

協働ロボットによる作業者補助を実現する補助システムの開発（第1報）

坂東直行*、塚原誠也*

Development of support system for the operators using collaborative robots (I)

BANDO Naoyuki* and TSUKAHARA Seiya*

中小企業におけるロボット活用を推進するため、協働ロボットに着目し利便性を高める研究を行っている。本報では、手間が多くロボット活用の妨げとして知られている教示作業を取り上げ、より簡単に教示する方法を検討した。ロボット上部に固定したカメラの画像上で教示点を指示する方法を提案し、有効性を実験によって検証した。その結果、従来の教示方法である関節角度指定法やダイレクトティーチング法と比較して教示作業時間を短縮できることを確認した。

1. はじめに

ものづくりが盛んで製造業が中心の産業である我が国において、少子高齢化にともなう慢性的な人手不足の中、いかに現場力を維持・強化していくかは重要な課題となっている。

課題解決には、作業の省力化を進める必要があり、その手段のひとつとしてロボットが期待されているが、ロボットの導入はこれまで大企業が中心であり、中小企業への導入は滞っているのが現状である。

中小企業でのロボット導入が進まない理由として、従来のロボットが大量生産シーンでの活用を前提としており、多品種少量生産での活用をイメージしづらいことがあげられる。多品種少量生産でロボットを活用しようとすると、教示作業が高頻度で発生することになるが、現在の教示方法は作業コストが高く、ロボット活用の恩恵を得にくい。

そこでロボットに簡単に教示する方法について検討したので報告する。

2. 提案方法

現在、ロボットの教示方法としては、ロボットの関節角度をティーチングペンダント等、専用の教示端末を使って数値で指定する方法（以下、関節角度指定法）およびロボットの関節を直接手で曲げ伸ばししてロボットの姿勢を決める方法（以下、ダイレクトティーチング法）がある。

前者はロボットの動作が各関節の動作によって構成されていることに基づいた原始的な方法であり、単純構造のロボットでも適用できる。しかしどの関節をどのように動かせば、目的のロボット姿勢になるのか、その対応関係の理解が難しく、教示作業のコストが高い。

後者は協働ロボット等、加えられた外力を検出するための力センサを内蔵したロボットで可能な教示方法であ

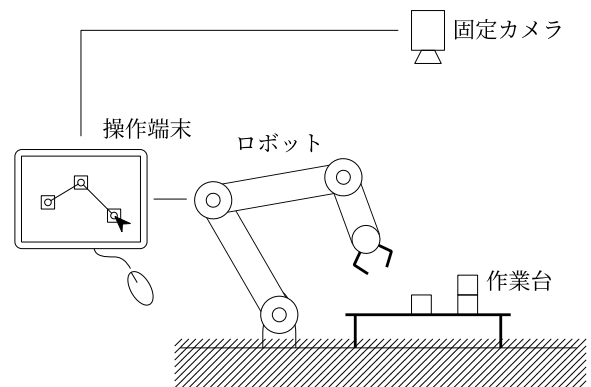


図1 提案方法

る。直接ロボットに触れて教示できるため、比較的容易に姿勢を教示できるが、教示の際はロボットを専用モードに切り替える必要がある、ワークにアプローチする動作の教示は相対位置の調整に注意を払う必要がある、など作業効率はずしも高いわけではない。

いずれにしても、頻繁に再教示しなければならないシーンにおいて最適な方法とは言えない。

こうした課題を解決するひとつのアイデアとして、ロボットの操作端末上に、作業エリアを観察するカメラの画像を示し、マウス等のポインティングデバイスで教示点を指示する方法（以下、マウスポインティング法）が考えられる。

一般にロボットは水平面上で作業する場合が多く、作業平面上部から真下に向けてカメラを向ければ作業平面を観察することができる。その平面上で教示点を指示するのであれば作業量が少なく、教示に要するコストは軽減すると期待される（図1）。

