

# パラレルリンクロボットのバイラテラル同期動作制御に関する研究

## Synchronous Operation of Parallel Link Robot Using Bilateral Control

井上峻<sup>1)</sup>, 合田英樹<sup>1)</sup>, 千田海斗<sup>1)</sup>, NURUL NABILAH BINTI AZIZ<sup>1)</sup>

指導教員 堤博貴<sup>1)</sup>, 研究協力者 野村優介<sup>2)</sup>

- 1) 東京工業高等専門学校 機械工学科 精密工学研究室
- 2) マイクロテック・ラボラトリー(株)

キーワード: パラレルリンクロボット, マスタースレーブ, バイラテラル制御

### 1. はじめに

#### 1. 1 パラレルリンクロボットとは

パラレルリンクロボット (**Fig.1**) とは産業用ロボットの中でも比較的新しく生み出されたロボットである。複数の機構(パーツ)を並列に制御し、最終出力先を動作させる「パラレルリンクメカニズム」(**Fig.2**)で成り立っている。パラレルリンクメカニズムは主にモータとジョイントから構成されている。複数の機構が並列に配置されることにより、複数のモータ出力が1点に集中され、高出力を生み出せる。この高出力を活かした、高速かつ高精度な作業を得意としている。



図1 パラレルリンクロボットの概要<[www.e-mechatronics.com/](http://www.e-mechatronics.com/)>)

#### 1. 2 バイラテラル制御

遠隔操作型のロボットは状況判断及び目標値の生成を人間が行うものであり、代表的な遠隔操作ロボットとしてマスタースレーブマニピュレータがある。通常、マスターロボットを用いて作業場所にあるスレーブロボットを自由に操縦するものである。

### 1. 3 研究目的

労働力不足を補うために雇った外国人や高齢者が、即戦力としてその能力を発揮するために、どんな人でも簡単に操作できるロボットが必要である。そこで着目したのが遠隔操作形のロボットである。

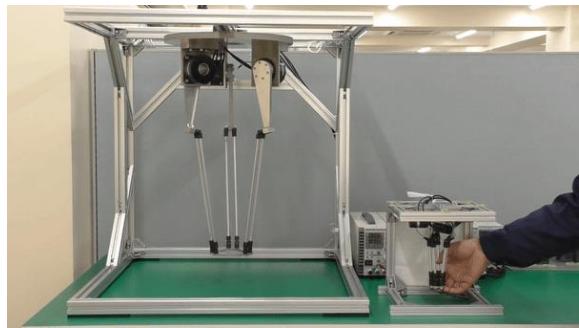
遠隔操作形のロボットであれば難しいプログラムを使わずにロボットを動作させることができる。そしてバイラテラル制御を用いればマスターの反動をスレーブに伝えることができるため、誰でも意のままに操ることができると考える。

そこで本研究の目的は、構造がシンプルで制御が容易なパラレルリンクロボットを大小で2台用意し、バイラテラル制御を用いて遠隔操縦を行い、操作性や応答性などについて評価することとする。

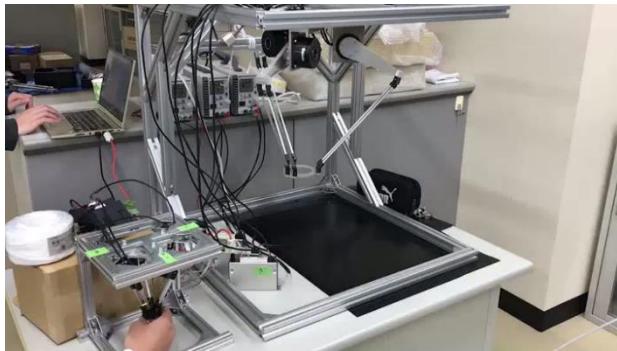
### 2. パラレルリンクロボットの概要

#### 2. 1 設計仕様

本研究で用いるパラレルリンクロボットを図2に示す。ロボットは3自由度とし、3つのモータでアームを動作させる。大小ロボットの寸法比は3:1とし、動作拡大率は3倍とした。また、製作工数を減らすため、既製品の部品を使い、剛性と機能性を両立する構造にした。  
ロボットの可動範囲は小ロボットΦ90 mm範囲、大ロボットΦ300 mm範囲とした。



(a) 横からの外観



(b) 斜めからの外観

図2 製作されたパラレルリンクロボット

## 2. 2 構造設計

前述をもとに設計されたロボットの外観を以下に示す。フレームの構造はどちらもコの字型にし、操作性と剛性の両立を図った。特にマスターにはトラスを配置し、ぶれがなくなるよう設計した。ロボットの関節部となるジョイントを同形状の規格が違うものに揃え、制御への影響の軽減を図った。ジョイントを中心にロボットアームなどを設計したため、特にスレーブには、フレームや他の部品への干渉を防ぐ工夫を施した。ロボットのアクチュエータには、マイクロテック・ラボラトリ一株式会社様からの提供による Micro Direct Drive Motor を使用した。



(a) 大ロボット ( $\phi 300$ ) (b) 小ロボット ( $\phi 90$ )

図3 パラレルリンクロボットの外観

## 3. 動作実験

2台のロボットをユニテラル制御で接続し、動作実験を行った。スレーブロボットのモーターの電流値を調べたところ、電流値が定格電流を大きく下回っていることがわかった。したがって、改良設計によるロボットの軽量化が成功したと言える。

軽量化が成功し、安全にロボットを動かせることが確認できたため、バイラテラル制御による動作実験も行ったところ、マスターロボットを操作している手元に確かに反力が伝わるようになったが、これをデータとして得ることができなかつた。動作が振動的であり、十分な性能は得られなかつたため、今後モーターのチューニングによるパラメータ調整をする必要があると考えられる。

## 4. おわりに

バイラテラル制御で遠隔操作を試みた結果、動作性能が不十分であった。ユニラテラル制御において、同期制御することができた。動作時のモーターにかかる電流量は定格値の範囲内に収めることができた。

今後の課題としては、モーターのチューニングをしながら、完全な同期動作を実現したうえで、反力のデータを含む性能評価測定を行いたい。

## 参考文献

- 1) 大岩孝彰：パラレルメカニズムの工業応用，日本機械学会論文集 C 編 77(778), 2420-2429, 2011
- 2) 武田行生：パラレルメカニズム，精密工学会誌, 71(11), 1363-1368, 2005-11-05
- 3) 慶應義塾大学 大西研究室, <http://www-om1.sum.sd.keio.ac.jp/>
- 4) 横小路泰義：ロボット遠隔操作技術入門，第3回東京大学人材育成資料