

持続可能な食品産業のための “ROS for Food” の提案

2023年9月26日
TechMagic株式会社

TechMagic株式会社

2018年創業のフードテックベンチャー

Vision

テクノロジーによる持続可能な
食インフラ社会を実現する

Mission

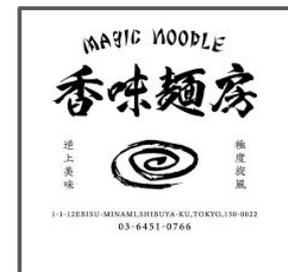
世界中に、
調理・業務ロボットを提供する



P-Robo(パスタ調理ロボット)



- エビノスパゲッティ 東京丸の内ビルディング店
- エビノスパゲッティ エトモあざみ野店
- プロント 西新宿店
- 大学生協食堂



香味麵房(恵比寿)
惜しまれつつ閉店

Oh My DOT 渋谷スペイン坂 (New!)



DOT	NOODLE	DOT	NOODLE	DOT	NOODLE	DOT	NOODLE
マールー カレー	× フォー	トンコツ ニボシ	× ホンコン麺	カツオ コマ チャウダー	× ホンコン麺	チリトマト バジル イカスミ	× ショート パスタ
<p>¥690 2 DOTs</p>		<p>¥690 2 DOTs</p>		<p>¥790 3 DOTs</p>		<p>¥790 3 DOTs</p>	
<p>エスニックな刺激! フォーとの相性抜群のエスニックな一品。欧風カレーにマールーとエビオイルを合わせ、刺激溢れるアジアンテイストに!</p>		<p>ガツンとやみつき! 動物系と魚介の出汁を重ねた深みのあるスープが最高。ガーリックオイルをかければ更に癖になる味わいに!</p>		<p>新感覚のうまみ! 和・洋・中華の組み合わせで、懐かしくも新しい味わいに。ネギオイルをかけて風味をプラスするのもおすすめ!</p>		<p>イタリアンな気分! トマトの酸味にバジル大葉の香り、イカスミとほのかなニンニクがやみつきに。オリーブオイルとの相性も抜群!</p>	

ナウなヤングに大人気！ぜひお越しください！

I-Robo: 炒め調理ロボット (New!)



