

「たのロボ！」

チーム紹介

私たち「たのロボ！」はメンバー全員が岐阜高専 3 年次のチームです。全員が昨年 7 月にフランスで開催された世界大会への出場経験があります。

私たちは「たのしくロボットをつくる」というスローガンのもと、昨年 10 月に再出発しました。世界大会に出場し、去年の成績を超え、**3 人でオランダの表彰台に立つ**ことが目標です。

- ・宮里 孝希 機械設計・回路開発・低レイヤ処理
- ・鷺見 深風 探索アルゴリズム開発
- ・高井 鏡士朗 足回り開発・部品加工・文字被災者の機械学習

開発コンセプト

まず国内選抜を勝ち抜くために**安定して動作すること**を最優先に開発を進めました。日本大会は得点走行が 3 回と少なく、1 回でもうまく動かないと成績に大きなダメージを与えるからです。そのため、私たちは**シンプルな機体**に仕上げることが重要だと考えました。

この機体のもう 1 つの特徴は**前機体との高い互換性**です。現存する世界大会機との互換性を保ち、この機体が完成する前から調整を始めることができました。

探索・帰還アルゴリズム・位置推定

1 タイル移動するごとに次のタイルを決定するための重みづけを行い、重みが小さい方へ進む動作の繰り返しをしています。

探索

拡張右手法で探索を進めます。拡張右手法とは、通常の右手法にタイル到達回数の重みを加えたものです。まず右・前・左の順に 1 2 3 の重みを割り当てます。次に、到達回数×5 をそれぞれ重みとして加え、進める方向の中から重みが一番小さい方向へ移動します。

この重みベースのアルゴリズムを用いると仮想壁などを用意しなくてよいため、簡単に全探索を実装できます。また位置情報が万が一狂ってしまっても、全ての重みをリセットするだけで探索を再開できます。

1 周目の経路
通常の右手法で壁伝い探索を進める。

2 周目の経路
右を優先しつつも、到達したことのあるタイルはできるだけ避ける。

帰還

ダイクストラ法で最短帰還経路を導出します。本手法は現在の位置からの歩数マップを作成し、ゴールまでの最短歩数・最短経路を見つける手法です。隣接するタイルのゴールまでの歩数を重みとして利用しています。

位置推定

車輪のオドメトリと距離センサによる補正に加え、今年は LiDAR による**尤度推定**を実装しました。レスキュー・メイズでは 30 cm おきに壁があるため、機体がタイルに中央にいるなら前後左右 15 cm・45 cm・75 cm 地点に点群が集中するはず。この手法は斜め前・後ろにある壁も情報として利用できるため、長い直線区間での位置推定精度をあげることができました。

所属

岐阜 ブロック
ぎふオープンノード

スポンサー

J@LC JLCPCB

M5STACK

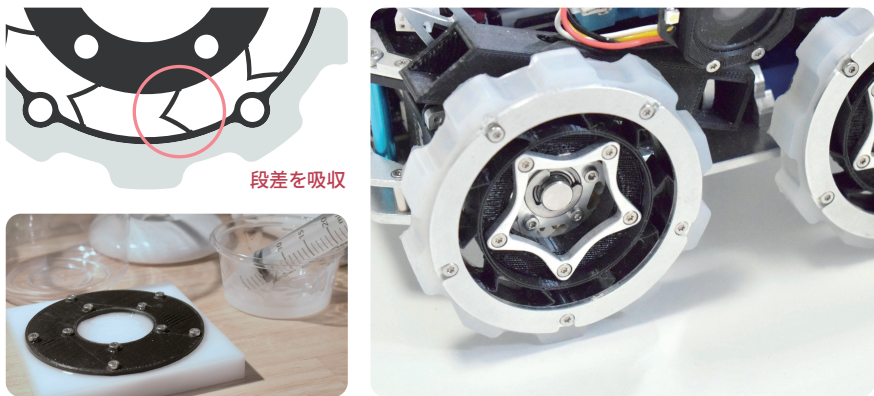
シンプルで強力な足回りの研究

昨年の世界大会機は足回りにサスペンションを装備していました。バンプ乗り越え性能が良い反面、構造が複雑でメンテナンス性があまり良くありませんでした。日本大会では、世界大会ほどのバンプ対策は不要なため、シンプルな機体にするためにコンセプト通りサスペンションを廃止することにしました。

