

ロボットを用いたプログラミング教育のための支援システムの開発

野口 孝文[†] 布施 泉[†]

北海道大学[†]

1. はじめに

我々は、小型コンピュータを用い直感的に分かりやすい動作命令セットを持つロボットを開発し、大学等においてプログラミングの導入教育に利用してきた⁽¹⁾⁽²⁾。ロボットのプログラム作成は、ロボット単独でも PC を使用しても作成することができる⁽³⁾。本論では、PC を用いた本ロボットのプログラム作成支援システムの開発について報告する。

2. プログラミングロボット

2.1 ロボットの構造とプログラムの作成

図1に教材のプログラミングロボットを示す。ロボットは、2つのモータに直結した車輪で移動する。ロボットを制御する命令セットには、モータ制御やセンサ入力を読み取る命令の他、演算命令等も用意している⁽⁴⁾。そして、ロボットを動作させるプログラムの入力や実行は、すべて図1のロボット上面にあるスイッチのみで行うことができる。ロボットのプログラム作成は、すべてロボット上のスイッチの操作で行うことができるが、これまでの実習における学生のコメントから、プログラムが20ステップ以上になると操作が面倒になることが言われてきた。これに対応するために、ロボットを PC に接続して、プログラム作成の支援をしたりプログラムを実行させたりすることもできるようにしている。

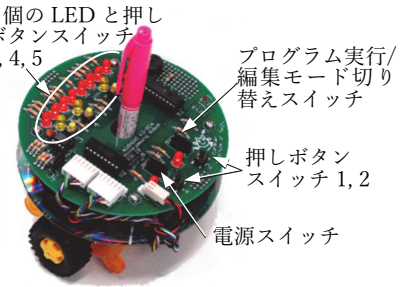
2.2 PC によるプログラムの作成支援

ロボットには、PC 間でデータを授受したりロボットを制御したりするために、データの授受や指定番地からのプログラムのダンプや実行といった制御命令を用意している。ロボットの押しボタンスイッチ1,2を同時に押しながら電源投入すると通信モードになり、PC からの命令を送信してロボットを操作することができるようになる。

PC 側のシステムは、ロボットに命令を送るほか、命令を利用してプログラムの送信を実現し

ている。また、8個のLEDと押しボタンスイッチ3,4,5、プログラム実行/編集モード切り替えスイッチ、押しボタンスイッチ1,2、電源スイッチ

図1 プログラミングロボット
機械語への変換機能を PC 側のシステムで実現している。



3. IntelligentPad のフレームワーク

3.1 IntelligentPad

PC 側のシステム開発には、IntelligentPad⁽⁵⁾を用いている。IntelligentPad は、パッドと呼ばれるオブジェクトをダイナミックに組み合わせたり、変更したりできるシステムである。パッドは、ディスプレイ上に可視化され、マウスによる直接操作で自由に組み合わせることができる。パッド同士の結合は、標準化されたスロットの結合によって行い結合と同時にパッド同士のメッセージ授受が可能になる。

3.2 MVC アーキテクチャ

本システムは、デスクトップウインドウの上に、MVC(Model/View/Controller)の3つのオブジェクトから構成するパッドオブジェクト部品を組み合わせ実現している。

デスクトップは、パッドのうち Controller を管理し、マウスやキーボードイベントの各オブジェクトへの振り分けを行っている。またウインドウに表示したメニューの処理も行っている。Controller は、View を管理し、デスクトップからのマウスやキーボードのイベントを View に送っている。また、パッドごとの操作メニューの処理も行っている。View と Model は相互に登録し、Model が保持するパッドの状態(スロット)に基づいたデスクトップの表示機能を実現している。また、他のパッドの View (親パッド・子パッド)を登録し機能連携(スロット結合)を実現している。

