

油圧-電動ハイブリッド駆動型双腕ロボット

1. はじめに

近年、新興国への工場進出が進む一方で人件費高騰により、安価で大量な労働力に基づくローコストオペレーションモデルが崩壊し、セル生産方式においても自動化のニーズが高まっている。そのため、セル生産方式で求められる作業に対応可能なロボットが必要とされ、双腕型産業用ロボットが注目され始めている。これらの双腕型産業用ロボットは、人に近い器用な動作が可能という特長を持つ。その一方で、生産現場からは、設備レイアウトを大幅に変更しないように人と同等のサイズであり、3K（危険、汚い、きつい）作業のひとつである重量物搬送もできる双腕型産業用ロボットが求められてきた。しかし、従来の双腕型産業用ロボットは、電動アクチュエータが使用されているため、可搬質量が数kgと小さく、適用製品分野が電子部品等に限定されていた。そこで、今回新たに油圧と電動アクチュエータを組み合わせた双腕型ロボット(図1)を開発した⁽¹⁾。

2. 油圧-電動ハイブリッド駆動型双腕ロボット

電動アクチュエータの出力は、電機子の電流と磁束に比例する。高出力を得るためには、コイルや磁石などの構成部品を大きくしたり、ギヤを追加するなど部品点数を増やす必要があり、アクチュエータが大型化してしまう。その一方、油圧アクチュエータの出力は、圧力と流量に比例する。パスカルの原理を応用しているため、圧力を上げるか、ピストンの面積比を高めることで高出力が得られる。そのため、油圧アクチュエータは原理上、(パワー/自重)比が高く、同一質量でも電動アクチュエータの約5~10倍の出力を得ることができる⁽²⁾。以上から、油圧アクチュエータは、従来から重機やプレス機など、高出力を要する用途で活用されてきた。しかし、精密な位置決めや俊敏な動作が併せて要求される用途へ適用するためには、新しい制御技術の開発が必要であり、ロボットへの適用が遅れていた。

今回開発したロボットでは、大きな負荷のかかる腰部と上腕部には油圧アクチュエータを、細かな作業を担う前腕部には単腕型産業用ロボット(電動

アクチュエータ3軸)を、高負荷がかからない回転部には電動アクチュエータを採用した。

このロボットの制御コントローラでは、事前に作成した組立指示情報に従い、リアルタイムに各軸の関節角度を生成し、各駆動部に動作指令を出す。ロボットのシステム構成図を図2に示す。油圧アクチュエータは、油圧バルブの開度を連続的に変化させることで制御する。油圧バルブはコントローラからD/Aを介してコントローラアンプによって電圧を変化させて制御している。このバルブの開度を制御するために、ロボットの関節軸に取り付けたロータリーエンコーダの角度速度の値から計算した速度を流量の近似値として使用し、この流量相当値をフィードバックしている。油圧アクチュエータは小型で高出力といった長所がある一方で、電動アクチュエータと比べて一般に位置決め精度や応答性が劣る。上記のように、油圧流量を制御する油圧バルブに、流量変化に基づくフィードバック制御を適用することで、制御性能を高めている。

また、ロボットの手首部に手先位置補正用の二次元カメラを搭載している。このカメラを用いた視覚フィードバック制御(Look&move動作)により、対象物の置かれた位置に応じて、アームの手先位置決め補正を行うことができる。更に、ヘッド部にはワークやジグなどの動作環境を認識するためにステレオカメラを搭載しており、ワーク周辺の3次元(3D)情報を検出することが可能である。

このように油圧アクチュエータと電動アクチュエータを適切に組み合わせることで、従来の双腕型産業用ロボットが有する複数作業を器用に対応する能力を併せ持ち、人と同等サイズ(肩幅700mm)でありながら、高可搬(両腕の可搬質量が100kg)なロボットを実現した。図3に従来ロボットとの比較を示す。

3. おわりに

経済産業省の調べによると、ロボット産業の市場規模は、2035年までに9.7兆円に拡大し、サービス分野の中でも高出力が要求されるロボットについては、4500億円(2035年)の市場に急



図1 開発したロボット外観

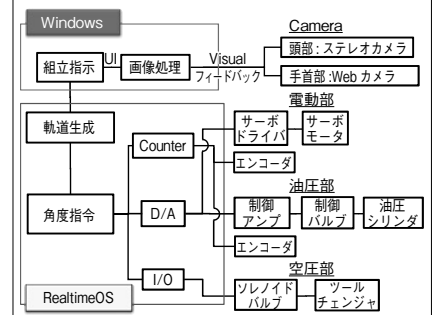


図2 ロボットシステム構成図

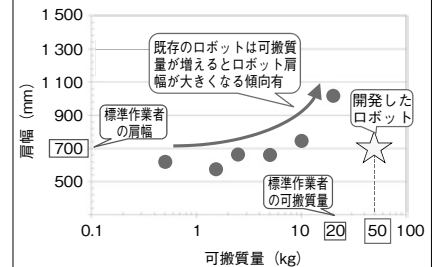


図3 双腕ロボットベンチマーク

成長すると見込まれている⁽³⁾。今回は油圧と電動のアクチュエータを組み合わせ、コンパクトで高出力なロボットを開発した。今後はさらなる高出力化と軽量化を図り、生産現場だけでなく、急成長するサービス分野への参入を目指して取り組んでいく。

(原稿受付 2015年6月26日)

〔高橋宏昌 (株) 東芝〕

●文献

- (1) 高橋宏昌・ほか、油圧駆動双腕ロボット、東芝レビュー、69-5 (2014)、37-40。
- (2) 田中 豊・ほか、油圧・空気圧と電気モータの特性比較に関する調査研究、平成25年春季フルードパワーシステム講演会論文集、(2013-5)、25-27。
- (3) 経済産業省：ロボットの将来市場予測 <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3487098/www.meti.go.jp/press/20100423003/20100423003-2.pdf>