

多脚歩行ロボットの制御法開発

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 鈴木 貴樹

1年 佐々木 大夢

1年 齋藤 弘夢

1年 西村 圭

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

准教授 齋藤 敬

1. 研究目的

私たちはロボットに対する興味関心があり、自分たちの今後の研究の足掛かりとするため、学生自主研究として多脚型ロボットの製作を行うことにした。今回はこの多脚型ロボットの製作を通して、プログラミングやロボット制御の基礎、リンク機構などについて学ぶことを目的とする。そのため、ロボットの歩行に使われているチェビシェフリンク機構を用いて実際にロボットを作り、不整地面で使用できる段階まで達成することを目標とした。

2. 研究内容

A) ロボット大会への参加とその準備の手伝い

無線操縦型ロボットによる格闘戦「かわさきロボット競技大会」に向け、指導教員の人工生体機構研究室にて設計された特殊3Dチェビシェフリンク式新型歩行ロボット「グラスゴート」の製作を支援し、機械部品製作についての技術を一通り学習する。また、大会に参加することでロボット整備の技術や、様々な機構を持つ機体を観察し知識を得る。

B) 簡易的な多脚ロボットの制御

教育用ロボットキット LEGO Mindstorms EV3 を用いて簡易的な機体を製作し、それを動作させるシステムを構築することで、制御を学ぶ。

C) より発展させた多脚ロボットの製作

これまでに学習した事柄を用いて、機体の大まかな部品やプログラムを自分たちの手で作成し制御を行う。部品製作には CAD ソフト SolidWorks 2016、ロボットの制御には組込制御ボードである Arduino Uno を用いた。

3. 研究結果

A) ロボット大会への参加とその準備の手伝い

7月から8月にかけてグラスゴートの作成を行った。各種工具、工作機械を用いて部品の切削、組み立てを行い、技術を習得した。またここで、基本的なリンク機構を学んだ。さらに、8月24日・25日に神奈川県川崎市で行われた「かわさきロボット競技大会」にこの機体で参加した。結果は、ロボットの不具合により予選に至る前の実機審査の段階で、選外という残念な結果になったが、他チームの機体を観察して様々な新しい発見をすることができた。また、その後のチーム間交流会で、積極的にたくさんの技術者と交流・情報交換を行い、新たな知識を得ることにつながられた。

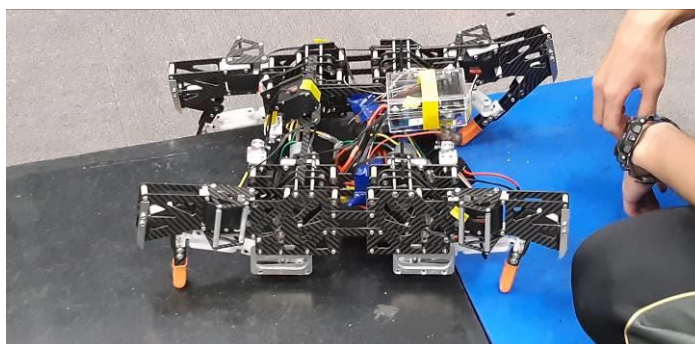


図1 多脚歩行ロボット「グラスゴート」

B) 簡易的な多脚ロボの制御

9月から10月にかけて教育用ロボットキット LEGO Mindstorms EV3 を用いて、実際に四脚ロボットを作成した。その後、実際に Arduino に接続、平面床で前進、後退、右折、左折を行った。平面地での前進はスムーズに進むことができたが、少しの段差で止まってしまうことが多かった。また右折・左折に関しては位相がずれ、動作不能になることが頻繁にあった。



図2 EV3による試作ロボット

C) より発展させた多脚ロボットの製作

二本の足と二本の支えによって移動する機体を製作し、「Arduino」に接続したコントローラの信号をプログラムと補助基板を通し、モーターを制御することで動作するようにした。細かい概要は以下に記載。

① 制御1：Arduino

プログラミングによる制御のために今回は前述の Arduino uno を利用した。プログラミングは Arduino 言語を用いて行い、コントローラからの信号をモーター制御用の補助基板に送る。それぞれパッケージングしてあるため、簡単に構成を変更可能となっている。

② 制御2：コントローラ

3Dプリンターで作成した外装に前後左右用ボタンとON/OFFスイッチを取り付けた。通常はArduinoからの5V電流が流れているがスイッチを入れるとその回路のみ0V (GND)に接続され、判別できる。

