

参考出展

誰でも簡単にロボット教示ができるUI

 騒音に強い音声認識技術

自然な言葉で指示できる意図理解技術

静的環境認識技術

最適軌道自動生成

作業確認のためのAR干渉判定技術

エッジを用いたAR初期位置合わせ技術

ROS-Edgecross連携プラットフォーム

ROS-Edgecross連携デモ

性能プロファイル連携制御技術

制約条件を考慮した動作時間の最適化

把持タイミングの自動調整

高速ビジュアルフィードバック (VFB)補正

 AIによる不定形物体認識技術

誰でも簡単にロボット教示ができるUI

参考出展

≫ 特長

≫ 概念図

タブレットによるタッチ操作と音声操作によって、誰でも簡単にロボット教示が可能

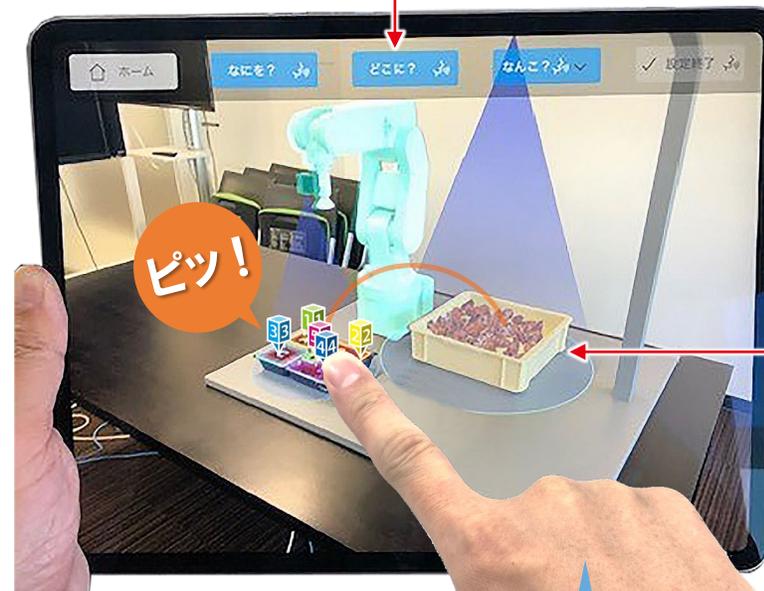
作業環境を3D化し、ロボットのサイズや位置など様々な仕様をARで事前に確認可能

作業指示完了後にAR上でロボットの動きの確認ができるため安全

ECM:エンジニアリングチェーンマネジメント
SCM:サプライチェーンマネジメント

タッチ操作にも音声操作にも対応する簡単UI

指示内容を示唆する表示



3Dスキャンした実際の作業環境上に必要な情報を重量表示

