

ロボットを用いた初級プログラミング教育の試み

大阪産業大学工学部情報システム工学科

中村 孝 大垣 斉

〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1

TEL:072-875-3001 FAX:072-870-1401

E-mail:nakamura@ise.osaka-sandai.ac.jp

概要

入門者向けの初級プログラミング教育を実施する上での問題点として、例題が魅力的でないことがあげられる。計算結果を文字列表示する例題がほとんどであり、GUIを日常的に利用している学生にとっては魅力に乏しいプログラム例なのである。プログラム例の実行結果が視覚的(ビジュアル)で魅力的(アトラクティブ)であれば、プログラムによる実行結果の違いが明確にわかり楽しみ(アミューズメント)の面からも学生の動機付けにつながると考えられる。本論文では、このような観点から視覚的で魅力的な実行結果をもたらす教材・例題としてロボット(MindStorms)を利用した試みを行った結果について述べる。MindStormsを用いたプログラミング教育は、初級レベルとして大学生以下の教育にも効果的であると考えられる。またロボットの形状についての工夫も実習として取り入れることにより、モノ作り教育的な観点からも効果的教育につながると予想される。

1. はじめに

筆者らは情報システム工学科2年生を対象としたプログラミング演習の授業を担当している。この授業は初めてプログラミングを行う学生を対象としたものであり、プログラミング言語としてはC言語を取り上げている。

授業を実施して感じる問題点として、例題が魅力的でないことがあげられる。計算結果を文字列表示する例題がほとんどであり、GUIを日常的に利用している学生にとっては魅力に乏しいプログラム例なのである。プログラム例の実行結果が視覚的(ビジュアル)で魅力的(アトラクティブ)であれば、プログラムによる実行結果の違いが明確にわかり楽しみ(アミューズメント)の面からも学生の動機付けにつながると考えられる。

このような観点から、筆者らはまず視覚的な実行結果をもたらす教材として顔エージェントを利用したシステムを試作した[1,2]。これはC言語の関数呼び出しにより画面上の顔エージェントの表情などが変化するものであり、画像の表現力などからある程度魅力的な実行結果をもたらすことができた。

本論文では、より視覚的・魅力的な実行結果をもたらすものとして実世界でのロボット



図1 顔エージェント利用システムの実行例

の動作を取り上げ、教材・例題としてロボットMindStormsを利用した試みを行った結果について述べる。

2. MindStorms

MindStormsとは、玩具メーカーのLego社から発売されたロボットとロボットの動きをプログラムで制御するためのソフトウェアで構成されたキットである。MindStormsでのプログラミングはパソコン画面上でブロックを組み合わせることで作成するビジュアルプログラミングを取り入れたものになっている。またMindStormsでは作成したプログラムの実行結果は、ロボットの動きという目に見える結果になる。本研究では、いくつかあるMindStormsシステムのうちRIS(Robotics Invention System)を用いた。

RISを使ってロボットを作る過程は、

- (1)組み立て
 - (2)プログラミング
 - (3)ダウンロード
 - (4)実行
- の4段階に分けられる。

A case study of Robot-Programming exercises.

T. NAKAMURA, H. OHGAKI
Osaka Sangyo University

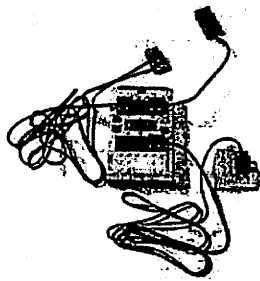


図2 RCXとセンサー・モーター

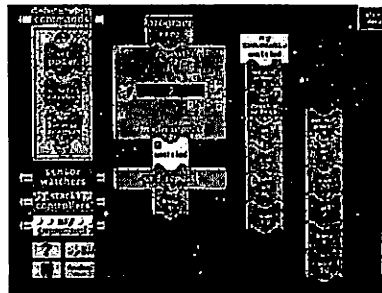


図3 RCXコードによるプログラミング

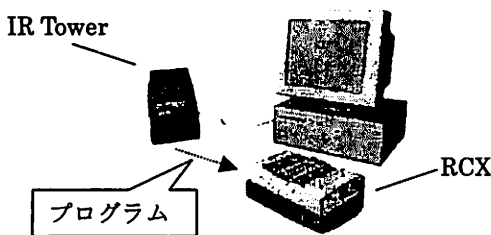


図4 プログラムのダウンロード

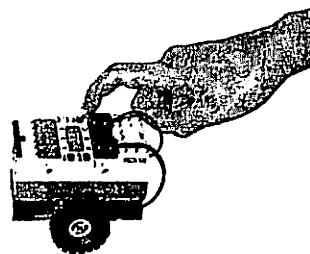


図5 ロボットを動かす

(1) 組み立て

RISにはロボットを作るために700以上のブロックとタイヤ、キャタピラなどの部品と、モーター、センサー（タッチセンサー・ライトセンサー）、頭脳をつかさどるRCXがセットになっている。これらを自由に組み合わせて、自分だけのオリジナルロボットが作れるのである。

