

協働ロボット“MELFA ASSISTA”

Collaborative Robot "MELFA ASSISTA"

寺田大祐*
Daisuke Terada
市岡紘平*
Kouhei Ichioka
鉢木稔浩*
Toshihiro Hachiki

要旨

近年、自動車・電気電子部品業界だけでなく、食品業界や医薬品業界、衛生用品業界など多くの製造現場でロボットを使用した生産ラインの自動化ニーズが高まる中、人とともに作業する協働ロボットの需要が拡大している。また、コロナ禍の中、製造現場では作業者間の距離確保という新たな課題にも直面している。さらにこれまで産業用ロボットを使用したことのない顧客からは、ロボットの導入・立ち上げの容易化も求められており、こうした需要や課題に対応するため、協働ロボット“MELFA ASSISTA”を開発した。

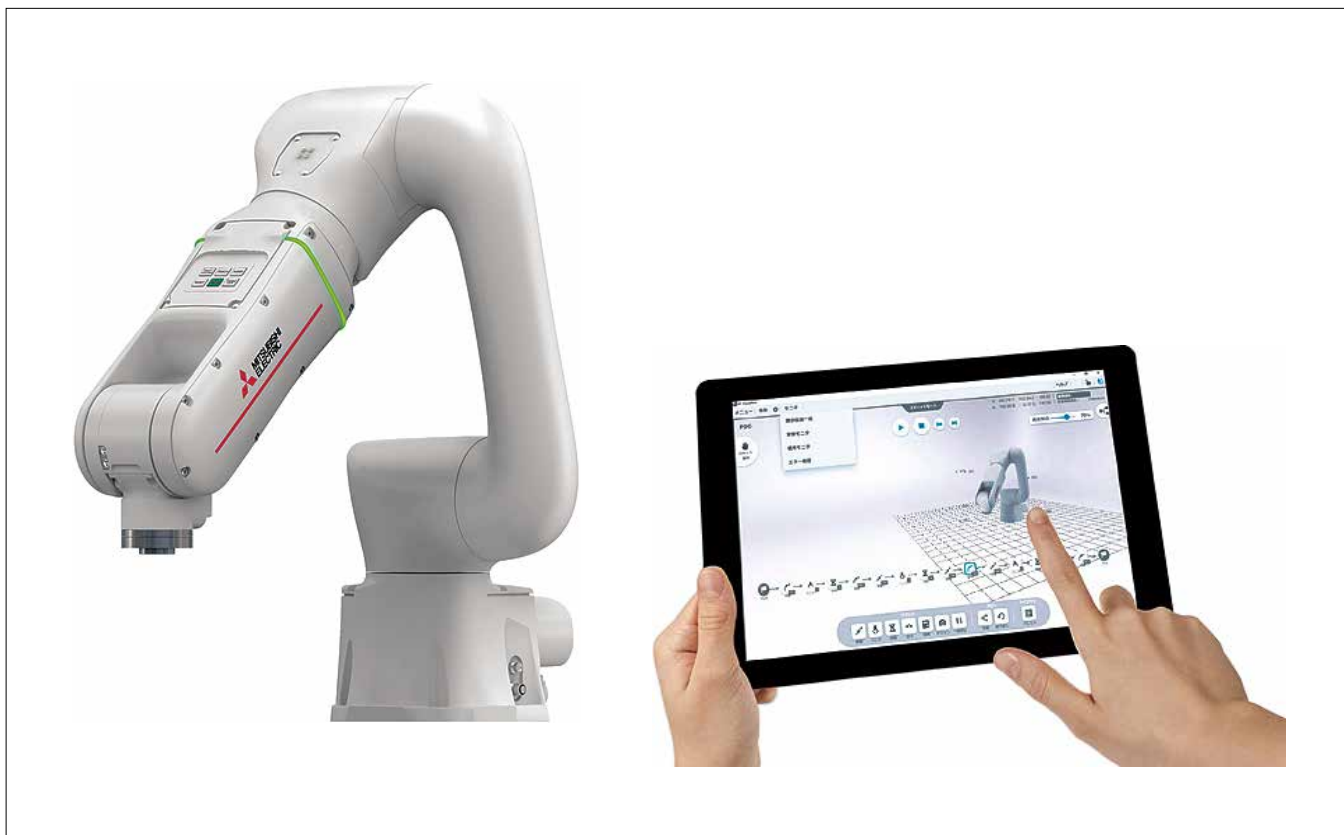
主な特長は次のとおりである。

(1) 人がロボットアームに触れたときに指や手が挟まれない

ようデザインするとともに、第三者認証機関によって認証された安全機能を装備している。また、アーム上に設けたLEDライトで“動作中”“待機中”などロボットの状態把握が可能である。

