

LEGO mindstorms を用いた生産ラインの製作

— 作業ロボットの製作とプログラムによる制御 —

日大生産工(学部) ○大場 正博

日大生産工 三角尚治

1 諸言

ロボットの高性能化により、工場のオートマチック化が進んでいる。これをファクトリーオートメーションという。バラエティー番組などで放送される工場見学の様子では、さまざまなロボットがスムーズに作業を行い、製品を製造している。

本研究では LEGO® mindstorms® とその拡張セットを主に用いて、CPU でサーボモーターを制御することにより実現可能なロボットの製作を目的とする。そこで、本研究の第一歩としてハンバーガーのパン二枚と中に挟むための肉一枚の合計三つの部材からなるハンバーガーを積み上げることを目標とした。

2 使用機材

本研究で用いた機材を以下に示す。どれも LEGO®社の製品を使用した。

- mindstorms® NXT
×2 セット(型番 9797)
- mindstorms® NXT 拡張セット
×2 セット(型番 9695(新), 9648(旧))
- Science & Technology Base Set
×1 セット(型番 9686)

3 組立

ハンバーガーを積み上げるという目標を達成するために、ロボットアームを搭載したハンバーガー積み上げロボット(図1)を製作した。生産ラインの製作ということで、多くの方はベルトコンベアーを主流とし、その脇にロボットが設置されているというイメージを持ったであろう。しかし、ハンバーガーの

部材三つを積み上げることを考えた場合、固定型のロボット三台に加えベルトコンベアーを動かすロボットが別途必要になる。さらに部材三つを重ねるためには長いベルトコンベ

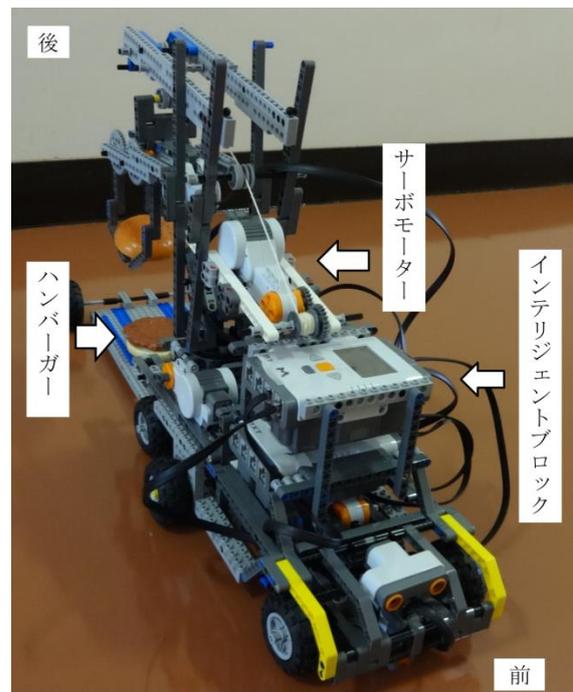


図1 ハンバーガー積み上げロボット(全体)

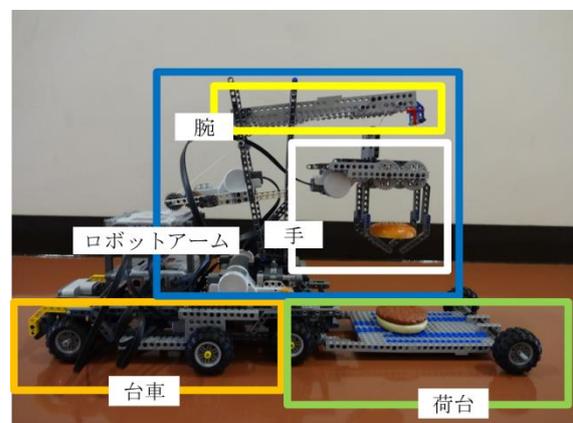


図2 本ロボット名称一覧

The Hamburger Robot

— A LEGO robot that is programmed to create Hamburgers —

Masahiro OBA and Shoji MIKADO

アーとその設置スペースが必要となるため、あえて車型のロボットを製作した。

製作したロボットの大きさは高さ 363 mm、長さ 615 mm、幅 210 mm である。図 1 と図 2 に示した通り、本ロボットは台車の前方に CPU を搭載したインテリジェントブロックを二つ取り付け、後方にロボットアームを取り付けた。このインテリジェントブロックの製品仕様としては、インプット用のポートを四つ、アウトプット用のポートを三つ備えており、光センサー、音センサーなどの情報をインプット用のポートから取り込み、情報処理した結果をアウトプット用のポートからサーボモーターに出力することができる。

