

オフセット型関節ロボットの開発

○ 品田 康平 (旭川高専) 佐竹 利文 (旭川高専)

要 旨

本研究では、これまで、高度な数学的知識を必要としないロボットの運動学計算用ソフトウェアツールを開発してきた。このツールは特異姿勢などにより計算が破綻することがないこと、複数部位の位置決めを指定できるなどの特徴を持っている。そのため、複数部位の位置決めによる様々なポーズのための関節指令の計算が可能である。本研究ではこのツールを用いることを前提に3Dプリンタを用いてオフセット型関節ロボットの開発について述べる。

1. はじめに

一般にロボットは、生物等の形態をモデルに設計されるが、製造が容易であることや制御の容易さも設計時の大きな要因となっている。一方、制御用コンピュータの小型化やアクチュエータの小型高性能化により、製作という側面においては、より多様な形態のロボットを安価に作るための環境は整っている。制御の問題を無視すれば、ジョイントの数は幾つでも増やすことができる。図1(a)に示すように、様々な障害を避けながら目的の作業を行うことに加え、余分なジョイント及びリンクを利用して、物体を抱えて移動させることも可能になると考えられる。また、自重を支えることも1つの作業であるので、(b)に示すように、自重を支えることが出来る姿勢を作り、かつ、目的の作業をするための姿勢を作るような使い方も出来る。さらに、(c)に示すように、固定端を持たない構造であれば、地上を移動するときは4本足の動物のように変形し、水中移動の場合は、魚の形態に変形して移動するなど可能となる。

本研究グループでは、これまで、運動学計算に必要な高度な数学的な知識を必要とせずにロボットの運動学計算を構成する方法の開発を行ってきた。これは、回転関節、直動関節、リンクをそれぞれ1つのモジュールとして考え、モジュールごとの計算として実装し、ロボットの構造全体に合わせてモジュールを組み合わせるのみで、運動学計算を構成する。これを関節独立型運動学計算と呼ぶ。また、関節独立型運動学計算に基づき、LinuxOS上で動作するソフトウェアである”RoboShell”を開発している。このソフトウェアツールには、「ロボットの構造データを設定するのみで、順逆運動学計算が可能である。」、「特異姿勢およびその近傍においても計算が破綻せず、位置決めすべき部位を目標に対して接近させる姿勢を求めることができる。」、「ロボットを構成する任意の部位を複数位置決めすることができる。」などの特徴を持つ。運動学計算の困難さを“RoboShell”が軽減すると、よりロボットが多様な作業を行うことが可能になる。

本研究は、数百のジョイントからなるアーム型ロボットを作業に適した形態に変化させ、動作を生成するロボットの開発を目的とし、本報告ではオフセット型関節ロボットモジュールの開発について述べる。

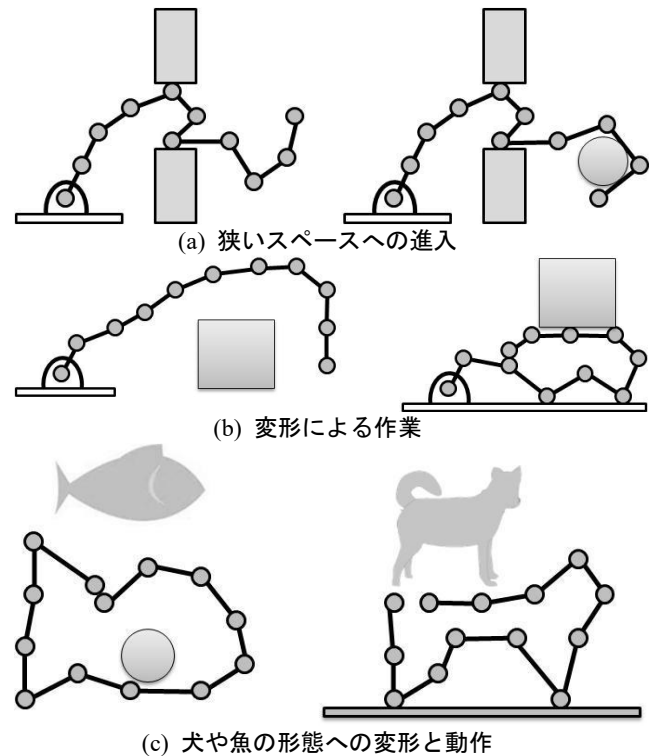


図1 超冗長ロボットの形態変形

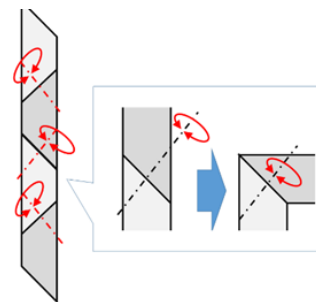


図2 オフセット型回転関節

2. オフセット型回転関節の概要

オフセット型回転関節を持つロボットアームは、図2に示すように、関節の回転軸がアームの長手方向に対して傾いた構造を持つもので、一つの関節の動きでアームが三次元的な動きを実現する。また、荷重をモータの軸のみではなく面で受けることができる。

