

天井カメラを用いた転倒検知による見守りロボット制御

1. はじめに

少子高齢化社会が進むにつれ、独居または要介護高齢者の割合が増加することが懸念されている。それに伴って様々な見守りシステムが提案されているが、接触型センサを用いたシステムは被験者にストレスがかかるため、非接触型のセンサを用いたシステムが望ましい。非接触型の見守りシステムの例として、鍛冶ら[1]はRFIDタグの電界強度の変化を用いて転倒検知する方法を提案している。また、より詳細な情報を取得するには近距離から観測する必要があるため、移動ロボットを用いて呼吸推定を行う方法[2]も提案されている。しかし、ロボットから観測できる情報のみを用いて転倒した人物を見つけ、呼吸推定に適した位置へ移動することは難しい。そこで、本システムでは天井カメラを用いて転倒を検知し、呼吸推定に適した座標へ見守りロボットを移動させる方法を提案する。

2. 提案システム

本システムでは、図1のように部屋の上部に設置した天井カメラ（Kinect v2）を用いて人物の転倒を検知し、見守りロボットを制御する。予めカメラキャリブレーションを行っておくことで、人物の骨格の実空間における3次元座標を取得することができる。

まず、人物の転倒検知には、天井カメラで得た頭部の高さを利用する。Z座標が20[cm]未満で転倒と判断し、その状態が3[s]以上続いた時、ロボットを人物に近づけさせる。

次に、移動目標座標の計算方法について述べる。見守りロボット[2]は人物胸部の動きから呼吸推定を行うため、転倒人物の胸部前方付近を目標座標とする。図2のように天井カメラで人物の腹部、右肩及び左肩の3次元座標を取得し、この3点の成す平面の法線をもとに人物の向きを推定する。この法線をZ=0平面に投影し、実験ではロボットの半径40[cm]を考慮して人物の前方70[cm]の座標をロボットの移動目標座標とした。なお、今回は天井カメラ1台のみを用いたが、Kinectでは画像上で上下が逆さになった人物の姿勢は推定できないため、将来的には複数台の天井カメラを用いて転倒した姿勢を推定する。

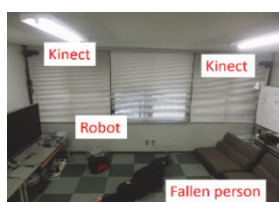


図1 システムの様子

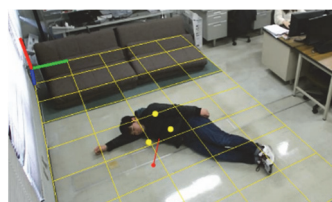


図2 目標座標の推定

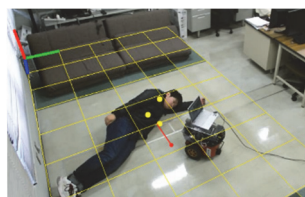


図3 実験結果



図4 別カメラの失敗例

3. 実験結果

提案システムを用いて天井カメラで人物を認識させ、見守りロボットを目標座標へ移動させる実験を行った。ロボットは初期位置と向きをあらかじめ決めておき、目標座標をTCP通信で受信することで目標に向かって回転・前進する。ロボットの移動量推定には現在はオドメトリ情報のみを用いている。実際にロボットを移動させた結果を図3に示す。人物が転倒している場合でも骨格の大まかな3次元座標が取得できていることが確認でき、計算した目標座標へ見守りロボットを移動させることができた。ただし、骨格座標の推定誤差により、ロボットの目標座標には10[cm]程度の誤差が生じる。また、絨毯の上ではオドメトリ情報の誤差が大きいため、今回は床の上でのみ実験を行った。

4. おわりに

本研究では、天井カメラを用いた転倒検知により、呼吸推定に適した位置へ見守りロボットを移動させる方法を提案した。天井カメラとロボットを連携させ、実際に転倒した人物の近くへ移動させることができた。

今後の課題として、まず、図4のように天井カメラ方向に頭を向けて転倒した場合には、正確な骨格3次元座標を取得できないという問題が挙げられる。これは、天井カメラの台数を増やすことで対応可能であるが、正確に骨格3次元座標が取得できているかを判定して、それらを統合する処理が必要になる。また、現状のシステムでは見守りロボットが背中を向けて転倒した人物の正面に回りこむように移動することはできないという問題が挙げられ、見守りロボットの自己位置推定や経路計画を実装することが必要である。

[参考文献]

- [1] 鍛冶良作, 廣田清美, 西村拓一: RFIDタグシステムによる閉所空間における転倒状態検出法の提案, 情報処理学会論文誌, vol. 51, no. 3, pp. 1129-1140, 2010
- [2] 牛島司, 佐竹純二: 見守りシステムのための移動ロボットによる呼吸推定方法の検討, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2A1-09b6, 2016