

協働型双腕ロボット適用事例のご紹介

Introduction to Application Examples of Collaborative Dual-Arm Robots

近年の労働者人口の減少に伴い、産業用ロボットによる自動化・省力化の提案がなされてきたが、人が行う高度な作業についても、そのニーズは高まってきている。

人とロボットが同じ空間で協働作業を行うことが可能であり、自動化が困難な製造ラインなどの組立て作業において、比較的自由にロボットをレイアウト出来ることから協働型のロボットの導入が進んでいる。

今回、当事業部では協働型の中でも双腕型のロボットを用いて、より複雑で細かな作業が要求される薬液分析作業及び箱詰め作業をテーマに実証試験を行った。

現在、薬液分析作業で想定される10工程の作業の内の6工程、及び箱詰め作業の4工程の事例について完了したので、その実施内容を紹介するものである。

With the declining working population in recent years, proposals for automation and labor-saving using industrial robots have been made. There is also an increasing demand for automation of sophisticated tasks performed by humans.

Collaborative robots, capable of working alongside humans within the same space, are being increasingly adopted due to their relatively flexible layout options for assembly tasks on manufacturing lines where automation is difficult.

In this project, our division conducted a demonstration test using a dual-arm collaborative robot to perform complex and delicate tasks, specifically chemical analysis and box packing.

So far, we have completed six of the ten processes expected in chemical analysis and four in box packing work. This paper introduces the details of these implementations.



西尾 哲哉

NISHIO Tetsuya

ロボティクス事業部
エンジニアリングセンター
苫小牧ロボティクスグループ

1 はじめに

協働型双腕ロボットを適用するにあたり、人手による作業を、ハンドリング、組み立て、検査、搬送などに分類し数十件の個別作業を想定して抽出整理した。更に、今回使用する双腕型協働ロボット(ABB製YuMi)の適用性と弊社としてのセールスポイントを考慮し優先度付けを実施した。本稿では薬液検査における分析作業及びハンドリングにおける箱詰め作業について以下に紹介する。

2 協働型双腕ロボット (ABB製YuMi) の特徴

YuMiは2本の腕を備えたロボットで、片腕だけで7軸の間接を持っており、両腕では14軸を備える自由度の高いロボットである。安全性が高く、高速で動作し(最大1500mm/s)、針の穴を通すような水準の精確性(位置精度±0.02mm)も兼ね備えている。

また、人と同程度の可動範囲で動作することが可能で、小型部品などの軽量物(片腕 500g以下)の組立に適している。

カスタマイズが容易なオプションハンドがあり、ハンドに内蔵できる電動グリッパー、吸着モジュール、ビジョンセンサを用いて、設計レスで組立への導入が簡単に行える。



写真1: 協働型双腕ロボットYuMi

3 薬液検査における分析作業

ここでは標準溶液の調整と溶液の混合について要素技術の検討を行うことと具体的な作業項目を以下に整理した。

1) 標準溶液の調整作業

- (1) ホールピペット共洗い(ホールピペットを使用する溶液で洗う)
- (2) 全量フラスコ(メスフラスコ)のキャップ取付け、取外し
- (3) ホールピペットでの分注と標線合わせ作業
- (4) ホールピペットでの排出作業

- (5) 電動ピペットでの分注と排出作業
- (6) 全量フラスコの定容(溶液の添加、標線合わせ)
- (7) 全量フラスコでの溶液の攪拌

2) 溶液の混合作業の整理

- (1) 試験管キャップの取付け、取外し
- (2) 試験管での溶液の混合
- (3) スピッツ管(遠沈管)キャップの取付け、取外し

尚、本稿では上述1)-(3)、(4)、(5)、(7)、2)-(2)、(3)の作業について作業内容及び作業結果についての検証結果を紹介する。

3) ロボットハンド構造

前述の作業を実現するにあたり、まずロボットハンドについて検討を実施した。左右の腕に下記2種類の爪を装着することで、作業途中のハンド段替えを必要とせず14種類の器具すべてを把持することが可能となった。

