

Kinect を用いた介護ロボットの自律移動

中島 弘道 (理研) 向井 利春 (理研)

Autonomous Moving Care Robot By using a Kinect

Hiromichi NAKASHIMA (RIKEN), and Toshiharu MUKAI (RIKEN)

Abstract: In order to reduce the burden on the operator, autonomous operation of the robot within a range that does not impair the safety is beneficial. In this study, by attaching the Kinect sensor to the robot, the robot has realized the ability to detect the position of the patient on the bed, and move to that location.

1. はじめに

我々は介護支援の中でも移乗作業を行うロボット (Fig.1) の開発を行っている^{[1][2]}。開発している介護ロボットは、これまで安全を考慮し、操作者の指示でのみ動作し、自律的な動作はあまり行わせていなかった。しかし操作者の負担を軽くする観点から、安全性を損なわない範囲で自律的な動作を行うことは有益である。そのような動作の一つとしてこれまで、ロボットの両腕に装着された触覚センサの情報を利用して、両腕間の距離及び上腕の回転角度の調整を行う研究を行った^{[2][3]}。このような患者とロボットが接触する動作は、若干の危険性が考えられるが、より危険性の少ない動作として、台車によるベッドまでの移動が挙げられる。ロボットがセンサ情報を用いてベッド上の患者位置を認識し、操作者が安全を確認した上でロボットが抱き上げ開始位置まで移動するという一連の動作は、危険性が少なく操作者の負担を軽くする機能であると考えられる。

我々はこれまでに、ベッド上の患者を認識する手法を提案している^[4]。この提案手法では、ベッド上の物体を人物のテンプレートとマッチングすることで患者認識を行った。しかし、この手法では患者以外の物体患者であると判断してしまう場合が比較的多く、また実際の抱き上げに必要な頭の位置と膝の位置の検出は行っていない。そこで本研究では、より高い精度で患者の検出を行う手法を提案し、さらに患者の頭及び膝位置の検出手法についても提案する。

2. 患者位置推定

本研究では、深度情報を取得するために Microsoft 社製の Kinect 及び Kinect SDK, そして 3次元点群の処理を行うためにオープンソースのライブラリである PCL(Point Cloud Library)^[5]を使用した。

患者位置推定は次の3つの処理により行われる。最初にベッドのおおよそのサイズ及び高さ情報を用いてベッドの検出を行い、次に検出されたベッドの位置からベッド上の物体を抽出し、最後にその物体と人物のテンプレートデー



Fig. 1: Care Robot

タをマッチングすることで患者の検出及び位置推定を行う。ベッド上の物体 (点群データ) の抽出までの処理は、我々が既に提案した手法^[4]において述べているため、本論文ではそれ以降の処理について述べる。

2.1 患者検出手法

抽出されたベッド上の点群データが、患者の点群データかどうかをデータの大きさとテンプレートマッチングを用いて判定する。以下に患者検出処理の詳細を示す。

- 1) ベッド上の抽出データのサイズをチェック (長さ、幅、厚さ) し、適正であるかを判定する。
- 2) テンプレートデータに合わせて抽出データのスケールリングを行う。
- 3) テンプレートデータと抽出データの重心位置と主成分分析の第一主成分を用いて初期位置合わせする。(Fig.2)
- 4) ICP を用いてより高精度なマッチングを行う。(Fig.3)
- 5) 偏差が閾値以下の場合に抽出データを患者と決定する。

1) のサイズチェックの長さは、床面に投影したデータの第一主成分を用いる。また、幅は第一主成分と直交する方向での長さを使用し、厚さは床面に直交する方向の成分を用いた。2) のスケールリングでは、テンプレートデータと