RCX(Robotics Command System)はレゴブロックに組み込まれたマイクロコンピュータであり、パソコン上で作成したプログラムを5つまで記憶させることができる。そしてRCXはタッチセンサーやライトセンサーからのデータを受け取り、モーターをコントロールする(図2)。

(2) プログラミング

パソコン上でRISのソフトウェアを使ってRCXコードでプログラムを作成する。RCXコードはパソコンの画面上でブロックを組み立てる形でプログラムを作成していくビジュアルプログラミング言語である(図3)。

(3) ダウンロード

プログラミング画面上の操作により、赤外線トランスミッター(IR Tower)を経由してプログラムがRCXにダウンロードされる(図4)。

(4) 実行

ダウンロードが終われば、RCXのRunボタンを押すと転送したプログラム通りにロボットが動きはじめる(図5)。

3. 教材としてのMindStorms

MindStormsをプログラミング教育の教材として用いることの利点として、以下の2つの点があげられる。

1. 簡単にプログラムを組むことができること。
2. 実行結果が視覚的で学生の興味を引くこと。

1. については、ビジュアルプログラミング言語であるRCXを利用しているためにプログラミングを直感的に行うことができる。RCXは流れ図(フローチャート)と類似性があり制御構造などの学習が用意である。

2. については、実行結果が実物としてのロボットの動作という視覚的・魅力的なものであり、学生の学習意欲向上につながると考えられる。またロボットの形状とプログラムともに変更可能であるため発展性があり、学習者を高度な自学自習に導くことができる。

ただし、ブロックの組み合わせによる形状の変更とプログラミングによる動作の変更がともに自由に行なえることは入門者にとっては

		学生の活動	指導上の留意点
1 週目	1 限	MindStorms 説明書を熟読し練習問題を行う。	MindStorms の概要について説明する。
	2 限	学生実験指導書を熟読し例題を行う。	
2 週目	1 限 2 限	学生実験指導書の課題を行う。	時間的余裕があれば、学生にプログラムを自由に作成させる

図 6 指導計画の概要

複雑すぎることも考えられる。入門者にとっては、まずは形状を固定してプログラミングでの動作の変更のみを行なうなどの工夫が必要かも知れない。

4. 試作教材について

学部生の学生実験を対象として、ロボットの形状を固定してプログラムの制御構造を学習する指導書および説明書を作成し試験的に実験を実施してみた。指導計画の概要を図 6 に示す。

4. 1 学生実験指導書

学生実験指導書は、MindStorms を教材として週に 1 回の実験を 2 時限(90 分×2)、2 週間にわたって行うと想定した学生実験の指導書(マニュアル)である。

- 実験の題材としてプログラムの制御構造を選んだ。逐次・分岐・繰り返し構造を含んだプログラムを作成させ、作成したプログラムはフローチャートとしても表現させた。
- ロボットはあらかじめ形作られており、形状の変更はないものとした。ロボットは RCX とタッチセンサー 1 個、モーター 2

個、タイヤからできている。モーター 2 個にはタイヤ(大)を接続しているが、前輪のタイヤ(小)はモーターには接続されていない(図 7)。

特に工夫した点としては、

- 学生をプログラミング初心者として想定したので概要として制御構造についての説明をつけた。
- 例題は、プログラムの制御構造がわかりやすいようなプログラム例を選んだ。
- 例題・課題ともに、プログラムをフローチャートで表現させることで制御構造の理解を確認させた。

などがあげられる。

4. 2 MindStorms 説明書

MindStorms の基本的な使い方に関する説明書を作成した。「MindStorms 説明書」には、ハードウェア・ソフトウェアの細かな説明やプログラミングの方法、RCX コードの一覧表、プログラミングの初歩的な練習問題などが書かれている。

