

805 着脱可能な 7 自由度ロボットアーム両端のインターフェース機構の開発

Development of an Interface Mechanism for Detachable 7-DOF Robot Arm Ends

学 茂木 正夢 (都市大)
正 佐藤 大祐 (都市大)

学 松本 愛 (都市大)
正 金宮 好和 (都市大)

Masamu MOTEGI, Tokyo City University

Ai MATSUMOTO, Tokyo City University

Daisuke SATO, Tokyo City University, Tamazutsumi 1-28-1, Setagaya, Tokyo

Yoshikazu KANAMIYA (D. N. Nenchev), Tokyo City University

Key Words: Interface Mechanism, Detachable Home Robot, Modular Home Robot

1 緒言

近年、少子高齢化や夫婦共働きにより家事の負担が増加しており、家事代行が可能なホームロボットの実現が期待されている。我々はモジュールで構成されるホームロボットを用いた複数の家庭内作業の実現を目的に研究を進めており [1]、その最小構成のロボットシステムは、アームモジュールとグリッパモジュールからなる独立移動可能な 7 自由度マニピュレータと、ベースモジュールとホイールモジュールからなる独立二輪駆動のモバイルベースを組み合わせたものである。外観を Fig. 1 に示す。

アームモジュールの両端にはアタッチメントと呼ばれるインターフェース機構が取り付けられ、このアタッチメントと対をなすインターフェース機構であるフィクスチャが、壁面や天井、モバイルベース上に設置されている。この二つの機構が組み合うことでアームモジュールがモバイルベースや壁面などに固定される。このように、着脱可能なインターフェース機構を利用して壁面や天井などに独立して移動することで作業範囲を広げ、より多くの家庭内作業を実現することを可能にする。

これまで本研究では空圧によって固定するインターフェース機構を使用しており、システムが大型化し住環境に適さなかった。本稿では、新たに開発したインターフェース機構について述べる。

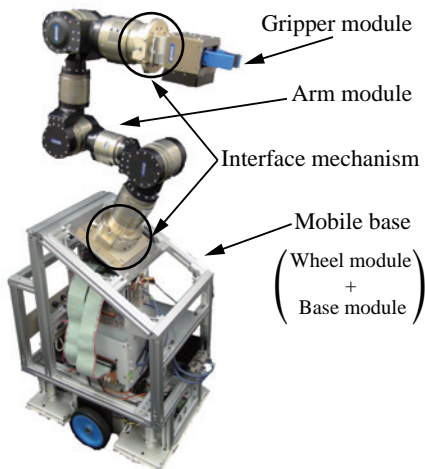


Fig. 1: Configuration of the modular home robot with the old interface mechanism.

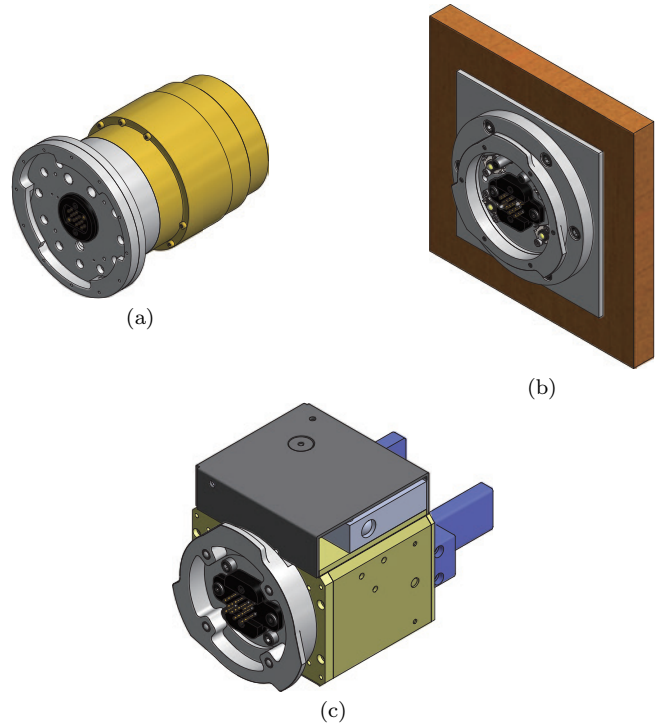


Fig. 2: The view of design: (a) attachment, (b) fixture (wall side), (c) fixture (gripper side).

