事例紹介

マスタアームの事業化

The Commercialization of a Master Arm

中 嶋 勝 己* *川崎重工業株式会社

Katsumi Nakashima* *Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

1. はじめに

当社は人間協調・共存型システム開発プロジェクト（略称 HRP）に前後期通じて参画し，前期では遠隔操作プラットフォームの遠隔操作マスターシステム [1]，後期では産業車両等代行運転において可搬型遠隔操作装置と遠隔操作手法の開発を行った [2] [3]．マスタアームは遠隔操作装置のキーハートであり，操作者の腕の動きを使ってロボットに操作指令を与える．現在，後期に開発したマスタアームの事業化を進めている．

2. マスタアームの特長

HRP の後期，産業車両等代行運転の開発した可搬型遠隔操作装置は，人手で容易に現場に搬入できる可搬型のものを開発目標とし，マスタアームも産業界で 1 人が運搬できる標準的な重さ 20 [kg] を目標に開発を行った．かつ，操作性を重視し，以下の目標を設定した．

- (1) 操作力を小さくし，高感度な力フィードバックができること．
- (2) バイラテラル使用時にスレーブ側で受けた力，モーメントを操作者に提示したとき，操作者が力とモーメントを識別できること．

まず，操作対象の人間型ロボットの腕は 7 自由度を持つが，マスタアームは軽量化を重視し，6 自由度とした．(1) の目標に対しては各関節に力，モーメント提示用に装備するモータをダイレクトドライブ，ないしは低減速比とし，かつ基軸部に平行リンク機構を使用し，バランス重りを使用して重力バランス構造とした．

(2) の目標に対しては回転平行機構を使った手首機構を開発した．図 1 (a) に示すような通常の産業用ロボットの手先を操作者が持って動かす場合，モーメントのみを提示しても，操作者には並行力も同時に加わったように感じてしまう．図 1 (b) に示すように回転中心を操作者の手の中

図 1 手首の回転自由度の違い

図 2 回転平行機構を使った手首機構

心に持ってくると，操作者はモーメントのみが提示されたと感じるができる．これまでに開発されたマスタアームにおいてもこの点が重視され，操作者の手の中心を手首の回転中心とした手首機構が採用されている [1]．しかし，これらは機構が大型化し，軽量化には適していなかった．本マスタアームは図 2 に示すように，手首の 3 自由度中の 2 自由度を回転平行機構で構成することで，軽量の機構で手首 3 自由度の回転中心を操作者の手の中心とすることを実現した．

図 3 にマスタアームの全体を，表 1 に概略仕様を示す．ここで，最大提示力は作業領域と規定する 1 辺 200 [mm] の立

原稿受付 2003 年 11 月 14 日

キーワード：Master Arm, Tele-operation, Direct Drive, Parallel Mechanism, Haptic Interface

*〒 673-8666 明石市川崎町 1-1

*Akashi-shi, Hyogo

図3 マスタアームの全体

表1 マスタアームの概略仕様

自由度	並進 3, 回転 3, 計 6 自由度
作業領域	200mm キューブ
最大提示力	並進 5 N以上回転 50Ncm 以上
バックドライブ リクシオン	0.5N 以下
操作部仕様	スイッチ 1 個
質量	19kg

方体の中であれば、いずれの場所でも提示できる力、モーメントと規定している。

3. お わ り に

本マスタアームは、2002 年秋、日本ロボット学会学術講演会の機器展示より、サンプル出荷を開始するとともに、製品提供のための作業を行っている。マスタアームは単体で使用する商品ではなく、ユーザーがシステムに組み込んで使用する。多様な使用形態が想定されるので、ソフトウェアの構成やインターフェースはお客様のご要望にできるだけ柔軟に答えるべく検討中であり、ご意見、ご要望をお寄せいただければ幸甚である。

参 考 文 献

- [1] 館, 小森谷, 澤田, 井床, 井上: “HRP 遠隔操作プラットフォーム”, 日本ロボット学会誌, vol.19, no.1, pp.16-27, 2001.
- [2] H. Hasunuma, M. Kobayashi, H. Moriyama, T. Itoko, Y. Yanagihara, T. Ueno, K. Ohya and K. Yokoi: “A tele-operated humanoid robot drives a lift truck,” Proc. of 2002 IEEE Int. conf. on Robotics and Automation, pp.2246-2252, 2002.
- [3] H. Hasunuma, K. Nakashima, M. Kobayashi, F. Mifune, Y. Yanagihara, T. Ueno, K. Ohya and K. Yokoi: “A Tele-operated Humanoid Robot Drive a Backhoe,” Proc. of 2003 IEEE Int. conf. on Robotics and Automation, pp.2998-3004, 2003.

中嶋勝己 (Katsumi Nakashima)

1956年9月28日生。1981年京都大学大学院修士課程工学研究科精密工学専攻修了。同年川崎重工業株式会社に入社。ロボット、自動化装置のシステム開発、機構開発に従事。現在、システム技術開発センター第二開発部先進メカトログループ参与。(日本ロボット学会正会員)