

ロボット技術研究会活動報告

～NHK学生ロボコン優勝秘話～

制御システム工学科 3年 石原 隆宏
制御システム工学科 3年 徳田 俊平
機械宇宙学科 3年 谷 晃輔
経営システム工学科 3年 田中 雅人

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



ロボット技術研究会について

制御システム工学科3年 石原 隆宏

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



ロボット技術研究会について

6つあるものづくりサークルの1つ

1981年に設立

当時は階段歩行ロボットRGK-1を作成

1987年に学内の部室を獲得

東大稲見教授や東工大長谷川准教授がOB



ロボット技術研究会について

- 活動場所:部室/ものづくり教育支援センター
- 活動内容:機械工作/電子工作/プログラミング
- 顧問:遠藤 玄(東京工業大学工学院機械系准教授)
- 部費:年1万6千円
- 部員数:183名



ものづくり教育支援センター

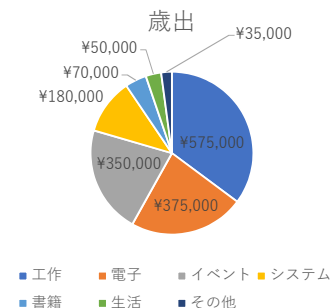
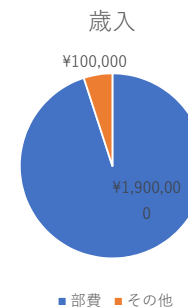
東工大学生向けの自由に利用できる工房
各種工作機械や電子機器が存在
工作機械は部室と違い台数が多い
レーザー加工機や基盤切削機などの高価な機械も
ロ技研ではNHK学生ロボコンチームが主に利用



予算

歳入:200万

歳出:170万



ロ技研の活動について

- サークル全体の目標はない
- テーマごとにグループ(研究室)を作り活動する
 - Maquinista(NHK学生ロボコン)
 - Cheese(マイクロマウス)
 - チームACT(ROBO-ONE)
 - アクア研(水中ロボコン)
 - たのしいロボット帝国(自由なものづくり活動)
 - アシスト研(自由なものづくり活動)
 - CGS(ゲーム製作)



ロ技研の活動

ロ技研全体の活動

- 年に2回の研究報告会
- 数ヶ月に1度のrogyゼミ
- 年1~2回の合宿
- 任意参加の部内ロボコン
- 各種展示会



ロボコンについて

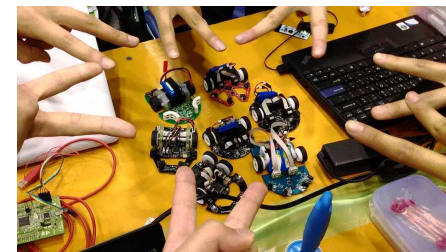
日本にも多くのロボットコンテストが存在する

- NHK高専ロボコン/NHK学生ロボコン
- ROBO-ONE
- マイクロマウス
- かわさきロボコン
- ロボカップ
- 全日本ロボット相撲大会
- レスキューロボコン
- 知能ロボコンなど



マイクロマウス

迷路を自動探索させて早くゴールさせる競技
1980年より開催されている歴史の長いロボコン
ロボ技研は2006年頃から参加している



ROBO-ONE

2足歩行ロボットによる格闘ロボコン
二足歩行ロボット協会が主催し
MISUMIが特別協賛している
ロボ技研では2014年からチームが結成



かわさきロボコン

独特の足/腕構造を持つロボットの格闘ロボコン
ロボ技研は1994年から参加していた



製作物紹介

ロボコンにこだわらない製作物の紹介



展示会

部員の製作物の披露する場として展示会に出展

- 部として出展するイベント
 - 工大祭
 - Maker Faire Tokyo
 - コミックマーケット
- 部員個人で出展するイベント
 - 技術書店
 - 超技術書典
 - コミックマーケット
 - GAME^3



学生ロボコン結果報告

機械宇宙学科3年 谷 晃輔



Maquinistaとは？

2003年「SIMON」設立
2009年「Maquinista」に改称
NHK学生ロボコン・ABUロボコン
での優勝を目標として活動



NHK学生ロボコンとは？

- 全国の高専、大学が参加可能
- 3つの選考を通過した約20チームが本戦に出場
- 毎年決められた課題を達成



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



活動スケジュール

- 8月
ルール発表
 - ・アイデア出し
 - ・実験機の製作
 - ・1号機の製作
- 1月
1次ビデオ審査
 - ・コンセプトの見直し
 - ・2号機の製作
- 4月
2次ビデオ審査
- 6月
NHK学生ロボコン
 - ・調整
 - ・練習
 - ・必要があれば3号機の製作
- 8月
ABUロボコン

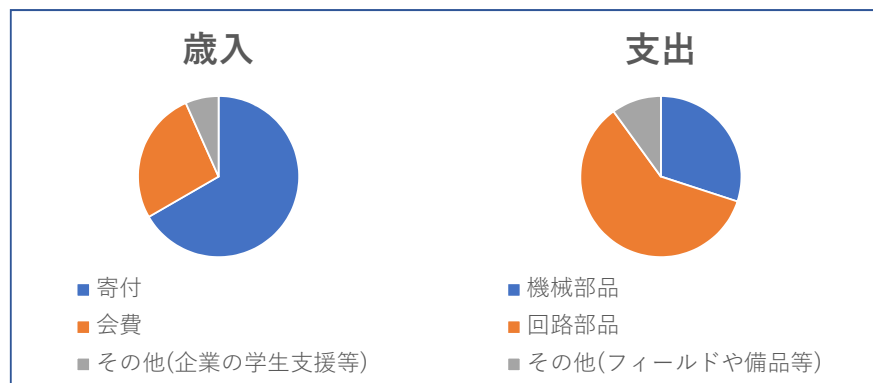
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