製作開始当初、単に台車の後方にロボットアームを取り付けたが、その際、後輪がハの字に変形し、後輪二つをつなぐ軸が湾曲した。原因としてロボットアームが重すぎることが考えられた。この問題を解決するために二つ

の車輪の間にもう一つ車輪を付け加えることで問題を解決した。その様子を図 3 に示す。

さらに、製作開始当初ロボットアームは台車最後部についていたが、これが後輪上部にあったため多くの負荷が後輪にかかっていた。これを改良するため車体を前後方向に伸ばし、後輪上部にロボットアームが存在しないようにした。しかし、そのため車体が長くなりロボットアームの設置箇所が中央やや後方になり、その部分が湾曲するという新たな問題が発生した。それを改善すべく、湾曲最下部付近に新たに車輪を左右一つずつ取り付けることで各部品にかかる負荷を分散させ、車体の大きなゆがみを取り除くことに成功した。改良前と改良後の台車に関して図 4 に示す。

加えて、製作開始当初ロボットアームの腕が短く遠くのものゝが掴めずに台車後方の荷台にハンバーガーを積み上げることができないという問題が発生していた。このため、より

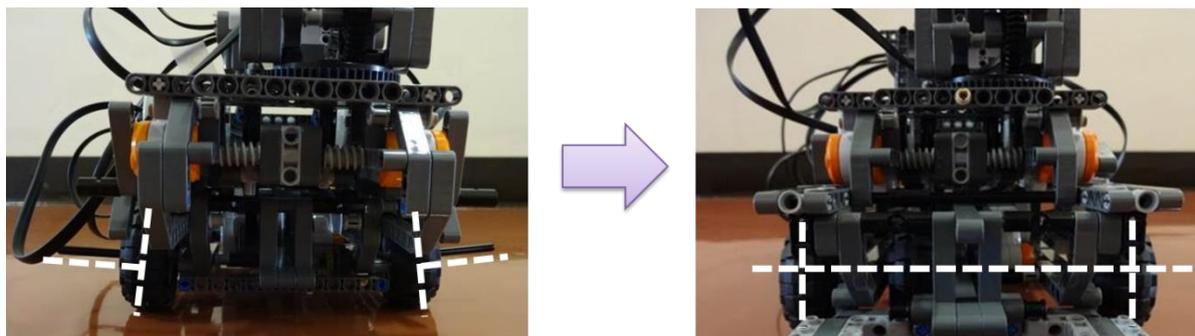


図 3 後輪部位の改良

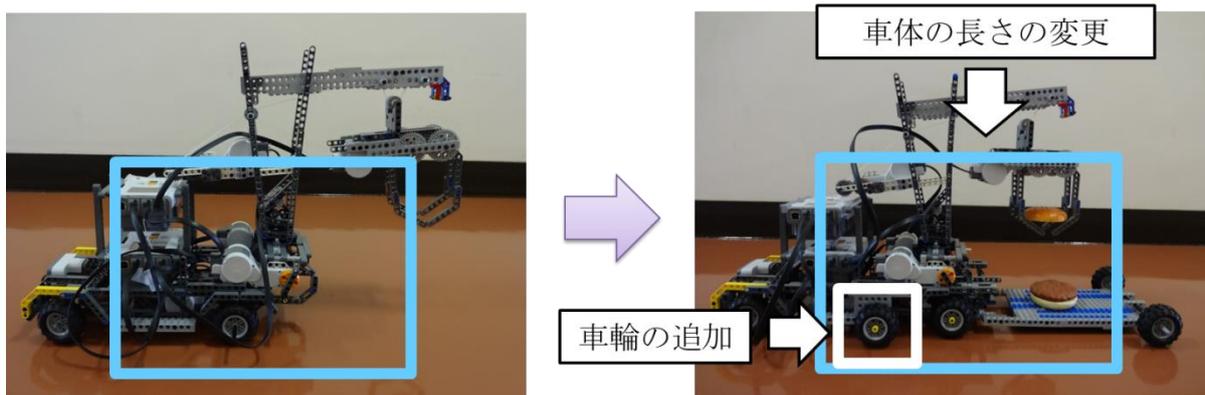


図 4 台車後方の改良

遠くに存在するハンバーガーを掴むためにロボットアームの腕を長くし、且つ、物を積み上げることを考えて腕の位置を高くした。

また、ロボットアームの腕を傾けハンバーガーを掴もうとすると、二つのロボットアームの手の指先が水平ではなくなってしまう。これにより再び持ち上げた際ロボットアームの手の中でハンバーガーが動き落ちてしまうという問題が発生した。これを改善すべく、ハンバーガーを掴む際にロボットアームを傾けて、できるだけロボットアームの手を遠くに移動させた後に糸と滑車を用いてロボットアームの手を降下させてハンバーガーを掴むように改良を行った。改良前と改良後のロボットアームの様子を図5に示す。

