

・手指の骨格座標による本人確認に用いる特徴量と判定手法の検討

・Examination of Features and Judgment Methods for Identification Using Skeletal Coordinates of the Fingers

齊藤 仁[†] 納富 一宏[†]
Hitosi Saito Kazuhiro Notomi

1. はじめに

近年の本人確認手段としてIDとパスワードが一般的に利用されている。しかし、この手法ではIDやパスワードが漏洩した場合その有効性が失われる。そこで、IDやパスワードを用いた認証の後に継続的な本人認証を行うことでよりセキュアに作業を進めることができると考えられる。継続的な本人認証を行う際には認証対象者の作業が妨げられず、かつストレスを感じない方法が求められる。この問題に対処する手段としてキーボード操作時の打鍵情報を用いたバイオメトリクス認証が挙げられる。

これまで著者らはストレスのない継続的な本人認証を実現するために、バイオメトリクス認証の中からキーボード操作時に発生するキーストロークと打鍵音を用いて研究を進めてきた。しかし、これら2つの認証方法ではキーストロークが安定していない場合や雑音が多い場所などで本人認証成功率が低下してしまう問題がある。そこでこの問題を補うために我々は手指形状から得られる情報を用いて継続的に本人認証を行う手法について検討を行ってきた。手指のなす角度と手指の長さの特徴量があることが示唆されたため、本稿では両者の情報をできるだけ欠損しない形で扱うことのできる特徴量の抽出方法について検討と報告を行う。

2. 関連技術

本稿では手指形状を取得するためにOpenPoseを使用している。OpenPoseはカリフォルニア大学バークレー校やカーネギーメロン大学などによって開発された複数人の二次元骨格情報を同時に検出できる姿勢推定ライブラリであり、姿勢以外にも図1のように手指の骨格座標(キーポイント)を取得することができる。



図1 手指のキーポイント

本稿の実験では頭上に設置されたWebカメラで撮影された映像をフレーム毎にOpenPoseによる解析を行いキーポイントを取得している。

3. 実験

本稿の実験ではエンターキー打鍵時のキーポイントを取得し、この時得られるキーポイントから特徴量を抽出する。

3.1 実験方法

実験を行った環境の概略図を図2に示す。

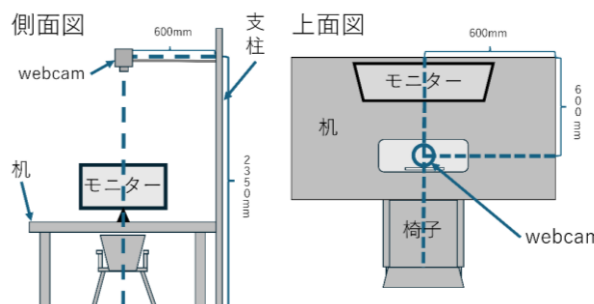


図2 実験概略図

条件としてWebcamから撮影される映像を見て、キーボードが頭や肩によって隠れないこととした。また、椅子を固定し実験協力が者が座りやすい姿勢とキーボードの位置で実験を行った。

表1のように実験協力が者、打鍵文字列、練習打鍵回数、本番打鍵回数を設定し、本番を行う前に練習として30回打鍵の練習を行った後に動画の撮影を行った。分析の際に動画の処理を自動化するために10秒に1度アラームを鳴らし、アラームが聞こえた後に「認証」と打鍵を行うこととした。「にんしょう」と打鍵を行う際にスペルは自由とした。これはアルファベット入力でかな漢字を入力する方法は数通りあり、普段通りの入力を行ってもらうためである。「にんしょう」と入力後に変換、確定操作をすることで「認証」と変換することができる。変換操作はスペースキーで行い、確定操作はエンターキーで行うこととした。また、確定操作終了後次の行へ移動するため改行操作としてエンターキーを押すこととした。改行完了後はホームポジションに手指を移動し動かさないこととした。この操作を30回成功するまで実験を継続する条件で実験を行った。

実験協力が者は神奈川工科大学に所属している学生であり、キーボード操作頻度が週1日から週7日触れている実験協力が者の集合となっている。

表1 実験設定

実験協力が者	20名
打鍵文字列	認証(スペル自由)
練習打鍵回数	30回
本番打鍵台数	30回

[†] 神奈川工科大学 Kanagawa Institute of Technology

3.2 特徴量の抽出と分析方法

実験で取得できた動画を 10 秒毎に分割した。これにより打鍵、変換、確定、改行、操作を確実に含む 10 秒の動画を 1 人につき 30 個以上取得することができる。取得した動画データから OpenPose を使ってキーポイントを推定する。動画の中からエンターキーを打鍵しているフレームを推定し、得られるキーポイントをキーポイント⑩を原点に移動させた分全体のキーポイントを平行移動させたデータを特徴量として用いる。本稿の判定手法の評価では本人拒否率 (FRR), 他人受け入れ率 (FAR), 等価エラー率 (EER) を算出し評価を行う。得られたエンターキー打鍵キーポイントからユークリッド距離を使った判定を使いデータの評価を行う。1 人につき 30 個以上のエンターキー打鍵キーポイントがあるため、2:1 の割合で学習データとテストデータに分割する。実験協力者ごとの学習データより各キーポイントの平均値を算出する。各テストデータのキーポイントと平均キーポイントのユークリッド距離を算出しその合計値を使い判定を行った。

