

ミニチュアヒューマノイド MH-2 の制御システムの開発

Development of Control System for Miniature Humanoid MH-2

佃 泰輔*, 小野史暁**, 妻木勇一*, 佐藤勝俊*, 水戸部和久*

Taisuke Tsukuda*, Fumiaki Ono**, Yuichi Tsumaki*,
Katsutoshi Sato*, Kazuhisa Mitobe*

*山形大学, **株式会社ニイガタマシンテクノ

*Yamagata University, **NIIGATA MACHINE TECHNO CO.,LTD.

キーワード: ウェアラブルロボット, テレイグジスタンス, テレコミュニケータ, コミュニケーション

連絡先: 〒 992-8510 山形県米沢市城南 4 丁目 3-16 山形大学大学院理工学研究科機械システム工学専攻
妻木研究室

佃泰輔 E-mail: tnm10411@st.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

遠隔地の人間同士がコミュニケーションを図る手法として電話や電子メール, 手紙など様々なものが存在している. また相手を見ながらコミュニケーションが取れるものとしてビデオミーティングやテレビ電話も世に広く普及している.

その中で, 我々はより臨場感のあるコミュニケーション手法としてロボットを用いたテレコミュニケータと呼ぶロボットシステムを提案, 開発してきた. テレコミュニケータとは無線ネットワークを利用して遠隔地の人とロボットを介して密度の濃いコミュニケーションを可能とするシステムである.

これまでにテレコミュニケータのウェアラブルタイプのプロトタイプとして T1 を開発してきた¹⁾. T1 は頭部, 体部合わせて 4 自由度を持つ. 見たい方向を向くことができるので操作者は臨場感をもって装着者のそばにいるかのような感覚を得ることができる, すなわち操作者は

T1 の装着者と経験を強く共有することができる. しかし T1 は外観が人の形状をしていないため操作者の存在感を T1 の周囲の人に呈示することが困難であった.

そこで双方向のテレグジスタンスを可能とするため, 人型の形状をしたテレコミュニケータとしてミニチュアヒューマノイド MH-1 を開発してきた²⁾. MH-1 は片腕 4 自由度, 頭部 3 自由度をもつ全 11 自由度のロボットである. 操作者のジェスチャを再現でき, 装着者側へ実物の持つ 3 次元の存在感を呈示する. しかし, MH-1 は手首に自由度がないため, 操作者の存在感を十分に呈示出来なかった. また, MH-1 自体は小型サイズであったがシステム全体がウェアラブルな設計ではなかった.

これらの欠点を克服するため新しいテレコミュニケータとしてミニチュアヒューマノイド MH-2 を設計, 開発した³⁾. MH-2 は頭部 3 自由度, 腕部 7 自由度の双腕, 胴体部 3 自由度の全 20 自由度を持っている.

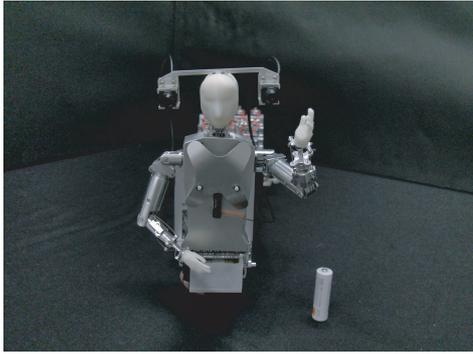


Fig. 1 MH-2

本論文では開発した MH-2 の制御システムについて記述する。またワイヤレスで基礎実験を実施し、構築したシステムの検証を行なった。

2. ハードウェア

2.1 MH-2

開発してきたミニチュアヒューマノイドは人間を模した形状であるため、人間のような動作を行うことができる。そのためロボットをアバターとすることでロボットの周りの人間に操作者の存在感を提示することができる。開発した MH-2 は新たに手首部と体部に自由度を設け、片腕 7 自由度の双腕、頭部 3 自由度、体部 3 自由度の全 20 自由度を有する。それらを 22 個の DC モータでワイヤ駆動する。このように自由度を増やしたことにより人間に近い動作を行うことができる。関節の自由度よりもモータの数が多いのは手首に 3 自由度パラレルワイヤメカニズムを用いているためである。MH-2 を Fig. 1 に示す。

