

ロボマッスル



ブログ



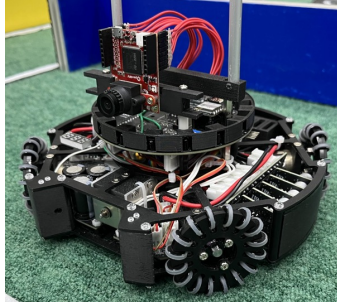
Twitter



GitHub

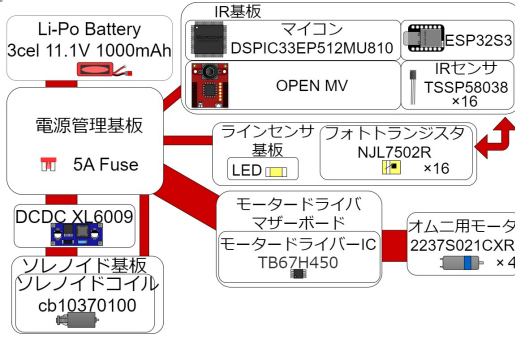
メンバー

ロボット1

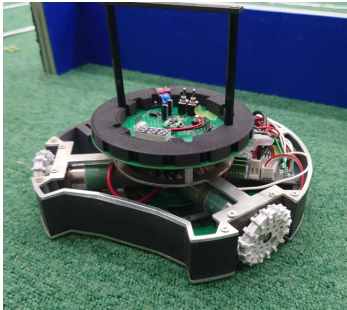


アタッカー

回路構成

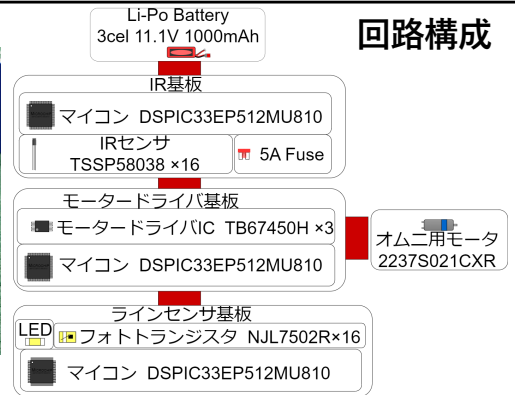


ロボット2



キーパー

回路構成



チーム活動・開発環境

私たち産技高専ロボカップ研究部所属のロボマッスルはRCIサッカーライトウェイトに出場するために、2年生3人、4年生1人で活動しています。

【ロボット設計】



Autodesk Fusion
主に機体と回路の設計に使用
機械部品と回路の設計を一つのソフトででき、データ共有がしやすい。機械部品と回路の干渉をアセンブリで確認できる。

【チーム連絡】



Discord
主にチーム連絡やタスクの管理に使用
過去の投稿が残るため共有した内容の保管ができる。

【機体制御】



MPLAB X IDE
主に機体のプログラムを書くのに使用
メインで使っているPICマイコンの公式が出しているIDE。
コード生成やCOMポートのデータ確認機能があり便利。

【データ公開】



Git Hub
主に機体のコードを公開するために使用
バージョン管理ができるため過去の変更点などを確認できる。

また、私たちは他チームとの交流や自分たちの技術の交換は必要不可欠だと考えています。そのため、開発状況やロボットの紹介などをブログやX(旧Twitter)などを通して発信しています。

スポンサー様

JLCPCB様やSTMicroelectronics様がスポンサーになり、支えていただいたことで予備部品の購入、カメラやキッカーなどの導入に挑戦ができるようになりました。
また、都立産技高専の未来工房プロジェクトからもご支援をいただきました。
改めてたくさんの支援をしていただきありがとうございます。

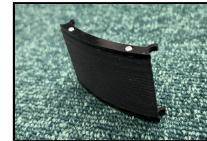


機体設計

パーツは重量のバランスを考え後方にリポバッテリー、前方にソレノイドや基板を配置している。このことにより、左右の重量バランスの違いによる動きの違いを少なくし、機体を安定して動かすことが可能になった。
また軽量化を考え、3Dプリンターで製作したABS製の部品や強化ビニール、POMでできている比較的軽量の部品を使用しているが、強度が必要な箇所はアルミを使用して上部に積載するものを支えている。これにより、重量を抑えつつ強固な機体を作ることができた。
アルミ製の部品にはアルマイト加工を施したものを使用し、回路が短絡することを防いでいる。



ロボットを上から見た写真



外装パーツ



自作オムニホイール

側面のカバーパーツは整備性を考え、工具等を使用せず手で着脱ができるようにした。

オムニホイールは比較的大きめのものにすることで今回使用しているモーターの高い回転数とトルクを生かし高い機動性を発揮できるようにしている。また、サイドホイールにはシリコンワッシャーを使用することで、摩擦力を高め、空転をしないようにし、力がしっかりと加わるようにしている。

安定動作する回路を目指して

昨シーズンの機体は回路の動作があまり安定せず機体が誤動作を起こすなどが頻発した。そのため回路の安定性を向上させ、安定して動くロボットを作るために以下のことを行った。