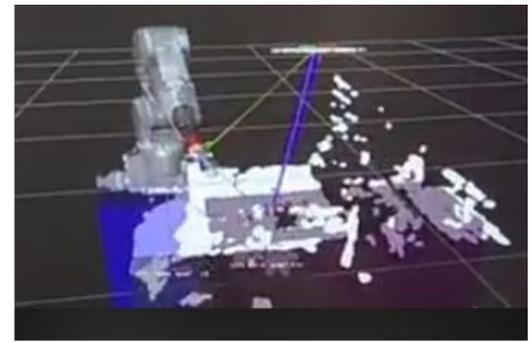
大阪王将様にてテスト導入開始

S-Robo: サラダの配合ロボット



キューピー様社員食堂での実証実験

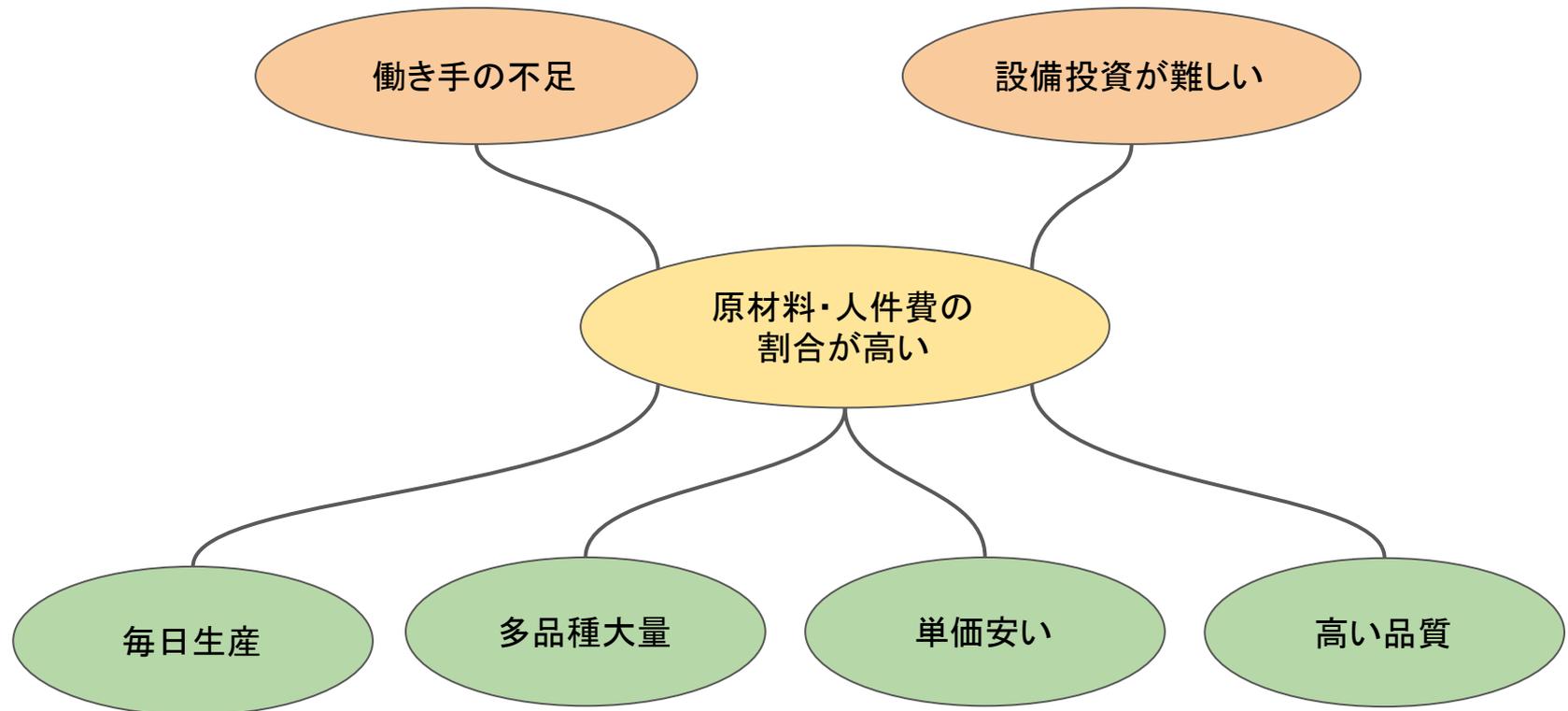
finibo (W-Robo): 食器洗淨工程自動化



自動車会社 社員食堂にて日々、稼働中

食品産業が抱える課題

高度な自動化を低コストで行わなければならない



はたして今後の持続は可能か？

食品産業自動化のコストを押さえるには？

擦り合わせ設計の限界



モジュール化

ROS

オープン化

モジュール化・オープン化



調味料
計量供給機



具材
計量供給機



食品用グリッパ



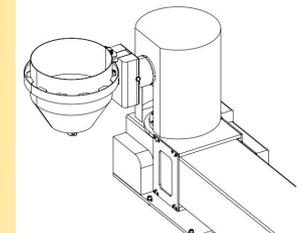
三次元カメラ



産業用
ロボットアーム



Webカメラ



独自ロボット



回転式IH

ミドルウェア



SBC



画像処理



