

コンセプト

ひとりで挑戦

- 1人でもセッティングタイム中に無理なく準備を完了できる機体にする
→レール機構は一般的に動作範囲がレール長さに制限されるため、機構が大きくなり運ぶのが大変
 - メインアームには多関節アームを採用し、1つ1つのリンクを短くして運びやすくする
 - 折りたたまれたアームの土台を固定するだけでメインアームの準備が完了できるようにする
- ~~最速回収ハンドと妨害機構は勝敗に直結するので妥協しない~~
~~→競技開始直後に自動でワークを回収し、侵入条件を満たしたら即座に妨害機構を作動させる間に合わず~~
- QDDアクチュエータを自作して、ロボット製作のコストを抑える ←目標3万円

ロボットの特徴

ユニット構成

自作QDDアクチュエータ

1人でロボットを開発するため、製作コストを抑えることは最重要課題でした。そこで、モータードライバ・エンコーダ内蔵のブラシレスモーター(1個655円)をベースに、3Dプリンタを活用してアクチュエータを自作することからスタートしました。

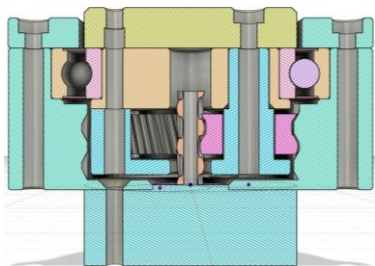


Nidec 24H BLDCモーター

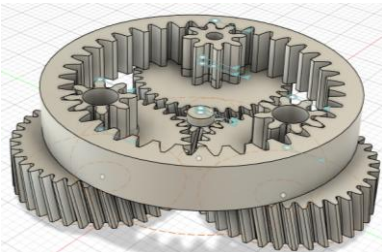
- DC7~24V
- 内蔵エンコーダ 3.3~5V A相B相 100ppr
- モジュール0.5/歯数9/ねじれ角12度のヘリカルギア軸

電圧	ストール電流	無負荷時回転数	無負荷時電流
9V	2.3A	2270rpm	0.06A
12V	2.5A	3037rpm	0.064A
24V	1.35A	6120rpm	0.075A

最初に試作した減速比10のモデルは、3Dプリンタのフィラメント、インサートナット、BB弾製ベアリング、ねじ類の合計で、1000円以下で製作できました。バックドライブ性が非常に良好で指での逆入力も可能でしたが、アームの自重を支えるだけでも過熱するため減速比を上げることにしました。



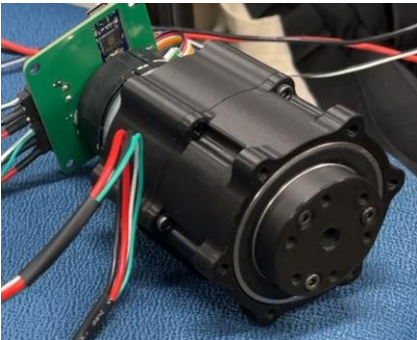
遊星減速機の設計は歯数やピニオンの数の制約を受けるため、1段では減速比10が上限でした。段数を増やすと歯車の噛み合い箇所が増えて摩擦やバックラッシュが悪化するため、1段でより大きな減速比を達成できるステップドピニオン型遊星減速機を設計しました。縦に長い段付きギアを支えるため、摺動の面積が増加して摩擦が大きくなり、効率が低下してしまいました。部品支給で提供していただいた小型ベアリングにより、全ての軸をベアリングで保持できたことで、減速比20のQDDとして実用レベルのアクチュエータを開発することができました。



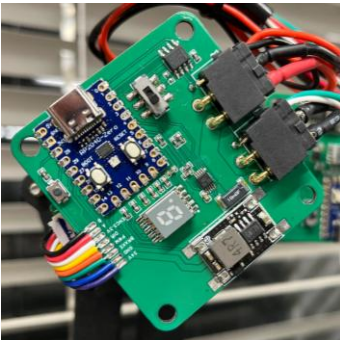
詳細

更に開発を続け、減速比40のRV減速機を作り上げたのですがバックドライブしませんでした。トルクを高めるためには減速比を更に上げる必要があり、バックラッシュの増大を許容して遊星ギアの段を増やすことにしました。最終的に、減速比100でバックドライブし、最大トルクが約8 N・mという強力なアクチュエータが完成したのですが、3Dプリンタ製のギアと構造上の問題によって自身のトルクに耐えられず、歯飛びが発生するものとなりました。大会本番までに解決ができなかったため、本来のスペックを発揮できず、非常にゆっくりと動くロボットアームになっています。

構成	無負荷時回転数	最大トルク	重量
モーター単体	6120rpm	0.106 N・m	112g
減速比10 遊星減速機 遊星キャリアをBB弾ベアリングで保持	610rpm	0.88 N・m	196g
減速比10 遊星減速機 遊星キャリアを金属ベアリングで保持	584rpm	0.88 N・m	257g
減速比20 ステップドピニオン型遊星減速機 遊星キャリアとピニオンを金属ベアリングで保持	294rpm	1.68 N・m	267g
減速比40 RV減速機	-	3 N・m(予想)	-
減速比100 遊星減速機2段(20×5)	約60rpm	約8 N・m	414g



減速比100 アクチュエータ



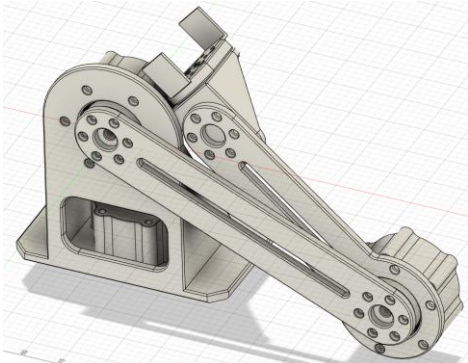
自作CAN基板

アクチュエータ制御用自作CAN基板

PwrCANケーブルで数珠繋ぎにし、1基板で1つのアクチュエータを制御しました。この基板とPwrCANケーブルにより、ロボットアームの配線は簡素になっています。

ロボットアーム

3つの自作アクチュエータと2つのPWMサーボを用いた4軸のロボットアームです。ほぼ全ての部品を3Dプリンタで製作しました。折りたたむと買い物カゴに収まり、一人でのロボットの運搬が容易です。3Dプリンタ製であることから軽量でもあり、ロボットの総重量は2kg未満となりました。



折りたたみ姿勢

