

多関節ロボットのための汎用性の高い関節モジュールの開発

山崎文敬 光永法明 細田耕 浅田稔 (大阪大学大学院)

Development of Joint Modules for High-DOF Robots

*Fuminori YAMASAKI, Noriaki MITSUNAGA, Koh HOSODA, Minoru ASADA
(Graduate School of Engineering, Osaka University)

Abstract— We develop three type of actuators, a 4ch USB motor controller, and two kind of motor drivers which are useful for development High-DOF robots. In this paper, we introduce these modules and configuration samples using these one.

Key Words: Robot Module Device, Actuator, Motor Controller, Motor Driver

1. はじめに

各方面でプラットフォームをキーワードとしたヒューマノイドの開発が行われている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。しかし、完成形のヒューマノイドプラットフォームでは、対応できない構成の自由度を求められることも多い。アクチュエータや、モータコントローラ、ホストコンピュータ等をモジュール化し、共通したインタフェースを持たせることで、多関節ロボットを開発する上で、その開発工数や開発費を極端に低減させることが可能である。特にヒューマノイドや多脚ロボットにおいては、モータの軸をそのまま関節軸に使うことは、負荷、サイズの観点から困難であり、多くの場合は、モータの回転方向を90度回転させた両軸保持機構を構築する必要がある。しかし、このような設計は容易ではなく、モジュール化に大きな意味がある。

モータコントローラにおいても、PCIバス規格などに準じたコントローラでは、ノート型PCをホストコントローラとする自立型ロボットを構築するのが非常に困難である。特に、近年のノート型PCは、ほとんどのモデルで、拡張バスとしてUSBポートを搭載している。USBはシリアルバスのため、各ボード間の接続が容易であるとともに、比較的高速な転送速度(USB1.1のFull Speedで12Mbps)を持っており、ノートPC等をホストコンピュータとし、モータコントローラでモータを制御する、ロボットシステムに適している⁵⁾。

そこで、本発表では、我々が開発した省スペース型アクチュエータ、小型の4chUSB接続モータコントローラ、および小型1chモータドライバについて述べるとともに、それによる多関節ロボットの構成例を紹介する。

2. 省スペース型アクチュエータ

Fig. 1, 2, および 3 に、開発した1軸省スペース型アクチュエータ、2軸省スペース型アクチュエータ、1軸短縮型アクチュエータの写真(右)と軸回転方向概要図(左)をそれぞれ示す。

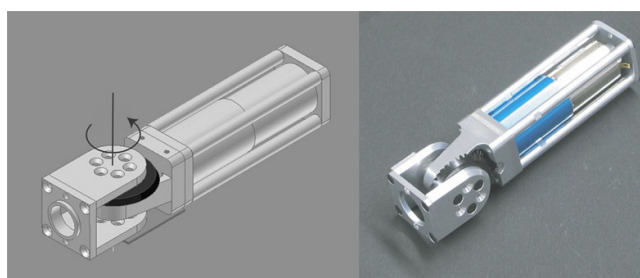


Fig.1 1 軸省スペース型アクチュエータ

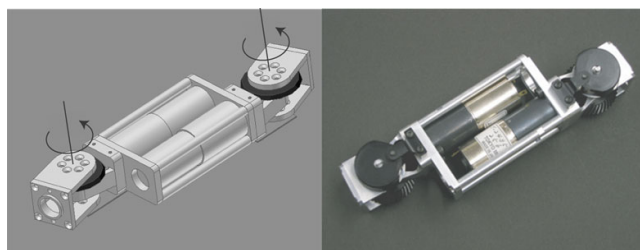


Fig.2 2 軸省スペース型アクチュエータ

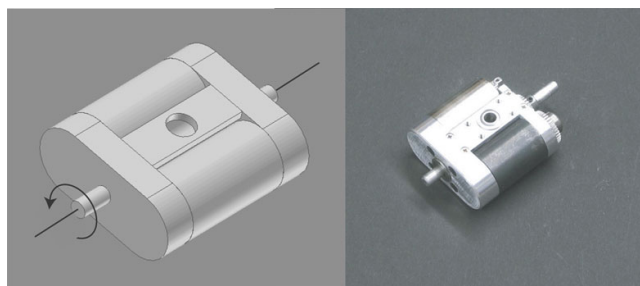


Fig.3 1 軸短縮型アクチュエータ

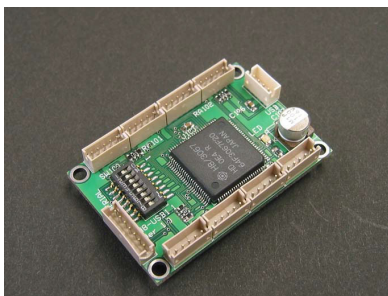


Fig.4 小型 4chUSB 接続モータコントローラ

前2者は20Wクラス、ギヤ比64:1、25のギヤドモータを使用し、出力軸部でスパイラルベベルギヤにより2:1に減速している。これらのアクチュエータは、マクソンモータ製RE25(ギヤヘッドGP26)シリーズの搭載も可能である。これにより、広い範囲の減速比に対応可能である。後者(1軸短縮型アクチュエータ)は、ヒューマノイドの腰や足首のロール軸用にモータとギヤヘッドを分離したタイプであり、最終段減速比は128:1である。これらのアクチュエータは、それぞれネジ2本で直列に連結することができる。

