週間後の認証を行うことでシステムの評価を行った。認証は登録を行い、その直後に認証を1回、登録1週間後に3回行った。1週間後は2回以上失敗した場合は認証失敗とした。また、成りすまし認証を行った。成りすまし認証では入力時の動画を視聴してもらい、3回の入力動作を行った。1回でも成功した場合は成功とした。また、動画の視聴回数には制限を設けなかった。入力時の動画は図7に示すように背後からの視点となっている。

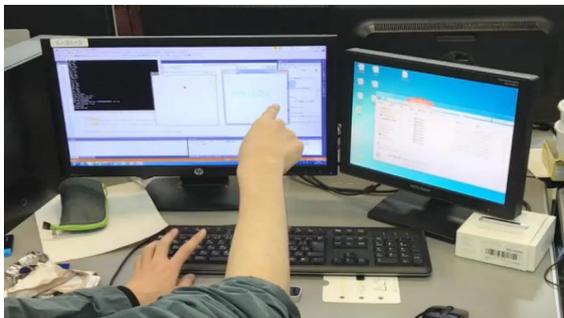


図 7 成りすまし認証に使用した動画の視点

#### 3.2 実験結果

表 1 に評価実験の結果を示す。

表 1 に評価実験の結果

認証実験	成功人数
本人認証(当日)	9人/10人(認証成功)
本人認証(1週間後)	8人/10人(認証成功)
なりすまし認証	0人/10人(認証成功)

評価実験では当日の本人認証では10人中9人成功した。失敗した1人については2回目の再認証では認証成功した。1週間後では8人成功した。当日の認証成功時のスコアの平均が 8.1 であった。これに対し1週間後のスコアの平均が 6.3 となった。しかし、1週間のスコアには大幅に閾値を下回った入力が存在した。この原因として、入力を開始し

てから指を移動させてから軌跡を描き始めたためであると考えられる。入力開始時の指の座標を原点として座標の取得を行うので図 8 に示すように屈曲点の座標が全て移動方向にずれたためスコアの大幅な低下があったと考察した。

また、1週間後で軌跡の大きさなどが変化して認証に失敗する例もあった。これらの大幅にスコアが低下した1週間後のスコアを排除して平均と標準偏差を計算したところ、平均 7.1、標準偏差 0.9 とデータのばらつきを考慮しても時間経過の影響と考えられるスコアの低下が確認できた。成りすまし認証では認証に成功した協力者はいなかった。しかし、どの協力者も入力の動きは理解していた。このことから動きを模倣したとしても奥行などで方向変化する正確な座標まで再現できないなどの結果を得ることが出来た。

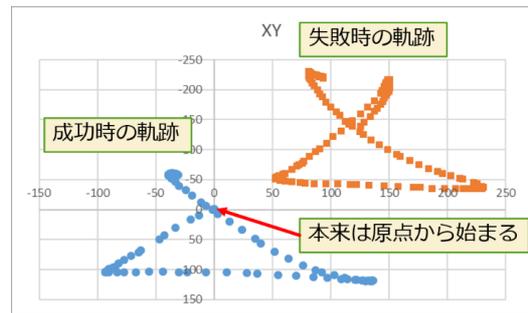


図 8 初期位置の移動による失敗例

### 4. 結論

非接触の認証システムの構築を目的として、本研究では3次元軌跡によるパターンロック認証の構築を行った。軌跡の角度の変化した部分である屈曲点を軌跡の特徴とし、その座標に仮定の領域を配置し比較を行うことで軌跡の認証に利用した。評価実験の結果、当日や1週間後の認証をほとんどの協力者が成功するという結果が得られた。また、認証開始時の指の移動による認証精度の低下、時間経過による軌跡の変化や忘却への対策などの課題点も得た。今後は軌跡の座標のみだけでなく、軌跡の描画時間や指以外の手情報などの要素を組み合わせ、認証精度や他人排除、忘却への改善策の調査を進めていく予定である。

#### 参考文献

- [1] 石黒司, 福島和英, 清本晋作, 三宅優 “モバイル端末のロック解除向けパターン認証の安全性” 評価研究報告コンピュータセキュリティ(CSEC), vol.2012-CSEC-58, no.41, pp.1-6 (2012)
- [2] 大久保 誠也, 湯瀬 裕昭 “指紋認証実験を取り入れた情報セキュリティ教育の試行” 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), vol.2010-CE-103, no-13, pp.55-60 (2005)
- [3] 松本 勉, 佐藤 健二 “虹彩認証システムのセキュリティ評価用テスト物体セットについて” 情報処理学会研究報告コンピュータセキュリティ (CSEC), vol.2005, no-122, pp.1-7(2010)
- [4] 石原進, 太田雅敏, 行方エリキ, 水野忠則 “端末自体の動きを用いた携帯端末向け個人認証” 情報処理学会論文誌, vol.46, no-12, pp.2997-3007 (2005)
- [5] 浅野敏郎, 宮田明, 本田幸生 “空中文字ジェスチャを用いた視覚インタフェース” 精密工学会誌, vol.77, no-3 pp.333-337(2011)
- [6] 畠中一成, 鹿嶋雅之, 佐藤公則, 渡邊睦 “指識 別情報を用いたフレキシブル空中署名個人認証 システムに関する研究” 映像情報メディア学会誌, vol.70, no-6 pp.J125-J132(2016)
- [7] 中島章博, 鹿嶋雅之, 佐藤公則, 渡邊睦 “手形状と指先署名によるマルチモーダル個人認証システムの開発” 画像電子学会誌, vol.41, no-4 pp.37-1376(2012)