

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題	アームレストジョイスティックの開発 手先姿勢操作機構の設計と製作
Title	Development of Armrest Joystick -Design and Development of the 3DOF Posture Controller-
著者	石田悠朗, 萩原哲夫, 上田紘司, 広瀬茂男
Author	Hiroaki Ishida, Tetsuo Hagiwara, Koji Ueda, SHIGEO HIROSE
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会予稿集2012, , ,
Journal/Book name	Proceedings of JSME Conference on Robotics and Mechatronics 2012, , ,
発行日 / Issue date	2012, 5
URL	<a href="http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html">http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html</a>
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

# アームレストジョイスティックの開発 —手先姿勢操作機構の設計と製作—

## Development of Armrest Joystick -Design and Development of the 3DOF Posture Controller-

○学 石田 悠朗 (東工大) 正 萩原 哲夫 (東工大)  
学 上田 紘司 (東工大) 正 広瀬 茂男 (東工大)

Hiroaki Ishida, Tokyo Institute of Technology, ishida@robotics.mes.titech.ac.jp  
Tetsuo Hagiwara, Tokyo Institute of Technology  
Shigeo Hirose, Tokyo Institute of Technology

A robot manipulator in fields has to be remotely controlled when doing difficult works. We have already proposed a remote controller of the Master-Slave system with mobility and good operability, Armrest Joystick. It consists of a 3DOF position controller, a 3DOF posture controller and a gripper controller. In this paper, we develop the 3DOF posture controller that consists of 2DOF spherical parallel link mechanism and 1DOF mechanism at the tip. It achieves a wide movable range, smooth and light operation, and a force feedback. And we confirm the effectiveness and operability of this controller by some experiments.

**Key Words:** Telerobotics, Master-Slave, Spherical Linkage Mechanism, Force Feedback

### 1. 緒言

テロ事件により被害を受けた建物内部や自然災害による災害現場では、人間より先に危険区域に入って内部の情報収集や様々な作業を遂行するロボットの開発が求められている。また、人道的地雷除去においても、地雷の探査から除去までの作業を行うロボットの開発が急務である。

これらの作業をロボットで全て自動化するには、現場の過酷で多様な環境に対応した上で高度な制御やセンシングが必要になるため、ロボットアームを用いた高度な作業では人間が遠隔操作しているのが現状である。近年では東日本大震災後に福島第一原子力発電所内を探索した iRobot 社の "PackBot" [1] がジョイスティックによる操縦で様々な作業をこなした [2]。現在、これらの遠隔操作にはジョイスティックが広く用いられているが、今後ロボットアームを使用してさらなる複雑で多様な作業を行うことが想定されるため、操縦者がより直感的に操作可能なマスタ・スレーブ方式の導入が不可欠である。

本研究室では、屋外用のロボットアームのための可搬性と操作性の優れる遠隔操縦桿として、既に "アームレストジョイスティック" を提案している [3]。本研究では、このアームレストジョイスティックのうち、幅広い可動範囲と軽快な操作感を有する手先姿勢 3 自由度操作機構についての設計と実機の製作、動作確認についての報告を行う。

### 2. アームレストジョイスティック

アームレストジョイスティックはアウトドア用の軽量の椅子の脚に操縦桿を取り付け、屋外で使用する操縦桿として必要な携帯性、設置性を実現する。操縦桿の構成は 3 自由度の手先位置操作機構、3 自由度の手先姿勢操作機構、さらにグリッパ操作機構により構成される。3 自由度位置操作機構は椅子の脚に取り付けられ、鉛直軸周りの 1 自由度と平行リンクの 2 自由度により構成する。平行リンクの先端のリンクは操縦者の腕を支えるためのアームレストとしての機能を有しており、長時間の操作でも操縦者は腕に疲労を感じずに操作を行うことが可能である。3 自由度姿勢操作機構については次節におい

