

クラッチ機構を用いた多駆動アクチュエータの基礎研究

Study on multi-DOF actuator using clutch mechanism

○学 山本 航平 (弓削商船) , ◎正 前田 弘文 (弓削商船)

Kohei YAMAMOTO, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan
Hirofumi MAEDA, National Institute of Technology, Yuge College,
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Key Words: Multi-DOF actuator, Clutch mechanism, Human friendly robot, Minimization, Weight saving

1. 緒言

超少子高齢化が進む日本において、労働者の確保は大きな問題とされている。そのため、長い年月をかけ、多くの企業が人から産業ロボットへの仕事の置き換えを行ってきた。さらに、高性能 CPU、大容量メモリなどのハードウェアの進歩、クラウドを用いた膨大なデータの収集・蓄積、それらのビッグデータを用いた AI 解析など、新たな技術も生み出されつつある。また流通業界においても、ロボットの進出が目まぐるしく、Amazon.com では、2012 年に物流センター向け運搬ロボットメーカーの Kiva Systems を買収し、配送センターで自動箱詰め作業にロボットを投入している。運搬についても、2017 年に楽天とローソンによるドローンの宅配実験など、多くの企業が実用化に向けての実験を行っている^{(1)~(3)}。

一方、生産現場においては、消費者の要望の多様化に伴い、多品種少量生産に適した新たなモノづくりへの対応が求められる⁽⁴⁾。資生堂はこのような需要を考慮し、2017 年 3 月に形や材質の異なる複数のパーツを作業員 1 名と人型ロボット 2 台で組み立てて、最終製品を仕上げることを目的に、静岡県掛川工場のメーキャップ製品の組み立て工程に産業用人型ロボットを試験導入した⁽⁵⁾⁽⁶⁾。このような人とロボットの協働作業は、「人間共存型ロボットシステム技術」と呼ばれており、これまで人がいない場所・時間に稼働することを前提としたものがロボットの主力であったが、多品種少量生産に対応するために、人がいる時間に稼働することを前提としたものへと移行しつつある⁽⁷⁾。その際、最も重要とされることが、ロボットに人との親和性を持たせることである。そのため、物理的親和性を確保するための技術課題(安全性)を解決することが求められている。特に、人と直接ロボットが接するような局面が想定される場面においては、人の安全性を最優先として設計されなければならない。また、将来生産ラインを一人で管理・検査・判断するような人の能力を最大限活用するシステムの構築が求められていることから、安全性の確保は、十分に配慮しなければならない課題である。そのために、これまでは軽量かつ堅牢で、ロボット全体の広範囲検出(全身センサ)を行う方法が用いられてきた。

しかし、我々は低コストで安全性を確保するため、作業自体をロボットの内部で行うことを提案する。またこれまでのロボットと違い、作業員が一名すぐそばにいることから、それぞれの得手、不得手を振り分けることで効率化を図る。今回我々が提案する多駆動アクチュエータは、クラッチ機構を用いたもので、2つのモータのみで対象物の姿勢を自由に変わることができる。本論文では、このアクチュエータの概要と開発する際に必要となるクラッチ機構の切り替えタイミ

ングについて述べる。

2. 多駆動アクチュエータの概要

図 1 に多駆動アクチュエータの概略図を示す。多駆動アクチュエータは、3つのアームによって構成され、それぞれが直進運動と回転運動を行うことができる。また、図 1 のアーム A と B の回転運動は常に連動して駆動するのに対し、アーム C はクラッチ機構を用いることで、単体回転駆動も他の 2 つのアームとの連動回転駆動も可能としている。なお本論文では、多駆動アクチュエータの動作切り替え箇所を考慮し、以下の 4 つの場合に分けて考える。なお、本論文では対象物を株式会社メガハウスのルービックキューブ ver.2.0 とする。

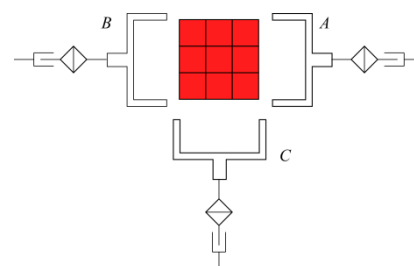


Fig. 1 Schematic of multi-DOF actuator

①対象物の受け取り位置(図 2)

アーム C の z 座標が最大になる状態で、対象物の受け取りを行う位置である。この際、アーム A と B は z 軸に最も遠ざかった状態となる。

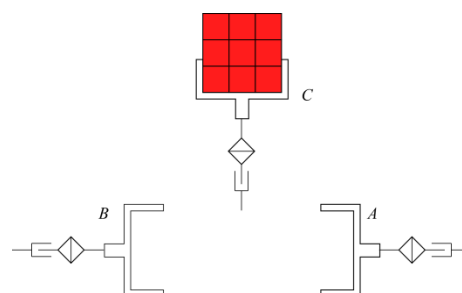


Fig. 2 Position for receiving object

②対象物の z 軸周りの回転位置(図 3)

