

高専・大学連携によるプログラミング教材の開発と利用

Development and use of programming teaching materials with collaboration between NIT colleges and universities

野口 孝文^{*1}, 布施 泉^{*2}, 梶原 秀一^{*3}, 千田 和範^{*1}, 稲守 栄^{*1}
Takafumi Noguchi^{*1}, Izumi Fuse^{*2}, Hidekazu Kajiwara^{*3}, Kazunori Chida^{*1}, Sakae Inamori^{*1}

^{*1}釧路高専

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

^{*2}北海道大学

^{*2}Hokkaido University

^{*3}室蘭工業大学

^{*3}Muroran Institute of Technology

Email: noguchi@kushiro-ct.ac.jp

あらまし：我々は、移動制御に組み込み用小型コンピュータを用い、またこれを組み込んだ基板やモータを取り付けるためのベースに使われなくなった CD を用いた教材ロボットを開発してきた。本教材ロボットは、左右のモータの回転方向や移動距離を直感的に理解できるようにビットパターンの動作命令として設計している。これにより、幅広い学習者のプログラミングの入門用として利用することができる。

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、移動制御に組み込み用小型コンピュータを用い、またこれを組み込んだ基板やモータを取り付けるためのベースに使われなくなった CD を用いた教材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 15 年以上開催してきた⁽¹⁾⁽²⁾。本教材ロボットは、左右のモータの回転方向や移動距離を直感的に理解できるようにビットパターンの動作命令として設計している。これにより、幅広い学習者のプログラミングの入門用として利用することができる。

2017 年度は、高専間におけるロボット人材育成事業や大学におけるフレッシュマンセミナーや情報教育の教材に利用できたことから、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。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について紹介する。

2. 教材ロボット

2.1 教材ロボットの構造

図 1 左に本教材ロボットを示す。ロボットは、2 つのギヤドモータに直結した車輪によって移動することができる。ロボットはマイクロコンピュータによって制御され、その命令セットとして演算命令等の他、モータ制御やセンサ入力を読み取る命令を用意している⁽³⁾。また、ロボットを動作させるプログラムの入力や実行をすべて図 1 のロボット上面にあるスイッチのみで行うようにしている。

2.2 直感的に作成できるプログラム

本教材ロボットの特徴は、ロボットを制御する命令コードのビットデザインにある。プログラムの入力や実行を、図 1 に示したロボットの上面前方にあ

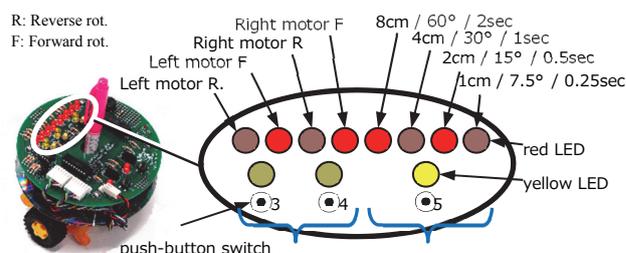


図 1 教材ロボットと命令の表示

る 8 つの LED にロボットの命令を表示させながら行うことができる。図 1 右は、LED とスイッチの機能説明図である。本ロボットでは、ロボットを移動させる命令を直感的に分かりやすくなるように設計している。LED の左 4 つを分割しそれをさらに 2 つずつ左右のモータの動作に割り当てている。図に示す上位 4bit の点灯パターン(0101)は、ロボットが前方に進む命令を表している。これを左の 2 つの LED の点灯を逆にして(1001)とすると、左のモータが後方に回転するため、ロボットは左に回転する。

8 つの LED の内右 4 つをロボットの前後進/回転/停止に応じて距離/角度/時間に割り当てている。各 LED に重みを付け、図の前進命令(0101 1010)では、 $8+2=10\text{cm}$ 移動することに対応している。このように本ロボットでは、移動命令を組み合わせたプログラムを作成することでプログラミングや制御の仕組みのイメージを容易に持つことができる。

3. 授業への適用

3.1 高等教育機関における利用

2015 年から室蘭工業大学において、情報電子工学系の 1 年生 190 人を対象に所属学科の理解を深めることやメカトロニクスを理解することを目的にした「フレッシュマン

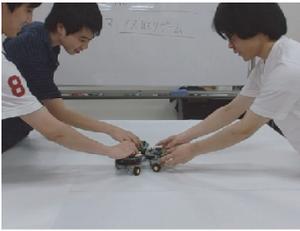


図2 ロボットを用いた協調学習

PBL セミナー」で本ロボットを利用している。1 単位 15 回の授業のうち 3 回で、本ロボットを実習に用いている。また、2016 年からは、情報電子工学系学科夜間主コースの「フレッシュマンセミナー」における 15 回の授業のうち 7 回で、本ロボットを実習に用いている。2017 年北海道大学においては、全学共通科目「情報学Ⅱ」2 単位 15 回の授業のうち 2 回（4 講義時間）で、およそ 100 名の学生が「アルゴリズムとプログラミングの基礎知識」に関してロボットを用い学習した。

