

# 圧力センサ搭載ヘルメットを用いた個人識別手法の提案

藤井敦寛（立命館大学）、村尾和哉（立命館大学、JST さきがけ）

## 1 研究の背景と目的

近年販売されている二輪車の一部にはスマートキーシステムが導入されている。スマートキーシステムとは、キーをポケットなどに入れたままの状態でもエンジンを始動することができるシステムである。しかし、キーを所持しておかなければならず、紛失や盗難のリスクもある。本研究では、二輪車で走行で必須であるヘルメットを用いて本人認証を実現できれば、既存のキーの問題点を解決できると考えた。提案手法は、ヘルメットを装着した際に取得できる、装着者の頭部形状を用いて個人を識別する。識別に用いる要素は個人の特徴が存在し、複製が難しいものが適している。白川らは虹彩と目の周辺画像を統合して認証する手法 [1] を提案しているが、目の前にカメラを設置する必要がある、ヘルメットに取り付けると視界を遮るおそれがある。頭部形状は視界を遮ることなく取得できる。また、頭部形状に個人差が存在しており、かつ複製が難しいため、個人識別に適していると考えられる。

メガネ型デバイスを用いた経皮水分蒸散量の常時測定システム [2] や HappyMouth: マスク型デバイスによる対面コミュニケーション能力の拡張 [3] のように、顔に取り付けるウェアラブルデバイスは多数研究されているが、頭部装着型デバイスとしては、新島らの導電性高分子電極を用いた帽子型筋電センサの提案 [4] のみであり、中でもウェアラブルデバイスとしてヘルメットを用いた先行研究は存在しない。

越前らが写真からの指紋復元の脅威とその対策技術 [5] を提案しているように、指紋認証には複製の恐れがある。しかも、少ない写真などで簡易に複製が可能である。その一方で、頭部形状の複製は用意ではない。立体形状が正確でないと認証が突破できない。そのため、写真から複製するにはかなりの枚数が必要になると考えられる。また、複製物の大きさは頭部サイズであるため、かなり大掛かりになる。

雨坂らの外耳道伝達関数を用いた頭部状態認識手法 [6] をはじめとして、表情などの頭部状態を認識する研究は数多くあるが、頭部状態の中でも頭部の形状を認識する先行研究は存在しない。

当麻らのステレオカメラを用いた顔認証システム [7] など、顔認証の技術は研究され続けている。カメラを車両に取り付けることで、顔認証システムを実装することは可能であるが、二輪車においては屋外での悪天候下における使用、耐久性も考慮しなければならず、カメラの使用は向かないだろう。⇒虹彩認証も駄目というくだりへ続く

頭部装着型デバイスとしては、

メガネデバイス

音声認識

## 2 提案手法

### 2.1 ハードウェア

実装したプロトタイプデバイスを図 1 に示す。図 1 の左図はプロトタイプデバイスの全体図である。センサ値を正しく取得するには、センサとヘルメット装着者の頭部が密着している必要がある。そのため、フルフェイス型の B&B 社製 BB100 フルフェイスヘルメットを用いた。ヘルメット内部にはインターリンク エレクトロニクス社製の圧力センサ FSR402、FSR402 ShortTail を取り付けした。圧力センサは頭

頂部に 4 個、頭頂部周囲に 16 個、後頭部に 6 個、左右チークパッド部に 6 個の合計 32 個を搭載した。各圧力センサはヘルメット外部に取り付けた 10K  $\Omega$  の抵抗を配線してあるプリント基板を経由して、Arduino MEGA2560 R3 のアナログ入力ポートに接続した。図 1 の右図はヘルメット内部の様子である。今回用いたヘルメットはフリーサイズであり、また内装の脱着が困難であった。そのため、頭頂部の内装を取り外して、新たに厚みのあるウレタンスポンジを取り付けた。取り付けしたウレタンスポンジの中央部に切り込みを入れ、圧力センサを押し込んだ。

### 2.2 識別手法

ユーザはヘルメットを被った状態で 2 秒静止し、32 個の圧力センサの電圧値を取得する。各センサごとに 2 秒間の平均値を計算し 32 次元のベクトルを作成する。ユーザは最初に本人のデータとして複数サンプルのデータを登録する。識別時は登録データ群と未知のユーザの圧力データのマハラノビス距離を計算する。この距離が閾値未満となった場合本人として認証し、閾値以上となった場合は他人として拒否する。

## 3 評価

提案手法の有効性を確認するために、被験者 5 名（A～E、全員男性、平均年齢 22 歳）にプロトタイプデバイスを着用させ、サンプリングレート約 30Hz でセンサデータを収集した。2 秒間着用して取り外し、再び着用する試行を 1 セットとして合計 10 セット（2 秒×20 回分）を収集した。データ収集は 1 人当たり 1 日最大 4 セットとし、複数日に渡って実施した。センサと頭部のさまざまな位置関係のデータを採取するために、セット間に 30 分以上の休憩時間を設けた。

