

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 2 9 年 度

研究開発課題名：

タフ油圧ロボットの制御システム開発

研究開発機関名：

立命館大学

研究開発責任者

玄 相 昊

# I 当該年度における計画と成果

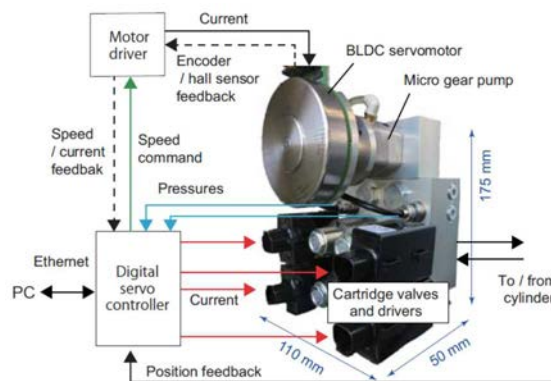
## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

昨年度に確定したサーボブースターを油圧マニピュレータに組み込み、多軸運動制御方法を検討する。開発した新サーボコントローラを導入し、3自由度油圧マニピュレータを構成し、新油圧回路を用いた駆動実験を行う。可搬重量 10kg の市販産業ロボットと同じ大きさで 30kg の可搬重量と手先位置決め精度 0.5mm を達成することを目標とした。具体的には次のような計画で研究を実施した。

- 1) サーボブースター回路の実現：昨年度に確定したサーボブースターの基本回路（4つの比例弁とサーボポンプ）を実現するサーボユニットの最終仕様を確定し、設計製作する。
- 2) サーボコントローラの開発：昨年度に問題が見つかったサーボコントローラを改善し、最終版を設計製作し、演算能力等の確認を行う。
- 3) サーボブースターによる単軸最適制御：サーボブースターを片ロッドシリンダーと両ロッドシリンダーの単軸にそれぞれ適用し、位置制御、速度制御、力制御の最適な単軸駆動方法を確定する。
- 4) 3軸マニピュレータによる制御システムの実証実験：新たなサーボユニットを組み込んだ3自由度マニピュレータを構成し、関節の高速駆動、手先の精密位置決め制御、コンプライアンス制御を達成する。

## 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



(左) 開発したサーボユニット Ver. 3 (右) 大容量型のバルブブロック

- 1) サーボユニット Ver. 3 を開発した (図左)。高トルクタイプの 90W モータに換え、エンコーダを追加することで低速域の制御性能を向上した。ポンプはバルブブロック直結としてコンパクト化を実現した。さらに、大容量タイプのバルブブロックを構成し (図右)、これを既存の 10 トンプレス (両ロッド型) に搭載し、フィードフォワード制御を組み合わせることで、超高速制御を実現した (JFPS2017 ベストポスター賞)。

- 2) クロック数の高い32bit マイコンに換装したサーボコントローラ Ver. 2 を開発した。新たなファームウェアにより昨年度の不具合を克服し、全 I/O チャンネルの正常動作と演算能力の向上を確認した。
- 3) サーボコントローラを用いた各種制御実験を行い、位置、速度、力制御実験を行った。モデルベース制御を導出するために両ロッドのリニアステージを構築し、バルブのフローマップを同定した。その逆モデルを利用することで速度制御と力制御性が格段に向上することを確認した。
- 4) サーボユニット Ver. 3 とサーボコントローラ Ver. 2 を搭載した油圧ハイブリッドマニピュレータを再構築し(リニューアル)、各種動作確認を行った(IFPEX2017、IREX2017 展示)。閉回路モードとブーストモードにおける異常圧を逃がすための流量補償器によって異常圧を防ぐことに成功し、精密な関節トルク制御を実現した。その知見を論文にまとめて IROS2018 に投稿した。また、計画外であるが、手首部にねじりコイルバネの油圧配管を考案し、ロボットの手首の遠隔駆動を実現し、その有効性を確認した (RSJ2017)。

## 2-2 成果

課題	目標	成果	達成率
1) サーボブースター実現	最終仕様×2種	ロボット用と産業用	100 %
2) サーボコントローラ開発	最終版の完成	動作確認終了、多軸通信未確認	90 %
3) 単軸最適制御	位置、速度、力制御	フローマップの導入により精度向上、片ロッドシリンダー用補償器が未完成	80%
4) マニピュレータ実証	ユニット組込と各軸制御実験	システム構築完了、1軸制御の実装完了	70%

## 2-3 新たな課題など

海外製の安価な小型サーボモータは設計上の融通が利きにくいため、国内モーターメーカーと連携することでさらなる小型化が確実に実現できると考えられる。

## 3. アウトリーチ活動報告

IFPEX 2017 と IREX 2017 に本プロジェクトで開発したサーボブースターを搭載した油圧ロボットとステンレスばね油圧配管を動展示した。特に海外の研究者の関心を集めた。

IFPEX2017 で行った招待講演では、産業界から多くの関心を集めることができた。