「唐揚げ」を弁当箱の「4」に「3個」

誰でも簡単にロボット教示ができるUI

参考出展

≫ 特長

音声操作による
ロボット教示



誰でも簡単にロボット教示ができるUI



≫ 特長

タッチ操作による
ロボット教示





騒音に強い音声認識技術



≫ 特長

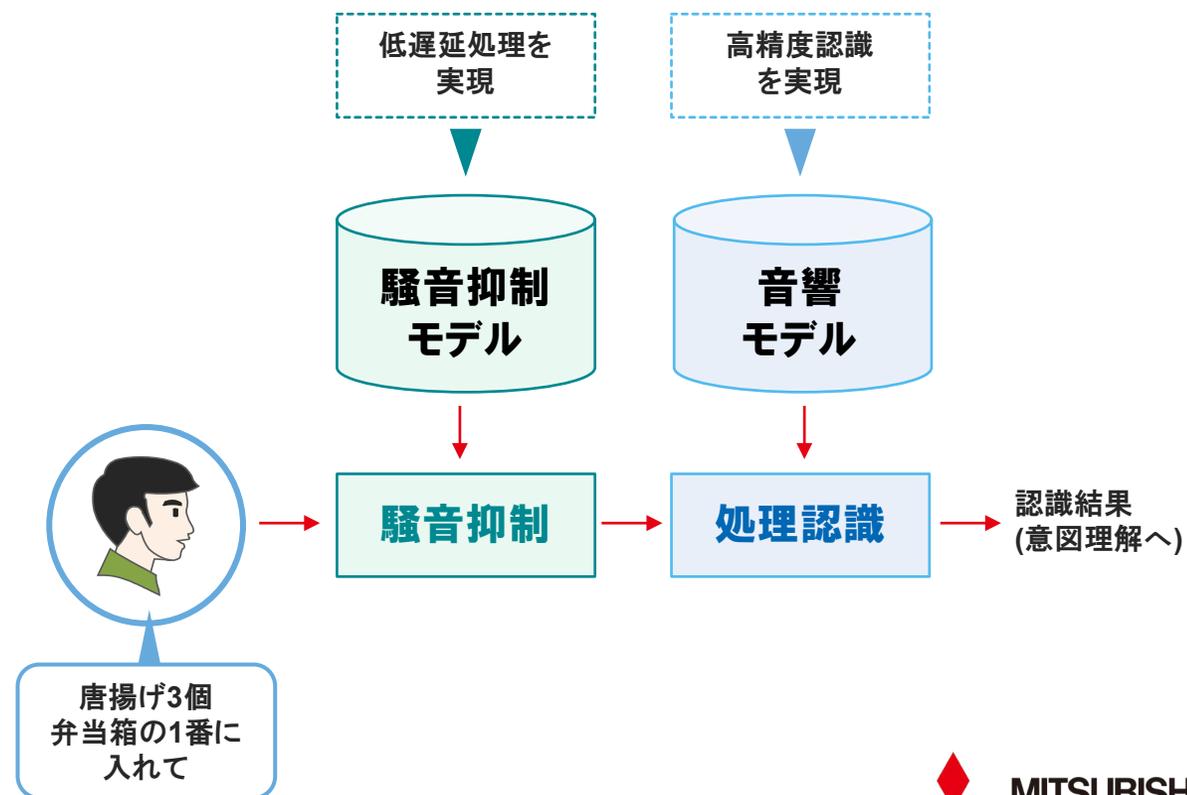
≫ 概念図

独自AI技術により、ロボット動作音等の騒音を低遅延(0.2秒)で効率的に抑圧

騒音抑圧を考慮した音響モデルの併用により低遅延・高精度認識を実現(認識率68%→95%に改善)

Maisart*技術により高精度認識かつ小型化を実現しタブレット等のエッジ機器に搭載可能

*Maisart: Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technology



自然な言葉で指示できる意図理解技術

参考出展

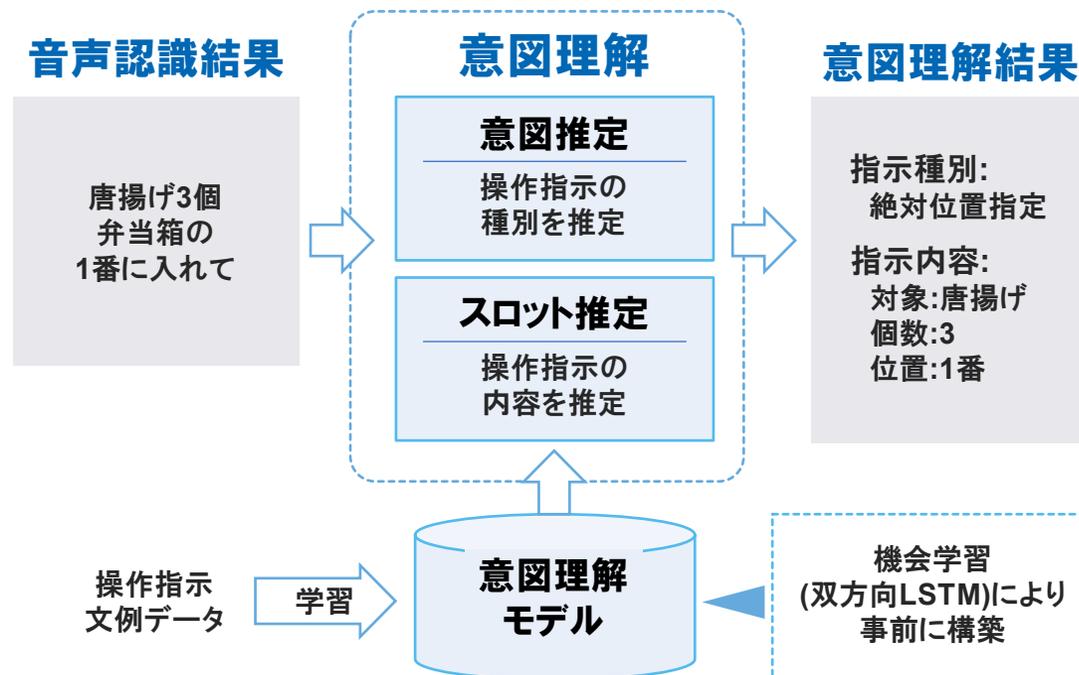
≫ 特長

≫ 概念図

音声で入力した自然な言葉による、
ロボットへの簡単教示

意図理解モデルによる高精度な推定
(推定精度: 指示種別96%、指示内容94%)