とはいえ、20 mm 丸バンプ上で超信地旋回できるほどの対バンプ性は確保する必要があります。そのため、**車輪自体が歪んでサスペンションとなる車輪**の開発に着手しました。

この車輪は内側が TPU によるクッション、外側は硬度 35 のシリコーンゴムでできています。くの字型の**クッションが潰れる**ことで、数 mm の段差（爪楊枝や板の継ぎ目）を吸収します。

クッション部はちょうど良い硬さになるように様々な素材・形状を試した結果、TPU 製・くの字部の厚み 0.7 mm が最適だとわかりました。接地部のシリコーンは型に液体を注入して成型しています。実験の結果、注型前に真空容器内で 15 分放置すると微小な空気の泡を取り除けることがわかりました。



被災者認識

色の被災者

赤・黄・緑がカメラ画像の中にどれだけ映り込んでいるか、面積を計測します。面積がしきい値より小さい場合はノイズ・遠くの壁と判断して無視します。

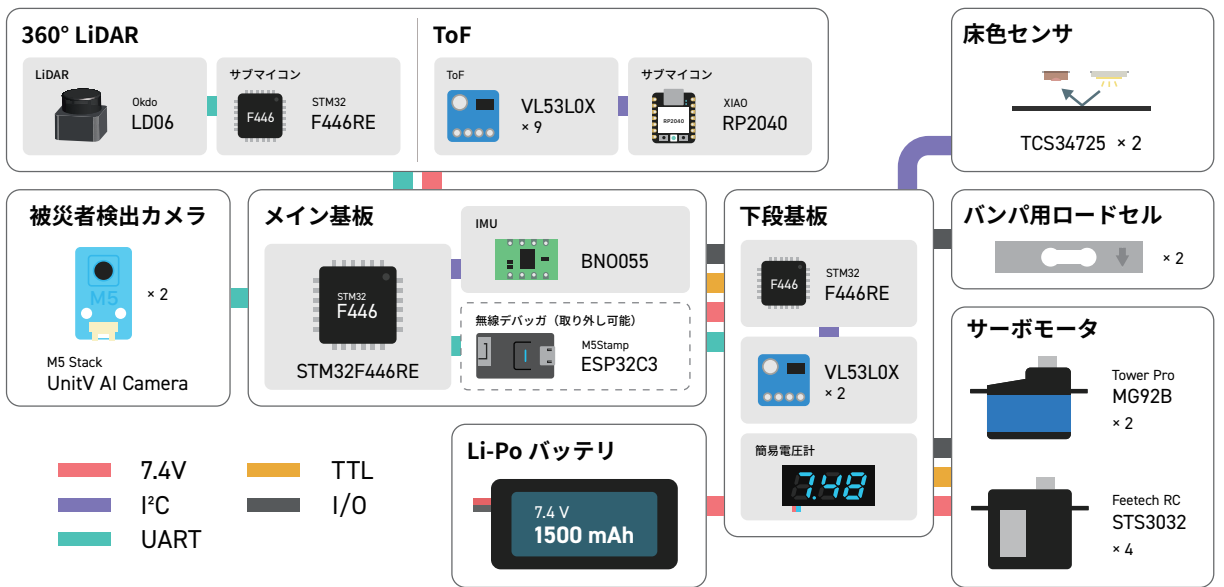
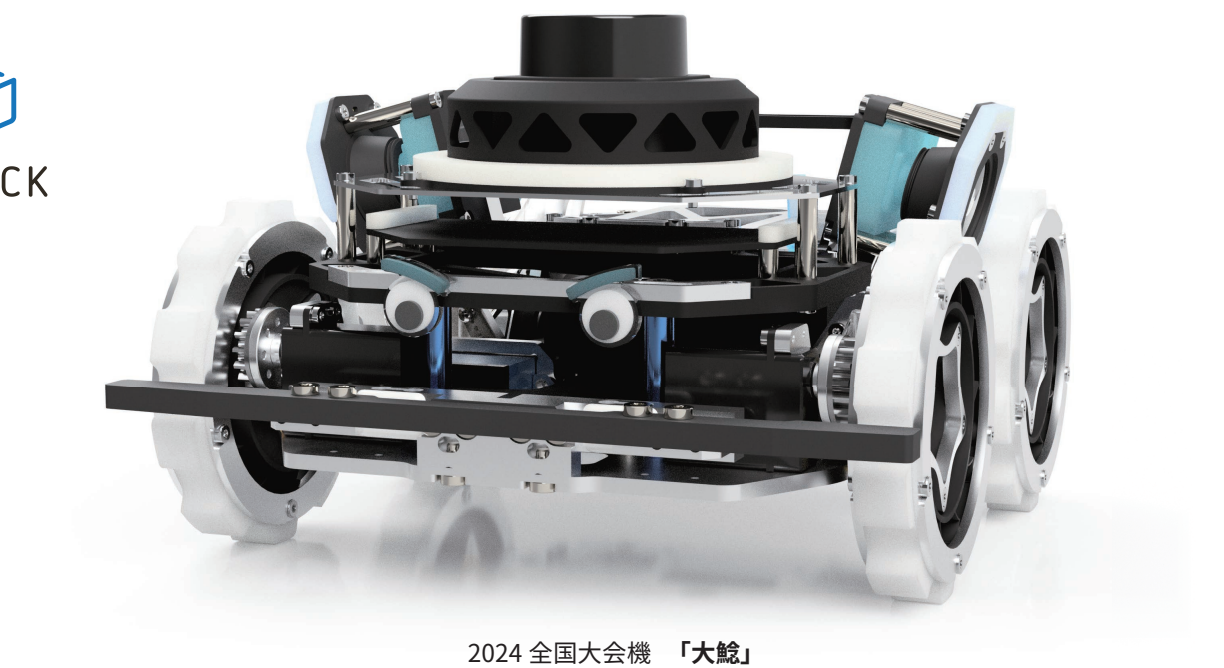
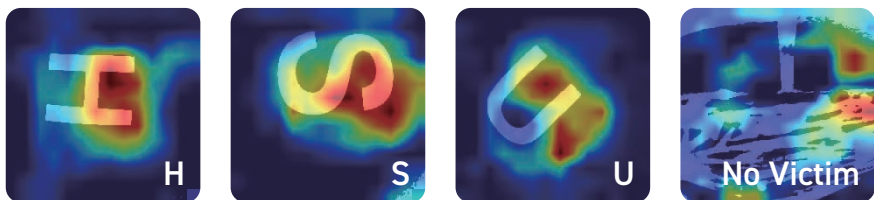
文字の被災者