2 インターフェース機構の設計要求

インターフェース機構の開発にあたり、主に次の四つを設計要求とする。一つ目は、空圧を用いずロボットの関節の動きのみで機構を固定すること。二つ目は薄型軽量化すること。三つ目は電気的な接続を確立すること。四つ目は住環境に適したデザインにすることである。

3 インターフェース機構の設計

3.1 固定機構

2 章で示した設計要求を満たすインターフェース機構を Fig. 2 に示す。Fig. 2 (a) のアタッチメントはアームモジュールの両端、(b) のフィクスチャはモバイルベースや壁面などに、(c) のフィクスチャはグリッパモジュールに取り付けられる。

インターフェース機構同士の固定方法は、空圧ではなくロボットの関節の運動により固定するために、アタッチメントをフィクスチャに挿入し、アタッチメントを回転させることで行う。アタッチメントにはリング、フィクスチャ

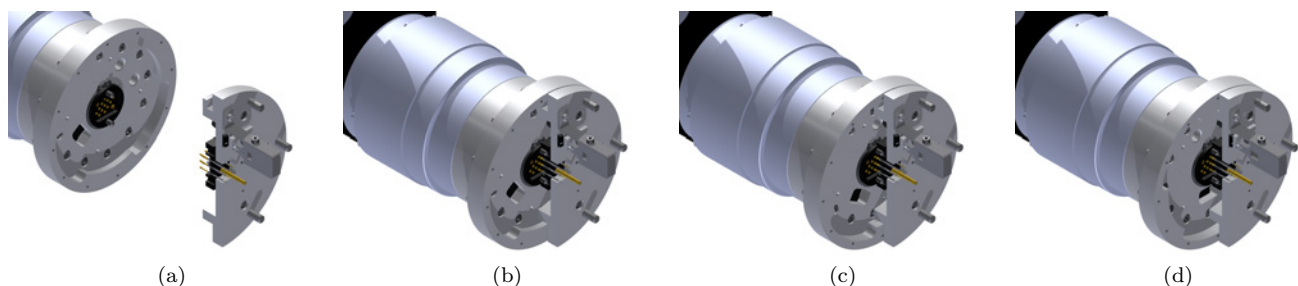


Fig. 3: Inserting motion: (a) positioning the attachment and fixture, (b) inserting the attachment into the fixture, (c) rotating the attachment, (d) pushing the pins to lock rotating motion.

には3枚の羽根が設けてあり、アタッチメントが回転することによりリングと羽根が噛みあい、軸周りの回転以外の5自由度を固定する。残りの1自由度の回転方向の運動を固定するために、フィクスチャからアタッチメントに対し固定ピンを挿入する。固定ピンの挿入はフィクスチャに取り付けたソレノイドにより行う。このインターフェース機構の固定動作を Fig. 3 に示す。

なお、Fig. 2(c) のフィクスチャ（グリッパ側）に関しては、フィクスチャ（グリッパ側）とグリッパの間にソレノイドを設置する余裕がないため、ソレノイドを取り付けることができない。そのため、四つのボールプランジャにより回転方向の運動を固定する。

3.2 コネクタ機構および USB カメラ

アームモジュールはバッテリーや制御コンピュータを内蔵していない。アームモジュールには外部から電力や信号が供給されるため、アタッチメントおよびフィクスチャには外部と電氣的な接続を確立するためのコネクタが取り付けられている。コネクタをインターフェース機構の中心に設置し、機構の結合時にコネクタが外部に露出しないようにすることで、住環境での違和感が低減し、人が誤って触れることを防ぐ。