「キャベツの右」などの相対位置指定や
「少し上」などの曖昧な位置指定への
対応も可能



静的環境認識技術



≫ 特長

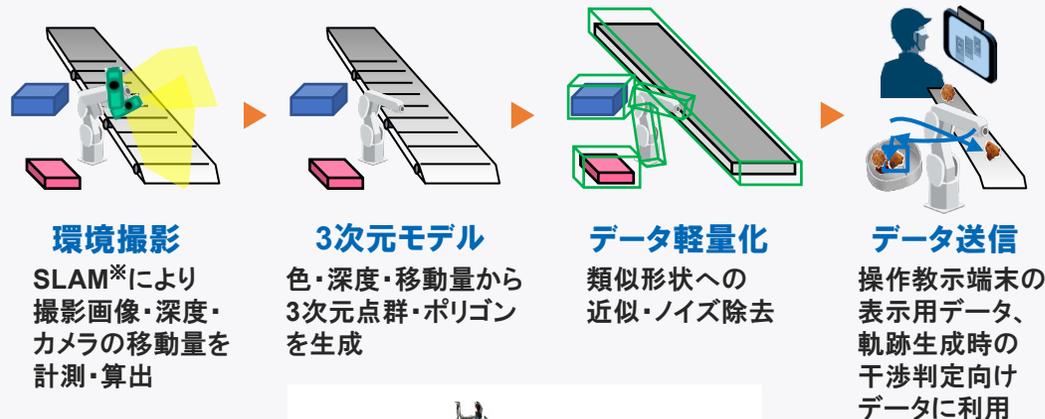
≫ 概念図

安価なカメラによる撮影だけで、
ロボットの周辺環境の3次元モデルを生成

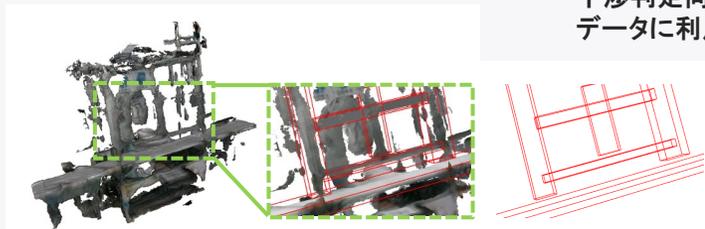
操作画面での周囲環境表示や
軌道生成時の干渉判定用の環境データ
として活用可能

3次元モデルの簡略化・データ軽量化
(約60%削減)により処理の軽量化を実現

静的環境認識とデータ使用先



使用センサ例
Intel(R) realsense D455



※1: Simultaneous Localization and Mapping,
自己位置推定とマッピングの同時実行

静的環境認識技術



≫ 特長

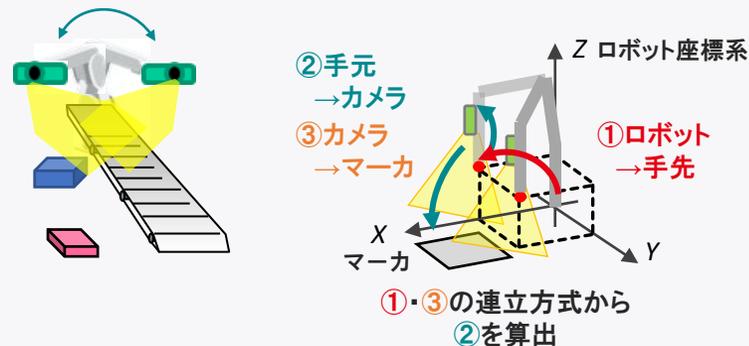
≫ 概念図

任意の場所から撮影しても、ロボットの座標に合わせたモデルを生成可能

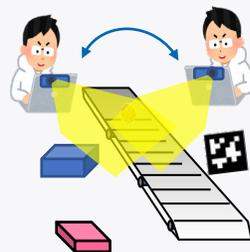
ロボットアームにカメラを取り付けて撮影することでモデル生成作業を省力化

細かな場所も撮影可能なように、人手での撮影にも対応

ロボットにカメラを取り付けてデータ取得



人手でカメラを動かしてデータ取得



特徴点マッチング(AKAZE)でマーカ抽出、位置を特定

ロボットやAR空間と位置合わせ可能

ロボットや操作端末へ取り組み可能

最適軌道自動生成



≫ 特長

≫ 概念図

始点と終点を指定するだけで
周辺設備に干渉しない軌道を自動生成

各関節の移動量と許容トルクを考慮し
動作時間最小となる回避経路を導出^{※1}

動作ごとの経由点の試行錯誤が不要
レイアウト時も即座に作業可能

軌道生成処理の全体像

ユーザ入力

軌道生成パッケージ

始点・終点

レイアウト

CAD登録,
静的環境認識
結果取込み,
仮想障害物

制約条件

最高速度,
許容トルク,
干渉回避の
マージン, ...

軌道生成実行

自動生成された
軌道を可視化

実機または
シミュレータの
ロボット動作
指令を出力

※1 特許出願中

最適軌道自動生成



≫ 特長

≫ 概念図

周辺設備のデータを読み込み指定された
2点間で干渉しない経路を探索

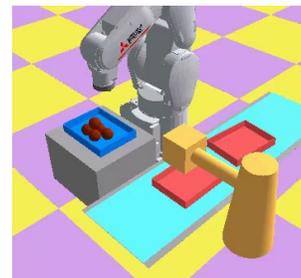
速度・許容トルク制約下で
移動量最大軸が最高速度を維持できる
回避経路を算出^{※1}

人が試行錯誤で調整した経由点を通る
動作に比べタクト有利な動作を実現

※1 特許出願中

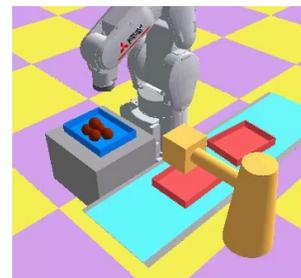
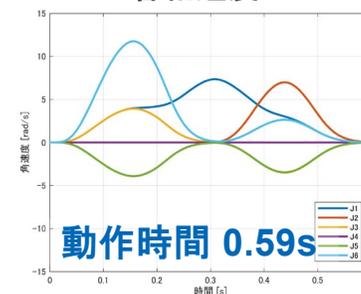
検証事例：食品セルで周辺設備に干渉しない軌道の生成

手先軌道(動画)

