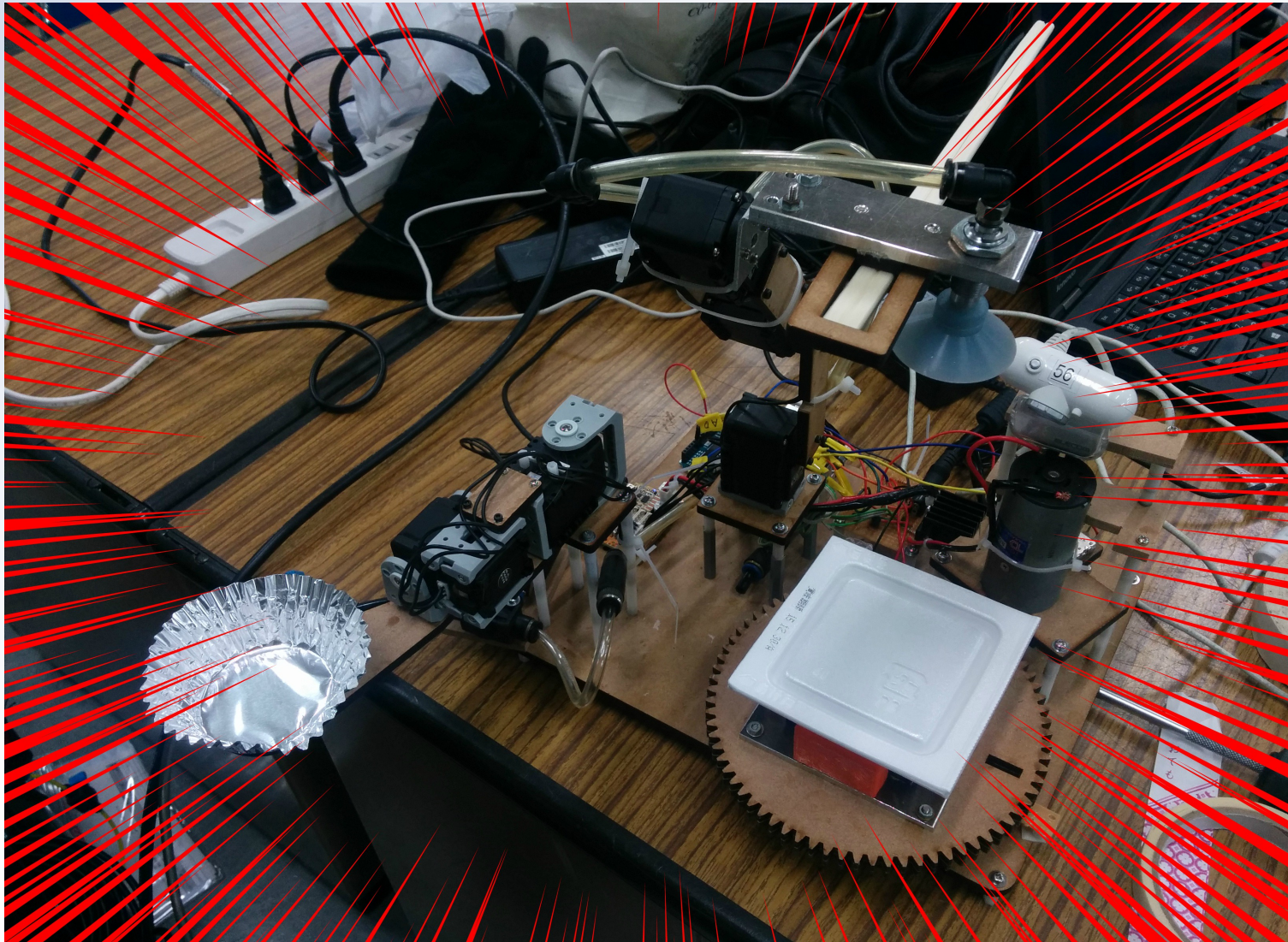




機械情報演習 2015 自主プロジェクト フルオート納豆メーカー

2015 年 12 月 22 日

フルオート納豆メーカー



- 納豆の開封からかき混ぜまで全自動で行ってくれるマシン

フルオート納豆メーカー

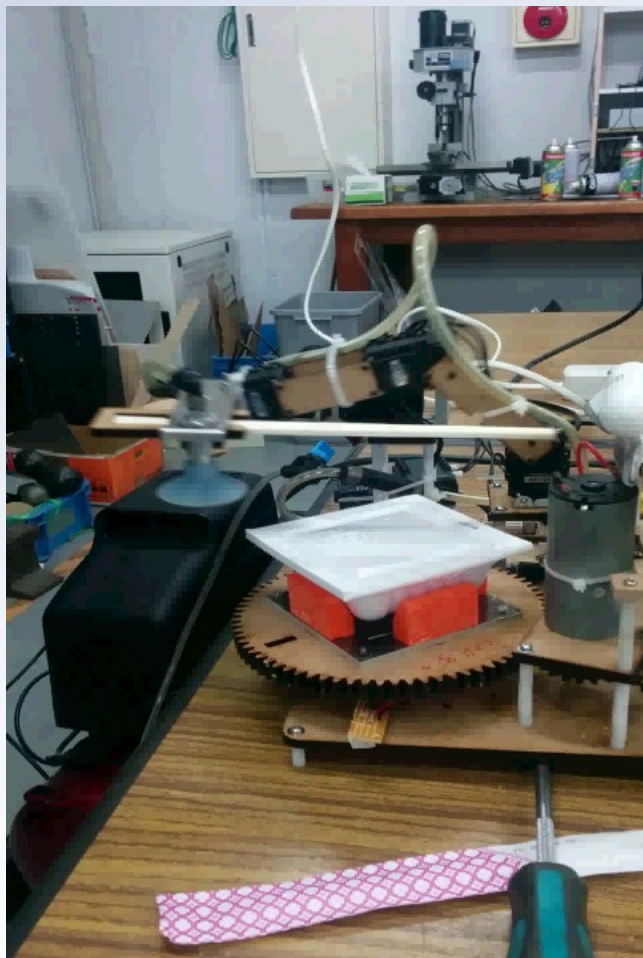
解説

必要なタスク

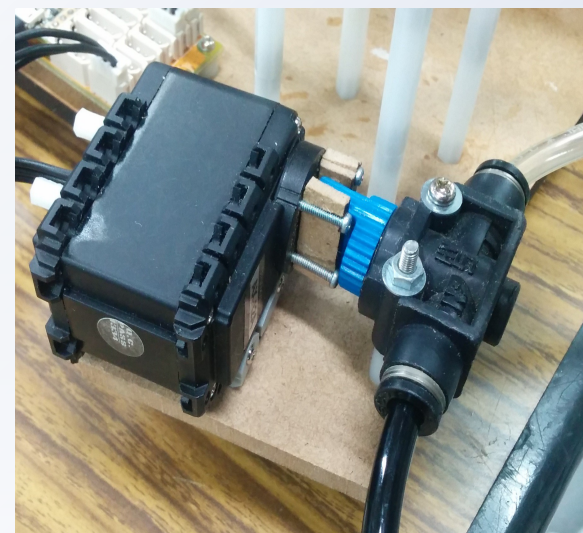
- 蓋を開ける
- 蓋をちぎる
- 醤油の袋の除去
- からしの袋の除去
- シートの除去
- 醤油の投入
- 箸の挿入
- かき混ぜ

アーム、土台回転機構、醤油投入機構により実現

アーム



- 平面三自由度シリアルマニピュレータ
 - Dynamixel AX-12 を各関節に使用
- 先端に吸盤を装備
 - 圧縮空気を流すことで減圧し、吸着
 - オンオフはサーボでハンドバルブを回して制御
- 横向きに箸を装着