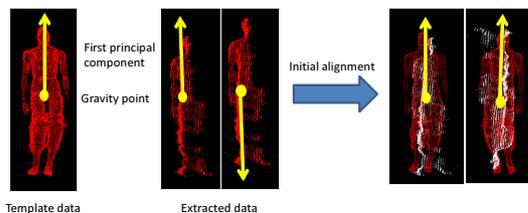


Fig. 2: Initial alignment

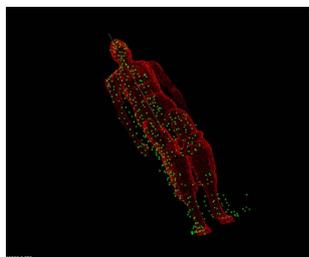


Fig. 3: ICP matching

のサイズが同じになるように抽出データを伸縮させる。3)の初期位置合わせでは、頭の向きが逆の場合も行き2つの偏差の小さい方を使用する。

2.2 患者位置推定

テンプレート上に配置した首座標と膝座標を、マッチング処理で獲得した変換行列を用いて座標変換し、抽出された点群データ上の首及び膝の座標を求める。実際の処理結果を Fig.4 に示す。図の右側にあるテンプレート上の首座標と膝座標が、図の左側にある抽出点群上の首と膝付近にマッピングされていることが確認出来た。

3. 移動実験

3.1 実験環境

ベッド上の患者を検出し、患者の位置座標を推定し、その座標の患者を抱き上げ可能な位置まで移動する実験を行った。Fig.5 に示すように、患者の首と膝の midpoint から 1m 手前を目標座標とし、患者の向きと平行な方向を目標姿勢とした。Kinect はロボットの頭部分(高さ 1.3m の位置)に設置し、ベッドと患者を検出する為に水平面方向に-10度,0度,10度と垂直方向 0度,-10度,-20度に頭を回転させて実験を行った。ベッドは幅 85cm × 奥行き 190cm × 高さ 60cm のものを使用し、Kinect とベッドの位置関係を様々に変えて実験を行った。また、使用した患者のテンプレートデータは、救助訓練人形ランディーを用いて作成した。

3.2 実験結果

ロボットの頭を上下左右に振ることによって、広い範囲でベッド及び患者の検出が行われた。また、患者の首及び膝座標から求められた目標座標への移動についても、正しく動作した。

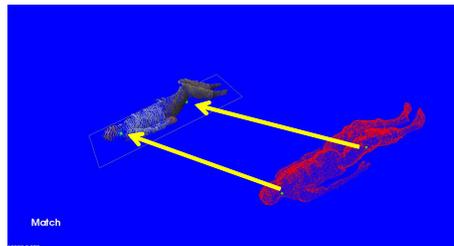


Fig. 4: Estimate the positions of the patient's neck and knee.

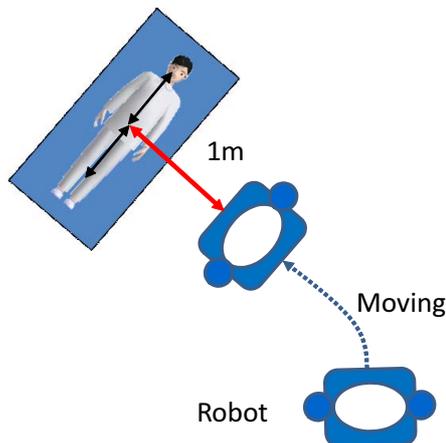


Fig. 5: Moving test

4. まとめ

Kinect を用いたベッド上の患者認識及び患者位置推定手法を提案し、実験により患者位置の推定が可能であることを示し、また本手法により推定された患者位置座標から介護ロボットの移動が可能であることも示した。今後、患者位置推定精度及び移動精度に関する検討を行う予定である。

- [1] T.Mukai, S.Hirano, H.Nakashima, Y.Kato, Y.Sakaida, S.Guo, , and S.Hosoe. Development of a Nursing-Care Assistant Robot RIBA That Can Lift a Human in Its Arms. In *2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS2010)*, pp. 5996–6001, 2010.
- [2] T.Mukai, S.Hirano, M.Yoshida, H.Nakashima, S.Guo, , and Y.Hayakawa. Tactile-Based Motion Adjustment for the Nursing-Care Assistant Robot RIBA. In *2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation(ICRA2011)*, pp. 5435–5441, 2011.
- [3] T.Mukai, S.Hirano, H.Nakashima, Y.Kato, Y.Sakaida, S.Guo, , and S.Hosoe. Whole-Body Contact Manipulation Using Tactile Information for the Nursing-Care Assistant Robot RIBA. In *2011 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems(IROS2011)*, pp. 2445–2451, 2011.
- [4] 中島弘道, 向井利春. 移乗介助ロボットの為のベッド上の患者検出. 第 32 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1H2-06(DVD-ROM), 2014.
- [5] Point cloud library(pcl). <http://pointclouds.org/>.