

トレイグジスタンスの研究 (第 36 報)

TELESAR II スレーブアームの開発

東京大学大学院 情報理工学系研究科 多田隈 理一郎, 梶本 裕之, 川上 直樹, 館 暉

Study on Telexistence (XXXVI)

Development of TELESAR II Slave Arm

Riichiro Tadakuma, Hiroyuki Kajimoto, Naoki Kawakami, Susumu Tachi The University of Tokyo

Abstract: Telexistence is an advanced type of teleoperation system that enables an operator to perform remote manipulation tasks dexterously with the feeling that he or she exists in the remote environment where the robot is working in. The robot is painted with retro-reflective material and can act as screens for HMP (Head Mounted Projector). So the robot is seen as if it is the operator by the projection of real image of him or her on it with a sensation of presence. The second prototype of a telexistence master-slave system for remote manipulation experiments is being designed and developed. The robot built for this system is called "TELESAR II". In this study, we focus on producing human-like, realistic movement of TELESAR II.

1. はじめに

本研究室では、再帰性反射材と頭部搭載型プロジェクタ(HMP)とを用いてスレーブ型ヒューマノイドロボットに操作者の姿を投影するという相互トレイグジスタンスの技術を開発している¹⁾。従来のヒューマノイドロボットの腕は、人間との寸法の違い、速度の不足等から操作者の腕を投影することが不可能なものが多かった²⁾³⁾。そこで、本研究室では、人体を投影するのに十分な寸法と速度とを持つヒューマノイドロボット TELESAR II 用のスレーブアームを開発した。本発表では、このスレーブアームについて報告する。

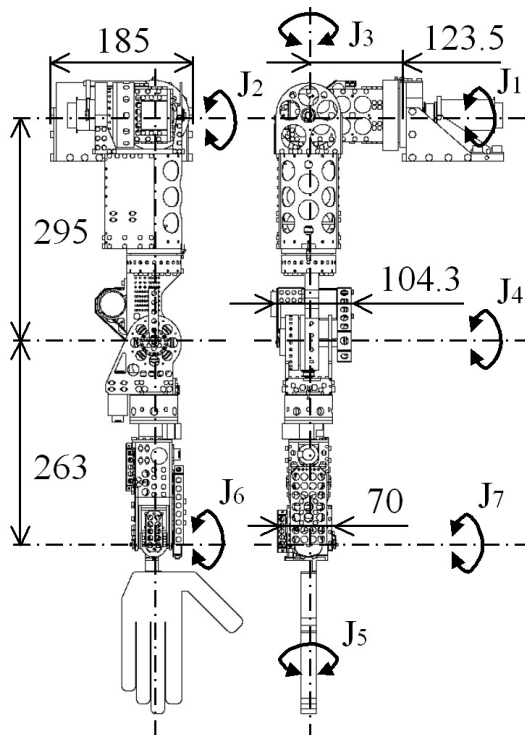


Fig. 1 TELESAR II slave arm

2. TELESAR II スレーブアーム

今回試作した TELESAR II スレーブアームは、大きさや関節の配置及び指の数を人間と同じにして、固有受容感覚を最大限に利用したロボットの体の制御を可能とする。

試作した TELESAR II スレーブアームの図面を Fig. 1 に示す。図に示すように、手首と肩の Roll, Pitch, Yaw の 3 自由度の回転軸は 1 点で交わっており、逆運動学の計算を容易に行うことができる。以下、その詳細設計について述べる。

3. 機構設計

3.1 関節の可動範囲

TELESAR II スレーブアームの関節可動範囲の設計においては、操作者のジェスチャーを自然に再現するために、人体と同等の可動範囲を持たせることを目標とし、Table 1 に示す可動範囲を持たせた (Fig. 1 の姿勢を中立点とする)。比較のために、人間の腕の可動範囲も同表に示す⁴⁾。

Table 1 Mobility range of the slave arm

Joint		Motion range (for human) [deg]
Wrist	J7	-35/+35 (-35/+35)
	J6	-35/+35 (-35/+35)
	J5	-180/+180 (0/+180)
Elbow	J4	0/+135 (0/+130)
Shoulder	J3	-180/+180 (0/+100)
	J2	0/+180 (0/+165)
	J1	-180/+180 (-60/+180)

