

USBインターフェースによるモータコントローラのモジュール化とその応用

徳山陽人 精廬幹人 橋本周司 (早稲田大学ヒューマノイド研究所)

1 はじめに

近年、LEGOのMINDSTORMSやSONYのAIBOなどエンターテインメントロボットや教育ツールとしてのロボットの開発が盛んに行われてきている。これらのロボットの特徴として、コンポーネント化されたハードウェアが用意されており、ユーザーにとってハード設計が容易もしくは不要である点とプログラミングが可能である点などがあげられる。これら机上で運用可能なロボットはデスクトップロボットと呼ばれる [1]。こうしたロボットの開発の背景として、各種センサ、アクチュエータなどの小型化と大量生産が可能になったこと、マイコンチップなどの計算機の飛躍的な機能の向上があげられる。しかしこれら既存のデスクトップロボットの開発環境はハード、ソフト面ともに限られている。本研究ではデスクトップロボットの設計の容易さや保守性のよさを考え、モータ制御のモジュール化を行うことにより柔軟なハードウェア設計と、複雑なアクチュエータの制御を可能にすることを目的としている。ここではその概要と応用例を紹介する。

2 手法

従来、デスクトップロボットはメインコントローラとしてマイコンチップを使用しユーザーはPCから用意したプログラムをロボットに送るといった手法を取っている。このためロボットの機能はマイコンの処理能力に依存している。本研究ではメインコントローラをPCとして外部に用意した。これにより知能の高いロボット動作が可能になるだけでなくディスプレイやマウス、キーボード、マイクなどの既存のPCインターフェースを利用できる利点がある。またモータコントローラは筆者らが開発したUSBインターフェース搭載のモータドライバ“U-MC” [2]を使用しているためハード、ソフトともにモジュール化したシステムを設計可能である。現在、本システムの有用性を検証するアプリケーションとしてGUIによるロボットの操作及び動画像によるロボットの動作の模倣を行っている。

3 システム構成

製作したシステム構成をFig 1に示す。本システムは大きく分けてロボット部、モータ制御部、メインコントローラの3つの要素からなる。

ハードウェアとしては関節ごとにモジュール化されたロボットアーム“SRA-1”を製作した。SRA-1は多関節型ロボットであり、

各関節は位置センサとしてポテンシオメータを備えた1自由度モータユニットからなる。ロボットはモジュール化されているため自由度の増減や回転軸方向の変化が可能となっており、ユーザーによる機構の変更が可能である。今回の実験では3自由度直列型のSRA-1を使用した。

各モジュールはそれぞれ独立のU-MCにより制御される。U-MCのブロック図をFig 2に示す。U-MCはUSBを通じて制御可能であるため、D/Aボード等の拡張用のボードをPCに増設する必要がなく通常のノートPCから制御可能である。またAD入力を備えているため、モータを駆動するPWMパルス信

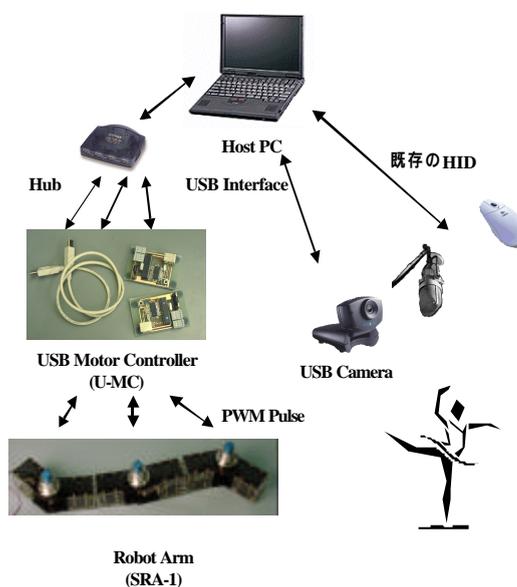


Fig 1. システム構成

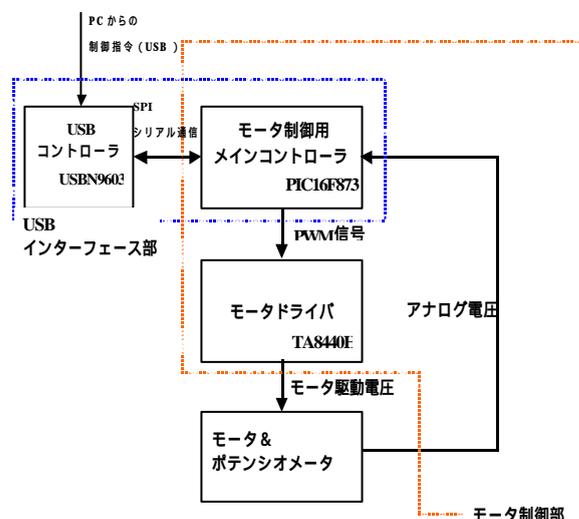


Fig 2. U-MC ブロック図

Motor Controller Module with a USB Interface and its Application

Haruto Tokuyama, Mikito Toguro and Shuji Hasimoto
Dept of Applied Physics, Waseda University
{haruto, mit, shuji}@shalab.phys.waseda.ac.jp

号のフィードバック処理はU-MC内で処理可能である。U-MCは制御モードとして位置、速度制御に加えPWM DUTY比を上位から設定するファンダメンタルモードの三つのモードを持ち、ホストPCは各制御パラメータやモード指令をU-MCに送るだけで複雑な制御が可能である。そのほか