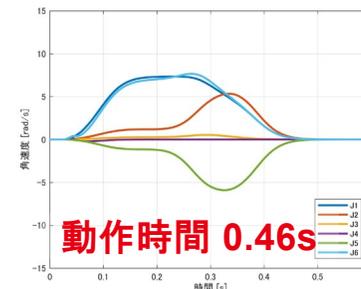


人が調整した軌道
調整時間：約10分
干渉回避しながら
タクトを短縮する
ための調整が大変

各軸速度



自動生成された軌道
探索時間：1秒以内
移動量最大軸の
速度を落とさない
解を導きタクト短縮



作業確認のためのAR干渉判定技術

参考出展

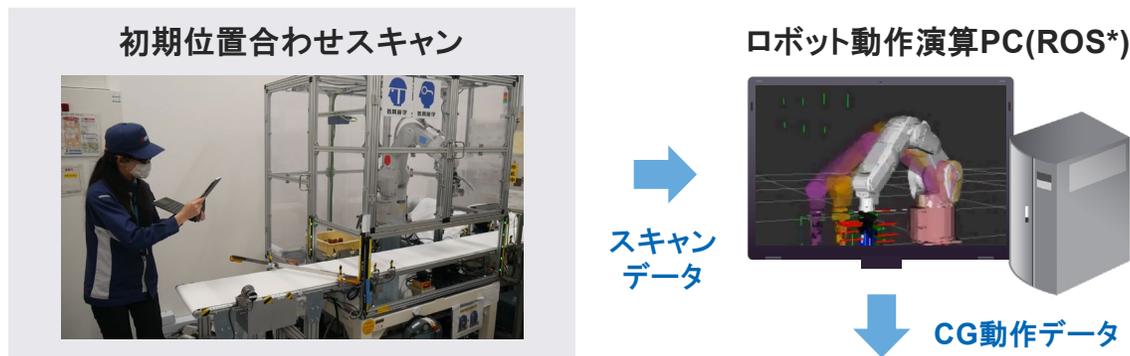
≫ 特長

≫ 概念図

ロボットの動作を ARで目視確認でき
実環境との干渉範囲も警告表示

エッジ形状を活用した高精度な
自動AR初期位置合わせ手法の開発

マーカーレス方式によりリアルタイムに
物体との干渉判定が可能に



- ◆ ROSでロボットの動きを演算、AR端末上に表示
- ◆ 干渉範囲を赤色で警告
- ◆ LiDARスキャンで随時干渉判定結果を更新



*ROS: Robot Operating System

*LiDAR: Light Detection And Ranging

エッジを用いたAR初期位置合わせ技術

参考出展

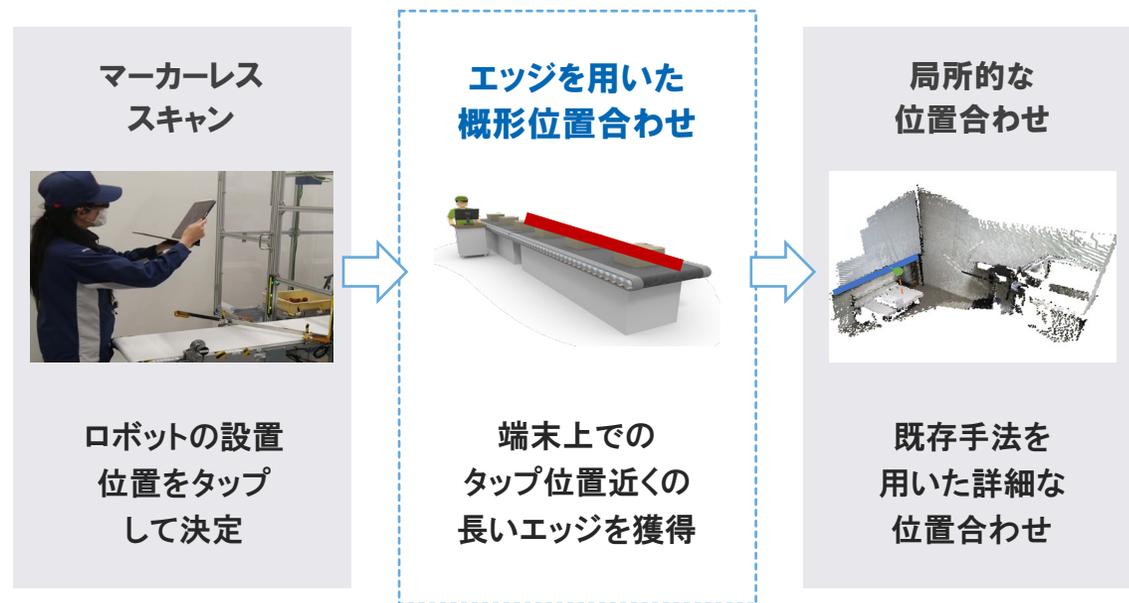
≫ 特長

≫ 概念図

既存の二段階初期位置合わせ手法を
工場でのAR作業確認のために改良

ベルトコンベアのエッジを特徴量として
概形位置合わせを高精度化

従来の二段階手法と比較して5倍
以上の高精度化を実現(誤差数cm)



