

トレイグジスタンスの研究 (第58報) —MeisterGRIP におけるアーム操作系

Study on Telexistence (LVIII) -Arm control system for MeisterGRIP

立藪真理, 古明地秀治, 佐藤克成, 南澤孝太, 新居英明, 川上直樹, 舘暲
Mari TATEZONO, Shuji KOMIJI, Katsunari SATO, Kouta MINAMIZAWA, Hideaki NII, Naoki KAWAKAMI and
Susumu TACHI

東京大学大学院 情報理工学系研究科

(〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1, {Mari_Tatezono, Shuji_Komeiji, Katsunari_Sato, Kouta_Minamizawa, Hideaki_Nii}
@ipc.i.u-tokyo.ac.jp, {kawakami, tachi}@star.t.u-tokyo.ac.jp)

Abstract: In this paper, we propose a simplified force-based master arm system using MeisterGRIP. We use vision-based tactile sensing method for the master arm system. The master arm system acquires six-axis force information of operator's hands. We control the position and posture of the robotic arm using force information.

Key Words: Telexistence, Master system, Robotic arm.

1. はじめに

近年、あたかも自分が遠隔地にいるかのような感覚を得ながらロボットを操作する、トレイグジスタンスに関する研究が進められている[1]。トレイグジスタンスの実現例として遠隔作業が挙げられるが、これは極地作業や遠隔手術等、特定の使用者に特化した技術としての開発が進められている。そのため、現状では限られた人のための技術となっているが、将来的には遠隔コミュニケーションやエンターテイメントのように、誰にでも身近に扱えるシステムとなることが期待される。誰もが楽しめるトレイグジスタンスシステムの実現には、様々な体格の人が手軽に使える、簡易なマスタシステムが求められると考えられる。また、家庭に置くことなどを考えると、場所を取らないコンパクトなシステムであることも望ましい。

我々は、簡易で場所をとらない簡易型マスタシステム“MeisterGRIP”を開発している[2]。MeisterGRIPでは、操作者の握り具合を力情報として取得し、ロボットハンドやアームを操作できる。本稿では、MeisterGRIPを用いた力の実計測によるアーム操作について述べる(図1)。

2. 力の実計測によるロボットアーム操作

マスタスレーブシステムによってロボットアームを操作する場合、目標とする簡易なマスタシステムが満たすべき条件としては、広い場所を必要としないこと、装着が楽であること、誰にでも使えることの3つが挙げられる。また、技術が必要な細かい作業を対象としなければ、計測精度の高さは必要ないと考えられる。

従来のマスタシステムとしてよく用いられるものには、位置姿勢ベースの方法がある。これは、操作者の腕の姿勢をロボットアームの姿勢に反映させる方法であり、機械式、光学式、磁気式などがある。それぞれ位置・姿勢の計測精度が高いものの、デバイスを配置するために広いスペースが必要なことや、デバイス装着の煩わしさなどが問題であり、目標とする簡易型マスタシステムとしては適さない。

位置姿勢ベース以外の方法としては、力ベースの方法がある。これは、操作者の動作に伴い生じる力を計測し、それに応じたトルクをロボットアームに与える方法である。力ベースの手法として、筋電信号を測定して腕の運動を推定する方法がある。しかし、筋電信号は計測される信号が単一の動作に対応しているとは限らない、計測場所がずれると信号が変化するなど、安定した情報が得られないという欠点がある。また、筋電信号の測定のために電極を取り付けるなど、装着の煩わしさが欠点となる。

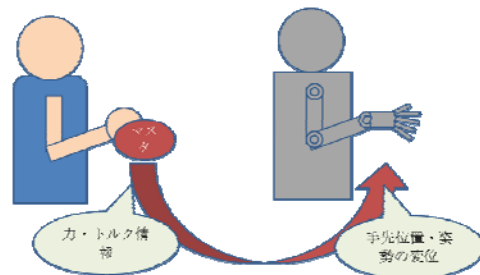


図1 カベースの制御

そこで、筋電信号以外のカベースの方法として、MeisterGRIP を用いて操作者の手先に生じる力を直接計測し、それによってロボットアームの操作を行うことを考えた。これは、操作者の手先 6 軸の力をロボットアーム先端の位置姿勢の変化分に対応させることによって、ロボットアームの制御を行う方法である。この方法では、高精度に情報の取得をすることは出来ない。しかし、省スペース、装着の必要がない、身体的な使用制限が少ないなど、本稿で目標とするマスタシステムとしての要件を満たすと考えられる。