スマホ・タブレット
Web



茹で麺機
フライヤー



冷蔵庫・冷凍庫

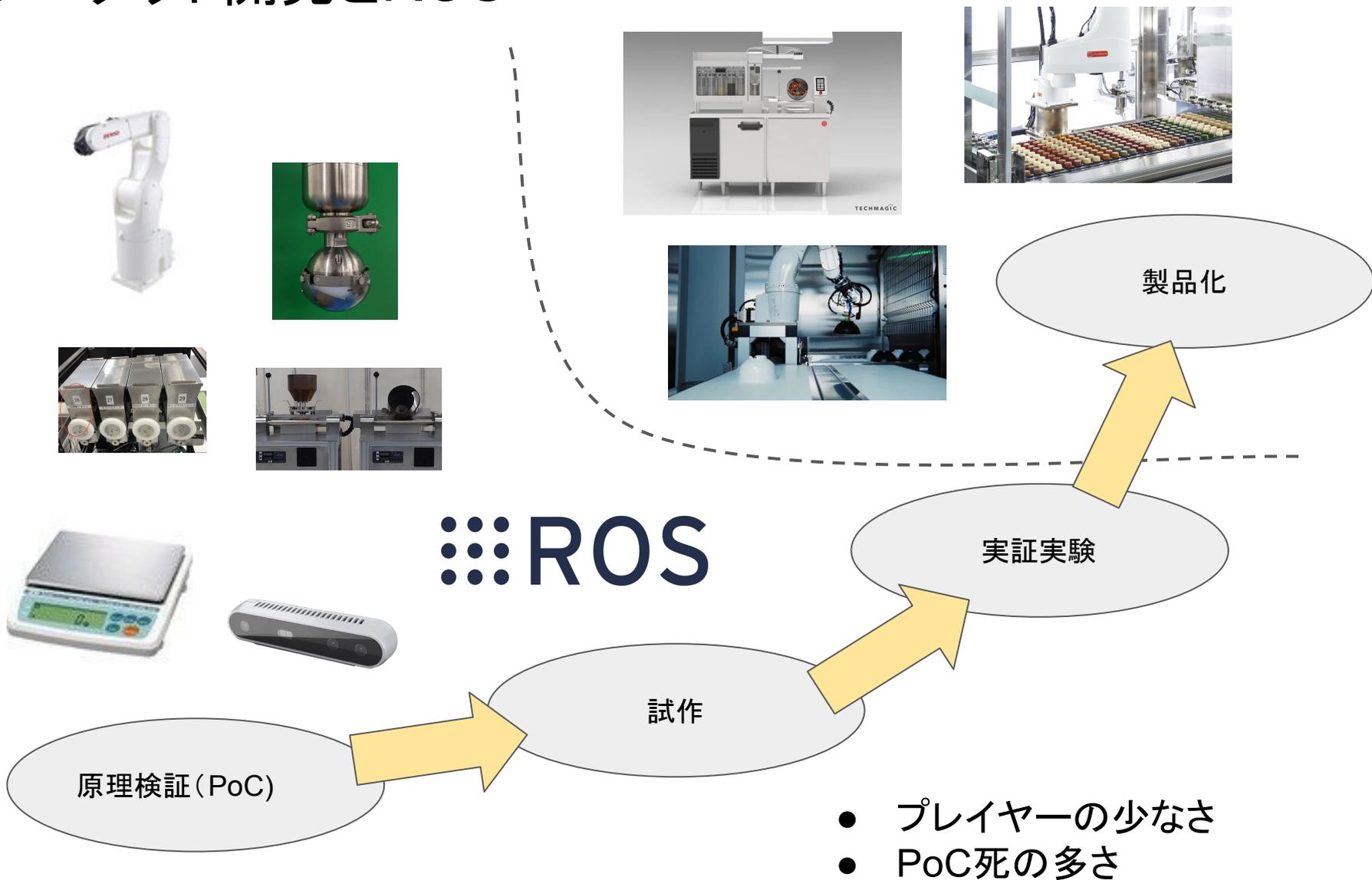


FA機器



計量器

プロダクト開発とROS



- プレイヤーの少なさ
- PoC死の多さ

“ROS for Food”の提案

任意団体 “ROS for Food” を提案します

<https://github.com/ROSforFood>

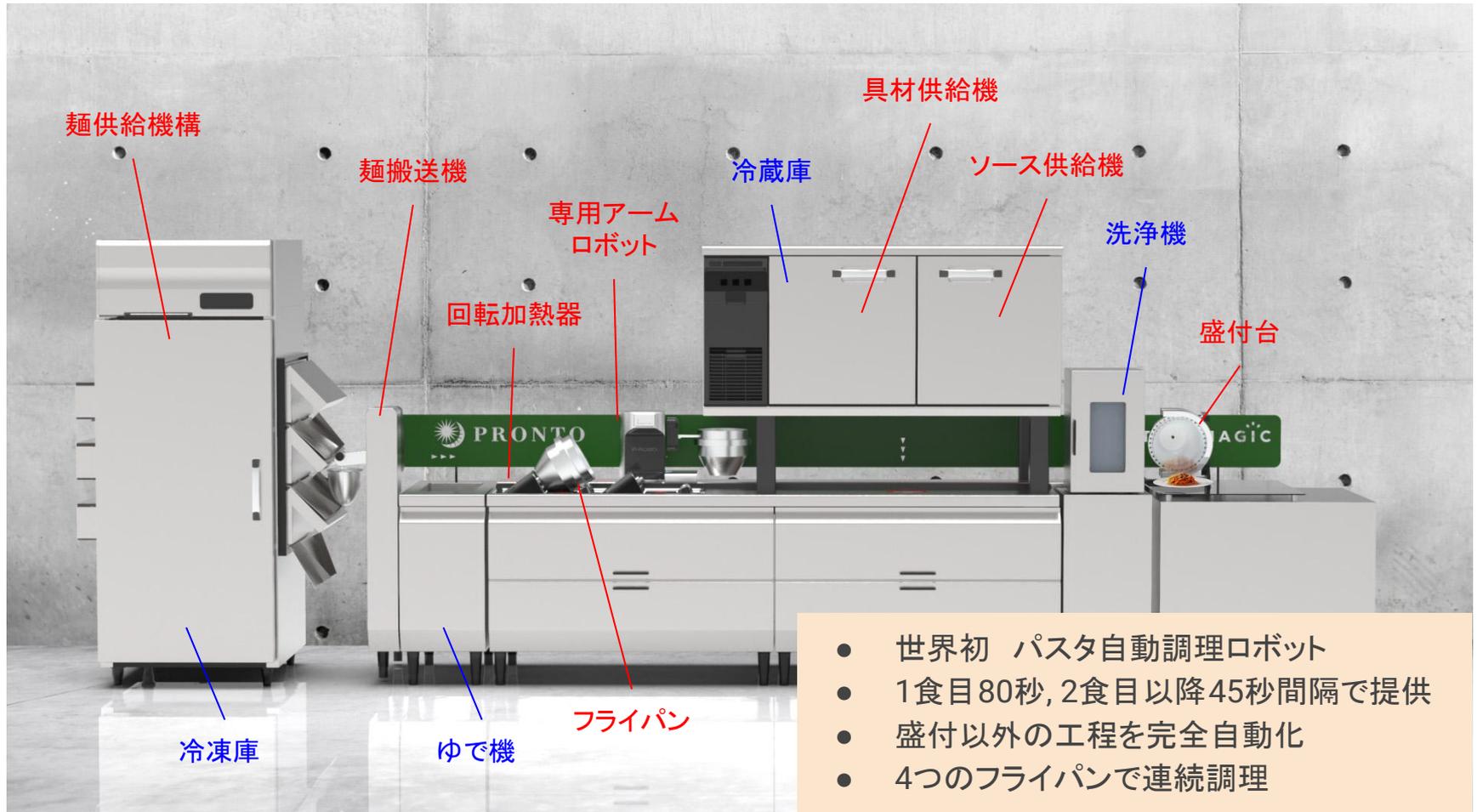
食産業の自動化のロボット製品のための

- インターフェースの定義
- 使用デバイスの整備(カメラ、グリッパなど)
- ROSソフトウェアパッケージの整備、収集
- ミーティング

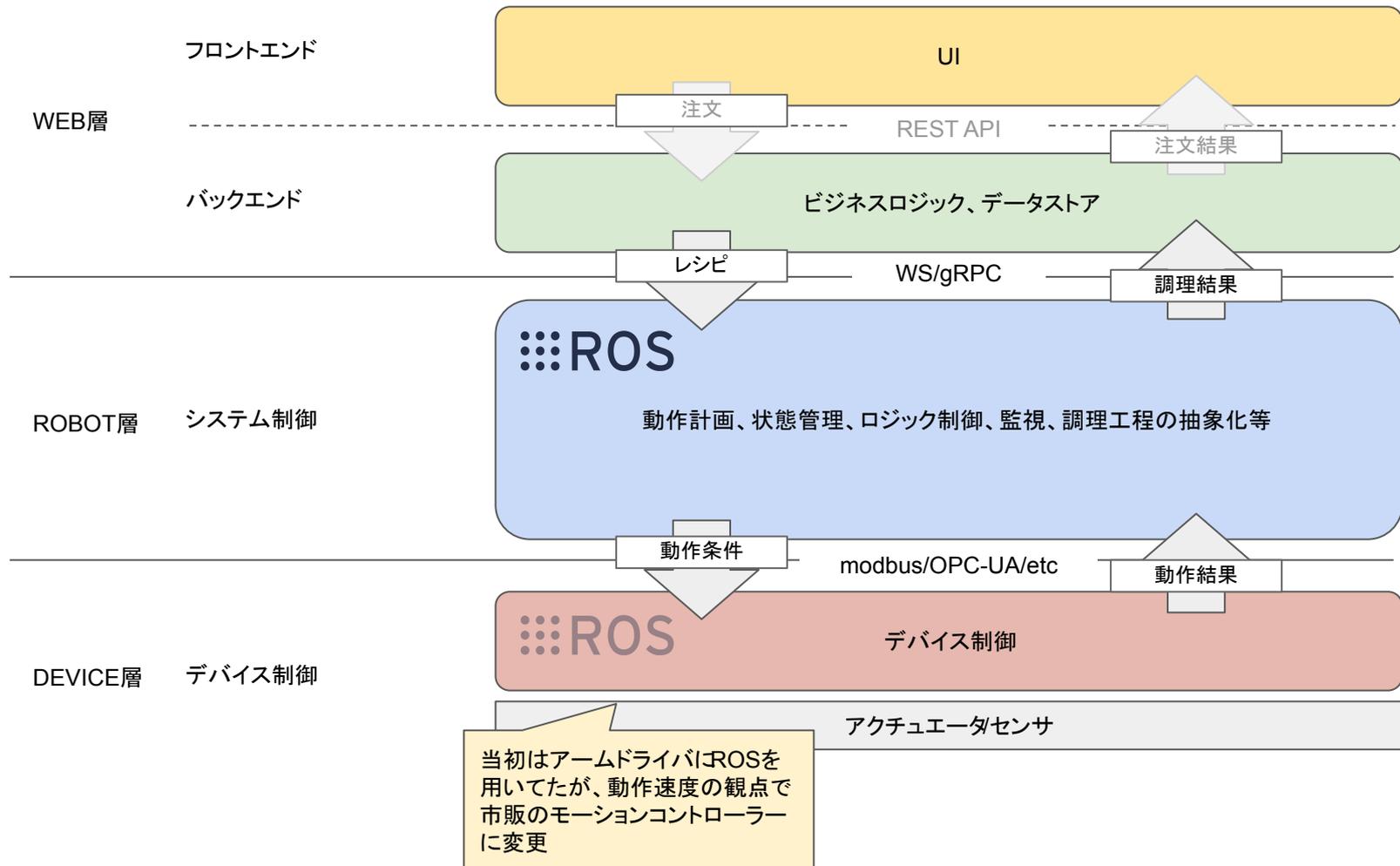
を企画していきたい。賛同者、協力者を募集中！

食品ロボットのどんなところにROSが役に立つの？

例) パスタ調理ロボット ([ROSConJP2022](#))



