

## IoT 機器やロボットを活用した産業育成に関連する分野の研究開発

岡田 真\* 前島 崇宏\* 石川 卓\*\* 大高 理秀\* 若生 進一\*\*

### 1. はじめに

IoT・ロボット技術は、近年、生産性の向上や新ビジネス・新サービスの創出に繋がるものとして注目されている。しかし、中小企業の多くは専門的な知識を持つ人材がいないことや導入、参入までのハードルが高いことを理由に取り組みが遅れており、競争力の低下が懸念されている。

このため、当センターでは中小企業がIoT・ロボット技術に取り組む際の技術支援をすることで、中小企業でのIoT・ロボット技術の導入促進を図る。

### 2. 目的

本事業では、H28 補正内閣府地域創生加速化交付金により、当センターに整備された模擬スマート工場を活用し、中小企業の IoT・ロボット等の自動化技術に関する検証・検討を技術支援することを目的とする。今年度は、模擬スマート工場に導入された機器を用いて、企業現場で活用可能な IoT・ロボット技術に関する要素技術の開発及び技術調査を実施した。

### 3. IoT・ロボット技術に関する技術調査

今後企業からの要望に対応するために、模擬スマート工場に整備した機器を活用し、IoT・ロボット技術に関わる技術調査を実施した。

#### 3.1 安価なカメラを用いた自動搬送システムの構築

ロボットによる自動搬送動作は、自動化ラインにおいて必要不可欠な要素技術である。しかし、“目”を持たないロボットに、ワークをピッキングさせるには、ワークが所定の位置に必ず置かれるような環境を構築する必要があり、そのための治具の設計や製作、評価、また、パーツフィーダーの導入検討など、時間的、経済的コストが増大する原因になっていた。近年では、ロボットシステムとカメラシステムを連携して使用することが一般的となり、ワーク座標に対してある程度寛容なシステムを少ない工数で立ち上げることが可能となったが、カメラシステムが高価であるため、自動化導入の普及の妨げになっている。

このような背景から、本調査ではヤマハ発動機株式会社製の低価格で高速搬送が可能な水平多関節ロボット（以下、スカラロボットという）を用い、市販の USB カメラとの連携により、ワーク位置を逐次認識しながら次工程へ自動搬送するロボットシステムの構築を行った。構築したシステムの模式図を図 1 に示す。また、システム全景を図 2 に示す。

USB カメラから得られる画像の例を図 3 に示す。得られた画像に対して、グレースケール化を施し、その上で図 3 点線部の一行分の画素の明るさを抽出した結

果が図 4 の黒線である。今回扱うワークは、周囲に比べて明るく見えるため、画素値の大きい部分のみを抽出し（グレー線）、その中間点をロボット座標系に変換し、ロボット側にピッキング座標として送信した。

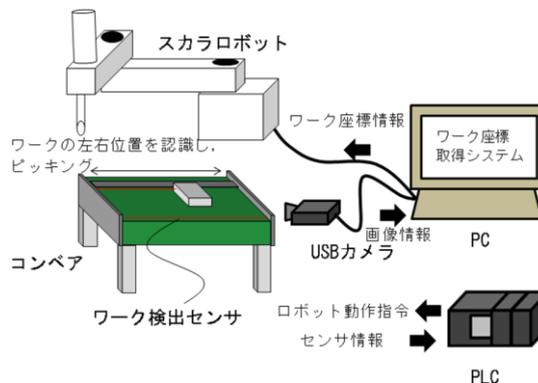


図 1 構築したシステムの模式図



図 2 システム全景



図 3 USB カメラでキャプチャした画像

画素値の取得と二値化処理

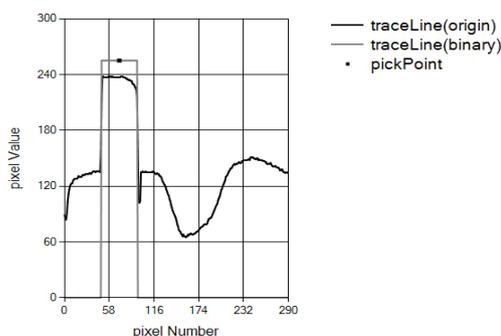


図 4 得られた画素値（明るさ）とワーク座標の算出

### 3.2 ランダムピッキングの検討

生産現場においてはピッキング対象部品が乱雑に配置されていることも多く、それらの部品をロボットで正確に把持し次工程に搬送することが求められる。本研究では、三次元ビジョンセンサを用いて正確に部品の位置、向きを認識できるか検討した。

部品の認識精度を上げるためには、認識の設定値を変更するなどのソフト対策と、梱包容器形状を変更するなどのハード対策が考えられる。

図5に梱包容器形状を変更した場合のアルミ板(60×40×10mm)認識結果を示す。(容器形状の違いの影響を調べるため、誤認識しやすい設定とした)

角型容器の場合、縁の幅が10mmとアルミ板の厚みと等しいため、縁を部品と誤認識し、また箱表面に生じているヒケ(30mmピッチ)を部品のエッジと誤認識していることが分かる。一方ボール型容器の場合、誤認識の原因となる平面や直線のエッジがないため、誤認識しにくいことが明らかとなった。