従来の二段階位置合わせ手法に
エッジ検出を組み合わせて高精度化を実現

ROS-Edgexcross連携プラットフォーム

参考出展

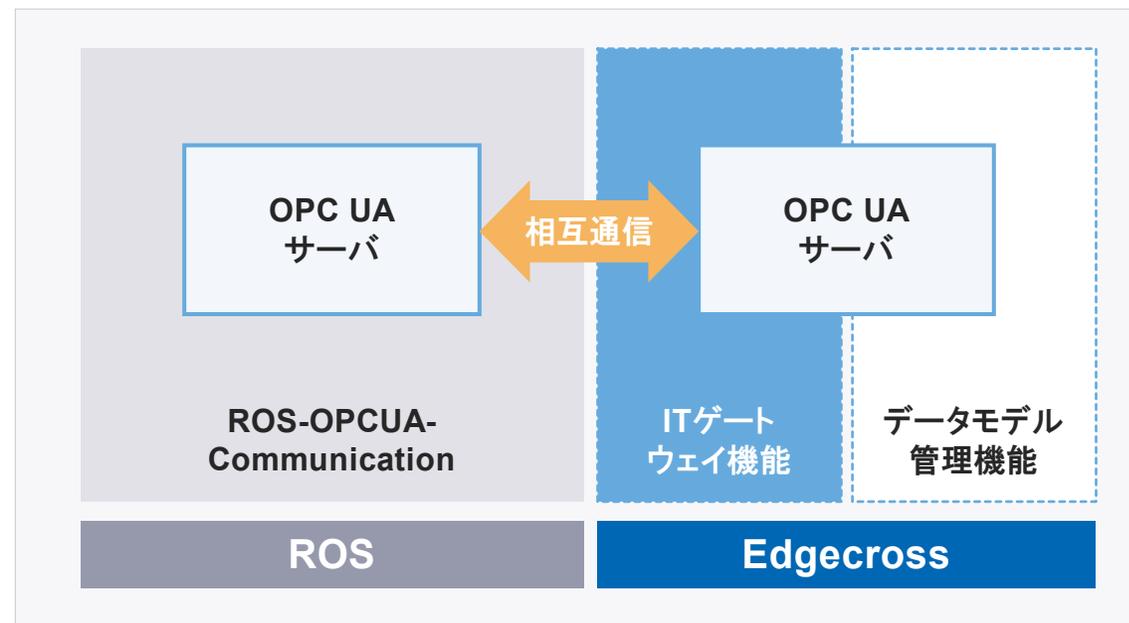
≫ 特長

≫ 概念図

ROSとEdgexcross双方の標準対応規格であるOPC UA通信を介した情報連携を実現

ROS制御にROS非対応センサの計測値や外部システムの情報を活用可能

ROSを含めた全システムログをEdgexcrossで収集することでライン性能評価が容易化



ROS-Edgexcross連携プラットフォーム概念図

ROS-Edgecross連携デモ



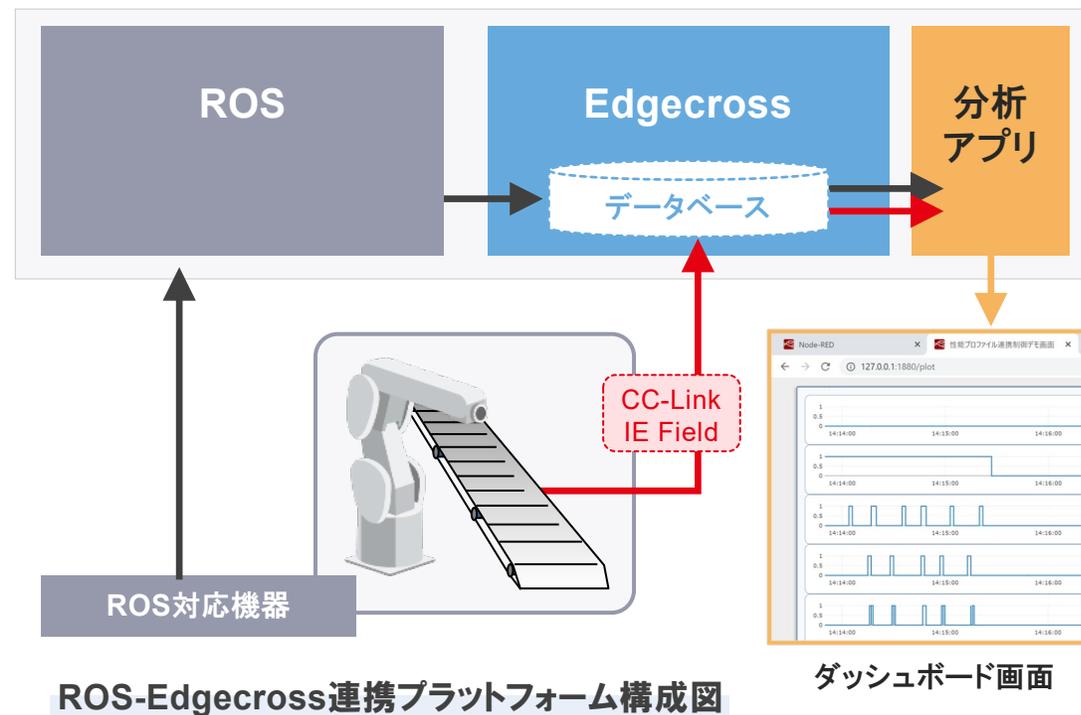
≫ 特長

≫ 概念図

ROS-Edgecross連携プラットフォームにより各種パラメータをリアルタイム収集・可視化

既存のデータ分析アプリの流用や可視化ツールの再利用が容易

ロボットデモ装置に発生した非定常状態を瞬時に判別し、ステータスを表示可能



性能プロファイル連携制御技術



≫ 特長

≫ 概念図

Edgecrossデータモデル管理機能を用いて
ライン構成要素の性能パラメータを監視

性能パラメータ低下時にシミュレーションに
基づく最適対処方法案を自動提示

生産管理システムと連携すれば、
