

2 産業用ロボットによる次世代生産システムの開発

大賀 誠, 藤原義也, 安部重毅, 岡野 仁, 倉本丈久*, 打田澄雄

Development of next-generation production system using the industrial robot

OGA Makoto, FUJIWARA Yoshinari, ABE Shigeki, OKANO Hitoshi,
KURAMOTO Takehisa* and UCHIDA Sumio

Industrial robots are utilized currently in various production lines, such as welding or parts machining. There are variety of advanced utilization needs, but its typical example is the bin picking. Bin picking is a technique for taking out the parts that are not aligned, there are several advanced needs in the manufacturing industry.

This paper provides the element technologies of vision system and robot control method and the end effectors, assume a relatively simple shape parts. After a prototype system is developed using these technologies, several systems are introduced into the production line in the companies.

キーワード：産業用ロボット ランダムピッキング 距離画像センサ ロボット制御 エンドエフェクタ

1 結 言

産業用ロボットは溶接や機械加工, 組立, 塗装といったさまざまな生産ラインの自動化に活用されている。2014年版のNEDOロボット白書¹⁾によると, 国内産業用ロボットメーカーの2012年出荷ベースでの台数規模は過去最高レベルとなっている。しかし急激なグローバル化により内需が縮退したため, ロボット大国であった日本において, これまで性能や費用面から導入困難な製造分野へ, 活用範囲を拡大する要望が高まっている。

現在, 産業用ロボットは, 事前に作業手順を記憶させ, それを逐次動作させるティーチングプレーバック方式が一般的である。しかしこの方法では対象部品の位置が決まっていない, バラ積みの状態では活用出来ないことを意味する。県内の自動車部品メーカーでは, バラ積みされた対象部品の位置と姿勢を判断して掴み上げる「ランダムピッキング」へのニーズが高く, 自動化率のさらなる向上が望まれている。

そこで本研究では, 次世代生産システムの重要な技術のひとつとしてランダムピッキングを捉え, その要素技術を開発し, それを企業と共に現場へ移転した結果について報告する。

2 ランダムピッキングに必要な技術

現在でも工場現場においてラインへの部品(素材)投入工程は, 人手作業が残る工程の一つである。この工程にはパーツフィーダーなど部品投入専用の装置が存在するが, 部品セットは作業者が行う。この作業は単純作業であり, 素材部品がバラ積み状態で納品されてくる重たい部品箱を扱う場合もあるため, 自動化や軽労化も望まれる工程である。この問題を解決するひとつの方法が, 産業用ロボットを活用したランダムピッキングである。

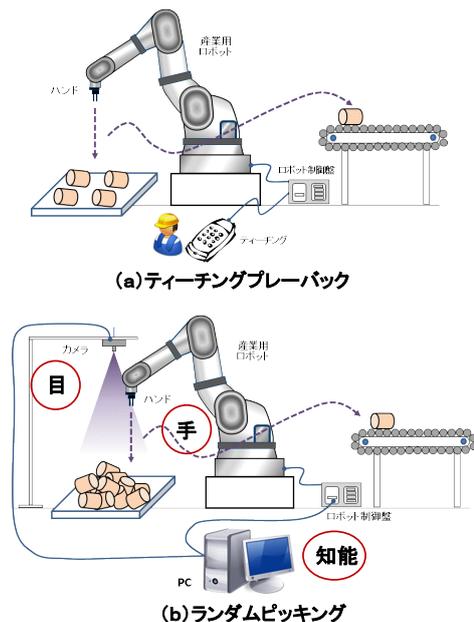


図1 ティーチングプレーバックとランダムピッキングとの比較

*広島県商工労働局,

図1は一般的な産業用ロボットの使用形態であるティーチングプレーバック(a)とランダムピッキング(b)のそれぞれの構成を示す。ティーチングプレーバックは部品が整列されているため、予め教えた手順を繰り返すことで部品を全て取出すことが可能だが、一方ランダムピッキングは部品がバラ積みされているため「部品の位置と姿勢を見極める目」、「ロボットを効率良く動作させる知能」、「効率良く部品を掴み運ぶ手」が必要となる。そしてこれらの技術は、対象部品の違いによるカスタマイズが必要となる。

中国5県の製造業への聞き取り²⁾の結果、ランダムピッキングに対するニーズがあると回答した企業は約40%にも及び、多くの企業が部品投入に対して課題を感じていることわかる。

2.1 部品位置及び姿勢の認識

ランダムピッキングでは対象とする部品はバラ積みのため、その位置と姿勢を見極める「目」が必要となる。既存の産業用ロボットメーカーにも、この機能を備えるものが存在するが、中小企業が現場導入するためには、コスト的に見合わないという意見が多い。そこで本研究では、低コストで入手可能な民生用の距離画像センサを活用し、例えば円筒や円板のような比較的単純な形状の対象部品に特化した、ランダムピッキング用の画像処理基盤ソフトウェアを開発した。その概要を図2に示す。

