

着座時の臀部圧力分布を用いた人物の同定の初期実験評価

林健太* 石田繁巳† 福田晃† 田頭茂明‡

*九州大学工学部電気情報工学科 †九州大学大学院システム情報科学研究院 ‡関西大学総合情報学部

1 はじめに

近年、日本などの先進国の人々は、家庭内や外出先、通勤時でも座っていることが多いため「座位時間」が長時間化している。ある研究 [1] では、一日に座っている合計時間が4時間未満の成人に比べ、4~8時間、8~11時間、11時間以上と長くなるにつれ、総死亡リスクが11%ずつ高まると発表している。このような「座りっぱなし」の健康リスクに対応するために椅子にIoT (Internet of Things) を適用して、個人の座位時間を管理するスマートチェアが提案されている。しかし、既存のスマートチェアには同じ椅子に同じ人物が座ることが想定されている。実際には、複数の人物が同じ椅子を使う場合があるため、椅子に座っている人物を同定する必要がある。

関連研究として、車の座席に座った時の圧力分布データから人物を同定する研究 [2] がある。しかしこの研究は、車の座席という姿勢が固定された場合での人物同定システムであり、家庭内のような姿勢を固定させない環境では用いることができない。

本稿では、椅子の座面に設置した圧力センサシートを用いた人物同定手法を提案する。家庭内での使用を想定しているため、少人数での人物同定手法の初期的評価を行った。

2 臀部圧力による人物同定システム

図1に提案手法の概要を示す。提案手法では、まず圧力センサシートから得た臀部圧力分布データをデータ処理部で前処理を行う。圧力センサシートとは、圧力センサが格子状で等間隔に配置されているシートである。データ処理部では、ノイズ除去と臀部を左右に分離することを行う。次に、そのデータから左右の臀部の面積比などの特徴量を抽出し、それらの特徴量を教師あり機械学習を用いて人物同定を行う。

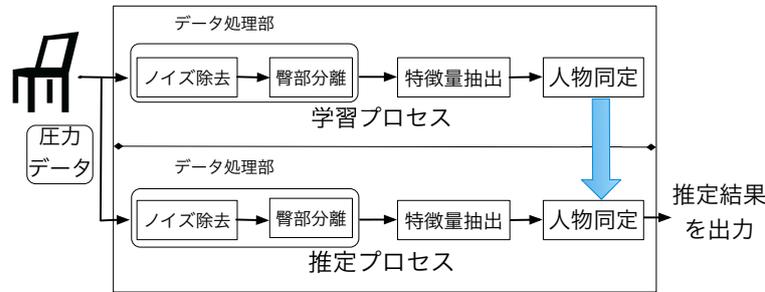


図1: 人物同定システムの概要

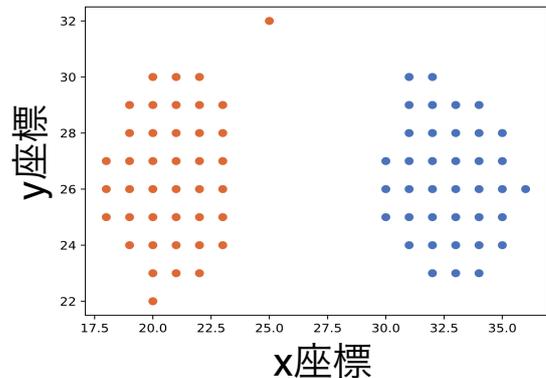


図2: 左右に分離した後の座標データ (k-means 法)

2.1 データ処理部

データの取得方法として、被験者には机の上に置いた圧力センサシートに腰を下ろしてもらい、足を脚立に乗せる姿勢で測定した。被験者が圧力センサシートに座り、測定のタイミングは静止時とした。測定した圧力データはxy座標にグリッド状で表現できる。

臀部が触れていない部分にも空気圧などの影響を受けるため、データに多少の圧力変化が及ぶ。そのため、予備実験を基に閾値を設定し、確実に臀部の触れている部分だけを用いた。最後にクラスタリングをして、圧力データを左臀部と右臀部に分離する。提案手法では、k-means 法をクラスタ数 $k=2$ に設定して用いた。また、xy座標のデータを k-means 法に適用することで物理的な距離で臀部の分離を行う。図2に、k-means 法を適用して分離した後の座標データを示す。