ライン状態に基づくリスケジューリングも可能



制約条件を考慮した動作時間の最適化

参考出展

≫ 特長

≫ 概念図

所与の軌道に対して動作時間を
最小化する加減速パターンを生成

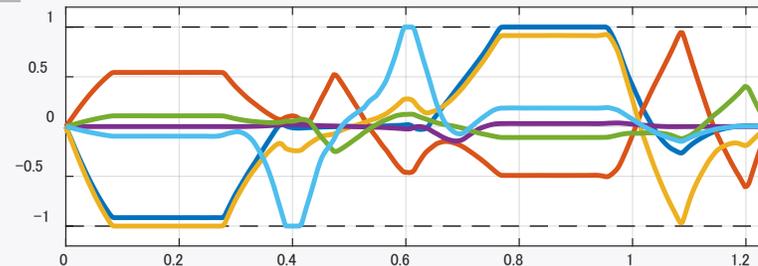
関節速度・加速度・トルクやワークに
加わる反力に関する制約を設定可能

把持・搬送時の反力を考慮して
高速かつ丁寧な食品ハンドリングを実現

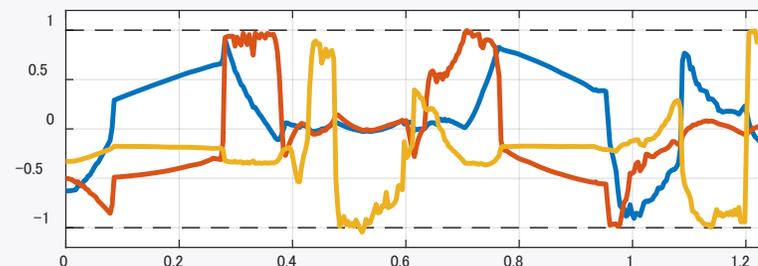
縦軸は制約条件で
正規化

算出した加減速パターンの一例

関節速度
(J1-J6)



ワーク反力
(X・Y・Z)



時間[秒]

制約条件を考慮した動作時間の最適化

参考出展

≫ 特長

≫ 概念図

複雑な軌道に対しても最適な加減速パターンを瞬時に計算 (PCで数ms)

制約を上限まで使用することで従来制御よりも動作時間を短縮

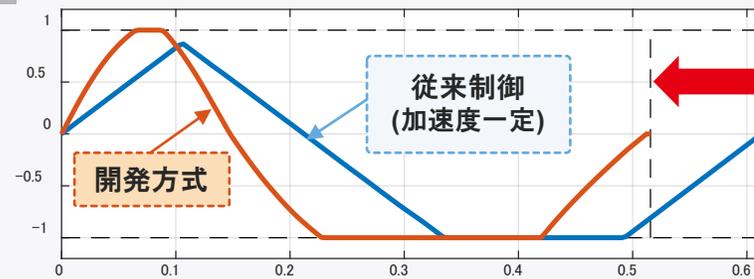
動作ごとの加減速パラメータの調整が不要

縦軸は制約条件で正規化

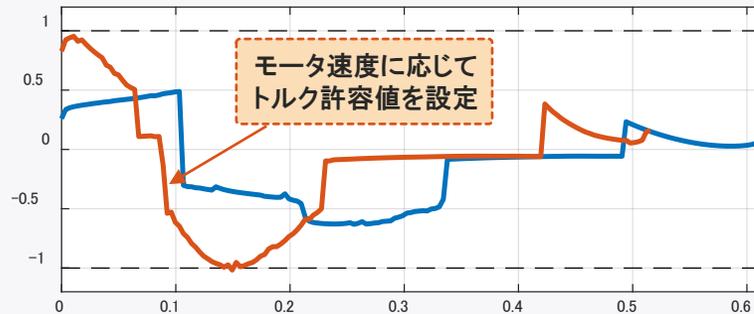
動作時間の比較の例

約0.1秒短縮

関節速度 (J3)



関節トルク (J3)



時間[秒]

