

人物転倒姿勢の教師なしクラスタリングの改良

1. はじめに

近年、独居高齢者が増加しており、見守りシステムの需要が増加している。本研究では、天井カメラと移動ロボットを連携させ、ロボットが人物に近づいて状態確認を行う見守りシステムの開発が進められている。特に、呼吸推定を行うためにはロボットを人物の前方から近づかせる必要があるため、転倒姿勢の判別が重要になっている。先行研究[1]では、教師なし学習を用いることでアノテーションコストを削減した姿勢分類手法が提案された。本研究では、先行研究の課題を改善し、より正確に分類する方法について検討する。

2. 提案手法

2.1 提案手法の概要

本研究では、天井カメラから撮影された画像を用い、転倒姿勢を正確に分類することを目的とする。先行研究[1]と同様に、Azure Kinect を用いて人物の3次元骨格座標データを取得し、教師なし学習により姿勢のクラスタリングを行う。先行研究では86%以上という分類精度が得られたが、転倒方向などによって異なる姿勢に誤判定されてしまう課題が存在した。そこで、本研究ではこれを改善するためにデータ欠損への対策と転倒方向統一を行う。

対象姿勢は立位、仰臥位、右側臥位、左側臥位、腹臥位の5種類とし、実際の例を図1に示す。使用する骨格点は頭、両肩、両肘、両手、腰、両腿、両膝、両足の14か所である。なお、様々な方向の転倒姿勢を対象とするが、Azure Kinectの性質上、画像上で頭部が下にある姿勢は骨格追跡ができなため、頭部が真横よりも上の姿勢データのみ使用する。

2.2 データ欠損箇所への線形補間

骨格情報取得時に発生するデータ欠損に対して、線形補間を行う。転倒姿勢では人物と床の距離が近いことや手足の隠れによって骨格点の一部座標が欠損する場合があります。クラスタリングの際に違う姿勢として分類されてしまうことがある。そこで、欠損データとその前後のフレームの姿勢は大きく変化していないことを前提とし、前後で取得できた正常なデータの座標を使用して線形補間を行う。これにより、平滑性を維持でき、欠損の影響を軽減することができる。

2.3 転倒方向の統一

転倒方向の影響を受けず、正確なクラスタリングを行うため、各姿勢の頭の向きを統一させる。先行研究では取得したカメラ座標をそのまま使用していたため、転倒方向によって誤判定が生じていた。そこで、まずカメラの傾きを考慮して実世界での座標(平面 XY と高さ Z)に変換する。そして、



図1 転倒姿勢の例

表1 クラスタリング結果

	線形補間前	座標回転前	提案手法
立位	79.5%	100%	100%
仰臥位	68.0%	76.3%	99.8%
右側臥位	53.3%	90.3%	99.2%
左側臥位	94.5%	100%	100%
腹臥位	81.5%	93.0%	99.2%

頭と腰を結ぶ線分がカメラに対して垂直になるように全骨格を XY 平面上で回転させることで頭の向きを統一する。

3. 評価実験

提案手法を用いて姿勢分類の精度評価を行った。先行研究に加えて、データ欠損値に対する線形補間と、姿勢方向の統一を行った。評価には2人分の各姿勢200データ、合計2000データを使用した。クラスタリング手法として、k-means法、階層的凝集クラスタリング、混合ガウスモデルの3つを使用したが、表1には最もきれいに分類することができた階層的凝集クラスタリングの結果を示す。5クラスに分類した後、クラス内の最多姿勢をそのクラスの代表的な姿勢とみなし、数値はその割合を示している。先行研究と同様に取得したデータをそのまま使用した場合に比べて、データ欠損に対して線形補間を行い、座標回転により姿勢方向を統一することでより正確に分類でき、5姿勢全てで99%以上という高い結果が得られた。

4. おわりに

本研究では、人物転倒姿勢をより正確に分類する方法を提案した。先行研究の課題を改善するため、データの欠損に対する線形補間と転倒姿勢方向統一のための座標回転を行った。その結果、線形補間前、座標回転前と比較して、高い分類精度を得ることができた。今後の課題として、手足の隠れなどによる骨格追跡の誤りへの対応が挙げられる。

[参考文献]

- [1] 徳光妃奈：見守りシステムのための教師なし学習を用いた転倒人物のクラスタリング，福岡工業大学情報工学部情報工学科卒業論文，2024