活動収支内訳

歳入：150万円

支出：100~200万円

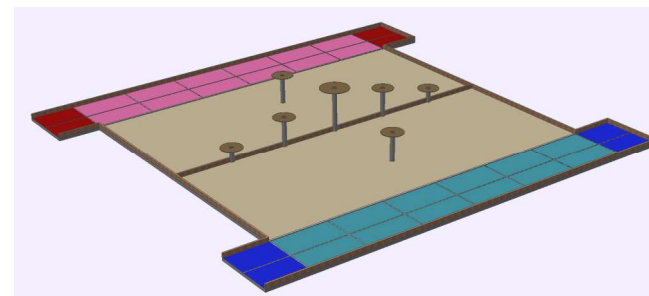


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



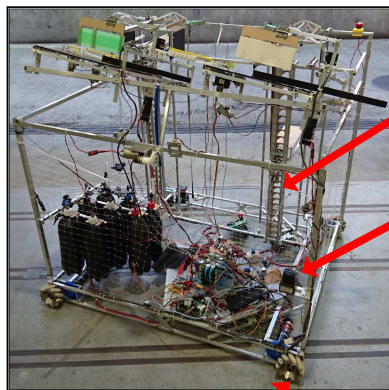
2017年のルールについて

- 今年のテーマは「不確かさ」
- 重心・直径・厚み・質量が不均一なフリスビーを投げる
- 個体ごとのズレをふまえた上で射出できるロボット製作が課題



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

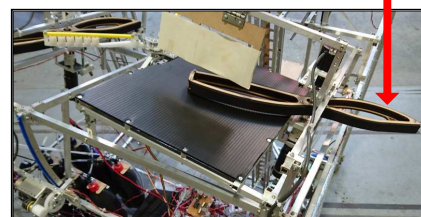




ディスクを正確に
1枚ずつ送る機構

狙ったスポットとの位置を
正確に合わせるセンサ

バットのように
ディスクを叩き出す機構



様々な方向に
進むことができる
メカナムホイール

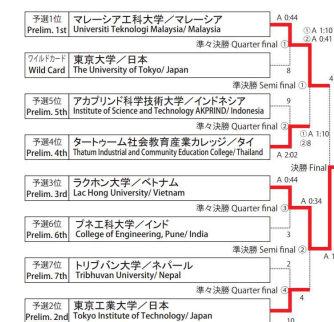
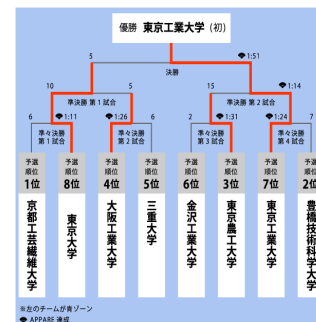
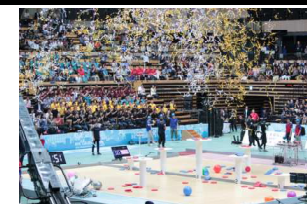
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



2017年度の結果

NHKロボコン 優勝

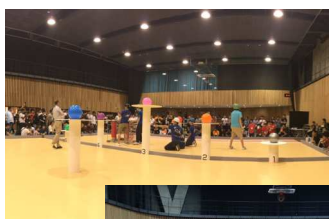
ABUロボコン ベスト4・敢闘賞



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



世界との交流会



ABU大会後の技術交流
会



ベトナム(優勝校),
マレーシア(準優勝校),
香港(デザイン賞),
東大
との交流会@東工大

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



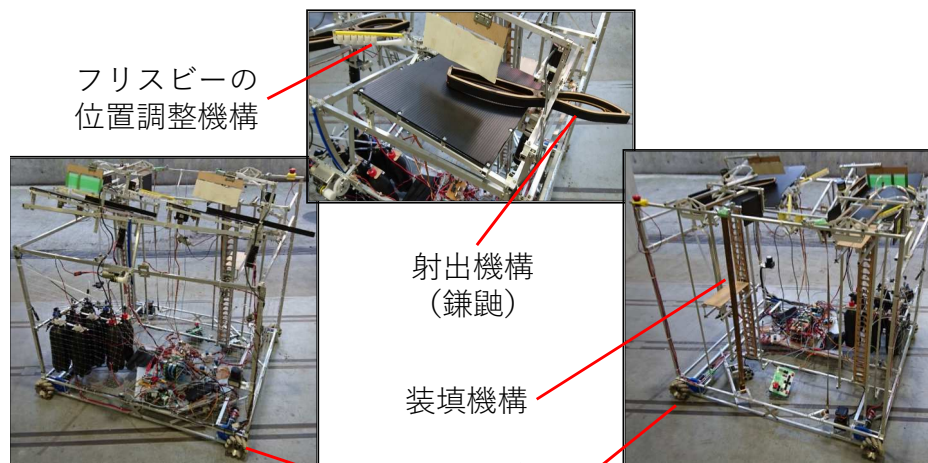
機械面のご紹介

経営システム工学科3年 田中 雅人

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



外観



フリスビーの
位置調整機構

射出機構
(鎌鼬)