把持タイミングの自動調整



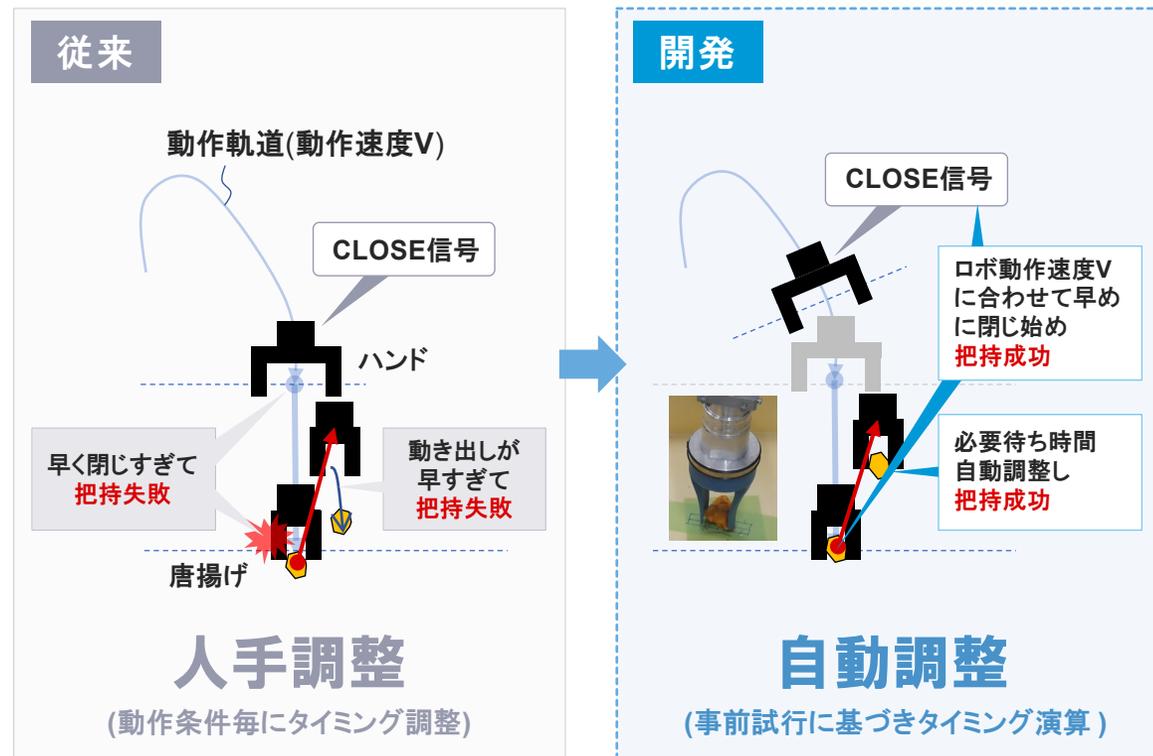
≫ 特長

≫ 概念図

停止最小の高速動作と安定把持を両立
ハンドの把持タイミングを自動調整

ロボット動作速度Vが変わっても
動作に合わせたタイミングで開閉

対象物、ハンドの硬さに合わせ
しっかり掴むタイミングを自動設定



把持タイミングの自動調整



≫ 特長

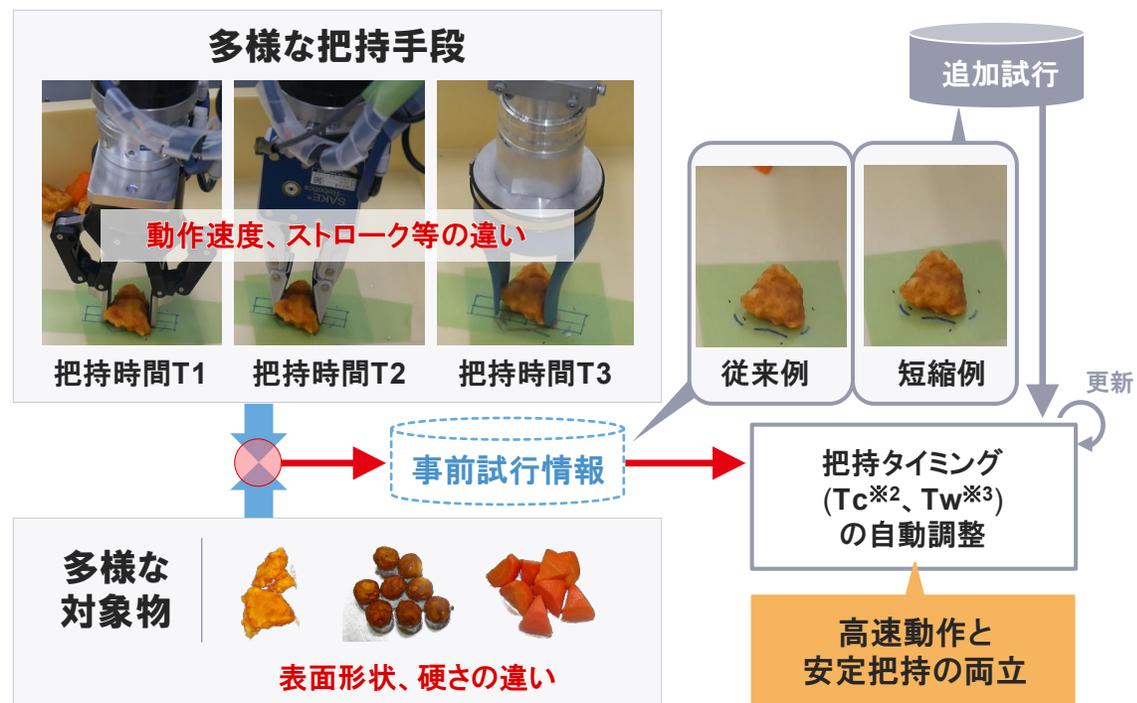
≫ 概念図

停止最小の高速動作と安定把持を両立
ハンドの把持タイミングを自動調整

動作速度に合わせて「停止時間最小化」
(一般的:0.3[s]⇒開発:0.1[s]^{※1})

把持タイミングの自動調整により
現場での調整時間短縮に貢献

※1 開発システムでの評価結果



※2 Tc:把持開始時間 ※3 Tw:把持なじみ時間

高速ビジュアルフィードバック (VFB)補正

参考出展

≫ 特長

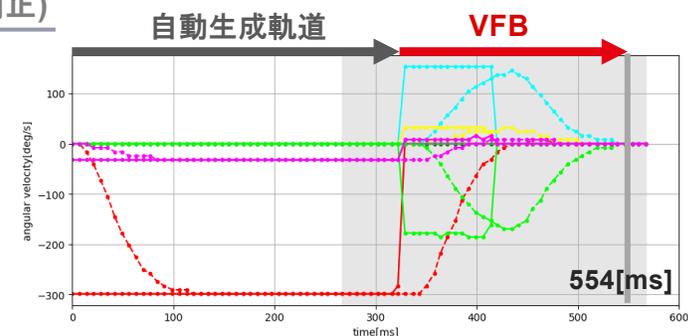
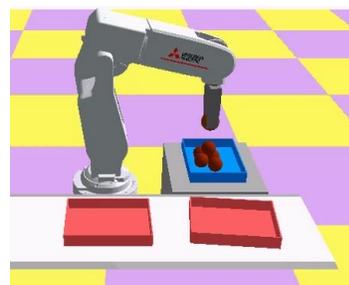
≫ 概念図