また、アタッチメントには USB カメラが取り付けられている、このカメラでフィクスチャに取り付けたサークルズグリッドを認識することで、 $\pm 0.2 \text{ mm}$ の精度でアタッチメントからフィクスチャまでの位置を推定することができる。これにより、アームモジュールの繰り返し精度 $\pm 0.2 \text{ mm}$ と合わせて、 $\pm 0.4 \text{ mm}$ の精度で、アタッチメントをフィクスチャに挿入することができる。

3.3 強度解析

Autodesk Inventor Professional 2014 を用いて、設計したインターフェース機構の構造解析を行った。機構の部材はジュラルミン A2017 である。解析は壁面に乗り移りアームモジュールが壁に対し垂直に伸びている場合と、天井に乗り移り、根元から2番目の関節を 90 deg 曲げ天井に対しアームを平行にした状態の二通りであり、その条件を示す図を Fig. 4 に示す。

解析結果を Fig. 5 に示す。Fig. 5(a), (b), (c), (d) より、どの解析結果においてもジュラルミンの降伏応力 275 MPa に対し安全率が3倍以上であり、強度が十分であることが分かった。以前のインターフェース機構と比較し、アタッチメントは約 0.23 kg 、フィクスチャは約 5 kg 軽量化する

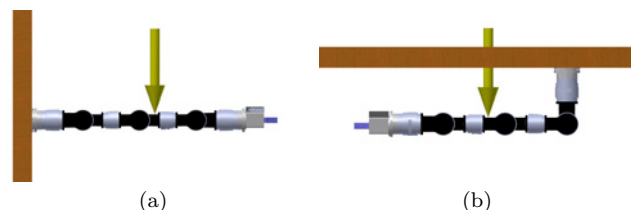


Fig. 4: The situation of analysis: (a) arm module fixed the wall, (b) arm module fixed the ceiling.

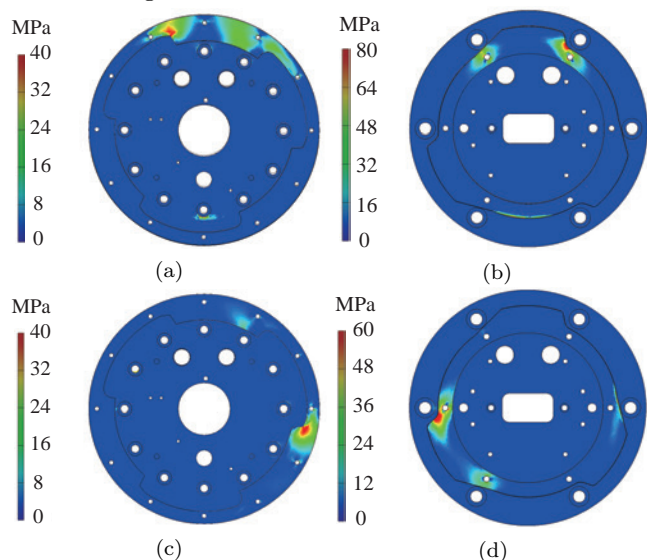


Fig. 5: The results of stress analysis: Arm module fixed the wall (a) attachment, (b) fixture. Arm module fixed the ceiling (c) attachment, (d) fixture.

ことができたため、十分な強度を持たせたまま、機構を薄く、軽くすることができた。

4 結言

ホームロボットによる様々な家庭内作業を実現するために、着脱可能な7自由度マニピュレータのための新たなインターフェース機構を開発した。強度解析の結果より、強度は十分であり、設計要求を満たすものが製作できた。

文 献

- [1] T. Tsuchiya, Y. Shiraki, S. Sekido, A. Yamamoto, D. Sato, and D. N. Nenchev, "Modular home robot system based on the MMM concept—design instance with detachable symmetric arm module," in *Proc. IEEE/ASME Int. Conf. Advanced Intelligent Mechatronics*, 2013, pp. 280–285.