P-Roboのロボットシステム



M-Robo: 盛り付けロボット

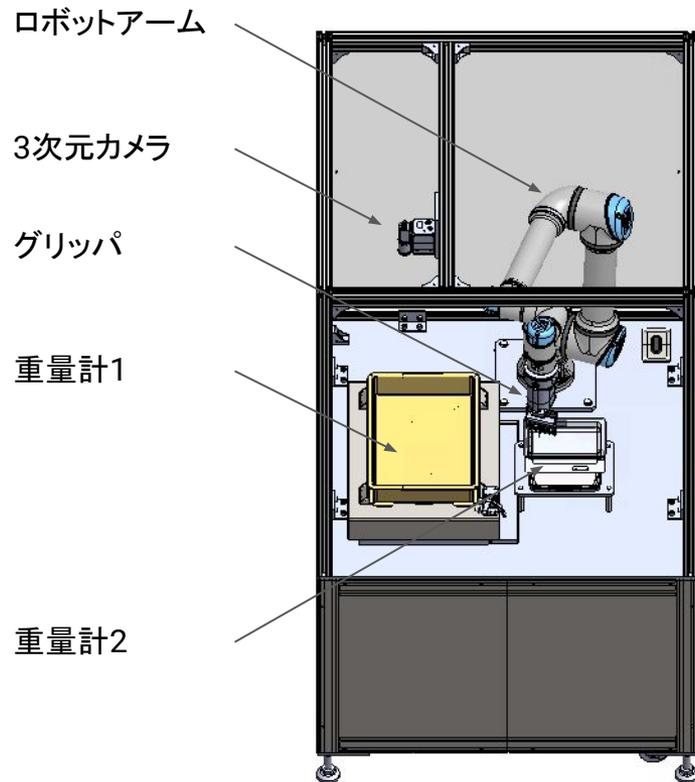


不定形な惣菜食品の
盛り付けロボット

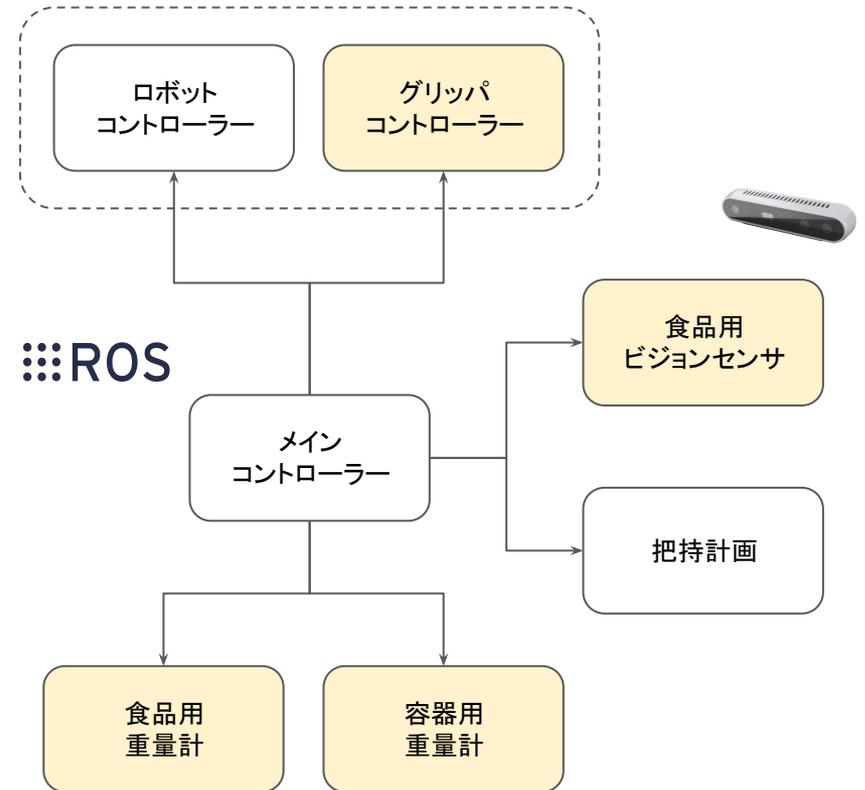


FOOMA2023

例) 盛り付けロボット

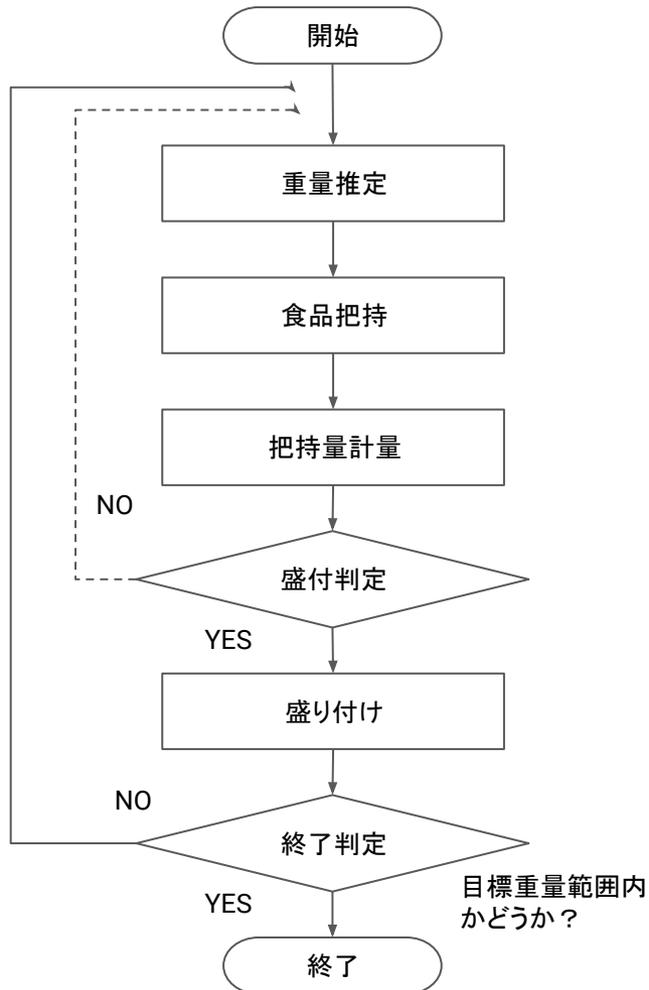


Movelt

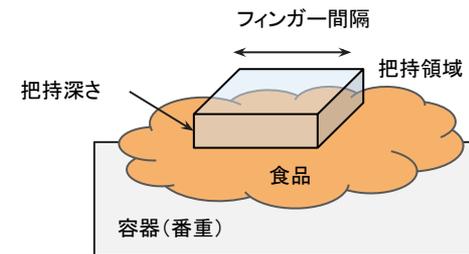
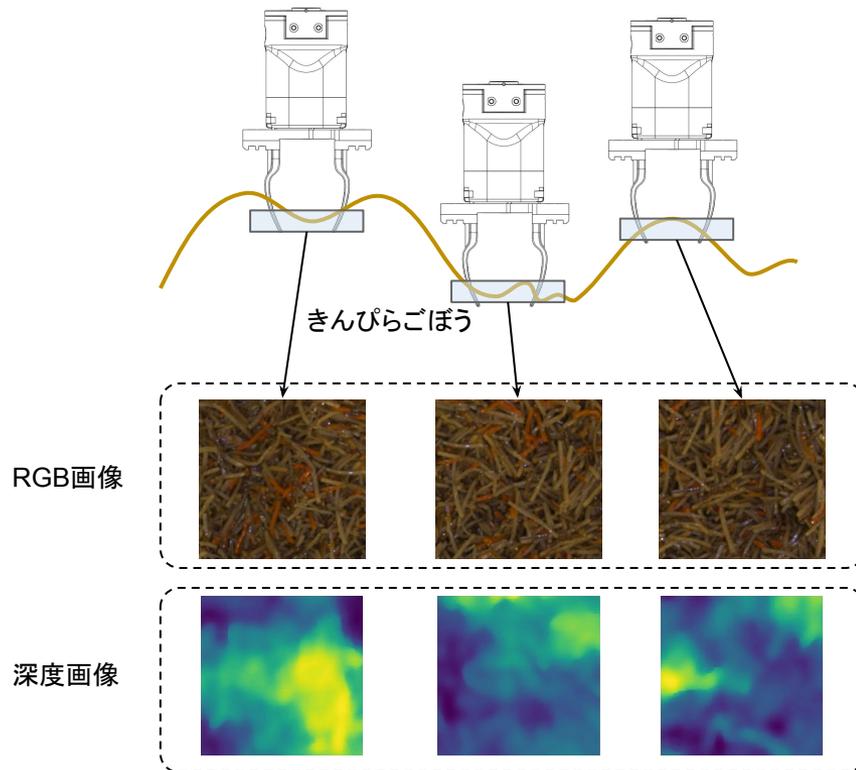


TechMagicの盛り付けロボットの制御

トライ&エラーによる盛り付けフロー



食品の重量推定



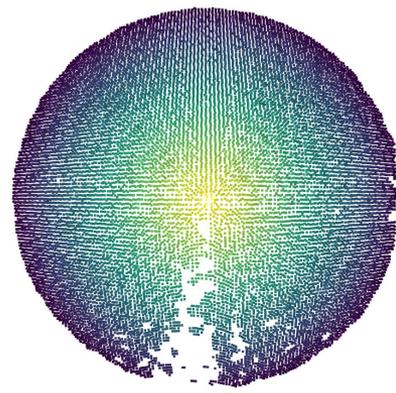
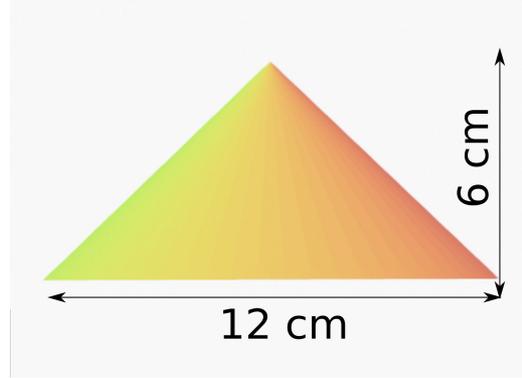
$$m = \rho \times V + \epsilon_s + \epsilon_r$$

