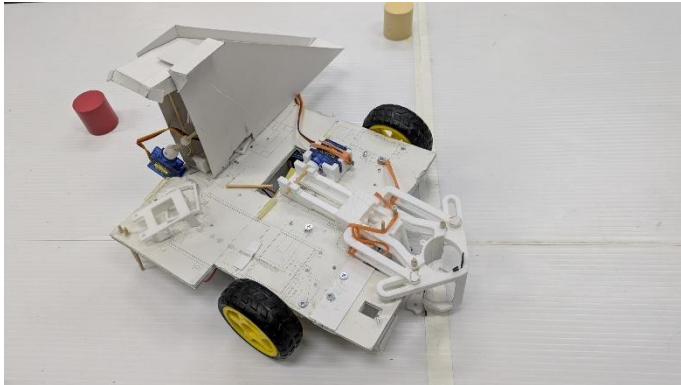


メカトロニクス総合実習 報告書 ・ 班番号 (1)

学生氏名 1, 学生氏名 2, 学生氏名 3, 学生氏名 4

1. 試作装置の概要および報告会の結果



私たちの班では、上の写真のようなロボットを制作した。このロボットの特徴は、ロボット前方のアームでオブジェクトを把持し、持ち上げ、ロボット後方の滑り台上で離し、ロボットのエネルギーを使用せずにオブジェクト転がして課題をクリアするというものである。これはオブジェクトが円筒形である特徴を活かした点数の獲得方法である。

本番では、ロボットの調整が足りず 0 点に終わった。

2. 試作品の良かった点と悪かった点

今回、制作期間中に完成させることが出来ずに、本番で使用したものが完成した 1 台目となる。

1 台目での良かった点は、“オブジェクトを場外に移動させる”という点において、ほかの班とは違い、オブジェクトの形状を活かした得点の仕方が一番良かった点だと考える。また、本番で発揮することは叶わなかったが、オブジェクトを正確に正面に捉えて専用のアームで掴む、ということもほかの班と差別化することが可能であり、制御の精度をアピールすることが出来た。

改善すべき点は、ペース配分が悪く期間内に作成することが出来ず、要サーボモーターから要求されるロボットのボディの剛性が圧倒的に不足していた点である。3D プリント

品で制作する計画であったが、アーム部分以外は厚紙で制作した。基礎部分に関しては、ロボットを駆動させる点においては厚紙で十分であったが、アーム部分を基礎部分に固定する必要があったため、基礎部分でさえも不十分である。又、滑り台部分を用いてストリングでアームを持ち上げる必要があったため、滑り台部分も厚紙では不十分であった。

さらに、サーボモーターの駆動部についてもメンテナンス性において大きな課題が残った。滑り台の内側の空洞にサーボモーターを隠す形状になっていたせいで、ストリングが絡まったときの対処に大きく時間がかかってしまい、試行錯誤の時間が無くなってしまった。ストリングをサーボモーター先端につけた竹串にアロンアルファで接着をしていたため、ストリングの固定方法の抜本的な構造の改善が必要である。対処法としては、玩具のヨーヨーと同じ仕組みを流用するこ

とで固定法とストリングが絡まること改善することができると考える。メンテナンス性の改善においては、各駆動部を大きくすることで対処が可能であると考え。設計者において、精密な駆動を実現するためには多くの試行錯誤が必要である。

3. プログラムでの調整点

プログラムでの設計をが担当した。今回は、2つの 360° のローテーションサーボを使用する設計に加え、オブジェクトを正確に正面に捉える設計になったため、その正確な制御に苦戦した。さらに、最終調整ではボディが厚紙になったため、スイッチを用いたフィードバック制御が理想であったが、サーボの駆動時間のみのシーケンス制御での秒数の管理が難しかった。

設計当初から、オブジェクトの効率的な探索と、正確な相対位置の設定が大きな課題であり、同時にこれを超音波センサー 1 つで解決することが自分の目標であった。他の班は、超音波センサーを効果的に使用することをほぼ諦めていたことを聴いていたため、正確な制御を実現できなかった。

最終的な Arduino の探索プログラムは元のお手本プログラムから派生して 7 種類作成された。それぞれ、以下に探索のプログラムとメカのプログラムの特徴を述べる。

1)test.ino

ロボットが回転しながら超音波センサーで、距離 (distance) が 1600cm 以下になったとき、ロボットを前進させる。さらに、距離が 50cm 以下の時に停止、サーボを動作させる。また、黒いテープを検知したら停止する。というプログラムとなっている。

さらに、ネストを多用しておりかなり読みにくくなっており、プログラムを作ったが動作させる前に改善したアルゴリズムを思いついたので、構想を残しつつ次の sketch_oct11d.ino に内容を引き継いだ。

2)sketch_oct11d.ino

このプログラムは、一定距離のオブジェクトを検知しなかったらその場で回転してオブジェクトを探して、見つけた瞬間に止まって止まった方向に進むというものである。大まかな探索の方向は決まっており、今回からこの方向で開発を続けていた。

このプログラムを書く上で課題だったのが、ロボットを回転させる動作と、超音波センサーを動作させることと、オブジェクトとの距離を判別させる動作を並列して行わなければならないことである。後に、この処理は MsTimer2 ライブラリを用いて解決したが、想像通りの動作をせずかなり苦労した。

