

ロボット教材を用いたプログラミング遠隔協調学習環境

Remote Programming Collaborative Learning Environment using Robot Teaching Materials

野口 孝文^{*1}, 布施 泉^{*1}, 梶原 秀一^{*2}, 千田 和範^{*3}, 稲守 栄^{*3}

Takafumi Noguchi^{*1}, Izumi Fuse^{*1}, Hidekazu Kajiwara^{*2}, Kazunori Chida^{*3}, Sakae Inamori^{*3}

^{*1}北海道大学

^{*1}Hokkaido University

^{*2}室蘭工業大学

^{*2}Muroran Institute of Technology

^{*3}釧路高専

^{*3}National Institute of Technology, Kushiro College

Email: noguchi@iic.hokudai.ac.jp

あらまし：プログラミング教育においては、実際にプログラムを作成し試行錯誤することが重要である。我々は、直感的に分かりやすい移動命令を作ることによって幅広い学習者が試行錯誤しながら学ぶことができる教材ロボットを開発し授業で利用してきた。しかし、2020年の初めからのウイルス感染の流行によりオンラインで授業を行う必要があった。本研究では、インストール不要のプログラム作成支援システムを開発することによって、ロボットを用いた遠隔授業に対応した。

キーワード：プログラミング教育、ロボット教材、オンライン授業、協調学習

1. はじめに

2020年の初めからのウイルス感染の流行は2021年も継続し、リモート授業が進んでいる。これまで、対面授業が当然と考えられてきた実験や実習も新たな教育方法が必要とされるようになってきた。

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⁾。また、対面授業を前提に、共同で作品を制作する課題に個別学習と協調学習を組み合わせた形態で取り組むことで学習効果を上げてきた⁽³⁾。

このような実機を用いたプログラミング教育は、本来、対面授業で行うことが想定されているが、2020年度はそれが許されない状況であった。本論では、このロボットを用いたプログラミング実習を対面授業とオンライン授業を混合したハイブリッド型で行ったことについて報告する。

2. 教材ロボットの構造

図1に本教材ロボットを示す。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

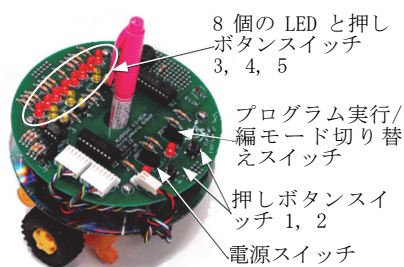


図1 教材ロボット

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ようにしている。

3. プログラム作成の支援

3.1 これまでのロボットプログラムの作成方法

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。しかし、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。

ロボット側からはプログラムやデータを16進数で出力できるほか、プログラムを逆アセンブルした結果を出力することができる。またPC側からはアセンブリ言語で作成したプログラムを機械語に変換し、PCに送ることができる。これまでは、PC側に通信とロボットのプログラムを編集するシステムを予めインストールしていたが、遠隔授業での利用を実現するためには、より簡単に利用できるようにする必要がある。

3.2 プログラムの作成と実行

ロボットと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、表1に示すロボット制御コマンドを用意している。PC側から表に示すコマンドの文字列を送信するのに呼応してロボットが動作する用にしている。

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

表1 教材ロボット操作コマンド (一部)

コマンド	利用例	説明
address	address:0x00	データの書き込み・読み出し開始位置の設定
accumulator	Accumulator	アキュムレータの値を出力
	accumulator:0xAB	アキュムレータに 171 を設定
flag		フラグの値を出力
data	data:0x54	データの書き込み
exec	exec:0x00	00 番地から始まるプログラムの実行
exec1	exec1:0x00	00 番地の命令の実行
dump	dump:0x20	address で設定した位置から 32 個データをダンプ
list	list:0x00	00 番地から始まるプログラムをダンプ
stop		コマンド転送モードの終了

ている。また、ロボットの実行プログラムは、機械語のみに対応しているため、アセンブリ言語によるプログラムと機械語への変換機能は PC 側のシステムで実現した。PC 側のシステム開発には、Python を用いインストールをせずに利用できるようにした。

