

組み替え可能なモジュール部品を使用した二足歩行ロボットの開発

Development of a biped robot using reconfigurable modularized components

山崎 文敬 (阪大) 石川 政行 (阪大)
正 細田 耕 (阪大, 阪大 FRC) 正 浅田 稔 (阪大, 阪大 FRC)

Fuminori YAMASAKI, Osaka University, 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka
Masayuki ISHIKAWA, Osaka University
Koh HOSODA, HANDAI Frontier Research Center, Osaka University
Minoru ASADA, HANDAI Frontier Research Center, Osaka University

In order a humanoid to become a platform for multi purpose researches, it is required that it is easy to reconfigure, easy to modify and high expandability. This paper describes a development of the biped robot which is constructed using reconfigurable modularized components.

Key Words: reconfigurable modularized components

1 Introduction

近年,さまざまな企業や研究所から完成度の高いヒューマノイドが開発されてきている. 例えば高西¹⁾, 橋本²⁾らのヒューマノイド, HONDAのASIMO, P3³⁾, HRPのHRP2⁴⁾, 富士通のHOAP-1⁵⁾, 東大のリモートブレイン⁶⁾, 北野プロジェクトのPINO⁷⁾, Morph⁸⁾などが挙げられる. これらのロボットは, 非常に高価なシステムであったり, 自立していない, 部品がモジュール化されていない, などの観点から組替え, 改造が困難である. 特にHumanoidの研究は, 歩行制御に留まらず, 人間理解のためのツールや, コミュニケーションのためのツールとして現在でも盛んに研究が行われており, これら全ての研究を満足するヒューマノイドを作るのは非常に困難である. そこで, 高度にモジュール化された部品を開発し, 研究者がそれを用いて, 各自の研究に適したロボットを容易に組み立てられるモジュール群を開発することは非常に有用であると考えられる. 現在, 様々なモジュールが開発されている. 例えば, Titechドライバ⁹⁾などがあるが, 入力信号がアナログであるなど, 近年のノート型コンピュータ等から簡単に制御することは困難であり, サイズもやや大きい. そこで, ホストPCとの通信に, 比較的高速なUSBを用い, コントローラ部とモータドライバ部を分割し, モータ容量に適したモータドライバを選べる小型なシステムが望ましい. 同時に, これらのモータドライバが共通したインターフェースを持ち, 1つのモータコントローラに, 様々な容量のモータドライバを容易に接続できることも必要とされる. 同様に, アクチュエータに関しても, ネジ数本で, 直列に接続できるようにモジュール化されていれば, 任意の自由度配置を持つ関節を作ることが出来る. よって, 上記問題点を解決すべく, 本研究では, 小型で, 通信速度の比較的高速なUSB通信機能を持つモータコントローラと, モータドライバ, 容易に関節を構築できるアクチュエータを開発し, それらを用いて, 二足歩行ロボットを開発した. ロボットは, 小型のLinuxマシンと駆動に必要なバッテリーを搭載し, 完全自立による行動を可能としている.

2 System Configuration

求められるヒューマノイドプラットフォームの仕様としては

- 入手しやすい開発環境 (Linux)
- 組替えが容易なモジュール化されたコンポーネントで構成
- 完全自立
- 安価

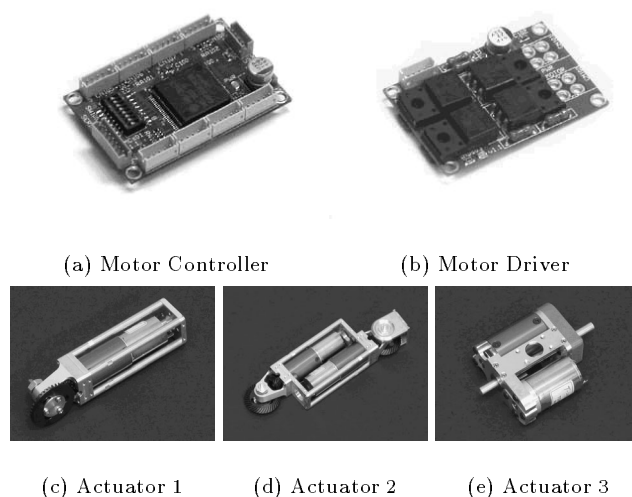


Fig.1 Modularized Components

が挙げられる. 本研究では, 既に Fig.1 に示すような USB 接続の超小型 4ch モータコントローラ, 超小型 1ch モータドライバ, 一軸アクチュエータ, 二軸アクチュエータ, 一軸短縮型アクチュエータといったモジュール群を開発している¹⁰⁾.

