

# Peripheral Interface Controller ロボットに関する学生実験用

## 支援ツールとしてのシミュレータの作製と活用例

谷端良次

愛媛大学工学部

### 1 はじめに

マイコンのプログラミング技術の向上を目的として、学生実験において PIC ( Peripheral Interface Controller ) 制御の自律ロボットを用いた。受講生間の経験差により実験進行に著しい差があった。そのため、一部の受講生は課題を処理できない問題があった。実験改善の方法として、パソコン上で実験の初期段階を体験できるシミュレータを作成した。本報告ではシミュレータの作製過程および実験の問題点を改善効果について述べる。

### 2 学生実験の問題と改善方法

自律ロボットとして、市販の PIC ライントレースロボット ( 以下 PIC ロボットと呼ぶ ) を用いた ( 図 1. 参照 )。実験を開始したところ、プログラム作成、書込、動作確認の一連の作業を非効率的に繰返す受講生が確認され、一部の受講生は課題を処理できない問題が生じた。実験状況を観察したところ、実験の進行が遅れている受講生は PIC ロボットのふるまいが把握できないため非効率に作業を繰返していることがわかった。この問題はあらかじめ PIC ロボットの挙動を確認しながらプログラム作成する学習経験を踏まえることにより改善される。対策として、実験受講前に予習できる環境を与えることにした。改善方法として、パソコン上で PIC ロボットの動きを表現できるシミュレータを作製した。

### 3 シミュレータの作製方針の決定

受講生の期待する機能は次の 2 点であった。 1 . 簡便性がある。 2 . モータ駆動力の調整による PIC ロボットの運動がよくわかること。この意見を元に 2 つの簡単なシミュレータを試作した。ひとつめの試作はモータ駆動力の調整のみに重点を置き、モータの運動をデータ化して近似式に置き換えて計算を行なう方法をとったが PWM 制御への適用で問題があった<sup>1)</sup>。そのため、モータのシミュレーションを採り入れる必要があった。ふたつめの試作は簡便性に重点を置き、JAVA アプレットを用いてモータの駆動力をラジオボタンで操作するもの ( 図 2. 参照 ) を試作した。簡便性は高いが、ファイルの入出力の制約があるために機能拡張面の問題があった。これらの経験を元に、シミュレータの機能を再考した結果、次の要素を考慮するのが妥当であると判断した。

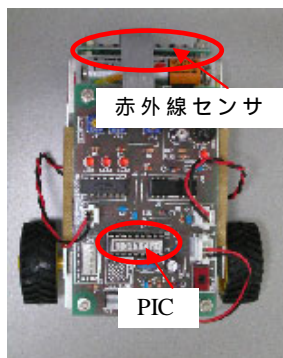


図 1. ライントレーサ  
(システムロード LN-312)

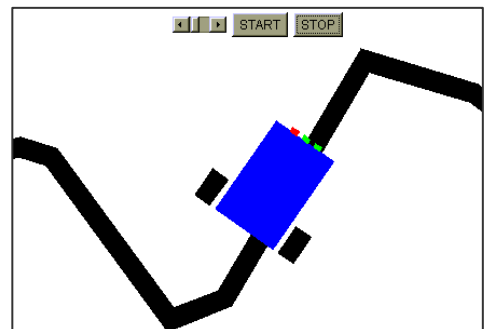


図 2. JAVA アプレットでラジオ  
ボタンを利用した例

- ・ 使用方法が簡単で短時間で効果が得られるような簡便性を有すること。
- ・ 受講生が学習してきた技術により、必要に応じてシミュレータのプログラムを修正できること。
- ・ ライントレースするラインを自由に設定できること。
- ・ モータの正確な運動が採り入れられていること。

#### 4 シミュレータの構成と処理過程

シミュレータの構成を図 3. に示す。

##### 4.1 アセンブラの処理 (図 4. 参照)

実験で使用する PIC の制御プログラムはアセンブラ言語<sup>2)</sup>で記述されている。制御プログラムのソースはラベル、命令、オペランド、コメント、スペースおよび改行で構成されている。字句切り出しの部分では制御プログラムのソースよりラベル、命令およびオペランドを抜き出す (字句切り出し