ノイズを低減しマイコンを安定動作

- ・モータードライバなどから発生するノイズを、絶縁型DCDCコンバータとフォトカプラを使用しGND絶縁することで遮断
- ・マイコンの電源ピンにバイパスコンデンサを接続することでノイズを除去

故障時の対応を簡単に

- ・モータードライバやマイコンなど故障する可能性のあるICを一部ピンケットで接続することで故障時に故障したICのみを取り外して換装できるようにした
- ・ケーブルコネクタの接触不良で回路が動かないなどの事故が頻発していたため、回路に電源が入力されているかを可視化する照度の低いLEDを搭載しコネクタの接触不良を可視化した

PICマイコンを使う理由

私たちのチームでは、複数のセンサーやモーターの制御、基板間通信を一つのマイコンで同時に実現するために、4つのUARTと16個のPWM出力を備えたPICマイコン「dsPIC33EP512MU810」を採用しています。このマイコンは70MIPSの処理能力を持ち、複雑な演算を高速で行えるほか、DSP機能による高速な信号処理が可能です。また、peripheral pin select機能を活用することで、基板設計時の配線ミスにも柔軟に対応できます。他のマイコンと比較してみると、Arduinoはシンプルな制御に適していますが、高度な演算処理には不向きです。Raspberry Piは画像処理や機械学習などに優れますが、リアルタイム性が求められる制御には適していません。STMマイコンは32bit MCUのARM Cortex-Mコアを搭載し、複雑なデータ処理やリアルタイム制御に優れ、情報も豊富です。これらと比較すると、STMマイコンは高度な処理性能を必要とする場面で非常に有効です。しかし、私たちは開発環境が整い、経験豊富な先輩方からの指導が得られるPICマイコンを採用しました。これにより、スムーズな開発が可能となっています。

ライン検出処理の高速化

以前のラインセンサ基板ではラインセンサから出力されたアナログ信号をマイコン内のADコンバータでデジタル信号に変換していた。

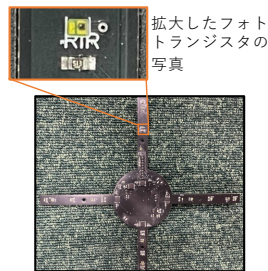
ADコンバータモジュールでは一つずつしか変換できず処理時間が長かった。また、マイコン内部のモジュールを使用する方法だとマイコンの処理時間を増加させ、プログラムが複雑化しデバックが困難になるなどの問題があった。

コンパレータを用いてAD変換を行うことでマイコンの処理負担を削減し、プログラムのデバック性を向上させた。AD変換を並列処理できるようにしたため変換時間を20μsから1.3μsに短縮(約93.5%の高速化)することに成功した。

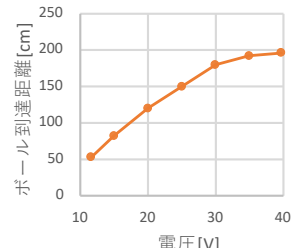
高威力なキッカー

高出力なキッカーを積むことはキック力を向上させ得点力に直結する。しかし、重量とサイズの制限を考えるとあまり大型のソレノイドを搭載することはできない。

そこで、XL6009昇圧DCDCコンバータモジュールを用い、ソレノイドに入力する電圧をバッテリー電圧の11.1Vから40Vに昇圧した。これによりソレノイドを換装することなくキック力を向上させた。実験を行い到達距離を検証した結果、ボールの進む距離が53cmから194cmに向上していたことが分かった。



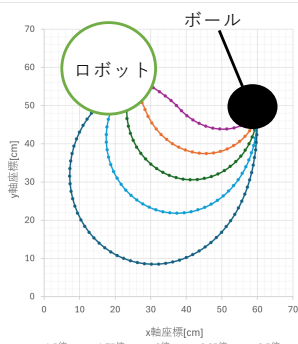
ラインセンサ基板の写真



ソレノイド電圧に対するボール到達距離の計測実験結果

効率的な回り込み処理

ロボットがボールの後ろに回り込む処理は、相手ゴールへのシュート成功率やオウンゴールの防止に大きく影響する。しかし、この処理に過剰なマイコンのリソースを割り当てると、センサーデータの読み取りなど他の重要な処理に悪影響を及ぼし、結果的にロボット全体の動きが低下する可能性がある。そのため、少ない計算リソースで効率的かつ理想的な軌跡を描き、ボールの後ろに回り込む方法を工夫する必要があります。そこで、我々はロボットから見てどの方向にボールがあるかの角度の値に定数倍(ゲイン)をかけた方向に進む処理を実装した。具体的には、ロボットの前方を0°、右回りを負の方向、左回りを正の方向と定義し、ボールがある角度に一定のゲインを掛けた方向に移動させることで、自然な弧を描きながらボールの後ろに回り込む動作を実現した。この方法の有効性を確認するため、Excel上でシミュレーションを実施した結果、ゲインを2.0から2.25の範囲に設定すると、スムーズに回り込むことが分かった。この範囲内の値を採用することで、計算負荷を最小限に抑えつつ、理想的な軌跡でボールの後ろに回り込むことに成功した。



SWL08