

産業用ロボット MG400 を用いた軌道追従制御実験と評価

永田研究室 F120017 河野 凌大

1. 目的

近年、製造業における新製品の開発工程では生産ラインの自動化や省力化が進められており、人手不足が深刻化している中でロボット導入のニーズが益々高まっている。産業用ロボットを制御するためにはメーカーごとに異なるロボット言語を理解することや、ティーチングを行う等、専門的な知識や技能が必要となり、導入から動作させるまでに多くの時間とコストがかかってしまうという課題がある。これらの課題を解決するためには、あらゆるメーカーが利用可能な共通のロボット言語やインタフェースの開発が必要となる。本研究では、ロボット言語を用いる必要のない HCLS データに対応した制御インタフェース (MATLAB) を開発することで多関節型産業用ロボット MG400 を数値制御させ、さらにビジュアルフィードバック (VF) 制御を適用し、それらの有用性について評価する。

2. 研究内容

MG400 にはメーカーが提供するソフトウェアである DobotPro が搭載されており、それを用いて教示データを作成することができる。しかし、DobotPro ではエンドエフェクタを操作する単純作業しかできないことと、教示データを保存する際に生成される分割された複数の playback ファイル群の内容が理解しにくいことなどの課題がある。これらの課題を解決するために CAD/CAM で算出できる CLS データを基に拡張性を考慮した HCLS データを提案し、HCLS データに対応した制御インタフェース (MATLAB) を開発した。HCLS データでは CLS データ内の基本ステートメントである直線補間用の GOTO 文の中に座標値以外の数値情報を記述することができ、休止時間、エンドエフェクタの ON/OFF, モーションモード (MOVJ/MOVL) を指定できる。また、新たに定義された拡張ステートメントであるビジュアルフィードバック (VF) 制御のための VF_CONTROL を追加することができる。このほか、playback ファイル群に比べてデータ内容を理解しやすくなったため、HCLS データ設計時や実行時の問題点の確認が容易になった。実験では VF_CONTROL の他にワークの姿勢を検出するための ORIENTATION ステートメントの機能を開発し、(1) VF_CONTROL と ORIENTATION 機能を用いてワーク検出に最も時間のかからない「カメラからテーブル上のワークまでの距離」を決定、(2) (1) で記録した距離に基づいて HCLS データを作成し、カメラとエンドエフェクタの水平方向の距離補間を行う OFFSET 機能を HCLS データに追加、(3) エンドエフェクタによる把持、リリース機能と、物体を指定した位置に移動させるための座標を HCLS データに追加、(4) より少ない制御ステップ数で目標位置に到達する VF 制御を実現するためのゲイン調整と評価、のようなシーケンスで行った。

3. 結果

図 1 には MATLAB 上で開発したアプリケーションで制御できる MG400 と実験用のワークを示す。前述の(1)~(4)の実験結果を以下に示す。(1)カメラからワークまでの距離を 159 mm に保った状態で VF 制御を機能させ、2 回の制御ステップでカメラをワーク真上に移動できるように比例ゲインと積分ゲインを調整した。(2) OFFSET 機能により、カメラとエンドエフェクタ間距離を補正することでエンドエフェクタをワーク中心位置に移動させた。(3) エンドエフェクタをワークの位置まで下方に移動させ、把持することでピック&プレースを教示レスで行うことができた。このような HCLS データを用いたインタフェースにより、現在も熟練者の高度なスキルに頼らざるを得ないような作業工程の自動化が可能になるものと期待される。今後はピック&プレースの際にワークの良品/不良品の判定を行うための欠陥検出機能を搭載できるようにロボットに PatchCore や FastFlow などの AI の実装を図りたい。

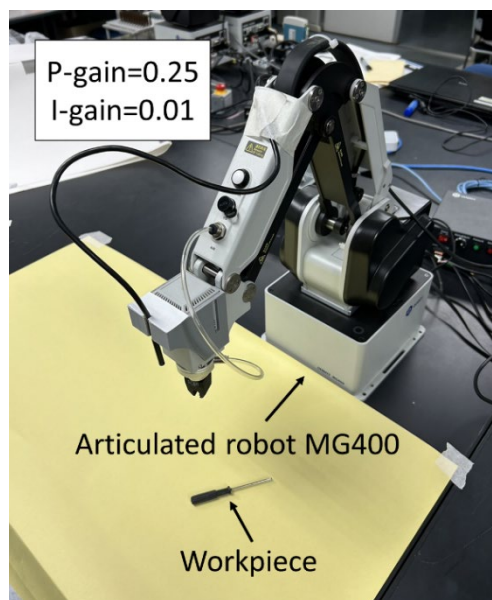


Fig. 1 MG400 for pick and place tasks incorporated with HCLS data interface.