3. 関節モジュールの設計

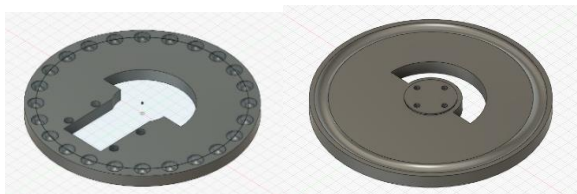
今回の設計の要点を以下に示す.

- (1) 部品の形状を単純化
- (2) 回転部にスラスト玉軸受を実装
- (3) 部品共通化
- (4) 組み立ての容易さ

(1)は単純な部品は見た目役割がわかりやすく、組み立て時に迷わずに作業を行える。(2)はモータの軸への負荷を減らすことと、接触面の摩擦を低減するために軸受を実装する。(3)はオフセット関節の角度に関わらず部品を共通にする。(4)はサーボモータを含めた組み立てを容易にする

図3に軸受の上側部品(a)と下側部品(b)の内面側を示す。(a)の丸いくぼみには玩具の銃で使われるBB弾が入る。(b)の円状の溝をBB弾が走る構造である。部品の直径は100mm 厚さ5mmで24個のBB弾を用いる。この二つの部品をBB弾を挟んでサーボモータに取り付けると、BB弾が転動体となって軸受の役割を果たす。ここでBB弾を使用したのは、3Dプリンタが小さな球体をつくるのに向かないからである。

図4にオフセット角度が 45° と 0° のリンク部品を示し、図5にオフセット角度が 0° と 0° のリンク部品を示す。両部品共、その上面下面の空洞のサイズは同じで軸受部品が嵌るようになっていいる。図4のリンク部品は直径110mm、軸間距離約68mmのもので図5のリンク部品は直径110mm、軸間距離45mmである。接続部分が同一形状のため、任意の構成のロボットアームを製作することができる。



(a) 上側部品 (b) 下側部品

図3 軸受部品

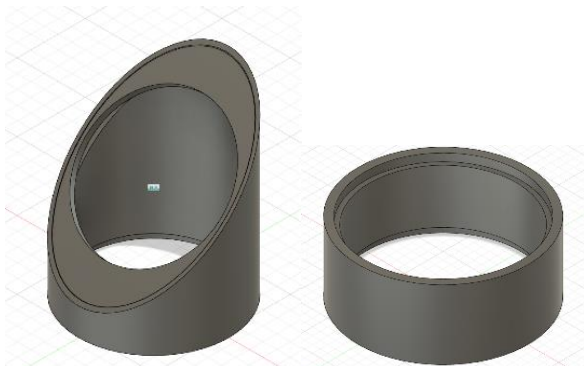


図4 オフセットリンク部品 図5 水平リンク部品

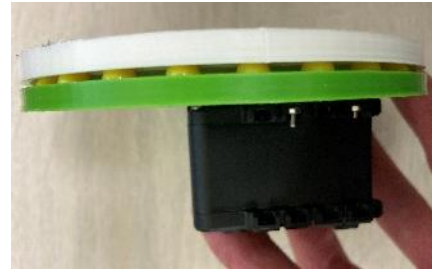


図6 サーボモータの取付写真



図7 組立写真

4. 関節モジュールの組立

図6は軸受部品にモータを取り付けた写真である。使用したサーボモータはDynamixel社製AX-12aである。信号線及び電源のケーブルは軸受中央の穴を通す。これがリンク部品に取り付けられる。

図7は5つのリンク部品で構成したロボットアームである。4つのモータはそれぞれ下側のリンク部品に取り付けられている。

ねじ類を極力減らし、3Dプリンタは高い精度で部品を製作できるため、はめ合いに向いていることもあり、取り付けのほとんどをはめ合いで行っている。

5. おわりに

本研究は、数百のジョイントからなるアーム型ロボットを作業に適した形態に変化させ、動作を生成するロボットの開発を目的とし、本報告ではオフセット型関節ロボットモジュールの開発を行った。2種類のモジュールがあり、それらは接続面の形状がまったく同じであるため、自由につなぎ合わせることができる。

参考文献

- [1] 福丸, 林, 佐竹他, 超冗長直列ロボットのための関節独立型順逆運動学計算の構成, 精密工学会誌, 2019年 85巻 6号 p. 585-590