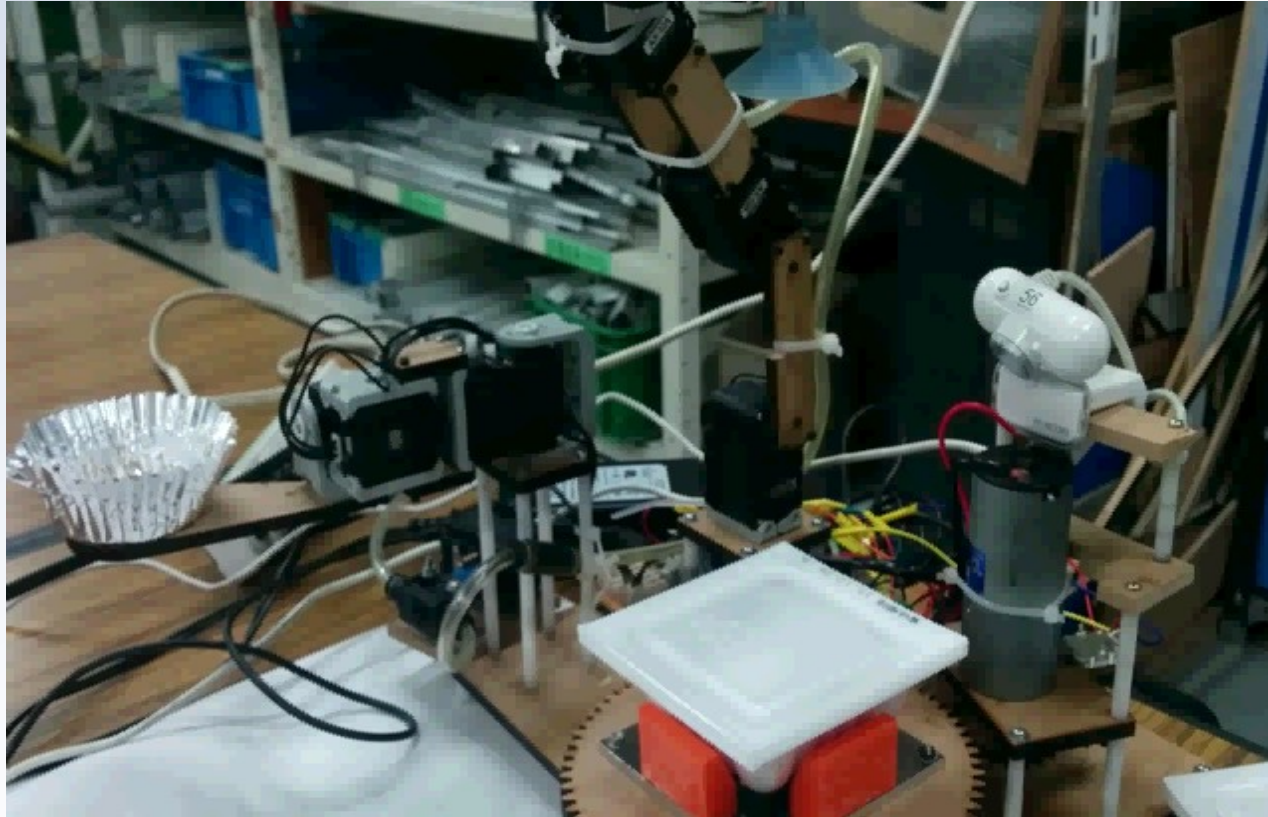
アーム制御

- 逆運動学
 - 位置は根本の関節で二自由度系として
 - 先端で姿勢を決定
- 速度制御
 - 毎周期、現在位置から目標位置まで直進するような各関節の角加速度を計算
 - 状況に応じて任意の速度を取る
 - 変な経路を取りにくく、振動しにくい
- 収束判定
 - 現在サーボ角を毎周期取得して先端の位置を順運動学で計算
 - 位置決めが重要でないタスクは収束範囲を大きめにとり、スムーズに次のタスクへと移行