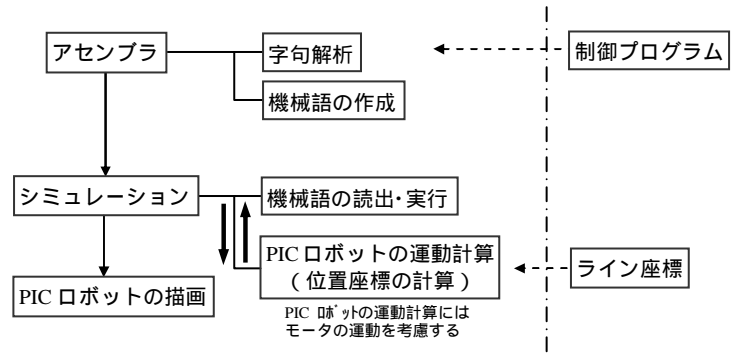


図 3. シミュレータの構成図

表:配列 code[i][j])、最後にテーブル化したデータを数値コード化する(数値コード化の表:配列 optable[i][j])、

##### 4.2 シミュレーションの処理

仮想 PIC ロボットの制御プログラムの処理状態はプログラムカウンタ、レジスタ、スタックで表現される。運動および表示のシミュレーション部の処理を数値コード化された命令をもとに進める。単相 2 極のモータの負荷を駆動力として、仮想 PIC ロボットの運動計算を行ない (図 5. 参照)、座標データを蓄積する。