(2) 手で直接ロボットアームを動かし、アーム上の操作ボタンを押すだけで動作位置を教示できるようにロボット教示作業を容易化している(ダイレクトティーチング機能)。

(3) ブロック図を用いた直感的な操作が可能な独自のエンジニアリングソフトウェア(プログラム作成ツール)“RT VisualBox”を同時開発し、専門知識の必要がない容易な導入・立ち上げを実現している。



協働ロボット“MELFA ASSISTA”とエンジニアリングソフトウェア“RT VisualBox”

自動車・電気電子部品・食品・医薬品・衛生用品等の業界向けに、衝突検知などの安全機能を備えた、人とともに作業ができる協働ロボット“MELFA ASSISTA”とこのロボットの導入・立ち上げを容易にするエンジニアリングソフトウェア“RT VisualBox”を開発した。直感的な操作が可能なこの製品によって、製造現場でのロボット導入が容易になり、事業環境変化への柔軟な対応とTCO(Total Cost of Ownership: 総保有コスト)削減に貢献する。

1. ま え が き

人手不足・人件費の高騰等を背景に自動車・電気電子部品を始めとする多くの製造現場ではロボットを使用した生産ライン自動化の需要が年々上昇してきた。しかし、これまでロボット技術者が不足していた中堅製造業などではシステム設計・立ち上げ作業などに障壁があってロボットの導入は限定的であった。

近年、安全柵を必要とせず容易に既存設備に導入することが可能な人とともに作業する協働ロボットが規格化され、ロボット技術者でなくても簡単に立ち上げを行うことが可能になって様々な用途・業種で協働ロボットの活用が期待されている。

こうした市場要求に応えるため“安全柵レスによる人とロボットの生産エリア共有”，“人からロボットへの簡単置き換え”，“システム設計・立ち上げ作業の容易化”の実現に向けて協働ロボット“MELFA ASSISTA”を開発した。

本稿では，“MELFA ASSISTA”の主な特長について述べる。

2. “MELFA ASSISTA”の特長

2.1 人と協働作業するための安全対応

“MELFA ASSISTA”は、安全柵の設置なしに人と同じ空間で作業できる5kg可搬の垂直6軸協働ロボットである。次に述べるアームデザインや機能安全規格準拠によって高い安全性を確保している。

2.1.1 アームデザイン

安全柵レスによってロボットの動作中に人と接触する可能性がある。このため、丸みを帯びた外観にデザインすることによってロボットと衝突したときの衝突圧力を軽減している。またロボットの関節部分に空間を確保した構造にすることによってロボットアームに触れたときに指や手を挟まないようにしている。

人とロボットが同じ空間で作業するには、人がロボットの状態を把握することも重要になる。ロボットアーム上のLEDライトでロボットの稼働状態を周囲の人に示すことによって安心して協働作業することを可能にしている。

アームデザインによる安心・安全確保の工夫を図1に示す。

2.1.2 ISO/TS 15066に準拠した機能安全

“MELFA ASSISTA”は国際規格“ISO 10218-1”“ISO/TS(Technical Specification)15066”に準拠しているほか、



図1. アームデザインによる安心・安全確保

国際的な第三者認証機関による機能安全規格の認証を取得している。機能安全の一つとして、立ち上げ中や自動運転中のロボットアームとの衝突を検知して停止させるためのトルク監視機能(Safe Torque Range : STR)を搭載している。安全監視機能を搭載することによって、安全柵を必要とせずに人と同程度のスペースで、容易に人手作業をロボットに置き換えることを可能にしている(図2)。

2.2 操作の容易化

ロボットの立ち上げに必要な作業として、ティーチングボックスを操作してロボットが動く位置を教えこむ教示作業がある。“MELFA ASSISTA”では、アーム上に搭載した操作ボタンやダイレクトティーチング機能によって、これまでロボット操作に必要であったティーチングボックスを不要にし、ロボット操作の習熟度が低い作業でも短時間で教示作業することを可能にしている。

2.2.1 アーム上操作ボタン

“MELFA ASSISTA”ではロボットアーム上に操作ボタンを搭載した。この操作ボタンを操作することで、プログラム運転の開始・停止が可能のため、ティーチングボックスなどの外部操作デバイスが不要になる。また、ロボットプログラム作成の際は、教示作業、ハンド開閉、ハンド整列(ロボットの手先を垂直・水平にする)、ダイレクトティーチング機能を操作ボタンから行うことで、従来よりも少ない作業手順でロボットプログラムを作成できる。