- ・ハブを含めた最大127個のアクチュエータを増設可能
- ・パラメータ変更でアクチュエータの変更が可能
- ・ファンダメンタルモードではモータの状態を送信することによるホストPCからのフィードバック制御が可能
- ・最大50mAの消費電力(範囲内ならバス電源駆動可能)

などの特性があげられ、省スペース、保守性といったデスクトップロボットの運用上不可欠な条件を満たし、機能拡張性の点でも優れている。

今回使用したホストPCはUSBポート搭載のノートPCを使用した。現在ホストPCのOSはLinux2.2.16(USBバックポートパッチあり)で、作成したデバイスドライバとともにWebから得ることができる [3]。

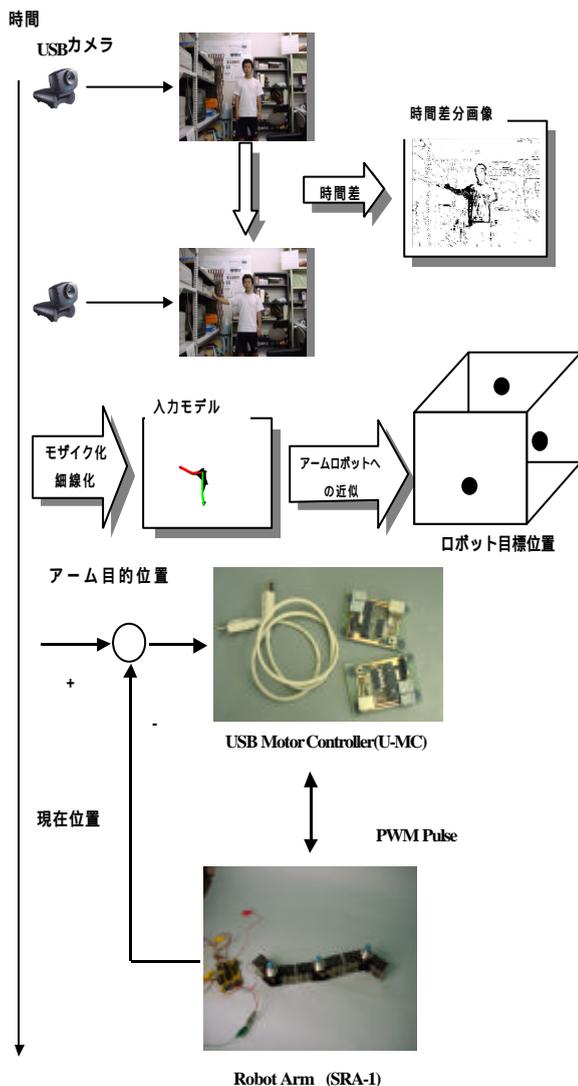


Fig 3. 動画処理による動作模倣

4 動作実験

本システムの有用性を確かめるためにシステムを作成し動作実験を行った。本システムのホストPCのデスクトップ上のGUIからSRA-1の位置制御を行うアプリケーションを作成し、マウスによるロボット制御を試みた。その結果ユーザーは画面上から自由にSRA-1を操作することができた。また、複数のモータもU-MC内部で処理することによりホストPCのCPUに負荷をかけずに実時間制御できるばかりでなくUSBによる関節の増設も簡単に行うことができ本システムの拡張性が示された。

次に、USBカメラによる動画画像を利用した人間の動作の模倣を行った [4]。ここではデスクトップロボットの実現のためにカメラのみを用いる。全体の処理の流れをFig 3に示す。まずメインのコントローラはUSBインタフェースを通して人間の腕の動きを動画画像として取得する。メインコントローラは取得した動画画像から時間差分画像を計算し、画像から動きのある部分を切り出し、処理を軽減するために時間差分画像をモザイク化する。次に、得られたモザイク画像を2値化し細線化したものを入力モデルとする。得られた2値細線化入力モデルを模倣するようにホストPCは各関節の目標位置をU-MCに与える。実験の結果、入力した人間の動きに対応してロボットの動作が生成されることが確認できた。

5 おわりに

ハードとソフトの設計が容易であるばかりでなく、より自由な設計の可能なデスクトップロボットを実現するUSBインタフェースによる関節モジュールを製作した。このようなデスクトップロボットを容易に構築できる環境は動作や作業を伴う教育ツールとしても今後大いに期待できる。今後はモータユニットの多様化、多種のセンサによる複数フィードバックなどをはかり、より高度なデスクトップロボットの作成を行っていききたい。またソフトウェアの面でもセンサ情報の処理などについてモジュール化をすすめ、より知能の高いなロボットを開発する環境を整備したい。

謝辞

本研究の一部はIMS国内プロジェクト「HUTOP」によっている。

参考文献

- [1] 平岩明,小方博之:”デスクトップロボティクスのお教室-ICCワークショップ“ロボットを作るから-”,日本ロボット学会誌 Vol.18 No.2,pp181-184 (2000)
- [2] 徳山陽人,精廬幹人,橋本周司:”USBインタフェース搭載の小型モータコントローラの開発”,第18回日本ロボット学術講演会予稿集 1 pp.119-120 (2000)
- [3] <http://www.phys.waseda.ac.jp/shalab/u-mc/index.html>
- [4] 精廬幹人,橋本周司:”動画画像を利用した実ロボットによる動作の模倣”,第5回パターン計測シンポジウム資料,pp.21-26 (2000)