3. コントローラ

3.1 小型 4chUSB 接続モータコントローラ

Fig. 4は、組み込み用マイコンとして広く知られている日立の16ビットマイコンH8/3067F(20MHz)を使用した45[mm] x 30[mm]の小型4chモータコントローラの写真である。本コントローラは、昨年度開発したモータコントローラ⁶⁾をベースに小型化したものである。

本コントローラはディップスイッチによりIDや、各モードを選択することができ、IDにより32枚を識別可能としている。また、ディップスイッチにより出力信号をPWM/アナログ出力、電源投入時のブレーキのON/OFF、PWM信号の極性の正負を選択できる。Table. 1,2は入出力信号の仕様を、Table. 3はボードの仕様を示している。

出力側コネクタには、PWMピン、BRKピン、CW/CCWピンがあり、入力側コネクタには、2相エンコーダ入力ピン、AD入力ピンが出ている。

3.2 小型1chモータドライバ

(a) 大電流型モータドライバ

Nチャンネル、PチャンネルのMOSFETでブリッジ回路を構成した、45[mm] x 30[mm]の小型モータドライバ(定格24V7A)を開発した。Fig. 5にその写真を、Table. 4にその仕様を示す。

(b) 小電流型モータドライバ

NEC製μPD16805を用いた、45[mm] x 30[mm]の小型モータドライバ(定格6V1A)を開発した。Fig. 6にその写真を、Table. 5にその仕様を示す。

Table 1 4chUSB 接続モータコントローラの仕様(出力)

Mode	PWM Mode		D/A Mode	
	PWM Pin	BRK/DA Pin	PWM Pin	BRK/DA Pin
ch0	11bit	BRK	-	8bit true
ch1	8bit	BRK	-	8bit true
ch2	11bit	BRK	12bit	BRK
ch3	11bit	BRK	12bit	BRK

Table 2 4chUSB 接続モータコントローラの仕様(入力)

Mode	PWM Mode		D/A Mode	
	counter Pin	AD Pin	counter Pin	AD Pin
ch0	-	10bit	16bit	10bit
ch1	16bit	10bit	16bit	10bit
ch2	16bit	10bit	16bit	10bit
ch3	16bit	10bit	16bit	10bit

Table 3 4chUSB 接続モータコントローラの仕様

Voltage	5 [V] USB Bus Power
Dimension	45 [mm] x 30 [mm]
Weight	about 15 [g]

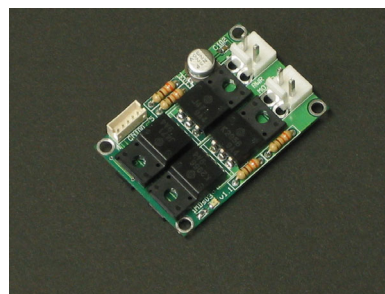


Fig.5 小型1chモータドライバ(大電流型)

Table 4 小型1chモータドライバ(大電流型)の仕様

Voltage	24 [V]
Current	7 [A] (Max 20 [A])
Input signal (0 - 5 [V])	PWM (20kHz) BRK CW/CCW
Dimension	45 [mm] x 30 [mm]
Weight	about 15 [g]

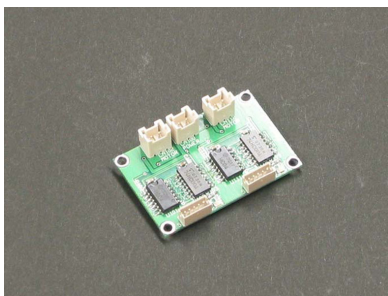


Fig.6 小型 1ch モータドライバ (小電流型)

Table 5 小型 1ch モータドライバ (小電流型) の仕様

Voltage	6 [V]
Current	1 [A]
Input signal (0 - 5 [V])	PWM (20kHz) BRK CW/CCW
Dimension	45 [mm] x 30 [mm]
Weight	about 10 [g]