4. 3 教材による試行実験

作成した教材を用い、数名の学生を対象として学生実験と同様に実験の試行を行なった。

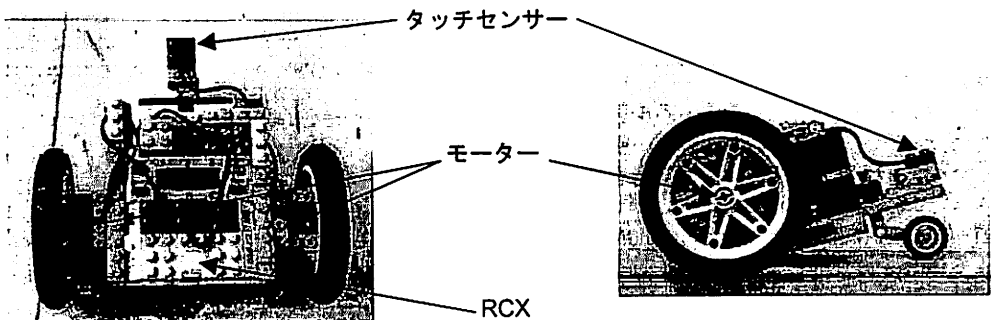


図 7 実験で用いるロボット

実験を行なった学生のコメントとして、

- ・ プログラムはカラフルで面白い。
- ・ 全体的に問題数が少ない。
- ・ 「学生実験指導書」と「MindStorms 説明書」が説明不足なのか、何をしたらいいかわかりづらい。
- ・ 実験には関心が持てる。
- ・ 確かに、MindStorms のプログラムの形はプログラムの制御構造のフローチャート図と類似している。
- ・ プログラムの組み方が、最初はとまどったが慣れると簡単に作成できた。
- ・ プログラムによって、いろいろなロボットの動きが得られ面白い。
- ・ ロボットの形が決められているので、プログラムに制限がある。
- ・ 時間が余ったので、ロボットの形を学生自身で変えられるようにするとよい。

などを得ることができた。この結果から、学生のMindStorms に対する関心は大きく、プログラミング技術の習得も速いという感触を得ることができた。

5. まとめ

MindStorms を用いたプログラミング教育の有効性について検討するために、学生実験を対象として教材を作成し、試行的に実験を実施した。ロボットのプログラミングを題材としたプログラミング教育の有効性についてはある程度示せたと考えられるが、実際の授業にて適用するなどのさらなる検証が必要であろう。

MindStorms を用いたプログラミング教育は、初級レベルとして大学生以下の教育にも効果的であると考えられる。またロボットの形状についての工夫も実習として取り入れることにより、モノ作り教育的な観点からも効果的的教育につながると予想される。

参考文献

- [1] 中村孝, 大垣斉: ビジュアル教材によるプログラミング教育の試みー顔エージェントの利用ー, 情報処理学会春期全国大会, 3X-01 (1999).
- [2] Takashi NAKAMURA, Hitoshi OHGAKI: A Case Study of Exercise Programming with Animated CG Agents, Proc. of ICCE 99 (1999).
- [3] MINDSTORMS ROBOTICS INVENTION SYSTEM 1.5 USER GUIDE
- [4] 古川剛: MINDSTORMS BOOKーレゴブロック

でロボット作り, 日経 BP 社 (1999).

付録: 関連情報

MindStorms の情報源:

- ・ LEGO 社の MindStorms 公式サイト(英文): <http://www.legomindstorms.com/>
- ・ MindStorms 情報局:<http://www.mi-ra-i.com/JinSato/MindStorms/>

RoboCup: ロボットサッカー活動. 入門用として MindStorms を利用しようというグループあり. 特に教育方面として RoboChallenge 活動がある.

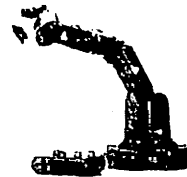
- ・ ロボカップ公式サイト(英文): <http://www.roboocup.org/>
- ・ 日本語版ロボカップのページ: <http://www.er.ams.eng.osaka-u.ac.jp/roboocup/>
- ・ ロボチャレンジ公式サイト: <http://www.robochallenge.org/>

公立はこだて未来大学: 1年生のプログラミング演習教材として MindStorms を利用している.

- ・ <http://fun.ac.jp/>

他のロボット教材情報:

- ・ ロボコンマガジン: オーム社の雑誌. ロボット教材の情報多数. <http://www.ohmsha.co.jp/robocon/>
- ・ エレキット社のページ: 種々のロボット教材を取り扱っている. いくつかはパソコン上で作成したプログラムにより動作を制御できる. <http://elekit.co.jp/>



- ・ ワクチン君: 3D 社の超小型自走ロボット. パソコン上で作成したプログラムをダウンロードして動作を制御できる. <http://www.3dweb.co.jp/vaccan.html>

