OpenMV+魚眼レンズ

hvYOUR Own

設計ミスの早期発見

Fusion360のジョイント機能を

使って部品のネジ穴同十をねじ穴

の軸を中心とした回転の自由度を

残したまま接合することでネジが

緩んだ場合でも部品が飛び出した

等を乗せた回路も接合すること:

見できました。

ロボットの修理をする際に表早く解体できるよ

うにするために解体する際に確実に外す必要が生

まれる基盤と足回りの接続(モーター電源、ライ

ンセンサー電源など)はそのコネクタの位置が口

ボットが組みあがっていてもアプローチできる外

側か上部の基盤に大きな穴をあけて基盤が組みあ

がっていても外せる場所に配置しています。足回

をまとめてロボットから外すことができます。

容易な解体工程

フレームと基板の干渉を早期に発

りずれたりすることがないか確認

しています。またこの際電子部品

UnitV M12

広角レンズ

無線通信の活用

ドリブラーを用いて相手が

て見えないことがあります。そ

こで無線通信を使用し、フィー

ルド上にいるロボットがボール

を発見した際に、キーパーにそ

の位置を送信することで、キー

パーは車体で見えないロボット

の裏側のボールの存在まで認知

することができます。これによ

りドリブラーを用いた車体後方

からのシュートに十分に備える

ロボット1台を攻めるロボッ

ト、もう1台をゴールを守る口

ボットとするのは攻守ともにで

きとても良いです方法です。守

私たちのロボットはフィールト

上でボールに一番アクセスしや

_____ すいロボットが攻めるロボッ |

5う1台が守備ロボットと切り

替わり、それを無線通信で共有

することで、すばやい攻守交替につなげ、攻め続けながらゴー

ルを守り続けます。

備ロボットの近くにボールが あったとき攻撃につなげるため、

ことができます。

スムーズな攻守交替

きたとき、ボールが車体に隠れ

ールをゴールそばまで持って

車体に隠れたボールの発見



全方位ミラーを使わないビジョンの構築

私たちは自作全方位ミラーは設計も製作も難易度が高くオープンリーグ参戦の障壁 ではないかと考え、自作全方位ミラーを使わないビジョンユニットの構築に挑戦する ことにしました。

ミラーを介さずカメラで直接視認へ

市販の半径38mm半球ミラーを購入し全方位ミ ラーのように使ってみましたが研磨剤を用いても視 界がなかなかきれいにならず、遠くもあまり見えな かったためカメラで直接ボールを見ることになりま した。しかしOpenMV H7とUnitV M12の装置の長辺 を鉛直方向にした時の水平視野角はそれぞれ約57 度と約82度で全方位をカバーするには視野角が狭

H7の前に、広角レンズをUnitV M12の前につけること にしました。こうすることでOpenMVは約153度へ、 UnitV M12は128度へ視野を広げることができました。 私たちのロボットには前方用にOpenMV H7+魚眼レン ズを1つ、後方用にUnitV M12+広角レンズを2つ搭載 し全方位をカバーしています。





ドリブラーとはロボットに搭載したにローラーで

ボールを機体側に回転させることでボールを機体か

ら離れにくくして運ぶことができる機構です私たち

ろにあるボールへのアクセス向上とボールを後ろで

保持して相手ロボットのボール検出を難しくしなが

らゴールへ近づき、機体を回転させてシュートを決

ラインセンサーはなるべく早くラインに触れたこと

を検知するためにロボットの輪郭に沿わせる形に配置

しています。加えてラインセンサがなるべく互い違い

になるように配置することでラインを検知できるタイ

ようにラインセンサ周りを口の字型のスポンジ状素材

プリント基板の設計

ラインセンサのLED光が他のロボットに干渉しない

ライン検出機会の拡大

ドリブラーはモーターからギアを介して動力伝達されます。ギアの設計はFusion360の

SpurGearよりもInventorの方がモジュールの計算などを自動でやってくれて便利だったのでこちらを使用しました。ドリブラーにはシリコンチューブを取り付け、摩擦力を高めています。またローラーは

ボールの衝撃で少し上に上がるようになっていてボールがドリブラーに当たったときにはじかれるのを防いでいま

す。ギアは歯間の溝が太くなっているため、ローラーが上に持ち上がってもかみ合うようになっています。

のチームではドリブラーを1つ後ろに搭載して、真後

ドリブラー開発

めることを可能にしました。

ミングを増やしています。

で覆っています。





関東

Tachyon

Soccer Open

前方カメラ OpenMV H7 色検出が容易に行うことができ、RCJでの 実践投入も多くのチームでされていて信頼で きるカメラであるため採用しました。

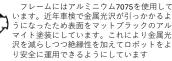
後方カメラ M5stack UnitV M12

OpenMVと同じような操作で色を検出でき、 RCJで学習モデルを使った画像認識に使用さ れた実績があったため採用しました。

フレーム

ギア

モーター



モーター(足回り) RA250030-58Y91 ×4

いわゆるDAISENモーターと呼ばれるもので 短いサイズのためOpenのロボットサイズ制限 でもモーターを90度ずつの向きに配置するこ とができ、足回りのプログラムを簡略化でき ることが大きなメリットです