3.2 室蘭工業大学

室蘭工大の情報電子工学系学科夜間主コースの「フレッシュマンセミナー」について紹介する。本授業では新しい試みとして、個別にロボットのプログラム作成の他、グループで作品を作ることを行った。グループは 3 人が一組で、3 台のロボットが協調（通信はないため、動作時間で調整）して動作する作品を作った。作成した作品の発表の様子を図 2 に示す。

本授業の最後に提出する報告書に書かれた感想では、ロボットの動作の調整が大変であったが、完成したことによる達成感が大きかったことが報告されていた。

3.3 北海道大学

北海道大学では、2017 年度後期開講の一般情報教育（2 単位、選択）の授業で、本ロボットを利用したプログラミング導入教育を 2 週連続（1 週 90 分）で行った。2 クラスを各 2 グループに分けて授業実践した。グループ 1,2 は文系のみ、グループ 3,4 は主として理系学生である。

初回は、ロボットの操作に慣れるとともに、指定された長方形を描くこと、2 回目は繰り返しの表現方法を学び、円弧と指定された図形もしくは文字の組み合わせを描くことを課題として課した。図 3 に授業の様子と課題の一つを示す。

初回では、ロボットを制御するプログラムが図 1 で示した LED の ON/OFF（1/0）の並びに対応していることを理解させ、それを命令として、2 進法および 16 進法の数で表記することを課題として課した。2 進法での表現は、ロボットに入力した LED 点灯の指示データを 1/0 にマッピングするだけであり理解がしやすいようである。一方で、学生は 16 進法には不慣れである。各グループで、4-7 名（平均 2 割強）の学生の提出用紙に、（殆どはプログラムの一部であるが、）2 進法から 16 進法への変換に何らかの誤りがあった。さらに、プログラムの終了命令が無い、も

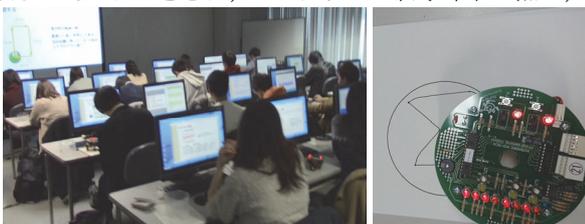


図3 授業の様子と課題の例

しくは誤っているプログラムも平均 2 割弱あった。これらは各グループでほぼ一様に誤っており、文系・理系を問わない誤りのように思われる。なお、この終了命令の誤りは、ロボットの操作に慣れてきた 2 週目の提出では、1 割弱に減った。

3.4 北海道大学でのアンケート結果

第 1 グループを除き、第 2 グループから第 4 グループまで、2 週目の授業終了後に、アンケート調査を行った。項目は、1. 普段のコンピュータの利用目的、2. プログラミング経験、3. プログラム作成、ロボットへの入力、修正、実行の簡便さについて、4. プログラムの面白さ、興味、関心等、5. ロボットに関する自由記述、に分類される。本稿では、特にプログラム作成から実行までの簡便さ、興味関心、ならびに自由記述を確認する。回答数は設問によるが全体で概ね 58 名である。また、プログラミング経験者はうち 9 名である。

項目 3 のうちロボットへのプログラム入力・修正・実行に関わる内容は肯定的回答と否定的回答はほぼ拮抗していた。一方で、ロボットへの命令そのものは 6 割が理解しやすいと思ったにも関わらず、プログラムの作成が簡単であるとの質問に対する肯定的回答は 4 割強であった。つまり、プログラムを作成したもの、思う通りに動作しない状況の利用者が 2 割程度いたことが想定される。

一方、本ロボットに対する面白さは 8 割強が肯定的に回答しており、プログラミングに対する興味も 7 割の学生が増したと肯定的に回答している。プログラミング経験者が 15%程度である現状では、それらを差し引いても半数以上の学生の動機づけ向上に成功している。このことから、大学一般教育としてのプログラミングの導入教育として、本ロボットは適切な教材であると評価できると考えている。

4. おわりに

本研究では、この教材ロボットを高等教育機関におけるプログラミングの導入教育として利用できることを示した。そこではプログラミング経験のない初心者の学生でも容易に利用できていることから、本ロボットは初心者のプログラミング教材に最適であると考えている。

謝辞

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) T. Noguchi, H. Kajiwara, K. Chida and S. Inamori, "Development of a Programming Teaching1-Aid Robot with Intuitive Motion Instruction Set", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.29 No.6, pp.980-991, December 2017
- (3) 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "プログラミング学習のための仮想コンピュータ制御ロボット", 教育システム情報学会全国大会, pp.47-48, 2015.9.