

専門情報処理教育のための新しい計算環境

— 教育用ロボットの製作実験 —

3Y-8

児玉利忠, 宇津宮孝一, 凍田和美, 吉田和幸
大分大学

1. はじめに

大分大学組織工学科では、高度情報化社会のあらゆる分野において、情報化、システム化、知能化を主導してゆける人材の養成に現在力を入れている。こうした一環として、新しい計算環境の構築に伴い、国立情報系学科における実験・演習科目について調査した。その結果、総合的なシステムを学生に作成・理解させたい、また実験にも楽しさを取り入れたいという目的から、教育用ロボットの製作実験を導入することにした。本稿では、実験の概要や選定したロボットについて述べる。

2. 実験の位置づけ

ハードウェアとソフトウェアの総合的システムの理解を目標にして、素子→デバイス→システムへと段階的に進めてゆく、次の3つの実験を設定している。

(1) 電子回路実験

素子と基本回路に関する実験。

(2) デジタル回路実験

マイクロコンピュータシステムの設計に必要なデジタル回路に関する実験。

(3) 計算機システム実験

教育用ロボットの製作と動作実験を通じて、コンピュータ、インタフェース、周辺機器およびそのプログラムからなるシステムを理解させる。

これらの実験と講義科目の関係を表1に示す。

表1 実験と講義科目の関連

関連講義科目			実験科目
1年	2年	3年	
	電子回路I, II		電子回路実験(2年後)
情報論理学 情報口論			デジタル回路実験(3年前)
	計算機工学I, II	計算機アーキテクチャ 知的処理演習	計算機システム実験(3年後)

教育用ロボットとしては、下記の要件、すなわち、
①目、手足、口、頭にあたる部分を有し、プログラムで制御できること。

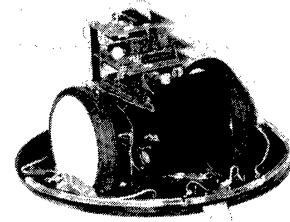
②実験期間内に終了するよう、機能がそれほど複雑ではないこと。

③製作過程で必要な項目の実験ができるように、モジュール化ができていないこと。

④一人1台程度の割当てができる価格であること。

⑤将来の発展性が期待できること。

を考慮した。また、今回は一から自作してゆく時間も



写真

なかったため、とりあえず既製のBERT (Basic Educational Robot Trainer) を選定して、部品の調達、試作、準備を行った^{1), 2)}。

3. 実験の概要

本実験は3年後期の計算機システム実験で行う。初めての試みであることを考慮して、受講学生約60名に対し、2名1組に1台の割合でロボットを製作させ、製作過程での実験は6名(3組の製作グループ)で行わせることとした。進め方は、ロボット製作を機能的に4つのコマに分け、1コマを製作と実験の2テーマとして、計8テーマで製作と実験を行わせる。

本実験にかかる費用は、初年度が工具・備品(約50万)、部品代(約80万)で合計約130万円で、次年度以降は消耗品代(20万)だけとなる。

4. 教育用ロボットの構成と機能

4.1 システム構成

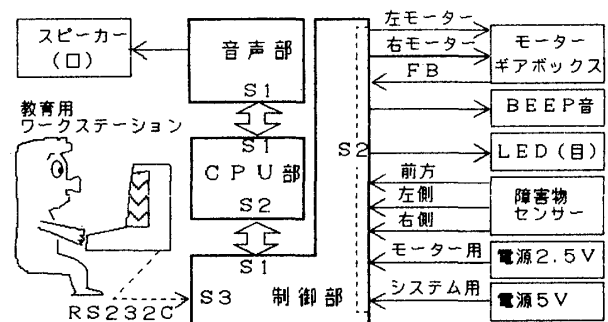


図1 システム構成

ロボット(写真)は左右独立の2輪走行(足)、3方向障害物検出(触覚・手)、音声合成(口)、制御用インタプリタ(頭)、および通信(耳)などの機能を備えており、通信によって教育用ワークステーションから制御プログラムを受信することにより、制御プログラムの指示に従った動作をする。動作の精度はよくないが、移動中に障害物を検出し、回避するというロボットとしての基本的な動作がとれる。

4.2 ハードウェア

ロボットのハードウェア構成を図1に示す。点線で囲まれた部分を3枚の基板で構成しており、それぞれコンピュータ部、制御部、音声部という機能単位（モジュール）に分けている。

(1) 本体系

コンピュータ部はCPUに8ビットのMC6802, 入出力制御にMC6821(PIA), システムソフト格納用EPROM(32KB), プログラム・作業用SRAM(16KB)から構成されている。