把持重量 密度 体積 系統誤差 偶然誤差

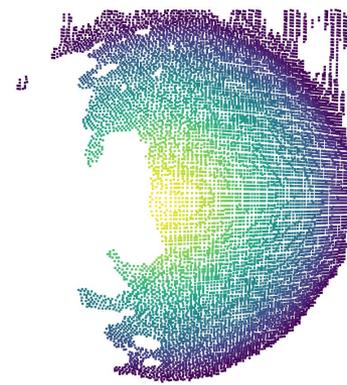
機械学習により抽出が期待できる特徴量

把持できる食品の重量を推定する際に3次元カメラと機械学習を使用

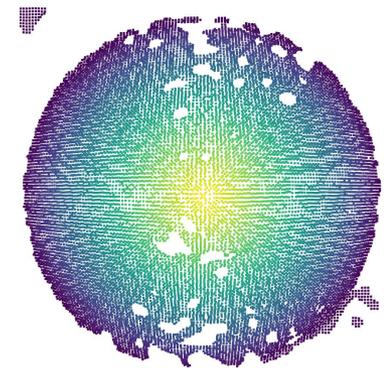
3次元点群で体積はどのくらい正確？



Photoneo
Structured Light with Laser



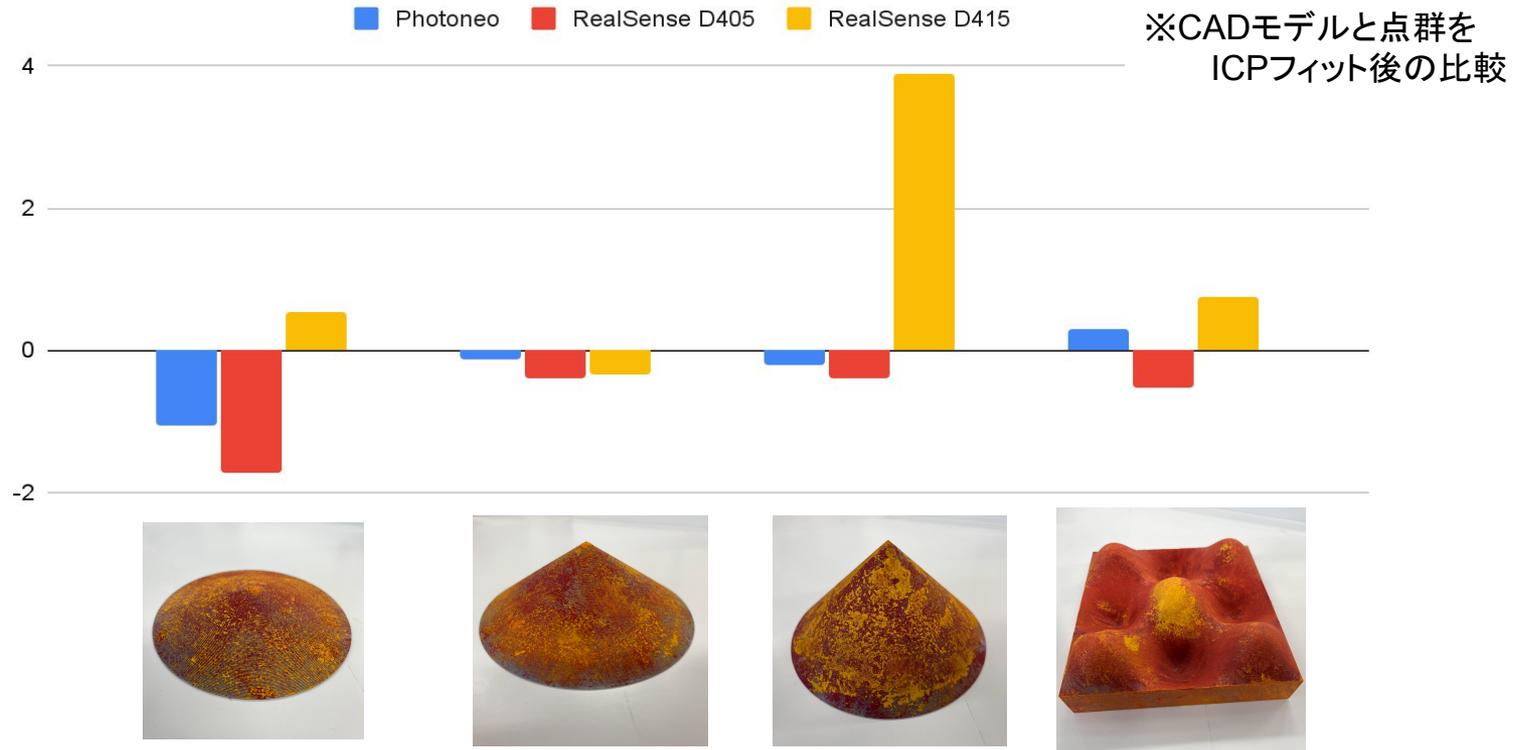
RealSense D415



RealSense D405

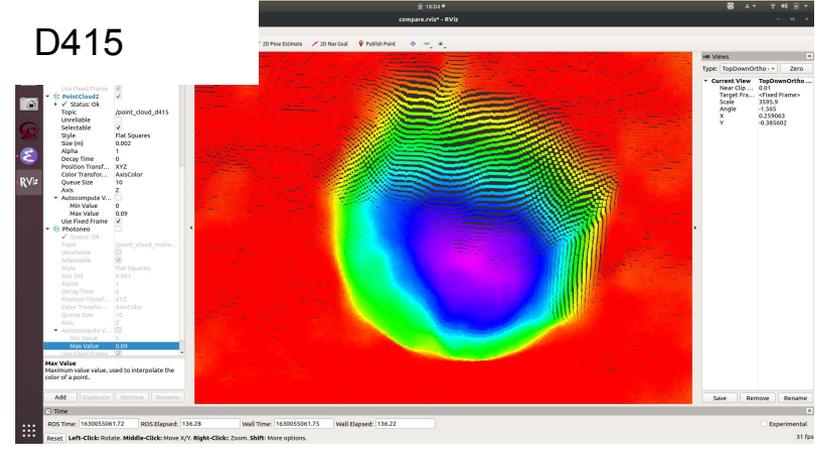
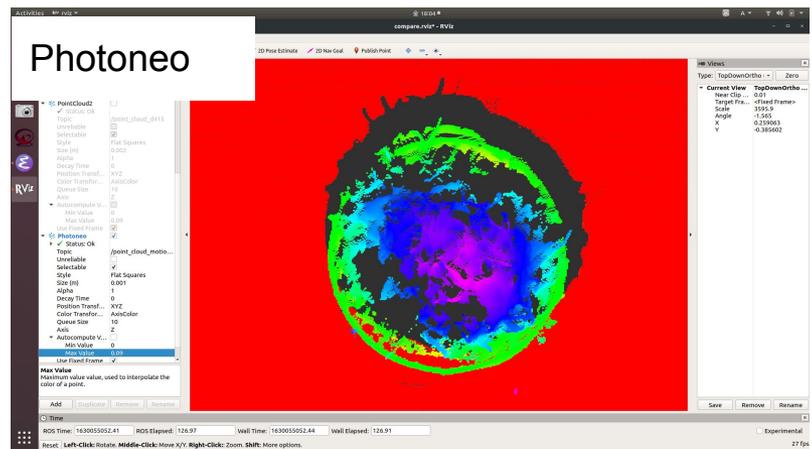
3次元カメラによる体積計測