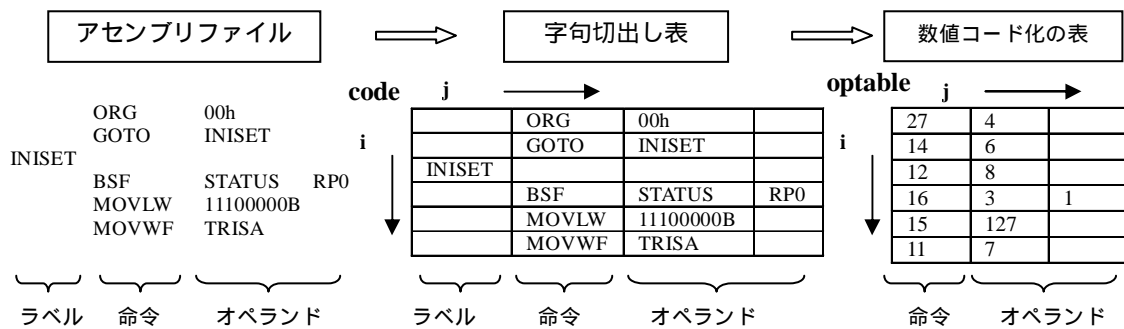


図 4. アセンブラ部の処理過程

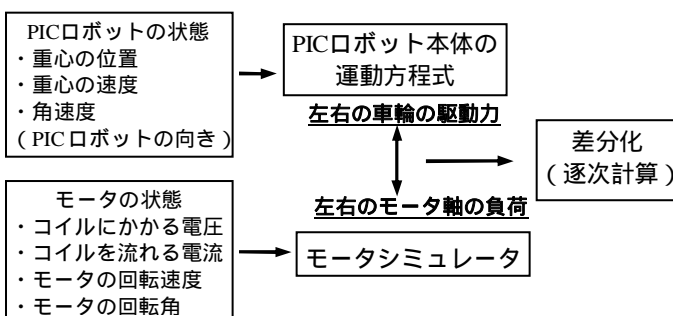


図 5. モータシミュレータの組み込み

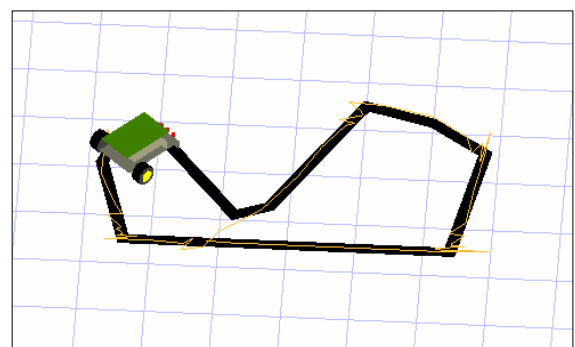


図 6. PIC ロボットの描画

### 4.3 PIC ロボットの描画

PIC ロボットの運動計算を終了した後、蓄積された座標データを用いて仮想 PIC ロボットの表示を行なう（図 6.参照）。

## 5 シミュレータの効果の検討

受講生にシミュレータの効果についてアンケートを採った。アンケートは無記名とし、項目は「シミュレータが予習

に効果があったか（有・無）<sub>1</sub>、「どのような点で効果が有ったか（無かったか）」である。回収総数は 42 名であり、アンケート結果を図 7.にまとめた。効果有とした受講生は 63%の過半数を占めており、総じて利用者の立場で判断すると効果があることが分かった。主な効果有とした受講生の集計意見を確認すると「モータの駆動力を調整した際の PIC ロボットのふるまいが分かる、またはイメージできる（24%）<sub>1</sub>、「実際の制御プログラムを修正または作成するための効率的な手順でわかる（23%）」であった。アンケート調査よりシミュレータは当初の目的にそっていることが分かる。一方、効果無とした受講生の半数（19%）は「実際の PIC ロボットと動きが異なる」と判断している。集計意見を確認すると、「シミュレータで作成した制御プログラムを実験機に使用したが同じ動作をしない」という意見が多い。その要因として、シミュレータの簡便性を重視したためシミュレータ内のパラメータを固定したこと、運動モデルとして急激な運動の変化に対応できていないことが推定できる。

実験状況より判断すると、プログラム作成、書込、動作確認の一連の作業を非効率的に繰り返す受講生はほとんどいなかった。実験前の自習ツールとしては効果があったと推定できる。

## 6 まとめ

シミュレータの使用により、得られた効果は以下のとおりである。

- ・ 従来に比べて、グループ間での課題処理の時間格差が改善された。総じて効率的に実験を進めていた。
- ・ 実験時間外に各自が制御プログラムの試作ができるため、制御プログラムのアルゴリズムを考える教育効果が高まった。

課題としては、パラメータの変更を容易に行なう方式を採用入れ、利用者の疲労感を軽減し、かつ再現性を高めることも検討する必要がある。

謝辞：本技術報告のシミュレータ作製においては愛媛大学工学部情報工学科清水徹助教授にご指導賜りました。また、同学科松下寛君にご協力を得ました。ここに、厚く感謝致します。

## 参考文献

- [1] 谷端良次, “学生実験用ラインレーサの走行シミュレータ試作”, 愛媛大学工学部等技術部活動報告集, 平成 14 年 12 月, P13-P16
- [2] “PIC16F84 データシート”, マイクロチップ・テクノロジー・ジャパン(<http://www.microchip.co.jp>)

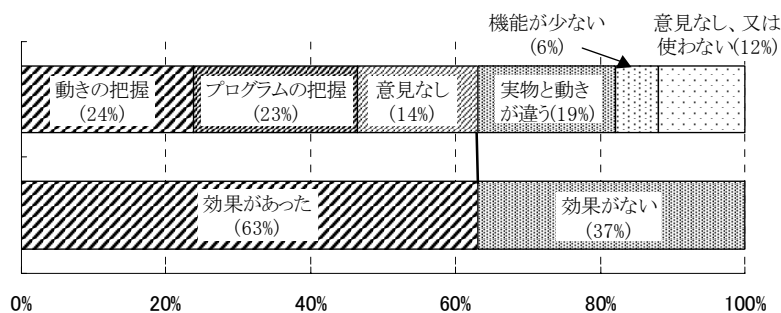


図 7. アンケート結果