て詳細を述べる。3 自由度手先姿勢操作機構の一部にはグリッパ操作機構が搭載されており、人差し指に沿って 2 節の外骨格型リンクを有し、さらに 2 節のリンクが接続されている。このような操作機構により、親指と人差し指でものを掴む際の指の複雑な動きに十分に追従する機構を実現している。

### 3. 3 自由度手首姿勢操作機構

#### 3.1 3 自由度手先姿勢操作機構の設計方針

3 自由度の手先姿勢操作機構はジンバル機構により構成する。この機構を平行リンクで構成し、力帰還用のモータをリンク上から排除することでリンクを軽量に構成し、手先での操作を軽快に行えるようにする。平行リンク機構の可動範囲はあまり広くはないが、操作性を考慮し、手首の可動範囲程度は確保できるよう機構の構成を工夫する。

#### 3.2 3 自由度手先姿勢操作機構の製作

製作した 3 自由度手首姿勢操作機構を図. 1 に示す。

自由度の内、2 自由度は 4 節のリンクからなる平行球面リンク機構により構成した。リンク機構の全ての回転軸が 1 点で交わるように配置し、その点を中心に球殻を構成するように機構のジョイントを配置し球面機構を構成した (図. 2)。さらに交わった 1 点は機構把持部を手で握った時に手の中心

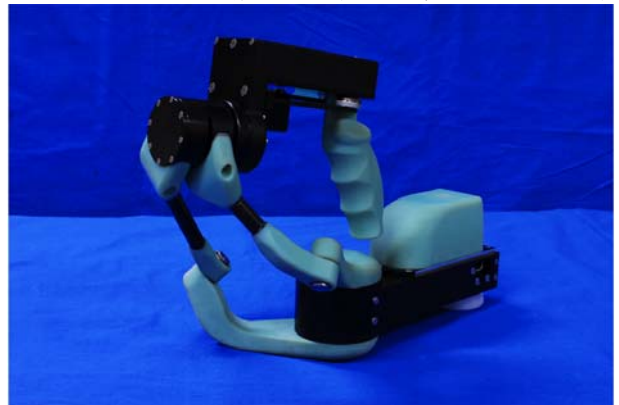


Fig. 1 3DOF Posture Controller

Table 1 Specification of Posture Controller

大きさ	310×155×211mm
重量	1543g
可動範囲	Roll : -112~111° Pitch : -55~20° Yaw : -155~150°
モータ出力	Roll : 12W Pitch & Yaw : 6W
掲示トルク	0.025Nm

付近に配置される設計とした。このような配置により、[4]に示される、先端のトルクのフィードバックを力と誤認識してしまうことを防ぐことを想定している。根元のジョイントは回転軸が一致するように配置され、この回転軸周りに非常に大きな可動範囲を実現した。パラレルリンク機構を使用したことで稼働リンク上から除去されたフォースフィードバック用のモータは、3自由度手先姿勢操作機構の台座上に配置した。このモータはMaxon社のブラシレスモータのフラットタイプに減速機を接続して手首下部のケースに収め、コンパクトに構成した。また、このケースは機構を操作する際に操縦者の手首の台座としての機能も有している。このモータの出力はタイミングベルトを介して、パラレルリンク機構の下側の2本のリンクを駆動する。この駆動機構全体が、機構の台座の機能を果たすケースの中に収められ、屋外で使用することを想定した外部への機構の露出を最低限に防いでいる。さらに各回転軸の保護にはVリングを使用し、これらにより簡易の防塵・防滴の性能を実現した。

