

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットコンポーネント

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 27 年 度

研究開発課題名：

タフ油圧アクチュエータ

研究開発機関名：

東京工業大学

研究開発責任者

鈴木 康一

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

H27年度は、IMPACT TRC内で想定するロボットを基に暫定的なスペックを設定し、それに基づいて、タフロボット用油圧アクチュエータの開発を進める。具体的には、以下の試作、開発を行う。

1 アクチュエータに関する課題

1-1 小型軽量高出力アクチュエータの実現

1-2 回転型高トルクモータの実現

1-3 個別ポンプを搭載したアクチュエータ(EHA; electro hydraulic actuator)の実現

1-4 高出力マッキベン型人工筋の実現

2 微粒子励振型制御バルブによる油の制御実現

3 小型高効率パワーパックの実現

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

本プロジェクトに参加する東工大教員2名、雇用研究者/技術者4名、東工大学生3名を中心に研究を進めた。本研究では、産業界や他大学研究者との連携も重要と考えており、小型軽量高出力アクチュエータと回転型高トルクモータに関してはJPN株式会社と、個別ポンプを搭載したアクチュエータとパワーパックに関してはKYB株式会社と、高出力マッキベン型人工筋に関しては株式会社ブリヂストンと、制御バルブに関しては岡山大学と、協力して研究を進めた。その結果、下記に示す通り、当初の目標を達成するとともに、パワーハンドの開発およびセンサレスサーボ手法という、当初計画予定にはなかった新たな成果に発展させることができた。

また、本研究課題は、コンポーネント担当という性格上、TRC内のロボットシステム担当グループや、油圧専門家のシーズとロボット専門家のニーズを踏まえながら、広い見地から研究を進めることをポイントとしている。このため、脚ロボット分科会および複合ロボット分科会に参加するとともに、下記の油圧タフロボット研究会を主催して研究活動を進めた。

第3回油圧タフロボット研究会(2015年6月26日、参加者39名)

第4回油圧タフロボット研究会(2015年10月9日、参加者43名)

第5回油圧タフロボット研究会(2016年1月12日、参加者35名)

Claudio氏(IIT)の講演会(2015年5月12日、参加者約30名)

2-2 成果

1-1 小型軽量高出力アクチュエータの実現

・35MPa 細径低摺動シリンダ試作機1号機(センサ内蔵)(下図左)

・35MPa 細径低摺動シリンダ(鉄製、チタン製)(下図右)を開発し、

最低作動差圧0.1MPaの低摺動化、最高動作圧35MPaの高圧化、高f/m比(23、従来のJISシリンダは3~4)はを実現した。このアクチュエータは後述のパワーハンドに組み込み、センサレスサーボに適用できることを実証した。



1-2 回転型高トルクモータの実現

35MPa 小型ベーンモータを実現した(右図). 外径 84mm, 最大トルク 100Nm, 最高動作圧 35MPa, 揺動角 270°を実現した. これは後述のパワーハンドに組み込んだ.



1-3 個別ポンプを搭載したアクチュエータ

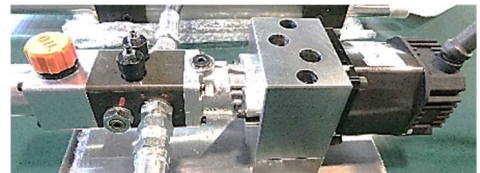
後述のパワーパックを用いて両ロッドシリンダの EHA サーボを実現した.

1-4 高出力マッキベン型人工筋の実現

アラミド繊維の使用, 耐油ゴムの開発により, 外径 13.1mm, 収縮量 35%, 収縮力 55000N@5MPa を実現した. (ブリヂストンにて開発)

2. 制御バルブに関する課題

圧電振動を用いた新原理油圧制御バルブを開発し, 低粘度シリコンオイルの流量制御に成功した. (岡山大と共同)



3. 小型高効率パワーパックの実現

最大吐出圧力 21MPa, 最大吐出流量 2.4L/min を実現した(右図). 研究途上で当初計画になかった下記の研究に展開し, 成果を得た.

4 多指パワーハンドとセンサレス制御

開発したアクチュエータのロボットへの適用可能性を検証するために, 多指パワーハンドを試作した(右図). 12 自由度で, 指先端力 700kgf(計算値)を実現し, 良好に動作することを実証した. また, 外乱や衝撃が加わりうるエンドエフェクタにはセンサを搭載しないことによりタフさを向上させるという発想に基づき, 「センサレス制御」を開発し, コントローラ側の流量センサ, 圧力センサの情報を基に, 位置サーボ, 力サーボ, インピーダンス制御が行えることを実証した.



2-3 新たな課題など

特に問題はない. 開発アクチュエータの出口として, 大阪大学の複合ロボ用高性能エンドエフェクタ, 早稲田大学の脚ロボット等とのより密接な連携が必要である.

ロボット用油圧システムを構築するにあたり, 細径のホース/カップラが必須であり, その開発とともに規格化も視野に入れて今後の研究をすすめる.

3. アウトリーチ活動報告

なし