2.2 コントローラ

MH-2 はウェアラブル化する必要がある。このためデイパックに入れて持ち運ぶことができるサイズのコントローラを開発した。コントローラを Fig. 2 に示す。このコントローラには DC モータを制御するために必要な CPU ボードを 2



Fig. 2 Contoroller

組とモータドライバを 32 個搭載している。CPU ボードは 1 組で 16 チャンネルの PWM 出力が可能である。これにより最大で 32 個のモータを制御することを可能とした。電源供給はバッテリーと AC100V の 2 系統から選択できるようにした。

2.2.1 CPU ボード

CPU ボードはゼネラルロボティクス株式会社製の HRP-3P-CN-A を使用する。このボードはルネサステクノロジー社の 32 ビット CPUSH-4(SH7751R) を搭載し、OS として ART-Linux がインストールされている。ART-Linux とは Linux との互換性を確保しつつ、実時間処理機能を付加したリアルタイム OS である。また、同社製のアナログ入力、パルスカウンタ、エンコーダ用電源出力、デジタル入出力、PWM 出力の各機能を備えた専用 I/O ボード HRP-3P-MCN と組み合わせ使用する。

2.2.2 モータドライバ

モータドライバには、株式会社イクスリサーチのモータドライバボード iMDs01 を使用する。このモータドライバは CPU ボードから PWM 信号、CW/CCW 信号、Break 信号の 3 種のデジタル信号を入力する。またこのモータドライバは連結して使用することで最大で 8 つまで電源入力が 1 つでまかなえるという利点がある。

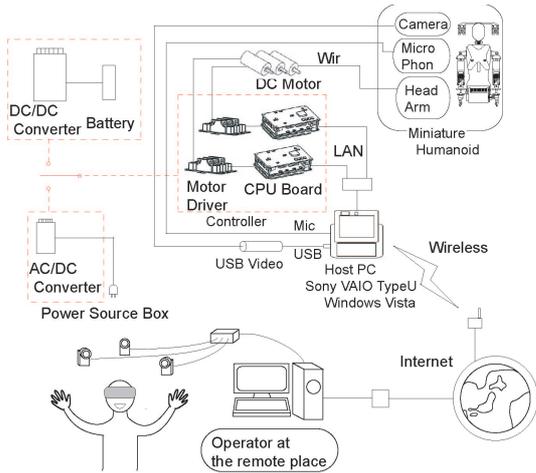


Fig. 3 Control system of the MH-2

2.3 上位 PC

上位 PC は CPU ボードと有線 LAN で結ばれ、操作用の PC とは無線 LAN により通信を行う。具体的には制御データと映像・音声データの送受信を行う。上位 PC は MH-2 と一緒に持ち運ぶ必要があるため小型であることが望ましい。そこでソニー株式会社製のモバイル PC SONY VAIO TypeU を使用する。

3. 遠隔操作システム

MH-2 はウェアラブルシステムである。そのため無線ネットワークを利用する必要がある。今回開発を行ってきた MH-2 のシステム図を Fig. 3 に示す。MH-2 の操作は操作者用 PC から無線通信により送られてきた動作データを上位 PC が受け取り、そのデータをコントローラに伝えることで実現する。また MH-2 にはカメラ、マイクを設置し、映像・音声データを取得する。それらの情報は上位 PC に取り込まれ、Skyp 等のビデオミーティングシステムにより操作者側の PC に送信される。