(1) 外径0~40[mm]把持用の爪

右側のハンドモジュールには0~40mmの外径を把持できる爪を装着した。

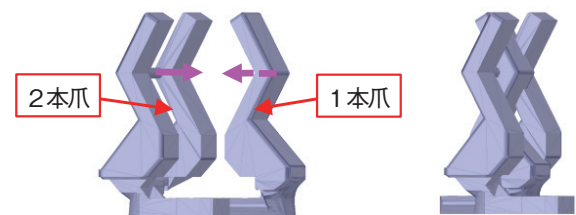


図1-1: 開状態

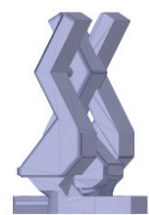


図1-2: 閉状態

(2) 外径40~80[mm]把持用の爪

左側のハンドモジュールには、外径が40~80mmの大きな器具を把持できる爪を装着し、先端部を繋ぎ合わせた形状としたので小さなキャップ類も把持することが可能である。

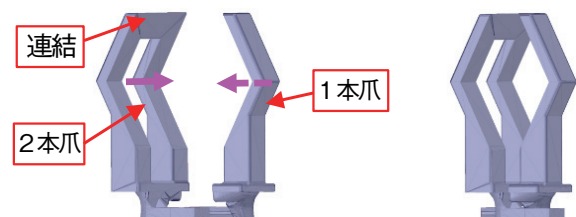


図2-1: 開状態



図2-2: 閉状態

4) 実証試験

(1) ホールピペットでの分注と標線合わせ

ホールピペットとは、一定量の液体を正確に量り取るための器具であり、今回は標線上10[mm]まで吸上げた溶液のメニスカス(液面)をホールピペットの標線に±0.4[mm]以内に合わせる動作を検証する。

- ① 右手のハンド内蔵カメラで標線とメニスカスを認識する。
- ② 標線合致範囲にメニスカスの下端が入るまで、左手で上下動作を繰り返し、標線にメニスカスを合わせる。

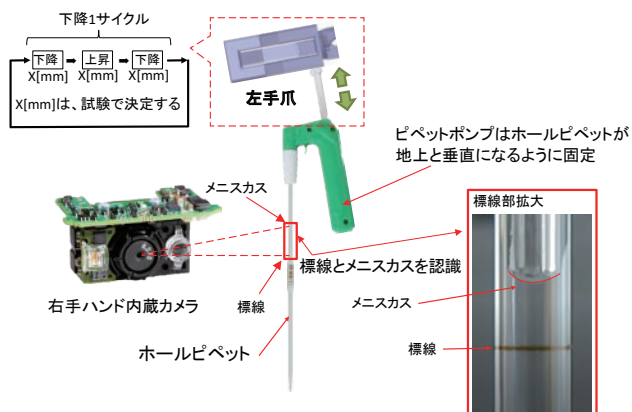


図3: 標線合わせ動作

結果は、人の手作業と同等の約40秒で標線合わせを達成できる事を確認した。

(2) ホールピペットの排出

標線合わせした溶液は、JISで規定された時間内に排出する必要があるが、左手でピペットポンププランジャーを把持し、押下げることで規定時間内に排出できるかを検証する。

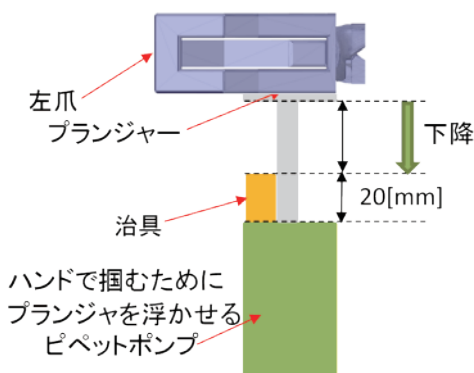


図4: 溶液排出動作

結果は、プランジャーの押し下げ速度を5[mm/s]とすることで目標時間内(7~30秒)の9秒で排出できた。ホールピペットの先端に液が残った場合は、ホール部分を温めることで排出可能である。