昨年までの「練習ではうまく認識しても大会では認識しない」、「柱や壁が H に見える」という問題を改善するために、今年は以下の 2 つの改良を行いました。

- ・画像を白黒に 2 値化して学習させた
- ・H S U だけでなく壁や柱などの「被災者がいない状況」を学習させた

照明条件が変わっても 2 値化のしきい値を変えるだけで、練習と同じ見え方を用意することができるようになりました。また、「被災者がいない状況」を学習させたことで、柱や障害物を誤検知する確率を大幅に下げることができました。

私たちは MobileNet V1 を用いて Docker コンテナ上で機械学習をしています。学習後は Grad-CAM を用いて、正しく重みづけがされたかを検証しています。



ハードウェア・メンテナンス運用

ハードウェア

Autodesk Fusion を用いて設計しました。足回りにはトルクのあるシリアルサーボを使用しています。キット排出はサーボモーターとカムで押し出すだけのシンプルな機構にしました。ToF センサは前後左右の壁の有無の判別に、ロードセルは障害物避けに使用しています。IMU は旋回時だけでなく、走行時も精度良く姿勢制御を行うために使用しています。前の床色センサは黒タイル避けに、中央のものは青タイル検知に用いています。

メンテナンス運用

練習では動いていたのに、大会で急に動かなくなることはロボット競技ではよくあることです。万が一の事態に備えるために、この機体は高いメンテナンス性を意識して設計されています。例えば、機体の上下は底部のねじを 4 本外すだけで簡単に分離できます。駆動輪もねじ 2 本とコネクタ 1 個を外せば、すぐに分離可能です。

昨年の全国大会の反省をもとに、予備部品在庫の管理も徹底しました。予備部品が何個どこに保管されているかは全てチーム内 Notion にデータベース化して管理されています。

情報公開・交流

ロボカップジュニアで競技結果より重視されるのは「何をどれだけ学んだか」です。この機体のプログラムや回路図、ハードウェア設計などは GitHub や X (旧 Twitter)、ブログなどで公開されています。



GitHub
https://github.com/TanoRoboRCJ

WRM001