フルオート納豆メーカー

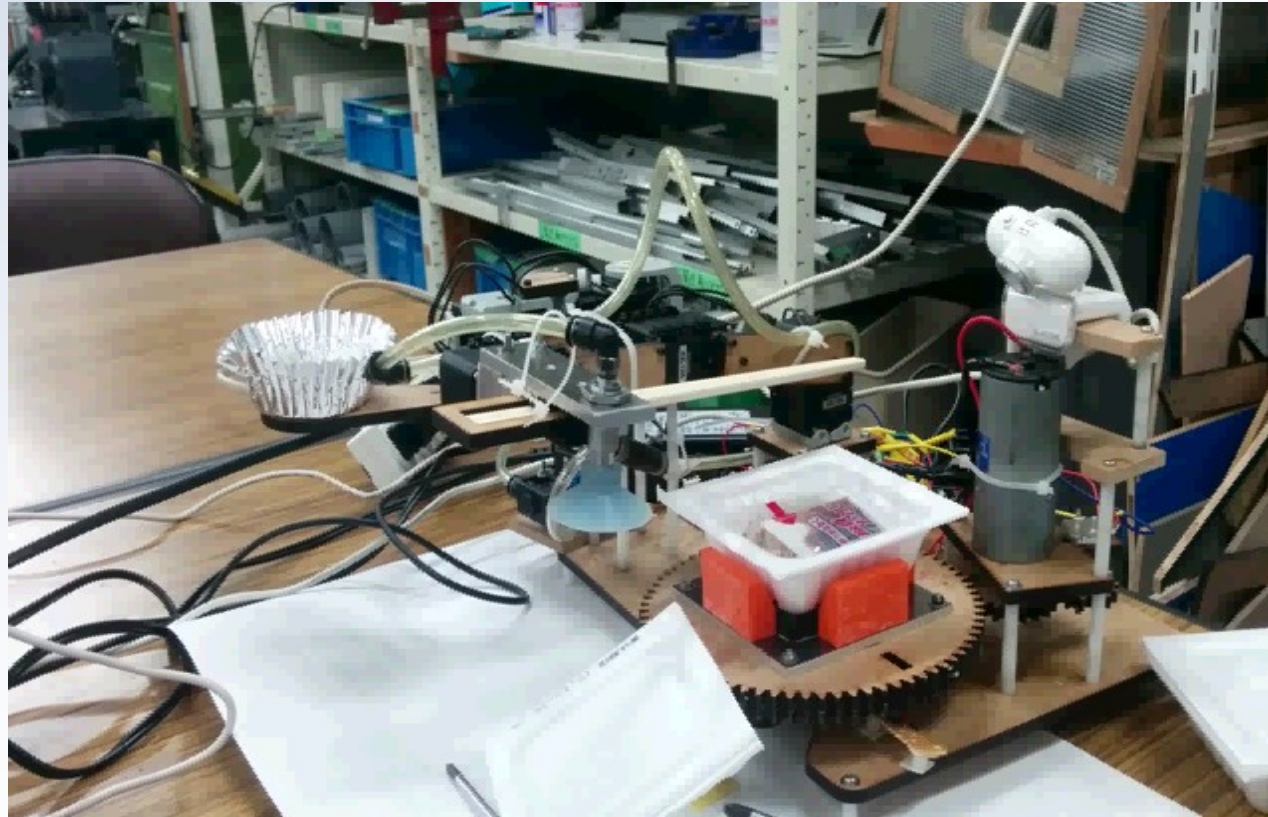
各タスクの解説

蓋を開けてちぎる



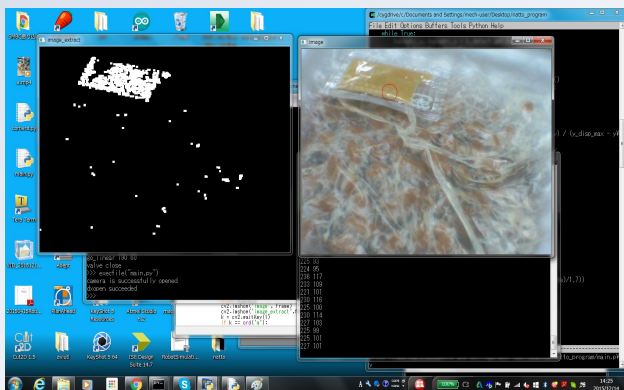
- アームで吸着して蓋を開封
- 土台の回転でちぎる
 - フォトインタラプタにより正しい角度に位置合わせ