モーター(ドリブラー) a18110700ux0509jp

サイズが小さいためドリブラーの動力源と して搭載しやすいため採用しました。6V以上 の電圧をかけると十分にボールを保持できる パワーが出ました。

モータードライバー DRV8874



のPWM入力で回転速度を調整することので きるICです。1つのICで1つのモーターが 回せるため、4つ搭載してロボットを操作 しています。

ラインセンサー NJL7502L

床面に赤色LEDで赤色の光を照射し、跳ね 返ってくる光の量によって抵抗値が変化する ことを利用し、ラインセンサの下に白線が来 たかどうか確認しています。



できるため試合直前の調整に利用します。

ジャイロセンサー MPU6050



ロールの変位からロボットの向いている角度 を算出し、ロボットがプログラムによって指 定方向へ向くことができるようにしています。

ロボットの部品と回路の

ギアの設計に使用しました

外注 JLCPCB プリント基板製造、表面実 装、部品切削は外注しました

3Dプリンター Ender3 V3 KE

部品の製作に使用しました。

OpenMV IDE





M5stack UnitVのプログラミ ングに使用しました。



6. 1000 /

Raspberry Pi Picoの回路図をもとに、プリント基板上に Raspberry Pi Picoを自作しました。また2年前の大会では衝 突時に方向を見失うMPU6050のモジュールの接触不良が疑われる事案がありました。MPU6050も同様に回路図をもと にプリント基板上に自作することで、接触不良による方向 を見失う問題を解消することができました。

自作スイッチングレギュレータ

市販のスイッチングレギュレータのモジュールは、限られたロボットの狭い 隙間に収めるのが難しかったため、電源IC ST1S40を用いて自作しました。この ICにはすでにMOSFETなどが搭載されており、狭い隙間にプリント基板を収める ことができました。

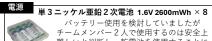
りと基板の接続を外してルインには、 と数本ネジを外すとラインセンサ基板以外の基盤 ―上部基盤の輪郭

プリント基板のモジュール化

ロボットに搭載されている基板で特に重要な役割を担う「メイン基 「モーター制御基板」、ロボットの各所に必要な電気を送る「電 源基板」は上図のようにパズルのような構造で独立しています。これは、 もしも各基板で何か起こった時(例:ICが焼ける)にその箇所だけすぐ に交換できるようにするためです。これによってもしものときに素早く 対処することが可能となっています。

が課題でした。市販のモータードライバーのモ ールは高さの関係により搭載することができま せんでした。そこでモータードライバーのICを用いて、モータードライバー基板を作成しました。これ により、プリント基板をロボットの隙間にあった形 にでき、搭載することが可能となりました。

ロボット情報



難しいと判断し、乾電池を使用することに 1.ました。この乾雷池は公称雷圧が1 6Vで あり、他の種類の単3電池よりも高いため 長時間モーターを高出力で運用できるとい うメリットがあり、採用しました。

メインマイコン RP2040

使用できるシリアル通信系統数が多いだ けでなく、デュアルコアであるため同時に 複数の処理をこなすことができるというメ リットがあり、1つ目のコアでジャイロセン サーと無線通信用のUARTの送受信、2つ目 のコアでカメラから得たデータの処理と モーターへの出力値の計算に使用していま す。サブマイコンとしてもう1つRP2040を

サブマイコン ATmega32U4



リアル変換ICをはさまずに直接USBコネ クタに配線できるというメリットを生かして 自作Arduino Leonardo互換基盤という形で口 ボットに搭載しています

ロボットに搭載しています

LED Neopixel



フルカラーLEDであるため、その色と複数 搭載することでその光った場所で視覚的にフ ログラムの動作を確認できるため搭載しまし た。試合では使用できないので試合外の調整 で使用します。

無線 TWE-LITE UART Blue



UARTピンに電文を送るだけで無線通信を行 ことができるという通信の容易さから採用 しましたが。出荷時の設定ではタイムアウト の設定が無効になっているなどで使いにく かったためTWE-LITE STAGEを使って設定を変 更しています。



このセンサから得られるヨー、ピッチ、

使用ツール

プログラミング

Arduino IDE **⊙** RP2040とATmega32U4のブ ログラミングに使用しました



OpenMVのプログラミングに

TWELITE_Stage TWE-LITE UARTの設定変更に

使用しました。

モーター制御基板

DRV8874

RA250030-58Y91

ソフトウェアの開発 私たちロボットのセンサ

からの情報を可視化するこ とのできるwindowsソフト をPythonで開発しました。 これにより 大会中に口 ボットに問題が生じた際に 素早いデバッグを行 ができることが期待されま



