

海ゴミ回収お手伝いロボット製作について

山形県立寒河江工業高等学校 情報技術科 齋藤 薫

3年情報技術科 有志生徒

1.はじめに

現在マイクロプラスチックをはじめとする海洋ゴミが世界的な問題となっている。

県民の愛する「庄内浜」そして母なる川「最上川」の汚れは私たちが守るとの思いで、できることから取り組んだ。

2.目標

今年度は海洋ゴミについて理解するとともに、以下の4つのロボットを製作することを目標にした。

- (1) 砂浜ゴミ回収お手伝いロボ
- (2) 岩場ゴミ回収お手伝いロボ
- (3) 海面ゴミ回収ロボ
- (4) 海洋(海中)ゴミ回収ロボ

3.製作ロボットの概要

(1) 砂浜ゴミ回収お手伝いロボ

海水浴場等で行われるゴミ回収作業のアシスト装置として、回収したゴミを搭載し砂浜を走行するロボット。ラジコン型相撲ロボットを応用し、タイヤにクローラーを採用した。



大きさ：25cm×20cm×12cm

CPU: H8/3048f-one

モータドライブボード：

マイコンカー用Hブリッジドライブ改造版

モータ：DC 33GB-520-18.7 2個

タイヤ：市販クローラー

プロポ：フタバ社製 T2ER 27MHz

受信機：フタバ社製 FP-R122JE

電源：単三ニッケル水素×8

制御プログラム：自作

※プロポ信号読み取りについて

今回製作のロボットはいずれもインプットキャプチャー機能を利用し、受信機からの信号のパルス幅を計測している。



○ 実証実験

令和3年8月29日、湯野浜海水浴場にて実証実験を行った。



3kgの鉄アレイを載せ走行実験を行った。細かい砂で発進時スリップが見られたが、期待する結果を得ることができた。

(2) 岩場ゴミ回収お手伝いロボ

レスキューロボットを参考に岩場走行可能なロボットを製作。岩場でのゴミ回収のお手伝いを行う。特徴として前輪が上下に可動する。



大きさ：32cm×33cm×12cm

CPU: H8/3048f-one

モータドライブボード：

マイコンカー用Hブリッジドライブ改造版

モータ：DME38B50G18A×4個

タイヤ：サッカーロボットのものを流用

プロポ：サンワ社製 DASH 27MHz

受信機：サンワ社製 SRD-2122RS

電源：単三ニッケル水素×8

制御プログラム：自作



(3) 海面ゴミ回収ロボット

「ボート」イメージで製作。海面や湖水面、



河川の水面を走行し、ゴミを回収するロボット。本体は500mlペットボトル4本を使い、低予算で製作した。

大きさ：50cm×60cm×30cm

CPU: H8/3048f-one

モータドライブボード：

マイコンカー用Hブリッジドライブ改造版

モータ：市販水中モータ 4個

プロポ：フタバ社製 T2ER 27MHz

受信機：フタバ社製 FP-R122JE

電源：単三ニッケル水素×8

方向舵：3Dプリンタで印刷

制御プログラム：自作

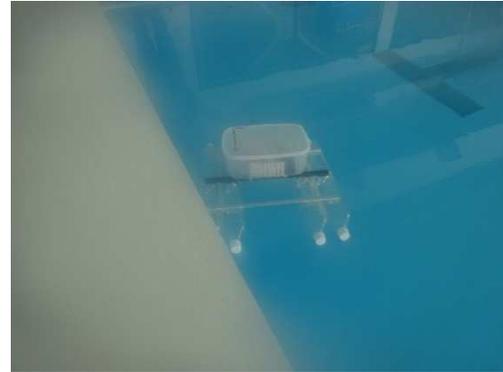
① 実証実験 1

令和4年2月9日(水)、スポーツクラブサガエ(代表 阿部 勝利)様のご好意により、屋内プールをお借りすることができた。



スイミングインストラクターの皆様や多くの会員の皆様が見守る中実験を行い、

予想を上回る成果を得ることができた。次の段階として海洋での実証実験を行うことを決定した。



② 実証実験 2

令和4年2月11日(土)、庄内 由良海岸にて実証実験を行った。



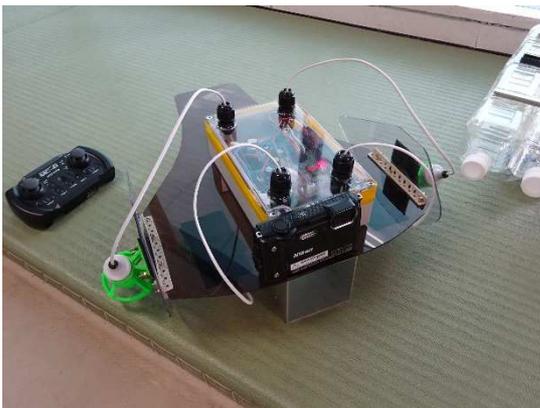
波が高く、流される場面もあったが、おおむね満足いく結果を得ることができた。信地旋回動作などプールと比べかなり水の抵抗を受けることもわかり、今後のプログラム改良に活かせると判断した。