醤油・からし・シートの除去



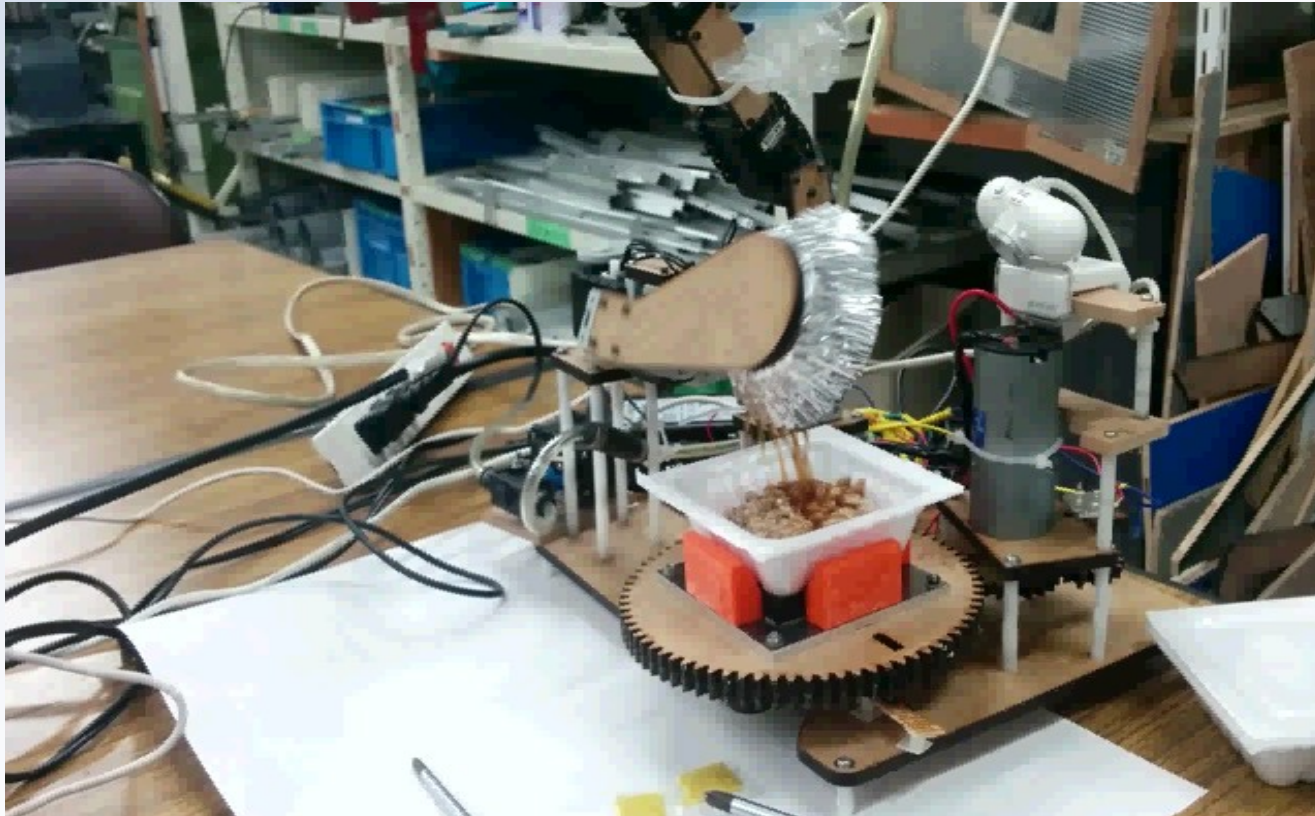
- アームの吸着で実現
- 醤油・からしは USB カメラで位置を検出
- 糸を切るのに土台回転を利用