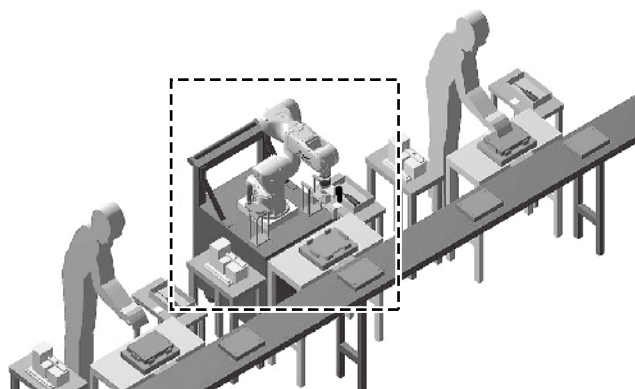


図2. 機能安全による安全柵レス

2.2.2 ダイレクトティーチング機能

ダイレクトティーチング機能とは、作業者がロボットアームを直接押し引きしてアームの動作と教示を行う機能であり、ティーチングボックスを使わず簡単に立ち上げをするために協働ロボットには必須の機能になっている。このダイレクトティーチング機能を“MELFA ASSISTA”に初めて搭載した(図3)。他社の協働ロボットではトルクセンサ情報を基にダイレクトティーチング機能を実現していることが多いが、“MELFA ASSISTA”ではトルクセンサを使うことなく、サーボ制御だけで実現している。これによってトルクセンサをアーム内部に実装する必要がないため2.4.1項で述べるアーム内部への配線・配管が可能になり、導入の容易化も実現している。ダイレクトティーチング機能の特長は次のとおりである。

(1) 直感的な操作

従来、ロボットを操作する際には、ティーチングボックスなどの外部操作デバイスを使用する必要があったが、“MELFA ASSISTA”ではダイレクトティーチング機能によって、外部操作デバイスでの操作なしで直感的にロボットを所望の姿勢に動作させることができ、教示作業の時間を従来の半以下に短縮できる。また、ハンド取付けのために手先を上向きにする場合や、周辺装置のメンテナンスなどでロボットアームを一時的に退避させる場合など、様々な場面で外部操作デバイスを接続する手間なしに、ロボットを簡単に操作することを可能にしている。

(2) 三つの動作モード

垂直6軸ロボットは動作の自由度が高く、所望の姿勢にするためには座標系を意識して外部操作デバイスで操作する必要があった。ダイレクトティーチング機能には次の三つの動作モードを用意し、作業者は目的に応じて動作モードを切り替えることで、座標系を意識することなく容易にロボットを所望の姿勢にできる(図4)。

①関節フリーモード

各軸を任意の角度に動作させることが可能である。

②並進モード

手先の姿勢を維持したまま動作させることができるため、ハンドを一定の姿勢に保ったまま動かすことが可能である。

③回転モード

手先の部分を中心として動作させることができるため、ハンドの位置を動かさずにアームの姿勢を変えることが可能である。

(3) 安全の確保

作業者がダイレクトティーチングをしているときに、別の作業者が誤って外部からプログラム運転を開始すること



図3. ダイレクトティーチングの様子

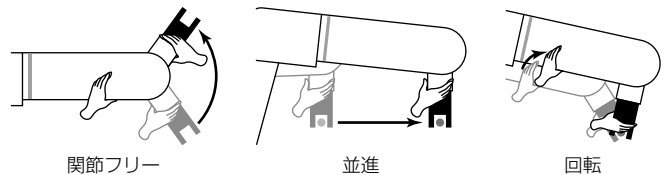


図4. 三つの動作モード

がないように、アーム上操作ボタンで操作権を占有することが可能である。このように安全にダイレクトティーチングが行える機能を備えている。

2.3 プログラミングの容易化

従来の産業用ロボットでは目的の動作を設定するためにロボットの専門知識が必要であったが、“MELFA ASSISTA”は専門知識を持っていない新規ユーザーをターゲットにしている。このため、“誰でも簡単に使える”ことを目的に、ビジュアルプログラミングや対話形式の初期設定やビジョン設定などでロボットの専門知識がなくても直感的な画面操作で“見て”“取って”“運ぶ”というロボットの動作を実現する“MELFA ASSISTA”用のロボットエンジニアリングソフトウェア“RT VisualBox”を開発した。

