

## ロボット教材を用いた個別学習と協調学習が混在できる学習環境

### A Learning Environment where Individual and Collaborative Learning using Teaching-aid Robot can be Mixed

野口 孝文<sup>\*1</sup>, 布施 泉<sup>\*1</sup>, 梶原 秀一<sup>\*2</sup>, 千田 和範<sup>\*3</sup>, 稲守 栄<sup>\*3</sup>  
Takafumi Noguchi<sup>\*1</sup>, Izumi Fuse<sup>\*2</sup>, Hidekazu Kajiwara<sup>\*3</sup>, Kazunori Chida<sup>\*1</sup>, Sakae Inamori<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>北海道大学

<sup>\*1</sup>Hokkaido University

<sup>\*2</sup>室蘭工業大学

<sup>\*2</sup>Muroran Institute of Technology

<sup>\*3</sup>釧路高専

<sup>\*3</sup>National Institute of Technology, Kushiro College

Email: noguchi@iic.hokudai.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、直感的に分かりやすい移動命令を持っているため、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。本報告では、ロボットを IoT 化することによって、個別学習から協調学習までシームレスに利用できるようになったことを報告する。

**キーワード：**プログラミング教育, 協調学習, ロボット教材, IoT, IoT プラットフォーム

#### 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命令セットを持つロボットを開発し、大学等におけるプログラミングの導入教育に利用してきた<sup>(1)(2)</sup>。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グループで作品を提出する課題を与えるという授業を行った。各グループは、作品を考えそれを小さな課題に分割し個別に制作しそれを持ち寄って、統合した作品にする。これまでは、複数のロボットの動作が同期して見えるように、試行錯誤で調整したり 1 台のロボットにプログラムを統合したりして、作品を作ってきた。

本論文では、ロボットを IoT 化することによって、個別にプログラムした任意のロボット同士の組み合わせが操作簡単になり、より複雑な動作もできるようになったことについて述べる。また、ロボット同士の統合を容易にする IoT プラットフォームについても述べる。

#### 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つのギヤ

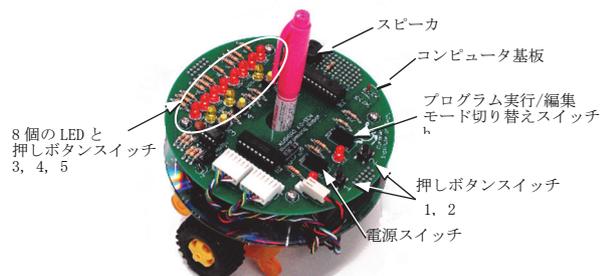


図 1 教材ロボット

ド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、演算命令等の用意している<sup>(4)</sup>。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ばかりでなく、PC に接続して PC からプログラム作成の支援をしたりプログラムを実行したりすることができる。本研究では、この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 化しプログラム作成の支援や、ロボット同士の連携を実現した。

#### 3. 協調学習の方法

個別学習は、独力で課題を解くことから、確実に学習を進めることができる可能性が高いといえる。また個別学習はグループ学習に比べ、学習に行き詰まって先に進めなくなる可能性が高いという欠点もある。一方グループによる学習には、異なる視点を取り入れたディスカッションや試行錯誤ができることから、より深い学習ができる可能性が高いという利点もある。しかしグループ学習は、学生間に知識の差があるとき、何らかの制御がないと一人の学生が主導的に実験や実習を進めてしまうことが懸念される。この様に個別やグループで行われる実験や実習のそれぞれの形態には長所と短所がある。

本研究では、個別学習と協調学習を組み合わせ、両者の利点を合わせ持った協調学習支援システムを提案する。

##### 3.1 室蘭工大における協調動作

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

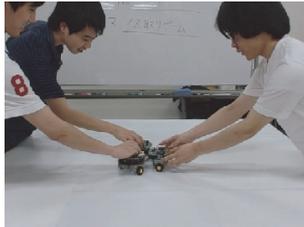


図2 教材ロボットを使った協調学習

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。その様子を図2に示す。このときのプログラムは全てロボット上面のスイッチを用いておこなった。そのときの感想には、長いプログラムの入力やロボットの同期が面倒ということを書いたものがあった。

