

## キーストロークと手指形状の特徴量を用いた継続的なマルチモーダル本人認証の検討 Examination of continuous multimodal authentication using keystroke and hand shape

齊藤 仁<sup>†</sup> 納富 一宏<sup>†</sup>  
Hitosi Saito Kazuhiro Notomi

### 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症の拡大防止策として 2020 年から 2022 年にかけて Zoom などを活用したテレワークやリアルタイム・オンライン授業が広く実施された[1]。その際の本人確認方法では、カメラに自身の顔を映すことで確認を行う方法がみられた。しかし、この方法では本人認証対象者のプライバシーを侵害し、対象者にストレスを与えてしまう。これらを解決する本人確認方法としてキーストロークを用いた本人認証が挙げられる。この認証方法は作業を中断する必要がなく本人認証が可能である。

これまで著者らはストレスのない継続的なバイオメトリクス認証を実現するためにキーストロークと打鍵音を用いて本人認証を行う手法について研究を進めてきた[2]。しかし、キーストロークが安定していない場合や雑音が多い場合、これらの本人認証成功率が低下してしまう。そこで本稿では新たに手指形状から得られる情報を用いて継続的な本人認証を行う手法について検討を行う。

### 2. マルチモーダル認証の流れ

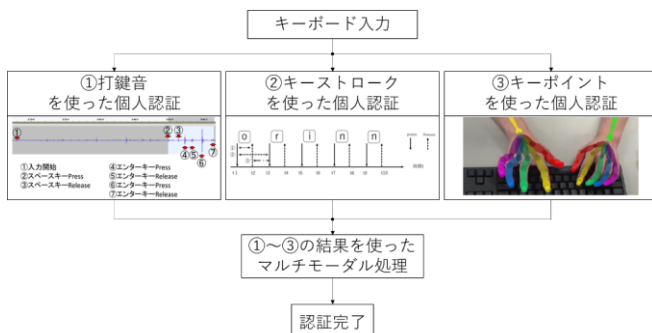


図 1 マルチモーダル認証の流れ

新たに手指形状から得られる情報を使って本人認証を行うことで図 1 のように、これまで行ってきた研究と合わせてマルチモーダル認証を行うことであらゆる場所での本人認証を行う狙いがある。

また、手指形状を用いてバイオメトリクス認証を行う際に手指形状から得られる情報を用いて特徴量が得られると考えられる項目について表 1 に示す。

表 1 手指形状から得られると考えられる特徴量

①	ホームポジションの手指形状の違い
②	母音打鍵時の手指形状の違い
③	スペースキー打鍵時の手指形状の違い
④	エンターキー打鍵時の手指形状の違い
⑤	子音のみのローマ字打鍵時の手指形状の違い

<sup>†</sup> Dept. of Information & Computer Sciences, Kanagawa Institute of Technology

### 3. 関連技術

本稿で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る OpenPose[3]を用いて単眼カメラによる動画や画像から手指の 2 次元キーポイントを取得している。これまでは Azure Kinect DK などの特殊な装置を用いて骨格座標を取得していたが OpenPose を用いることで図 1 のように一般的な Web カメラなどの単眼カメラで 2 次元骨格座標を取得することが可能である。

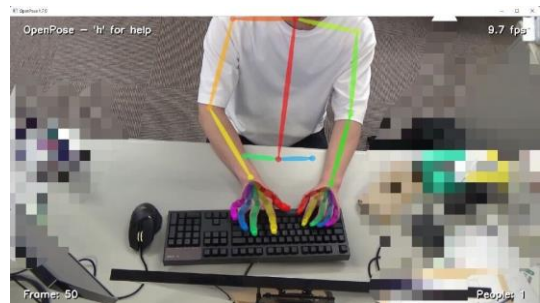


図 2 OpenPose 解析画面

出力される骨格座標はフレームごとに解析されている。出力されるキーポイントは各部位の関節ごとに設定されており、本稿では「--hand」オプションを用いて手指のキーポイントを取得している。

手指のキーポイントは図 3 のように手首、各指の第 1 関節から第 3 関節、各指先の計 21 ポイントを取得することができ、左右の手指で計 42 ポイントのデータを取得することができる。



図 3 手指のキーポイント

### 4. 実験

本実験は OpenPose から得られる手指キーポイントから表 1 ①のホームポジションの手指形状の違いを調べるためにホームポジション時の座標を比べ、手指キーポイントからどのようなデータが取得できるかを検討するために行う。

#### 4.1 実験方法

表1に示した実験環境で学生2人にかな漢字変換を用いてローマ字入力で「認証」と入力してもらう。なお、ローマ字綴りについては指定しない。人によって綴りが異なる場合がある。また、実験時の画角にいる人数は1人であることを条件とする。ホームポジションから打鍵を開始してもらい、変換、確定、改行の操作をエンターキーとスペースキーを必ず用いて行ってもらう。これを1つの動作として30回連続で行ってもらいビデオカメラを用いて撮影する。