装填機構

メカナムホイール

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



今年のルール（おさらい）

- 今年のテーマは「不確かさ」
- 重心・直径は目で分かる程度に“ズレ”ている
- 「ディスクで落とす」ではなく「ディスクを載せる」

飛ばすフリスビー



どう飛ばすか、どう調整するかが鍵

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



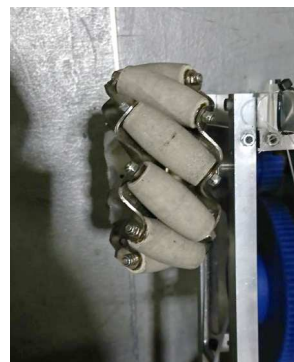
足周り

メカナムホイール

全方向に移動可能なホイール



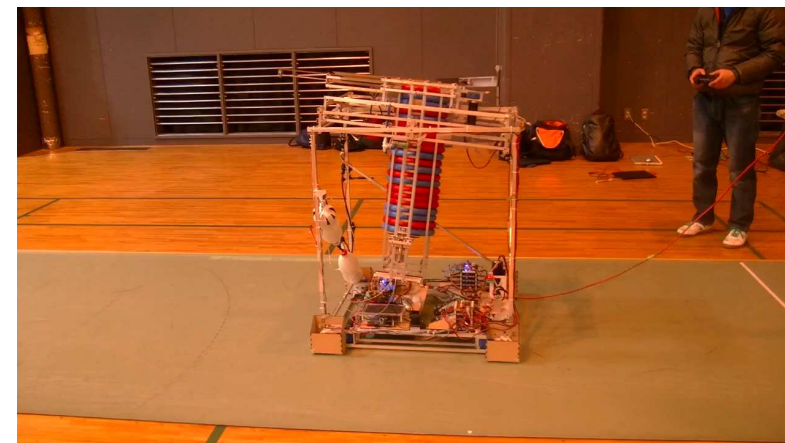
機体の位置・姿勢を調整できる



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



足の動き



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



射出機構について

必要な要件

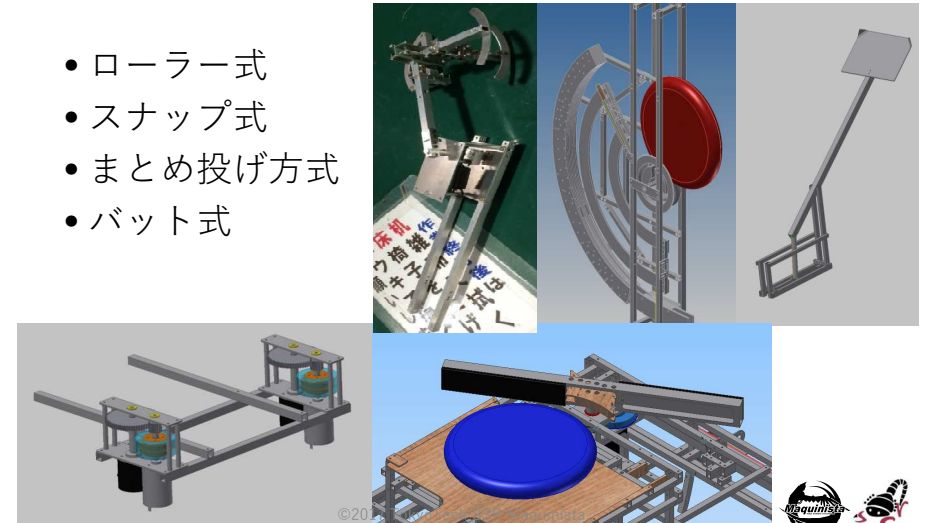
- 2m, 5m, 8mの距離にあるスポットに乗せられる
- フリスビー自体の誤差に依存しない

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



射出機構の案

- ローラー式
- スナップ式
- まとめ投げ方式
- バット式



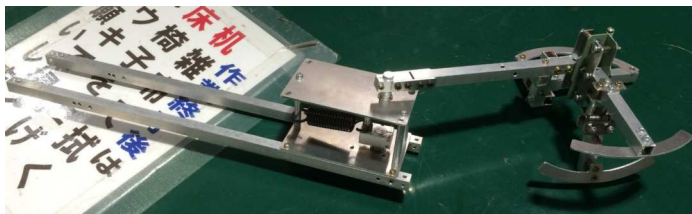
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



スナップ式

人間の腕の動きを再現

- 肘を引きばね、手首と指をばね蝶番で駆動

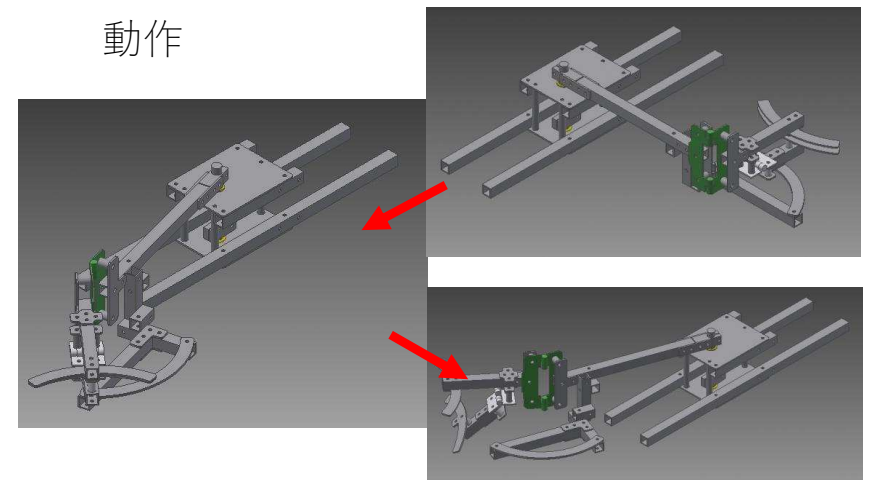


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



スナップ式

動作



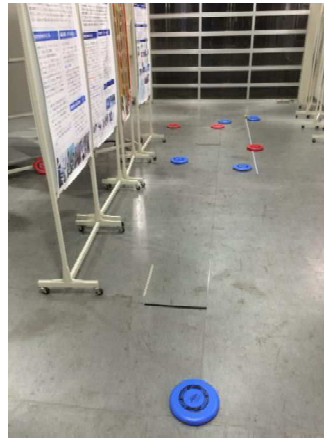
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



