

6軸ジャイロを用いた扉の開閉動作による人物同定の初期評価

光来出優大* 石田繁巳† 田頭茂明‡ 福田晃†

*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研究院

‡関西大学総合情報学部

1 はじめに

近年、技術の発達によりコンピュータの小型化が進み様々な場面でのセンシングが可能となった。家庭内では睡眠時間や入浴時間の把握などに繋がり、ヘルスケア改善のための応用が可能となる。

人間が生活をする中で行うドアの開閉動作では、ドアノブの回し方や扉を引く速さなどに個々人の癖が現れる。そのためドアの加速度やドアノブの角速度の波形データに違いが見られ、人物識別に利用できると考えられる。また、屋内における行動センシングでは、ユーザに心的負担をかけずに人物を識別することが重要である。ドアノブの軸部分に加速度・角速度センサを取り付けデータを収集するため、ユーザに負担をかけずに行動センシングを行うことができる。さらに、識別のための動作を意識せずに行うことができることから、個人識別のための影響が軽減できると考える。「どのドアを誰が開閉したか」という情報を統合することにより屋内空間での人物のトラッキングも可能となる。

本研究ではドアの開閉動作時の加速度やドアノブの角速度から特徴量を抽出し、機械学習によって人物を識別するシステムを提案する。本稿では6軸ジャイロセンサで取得した加速度、角速度データを用いた人物の識別精度の評価結果を報告する。

2 関連研究

加速度を用いた行動センシングの研究として、歩行動作に伴う加速度データの波形の違いによるユーザの個人識別を行う研究 [1] が行われている。この研究では、ユーザに加速度センサを取り付け、歩行動作の加速度データを取得しそれらの類似度を特徴量とする特徴ベクトルを用いた手法が提案されている。この手法により、データの平均や分散といった一般的な特徴量を用いた手法よりユーザ識別精度を向上している。また、ユーザの動作による加速度データから日常的な20種類の動作を推定するといった研究 [2] も行われてい

Initial Evaluation of Human Identification based on Door Open-/Close-Operation Using 6-axis Inertial Sensor

Yudai Mitsukude*, Shigemi Ishida†, Shigeaki Tagashira‡, and Akira Fukuda†

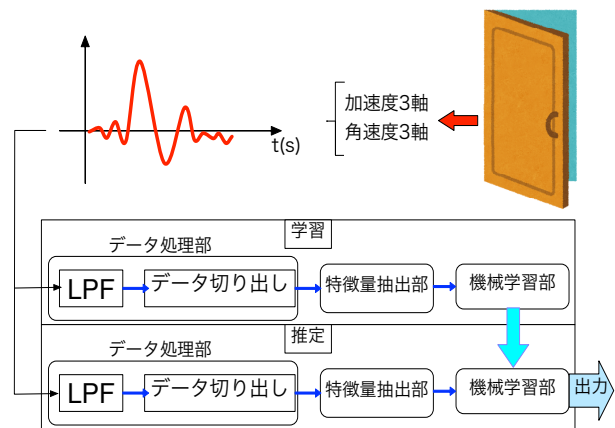
*EE/CS, Kyushu University
Fukuoka, Japan†ISEE, Kyushu University
Fukuoka, Japan‡Faculty of Informatics, Kansai University
Osaka, Japan

図 1: 人物識別システム

る。これらの研究では加速度データによりユーザの識別や動作の推定を行なっているが、ユーザに直接センサを取り付ける必要がある。

3 扉開閉動作の加速度・角速度データによる人物識別システム

図 1 に提案する人物識別システムの概要を示す。私たちは、ドアの開閉動作による加速度・角速度データを用いた人物識別システムを提案する。得られた加速度・角速度データから個人を識別するための複数の特徴量を抽出し、それらの特徴量を入力として機械学習を用いることで人物を識別する。以下にデータ処理部、特徴量抽出部、機械学習部の説明を示す。

3.1 データ処理部

データ処理部では特徴量を抽出するために測定したデータに前処理を行う。

人間の動作による加速度・角速度データだけを取り出すため、高周波成分を除去する。測定データには、ドア上部に付属しているドアクローザの影響や、閉まった時の振動によって生じる高周波成分が含まれる。そこで、予備実験の結果から、カットオフ周波数を定めローパスフィルタ (LPF) を用いて高周波成分を除去する。