3)Supmle_1.ino

何のサンプルなのか意味不明なファイル名ではあるが、ここでは distance と value の値で DC モーターの制御のテストをするためのプログラムである。

ここでは主に現在の完成前の不完全な形状のロボットの value 値の調整をするために作成された、赤外線センサーの調整用のプログラムになっている。

4)tansaku_system.ino

これは、蛇のように蛇腹に進行していきながら、探索をするというものがある。右に回転して前進、左に回転して前進を繰り返して、**value** 値によって外枠を検知してエリア内全体を見ていく、ということを想像して作られた。

しかし、これを実際に動作させたところ、左右の振れ幅がプログラムの動作とは大きく異なった動作をしていた。右に 30° 動いた後、左に 60° 動く想定だったが、右に 30° 動いた後に左に 45° 程度しか動かないというものである。この原因として、タイヤの形状、タイヤの素材、ステージの凹凸、ステージの滑りが挙げられる。これらの原因、特にステージに起因するものは取り除くことはほぼ困難として、前進しながら周囲の探索する構想を次に引き継いだ。

5)search_system.ino

このプログラムの構想は、**int distances[75]**で 75 個の超音波センサーによるデータを格納して、その中から最も小さいものを判断、その値を検知した方向にロボットをセットしてオブジェクトに向かう、というものである。

このプログラムは、75 個のデータを収集、格納、最も小さいあたいを判断することまではできたが、75 個のデータを格納した後に最も小さい値を検知した方向に向かうことが難しくデータ格納の構想を次のプログラムに引き継いだ。

6)search_system_r.ino

これが私たちの班の最終的なサーボモーターも含めたプログラムになる。

search_system.ino からの変更点は、格納するデータの個数を 500 個まで増やした点と、**MsTimer2** ライブラリを用いて 50msec で超音波センサーを割り込み処理させることで、疑似的な並列処理を実現した点である。さらに、超音波センサーから得られる値がさらに小さいものに更新される限りロボットを前進させるようにしたことにより、ロボットに対して、オブジェクトを正面に捉え続けることが可能になった。そして、アームで掴める位置まで前進したらアームを動作させることができる。

今回の動作方法が、ストリング巻き付けによるアームの動作だったため、ローテーションサーボを使用した。回転方向と回転速度での制御のみとなってしまう、動作時間の調整がシビアだった。アームは繊細で複雑な形状だったので、サーボモーターによるオーバートルクを防ぐために、理想はトグルスイッチを用いて、掴む+持ち上げると離す+下げるを切り替えることであった。

7)PlanB.ino

このプログラムは、**MsTimer2** ライブラリを用いて、ステージの境界の黒い線を検知するまでは直進し続ける単純なプログラムである。

赤外線センサーで黒を検知したらロボットを後退させ、方向転換し直進を繰り返すだけである。これはテスト走行で、実機の赤外線センサーの値をモニターして調整するだけで雑に 80%の成績を残すことが出来た。

4. メカトロ実習で学んだこと

1)計画性

今回の明らかな失敗の原因は、試行錯誤の時間が無かったこと、完成が締め切り直前になってしまったことである。

科展でのコーヒークップの制作を振り返ると、大きなものを作っているのもあったが、試作機は遅くとも 1 週間前には完成していた。それに対して、私たちは前日の放課後に完成した。今回のロボットはボディには主に 3D プリント品を使用する計画であったため、印刷時間も考えると完成していなかったことがわかる。

また、このロボットの開発において、プログラムはわたしが、メカの開発は大部分をが分担して担当したことによるコミュニケーションエラーによる進捗、目標の共有が為されなかったことにも大きく起因する。複数人での開発であったため、もっとコミュニケーションをとって全体のプランニングをする必要があった。

2)開発のウェイト(メカ、プログラム、安全、メカの保護、メカとプログラムの互いの信頼性)

tansaku_system.ino の開発中で苦戦した要素のほとんどが、メカ的な要素によるものであった。DC モーターの動作時間などのプログラムによる改善ではなく、タイヤに輪ゴムを巻くだけで食いつきが大きく改善された。

さらに、繊細な構造をトルクの高いサーボモーターで破壊されないようにプログラムの調整に難航した。そのため、剛性が低かったり繊細で複雑だったりする部分は、小さな力で動作するようにする必要がある(時計の機械式時計のイメージ)。今回のように、サーボモーターの高トルクを受ける部分は剛性を高める必要がある。

また、今回のような同じ部品を使って試行錯誤を繰り返すような開発では、初めから専用設計をするのではなくモジュール化など、汎用性とメンテナンス性を重視した試作機を量産して開発を繰り返すべきだと痛感した。

5. おわりに

厳しい結果に終わり、私たちの作品は競技の土台に立つことすらできていなかったと考える。これにはチームでの開発におけるプランニング、コミュニケーションが不足していた点が大きな原因だと考える。私たちがこれから進む工学の世界はワンマンでの開発ではない。この反省点をもとにこれからの研究室活動を進めていく必要がある。

[引用文献]

(1)メカトロ実習配布プリント

(2) 最 終 報 告 の プ ロ グ ラ ム
(https://github.com/choco9534/mechatoro_subject)