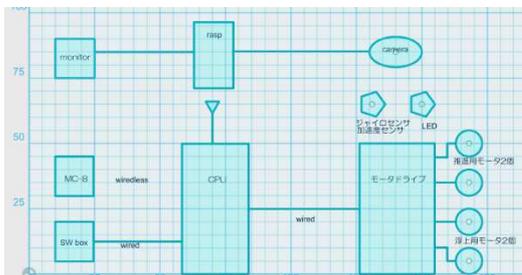
このモデルで最終完成と判断した。

(4) 海洋(海中)ゴミ回収ロボット

カメラ等でモニタしながら潜水し、海中浮遊ゴミを回収したり、ダイバーによる海底ゴミ回収作業のアシストするロボット。



① システム全体図



まだまだ詰めなければならないことが多いと思われたが、システム変更を加えながら開発を進めた。

② ハードウェア構成

CPU: H8/3048f-one

モータドライブボード：

マイコンカー用Hブリッドドライブ改造版

モータ：RC-280RA 4個

(推進用に2個、浮上用に2個)

プロポ：KO社製 MC-8 2.4GHz

受信機：KO社製 M8-8

有線スイッチ：

ジョイスティックを使った自作品

スクリューカバー 3Dプリンタで印刷

スクリュー 3Dプリンタで印刷

電源 CPU：単三ニッケル水素 4本

走行用：リチウムポリマ 2S/7.6V

制御ソフト：自作



今後搭載予定

水中カメラ, Raspberry Pi

各種センサなど

③ 無線通信について

KO社製 2.4GHz 8チャンネルのマル



チコントローラ MC-8 とマルチレシーバーMR-8 を採用した。

④ 有線スイッチ

ジョイスティックとプッシュスイッチを組み合わせた自作品。



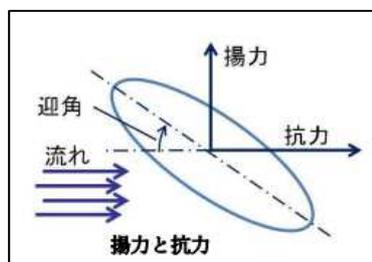
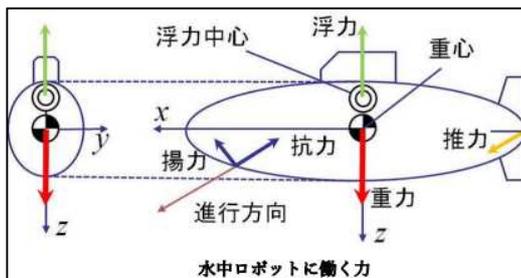
ジョイスティックはロボットの前後左右動作するために推進用モータに、トグルスイッチは浮上動作するために浮上用モータに割り当てた。

⑤ モータの配置について

推進用モータはロボット底板に後方に向け取り付け。浮上用モータはロボット側板に斜め下向き(45度)に取り付けた。



※現状水中移動に大きな問題は出ていないが、最適角とはいえない。今後実験を重ね最適角度を決定する予定。
下図参照



モータ配置に関わる関係資料

⑥ 防水ケース

西川精機製作所社製 防水ボックスを使用した。自宅の洗面台およびお風呂にて防水テストを行い、密閉度を確認した。当初水漏があったがケーブルクランプの締め上げと光ボンドによる防水対策を施し、ほぼ密閉した。しかしながら安全を考慮し、



最終的には上蓋との繋ぎ目をテープで止めることにした。

⑦ モータドライブボードの交換

お風呂での水中移動実験時、CPUリセットが多発した。水の抵抗が予想以上と判断し、まずCPUと走行用の電源を分けた。さらにモータドライブボードをハイパワーのものに交換した。その後は水中移動中のリセット現象は起きていない。



