

見守りシステムのための教師なし学習を用いた転倒姿勢のクラスタリング

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。呼吸推定を行うためにロボットを人物の胸部に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となっている。先行研究では、天井カメラで撮影した画像から抽出した骨格情報をSVMを用いて転倒判定を行う手法[1]が提案されているが、膨大なアノテーションコストがかかってしまうといった課題を抱えている。そこで、本研究ではアノテーションコストのかからない教師なし学習を用い、転倒姿勢の骨格情報をクラスタリングすることが可能かどうか検証を行う。

2. 転倒姿勢のクラスタリング

2.1 骨格座標の取得

本研究では、床から約1.6mの高さに設置したAzure Kinectを用いて人物の骨格点の3次元座標を取得し、人物の転倒姿勢を判定する。Azure Kinectを用いて骨格座標を取得した姿勢の例を図1に示す。転倒姿勢および立位の骨格が正しく推定できている。なお、画像上で頭部が下になった場合はAzure Kinectで骨格線の追跡が出来ないため、今回は転倒姿勢は頭部が真横よりも上のみのデータを使用する。立位は正面向きだけでなく、横向きや後ろ向きの画像も使用する。Azure Kinectで取得した14箇所の3次元骨格座標データを、腰の位置を基準とした相対座標に変換し、39次元(3次元×13箇所)の特徴ベクトルを作成する。

2.2 教師なし学習を用いたクラスタリング

本研究では、いくつかの教師なし学習手法を用いて転倒姿勢の骨格情報のクラスタリングを行う。k-means法(以下k-m)は、データをクラスタに分割する際に、各クラスタの重心を計算し、データを最も近い重心に割り当てる手法である。階層的凝集クラスタリング(以下HAC)は、最初に各データポイントを個別クラスタとして扱い、類似度に基づいて隣接するクラスタを結合していく手法である。混合ガウスモデル(以下GMM)は、データが複数のガウス分布から生成されると仮定し、それぞれのガウス分布の重みとパラメータを推定し、クラスタに分類する手法である。

3. クラスタリングの精度評価

実際に撮影した転倒姿勢データを用いてクラスタリングの精度評価を行った。識別する姿勢は立位、仰臥位、腹臥位、右側臥位、左側臥位の5姿勢とし、姿勢データは4人分の1300データを用いた。k-mは8クラス、HACは5クラス、



図1 骨格座標を取得した姿勢の例

表1 クラスタリング精度の比較

	k-m	HAC	GMM
立位	100% (2)	100%	100%
仰臥位	98% (2)	91%	91% (2)
腹臥位	98% (2)	94%	92%
右側臥位	86%	91%	90%
左側臥位	95%	98%	95%

GMMは6クラスでクラスタリングを行った結果が最も良かった。特定のクラスタにクラスタリングされた割合を表1に示す。括弧内の数字はクラスタリングされたクラスタ数を表示している。真のクラスよりもクラスタ数が細分化された手法もあったが、全ての手法で5姿勢全部86%以上と高い認識率を得られた。そして、どの手法でも立位が100%の認識率を得られたのは、奥行き情報の影響が大きいと考えられる。

真のクラスタとは別のクラスタになる原因としては、特定の被験者のみが別のクラスタになったことから、肩幅などの個人の体格差に対応できていないと考えられる。また、元より正しい骨格線の追跡が出来ていないものや、側臥位とも仰臥位(腹臥位)とも人間が見ても判断が難しい姿勢のデータであるものも多くみられた。

4. おわりに

本研究では教師なし学習を用い転倒姿勢のクラスタリングを検討した。Azure Kinectで取得した骨格情報を教師なし学習手法でクラスタリングした。その結果、全ての手法で高い精度を得ることが出来、教師なし学習で転倒姿勢のクラスタリングを行うことは可能であるということが分かった。また、今後の課題として体格差に対応出来ない点が挙げられ、特徴量の正規化などが必要であると考えられる。

[参考文献]

- [1] 西村綾人:見守りシステムのためのSVMを用いた人物の転倒判定, 福岡工業大学情報工学部情報工学科卒業論文, 2023