前述のとおりインテリジェントブロックはアウトプット用のポートを三つ備えているが、動作させたいサーボモーターは五つである。それは、糸の長さを調節するもの、ロボットアームの台座を回転させるもの、ロボットアームの傾きを制御するもの、ハンバーガー

を掴み離すもの、台車を前進させるものである。そのためインテリジェントブロックに搭載されている Bluetooth[®]機能に着目し、必要なときに通信を行うことで二つのインテリジェントブロックを用いて五つのサーボモーターの制御を行った。用いる二つの CPU の片方にマスター、もう片方にスレーブと名付ける。マスターにはロボット全体を、スレーブにはロボットアームを制御させる。具体的には、マスターに糸の長さを調節するもの、台車を前進させる計二つのサーボモーターを、スレーブにはロボットアームの台座を回転させるもの、ロボットアームの傾きを制御するもの、ハンバーガーを掴み離す計三つのサーボモーターを接続する。動作開始後、スレーブは動作を行わずマスターが台車を前進させてある位置で停止する。そして Bluetooth[®]通信を用いてメッセージを送信し動作の完了をスレーブに伝えた後、マスターは待機しスレーブはロボットアームの動作を行う。このようにマスター、スレーブの動作完了を相互

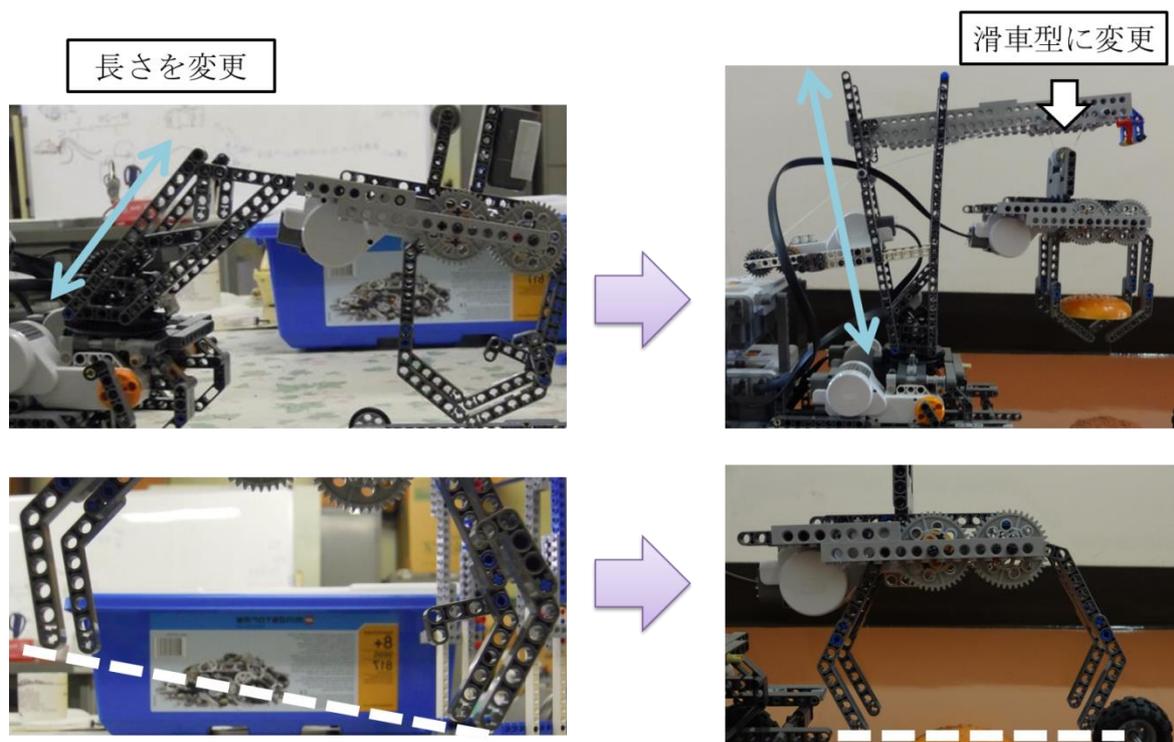


図5 ロボットアームの改良

に伝えて、その間自身は動作を行わないようなプログラムを製作した。今回はハンバーガーの部材三つを積み上げることを目標としたためプログラムの繰り返し回数を二回として実行させた。本研究においてロボットに行わせたい動作のフローチャートを図 6 に示す。

