

IoT を用いた宿題提出機能を持つプログラミング学習環境

Programming Learning Environment with Homework Submission Function Using IoT

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：2020 年度から小学校においてもプログラミング教育が導入されるようになった。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。一方、2020 年の始めからのウイルス感染の流行により授業が開始されない状況が続いた。このような背景からプログラミング教育においても自学自習を促す教材の開発が求められる。我々は、幅広い学習者の試行錯誤しながらの学びを促すために直感的に分かりやすい移動命令を持つ教材ロボットを開発してきたが、さらに自学自習を促すために、IoT 化によって通信インフラのない場所からも課題提出できる機能を開発した。

キーワード：プログラミング教育、ロボット教材、IoT、LPWA

1. はじめに

2020 年の始めからのウイルス感染の流行により小学生から大学生まで長期間自宅待機を余儀なくされ、改めて遠隔教育や自学自習の教材を用いた学習が注目されることになった。一方、プログラミング教育は適切な課題やそれに試行錯誤しながら取り組むことができるプログラミング環境を必要とするため、自学自習が難しい科目の一つでもある。そこで手軽に利用できるプログラミング学習教材が求められている。

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⁾。そこでは、基本的な操作やプログラミングの学習をした後より深く学ぶために、絵を描かせるといった作品制作を課題にした授業を行っている⁽³⁾。

本論文では、ロボットを IoT 化することによって、課題の提出を通信インフラのない場所からも可能にして自学自習を支援することについて述べる。

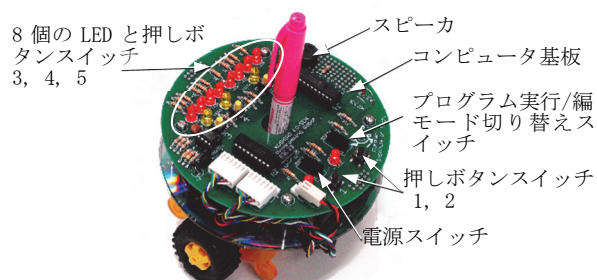


図 1 教材ロボット

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。一方、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。

本研究では、ロボットの PC 接続端子に通信機能を持つ基板を接続してロボットを IoT 化することによって、作成した課題プログラムを送信して他者と共有することを実現した。

3. LPWA を用いた IoT

これまで、本教材ロボットで作成したプログラムを他者と共有するには、ロボットを PC に接続してプログラムを転送し配送する必要があった。そのため PC のネットワーク接続は必須である。本研究では、IoT 化によって通信インフラのない環境からも、自学自習で作成した課題を提出できるようにした。

3.1 LPWA を利用したロボットの IoT 化

本研究では、IoT 化するためのチップとして、ソニー社製の ELTRES を用いた。ELTRES は LPWA (Low Power Wide Area) モジュールである。送信出力が 20mW と低いにもかかわらず 100km 以上の伝送能力がある。一方 ELTRES には、1 分間 (最短の送信間

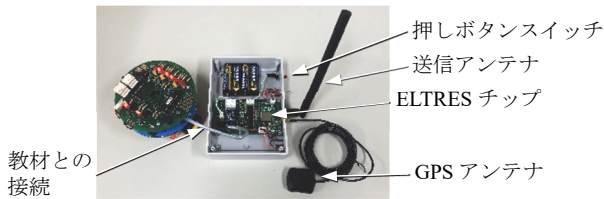


図2 教材ロボットと送信システム

隔)に128bitの送信機能のみという制約がある。

ELTRESは、水道やガスなどの使用量データの送信のほか、子供の位置確認やお年寄りの見守りなどに利用されている。ELTRESと教材ロボットの接続の様子を図2に示す。ELTRES側には、教材ロボットにある小型コンピュータと同様のものが組み込まれ、教材ロボットおよびELTRESモジュールと通信を行っている。ELTRES側のボタンスイッチを押すと、次節に述べるコマンドが教材ロボットに送られ、教材ロボットからプログラムを取り出し、それを128bitずつに分けて送信する。

3.2 ロボット操作のコマンド

教材ロボットは、基板下方に取り付けたポートを介してPCと通信をすることができる。教材ロボットの押しボタンスイッチ1,2を押しながら電源投入するとPCとの通信モードが起動される。この状態でPCから表1に示すコマンドを送るとロボットとの間でプログラムを転送したりプログラムを起動したりすることができる。

ELTRES側の押しボタンスイッチを押すと、表1に示した「dump」コマンドが教材ロボットに送り、プログラムを取り出すようにしている。プログラムは図3の(c)に示す16進数で表示されたByteを単位としたデータの集まりである。

4. 教材ロボットのプログラムと送信データ

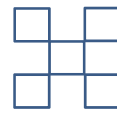
4.1 ELTRESの送信時間

教材ロボットのプログラム領域は256Byteある。後半部分の50Byteほどは回転角度や移動距離を調整するための属性値を保存しているため、約200Byteがユーザのプログラム領域になる。また、ELTRESで一度に送信できるデータ量は128bit

表1 教材ロボット操作コマンド

コマンド	利用例	説明
start		コマンド転送モードの開始
address		データの書き込みおよび読み出し開始位置を出力
address	address:0x00	データの書き込みおよび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
IX	IX	インデックスレジスタIXの値を出力
	IX:0x10	インデックスレジスタIXに16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で設定した開始から32個のデータをダンプ
list	list:0x00	00番地から始まるプログラムをダンプ
lit2	list2:0x00	00番地から始まるプログラムをダンプ、16進データ付き
stop		コマンド転送モードの終了

課題：下図のような四角形を連続して描くプログラムを作ってみましょう。



(a) 課題

番地	命令	機械語
0	FOR 4	C4 繰返し
1	FOR 3	C3 繰返し
2	FWD 4	54 前進4cm
3	RGT C	6C 右回転90°
4	ENDFOR	F0 繰返し終端
5	FWD 8	58 前進8cm
6	ENDFOR	F0 繰返し終端
7	END	FF 終了

(b) プログラム

C4C3546CF058F0FF0000000000000000

(c) 送信データ

図3 教材ロボットを使った課題例と送信データ(16Byte)であるため、複数回に分けて送る必要がある。初心者のプログラムの課題としては、数Byteから30Byte程度(これまでに作成した課題例から)と考えられる。すなわち2回程度(3分間に1回の通信のとき6分)の送信で終了できると考えている。

4.2 ロボットの課題例と送信データ

図3に課題の例と送信データを示す。学習者は教材ロボットに直接プログラムを入力し、試行錯誤しながら完成させる。完成後、教材ロボットをELTRESシステムに接続し、送信ボタンを押す。数分待つと、送信データが送られる。この例の送信データは、8Byteであるため、残りの8Byteは0で埋められる。

5. おわりに

本研究では、自学自習を支援するために教材ロボットをIoT化することによって、課題の提出を通信インフラのない場所からも可能にしたことについて述べた。ELTRESの商用受信アンテナは全国に立てられてきているが、本研究では試験用に設置したアンテナを用いて、アンテナから20kmほど離れた地点から送信し受信を確かめている。今後、アンテナが設置されることにより、自習した結果を学校で集約しコンピュータ上で分析し、個別または、全体に指導を行うことができるようになると考えている。

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. 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)