しかし、ロボットと PC を接続するケーブルに USB-シリアル変換ケーブルを使用したため、デバイスドライバをインストールする必要がある。これまで 3 回の授業 (60 人余り) を行ったが、このインストールは順調に終了している。

3.3 システムの起動と機能

ロボットを制御する PC 側のシステムを図 2 に示す。図の左は、ロボットからの出力を表示部、中央には、ロボットのコマンドのひな形をボタン操作でできるようにしたボタン、右にはアセンブリ言語や機械語の入力編集ができる機能が表示されている。

本システムは、実行ファイルの他システムの状態を保存したファイル等を含むいくつかのファイルの入ったフォルダを、PC 上に保存し、実行ファイルをマウスクリックのみで使用することができる。本システムは、日本語環境で作成しているため、予め OS で日本語表示ができるように設定しておく必要がある。このことですぐに立ち上がらなかった PC があったが、設定後は特に問題なく起動し、ロボットとのデータ授受も実現できた。

ウェブ会議システムを用いたオンライン授業では、学生の作成したプログラムについての相談も受けた。その際は、学生の PC 画面を共有化することの他、PC 上のロボットプログラムをウェブ会議システムのチャット機能などを介して取得し、教師側のロボットで動作させ不具合を確認することを行った。

4. 遠隔協調学習

4.1 2020 年度の授業カリキュラム

後期に、半期 2 単位の授業として行った。2 つの授業を並列に開講し、合計 45 名程の受講者である。

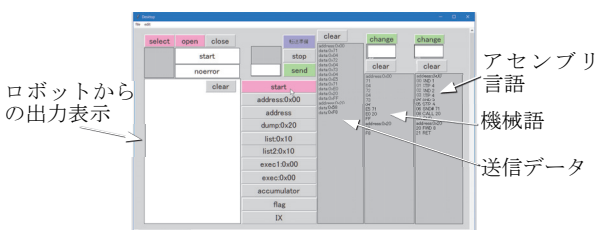


図2 ロボットプログラム開発システム

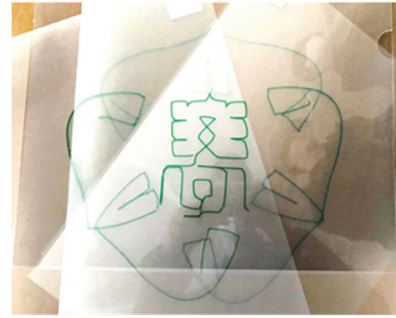


図3 クリアフォルダを用いたグループ作品例

全 15 回のうち、第 3 回～第 7 回と第 14 回の 6 回を対面授業とし、残りはオンラインで授業を行った。第 3 回から第 7 回は対面の個別学習でロボット操作に慣れてもらった。第 7 回でロボットを修理道具とともに自宅に持ち帰り、第 13 回までをオンラインのグループ活動とし、第 14 回に対面発表会を行った。

4.2 グループによる協調学習

2 つの授業では、グループで作成すべきテーマ設定を変えて実践を行った。一つはロボットを協調的に動かす「ダンス」をテーマとし、もう一つはクリアフォルダ内に各自が描画を行い、グループメンバーを重ねて一つの作品を創るものとした。図 3 に後者のグループ作品の例を示す。いずれもウェブ会議システム上で子会議室を活用しながら、協調的に作品制作を行い、親会議室で質問相談を行った。

4.3 学生による評価

従来の対面授業とほぼ同様の評価を得たものの、ロボットを持ち帰らせたことによる長短の評価があった (ロボットに触る機会が多くなったことによる愛着や慣れ、不具合を感じ否定的に感じる意見等)。

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、遠隔授業に適用したことを報告した。また、それを実現するために新たにシステムを開発したことについて述べた。

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(19H01727)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, 筑波, pp.269-270 (第 4 分冊) (2014)
- (3) 布施泉, 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "ロボット教材を用いた個別学習を連携した協調学習", 教育システム情報学会研究会報告, p 7 (2019)
- (4) T. Noguchi, H. Kajiwar, 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)