3.2 関節駆動機構

Fig. 2 に手首Pitch軸機構を示す。DCモータの出力を、タイミングプーリとベルトを介してハーモニックドライブに入力する駆動機構を用いた。腕の全ての関節には同様の機構を採用している。各関節の仕様を Table 2 に示す。

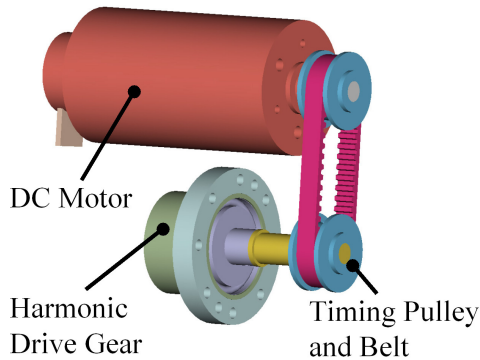


Fig. 2 Mechanism of drive system

Table 2 Specifications of the slave arm

Wrist Motor	J5, J6, J7	17.5 [W]
Elbow Motor	J4	90 [W]
Shoulder Motor	J3	90 [W]
	J2, J1	150 [W]
Reduction Ratio		50
Weight		7.3 [kg]
Payload		0.5 [kg]

我々はトレイグジスタンス用スレーブロボット TELESAR⁵⁾をこれまでに製作し、トレイグジスタンスに関する基礎的な研究を行ってきた。しかし、TELESAR スレーブロボットの関節は産業用ロボットに多く用いられる高減速比ギヤを採用したためにバックドライバビリティが無く、力制御を行うことは出来なかった。一方、TELESAR II においては、上記のように減速比を低く設定することで、関節にバックドライバビリティを持たせ、人間に接する時の危険性を緩和でき、また、各関節のモータの電流を常に計測することで、各関節にかかるトルクを測定することにより力制御することが可能となる。

また、ハーモニックドライブを使用することで、バ

ックラッシュの無い機構をコンパクトに実現できる。

腕の手首部分には 6 軸力センサが取り付けられており、ハンドにかかる力を計測できる。

このスレーブアームを、本学会の別報⁶⁾⁷⁾にて発表するマスターアームで制御する。

4. おわりに

本論文では、相互トレイグジスタンスの研究のために開発中のヒューマノイドロボット TELESAR II に関して、その腕の詳細設計について述べた。今後は、頭部と両腕を備えた TELESAR II の相互トレイグジスタンスを用いた制御技術の確立を目指してゆく。

謝辞

本研究は、科学技術振興事業団 戦略的創造研究推進事業(CREST)の研究課題「トレイグジスタンスを用いる相互コミュニケーションシステム」の一環として実施された。

参考文献

- [1] 館暲, 川上直樹, 梶本裕之, “トレイグジスタンスの研究(第35報) - 相互トレイグジスタンスロボットシステム TELESAR II の構想 - ”, SI2003, 2003.
- [2] 森田寿郎, 富田信義, 植田武男, 菅野重樹: “関節の機械インピーダンスを調節可能な力制御ロボットアームの開発”, 日本ロボット学会誌, Vol.16 No.7, pp.1001-1006, 1998.
- [3] 大道武生, 樋口優, 大西献: “極限作業ロボットマニピュレータの設計法に関する研究(その1) - 繊細感覚多本指マニピュレータの設計法 - ”, 日本ロボット学会誌, Vol.16 No.4, pp.508-517, 1998.
- [4] 加藤一郎監訳: “続 人間の手足の制御”, 学献社, 1973.
- [5] 館暲, 荒井裕彦, 前田太郎: “トレイグジスタンスの研究(第13報)”, SICE '88, pp.249-250, 1988.
- [6] 朝原佳昭, 梶本裕之, 川上直樹, 館暲: “トレイグジスタンスの研究(第37報)”, SI2003, 2003.
- [7] 中河原修平, 多田隈理一郎, 梶本裕之, 川上直樹, 館暲: “トレイグジスタンスの研究(第38報)”, SI2003.