3.3 実験結果

実験協力者の EER について結果を表 2 に示す。実験協力者 I については誤差が大きいためデータより削除した。

表 2 EER に関する結果

平均値	中央値	最小 EER	最大 EER
6.33	1.26	0.00	34.6

また、図 3 に EER とキーポイントの分散の散布図を示す。

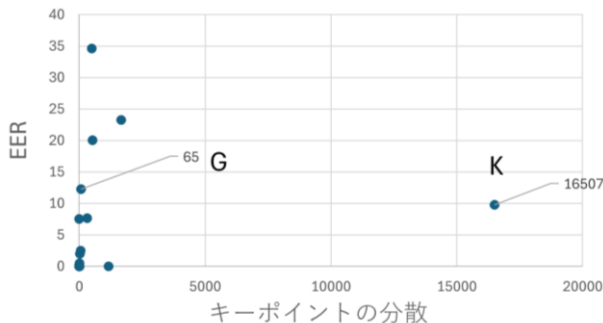


図 3 EER と分散 散布図

4. 考察

4.1 EER について

表 2 より、平均 EER は 6.33% となった。これまでの研究では手指の角度を用いた場合では 21.4%^[2], 手指の長さを用いた場合では 11.2%^[3] となっている。また、これまでの研究では実験協力者が 5 名だったことを考慮すると、大きく EER が減少する結果となり、よりキーストロークが安定していない人でも本人確認が行えるようになったと考えられる。

これは、データの持つパラメータが増えたことが起因していると考えられる。パラメータが増えることによって特定のパラメータの分散が大きくなっても、そのパラメータを無視してでも本人確認を行える他の分散が小さいパラメータが存在する可能性が考えられる。

4.2 EER と分散について

図 3 の実験協力者 G と実験協力者 K の分散の値について注目する。実験協力者 G の分散は実験協力者 K と比べて約 1/250 である。しかし、EER を比較すると分散が大きい K の値が小さいことがわかる。この要因として 2 つのことが考えられる。この考察を行うためにエンターキー打鍵時のキーポイント⑩の散布図を図 4 に示す。

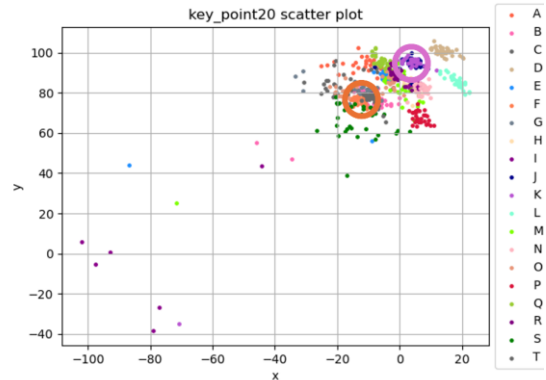


図 4 キーポイント⑩の散布図

1 つ目に実験協力者 K の EER が実験協力者 G に比べて小さいことについて考察を行う。図 4 の紫部分より原因として実験協力者 K のエンターキー打鍵キーポイントが他の実験協力者と比べて特徴的だと考えられる。手の使い方や手の大きさなどによりキーポイントが決まるため、他人と特徴量が被らない座標にキーポイントが存在すると分散が大きくなっていても他人と区別することができる。

2 つ目に実験協力者 G の EER が実験協力者 K に比べて大きいことについて考察を行う。原因として図 4 オレンジ部分のように実験協力者 G の特徴量が他の実験協力者の特徴量と被っていることが考えられる。分散が小さいということは特徴量がまとまっているといえるが、その範囲の中に他の実験協力者の特徴量が入ってしまった場合どちらか判断することは難しくなる。キーポイント全体の中でこのような場合が増えることで、分散の値が小さい場合でも EER が大きくなってしまおうと考えられる。

5. まとめ

本稿では 20 名分のエンターキー打鍵時のキーポイントを使ってデータの評価と考察を行った。平均 EER が減少したことからこれまでと比べて信頼性の高い特徴量がえられたと考えられる。今後は今回得られた特徴量を用いて、他の判定手法で判定を行えるか検討を進める。

参考文献

- [1] 齊藤 仁, 納富一宏: "特定単語の打鍵タイミングと打鍵音を用いた継続的な本人認証手法の検討", バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.25, No.2, pp.73-82, (2024.02).
- [2] 齊藤 仁, 納富一宏: "エンターキー打鍵時の手指の角度を用いた本人認証の検討", バイオメディカル・ファジィ・システム学会第 36 回年次大会講演論文集, pp.54-57, (4 pages), (2023.12).
- [3] 齊藤 仁, 納富一宏: "エンターキー打鍵時の手指の骨格座標を用いた本人確認方法の検討", 2024 年電子情報通信学会総合大会, A-7-17 (1page), (2024.03).