

機械系学生のためのメカトロニクス実験システムの提案と設計

E109607 北原 直紀
永田研究室

1. 目的

メカトロニクスは機械工学，電子工学および情報工学など多岐の分野にまたがる融合技術であり，機械系の学生にとっては非常に重要な学問領域となっている．そのため，従来から学生に対してメカトロニクスをどのように効率的に理解させるかという課題が検討されてきた．本研究では，機械工学科の学生を対象としたメカトロニクス実験で必要となる基本システム，周辺システムとその基本ソフトウェアなど，限られた講義時間の中でハードウェアとソフトウェアの両面から効率よく学習できる実験システムを提案し，設計する．

2. 研究内容

メカトロニクスは機械工学や電子工学など複数の専門領域にまたがるため，1つの実験システムにより効率的に学習できるようにすることが重要である．これまでもたくさんのメカトロニクス教育システムが提案されているが，授業で学習した内容を効率的に体験できる実験システムは少ない．本研究では機械工学科2年生を対象としたメカトロニクス基礎実験システムと機械工学科3年生を対象としたメカトロニクス応用実験システムを製作し，C言語による制御系の設計方法を効率的に学習させるための基本ソフトウェアについて検討した¹⁾．1回の実験は約5時間で構成されており，基礎実験では3つの課題を，また応用実験では2つの課題を検討した．まず，基礎実験では，タイマーを使ったLEDの表示方法と，モータの中でも取り扱いが容易なステッピングモータの動作方法および周辺技術について学べるように図1に示すシステムを設計した．また，C言語により効率的に制御プログラムを学習できるように基本ダイアログを開発した．さらに，応用実験では各種センサ情報のAD変換とファイル入出力，DA変換によるDCモータの回転速度のフィードバック制御について学べるように，図2に示すようなC-TASK社の実験システムのための学習用ダイアログを開発した．速度制御には産業界で高い利用実績を誇るPID制御法を体験できるようにしている．

つぎに，卒業研究などその後の発展研究に応用できる，複数の移動ロボットによる群協調実験のためのシステムについて検討した．複数の移動ロボットを用いた実験では，サブサンプシヨナーキテクチャなどの行動型AIをソフトウェアの観点から学習することができるシステム²⁾をベースに，ネットワーク上のサーバ管理のもとに実行できるように拡張した^{3, 4)}．図3には開発した制御系のブロック線図を示す．サブサンプシヨナーキテクチャのような行動型AIを，複数の移動ロボットから構成されるシステムに適用する場合，その台数増加に伴うシステムのコストが大きな課題となる．本研究では，このような台数増加に伴うコストを削減するために，ハードウェア的にもソフトウェア的にも制約のある安価なシステムを採用している．特に，移動ロボット本体で実行できるプログラムコードのサイズには制限があるため，より高度なサブサンプシヨナーキテクチャのソフトウェアを構築していこうとしても，実装できるエージェントの数には限界がある．そこで，

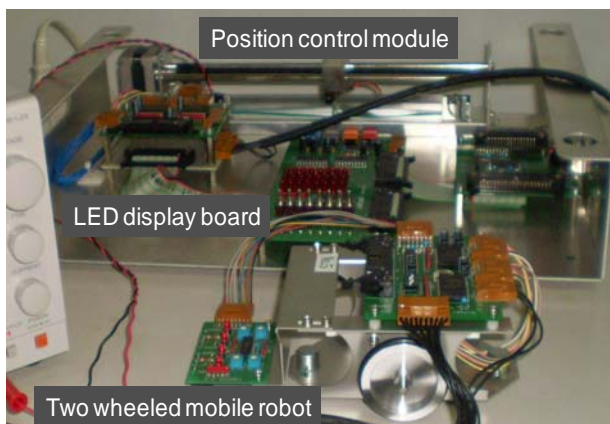


Fig. 1 Proposed mechatronics experiment system I.

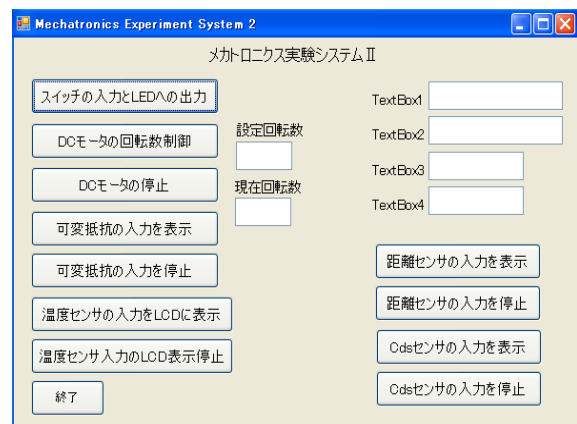


Fig. 2 Windows dialogue for mechatronics experiment II.