3. MeisterGRIP

MeisterGRIP は、光学式カベクトル分布センサの技術を応用した、カベースの簡易型マスタシステムである。MeisterGRIP は、異なる色のついた 2 層のマーカマトリクスが敷かれた透明弾性体と CCD カメラにより構成される(図 2)。表面に力が加わった時の弾性体の変形情報は、弾性体内部のマーカの変位としてカメラによって計測される。このマーカの変位情報から、センサ表面に加わるカベクトルの分布情報を算出する。

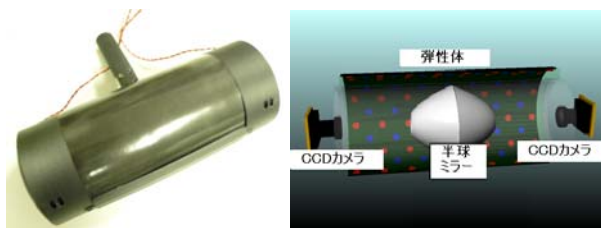


図 2 MeisterGRIP 左：外観、右：構成 [2]

MeisterGRIP 本体を固定することにより、計測されたカベクトル分布情報から 6 軸の並進と回転の力情報を算出できる。まず、カベクトルの xyz 各軸方向の力の総和から 3 軸の並進の情報が得られる。また、中心点周りのモーメントを求めることによって、3 軸の回転の情報を得ることができる(図 3)。算出した 6 軸の並進と回転の力を、ロボットアーム先端の位置姿勢の変化分に対応させる。

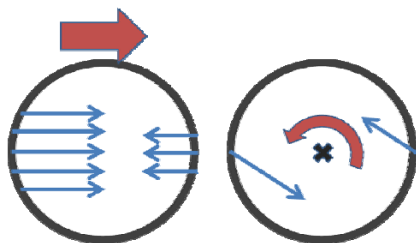


図 3 並進・回転情報の取得

4. MeisterGRIP によるアーム操作

MeisterGRIP を用いて、ロボットハンドとアームの操作システムを構築した。ロボットアームとしては、7 自由度

の空気圧アームを用いた。構築したアーム操作システムでは、MeisterGRIP は上下と左右の並進自由度を持ったジョイスティックに固定された。そして、6 軸全ての情報を MeisterGRIP から算出するのではなく、前後 1 軸周りの回転と前後 1 方向の並進について算出した。上下と左右の 2 方向の並進については、ジョイスティックに取り付けたポテンショを用いて情報の取得を行った。上下軸と左右軸周りの回転については計測を行わず、空気圧アーム先端の姿勢も固定した。MeisterGRIP とポテンショのデータを、空気圧アーム先端の位置姿勢に反映することで、空気圧アームの操作を実現した。

また、今回のシステムでは、MeisterGRIP の情報は空気圧アームだけでなくロボットハンドの指の操作にも用いている。そのため、空気圧アームを動かすつもりがロボットハンドの指まで一緒に動くなど、操作が混同することがあった。

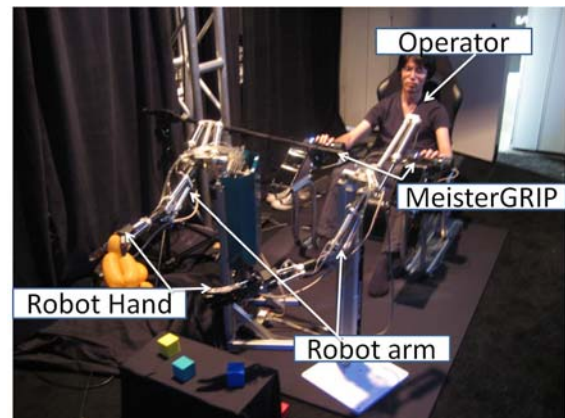


図 4 ロボットハンドとアームの操作システム

5. おわりに

本稿では、簡易型マスタシステム“MeisterGRIP”を用いて、カベースのロボットアーム操作システムを構築した。今後の課題としては、6 軸全ての情報を MeisterGRIP から取得してアームを制御することや、アームとハンドを制御する情報を独立させることが挙げられる。

参考文献

- [1]S. Tachi and K. Yasuda : Evaluation Experiments of a Telexistence Manipulation System, Presence, Vol. 3, No.1, pp. 35-44, 1994.
- [2]古明地秀治, 佐藤克成, 南澤孝太, 新居英明, 川上直樹, 舘暲 : テレイグジスタンスの研究(第 57 報) —簡易型マスタシステム “MeisterGRIP” の設計, 日本バーチャルリアリティ学会第 13 回大会予稿集, 2008
- 辻内 伸好, 小泉 孝之, 北村 徹, 米田 光宏 : 筋電信号による動作推定を用いたロボットアームのマニピュレーション, 日本機械学会論文集. C 編, Vol. 72, No.719, pp. 2169-2176, 2006.