都立小石川中等教育学校 物理研究会

レスキューラインワールドクラス

テクノトルクス

プログラムの開発

ロボット制御プログラムは複雑なため、開発初期から**GitHubでソースコードを一元管理**。複数人開発の衝突を防ぎ、変更履歴を**追跡可能**にすることで、バグ解析や機能追加の影響範囲特定が**迅速化**し、**効率と品質を大幅に向上**させた。さらに、開発過程を公開し、コミュニティからの批評を受け入れる透明性の高い開発を実践。コーディング規約遵守や充実したドキュメント整備にも注力した。

ESP32 program

Raspberry Pi 5 program

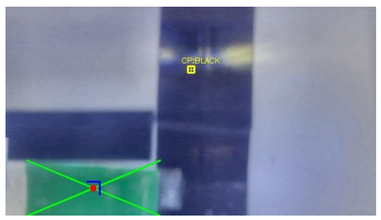
Raspberry Pi 5による潤沢な計算

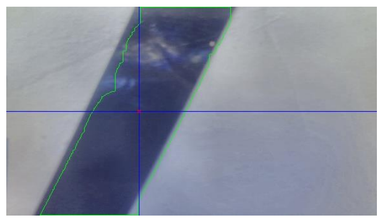
Raspberry Pi 5を搭載することで、従来機を超える**豊富な計算能力を実現**。高解像度カメラ映像や多数のセンサーデータをリアルタイムで統合・分析し、周囲の状況を深く理解して**複雑な意思決定や精密な制御に反映**。これによりロボットの**知能を大きく向上**させた。

カメラによるラインとレース

従来のフォトリフレクタ方式は点検出で解像度が低く、急カーブや途切れ、環境光変化に弱かった。そこで数メガピクセル級の**高解像度カメラ**を「**眼**」として導入し、ライン全体の形状や幅、先の曲がり具合まで「**面**」として**広範囲に認識可能**に。これにより**安定で滑らかな走行を実現**した。さらに、適応的2値化処理やノイズ除去フィルタ、輪郭抽出アルゴリズムなど多層的な画像処理を組み合わせ、**あらゆる走行条件で正確に黒線を抽出できるロジック**を構築した。

↓カメラによる検出

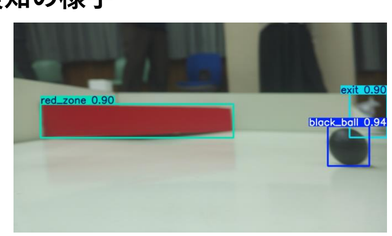


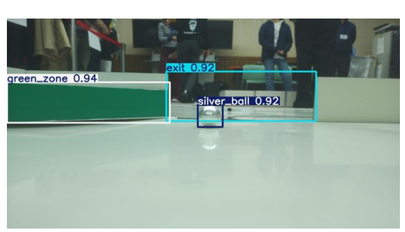


レスキューエリア内での被災者検知

複雑なレスキューエリアでの**正確な被災者検出**を**最重要課題**とし、リアルタイムかつ高精度な物体検知モデル「**YOLO**」を採用。しかし既存モデルでは過酷な環境への対応が難しいため、約**11000**枚の独自画像に**手作業で正確なアノテーションを付与**し、多様な状況を学習させた。この取り組みにより、**高い頑健性を持つ被災者検知システム**を構築した。

↓検知の様子





機体

1.堅実なレスキューアーム

コップ型のレスキューアームを使うことで、レスキューで事故が起きる可能性を大きく減らし、安全にレスキューできるようにした。口が広いコップにすることで、被災者を捕まえやすくし、ワイヤーによって**確実**に掴めるようにした。また、避難所に被災者を入れる際も前側からボールを入れるため、**より安定した動き**になった。

2.綿密な設計

この機体はライントレースに使うカメラに十分な**視野を設ける**ために、1層目に大きなスペースを空ける必要があった。そこで、機体が高重心化してしまわないよう、モーターやモバイルバッテリーなどを一段目に配置して、**低重心化**を意識した。

3.豪快な走破性

タミヤのスパイクタイヤと、1つの車輪につき１つの高いトルクによるサーボモータにより、どんなタイルにでも対応できる足回りを可能にした。特に、バンプに対してはスパイクタイヤであることや、機体の重量も相まって、**抜群の安定性**を実現している。

制御の流れ

・ラインとレースカメラ
・レスキューカメラ

↓ **1.読み取った画像を返す**

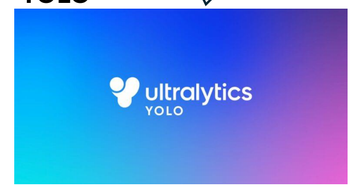
Raspberry Pi 5

2.受け取った画像の判定を依頼する

3.判定結果を返す

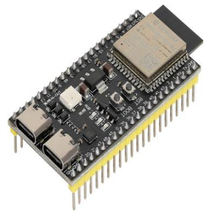
YOLO
...物体の有無、位置を判定する物体検知モデル

YOLO



↓ **4.モーターの速度を計算して送信する**

ESP32



5.電気信号によってモーターを動かす

↓ **6.制御**

各モーター

ライントレースカメラおよびレスキューカメラで取得した画像をRaspberry Piに送信する。Raspberry Piは物体検知モデルYOLOに画像判定を依頼し、その結果をもとにモーターの回転速度を計算する。計算結果はESP32に送信され、電気信号として各モーターを制御する。

ブログによる情報発信

我々は得た知見やノウハウをチーム内に留めず、月に最低2記事を公開する**技術ブログを継続的に運営した**。インターネット上の先人の知識に助けられた経験から、**知識を提供する側に回る**意識をチームで共有し、**開発現場での技術的気づき**を中心に発信した。この活動は技術コミュニティへのささやかな貢献であり、理解を深める貴重な機会となった。

→ブログは右のQRコードから見られます

English blog

Qiita ブログ