表2 実験環境

OS	Microsoft Windows version22H2
CPU	AMD Ryzen 7 3700 8-Core Processor
RAM	32GB
GPU	NVIDIA GeForce RTX 3060
Python	Python 3.10.11
OpenPose	OpenPose 1.7.0
ビデオカメラ	Sony HANDYCAM

#### 4.2 分析方法

3.1で得られた動画を1つの動作ごとに切り取りフレームごとにOpenPoseの処理を通してキーポイントを取得する。キーポイントを取得できていないフレームはひとつ前のフレームのキーポイントを代入している。また、認識人数が2人以上になってしまう場合、右手と左手のキーポイントがそれぞれ別の人のデータとして出力されてしまうが出力データ内の左右の手指キーポイントは1つずつのため問題はないとした。

切り取った動画の最初から5フレームは手指がホームポジション上にあると想定し、すべての動画の最初から5フレームのキーポイントの平均を算出し2人のデータからユークリッド距離を算出し比較を行う。

#### 4.3 実験結果

一人につき30本の打鍵動画をOpenPoseにかけた際にデータが得られたフレーム数と平均を表3に示す。

表3 総フレーム数と平均フレーム

実験協力者	総フレーム	平均フレーム
A	1809	60.3
B	2976	93.2

算出したユークリッド距離のなかで最も距離が長いもの4つを表4に示す。表4よりユークリッド距離が長いキーポイントは右手小指と左手首であることが分かった。

右手小指のユークリッド距離が最も長くなった原因として、実験協力者Aは小指を使ってキーを打鍵しない癖があり、実験協力者Bと比べて時小指の位置が遠くなるためと考えられる。

また、左手首のユークリッド距離が大きくなった理由としてホームポジション時、実験協力者Bの左手首の角度が実験協力者Aと比べ開いているためと考えられる。

表4 ユークリッド距離（上位4キーポイント）

キーポイント	ユークリッド距離
Right_keypoint20	44.3
Right_keypoint19	44.2
Right_keypoint18	40.1
Left_keypoint00	36.1

#### 5. 考察

本実験よりOpenPoseから得られる手指キーポイントを用いて他人との違いをみる事ができた。しかし、今回の測定方法ではキーボードの位置が変化してしまった場合、座標がずれるため測定結果に意味がなくなってしまう。そのため各座標と最小座標の差分をとった数値などを使う必要があると考えられる。また、キーポイントから手の大きさの測定、指の角度の変化などのデータを得ることが考えられる。

#### 6. まとめ

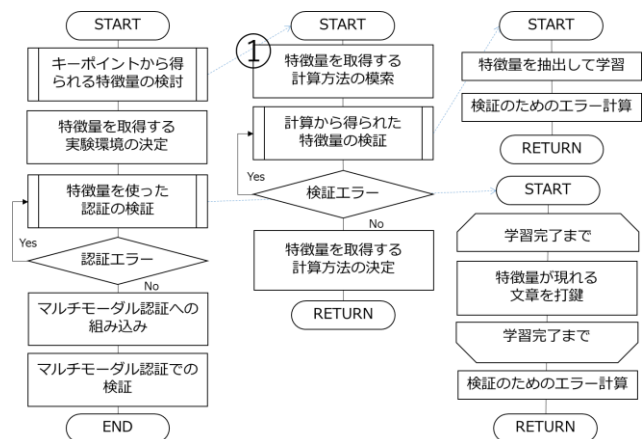


図4 手指キーポイントを用いた研究の流れ

本稿ではOpenPoseから得られるキーポイントを用いて本人認証を行う上で有用なデータが取得できるか検討を行った。本稿の研究は図4のような研究の流れを想定して行っており、現在図4①の段階である。今回では特定のキーを押しているフレームを取得することが難しかったため、ホームポジション時のキーポイントを用いて計算を行った。今後の研究ではホームポジション時以外のキーポイントからも本人認証を行う際に有効となる特徴量の算出方法について実験と検証を行う。

#### 参考文献

- [1] 文部科学省：大学等における後期等の授業の実施状況に関する調査（オンライン）、[https://www.mext.go.jp/content/20210212-mxt\\_kouhou02-000006590\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210212-mxt_kouhou02-000006590_1.pdf)，（参照2022-06-22）。
- [2] 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・フェイジ・システム学会 第35回年次大会講演論文集，B-1，（4 pages），（2022.12）。
- [3] Cao, Zhe, et al. "OpenPose: realtime multi-person 2D pose estimation using Part Affinity Fields." arXiv preprint arXiv:1812.08008 (2018).