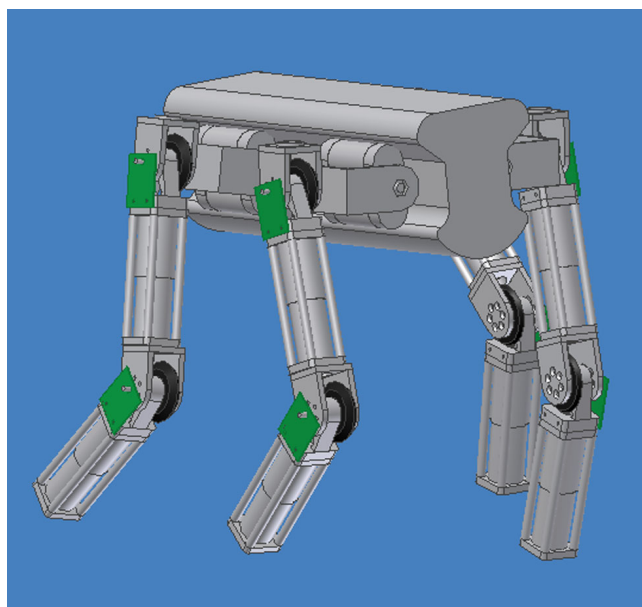


Fig.7 12 自由度を持つ 4 脚ロボット構成例

(a), (b) 2 種類のモータドライバは、共通したインタフェースを持っており、前節の小型 4ch USB 接続モータコントローラに直接接続し、容易にモータ制御が可能である。

4. 構成例

(a) 4 脚ロボット

前節までのモジュールを用いて、各脚 3 自由度、合計 12 自由度を持つ 4 脚ロボットを設計した。Fig. 7 に、その概要図を示す。

(b) 2 脚ロボット

同様に、本モジュールを使用して、各脚 5 自由度、合計 10 自由度を持つ 2 脚ロボットを設計した。Fig. 8 に、その概要図を示す。

構成例 (a) や (b) のように、我々が開発したモジュールを利用することで、様々な自由度構成を持つ多関節ロボットが、比較的簡単に構成できることが分かる。

5. まとめ

多関節ロボットを容易に構築できるアクチュエータおよびモータコントローラ、およびモータドライバを開発し、その概略を述べた。開発した 3 種類のアクチュエータは、ネジ 2 本で直列に接続することができ、開発した小型モータコントローラも Linux / FreeBSD から指令値をあたえることで容易にモータ制御が可能である。現在、これらのアクチュエータ、モータコント

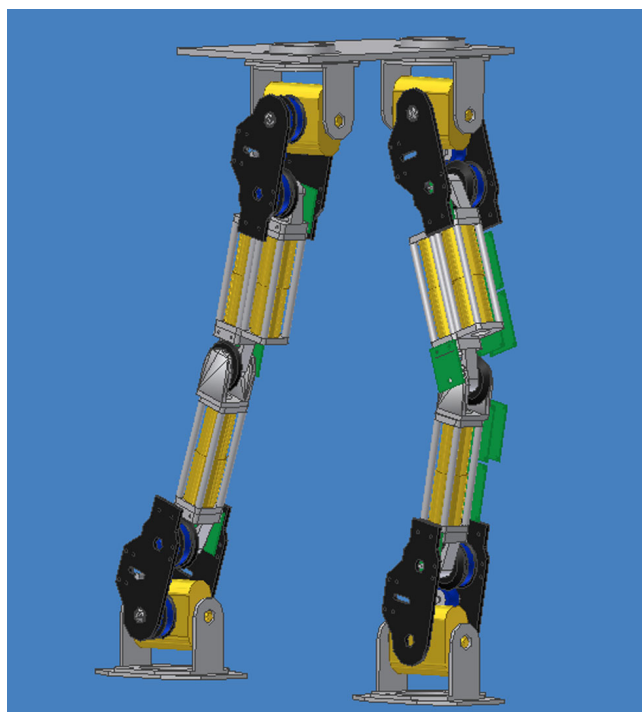


Fig.8 10 自由度を持つ 2 脚ロボット構成例

ローラを使用した 4 脚ロボット, 2 脚ロボットを開発中である。

参考文献

- 1) Furuta, T., Okumura, Y., Tawara, T., Kitano, H.: 'morph': A Small-size Humanoid Platform for Behavior Coordination Research. Proc. of The 2001 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, pp.165-171, (2001).
- 2) Yamasaki, F., Matsui, T., Miyashita, T., Kitano, H.: PINO The Humanoid : A Basic Architecture. Proc. of The Fourth International Workshop on RoboCup, (2000).
- 3) 近野敦, 白田聡, 古田友之, 加藤雅麗, 内山勝: ヒューマノイドロボット才華 3 の開発, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 '00 講演概要集. 2P1-79-123, (2000).
- 4) 村瀬有一, 境克司, 稲葉雅幸, 井上博允: HRP 仮想プラットフォーム検証用ハードウェアモデル, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 '99 講演論文集, 2P2-78-091, (1999).
- 5) 徳山陽人, 精廬幹人, 橋本周司: USB インターフェース搭載の小型モータコントローラの開発, 第 18 回日本ロボット学会学術講演会講演予稿集, pp.119-120, 日本ロボット学会, (2000).
- 6) 光永法明, 細田耕, 浅田稔: 自立ロボットシステムのための USB 接続による小型モータコントローラの開発, 第 19 回日本ロボット学会学術講演会講演予稿集, pp.1269-1270, (2001) .