

腱駆動型ロボットアームによるバイタル測定

小此木 陸杜[†] 三枝 亮[†]

[†] 神奈川工科大学 創造工学部

1 はじめに

近年、医療介護現場では業務負担が増加する一方で職員人材を確保することは難しく、ロボットによる業務支援や業務代替への期待が高まっている [1, 2]。入院患者や入居者の体温や血圧などの情報は電子管理されているが、接触を伴う測定については職員が行うことが多く、測定を自動化する方法は確立されていない [3]。本研究では入院患者や介護施設利用者の自助的な健康管理を目的として、見回りロボットが能動的にアームを駆動制御して身体に接触し、バイタル測定を行うシステムを提案する。患者や入居者が見回りロボットと協調してバイタル測定を行うことで、現場職員の測定業務の負担を軽減するとともに当事者の健康管理の意識を高める。

2 腱駆動型ロボットアーム

本研究では病院や介護施設を巡回して患者や入居者の見守りを行う移動ロボットに搭載可能なバイタル測定アームを提案する。バイタル測定アームの外観を Fig.1 に示す。バイタル測定アームはロールの自由度を持つベース部、ピッチ及びヨーの自由度と剛性変化が可能な関節を持つリンク部、バイタル測定と把持検知の機能を持つエンドエフェクタ部より構成される。ベース部のロールは直接駆動、リンク部のピッチ及びヨーはベース部に配置したアクチュエータにより腱駆動する。リンク部の可変剛性は関節の固定解放を行う関節制動機構で実現する。筐体部品は Stratasys 社製の 3D プリンタ f170 を用いて製作した。ベース部とリンク部は ABS 樹脂素材で造形し、ハンドル部は ABS 樹脂素材と TPU 弾性素材を組み合わせて造形した。

リンク部の関節制動機構を Fig.2 に示す。関節制動機構はエアシリンダ、バネ、球保持フレーム、関節球で構成される。関節球は合成ゴムを使用し、球保持フレームは ABS 樹脂及び TPU 弾性素材を使用した。固

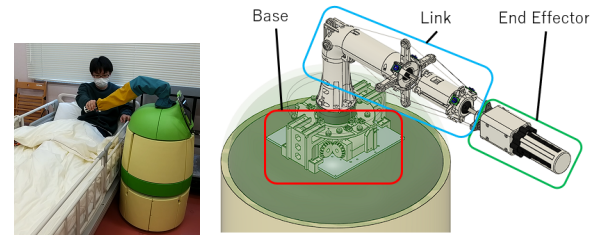


Fig 1: Vital measurement arm.

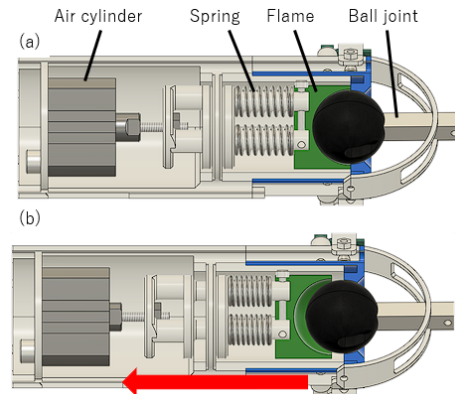


Fig 2: Joint fixation mechanism when the joint is fixed (a) and open (b).

定時はバネによる関節球の押しつけによって摩擦固定を行い、開放時はエアシリンダによる球保持フレームの引っ張りで解放を行う。

3 GUI シミュレーションシステム

ロボットアームの操作及びシミュレーションを行うため、GUI シミュレーションシステムを製作した。システムの製作には ROS 及び Qt ライブラリを用いた。システムの外観を Fig.3 に示す。本システムはスライダ、チェックボックス、マウス入力を備え、ロボットアームの各関節を操作することが可能である。また、事前に設定したアルゴリズムより関節の自動操作が可能である。入力情報は ROS のノード間通信を用いて関連するプロセスのノードに送信される。ロボットアームの姿勢状態は Rviz を用いて可視化され、安全な可動域

Vital measurement with a tendon-driven robotic arm
Rikuto OKONOGI[†], Ryo SAEGUSA[†]

[†] Faculty of Creative Engineering, Kanagawa Institute of Technology, 243-0203, Shimoogino 1030, Atsugi, Japan
{rikuto.okonogi, ryo.saegusa}@syblab.org

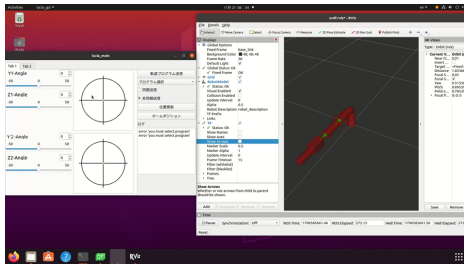


Fig 3: GUI simulation system.