醤油・からし位置検出



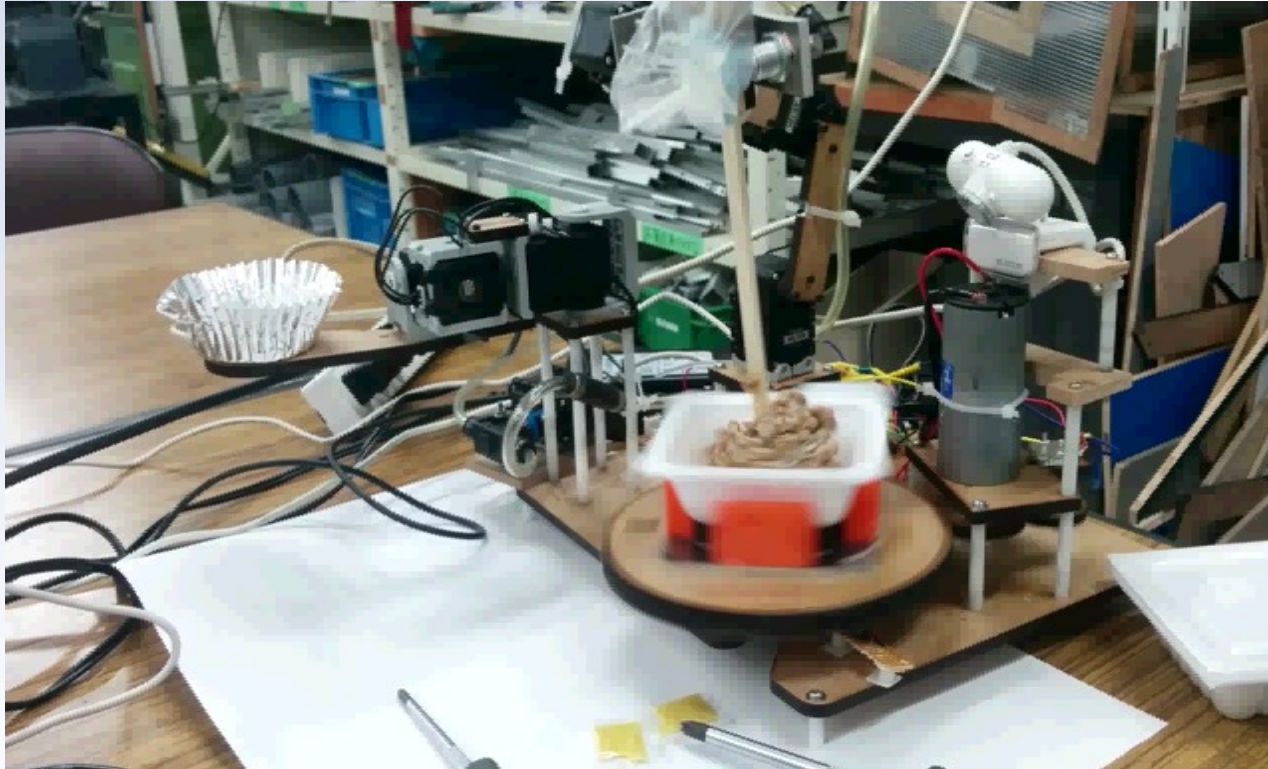
- HSV フィルタで色抽出、膨張収縮でノイズ除去、重心計算で位置を特定
- 平面アームと土台回転を組み合わせでどこにあってでも除去可能
- 成功率 30%→ ほぼ 100% (からし)

