

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

#### 【目標1】 課題1（モデルベース制御による油圧サーボアクチュエータの高性能化）のうちの1-1（サーボコントローラ開発）

現在保有しているサーボコントローラを高性能化、堅牢化することで、迅速に開発を行う。耐熱・耐衝撃は車載品相当とする。次に、ファームウェアを見直し、通信速度を向上させる。これにより、実時間制御周期はサーボ系が現行のまま 10kHz、上位制御系が現行の 10 軸 500Hz から 10 軸 1kHz まで引き上げられる予定である。最後に、現在の各種制御アルゴリズムを移植する。

#### 【目標2】 前記課題1のうちの1-2（サーボコントローラの性能評価）

上記サーボコントローラを直動式の油圧シリンダーテストベッドに適用し、各種制御実験を行う。シリンダーはサーボ弁とモータ駆動ポンプの両方で駆動し、各種フィードバック制御を行い、実験データを比較評価する。演算能力を活かし、各種非線形補償や適応制御等の基本的な制御則を実装し、評価する。そのためにアクチュエータの数理モデル化を精緻化し、現在の状態推定アルゴリズムを高速化・高精度化する。最終的にセンサーレスでロバストに各変量を制御できることを目指す。

#### 【目標3】 課題2（新しい油圧回路による油圧アクチュエータの高機能化）のうちの2-1（油圧回路と制御則の検討）

両ロッドシリンダーと揺動モータを制御対象としてサーボブースター回路を構築し、ロボットで想定される様々な負荷条件の下での位置や推力の制御則を検討する。ハイブリッド回路であるため、複数のバルブとサーボモータの最適な操作が求められる。まずモデルフリーの簡単な制御則で最低限の制御性能を実現した上で、高度なモデルベース制御へと進化させる。

### 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

【目標1】 小型のサーボコントローラを新規設計し試作機を5台納品した（図左）。マイコンとして32bit $\mu$ Cを利用、豊富な入出力機能とEthernet・CAN通信機能を備える。基本的な入出力の実装とPID制御等の基本的なフィードバック制御則を実装した。さらに上位制御PCとの通信モジュールを実装した。

【目標2】 コントローラを既存のサーボ弁駆動脚ロボット試作機に接続し、ロードセルに代わって差圧フィードバックによって重力補償実験に成功した。ただし、状態推定アルゴリズムはシミュレーションでの制御則評価と状態変化の解析にとどまり、実時間制御系への実装には至っていない。

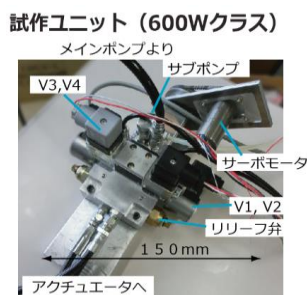


図 (左) サーボコントローラ、(中央) サーボブースター1号機、(右) スライダー試験機

【目標3】汎用バルブを用いてバルブユニットを設計製し、それにマイクロポンプを接続してH2S回路を構成した。前記サーボコントローラを用いて、両ロードスライダーを用いた実験を行い、国際ロボット展2015で動展示した。次に、小型ギアポンプを企業と共同で開発し、保有しているエアハイドロプレスに組込、精密位置決め制御を達成した。その結果を受けて、前記バルブユニットに接続して片ロードシリンダーの縦置きスライダーの位置制御実験を行った。上死点から高速ストローク(300mm/s)、下死点で高負荷精密制御(バネ負荷8640N, 50ミクロン程度)を繰り返すデモに成功した。成果はロボット学会への発表を予定している。現在ブースター2号機的设计製作と3軸油圧マニピュレータへの展開を計画している。

## 2-2 成果

【目標1】サーボコントローラの試作は完成したが、ファームウェアの一部移植が未完成である。

【目標2】サーボコントローラの豊富な機能を利用して初めて差圧フィードバックによる力制御を達成できた。状態推定アルゴリズムが未実装である。

【目標3】制御則はまだまだ改善の余地があるが、新たなシステム開発に挑戦し、実験に成功した。

## 2-3 新たな課題など

なし

## 3. アウトリーチ活動報告

国際ロボット展2015に油圧ロボットとImPACTで開発したサーボコントローラ等を動展示した。特に海外の研究者の関心を集めた。同じ内容を大阪グランフロント大阪で開催された立命館大学ロボティクス技術説明会でも発表した。また、小学生向けの出張授業(京都新聞「ソフィアがやってきた」)で未来の災害対応油圧ロボットとその要素技術研究について紹介した。