

第 54 回 sig-challenge での 発表を終えて

加 藤 大 登

Hiroto KATO

電子情報学科 3 年

1. はじめに

新潟県長岡市にて 8 月 16 日から 8 月 18 日にかけて開催されたロボカップジャパンオープン 2019 がおか^[1]に龍谷大学植村研から Baby-Tigers-R というチームとして、教員 1 名と学生 4 名で大会に参加した。

その大会中の 17 日に未来の AI に向けた研究成果を扱う第 54 回 sig-challenge 研究会^[2]にて発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

第四次産業革命 (Industrie 4.0) では、工場のオートメーション化が注目されており、柔軟な生産体系が求められる。本研究では、そのような場における、加工用アーム型ロボットを搭載した移動式ロボットに注目をする。従来では、自動搬送ロボットが物を取ったり置いたりする時は、その作業対象の前に移動して、静止してから作業を行っていた。しかし、効率化を考えると、作業が可能な領域に入った段階で作業を開始した方が望ましく、また、他の移動ロボットや人間等の近接を考えると、作業中に移動できた方が望ましい。そこで、本研究では、ロボットアームを搭載した移動式ロボットが、作業をしながら数 cm 程度の移動を行う場合を目標とする。その際に、ロボットの移動を考慮してロボットの先端座標を扱うことで、ロボットがどのように移動しても安定して物体を扱うことができる。本研究では、そのための問題点を抽出した。

2.2 移動式ロボット：Robotino

本研究では、加工用アームを取りつける移動式ロ



図 1 アーム型ロボット Cobotta

ットとして Robotino を用いる。このロボットには、3 個のオムニホイールがついており、そのモーターを制御することによりどの方位にも進むことが可能である。実際にプログラムする時には、各プログラミング言語からハードウェアを制御する API を呼び出す。各モーターの回転速度を指示する形だけでなく、ロボットの座標系に対しての速度を指定することで各モーターの回転速度を計算する関数も用意されている。

2.3 多関節アーム型ロボット：Cobotta

加工用アームとしてデンソーウェーブ社製の Cobotta を用いる (図 1)。工場のラインで使われている工業用ロボットと同じ仕組みであるが、小さいサイズで、重さも 4.5 kg と軽量である。アームの制御方法として、直接アームを動かしてモーター角を取得するダイレクトティーチングが手軽にできる。RoboCup Logistics League^[3]では、加工機器に製品であるワークの提供、または加工されたワークの受け取りを行う際にグリッパーやハンドが必要となる。グリッパーやハンドに対する制約はなく、それを含むロボット全体のサイズに対する制約を満たすことができれば競技に出ることができる。

2.4 先端座標の計算

ここでは、グリッパーの制御方法について検討する。各モーターの値から、グリッパーの先端座標 (x, y) を計算する方法を運動学と言い、一つずつ順番に計算すれば求まる。アームの根元を基準座標

(x_1, y_1) とし, そこから各モーターの角度 ϕ_i とモーター間の長さ l_i を基に, 次の関節点の座標 $(x_i + 1, y_i + 1)$ を計算する ($1 \leq i < n : n$ はモーターの数).

一方, アームの先端座標から各モーターの角度を計算する方法は逆運動学と言ひ, 自由度が高いアームを扱うとき, 複数の解が存在する場合が生じるため, そこから一つを選ぶ仕組みが必要である.

本発表では, アームを固定している土台が動く場合を考える. これは通常のアームの先端を動かすための考え方とは真逆の考え方である. つまり, 従来は土台が固定されていて先端のアームの軌跡を計算するのに対して, ここでは先端のアームを固定して土台の固定点が軌跡を描くことになる. 計算の対象となるモーターの順番を逆に行うことで, アームの先端を空間に固定したまま土台部分の移動が可能となる. ただし, 土台の部分はロボットに固定されているので, そのモーターは z 軸方向を向いている条件が必要となる.

2.5 結果と考察

各モーターの可動範囲と長さを基に, 土台部分を固定したときの先端部分の可動範囲,そして先端部分を固定したときの土台部分の可動範囲を調べた. 先端部分の可動範囲は, 図2となった. 一方, 先端部分を固定したときの土台部分の可動範囲は, 図3となった. 先端部分稼働の場合と比べ, 土台部分の軸が z 軸を向いているという条件があるため, 先端部分稼働の場合よりも面積が狭いことが分かる. また, 実際に利用する場合には, 土台部分が上下に動くことは困難であるため, この図の x 軸方向の直線上を移動するのみと考えられる. そのため, 可動幅が長い部分に合わせて, ロボットの高さを設定した方が良いことが分かる. 例えば, y 軸の値が最小値となる部分に対して, z 軸方向に約 8 cm 分の幅があるため, 4 cm ぐらい高い場所に設置するのが望ましいことになる. 図3の可動範囲の下部にある横矢印の線より約 30cmの可動域があることが分かった. これより, アームの上端に対して, 真下

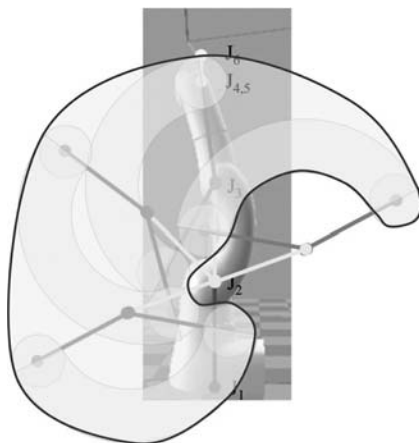


図2 土台を固定したときの先端部分の可動範囲

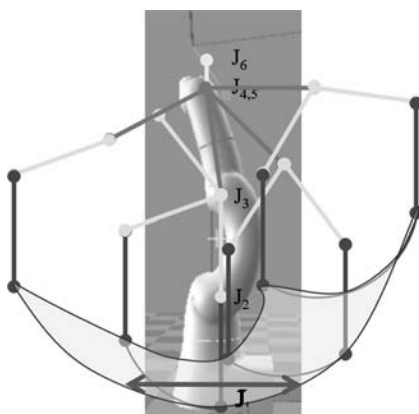


図3 先端部分を固定したときの土台の可動範囲

48 cm ほどの部分に土台が来るようにロボットに搭載すれば, 先端部分を固定した時に動く範囲を長く取ることができると考えられる.

3. おわりに

今回の発表は, 植村先生の終始ご理解あるご指導のもとに進められたものであり, また同研究室の鈴木勇貴さんをはじめとする先輩の方々のご指導・協力によって進められたもので深く感謝申し上げます.

参考文献

- [1] <http://www.robocup.or.jp/japanopen2019/>
- [2] <http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~challenge/>
- [3] <https://www.robocup.org/leagues/17>