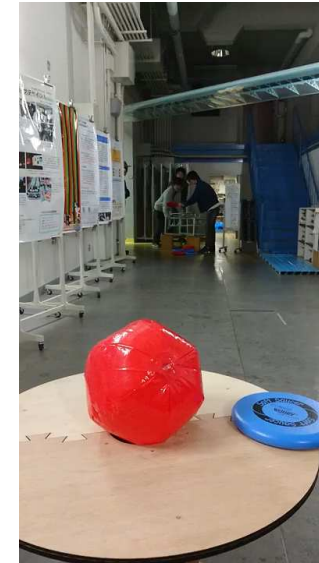
スナップ式

結果

- 飛距離約8m
- 分散が大きい（特に横方向）
- 位置調整すれば20%程度乗る（8mスポットに限る）
- 飛距離の調整がほとんどできない



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

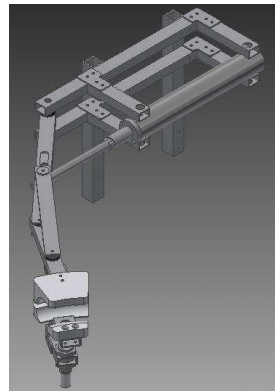


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

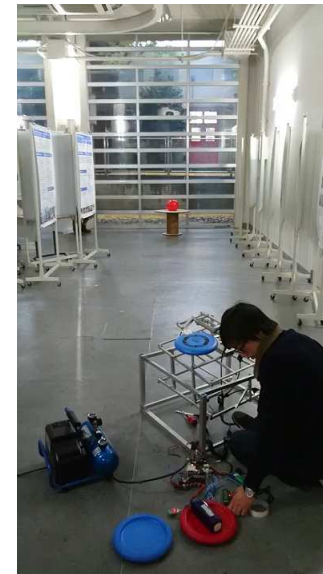


スナップ式改

- リンク機構で肘と手首を同時に動かす
- エアシリンダで駆動
- 指を開くタイミングは電磁弁を制御して調整



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



スナップ式改

結果

- 分散が大きい
(ディスクの厚みが原因?)
- 空気圧の変化で軌道が変わる



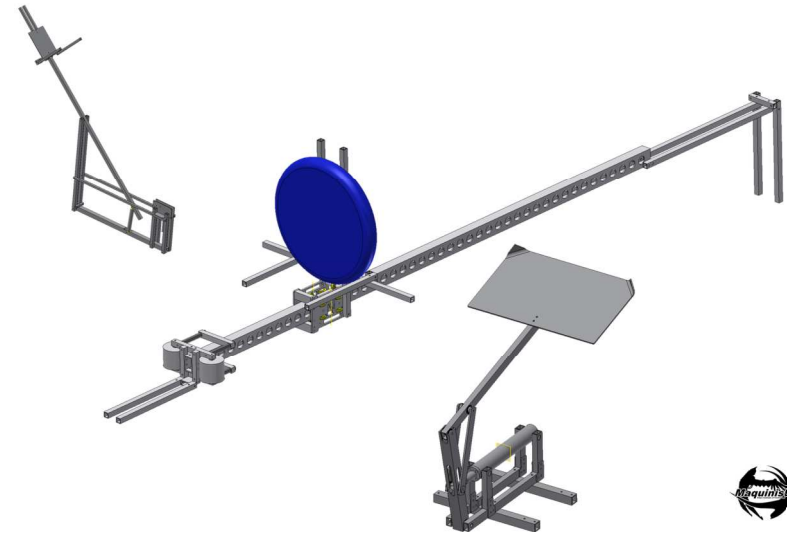
他の発射機構に比べてデメリット大きい

開発を断念

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



まとめ投げ発射機構



まとめ投げ発射機構



- スナップ式を改良
- シリンダの直動を使って投石器のように投げる
- 速度が遅く、1mほどしか飛ばなかった

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



まとめ投げ発射機構

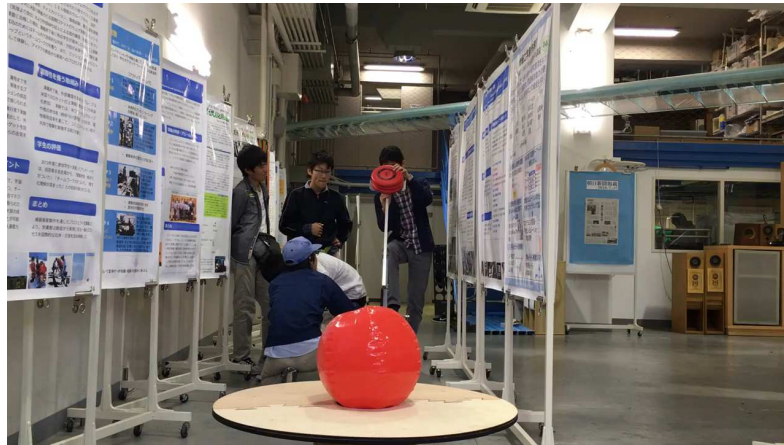


- 投石器のような機構
- 強いばねで引いたが1mも飛ばずにばらばら
- ばねを強くしてもほとんど飛ばなかった

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



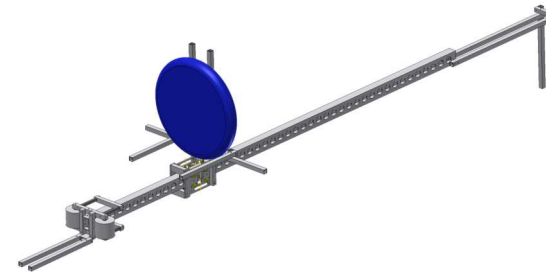
まとめ投げ



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



まとめ投げ発射機構



- ・ 5.2kgのコンストン二つで約1m引く
- ・ 8m先のスポットに乗った(ただし高さは500mmのスポットで実験した)
- ・ フリスビーを置く部分の角材が曲がった(右写真)