これらと小型コンピュータ, バッテリーを組み合わせることで, Fig.2 のような二足歩行ロボットを開発した.

ホストコンピュータと各モータコントローラ間は, USB ハブを介して Full Speed (12Mbps) により通信を行っており, 各モータコントローラへ約 2[ms] 周期で指令値を送っている. 各関節に取り付けられたポテンショメータの値は各モータコントローラに取り込まれ, モータコントローラ内部の 4ch の位置制御モジュールにより, 各関節を 1[ms] 周期で制御している. ホストコンピュータの CPU は, PowerPC 405GP (200MHz) で, USB コネクタ, 無線 LAN, CF カードスロットを内蔵し, オペレーティングシステムに Linux (Kernel 2.4.10) を搭載している. バッテリーは, 駆動用とコントローラ用の 2 系統を搭載している. 自由度構成は, 各脚, 腰に 3 自由度, 膝に 1 自由度, 足首に 2 自由度の計 12 自由度で, 高さは約 600[mm], 幅は 180[mm], 重量は約 4[kg] となった.

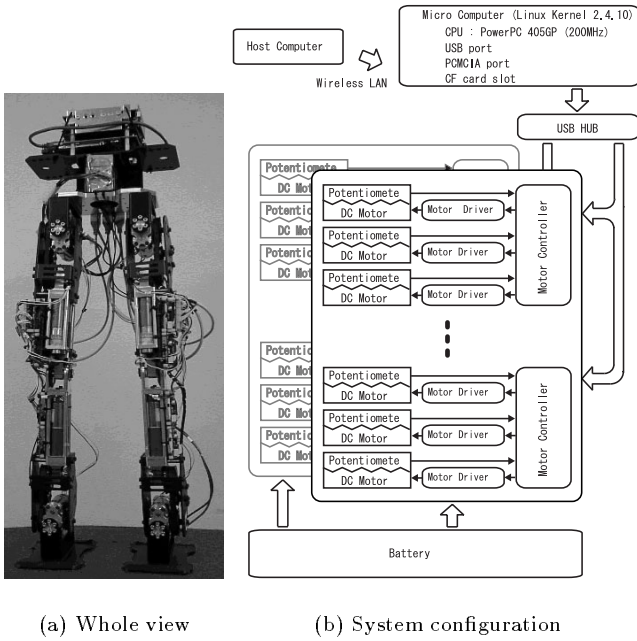


Fig.2 The Biped Robot

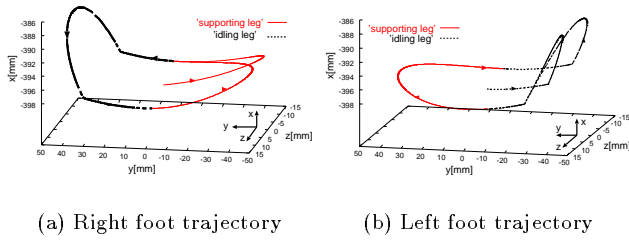


Fig.3 Foot trajectory

3 Experiments

本システムの評価を行うために、Fig.3 に示すような左右の脚先軌道を設計し、逆運動学により各関節角速度を求め、各関節軌道を生成した。生成された関節軌道をロボットに代入し、Fig.4 に示されるように歩行を実現できた。