3.1 マルチスレッド

マルチスレッドとは1つのアプリケーション内でスレッドと呼ぶ処理単位を複数生成するこ

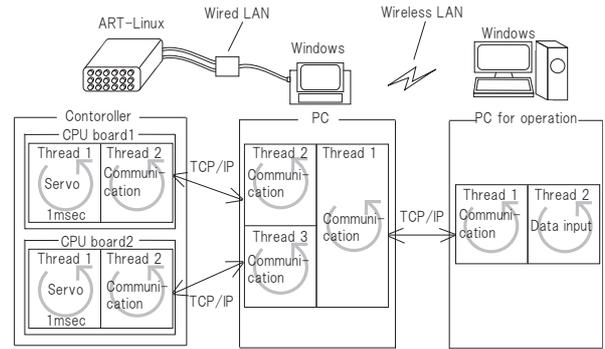


Fig. 4 Architecture of program

とで、並行して処理を行うことである。このシステムでは1つの PC や CPU ボード内でモータへの出力や通信など複数の処理を行う必要がある。そこでプログラムをマルチスレッド化することで複数の処理を並行して行えるようにした。具体的には CPU ボードでは Host PC との通信スレッドとモータのサーボスレッドに分けた。サーボ周期は 1 msec で回し、通信スレッドは for 文で回している。一方、上位 PC では CPU ボードと操作用 PC にそれぞれスレッドを分け通信を行い、操作用 PC では上位 PC との通信と動作入力を行うスレッドに分けて行うプログラムを構築した。

3.2 操作システム

今回はキーボード入力としたため、特別なデバイスは用いていないが、現在モーションキャプチャを用いた動作入力システムを開発中である。モーションキャプチャには OptiTrack を用い、操作者は MH-2 からの映像を HMD を通じて見ることになる。

4. 実験

構築したシステム検証を行なった。研究室内の無線 LAN 環境を利用した。カメラ・マイクを使った映像・音声のやりとりはしていない。実験時の様子を Fig. 5 に示す。この実験では操作用 PC から各関節の移動角度を入力し、モータ

レベルで制御出来るか確認した。この際に2組あるCPUボードのうち、1組と通信を行い右腕だけを動作させた。

その結果、操作用PC-ホストPC-コントローラとデータを送信することが確認でき、MH-2を操作することができた。

5. 結論

これまで開発してきたミニチュアヒューマノイドMH-2の制御システムの開発について述べた。実際にMH-2本体を無線LAN経由で操作できることを確認した。

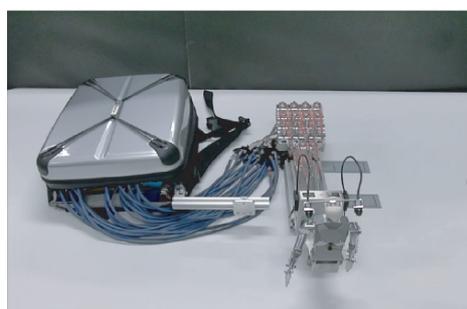
今回はモータレベルでの指令を送信したが、今後は関節レベルのストリーミングデータを送ることで全身の操作を実現する予定である。

参考文献

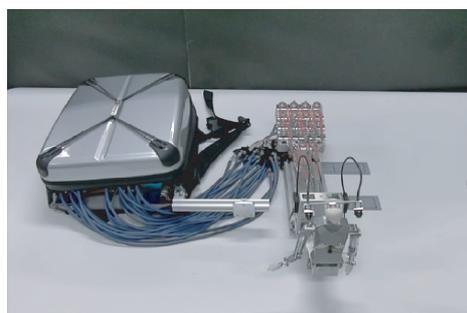
- 1) 妻木勇一, 藤田雄太郎, 田村哲也, 菅原康人, 葛西昭治, "ウェアラブルテレコミュニケーター", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 10, No. 4, pp. 467-474, 2005.
- 2) Y. Tsumaki, N. Inoue, Y. Satoh and R. Tadakuma, "Miniature Humanoid MH-1 for Wearable Telecommunicator," *Proc. of the 2011 IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics*, pp. 223-228, 2011.
- 3) Y. Tsumaki, F. Ono, T. Tsukuda, "The 20-DOF Miniature Humanoid MH-2 for a Wearable Communication System," *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 3930-3935, 2012.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 5 Experiment