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

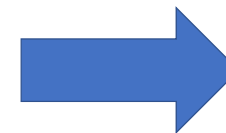


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



まとめ投げ

- ・ しっかりと押さえている必要がある
- ・ 一度にたくさんのフリスビーを消費
- ・ 成功率高くない



開発中止

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



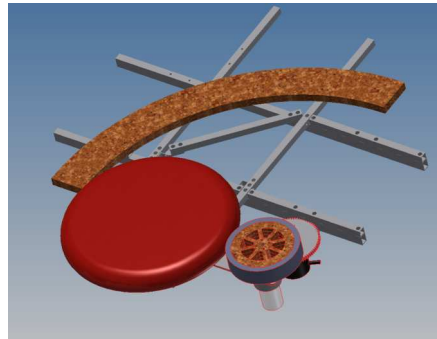
ローラー式①

タイヤにフリスビーを押し付けて飛ばす

- シリコンタイヤ
- RS-380DD->RS-540DD

結果

- 8mギリギリ飛ぶ
- 分散大きい
- フリスビーが逃げたりする



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

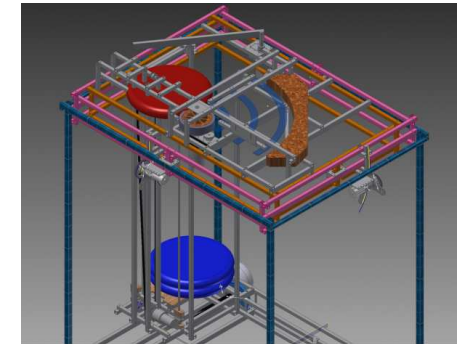


ローラー式②

- 屋根を付けた

結果

- シリコン吹っ飛んだ
- フリスビー削れた
- 分散大きい



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



ローラー式まとめ

- タイヤの実験が必要になる
- 3Dプリンタ、ゴム版、表面に接着剤etc..
- ブラシレスモーター

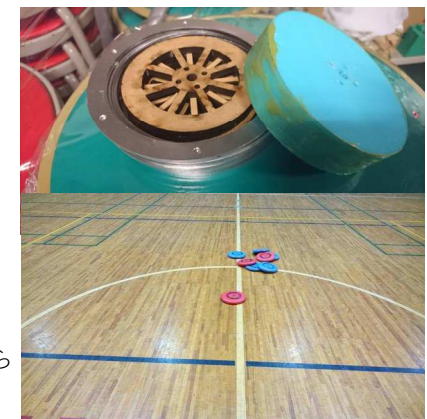
結果

- スポットに当たれば乗りやすい
 - 同じようなフリスビーに対してなら分散は良好
- しかし…

フリスビーを変えると
着地点が大きく変わる



開発中止



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

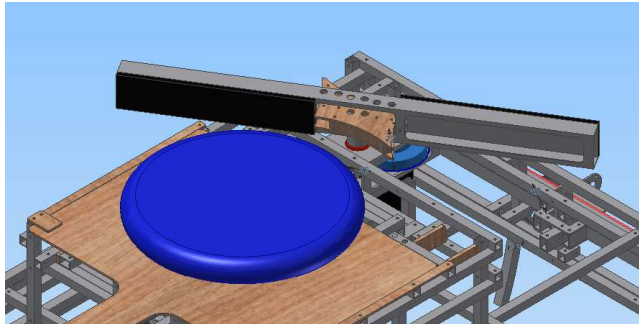


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

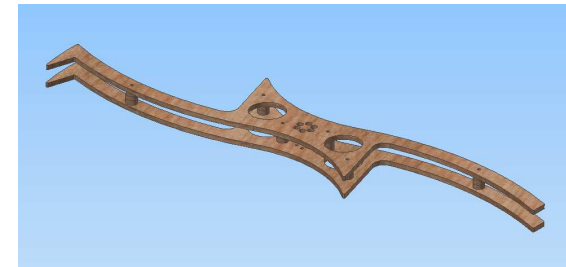
フリスビーを棒で叩き飛ばす



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

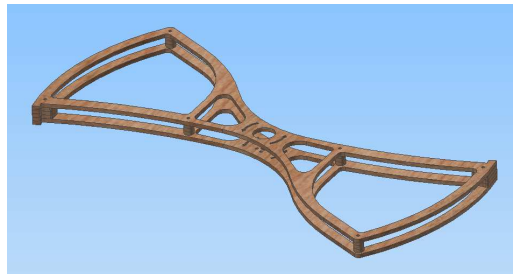


