

ロボットの動作を見ながら試行錯誤的にプログラムできる 教材ロボットの開発

Development of Robot Teaching Materials that can be programmed while Watching Movement by Trial and Error

野口 孝文^{*1}, 梶原 秀一^{*2}, 千田 和範^{*1}, 稲守 栄^{*1}
Takafumi NOGUCHI^{*1}, Hidekazu KAJIWARA^{*2}, Kazunori CHIDA^{*1}, Sakae INAMORI^{*1}

^{*1} 釧路高専

^{*1} National Institute of Technology, Kushiro College

^{*2} 室蘭工大

^{*2} Muroran Institute of Technology

Email: noguchi@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：我々は、使われなくなった CD を本体土台に組み込み用の小型コンピュータを搭載したロボットを開発した。本ロボットは、動作と命令を関連づけた直感的に分かりやすい機械語命令セットを用意したことによって、小学生から工学教育の入門としても利用できるようになった。

キーワード：プログラミング教育、ロボット教材、メカトロニクス

1. はじめに

我々は、使われなくなった CD と組み込み用の小型コンピュータを組み合わせたロボットを開発してきた。我々はこのロボットを使用して小中学生対象に工作教室を 10 年以上開催している⁽¹⁾⁽²⁾。本ロボットは、工学系の高等教育機関における初心者教育の教材としても有効であると考えている。2015 年度は、大学におけるセミナーや高専における授業の一部で用いている。本論文では、本ロボットを用いた教材の特徴とこれを利用した授業の可能性についてについて紹介する。

2. 教材ロボット

2.1 ロボットの構造

図 1 にロボットの外観を示す。小中学生を対象とした工作教室では、電子部品は予めコンピュータ基板上に半田付けされており、自作の指導書に従って組み立てて行くことで、図に示したロボットが完成する。工作教室では、ドライバーやニッパーなど工具の使い方から順に説明して 1 時間半程度で完成させている。また、ロボットはギアが予め組み込まれた 2 つのステッピングモータで駆動し、それにタイヤを直結しているため、ロボットの構造を簡単に行うことができるとともに安定した動作を得ている。

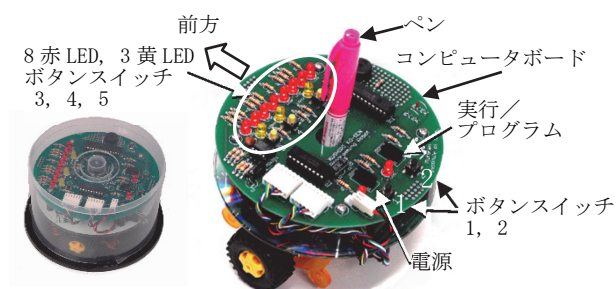


図 1 教材ロボットの外観

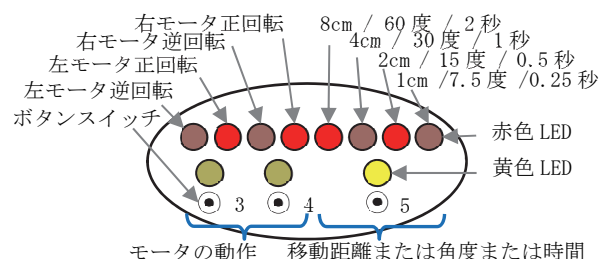


図 2 ロボットを 10cm 前に進める命令

2.2 直感的に作成できるプログラム

図 1 に示すコンピュータ基板の左上には 8 つの赤色 LED が取り付けられている。その下には 3 つの黄色 LED とボタンスイッチ 3, 4, 5 が取り付けられている。これらは、図 2 のように配置されている。

モータの動作と LED の点灯の関係を図 2 の上に示す。8 つの LED の内、左から 2 つは左のモータに対応し、次の 2 つは右のモータに対応している。それぞれの 2 つの LED の左が点灯しているときは後ろ方向へ、右が点灯しているときには前方向へ進む。また残りの 4 つの LED は、直進しているときには進む距離、方向転回しているときには回転角度、停止しているときには停止時間に対応している。

図 2 のような点灯は、ロボットが 10cm 前方に進むことを表している。この 8 つの LED の点灯状態がロボットの 1 つの動作を表す命令に対応している。そしてロボットは、仮想コンピュータでこの命令を解釈実行している。

2.3 プログラムの入力と実行操作

本ロボットへのプログラム入力やその実行は、コンピュータ基板上のスライドスイッチおよび 5 つのボタンスイッチで行う。図 1 のコンピュータ基板の右下 (ロボットの後方) に 2 つのスライドスイッチとそれらの後方に 2 つのボタンスイッチ 1, 2 がある。スライドスイッチの 1 つは、電源スイッチであ