開発したシステムは通常の画像情報に加えて、奥行き方向の距離情報も計測可能な距離画像センサと、開発したソフトウェアで構成する。ユーザは対象部品のために独自で作り込んだ処理と、本ソフトのコマンドを組合せて処理手順を設計することで、効率の良いランダムピッキング用のビジョンシステムを構築可能である。

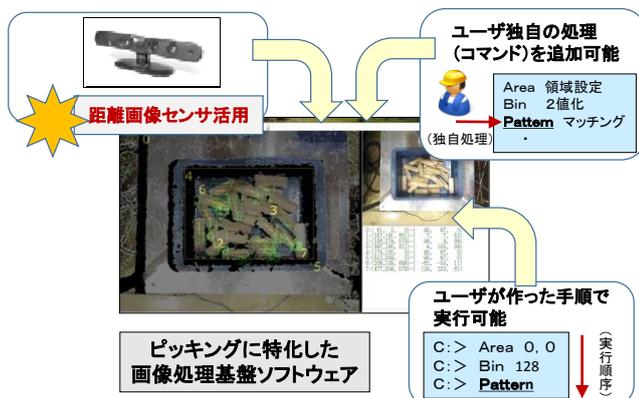


図2 画像処理基盤ソフトウェア

2.2 ロボットの効率的な制御

ランダムピッキングでは、得られた部品の位置及び姿勢情報から、ロボットハンドの先端を移動させる位置と

姿勢を決定し、コンピュータからはその状態までの動作をロボットへ指示する。この指示は、ロボットメーカー毎にコマンドや手順が異なるため、システムは特定のロボットメーカーを対象としたものになるケースが多く、資産の有効活用等で課題が存在する。そこで本研究では、複数のロボットメーカーで活用可能とするソフトウェアを開発することで、ビジョンシステム等の共通的に活用可能な技術がロボットに依存しない環境構築を行った。

図3にこの環境の概要を示す。共通コマンドを各メーカーのコマンドへ変換するロボット制御サーバシステムを配置している。サーバにはランダムピッキングに必要な最低限のコマンドを実装しており、ユーザはそのコマンドをサーバへ逐次送ることで機能を実現する。現在はロボットメーカー3社に対応している³⁾。

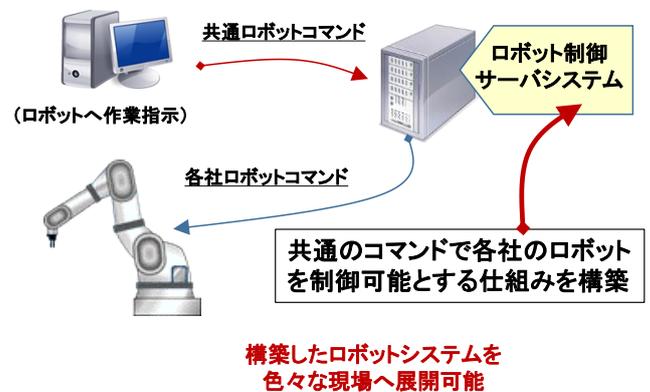
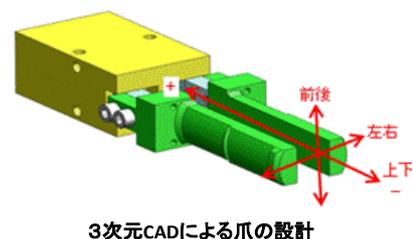


図3 ロボット制御概要

2.3 エンドエフェクタの開発

整列されていない部品を取出すランダムピッキングにおいて、部品ごとに効率の良い把持を実現する爪形状の設計は非常に重要である。「実際にその対象部品を把持



3次元CADによる爪の設計



実際に試作したロボットハンド

図4 爪の設計・試作例

することが可能なのか」、「把持した際に爪は変形しないのか」、「ロボットで搬送中に部品は外れないのか」等、機能面はもちろん安全面にも考慮した検討が必要である。そこで3次元CADを用いたシミュレーションにて対象部品に適した爪形状の設計を進めることで試作回数を削減し、ロボットハンド開発の効率化を実現した。

図4は3次元CADで設計し、試作したものである。シミュレーション検証を実施した結果、初回の試作のみで十分な機能を備える爪を実現することが出来た。

3 円筒形状部品を想定したシステム

開発した要素技術を組み合わせた試作例として、代表的な単純形状である円筒を想定したランダムピッキングシステムを構築した。システム構成を図5に、外観の写真を図6に示す。

本システムは、画像処理基盤ソフトウェアとロボット制御サーバシステムを活用しており、プラスチックケース(360mm×270mm×120mm)内にバラ積みで置かれている円筒の木片(φ30mm×90mm)24個を全て取り出すことが可能(リトライを含む)である。