ロボット手先に設置されたカメラ画像から
目標位置を自動検出・補正

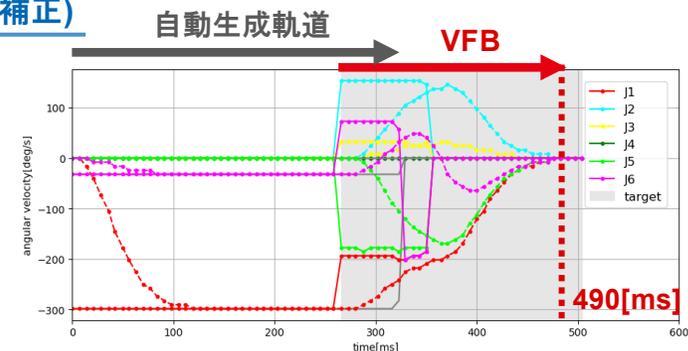
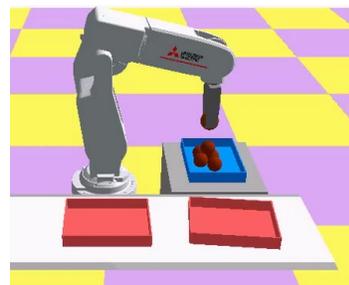
軌道生成機能と組み合わせることで
高速動作と安定作業の両立を実現

自動生成軌道の動作途中から
停止なく補正を開始することで
動作時間を短縮

従来手法 (軌道終了後VFB補正)



開発手法 (軌道動作中にVFB補正)



高速ビジュアルフィードバック (VFB)補正

参考出展

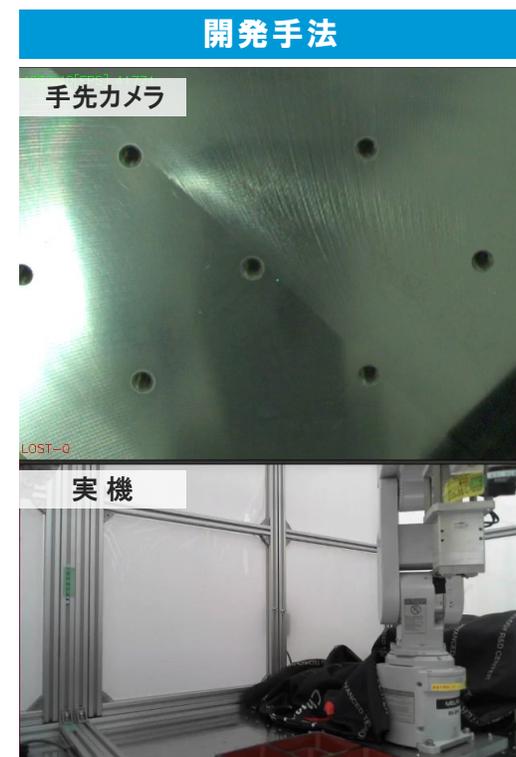
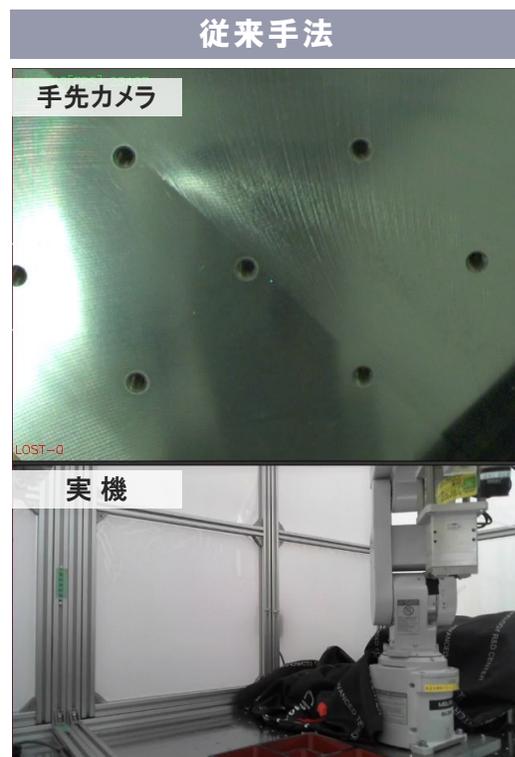
≫ 特長

≫ 概念図

生成軌道途中の目標位置に対しても
不要な戻り動作を抑制し補正可能

関節角速度・角加速度制約を考慮した
補正により振動を抑制

安価な2次元カメラでの補正を実現
既存ラインへの高価なセンサ導入不要





AIによる不定形物体認識技術



≫ 特長

≫ 概念図

セグメンテーションで各ワークを区別し、
AIにより高速、高精度に把持位置を推論

各ワークの形状に応じて、
AIにより最適な把持位置を獲得

各ワークの形状らしさを演算し、
それに基づきセグメンテーション

処理の流れ (イメージ図)





AIによる不定形物体認識技術



≫ 特長

CADがない不定形なワークの
ばら積み状態をシミュレーションで
再現し、学習データ生成

AIによる低演算量処理で、
高速に最適な把持位置を獲得

大量の学習データは不要
3次元情報のみでセグメンテーション
(学習時間は約10分)



ピッキングデモ例 (動画)