(3) 電動ピペットでの分注作業

ホールピペット作業と同様に電動ピペット作業についても吸上げから排出までの動作を検証する。右手で電動ピペットを把持し、左手で電動ピペット背面の動作キーを操作しながらチップから溶液の滴下がないようにビーカーから溶液を吸上げ、次に全量フラスコへ排出する動作である。

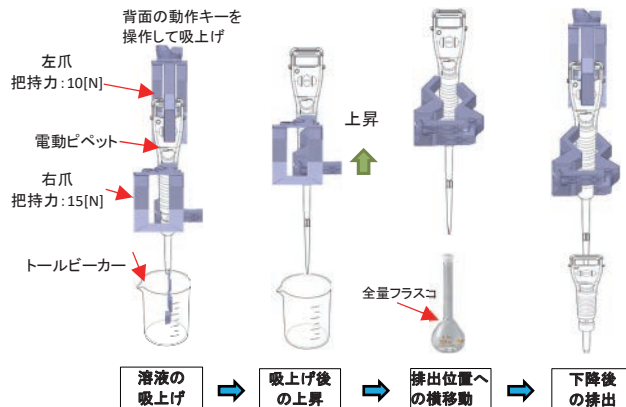


図5: 電動ピペット分注動作

結果は、2段階の昇降速度設定と昇降加減速度は20[%]以下とすることでチップから滴下することなく分注動作が可能で、吸い上げ(10mL)、排出時間とも数秒で操作可能であった。

(4) 全量フラスコでの溶液の攪拌作業

全量フラスコ内の溶液を攪拌する作業は、溶液の漏れを防ぐための専用キャップ治具を使用し、右手でフラスコを把持し180°揺動(6時~12時方向まで)させ、攪拌動作を繰り返す。なお、判定は乳化現象を利用した白濁状態を確認することで判断する。

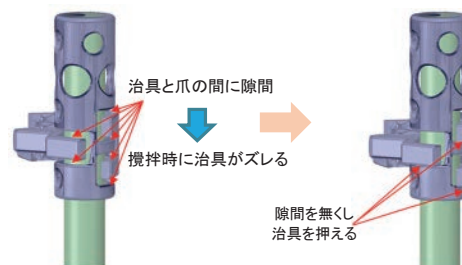


図6: 全量フラスコ治具押え方法

結果は、回転速度200[rad/s]以下、攪拌回数3回、攪拌時間は11秒となった。キャップ押えとクランプ機構を一体化したハンドを使用すれば更に時間短縮が可能である。

(5) 試験管での溶液の混合作業

試験管内の溶液を混合する作業は、右手で試験管上部を把持し、試験管を横方向に移動させながら揺動動作を繰り返す。

なお、判定は乳化現象を利用した白濁状態を確認することで判断する。今回はキャップ無で混合する事例があるため、試験管振り時は、キャップ無しとした。

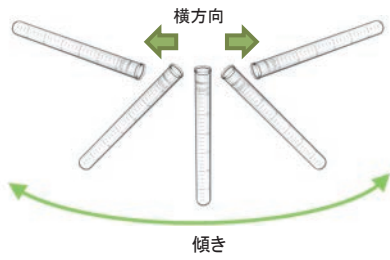


図7:試験管での混合方法

結果は、混合速度1500[rad/s]、横移動100[mm]、揺動角220° 振り回数20回以上で白濁し、混合時間は約26秒となった。

(6) スピッツ管キャップの取り付け、取り外し作業

スピッツ管での作業は、右手でスピッツ管を把持し、左手でネジ式キャップを回転させながらの押し込み作業と取り外しの動作を検証する。(キャップのネジ長は8[mm])