体積計測誤差 [%]



- センサの性能としては2%程度の体積計測誤差
- ただし、点群の欠損やオクルージョンがあると推定が大きくなる
- 実際の食品形状は多様なので体積推定の精度は下がる

千切りキャベツ

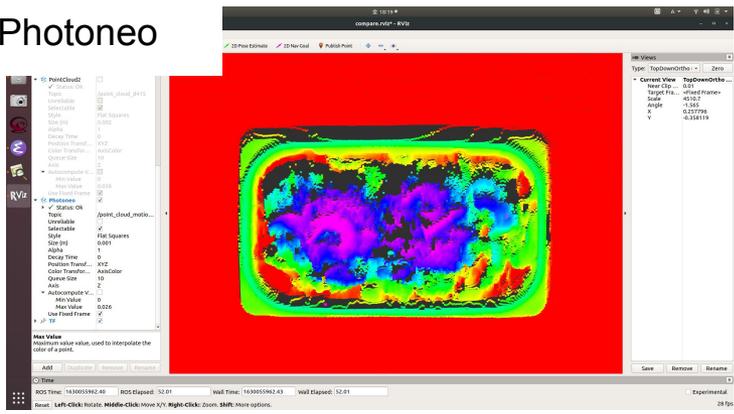


キャベツの一本ずつが見えるほどの分解能はない

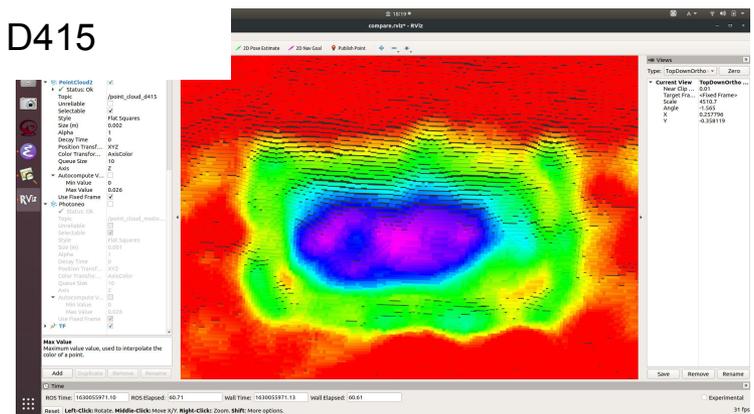
ひじき



Photoneo



D415



Structured Light/ToFは対象の色で影響あり

食品用グリッパ



平行グリッパ

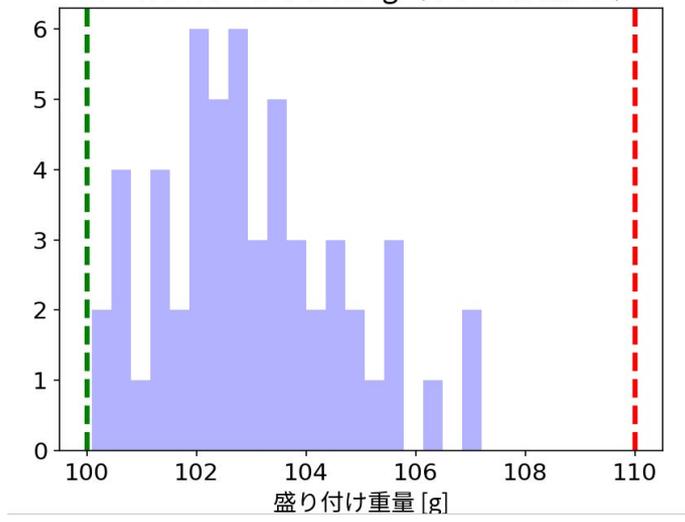
- 粒度、具材の大きい食品、繊維質の具材
- 高粘度、粒度の小さい食品に不向き(ポテトサラダ等)