醤油の投入



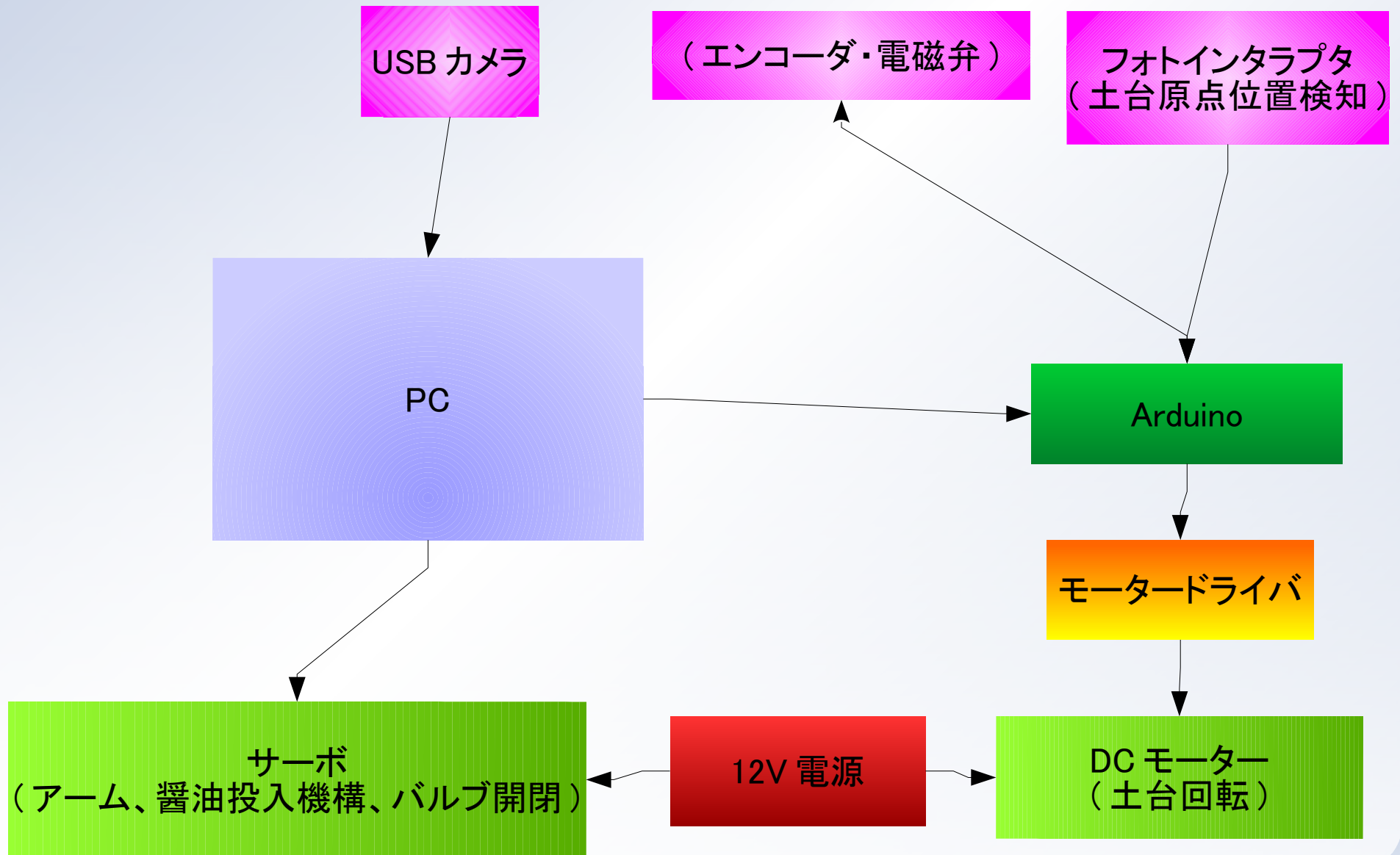
- 予めカップに入れておいた醤油を専用のアームで投入
- 速度は sin カーブで滑らかに指令することでこぼれないように
- お好みでからしとか

かき混ぜ



- アームを横に向けて箸を挿入し、土台を回転

全体のシステム



苦勞した点

- 機構の設計
 - 数多いタスクをいかにして達成するか
 - なるべく単純で加工量が少なく安価な設計
 - なるべく準備の手間がかからない設計
- 回路の設計
 - 回路周りが何もわからず、一から勉強
 - モータードライバ、外部電源、フォトインタラプタ、Arduino、エンコーダ、電磁弁など多くのデバイス
- 多くの仕様変更
 - 電磁弁→流量不足で使えず、サーボ＋ハンドバルブに
 - エンコーダ→精度不足で使えず、フォトインタラプタに
 - 納豆の吸着固定→エア消費が激しすぎて圧縮空気が足りず、両面テープに
 - からし→決め打ちでは取れず画像認識
- 納豆の消費
 - 計 40 パック以上を 1 週間で使用 (6Pack/day 程度)
 - ほぼ全て自ら消費

実演

フルオート納豆メーカー

ご清聴ありがとうございました

フルオート納豆メーカー