る。もう1つが、プログラムの実行とプログラムの入力の切り替えを行うスイッチである。ロボットには256ステップのプログラムを入力することができる。命令は0から255番地までのメモリに記録される。電源スイッチをオンにすると、0番地のプログラムが表示され、実行を開始できるようにしてある。

プログラムの実行は、スライドスイッチを「実行」側に設定し、ボタンスイッチ1, 2を押し同時に離すことで開始する。プログラムの入力もこれらのスライドスイッチとボタンスイッチを組み合わせで行う。命令の変更や設定は、図2に示した黄色LEDのそれぞれ下にある3つのボタンスイッチ3, 4, 5で行う。

3. 教材ロボットの利用

3.1 中学校技術家庭への対応

本教材ロボットは、コンピュータとセンサ、アクチュエータからなる。例えば、中学校技術家庭での「情報に関する技術」の1つでは、デジタル作品の設計・製作、プログラムによる計測・制御を学ぶ。

本教材ロボットは、単独でプログラム実行ができ「情報に関する技術」を学ぶ機能を備えている。また、以下の節で示す例のように拡張も容易である。本教材ロボットは、導入も容易で利用場所を選ばないため、中学校技術家庭の授業に最適である。

3.2 ロボットの改造なく実現したお茶運びロボット

本教材ロボットには、プログラム作成時とプログラム実行開始時に使用する5つのボタンスイッチがある。これらのボタンスイッチは、スイッチセンサとして小型コンピュータの入力ポートに接続されているため、本教材ロボットを制御する命令の中でも利用できるようにしている。具体的には5つのスイッチの1つ1つに対応した条件付きジャンプ命令を用意し、押されているときには任意のアドレスに実行先を移すことができる。この機能を利用してセンサを拡張した例を次に示す。

図3は本ロボットを利用したお茶運びロボットである。ロボットは、お茶の入った茶碗を乗せるとお客のところへ茶を運び停止し、お客が茶を飲み茶碗を置くと再び元のところに戻ってくる動作をする。

もとのロボットは、2章の図1で示したようにCDケースに収めることができる。そのCDケースの底蓋（中央に軸がある）は、ひっくり返してロボットに挿し込むと、安定したお盆になる。茶碗が乗っていないときに少しお盆が持ち上がるように、中央の軸に柔らかい針金を2回程巻き付けてバネにして取



図3 お茶運びロボット

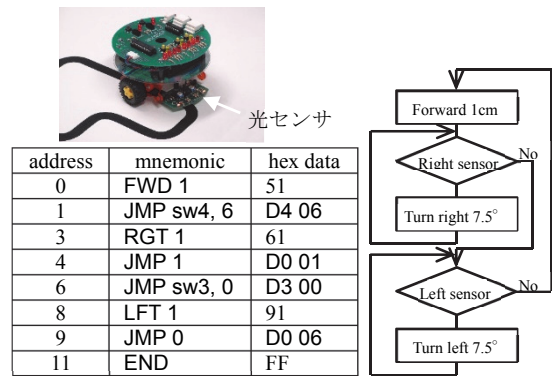


図4 ライントレースとプログラム

り付けておく。また、ボタンスイッチ3をセンサにするために、茶碗が乗せられたときにお盆が下がりスイッチが押されるように、適当な厚さに切った消しゴムを両面テープでお盆に貼り付けている。

このロボットは、元の教材ロボットを改造することなく実現できている。

3.3 センサを拡張したライントレースロボット

前節と同様にボタンスイッチの接続された入力ポートを利用した例を示す。図4は、上述の命令とロボットに光センサを取り付けることによって作成したライントレースロボットとフローチャートおよびプログラムである。図に示す通り8ステップ（12バイト）の命令の組み合わせでプログラムはできている。プログラムの1番地と6番地に、ボタンスイッチ4と3に並列に接続したセンサの値によって指定したアドレスにジャンプする命令が組み込まれている。なお光センサは、ラインを検知すると0（ボタンスイッチを押した時と同値）を出力する。

このように教材ロボットの構造を変更することなく、外部に拡張する形式でセンサを取り付けたり、拡張回路を取り付けたりすることができるため、技術者の導入教育にも利用可能である。

4. おわりに

我々は、柔軟な拡張性のある教材ロボットを開発し、小中学生を対象に工作教室を行ってきた。本報告では、本教材ロボットがメカトロニクスやプログラミングの導入教育で利用可能であることを紹介した。また、本教材ロボットは操作が容易であるばかりでなく、拡張性も高く多様なレベルの授業に利用可能なことも示した。

本研究の一部は、科学研究費基盤研究 (C)(一般)(16K01150)を受け推進している。

参考文献

- (1) 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "計測制御教育のための教材ロボットの開発", 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.6, pp.217-220, 2013.
- (2) 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教材の開発", FIT2014 第13回情報科学技術フォーラム, pp.269-270 (第4分冊), 2014.