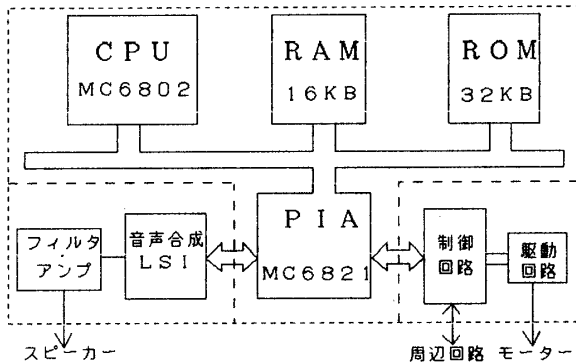


図2 ハードウェア構成

制御部はトランジスタによるモータ駆動回路とその制御回路からなる。制御回路には、フォトインタラプタによる回転数検出回路、マイクロスイッチによるセンサ回路、およびLED駆動回路なども含まれて構成されている。

音声部は英語の音声合成用LSI (SP0256-AL2)とフィルタ回路およびアンプ回路で構成されている。

(2) 走行系

走行系は図3のようになっており、左右駆動系の一方のみにフィードバックを設けている。左右のモータとギアは一体型であり、走行速度は約20cm/sである。

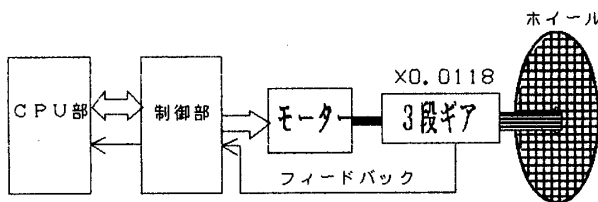


図3 走行系のブロック図

(3) 障害物検出

3方向の障害物検出センサ(写真参照)は、それぞれ2個のマイクロスイッチとアクリル棒で構成されており、前進方向に対し180度の範囲で検出できる。この情報はおもにサブルーチンの実行条件および移動動作時の例外処理に利用される。

4.2 ソフトウェア

システムソフトはおもに、コマンドインタプリタと簡単な機械語モニタで構成されている。インタプリタは19種類のコマンド、機械語モニタは3種類のコマンドからなる。プログラム例を図5に示す。

フィードバック(図3)の信号はホイールの回転に

応じたパルス(約10msec)信号で、このパルスをフィードバック処理(カウント)することで移動・回転コマンドのパラメタに応じたモータ制御を行っている。また、パルスとパルスの間(約15msec)に障害物検出をし、もし障害物があり、かつ例外処理ルーチンがあれば、例外処理要求を出してコマンドを終了する。インタプリタは各コマンドの実行開始時に例外処理要求があればコマンドXからGの例外処理(図5参照)を実行する。

```

; ;プログラムの開始(初期化)
T6D ;発声"スタート"
FF0 FF0 FF0 ;2.4m前進を3回
T6E ;発声"ストップ"
X00 C30C51C62C85 GFF ;例外処理ルーチン
N00 T79R09 G00 ;サブルーチン0 発声"right",右回転70°
N01 B10R10 G00 ;サブルーチン1 後進と右回転
N02 T78L06 G00
E ;プログラムの終了

```

図5 制御プログラムの例

5. 製作と実験方法

まず、中心となる3枚の基板を製作させ、その過程で各基板に対する実験をシンクロスコープ・ブレッドボード等を用いて行い、以下について学ばせる。

① CPU基板の製作と実験

CPUの基本動作,メモリ,周辺LSI制御

② 制御基板の製作と実験

モータの基本,トランジスタ・TTL回路,フィードバック制御

③ 音声基板の製作と実験

音声合成,AD・DA変換,フィルタ,増幅器

最終過程では、全体を組立てて、教育用ワークステーションでプログラムを作成し、RS232Cを通してロボットへ送信することにより、実際にロボットを動かしてみる。ここでは、以下について学ばせる。

④ ロボット本体の製作と実験

インタプリタ,機械語,RS232C通信,ソフトウェア制御と割込み処理

6. おわりに

障害物センサは今回独自に試作したが、教育用ロボットそのものはBERT¹⁾の仕様に準拠したものである。製作には2日程度を要したが、学生の場合にどの程度の手間になるのかはもう少し煮つめる必要がある。

今後2年程度は、既製のものを改良しながら利用し、ノウハウの蓄積と経験を積む。その間、割込み機能、センサ、知的機能の導入により、知的な教育用ロボットの枠組みについて検討する。将来は、その上に学生自身が創意工夫ができるような形にしてゆきたい。

最後に、BERTの使用に便宜を図っていただいたバンクーバーコミュニティ大学のKarl Brown教授に深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) K. Brown: BERT Basic Educational Robot Trainerマニュアル, KRBCO Electronics Ltd., Vancouver(1988).
- 2) カール・ブラウン: 教育用ロボットBERTの製作, 日経バイト, No.38~39(1987).