### 3.2 北海道大学における協調動作

北海道大学では、2017年から本ロボットを用いた授業を行っている。2018年には、グループで作品を提出する課題を与えた。グループは数人の学生で構成され、グループごとに1つの作品（動作や図形描画）を考え、そのプログラムを分担して制作し、統合することで完成させる。分担したプログラムを制作するときには、一人1台のロボットを使用した個別学習になっている。またプログラムの統合は、1台のロボットに順に分担したプログラムを書き込むことで行った。学生同士のプログラムの整合を考慮する必要があり、この作業は協調学習になっている。

2018年度は、科目名「一般教育演習（フレッシュマンセミナー）タンジブルな情報科学入門」における15回の授業のうち9回で、18名の履修者を対象に本ロボットを用いて授業を行った。ロボットは、原則として授業時のみに貸与し、授業時間外での貸し出しは行わないが、グループでのプログラム完成が遅れた1チームは授業時間外に集まり完成をさせた。また授業前半は個別学習として行い、ロボットの操作一般とロボットに書き込まれたプログラムをPC上で確認する方法、PCからデータをロボットに流し込む方法等を学習した。グループ活動は、3-4名のグループとし、グループ分けは履修者自身に決めさせた。全体で5グループとなった。テーマは、北大、北海道、自転車、雪、ハロウィン、の5種であった。グループ内で相談し、個別作業を役割分担し、最後に一つのプログラムとしてまとめ、ロボット1台を動作させた（1グループは描画と音を2台のロボットに分担させた）。個別プログラムを連結する際には、何らかの繰り返し処理を要するプログラムがあるグループでは、サブルーチンを用いる傾向が高かった。

学生の提出したレポートの感想には、協調学習について、従来の個別学習にはない分担や連携の方法を学ぶことができたことや完成させたときの楽しさについて書いたものもあった。

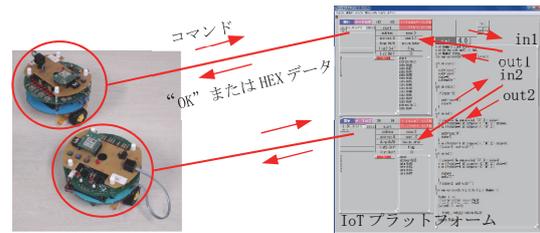


図3 IoT化したロボットとIoTプラットフォーム

## 4. ロボットのIoT化とIoTプラットフォーム

本研究では、シリアルポートにTCP/IP通信を行うインターフェースを図1のロボットに接続することでロボットをIoT化した。PCとの通信は、シリアルポートを介して行うのと変わらないが、ロボットを自由に配置できるようになった。また、ロボットと通信を行うコントローラのプログラムを複数個共存させ連携させることで、複数のロボットを同期させて動作させることができる。その様子を図3に示す。

図3の左は、ロボットの上面にWiFiの基板を載せたところを示している。また右は、ロボットの通信やロボットを統合するプログラムを実行するIoTプラットフォームである。IoT化したロボットを利用することによって、個別学習におけるプログラム作成やデバッグが容易になるばかりでなく、協調作業における連携動作やプログラム統合が容易になった。さらに、各ロボットのプログラムを実行させた状態で、PCを介してデータの授受もできるようになり、より多様な作品を作ることが可能になった。

## 5. おわりに

本研究では、ロボットをIoT化することによって、個別に作成した任意のロボット同士を組み合わせ動作させることを簡単にしたことについて示した。また、ロボット同士の統合を容易にするIoTプラットフォームについても示した。IoT化したロボットを導入することで、個別学習と協調学習をシームレスに支援することが可能になった。

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) 野口孝文, 布施泉, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, "高専・大学連携によるプログラミング教材の開発と利用", 教育システム情報学会全国大会, pp.135-136 (2018)
- (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)