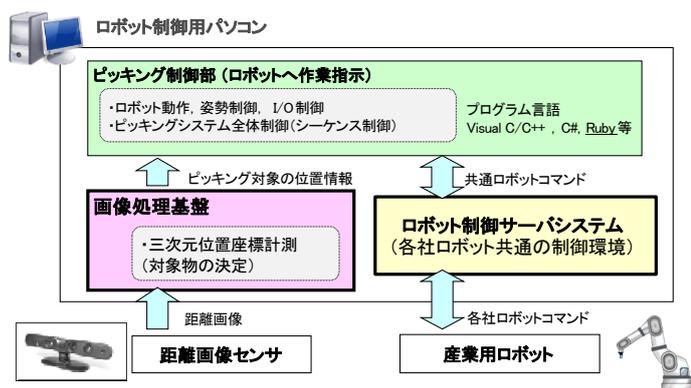


図5 試作システムのシステム構成



6軸ロボット(デンソーウェーブ製) 7軸ロボット(安川電機製)

図6 試作システムの外観

またロボットの移植性についても考慮しているため、デンソーウェーブ製のロボットで開発していたシステムを、安川電機製のロボットへ移植できた。それぞれのロボットに対する通信速度や入出力などの基本的な変数設定の変更により実現可能であるため、ビジョンシステムの共通化などへ展開できる。

4 企業支援事例

4.1 ドーナツ形状部品を想定したシステム

図7に県内の自動車部品製造A社での支援事例を示す³⁾。同社では今まで人手で行われていたプレス加工の部品投入を、ランダムピッキングシステムによりロボット化し、対象部品は熱間鍛造部品で外径φ44mm、内径φ28mm、厚さ18mmのリング状部品である。

本研究で開発した画像処理やロボット制御の要素技術を同社においてカスタマイズし、エンドエフェクタを自社開発した。今までは納品された通箱(かよいばこ)から仮置き台へ小分けし、そこから人手で部品をセットしていたが、新しいシステムでは通箱からそのままロボットで部品を取出し、加工機へセットする。この結果、プレス加工作業は自動化され生産性が向上したため、作業者は他の作業へ専念することが可能となった。



ロボット化



図7 現場導入されたシステム

4.2 円板形状部品を想定したシステム

図8に県内の自動車部品製造B社の支援事例を示す⁴⁾。2kg以上ある円板状の部品で、外径φ150mm、内径φ35mm、厚さ15mmである。現在、これを加工機の素材供給機へセットする作業を、作業者が行っている。

るが、部品が重く大変な重労働のため効率化に加えて安全衛生上でも課題となっている。将来的な軽労化を目指した自動化の取組みを開始し、画像処理手法と爪形状の開発を支援して試作を行った。この試作装置では通箱に満載の対象部品を取出し可能で、同社では今後、製造ラインへの導入を検討予定である。

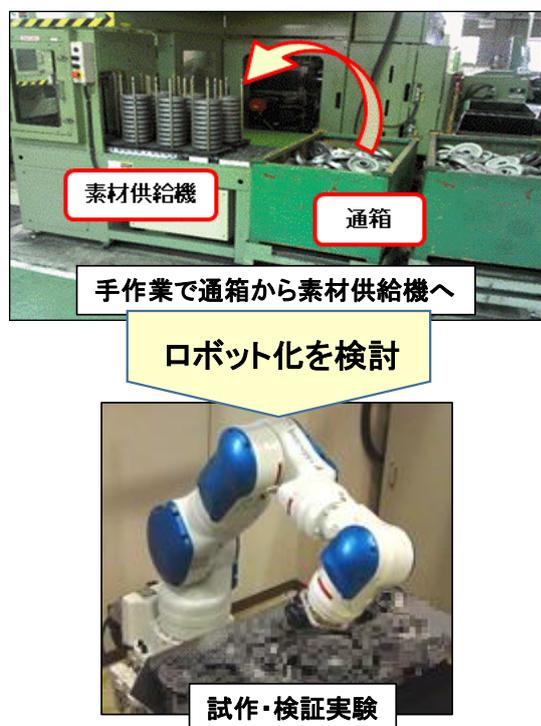


図8 試作システムの外観

5 結 言

次世代生産システムの重要な技術として、県内企業からニーズが高いランダムピッキング技術の開発を進めるとともに、県内企業の2社へ技術を移転した。ランダムピッキングに必要な技術として、部品の位置及び姿勢を認識する技術(目の技術)、ロボットの効率的な制御(知能の技術)、エンドエフェクタ技術(手の技術)に分類して研究を行い、それらを組合せてシステムを開発した。さらに企業の生産現場へ導入する取組みとして2社へ技術移転して、生産ラインへの技術導入を試みた。

今後は、開発した要素技術を企業の現場へ展開する取組みを継続し、さらなる技術移転を進めて行く。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、株式会社安川電機の是永晋治氏(平成24年度より26年度まで当センターに客員研究員として在籍、現所属は株式会社安川メカトロック)より、さまざまにアドバイスを頂いたことに謝意を表す。

文 献

- 1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：2014 ロボット白書, (2014)
- 2) ちゅうごく産業創造センター：平成26年度調査報告書, (2015), 1-i
- 3) 藤原他：広島県立総合技術研究所西部工業技術センター研究報告, 57(2014), 1
- 4) 岡野他：広島県立総合技術研究所西部工業技術センター研究報告, 57(2014), 5