次に、ドアを開閉する際にドアの開閉方向の加速度にピークが一定数現れることを利用して、連続したデータから一定数のピークを検知し一回の開閉動作として切り取る。また、開閉方向以外の加速度・角速度デー

表 1: 評価結果

人数	適合率	再現率	F1 値
3 人	88.4%	84.1%	83.0%
4 人	85.2%	79.6%	78.5%
5 人	82.6%	76.1%	75.0%

図 2: 実験装置

タは、開閉方向の加速度データと時間軸を合わせ、全データを切り取る。

3.2 特徴量抽出部

特徴量抽出部では、ドアノブ軸部分に取り付けた加速度・角速度センサより得られたデータから特徴量を抽出する。開閉速度・変位のデータと加速度 3 軸と角速度 3 軸から 11 種類 43 個の特徴量を抽出する。抽出した特徴量を以下に示す。

- 最大値（加速度 3 軸・角速度 3 軸・開閉速度・変位）
- 分散（加速度 3 軸・角速度 3 軸）
- 平均（加速度 3 軸・角速度 3 軸）
- 偏差の平均（加速度 3 軸・角速度 3 軸）
- 軸間の相互相関（加速度 3 軸・角速度 3 軸）
- 開閉速度最大になるまでの時間
- 開閉加速度最大の維持時間
- 開閉加速度が負の時間
- ドア・ドアノブが変化する時間（加速度 2 軸・角速度 3 軸）
- ドアノブを回す速度と戻す速度の比
- ドアノブを、回し始める・戻す時間とその間隔

開閉速度と変位は、ドア開閉方向の加速度を積分することで取得する。

3.3 機械学習部

機械学習部には Support Vector Machine (SVM) を使用する。初期評価のため、コストパラメータを $C=1$ 、カーネルのパラメータを $\gamma=0.001$ として SVM を用いる。

4 評価

4.1 評価方法

提案する特徴量と SVM によって人物識別が可能かを確認するため、本手法の初期評価を行った。図 2 に示すように 6 軸ジャイロセンサをドアのドアノブに取り付けた。ドアの種類は開き戸で、手を離すと自動で閉まるものを使用した。センサは MPU-9150 を使用し、サンプリングレートは 100 Hz とした。また、ドアは全試行で引いて開けた。

9 人に対して開閉動作を一人当たり 20 回繰り返して加速度と角速度のデータを測定し、個人識別精度につ

いて評価を行った。本手法の想定環境は家庭内などの少人数集団内での識別である。そのため、9 人の中から 3 人を選び、3 人のデータセットを用いて 3 人の中の誰かを識別した。これを全 ${}_9C_3$ 通り行った。さらに、4 人・5 人の場合も同様に評価を行った。識別の評価として 10 分割交差検証を用いた。評価として、多クラス分類の評価の尺度である、適合率、再現率、F1 値を用いた。各クラスごとの適合率、再現率、F1 値を計算し、その平均をとることでマクロ平均とした。本手法では、このマクロ平均を全通り計算し、さらにその平均をとることで評価した。

4.2 評価結果

評価結果を表 1 に示す。以上の結果より、3 人の場合では適合率 88.4%、再現率 84.1%、F1 値 83.0% と高い精度で識別可能である。また、識別する人数が増えると、適合率、再現率、F1 値共に下がることがわかる。精度低下の原因として、ドアの開閉動作に伴う加速度・角速度データが類似しているユーザの存在と、有効な特徴量の不足が考えられる。

5 おわりに

本研究では扉の開閉動作に基づく加速度・角速度データを用いた個人識別手法を提案した。評価の結果より、人数が少数の場合では、適合率 88.4% という高い精度で人物識別することができた。しかし、識別する人数が増えると精度が低くなることがわかった。今後の課題として、人数が多くなった場合の識別率の向上と、より有効な特徴量の提案が考えられる。

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] 山野井祐介, 沼尾雅之ほか. 一般動作の加速度データによるユーザー識別手法の提案. 第 73 回全国大会講演論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 295–296, 2011.
- [2] Ling Bao and Stephen S Intille. Activity recognition from user-annotated acceleration data. *International Conference on Pervasive Computing*, pp. 1–17, 2004.