- ・ 曲線にした
- ・ 爪をつけた

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

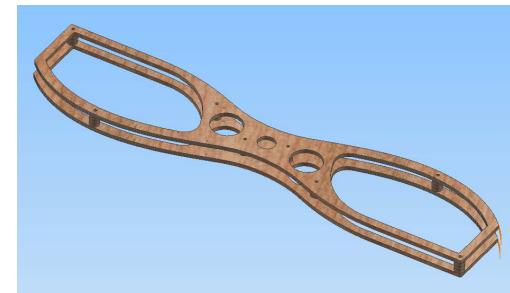


- ・ 曲線の方向を変えた

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式



- ・ 曲線をクロソイド曲線に

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



棒が変わると…

- 鋭いクロソイド

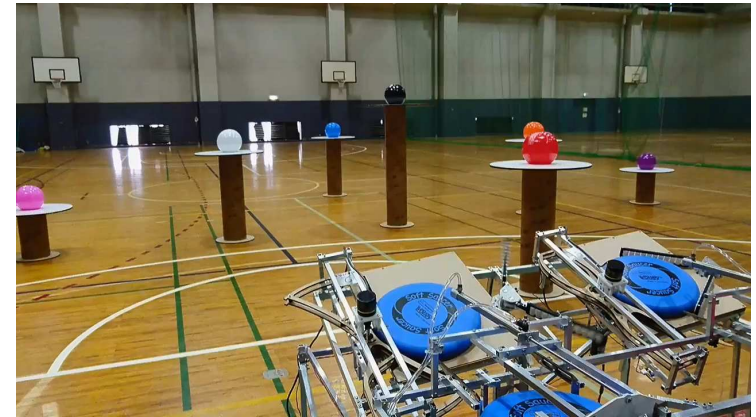


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



棒が変わると…

- 逆方向円弧



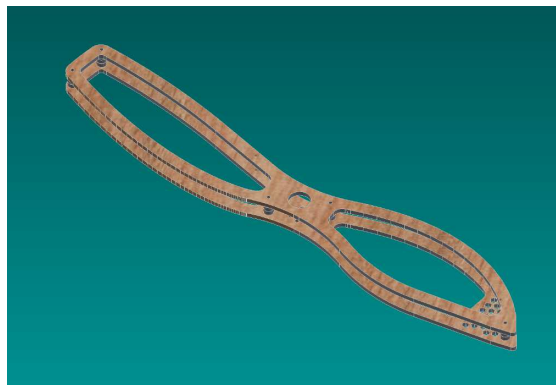
軌道がかなり変わる

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

ABUで使った形



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

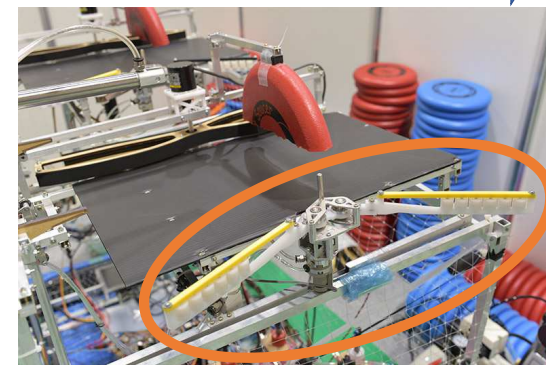


バット式

初期位置にも大きく依存



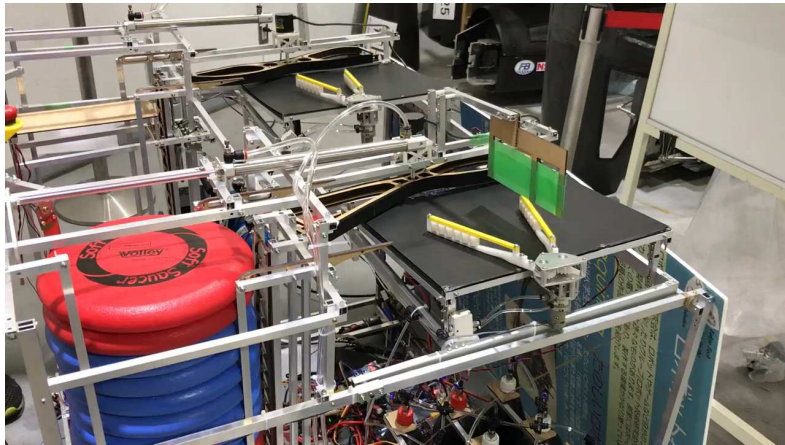
抑えを付ける



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式



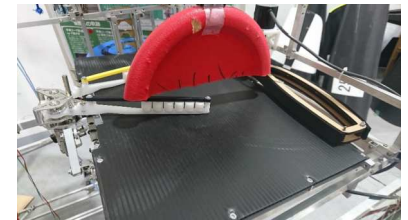
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

長所

- ・ 正確
- ・ ある程度のバックspin
- ・ 何回も投げられる



短所

- ・ 位置合わせが必要で連射が遅い

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

飛ばす方向を変化させる機構
2枚同時に射出出来るように



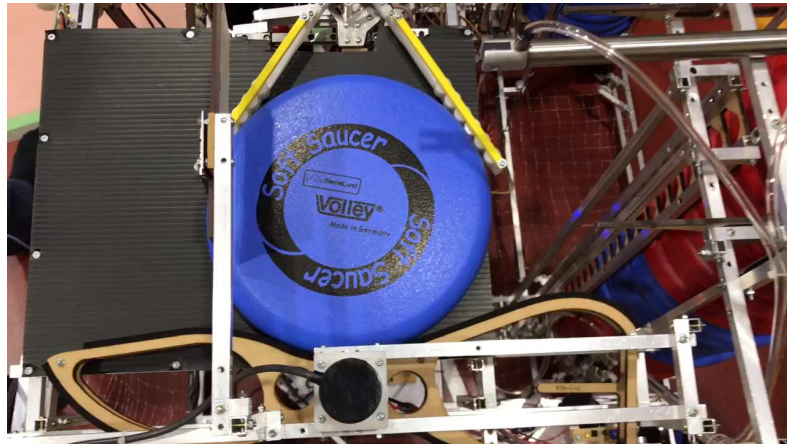
©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