収集したすべてのデータに対して主成分分析を行い、2 次元に圧縮したデータを 2 次元平面上にプロットした結果を図 2 に示す。図より、装着位置のずれによって同一被験者のデータ群にばらつきはあるが、被験者のデータ群どうしの重なりが小さいことから、ヘルメット内部に搭載した圧力センサのデータから装着者を識別できると考える。

## 4 まとめ

本研究では、圧力センサを内部に取り付けたヘルメットを着用することで頭部の形状を計測し、頭部形状の個人差から二輪車の所有者本人を識別する手法を提案した。評価実験の結果より、個人間にデータのばらつきがあり、個人を高精度で識別できそうであることを確認した。今後は、被験者を増やしてデータを収集し、実環境で提案手法の評価をする。また、提案手法の利用者のデータ群に差がないときの個人識別方法を定義する。

## 参考文献

- [1] 白川功浩, 吉浦裕, 市野将嗣. 虹彩および目の周辺の分割画像を用いた個人認証. 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 9, pp. 1726–1738, 2018.
- [2] 田中洸平, 寺田努, 宇山彩香, 杉野哲造, 塚本昌彦. メガネ型デバイスを用いた経皮水分蒸散量の常時測定システム. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 2018-UBI-57, No. 35, pp. 1–7, 2018.

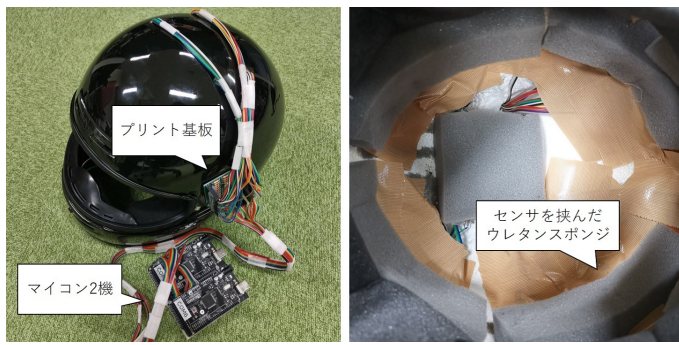


図 1: 実装したプロトタイプデバイス

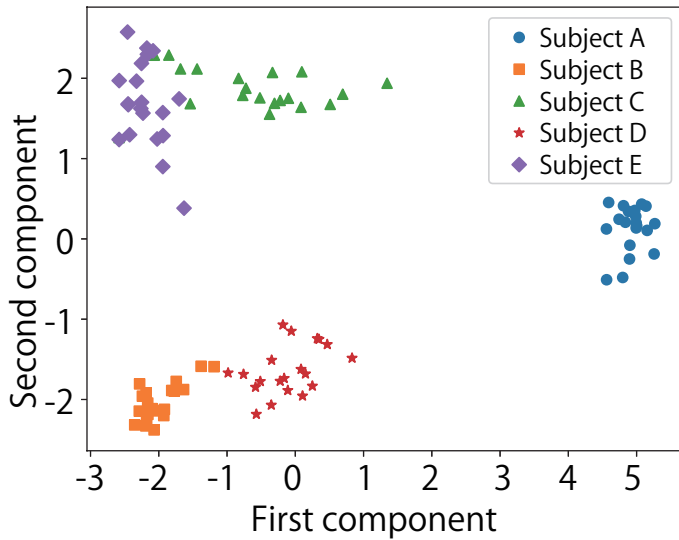


図 2: PCA による分析結果

- [3] 石井綾郁, 小松孝徳, 橋本直. Happymouth: マスク型デバイスによる対面コミュニケーション能力の拡張. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2018-HCI-177, No. 7, pp. 1-7, 2018.
- [4] 新島有信, 伊勢崎隆司, 青木良輔, 渡部智樹, 山田智広. 導電性高分子電極を用いた帽子型筋電センサの提案. 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No. 10, pp. 1378-1387, 2018.
- [5] 越前功, 大金建夫. 写真からの指紋復元の脅威とその対策技術. 情報処理, Vol. 58, No. 9, pp. 824-829, 2017.
- [6] 雨坂宇宙, 渡邊拓貴, 杉本雅則. 外耳道伝達関数を用いた頭部状態認識手法. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 2019-UBI-61, No. 7, pp. 1-8, 2019.
- [7] 当麻凌平, 花泉弘. ステレオカメラを用いた顔認証システム. 第 80 回全国大会講演論文集, Vol. 2018, No. 1, pp. 453-454, 2018.