TechMagic Lotus Gripper

- 高粘度の不定形食品に対応したグリッパ



コールスローサラダ100g (サンプル数: 55)



UR/Cobotta Proにも対応



- グリッパの貸出機を準備できます
- 共同研究、協働開発を募集中！

いろんな重量計のインターフェースを抽象化したい



- A&D社 パーソナルてんびん EK-i/EWシリーズ
 - RS-232C
 - Original Protocol
- A&D社 ロードセルアンプ AD4430R (A&D)
 - RS-485
 - ModbusRTU
- イシダ社 ロボット用重量計 IMAS-G
 - Ethernet / DIO pins
 - Original Protocol

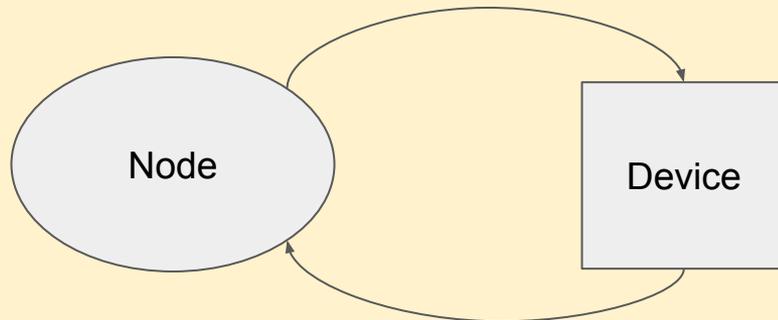
重量計のデータ取得のパターン

連続モード



ポーリング

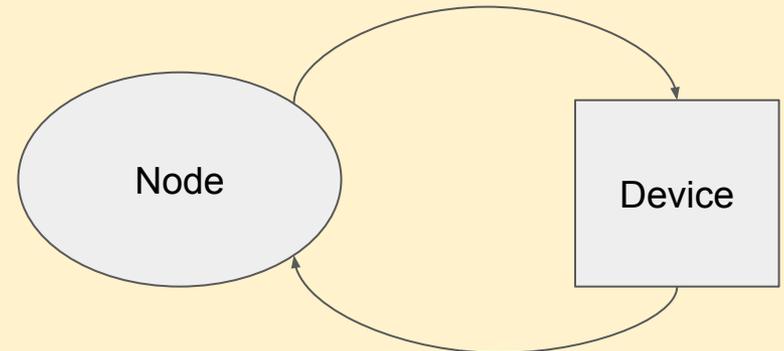
重量取得コマンド



現在計測値を即時返す (<10ms)

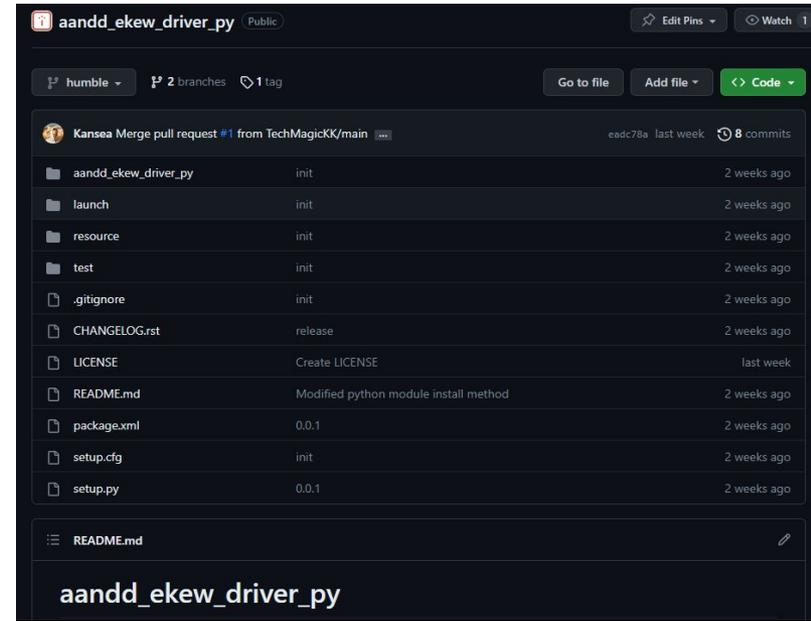
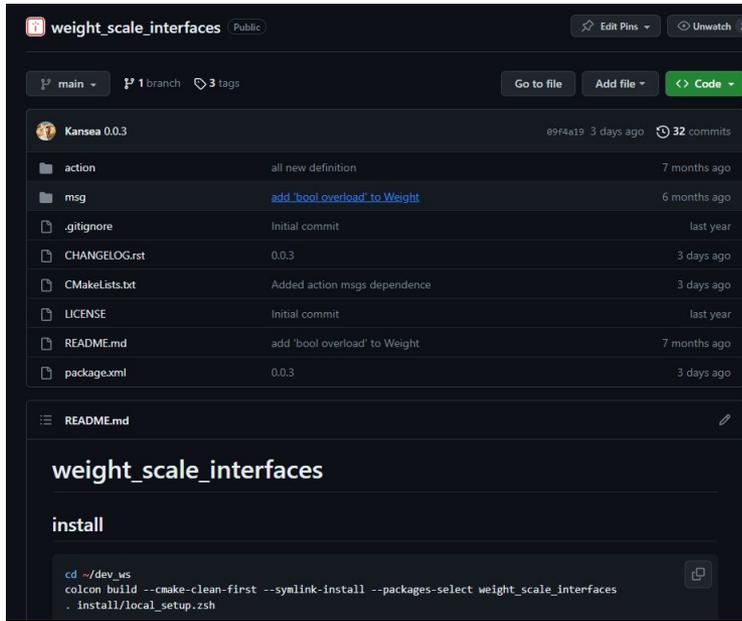
長いポーリング

計測トリガー



- 最終的な計測値を返す
- 完了まで時間がかかる場合あり (~1s)