位置調整機構

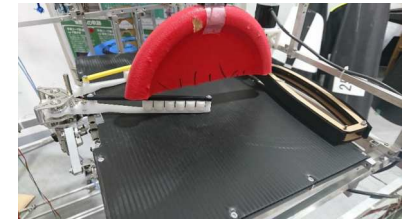


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



バット式

- ・ 正確
- ・ ある程度のバックspin
- ・ 何回も投げられる



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



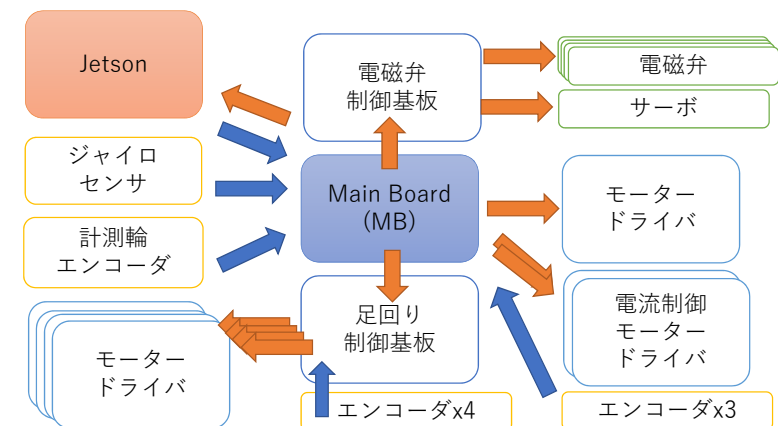
回路制御面の紹介

制御システム工学科3年 徳田 俊平

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



回路構成



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

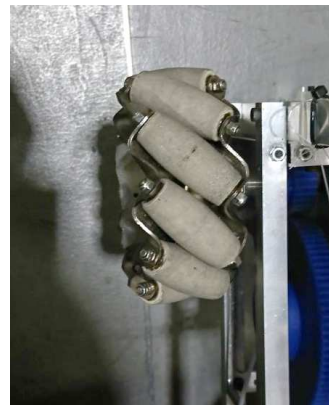


走行方法

メカナムホイール

ロボットの指令速度から
各車輪の回転数を計算し
各車輪を速度制御

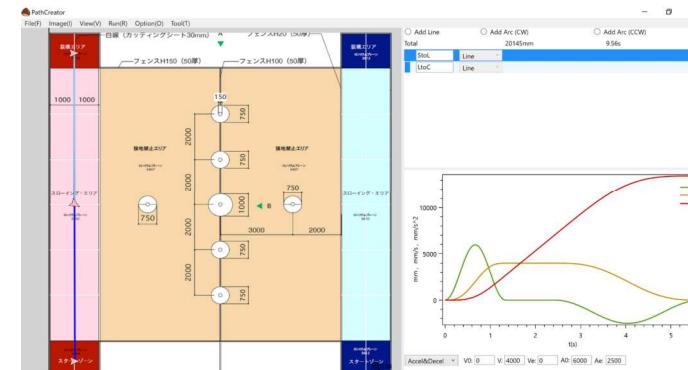
ロボットの走行経路を計画



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



経路生成ツール(Path Creator)



GUIを用いてロボットの走行経路を設計

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



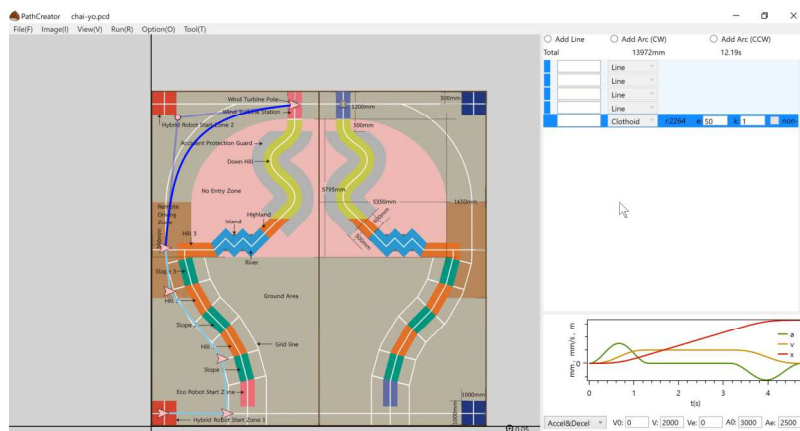
構成

Path Creator

- Windows
- C#
- 走行経路と速度を設計
- MB用のコードを出力

Main Board(MB)

- STM32F407
- 経路を基に各車輪の速度を計算
- 足回り制御基板に速度指令を送信



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



射出機構の制御

MATLAB/Simulinkを用いた
モデルベース制御

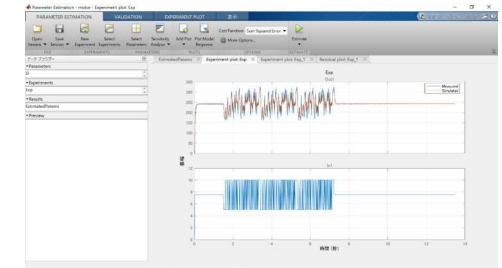


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



モデルの同定

- SimulinkのParameter Estimationを使用
 - モーターのモデルはデータシートを基に作成
 - バットの部分のイナーシャを入力電圧とバットに取り付けたエンコーダの値から推定

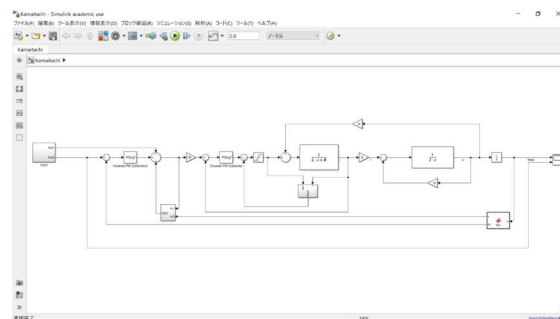


©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



モデル

- Simulinkを用いてモデル, 制御器を設計
 - モーターの電流制御とバット部分の位置, 速度制御
 - 外乱オブザーバを使用



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



実際の動作



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



構成

MATLAB/Simulink

- 同定実験データを基にモデルを構築
- コントローラを設計

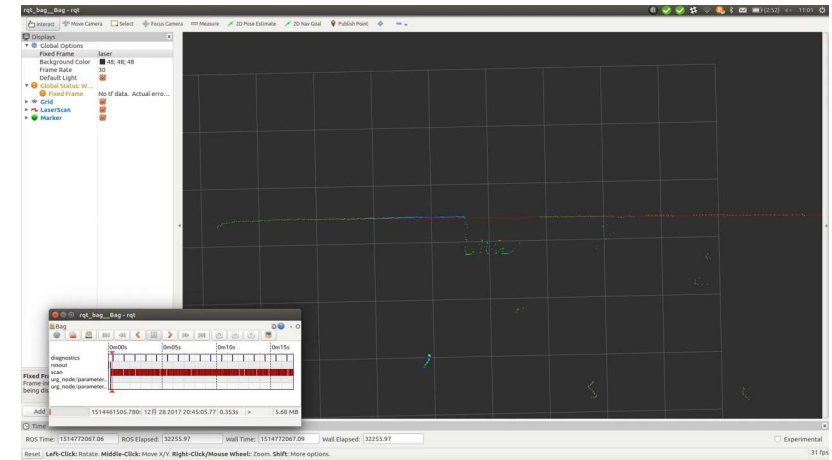
Main Board(MB)