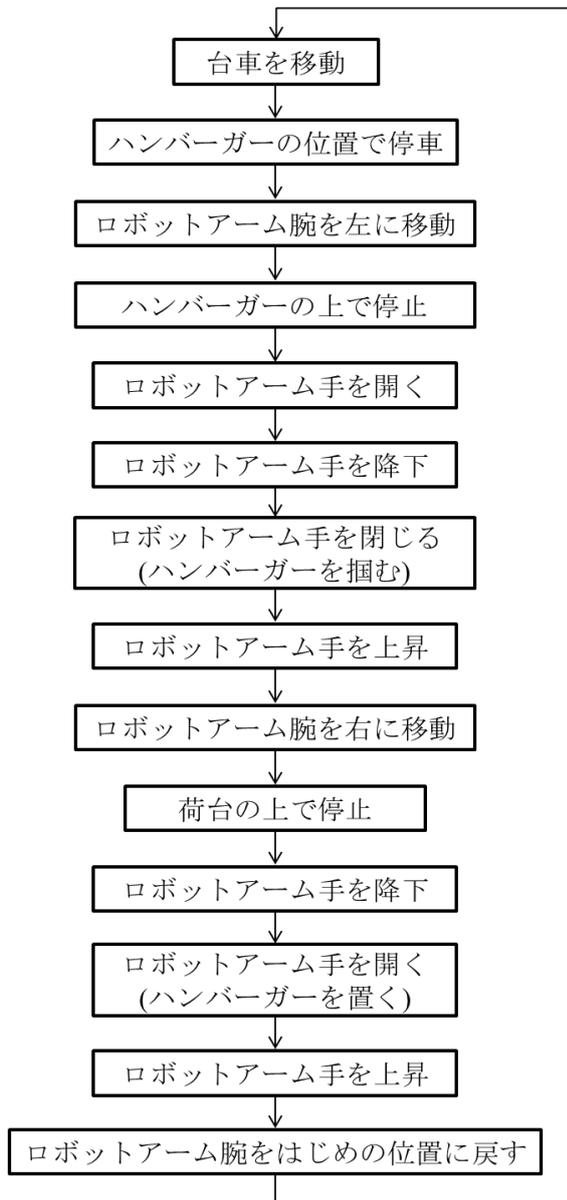


図 6 ロボット動作概要

4 評価

動作を確認したところ、図 6 に示した一連の動作が完了して無事に三つの部材を積み上げることができ、ハンバーガー積み上げロボットを完成することができた。ただし、未

だ台車後方が重くパーツにも負荷がかかっているためロボットアームの改良が望まれる。物を積み上げる動作という点で、本研究で製作したロボットは生産ラインの一つのモデルとしてみなせると私は考える。

今後の展望として、現時点での本ロボットはインプットの情報が無くアウトプットのみでの行動であるため、情報を解析して行動につなげるというロボットの改良を行う。例えばライントレース技術を応用して生産ラインに直線だけではなく曲線も取り入れることで様々な状況に対応させ、ロボットの停止位置を外部の環境に応じて制御することを予定している。

5 最後に

本研究は三角先生が組織している Mikado 塾のプロジェクトの一つである。塾では自分が何をしたいのかを考え、それに具体性を持たせるという過程を経て形として実現する。自分のやりたいことを実行できるが、その一方で自らがプロジェクトを始めたということに対し責任を持つ。この研究を通して私に出来ること、不足しているものを改めて自覚することができた。さらに、失敗したことに対しその原因を突き止め解決する手法とその大切さを学ぶことができた。ここで得た経験を基にプロジェクトを完遂させるべくこれからも努力、行動していきたい。

6 参考文献

- 1) 大庭慎一郎, 「入門 LEGO MINDSTORMS NXT 第 2 版」, ソフトバンククリエイティブ株式会社(2010), p.52-55,128-136.
- 2) 藤吉弘亘, 藤井隆司, 鈴木裕利, 石井成郎, 「実践プログラミング LEGO Mindstorms NXT で目指せロボコン! 初版第 2 版」, 近代科学社(2010), p.59-64.