4 Discussions and Conclusions

本研究では、各自の研究に適したロボットを容易に組み立てられるモジュール群を開発した。また、それらを用いて自立ロボットを構築し、歩行が出来ることを実験により示した。Fig.5 に歩行中の目標軌道と実際の軌道の時系列を示す。グラフより、完全に目標値に追従できていないが、十分歩行できるだけの能力は持っていると考えられる。

今後は、本ロボットに上半身を取り付け、さらに様々なセンサを搭載していく予定である。

参考文献

[1] 高西淳夫, 石田昌巳, 山崎芳昭, 加藤一郎, “2足歩行ロボットWL-10RD による動歩行の実現”, JRSJ Vol.3, No.4, pp.67-78

[2] Hashimoto, S., Narita, S., Kasahara, K., Shirai, K., Kobayashi, T., Takanishi, A., Sugano, S., et. al, “Humanoid Robots in Waseda University – Hadaly-2 and WABIAN”, *Proc. of The First IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, CD-ROM, 2000.

[3] Hirai, K., Hirose, M., Haikawa, Y. and Takenaka, T., “The Development of Honda Humanoid Robot”, *Proc. of*

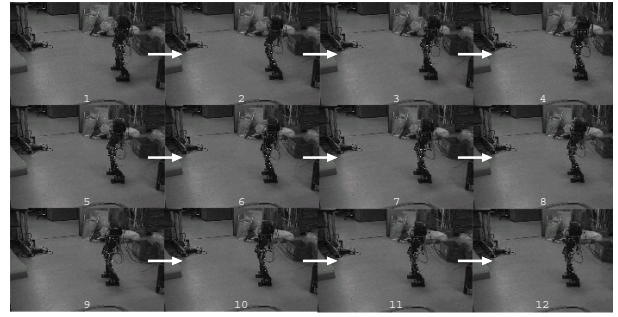


Fig.4 Time series of walking motion

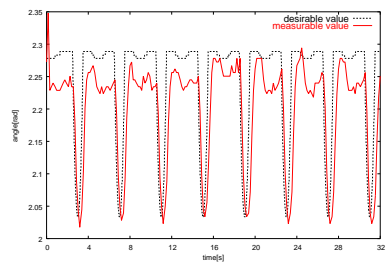
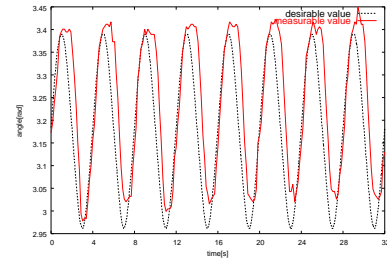


Fig.5 Time series of the hip and knee joint angle

IEEE International Conference on Robotics & Automation, pp. 1321-1326, 1998.

[4] Kajita, S., Yokoyama, K., Akachi, K., Kawasaki, T., Ota, S., Kaneko, K., Kanehiro, F., Isozumi, T., “Design of Prototype Humanoid Robotics Platform for Hrp”, *Proc. of International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2002.

[5] 村瀬有一, 安川裕介, 境克司, 植木美和, “研究用小型ヒューマノイドの設計”, 第19回日本ロボット学会学術講演会, 2001.

[6] 例えば Inaba, M., Kanehiro, F., Kagami, S. and Inoue, H., “Two-armed Bipedal Robot that can Walk, Roll Over and Stand up”, *Proc. of International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 1995.

[7] Yamasaki, F., Matsui, T., Miyashita, T. and Kitano, H., “PINO The Humanoid that Walk”, *Proc. of The First IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, CD-ROM, 2000.

[8] Furuta, T., Okumura, Y., Tawara, T., Kitano, H., “morph: A Small-size Humanoid Platform for Behavior Coordination Research”, *Proc. of IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pp.165-172, 2001.

[9] 福島 E. 文彦, 妻木俊道, 広瀬茂男, “普及版 DC サーボモータ駆動回路 “titech driver” の開発”, 第1回重点領域研究「知能ロボット」シンポジウム予稿集, 1996.

[10] 山崎文敬, 光永法明, 細田耕, 浅田稔, “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”, 第20回日本ロボット学会学術講演会, 2002.