2.3.1 ビジュアルプログラミング

当社の産業用ロボット“MELFA FRシリーズ⁽¹⁾”では、プログラムを専用のプログラミング言語“MELFA BASIC”で記述して動作させる。そのためには、この言語仕様を理解して専用の命令を覚える必要があった。この専門知識を習得することなくプログラミングできるようにするために、“RT VisualBox”では専用の命令に対応した命令ブロックを用意した。プログラミングはこれらブロック群の中から目的の動作をするブロックを選んでドラッグアンドドロップで配置するという操作を繰り返すだけで行うことができる。また、命令ブロックごとに詳細設定画面を持たせ、詳細な命令の指定はこの画面から可能にしている。今までロボットを使用したことのないユーザーをターゲットにするため、命令ブロックは、移動、ハンド開閉、信号出力、分岐など基本的な動作命令10個に限定し、動作プログラム

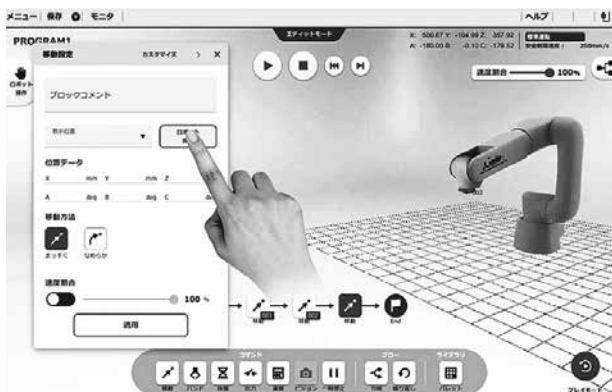


図5. プログラミング画面

を簡単に作成できるようにした。図5にプログラミング画面を示す。

2.3.2 対話形式による簡単設定

“MELFA ASSISTA”をユーザーごとの環境(据付け方向や取り付けられたハンドなど)で使用してもらうためには、その環境に合わせた適切なパラメータを設定する必要がある。この設定を簡単に行えるように“RT VisualBox”を初めて“MELFA ASSISTA”に接続した場合には、対話形式の初期設定画面を表示し、指示に従って値を設定していただくだけで必要な設定が完了する仕組みにした(図6)。例えばハンドの選択画面では、ユーザーが取り付けられたハンドを画面から選択することで、ハンド仕様に従ったパラメータが自動で設定される。これによって、ロボットが動作するための各種設定が簡単に行えるようになっている。

またビジョンセンサを使ったワーク認識・把持動作も同様に、ビジョン設定画面に従って設定を進めるだけで実現可能である(図7)。従来はビジョンセンサ専用のエンジニアリングソフトウェアでも設定・プログラムする必要があり、ロボットエンジニアリングソフトウェアと双方のソフトウェアを行き来しながら調整する必要があった。“RT VisualBox”で、当社のビジョンセンサ“MELSENSOR”との組合せでは、ビジョンセンサの認識設定・調整とビジョンを使ったロボット動作プログラムの作成を一つのソフトウェアでできるようにし、立ち上げ工数の削減を可能にしている。

なお複雑なプログラミングや詳細な設定を行う場合には、既存のMELFA FRシリーズ用のロボットエンジニアリングソフトウェア“RT ToolBox3”も使用可能である。

2.4 導入の容易化

ロボットはシステムとしての導入が求められるため、ロボットだけではなくシステムとしての立ち上げ容易化も必要とされる。簡単に“MELFA ASSISTA”を導入できるように、次に述べるメカ構造や仕組みを用意した。



図6. 初期設定画面



図7. ビジョン設定画面

2.4.1 アーム内配線・配管

ロボットに様々な作業をさせるために、ロボットに電動ハンドやエアハンド、ビジョンセンサなどを用途に合わせて装着する必要があるが、これらを制御するための配線・配管をロボットアーム内に実装することによって、簡単にハンドやセンサと接続することが可能になっている。

2.4.2 パートナー連携

“MELFA ASSISTA”の発売に伴い、MELFAロボットのパートナー会の一つとして協働ロボット専用のパートナー会を発足した。パートナー各社が開発したハンドやカメラなどの周辺機器との連携や、ユーザーニーズに応える製品開発などを進めて、更なる使い勝手向上を図っていく。

3. むすび

今回開発した協働ロボット“MELFA ASSISTA”の特長について述べた。今後は協働ロボットを更に市場に浸透させるために機能の充実化を図っていく。

参考文献

- (1) 宮本昌和：産業用ロボット“MELFA FRシリーズ”，三菱電機技報，91，No.4，217～220（2017）