2.2 特徴量抽出

提案手法では、9種類計12個の特徴量を抽出する。使用した特徴量を以下に示す。

Evaluation of initial experiment for human identification by hip pressure distribution of seating postures
 Kenta Hayashi*, Shigemi Ishida†, Akira Fukuda† and Shigeaki Tagashira‡
 *EE/CS, Kyushu University
 Fukuoka, Japan
 †ISEE, Kyushu University
 Fukuoka, Japan
 ‡Faculty of Informatics, Kansai University
 Osaka, Japan



図 3: 実験環境

- 最大圧力と最小圧力の比 (左右)
- 坐骨から臀部の外側までの最長距離と最短距離の比 (左右)
- 横幅と縦幅の距離の比 (左右)
- 左右の横幅の比
- 左右の縦幅の比
- 臀部の間ともっとも外側の距離の比
- 左右の平均圧力の比
- 左右の面積比
- 坐骨間距離

各臀部の最大圧力の場所を坐骨とし、左右の坐骨の距離を坐骨間距離としている。坐骨間距離は骨と骨の距離なので体重の変化の影響を受けにくい。また、他の特徴量は比率を用いているため同様に体重の変化の影響を受けにくい。

2.3 人物同定

2.2 で述べた特徴量を入力として SVM (Support Vector Machine) で推定を行う。SVM のハイパーパラメータであるコストパラメータ:C を 10000 に、RBF カーネルのパラメータ: γ を 0.001 に調節した。

3 評価

3.1 評価手法

図 3 に実験環境を示す。机の上に圧力センサシートを置き、その前に脚立を置いた。圧力センサシートには、株式会社シロク社製の「LLSensor」を用いた。「LLSensor」は、センササイズが 600 mm × 600 mm、空間分解能が 10 mm × 10 mm である。2.1 で述べたように被験者 10 人に対して 1 人あたり 20 回データ収集を行った。

10 分割交差検証を用いて評価を行った。また、今回の想定は家庭内という人数が限られた環境であるため、10 人のデータから 3 人、4 人そして 5 人のデータを取り出す 3 パターンの全ての組み合わせに対して評価を

表 1: 各パターンにおける評価結果

人数 (組み合わせ数)	適合率	再現率	F 値
3 人 (120 通り)	0.907	0.905	0.905
4 人 (210 通り)	0.874	0.872	0.872
5 人 (252 通り)	0.849	0.847	0.846

行った。評価として、分類結果の評価指標である適合率、再現率、F 値を用いた。今回の分類方法は多クラス分類であるため、評価に用いた値は各クラスごとの適合率、再現率、F 値を計算したあとに全体で平均をとったマクロ平均を用いている。

3.2 評価結果

表 1 に、3.1 節で述べた各パターンの全ての結果を平均した結果を示している。評価結果を見ると、3 人の時の F 値が 0.905、4 人の時の F 値が 0.872、5 人の時の F 値が 0.846 であることがわかる。結果より、人数が増えると精度が悪くなることがわかる。これには様々な要因が挙げられる。その一つに、データに対して座る向きを補正を行っていないため、同じ人でも特徴量にズレが生じた可能性がある。

また、今回の実験では、同年代の男性で行ったの結果である。実際の家庭内では、違う年代の人物や性別の異なる人物が生活している場合が多いため、高い精度が出ると期待できる。

4 まとめ

本稿では、座面に圧力センサシートを用いて、臀部圧力分布データから特徴量を抽出することで人物の同定を行うシステムを提案し、実験によって F 値が 3 人の場合は 0.905、4 人の場合は 0.872 そして 5 人の場合は 0.846 の値が出ることがわかった。

今後は、特徴量の数を調整することで精度を高めていくとともに、特定の姿勢を推定することや時間軸の情報を考慮した静止時以外の人物同定が可能かを調査していく予定である。

謝辞

本研究の一部は科研費 (JP15H05708, JP17K19983, JP17H01741) 及び東北大学電気通信研究所における共同プロジェクト研究の助成で行われた。

参考文献

- [1] 岡浩一郎, 杉山岳巳, 井上茂, 柴田愛, 石井香織. 座位行動の科学. 日本健康教育学会誌, Vol. 21, No. 2, pp. 142–153, 2013.
- [2] 越水重臣. 着座認証システム (特集 ここまできたセキュリティ/認証技術). ディスプレイ, Vol. 18, No. 7, pp. 69–72, 2012.