③ 制御3：補助基板

Arduinoは+電流しか流せないため、モーターを正逆両方に回転可能とするようモータードライバ（東芝製・TA7279AP）を使用した補助基板を用意した。配線もこの基板を経由することで整備が容易となっている。

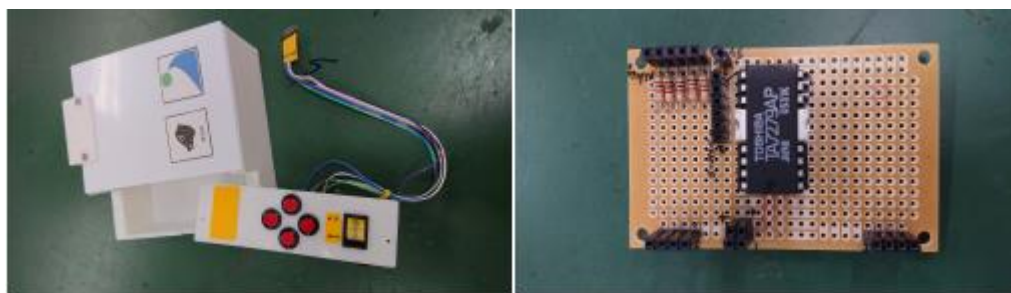


図3 電装開発品

左) コントローラ、右) 補助基板

④ モーターとギアボックス

今回モーターはタミヤ製ダブルギヤボックスを使用している。これは安定した動作と高いトルクを得るためである。ノイズの影響を考慮して、モーターにコンデンサーを付けた。

⑤ チェビシェフリンクによる歩行脚

足の歩行を実現するため、インターネット上の動画を参考に、二本

の足を設計した。

⑥ エンコーダー

今回の研究では、脚の初期位相を統一させるために、磁気式アブソリュートエンコーダーAS5600を使用、脚の位相を検知するようにした。

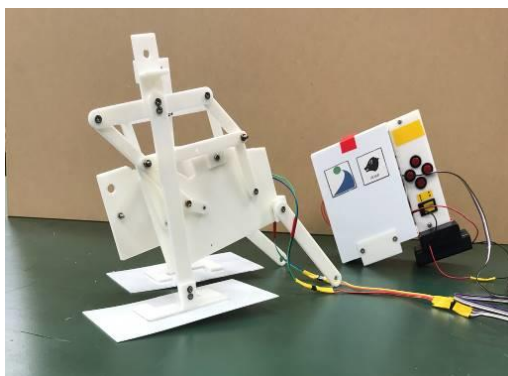


図4 試作多脚ロボットとコントローラ

・動作試験結果

脚部分は正常に作動したが、モーターの回転が想定より速いため、センサがうまく働かず、位相制御が不安定であった。また設計時、負荷に伴う歪みへの配慮が足りず、実際に制御する際に、部品間の干渉が生じてしまった。これを解決するには各部品の素材の変更、モーターの速度調整が必要であると考える。

4. まとめ

今回の自主研究で、「かわさきロボット競技大会」の参加や実際にロボットの作成を通して、CADやArduino等基本的かつ実践的な技術を身に付けることができ、有意義な研究ができたのではないかと思う。今回形にしたロボット技術は、研究室で開発中の鳥獣被害対策中型機「かみやぎ」、搭乗用大型機「おおやぎ」の歩行制御にも貢献できることから、実用的な歩行を目指して引き続き改善を重ねていきたい。

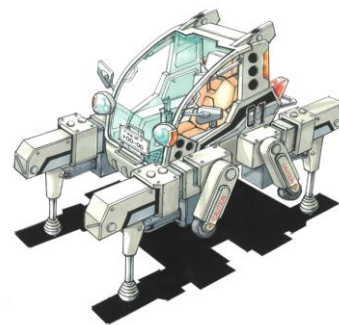


図5 「おおやぎ」
デザイン：大河原邦男

<参考文献>

- ・登尾 徳誠「ゼロからよくわかる！ Arduinoで電子工作入門ガイド」

<参考動画>

- ・dabyon「チェビシェフリンクで二足歩行」

(<https://youtu.be/L6Rch6UMWfc> 【2020/02/25】)

- ・SolidWorksのグローバル変数と関係式を使って歯車をつくる

(<http://kengo700.hatenablog.com/entry/2016/03/13/SolidWorks%E3%81%AE%E3%82%B0%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB%E5%A4%89%E6%95%B0%E3%81%A8%E9%96%A2%E4%BF%82%E5%BC%8F%E3%82%92%E4%BD%BF%E3%81%A3%E3%81%A6%E6%AD%AF%E8%BB%8A%E3%82%92%E3%81%A4%E3%81%8F>)