1F-07

直感的な命令からコンピュータの仕組みを学ぶことができるロボット教材

野口孝文†，千田和範†，梶原秀一‡，稲守栄†
釧路高専†，室蘭工大‡

1. はじめに

コンピュータは，情報処理から計測制御に至るまで多様な用いられ方がされている．そのため工学教育においてプログラミングは重要な科目の一つになっている．一方プログラミングを学ぶには，コンピュータの仕組みに関する知識やプログラム開発環境の知識など幅広い知識を必要とするため，初心者にとっては難しい科目でもある．またプログラミングを修得するためには，実際にプログラムの作成を行う実習が必要であり，多様なレベルの学生が混在する場合にはその実習指導も簡単ではない．

本論文では，容易にコンピュータの仕組みが学べ，多様なレベルの学生に対しそれぞれのレベルに合わせた課題を設定することができる教材について提案する[1][2]．

2. 初心者のプログラミング

2.1 プログラミング環境

今日身の回りにはコンピュータで制御された機器が様々あるが，ユーザが制御の仕組みや組み込まれているプログラムを意識することは少ない．工学系大学や高専に入学してくる学生であっても，コンピュータを持っていてもプログラミングの経験がある者は少なくなっている．そのため初心者のプログラミング教育では，コンピュータのしくみや OS に関する知識がほとんどない状態でプログラミングの授業を開始していることが多い．またプログラミングに用いる PC や開発環境は，プログラミングや計測制御を学ぶには，機能が複雑すぎるという問題もある．

本論文で提案するプログラミング環境は，制御対象(出力)にロボットを用いることで，直感的に分かりやすいプログラミング環境を実現している．また，PC を用いることなくプログラムを入力することができ，プログラミングに必要な知識を最小限にしている．この教材の利点を以下に述べる．

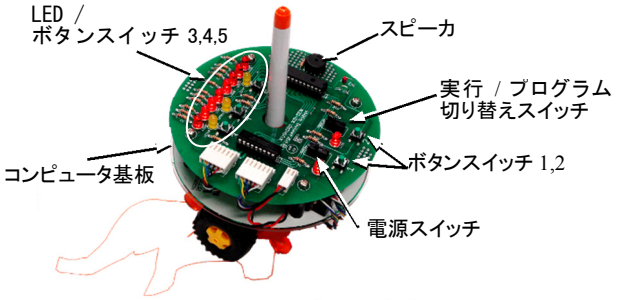

図 1　ロボット外観

2.2 ロボットを用いることの利点

プログラミングの初心者に取って，処理過程や結果が即座に見えることは，理解するのに有効である．LOGO の Turtle や Scratch の Sprite のようにディスプレイ上に図形を表示するプログラミング環境は初心者に取っても分かりやすい．

プログラミングにロボットを用いる利点は，ロボットの動作と命令の対応が分かりやすいことと，ロボットの動作の軌跡を辿れば，プログラムを変更したときに以前の動作との違いを容易に比較できることにある．

2.3 理解が容易な命令とプログラムの関係

ロボットを動作させる命令の工夫によって，機械語命令の仕組みと制御装置の関係を理解しやすくすることができる．たとえばロボットを動作させる命令のビット列とアクチュエータの関係を 1 対 1 に対応させることで直感的に分かりやすい命令セットを用意することができる．以上の特徴を持ったロボットを用いた教材について以下の章で述べる．

3. 教材ロボット

3.1 ロボットの構成

図 1 にロボットの外観を示す．ロボットは 2 つのステッピングモータで駆動している．タイヤを直結することができるためロボットの構造を簡単にすることができるとともに安定した動作を得ている．また，ロボットのベースには不要になった CD を用いているため，中央に空いた穴を利用してペンを立てることができるようにしている．これによって，ロボットが移動した軌

Teaching Materials Robot that can Learn Mechanism of Computer Using Intuitive Instructions
†Takafumi Noguchi, Kazunori Chida, Sakae Inamori
†National Institute of Technology, Kushiro College
‡Hidekazu Kajiwara
‡Muroran Institute of Technology

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

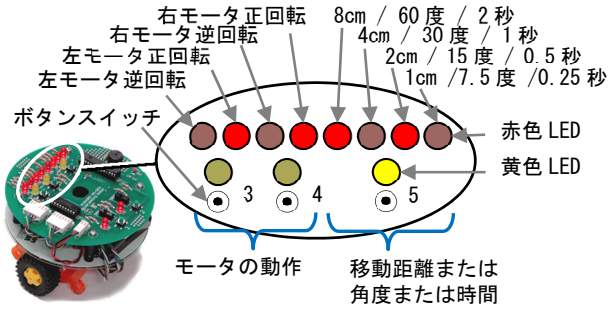

図2 ロボットを10cm前に進める命令

跡を紙に記録することができる

3.2 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のように配置している．

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LEDの点灯パターン(01011010)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．

3.3 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モード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．ボタンスイッチ2のみを押し，離すことで赤色LEDに表示した命令のみを実行することもできる．

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て行う．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を使う．

3.4 理解が容易な命令とプログラムの関係

我々は，本ロボットを用いた小学生対象の講座を10年以上続けている．その中で，プログラムについて教えるときに，3.2節で述べたLEDの点灯パターンとロボットの動作の関係について説明している．その後実際にロボットを動かすと，小学生はすぐに理解する．これをロボットに対する命令と説明し，異なる命令を並べるとき，その順番によって異なる結果を得ることもすぐに理解する．順番が重要であること，順番を番号で表しこの番号を番地と呼ぶこと，命令を並べることをプログラムということもすぐに理解する．

プログラミングの入門にロボットを用いることは，このような点からも有効と言える．

3.5 小学生から高等教育のプログラミング基礎教育まで

本ロボットでは，プログラムを入力したり実行したりするときに，ロボット上のボタンスイッチを用いているが，プログラムの実行時には，これらの押ボタンを入力の装置としても用いることができる様にしている．

これらの押ボタン入力を利用して，数行の課題プログラムを多く作ることができる．たとえば，ボタンスイッチを押すとロボットが動き出すプログラムや，ボタンスイッチを押して離すとロボットが動き出すプログラムなどいろいろと考えられる．本ロボットは初心者の課題にちょうど良い数行のプログラムを多数考え出すことができる．

4. おわりに

本論文では，初心者のためのプログラミング教材について紹介した．教材をロボットで実現することで，多様なユーザに対応できることを示した．

本研究の一部は，高専における2015年度の社会ニーズを踏まえたロボット人材の育成事業の支援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.

Copyright ©2016 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.