3. 実験

提案する教示方法の有効性を検証するため、従来の教示方法との比較実験を行った。

実験では、ロボットの典型的な活用方法であるピック

* 機械部

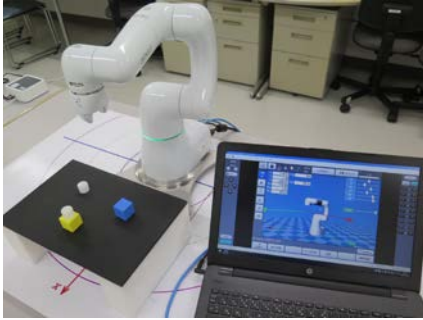


図2 関節角度指示法

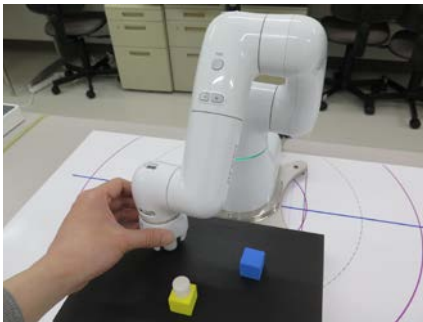


図3 ダイレクトティーチング法

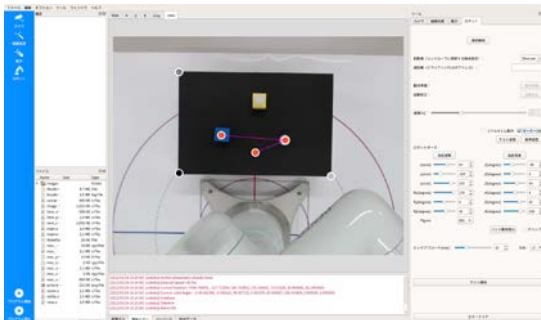


図4 マウスポインティング法

&プレース作業を念頭に、作業台の任意の位置にワークサンプルを2つ置き、一方をつまみ、他方に乗せる作業を対象に行った。この作業を、関節角度指定法、ダイレクトティーチング法および提案するマウスポインティング法で教示し、教示に要した時間を比較した。

教示において、関節角度指定法はロボットに付随する標準ソフトウェアで行った(図2)。この標準ソフトウェアは、ロボットへの教示において一般的に用いられるティーチングペンダント(教示端末)の機能をPC上で模擬するものである。ダイレクトティーチング法は、本研究で用いたロボットに内蔵する機能で行った(図3)。マウスポインティング法は、本研究で開発した専用ソフトウェア(図4)で行った。なお、実験において作業台およびワークサンプルの高さは既知としている。また、作業台はロボットの正面に置き、固定カメラは作業台を観察できるようロボット上部に固定している。ロボット

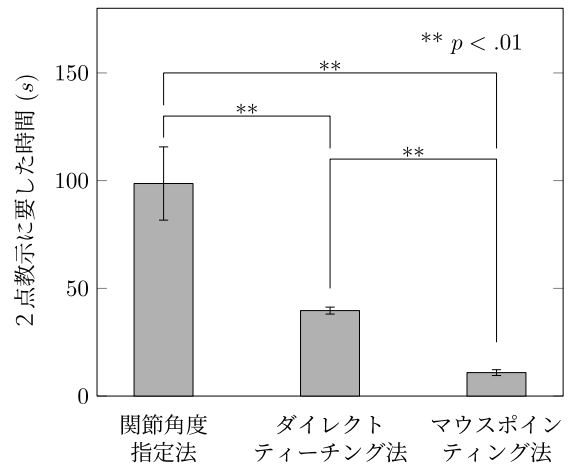


図5 実験結果

には(株)デンソーウェーブ社のCOBOTTAを使用した。

4. 結果

ロボットの操作に習熟した被験者1名を対象に、各条件で10回教示した結果を図5に示す。横軸に各教示条件、縦軸に2点教示に要した時間を示しており、棒グラフの高さは平均値、エラーバーは標準偏差を表す。なお、各教示データでロボットを動作させた結果、ピック&プレース作業はすべてで成功している。

取得したデータに対して分散分析を行った結果、有意な差がみられた($F_{(2,29)}=204.9, p<0.01$)。また、各要因間で比較したところ、すべての組み合わせにおいて有意な差がみられた($p<0.01$)。

図5を見ると、関節角度指定法は他の方法と比較してばらつきが大きい。これは前述したとおり、ロボットのどの関節をどれだけ動かすと、ロボット姿勢がどのように変化するのか直感的にわかりづらく、操作に慣れていても試行錯誤は必要なためと考えられる。対してダイレクトティーチング法は、ばらつきが少なく、作業時間も短いことがわかる。マウスポインティング法は、さらに短い時間で教示できていることから、提案方法は従来方法と比較して簡単に教示できるといえる。

5. まとめ

ロボットに動作を教示する方法として、マウスポインティング法を提案し、実験によって有効性を示した。

なお、実験では簡単なピック&プレース作業を取り上げたが、より複雑な作業を行わせる場合は教示点数が増えるため、より有効性が増すと思われる。

【謝 辞】

本研究の一部は、越山科学技術研究助成金を受けて実施しました。ここに謝意を表します。