Development of a Support System for Programming Education Using Robots

[†]Takafumi Noguchi, Izumi Fuse

[†]Hokkaido University

3.3 フレームワークに基づくパッド部品の作成

パッドの操作性（移動や貼り合わせ等）を基本パッドクラス(MVC)で実現し、すべてのパッドが、これらのクラスのサブクラスで実現している。これによって、パッドに対する操作性を統一することができる。このフレームワークによって、新たなパッドは、必要な機能のみの追加で実現できている。

4. プログラム作成支援システム

4.1 Python を用いた支援システム開発

本プログラム作成支援システムの開発に Python を用いることで、ユーザは PC にインストールなしでシステムを利用できる。また、システムは通信機能やプログラム入力機能、機械語への変換機能といったモジュールを上述のフレームワークに基づいて作成することで、操作性や機能の変更が容易になっている。

図2にロボットのプログラム作成支援システムを示す。図の中の矩形の部品がそれぞれパッドである。図2の上方右の部品から、アセンブリ言語で書かれたプログラムを機械語に変換する機能、機械語のプログラムをロボットのメモリに書き込む制御命令変換機能、ロボット命令を一つずつ取り出し通信部品へ渡す機能、そして図の左が通信機能の部品である。IntelligentPad によるシステムの開発は、システムを構成する機能部品ごとに独立して行うことができ、それぞれの部品の変更も容易に行うことができる。

4.2 Python による IntelligentPad 開発の利点

本研究では IntelligentPad の開発に Python を用いている。IntelligentPad を用いることによって効率的にシステムの開発を行うことができるが、Python がインタプリタであることやオブジェクト指向言語であることで、より効率的に開発を進めることができている。さらに、豊富な Python のライブラリが利用できるという利点もある。また、Python にはシステムを1つの実行ファイルのまとめる機能もあり、システムを PC にインストールすることなく利用できるようになるという利点もある。

4.3 センサを用いた課題

本支援システムとロボットを用い、2022 年度北海道大学一般教育演習（フレッシュマンセミナー）「プログラミングロボットでピタゴラスイッチ」90 分の授業 15 回で実施した。受講者は、22 名であった。15 週の内訳は、1 週はガイダンス、2～5 週は個別学習による（操作法、繰り返し、条件分岐、等）といった基本的な操作。6～12 週は、グループによる作品企画とプログラム

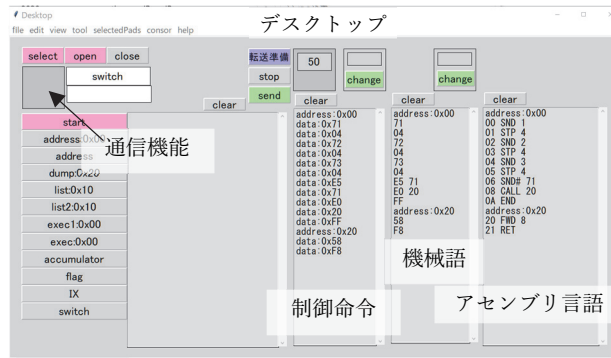


図2 プログラム作成支援システム

作成、13～14 週は発表会、15 週は振り返りとまとめである。グループは3から4名で構成し、作品には、光センサとボール、音を出すことを課している。本実習において、本システムは問題なく利用ができています。

5. おわりに

本研究では、これまで行ってきたロボット教材を用いた個別学習と協調学習を組み合わせたプログラミング教育を支援するために、新たに Python を用いてプラットフォームシステムを開発したことについて述べた。本システムは、PC にインストールすることなく利用でき、新たな機能の追加や変更も容易にできるようになった。

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B) (19H01727) および(B) (22H03597) 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)
- (3) 野口孝文, 布施泉: “ロボットを用いたプログラミング教育のためのプラットフォームシステム”, 教育システム情報学会全国大会, pp. 69-70 (2022)
- (4) 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 (2017)
- (5) 野口孝文, 田中譲: “コンストラクションセットを持つマイクロワールド”, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 1, pp. 152-166 (1995)