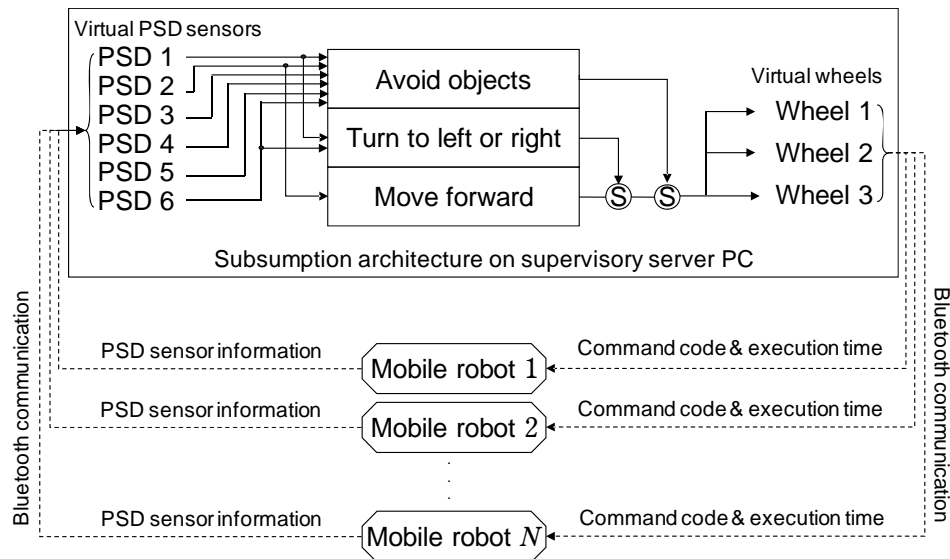


Fig. 3 The proposed controller developed using a subsumption architecture for schooling behavior, which is implemented in supervisory server PC.

この問題点を解決するために移動ロボットの群遊行動を例題として取り上げ、Bluetooth無線通信とサーバ管理による、“Move forward”，“Turn to left or right”，“Avoid objects”の3つのエージェントから構成されるネットワークベースのサブサンプションアーキテクチャの実現方法を示した。

3. 結果

本研究では、まず、機械系の学生を対象としたメカトロニクス実験で必要となる基本システム、周辺システムとその基本ソフトウェアなど、ハードウェアとソフトウェアの両面から効率よく学習できる実験システムを提案した。今後は、各実験課題に対する学生の評価をフィードバックしながら、このような効果的な実験課題を増やしていきたい。つぎに、安価な移動ロボットのプラットフォームであっても、様々な感覚機能により複雑な群れを形成しているような生物の実機シミュレーションを実現していくために、ネットワークベースのサブサンプションアーキテクチャの基本コンセプトと設計方法について紹介した。

4. 参考文献・学会発表

- 1) 北原, 永田, 大塚, 機械系学生のためのメカトロニクス実験システムの提案, 第13回 IEEE 広島支部学生シンポジウム予稿集, pp. 411–414, 2011.
- 2) F. Nagata, T. Yamashiro and K. Watanabe, Cooperative Swarm Control for Multiple Mobile Robots Using Only Information from PSD Sensors, *Artificial Life and Robotics*, Vol. 16, No. 1, pp. 116–120, 2011.
- 3) 山城, 永田, 北原, 大塚, 渡辺, PSD センサ情報のみに基づく複数の移動ロボットの群遊行動, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2011) 論文集, pp. 390–393, 2011.
- 4) N. Kitahara, F. Nagata, A. Otsuka, K. Sakakibara, K. Watanabe and Maki K. Habib, A Proposal of Experimental Education System of Mechatronics, *Proceedings of 17th International Symposium on Artificial Life and Robotics*, pp. 166–169, 2012.

Abstract

In this master thesis, a unique education system is proposed for students of mechanical engineering to be able to efficiently learn basic mechatronics techniques. The system is composed of three subsystems. The first subsystem is used to learn input/output port operations, periodically LED lights ON/OFF and a stepping motor control. The second subsystem is effective to learn AD transformation for several analogue sensors, DA transformation for velocity control of a DC motor and a PID control method. Further, the third subsystem is designed by using multiple mobile robots to be able to acquire the concept of a network-based subsumption architecture for schooling behavior. The effectiveness of the proposed system consisting of three subsystems was confirmed through experimental instructions.