- 同定実験のデータを計測
- 設計したコントローラを実装
- エンコーダの値を計測し電流制御用のモータドライバに電流値を指令

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



LRFを用いた画像処理



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



目的

- 内界センサによる自己位置推定によって発生する自己位置の誤差を補正
 - フィールドの木柵(壁)をみて姿勢を補正
 - スポットを検出して自己位置推定
- 射出対象のスポットを観測することで練習フィールドとの違いを補償
 - スポットとの相対位置を計算

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



URGについて

- 北陽電気より販売されている測域センサ
- ある平面上にある物体を検知できる
- 30m, 270degの長距離広範囲の1080点を25msでスキャン可能



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



実行環境

- NVIDIA社のJetson TK1
 - GPU搭載の組み込み向けコンピュータ
- Ubuntu 14.04 LTS + ROS Indigo
 - ROS (Robot Operation System)
ロボット開発者向けのライブラリ, ツール
 - C++

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



直線検出

- フィールドの木枠を観測
- 機体の角度と木枠との距離を推定
- Hough変換
 - 後述のやり方より精度が悪かった
- LineSegmentDetector
 - ライブラリを使用



円検出

- スポットは半円状の点列として現れる
- Hough変換
 - 半円状の点列の数が少ないこともあり精度悪
- 最尤推定
 - 各点が正規分布に従うと仮定
 - 精度が改善
 - でも局所解に落ちることも

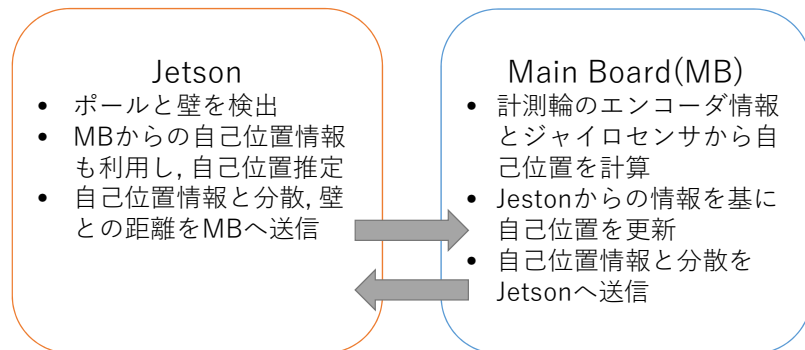


問題点

- LRFの取付誤差
 - 取り付ける際に取り付け角が設計よりずれてしまう
 - 8m先の円が数度ずれると検出値が数10cmずれる



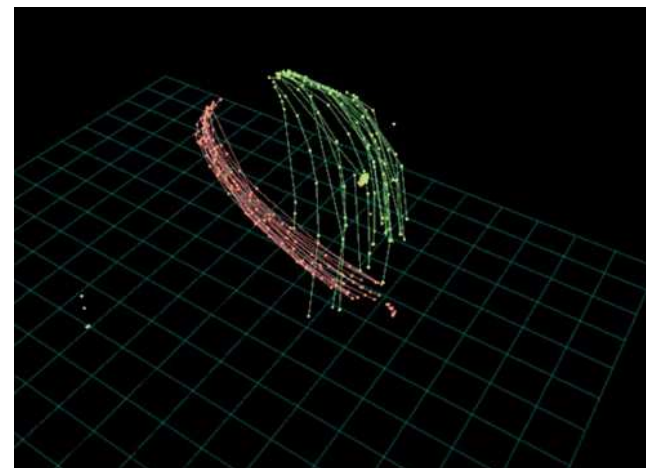
構成



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



Kinectを用いたDiscの軌道解析



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



目的

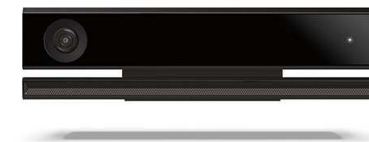
- ディスク軌道の可視化
 - 軌道を可視化することで, ディスクの分散を解析
 - 射出機構の評価に使用

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



Kinect

- Microsoftより製造されていたモーションセンサー式コントローラ
- 距離カメラとして利用
- 最大測定距離: 8m
- 測定範囲: 70degx60deg
- 最大30fps
- 距離情報が512x424pixelの画像として得られる



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



実行環境

- ノート P C
 - Windows
- VisualStudio + KinectSDK + OpenCV
 - KinectSDK
Windows用のソフトウェア開発キット
 - OpenCV
オープンソースコンピュータビジョンライブラリ

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



Discの検出

- 距離画像データから密集している点群をDiscとして検出
 - 点群の大きさでノイズと判別
- 前のDiscの位置と現在のDiscの位置を結ぶことで軌道を生成
- 各Discをラベリングすることで同時に複数のDiscの軌道を記録することも可能

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



今後の活動について

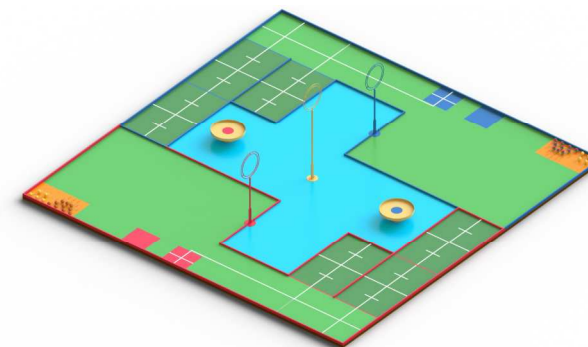
機械宇宙学科3年 谷 晃輔

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



2018年のルールについて

- テーマはベトナムの伝統行事「NÉM CÒN」
- 素速いシャトルコックの受け渡し
- 正確なシャトルコックを投射



©2017 TokyoTech SSR Maquinista.



NHK 学生ロボコン 2018
～ A B U アジア・太平洋ロボコン代表選考会～

2018年6月10日(日)

大田区総合体育館

主催 NHK、NHKエンタープライズ

©2017 TokyoTech SSR Maquinista.