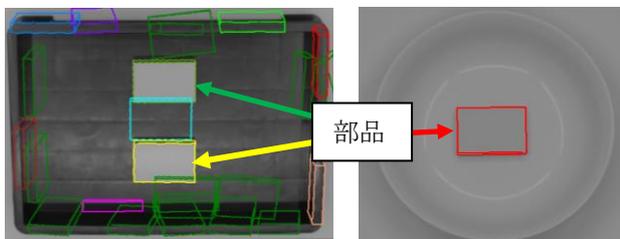


図5 認識結果(左図:角型容器, 右図:ボール型容器)

生産現場においては表面処理を施した部品の位置や向きを正確に判別する必要性が生じる可能性が考えられる。三次元ビジョンセンサは部品の三次元形状データを用いて部品を認識するため、本来回転対象部品に着色された模様を認識することはできない。そこで認識に用いる三次元形状データ上にダミーで三角の穴を設け、穴のエッジも利用し部品の位置を認識する設定とした。(誤認識を防ぐため穴内壁など一部の形状データを用いず認識を行った)

図6に部品認識用に作成した3次元形状データを、図7に部品認識結果を示す。

三次元ビジョンセンサは本来部品表面の色情報を考慮した認識を行うことができないが、三次元形状データ表面にダミーのエッジを作成することで部品の位置情報を得る見通しを得ることができた。

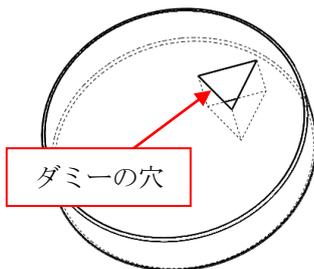


図6 三次元形状データ

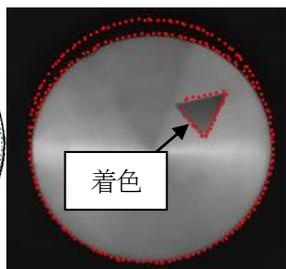


図7 認識結果

### 3.3 双腕ロボットによる嵌め合い作業

生産現場における組立作業の自動化・ロボット化の

ニーズは多い。その組立作業の課題を要素分解すると、「挿入・押し込み」、「嵌め合い」、「位置合わせ・位相合わせ」の3つに大きく分類できる。本研究では「嵌め合い」作業をテーマに、双腕ロボット(NEXTAGE)を用いて自動化した場合の有効性と課題を調査した。

対象作業は、ディスクケースにトレイを組み込む工程である。この作業を人手で行うと、図8のように、まずトレイの上端をケースに差し込む。その後、トレイの下端2箇所を指で押し込む。ケースとトレイは高さ1mmほどの4箇所(上端, 下端各2箇所)の凹凸の嵌め合いで固定される。

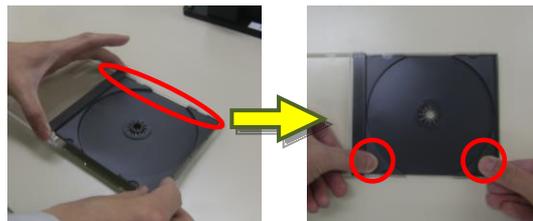


図8 ロボット化の対象作業

ロボットに用いたハンドは左右とも、コンプライアンスユニットにφ11の吸着パッドが3つ付いた構成である。システムを構築し、実験した様子を図9に示す。プログラムで位置の微調整を行ったが、人と同じ動作ではトレイがうまく嵌まらない場合があった。そこで、人では2箇所押し込むところをロボットでは4箇所押し込むことで、トレイ装着を成し遂げられるようになった。

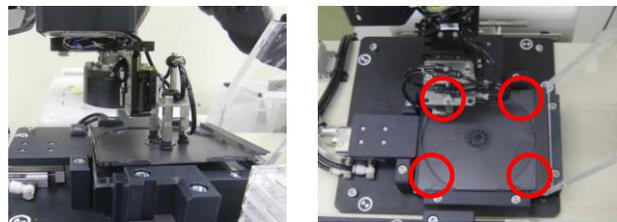


図9 ロボットによる嵌め合い

人と同じ動作で嵌め合いができなかった原因として、トレイがストックされているときに水平方向に1mm程度の余裕があったことが考えられる。凹凸形状の嵌め合いには、少なくともその大きさ以下の位置精度でロボットがワークを扱える環境が必要であることを認識した。

### 4. 今後の予定

模擬スマート工場を利用して下記の研究テーマに取り組み、企業への技術支援に役立てる。

- ・双腕ロボットによる両腕を使った持ち上げ動作や人の作業に近い動作の研究
- ・音や振動情報から加工機等の異常を検出し、予防保全を行うシステムの研究
- ・「嵌め合い」や「倣い」作業の実現に向けた力覚制御に関する研究
- ・ランダムピッキングにおけるタクトタイムの短縮、部品認識精度、把持精度向上に関する研究