3つのカメラでボールを追跡

私たちのロボットは、カメラ1台のみを載せるロボットとは 異なり、3つのカメラを同時に使用しているため、ボールの追 跡はより難しくなります。 以前までのシステム

関東ブロック大会までのプログラムでは、ボールの検出有 無をカメラ1つずつ順番に見て行き、もしも途中のカメラで デールの色が認識されていれば、その方向にボールがあると 認識してロボットを動かしていました。しかし、このプログ ラムには色検出有無の判定順序が早いカメラがわずかな色に 反応し、ボールと誤認してしまうと、残りのカメラの情報は すべて無視され、誤った方向に動いてしまうという問題があ りました。

3つの視覚情報を比較するシステム

そこで上記の問題を解決することを目的とした探索のプロ グラムを作成しました。このプログラムは、カメラの情報を 順番に見ていくものとは異なり、3つのカメラから随時情報を 取得し、最もボールの色が見えているカメラの情報を信用し その方向にボールがあると認識するようにしています。この プログラムによりわずかな色に反応してしまっても、ボール の方が大きいため、ボールの誤認知を無視できます。

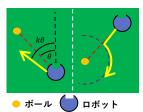
信用性の高いカメラを決定したらカメラから見えて いるボールの位置から、ロボットの向いてる方向を0 度としたときのロボットから見たボールの角度を推定 します。もし前方のカメラがボールを検出した場合、ボールの角度に定数 $k(k \ge 1)$ をかけた角度に移動しま す。 kはロボットの挙動を見て調整し、現在は1.5に設 定しています。これによってロボットがボールにより 真後ろから接近できるようにしてボール補足エリアに 入りやすくしています。後方のカメラがボールを検出 した場合、ボールに近づいた後、ボールの角度と直角 の方向に移動します。これによってロボットがボール を中心とした円をなぞるように移動してボールの後方 ・ボール に回り込むようにしています。



以前までのシステム

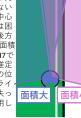


改良後のシステム



3つのカメラでの自己位置推定

私たちのロボットはコート全域を見 渡すことのできるカメラが1台もない ためミラーに映った緑色の領域の中心 位置などで自己位置を推定するのは困 難ですそのため、コートの左右は後方 用のUnitVで検出した緑色の領域の面積 比較で、前後は前方用のOpenMVH7で 相手ゴールとロボットとの距離を推定 することによって自分のロボットの位 置を推定します。この推定結果はライ ンに触れた際の復帰やボールを見失っ た際の自陣ゴール前への帰還に利用し ています。

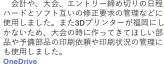


遠距離開発のために

ハード担当が福岡、ソフト担当 が東京にいるという状況で円滑に 開発を進めるためにいくつかの ツールを利用しました。 Fusion360

Fusion360のプロジェクトで部 品ファイルを共有できる機能を利 用して同路の概形をソフト担当に 🖊 共有(ソフト担当が回路の配線を 担っているため) しました。

ロボットに書き込まれているすべてのプロ グラムを共有し、ハード担当もロボットの調 整を行いやすくしました。 会計や、大会、エントリー締め切りの日程

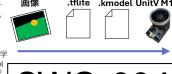


提出が必要な事類の管理や プレゼンシー トの共同編集などに使用しました。

今後の挑戦

機械学習による画像認識へ

現在ボールの検出は指定した範囲内の色を検出した画素を抜き出す とによって行っていますが、キャリブレーションの手間を削減する ためボールを画像認識で検出する方法へ移行しようと考えています。 Googleが提供するTeachable Machineなど画像認識の学習モデル作成 ツールが存在し、これらを用いて学習モデルtfliteファイルを作成でき ます。一方ロボットに搭載しているUnitV M12はkmodelという形式の学 習モデルを読み込むことができ、Github上にtfliteファイルからkmodel ファイルに変換するツールが公開されていてこれらを用いれば画像認 識を行えるのではないかと考えています。画像認識の実装を行い、学 習モデルを使った画像認識を用いることの長所と短所を探ろうと考え ています。

































ロボットの狭い隙間にどのように基板を収めるか



ブザー PT08-Z185R

音によって無線通信の受信やある決められ

た処理が実行されたことなどプログラムの実行状況を確認する目的で搭載し、試合で使用

Fusion360 FUS 概形の設計に使用しました







UnitV M12

NJL7502L

無線用基板

マイコン

TWELITE UART

配線

OpenMV H7 PT08-Z185R UnitV M12 メイン基板 マイコン RP2040

> ATmega32U4 Neopixel

モーター制御基板 Eータードライバー TB6612FN6

a18110700ux0509jp