を担保した動作シミュレーションを行うことができる。アームの駆動指令ノードは Maxson 社製の位置制御ユニット EPOS2 24/2 と通信し、モータの角度制御、トルク制御、ポテンシオメータの角度取得、エアシリンダの固定開放を行う。

4 実験

ロボットアームの姿勢制御の精度を検証するため、第1関節のピッチ角とヨー角の目標値と測定値を比較した。目標値はモータの回転角からワイヤ牽引量を計算し、ワイヤ牽引量と関節角の可動域の比から関節角度を算出する。なお、本実験では第2関節を固定状態とした。ピッチ軸及びヨー軸の第1, 第2関節間のワイヤ距離を d_p^{12} , d_y^{12} とし、モータからのワイヤ巻取り量を Δd_p^{12} , Δd_y^{12} とする。ワイヤ巻取りドラムの直径を D とする。ピッチ軸及びヨー軸の牽引モータを $\Delta\theta_p^m$, $\Delta\theta_y^m$ 回転したときのワイヤ牽引量は、

$$\Delta d_p^{12} = D\Delta\theta_p^m, \quad \Delta d_y^{12} = D\Delta\theta_y^m$$

となり、第1関節ピッチ軸角度 $\Delta\theta_p^{j1}$ は

$$\Delta\theta_p^{j1} = \frac{\Delta d_p^{12}}{d_p^{12}}(\theta_{pmax}^{j1} - \theta_{pmin}^{j1})$$

第1関節ヨー軸角度 $\Delta\theta_y^{j1}$ は

$$\Delta\theta_y^{j1} = \frac{\Delta d_y^{12}}{d_y^{12}}(\theta_{ymax}^{j1} - \theta_{ymin}^{j1})$$

となる。第1関節のピッチ角とヨー角の目標値(橙色)と測定値(青色)のグラフをそれぞれ Fig.4, Fig.5 に示す。

第1関節のピッチ角については、Fig.4 より 45[deg] まで振り上げ動作を確認できる。しかし、45[deg] から -45[deg] までの振り下げ動作は一定量の牽引後に開始している。これはワイヤの伸びが原因と考えられる。第1関節のヨー角については、Fig.5 より ± 20 [deg] 以下の動作を確認できる。しかし、 ± 20 [deg] 以上では十分

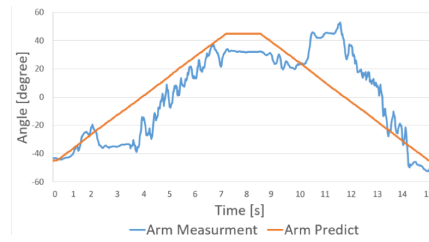


Fig 4: Arm pitch angle of the joint1.

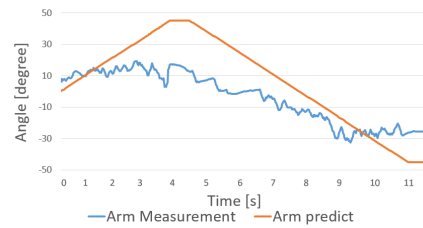


Fig 5: Arm yaw angle of the joint1.

な駆動が行われていない。これは計測時にベース部のロール軸を固定制御していなかったため、アーム全体がドリフトしたことが原因と考えられる。ベース部を固定した場合は約 ± 45 [deg] の振り下げ動作を確認できている。

5 まとめ

本研究では医療介護現場でのバイタル測定業務の支援を目的とした自律移動ロボットに搭載可能なロボットアーム機構を製作し、姿勢制御に関する性能評価を行った。ピッチ軸は振り下げ動作に誤差がみられたが、モータ停止後に目標値に到達できた。ヨー軸は目標値まで到達しなかったが、自律移動ロボットのロール軸の制御により改善できる。以上より、本ロボットアームはバイタル測定時に計測対象者の手元に到達することが可能である。今後はバイタル測定の精度を高めるため、個人の姿勢状態を認識して手元にロボットアームを到達させる駆動制御を導入する。また、バイタル測定時の使用感に関するアンケート調査を行う予定である。

参考文献

- [1] 山田 憲嗣, 介護ロボットの現状と課題, 日本老年医学, 52, pp.322-327, 2015,
- [2] 伊藤 正, 医療用ロボットとアクチュエータ, 日本ロボット学会誌, 33(9), pp.677-679, 2015.
- [3] 伊藤 美奈子, 看護職が行うバイタルサイン測定の実態, 聖路加看護学会, 19(1), 2015.