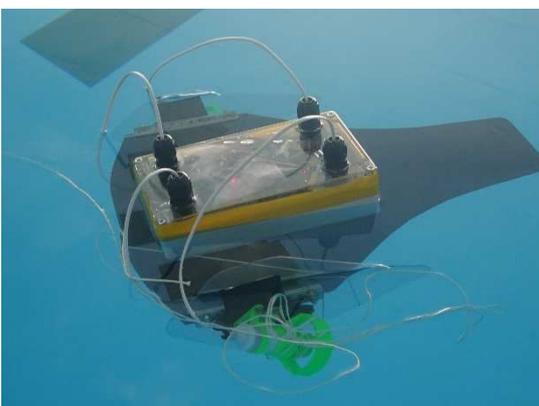
⑧ 一次完成

この段階で、一次完成とした

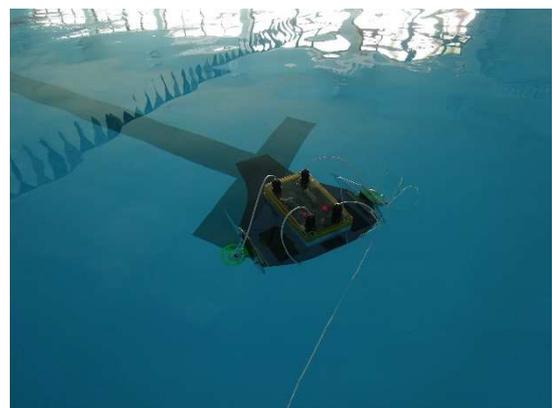
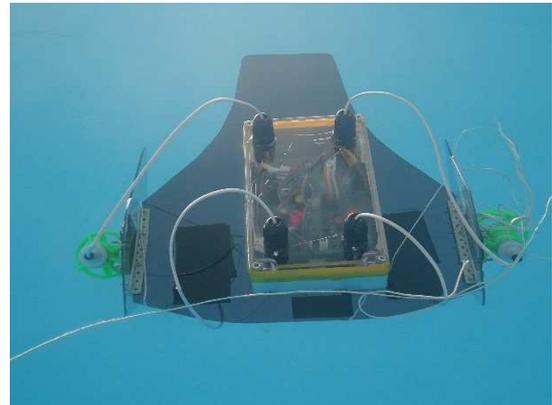


⑨ 実証実験

スポーツクラブサガエ 屋内プールにて



実証実験を行った。錘を取り付け入水した。実験結果としては水漏れもなく、水面および水中走行することが確認でき、期待した結果を得ることができた。



⑩ 二次完成



実証実験後 CPU とモータドライブボードを分け、本体を二つに分離した。(親機,子機の関係)また潜水用に10mのケーブルを準備し、親機と子機を有線でつない

だ。このことで陸上から親機へは無線通信、親機と子機間是有線通信となり、電波減衰対策ともなった。今後は音波通信への移行も検討する。



準備した 10m ケーブル

この段階で二次完成とした。

⑪ 今後の作業

まず水中カメラと IoT 機器搭載を予定している。カメラについては高価な水中カメラを購入するのではなく、アナログ出力のものに防水処理を施し利用する予定です。また LED による潜水時照明装置搭載も次の作業と予定している。

⑫ 実験で見つかった課題(水中での自律性)

流れのない場所での走行については問題ないと判断できたが、現状では浮遊している状態に過ぎない。横からの水の流れなどにあおられ、ロボットが逆さまの状態になってしまうことなど十分予想される。自らが姿勢制御できなければ水中での安定移動は厳しいと感じた。マイクロマウスをはじめ他のロボットで使用しているジャイロセンサなどを搭載し、自律性高める必要があるとことを痛感した。

⑬ マイクロプラスチック分別装置

砂地からマイクロプラスチックを分別する装置として、ロボコンで使用する吸引

装置を応用する案を持っている。何とか具現化できればと考えている。



他のロボットで使用しているジャイロセンサ

⑬ 予備コントローラ準備

今後の拡張性も考慮し、ワイヤレスのゲームパッド F710 での制御も可能とした。作成プログラムは自作である。



3.おわりに

このたび海ゴミ回収ロボット製作の機会を頂き、誠にありがとうございました。科長の鈴木わか奈先生をはじめとする寒河江工業高校 情報技術科の皆様には感謝申し上げます。また問題提起していただいた最上川フォーラムの皆様にもこの場をお借りしお礼申し上げます。

今後この活動が多くの皆様に理解していただき、他の工業高校の皆様と一緒に開発、水産高校の皆様と交流できたらと期待しています。まだまだ課題が残っています。今後も継続して研究・開発する機会をいただければ幸いです。

令和3年9月4日(土) 山形新聞にて、活動が紹介されました。



令和3年11月27日(土) 鶴岡まちなかキネマにて「山形の海洋ごみを考える日」が開催され、製作したロボットを展示させて頂きました。地元の皆様や国立鶴岡工業高等専門学校の方や県立加茂水産高校の皆様とも交流ができ、とても有意義な出展となりました。

令和3年12月4日山形新聞記事



R3.11.27 配布資料

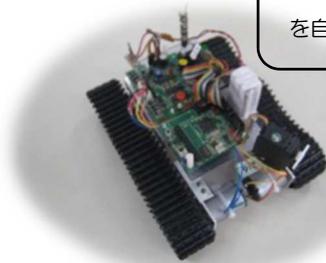
こんにちは、寒河江工業高校 情報技術科です。

できることから取り組んでいます。

知恵を出し合い、搬送ロボットを手作りしています。
これからも継続して頑張ります。
ご声援よろしくお願いたします。



砂浜走行



クローラー搬送車
を自作しました。

岩場走行



レスキューロボットを
参考に自作しました。

いつまでも、きれいな海でありますように



水面走行



ラジコンボートを参考に自作しました。
湖水から河川、海面走行へと実験を重ねる予定です。

水中走行



水中ロボットコンペティションを参考に
自作しています。いよいよ水中実験
開始です。