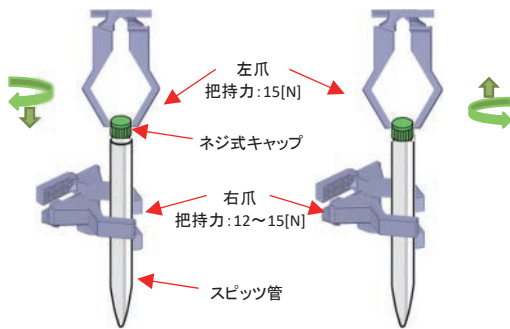


図8:ネジ式キャップ取付け、取外し

結果は、スピッツ管を12~15[N]で把持し、ネジ式キャップを15[N]で把持、回転させることで取付け、取り外しともに可能であった。YuMiの最高回転速度400[rad/s]時で取付けは9秒、取外しは10秒であった。

関連動画は下記【薬液検査における分析作業】を参照ください。
<https://texeng.box.com/s/3h7kpd087035ynv5k743tn0s7t0ylymd4>

4 ハンドリングにおける箱詰め作業

実生産ラインへの導入を念頭に、箱詰め作業をテーマに一連作業における複数の動作を検証する事とした。

1) 作業対象と作業抽出

対象材は、ソフトトレー、キャップ、段ボールとなる。

- (1) ソフトトレーめくり動作
- (2) ソフトトレーの1枚取り
- (3) ソフトトレーの箱入れ
- (4) キャップの箱入れ

2) ロボットハンド構造

一連の動作を実施するハンドは作業に対応した独自設計に基づいて3Dプリンタで製作し、吸着パッドを取付けた。

- ・エジェクタ:YuMiハンド内蔵
- ・吸着パッド:CV PC-15 ペロウ型2.5段
- ・写真2の赤丸部分の突起は2枚目を押し付けるため取り付け

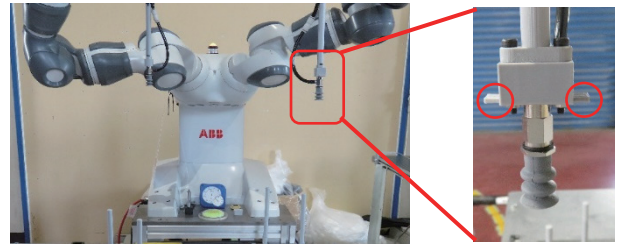


写真2:左腕ハンド先端部

3) 実証試験

(1) ソフトトレーめくり動作

段積みされたソフトトレーを剥がしとる動作で、2枚目がついてくることを防ぐため、左手で2枚目のソフトトレーをハンド先端で押えながら右腕で1枚目を吸着し内側に引き剥がす動作とした。

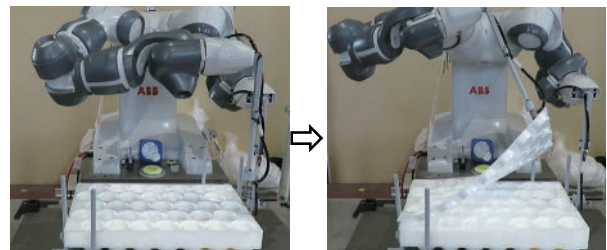


写真3:ソフトトレーのめくり動作

(2) ソフトトレーの1枚取り動作

前述(1)のめくり動作による引き剥がし状態で、ソフトトレーの対角両端を両腕で吸着し、内側に曲げてから持ち上げる動作。

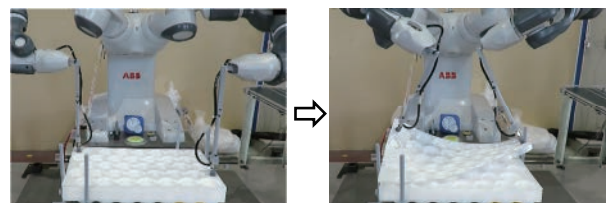


写真4:ソフトトレーの一枚取り方法

ソフトトレーのサイズ、材質に合わせ、移動方向、移動距離等を自動演算するアルゴリズムを開発し、ソフトトレーめくりから一枚取り動作迄の動作を確認できた。また、成功率は、10枚連続で100%であった。