重量計測のインターフェースとドライバ



Humbleにリリース手続き中

- weight_scale_interfaces
- aandd_ekew_driver_py



- A&D社 パーソナルてんびん EK-i/EWシリーズ

食品シミュレーションの重要性

- 時間とお金がかかる
- メカ、制御に関するパラメータが多い
- 食品の状態が変わる
- 再現性が難しい

食品の把持が評価できる仮環境を構築



物理シミュレーションの要求と比較

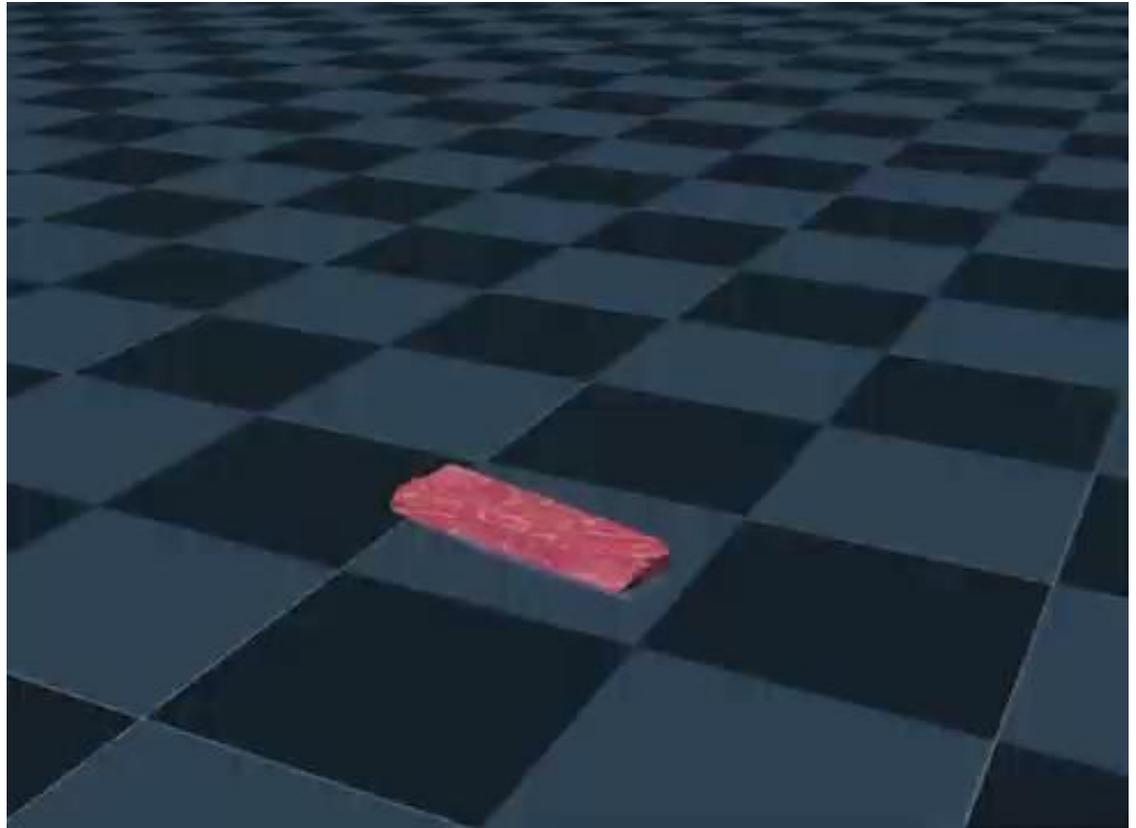
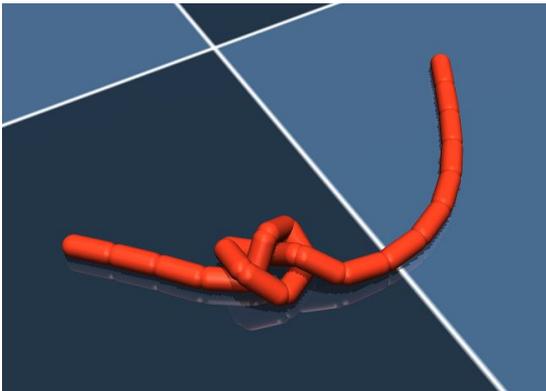
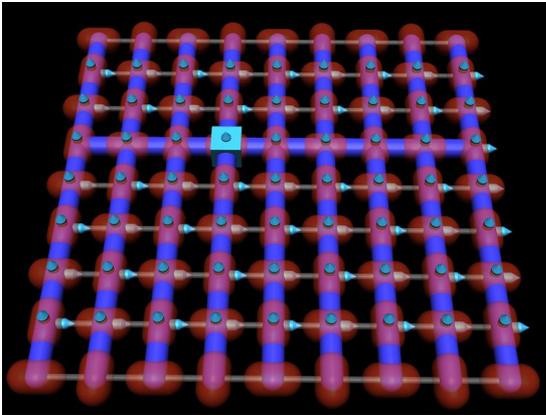
	MuJoCo	Nvidia Issac (PhysX)	Unity	Gazebo
柔軟物のモデリング	○ (リンク機構)	○ (FEM)	×	×
計算時間	△	△	-	-
正確さ	○	△	-	-

MuJoCo上での把持実験を少し紹介します！

柔軟物のモデリング方法

リンク機構として柔軟物をモデリング

- 剛体(赤)により作られている
- 剛体の間ジョイント(青)の硬質が柔軟性を表現している



食品シミュレーション・把持実験



課題

- 計算時間(8秒間のシミュレーションの計算時間は10分程)
- 物体のすりぬけ
- 密度や変形や粘性といった食品特性の正確さ
- 千切りキャベツみたいな細かい食品のモデル化

まとめ

- 食品産業の持続可能性のカギはロボット
- 自動化、低コスト化のための方策
 - モジュール化
 - ROS/オープンソースソフトウェアの活用
 - 非競争領域での協業
- TechMagicでの開発事例紹介
- ROS for Foodの提案

食品産業にもっと、ロボティクスを！

Thanks to



@s000ne
曾根大樹



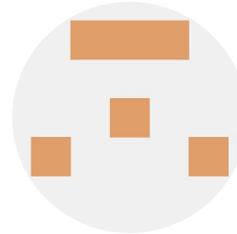
@KuenMa



@Kanseal

sp.stan

@fairuzsafwan



@Chu-son



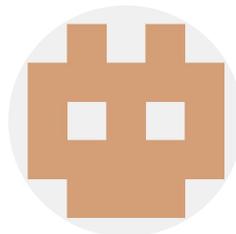
@SaayaNiwa



@TemugeB



@XiandiShan



@kinjoyuji



@vinaym815



@koki-ogura

And all members!