①の状態から下がった状態で、外装およびアーム A と B に干渉せず、アーム C を z 軸周りに回転できる位置である。

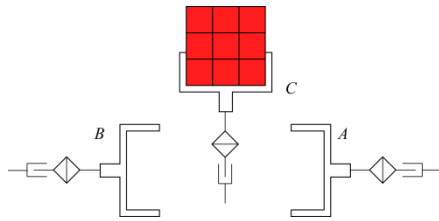


Fig. 3 Position for rotating the object around the z axis

③対象物の持ち替え位置 (図 4)

対象物をアーム C からアーム A と B に持ち替える位置で、アーム A と B と C のすべてが対象物に触れている状態である。

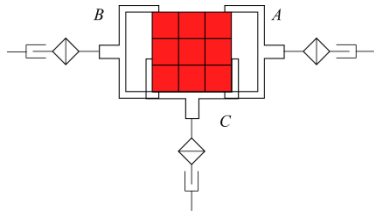


Fig. 4 Position for switching the object

④対象物の x 軸周りの回転位置 (図 5)

アーム C の z 座標が最小になる状態で、対象物を x 軸周りに回転する位置である。この際、アーム A と B はアーム C に干渉せず、z 軸に最も近づいた (対象物を把持した) 状態となる。

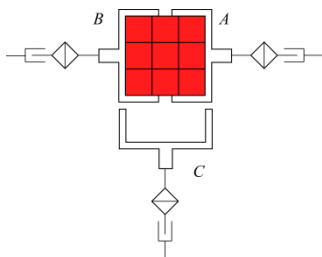


Fig. 5 Position for rotating the object around the x axis

3. 切り替えタイミング

2 章で述べた動作切り替え箇所における拘束条件のみでは、切り替えタイミングおよびそのために必要となる部品の寸法を一意に決めることができない。そこで新たに、垂直方向の移動距離 (アーム C の移動距離) もしくは水平方向の移動距離 (アーム A と B の移動距離) のどちらか一方を最初にする拘束条件を設ける。これにより、アクチュエータの駆動範囲およびサイズが一意に決定する。

4. 導出結果

今回、導出した寸法を基に作成した CAD データの一部を図 6, 図 7 に示す。

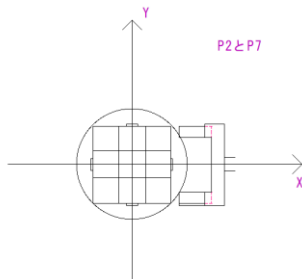


Fig. 6 Check for rotation of object around the z axis

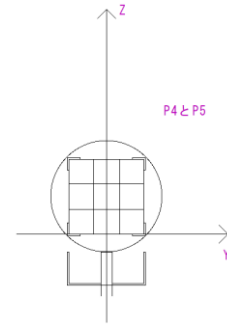


Fig. 7 Check for rotation of object around the x axis

これらの図より、それぞれの機構が互いに干渉することなく動作することを確認した。この結果を踏まえて作成した多駆動アクチュエータのアーム C を図 8 に示す。



Fig. 8 Cad data of arm c

5. 結言

本論文では、多駆動アクチュエータの概略およびその拘束条件について述べた。また、最適な寸法設計についても触れ、それぞれの機構が互いに干渉しないことも確認した。

今後は、これらの算出した寸法を基に多駆動アクチュエータを設計し、実際に製作する予定である。

文献

- (1) 毎日新聞, “自走式ロボットを国内初導入 川崎市の物流施設”, <https://mainichi.jp/articles/20161206/k00/00e/020/263000c> (2018/01/22 アクセス) .
- (2) 日本経済新聞, “米アマゾン, 物流システム企業を 650 億円で買収”, https://www.nikkei.com/article/DGXNASGM2000H_Q2A320C1000000/ (2018/01/22 アクセス) .
- (3) 日本経済新聞, “楽天とローソン, ドローン使った商品配送を試験運用”, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZ022063150Q7A011C1000000/> (2018/01/22 アクセス) .
- (4) 吉富 佐, “多品種少量生産時代の生産技術の動向について”, <https://ci.nii.ac.jp/els/contents110003866189.pdf?id=ART0005180270> (2018/01/22 アクセス), 日本造船学会誌 (1988), 第 711 号, pp.551~557.
- (5) 資生堂, “化粧品業界で世界初, 組立工程に人型ロボットを試験導入—「人とロボットの協働作業」による新しいモノづくりを目指す—”, <https://www.shiseidogroup.jp/news/detail.html?n=00000000002150> (2018/01/22 アクセス) .
- (6) 日本経済新聞, “資生堂, 掛川工場のメーキャップ製品組立工程に人型ロボットを試験導入”, https://www.nikkei.com/article/DGXLRSP440338_T20C17A3000000/ (2018/01/22 アクセス) .
- (7) 日本ロボット学会, “人間共存型ロボットシステムにおける技術課題”, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrsj1983/16/3/16_3_288/_pdf (2018/01/22 アクセス), 日本ロボット学会誌 (1998), Vol.16, No.3, pp.288~294.