(3)ソフトトレイの箱入れ動作

箱入れは、段ボール箱にソフトトレイを1枚ずつ挿入する作業で、写真5の青色部2箇所を吸着したまま箱に挿入する。次に箱内寸とトレイサイズがほぼ等しいことから、箱内でのソフトトレイの浮き上りを押さえるために赤色部2箇所を押し込む動作とした。

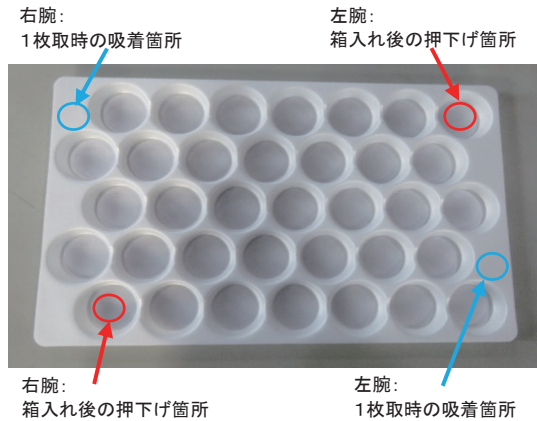


写真5:トレイ箱入れ時吸着・押付箇所

結果は、写真6の通り、問題なくソフトトレイ1枚の箱入れ作業を確認できた。



写真6:トレイ箱入れ時吸着・押付箇所

(4)キャップの箱入れ

キャップの箱入れは、コンベア上のキャップを左右交互に吸着し、ピック&プレイス動作で合計35個（1段分）をトレイの所定位置へ入れる動作を検証する。

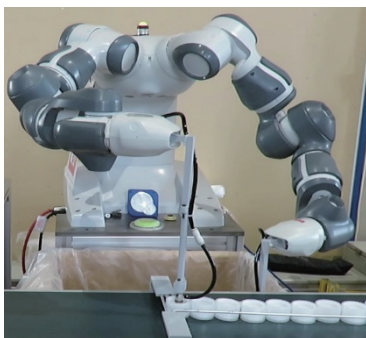


写真7:キャップの箱入れ設備

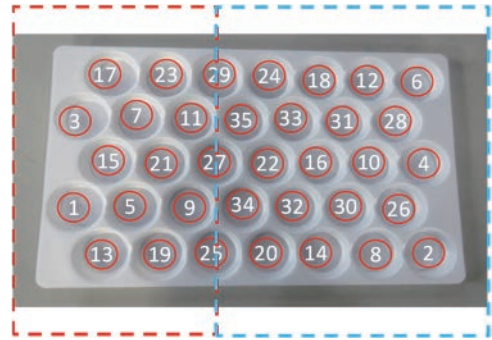


写真8:キャップの箱入れ方法

結果は、目標とする人手作業時間160秒以下の126秒でミスなく処理することができた。

関連動画は下記【ハンドリングにおける箱詰め作業】を参照下さい。

<https://texeng.box.com/s/6d32akspldh5ivl2ee1rwevhcux0fceh>

5 まとめ

本稿は、これまで取り組んできた協働型双腕ロボットの適用事例を紹介したものである。ロボットはABB製のYuMiを用いたが、更なる性能発揮へ動作改善の余地はあると認識している。

また、得られた知見を活かす事、残された課題への取り組みを通じお客様のニーズに応えていきたい。

お問い合わせ先

ロボティクス事業部 企画管理部
営業グループ
TEL.03-6860-6627

エンジニアリングセンター

● 広畑ロボティクスグループ
TEL.079-237-5377

● 名古屋ロボティクスグループ
TEL.052-604-4164

● 苫小牧ロボティクスグループ
TEL.0144-57-0177