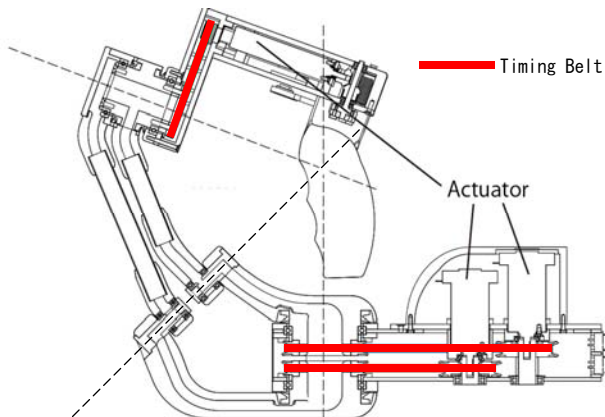


Fig. 2 Cross Section of Posture Controller

残る1自由度はパラレルリンク先端の回転軸と一致するように回転軸を配置し、先ほどの自由度も含めジンバル機構を構成した。この回転軸はパラレルリンク機構とは独立して配置されるため、大きな可動範囲を実現した。回転軸に接続された機構は、手上部のケースや把持部から構成した。ケース内部にはモータが配置され、先ほどと同様にタイミングベルトを介して力帰還を実現した。また、こちらの機構についても全てがケース内部に収められ、外部への露出を防いでいる。

#### 4. 動作実験

3自由度手先姿勢操作機構の動作試験を行った。各自由度を個別に動作させた様子を図.3に示す。広い可動範囲を有していることを確認した。Pitch軸周りでは先端の回転機構の重量を感じるがあったが、操作に影響を与えるほどではなく、各自由度を軽快に操作できることを確認した。

さらに操作機構を使用して本研究室で開発したレスキュー

ロボット HELIOS IX[5]の手首の操作実験を行った。HELIOS IXの手首の各自由度をユニラテラル制御により、可動範囲全域で軽快にかつ直感的に操作できることを確認した(図.3)。

#### 5. 結論

広い可動範囲を持ち、軽快に操作を行うことのできる3自由度手先姿勢操作機構を開発した。また、開発した操作機構を用いて、実際に操作実験を行いその操作性の確認のための実験を行った。今後は搭載したモータによる力帰還を実装し、操作性を検証するためにさらなる実験を行う予定である。

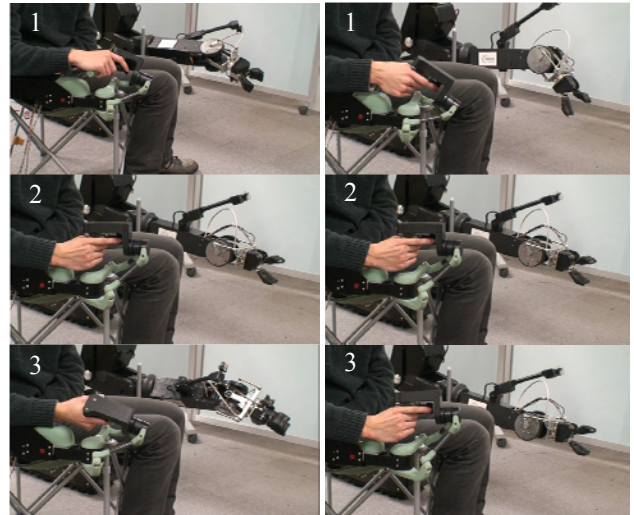


Fig. 3 Control Experiment (Roll, Pitch, Yaw)

#### 文献

- [1] iRobot Corporation, <http://www.irobot.com/>.
- [2] 東京電力, <http://www.tepco.co.jp/>.
- [3] 石田悠朗, 萩原哲夫, 広瀬茂男, “アームレストジョイスティックの開発 -基本構成の提案と設計,” 日本ロボット学会学術講演会予稿集, vol.29, pp. 202-6, 2011
- [4] 中嶋勝己, 家中良太, 藤森潤, 加賀谷博昭, 森山尚, 蓮沼仁志, 久保田哲也, 志子田繁一, “可搬型遠隔制御装置の開発 (HRP 代行運転分野),” 日本ロボット学会学術講演会予稿集, vol.20, pp.2D16, 2002.
- [5] K. Ueda, M. Guarnieri, R. Hodoshima, E. F. Fukushima, S. Hirose, “Improvement of the Remote Operability for the Arm-Equipped Tracked Vehicle HELIOS IX”, Proceedings of the 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 363-369, 2010.