

プラレールを用いた計測・制御向け学習教材の XBee による無線化 および制御基板のプリント基板化

西内 康裕, 中西 通雄
Yasuhiro NISHIUCHI, Michio NAKANISHI
大阪工業大学 情報科学部 コンピュータ科学科
Dept. of Computer Science, Osaka Institute Technology
Email: naka@is.oit.ac.jp

あらまし: 中学校技術家庭科の情報分野で必修になった「プログラムによる計測・制御」用の教材として、プラレールとタイルプログラミング環境を作成してきている。プラレールの制御装置として、AVR マイコンを搭載したプリント基板を作成し、さらに XBee を用いて USB ケーブルを不要とした。設計で工夫した点や苦勞した点、さらにはこの教材を中学生に体験してもらった結果について紹介する。

キーワード: プログラムによる計測・制御, Arduino, タイルプログラミング

1. はじめに

平成 24 年度より、中学校技術・家庭科の「プログラムによる計測・制御」が必修項目となった。しかし指導経験がない、教材開発ができていない、時間的・予算的制限があることなど、教員側の不安が大きいことが問題との指摘もある(1)。

本研究では、2013 年度に当時 4 回生の栗田大智が開発した「プログラムによる計測・制御向けのプラレールを用いた学習教材」を改良し、より使いやすく、学習を円滑に行えることを目的とした(2)。

2. 関連研究

プログラムによる計測・制御の教材としては、開隆堂の教科書にも掲載されているビュートレーサが有名であるが(3)、ここではそれ以外の 2 つについて紹介する。

2.1 LilyPad Arduino を用いた研究

この研究では、学習者は初心者用プログラミング環境 PEN を用いて、LilyPad Arduino に例えば「周りが暗くなると LED が点灯する」というプログラムを書き込む。そして学習者はぬいぐるみやかばん、服などの布製品に、プログラムを書き込んだ LilyPad Arduino や LED、光センサを縫い付ける。そして導電糸で LilyPad Arduino と LED、センサを結びつける。LilyPad Arduino にリチウムイオンポリマー電池を接続することにより、プログラムが開始され、周りが暗くなると布製品に縫い付けてある LED を光らせることができる。また、シミュレータも開発されている。このように LilyPad Arduino は手芸作品作りにも使えるマイコンボードであるので、計測と制御に興味を持たない生徒にとっても興味を引く教育ができ、また家庭分野と技術分野を横断した授業の提案ができる(4)。

2.2 Arduino を用いたエレベータ制御教材

大阪工業大学教職課程教授の荻野和俊は、担当している「情報科教育法」の中で Arduino を用いた実習教材を開発した。プログラムは Arduino IDE 上で C 言語に似た言語を用いて作成する。授業では、ま

ず 1 コマ (90 分) で、シリアルモニタやスイッチを用いてセンサの使い方と、プロペラを用いてモータの制御を修得させる。次の 1 コマで、Arduino UNO とモータ、センサ、スイッチを組み合わせで作成されているエレベータ模型を用いて、「上昇ボタンを押すとエレベータが上昇しセンサが反応すると停止し、それ以上上昇しなくなる。また、下降ボタンを押すとエレベータが下降し、センサが反応すると停止しそれ以上下降しなくなる」プログラムを作成させる。この実習を通して、高校の教科「情報」におけるアルゴリズムの教育法を考えさせている (図 1)。

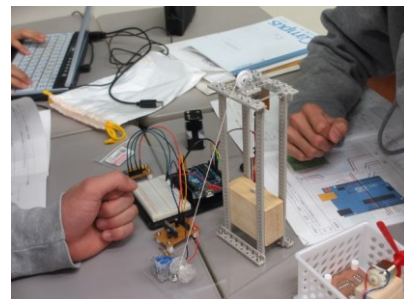


図 1 演習風景

3. ハードウェアの改良

2013 年度に開発されたプラレール教材には、4 つの問題があった。これらの問題を解決するため、以下の改良を施した。

3.1 プリント基板での開発

2013 年度のハードウェアは、ブレッドボードもしくはユニバーサル基盤が用いられていた。ブレッドボードでの開発は配線や部品の装着が簡単であるが、部品やワイヤが外れやすく、学習中に衝撃が加わると部品が外れ正常に動作しなくなる可能性がある。また、ユニバーサル基板では、部品の装着、配線を全てハンダ付けするが、部品間の配線も全て手作業で行う必要があり、ハンダ付けに時間がかかる。また配線が複雑になり、どの部品に接続されているかが一目でわからないことが、問題としてあげられる

(図 2).

これをプリント基板化することで、部品をハンダ付けする必要はあるものの、配線をする必要がなくなる。また回路の小型化が図れる。

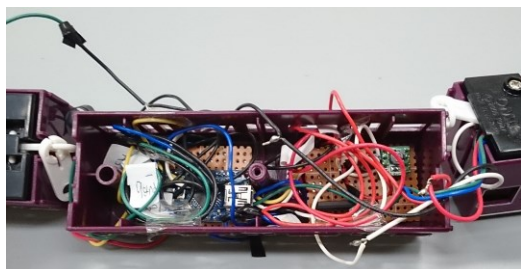


図 2 昨年度プラレール制御部分

3.2 AVR マイコンの利用

2013 年度に用いられていた Arduino Nano は、機能の拡張がしやすく、レギュレータなどの部品も装着されているので、電源を必要とする部品を装着するのが容易である。しかし Arduino Nano 単体で約 3,000 円であり、学習教材のコスト上昇につながる。

今回 AVR マイコンを搭載した基板を作成し、プラレール用の Arduino 互換機を作成した。

3.3 単 4 電池 4 本での運用

モータドライバ IC には 5V 必要なので、昇圧器により単 4 電池 2 本の 3V で駆動していた。しかし、線路のカーブなどでトルク不足によってプラレールに電源を入れても走行しないことがあり、その状態で放置すると昇圧器が発熱し、最悪の場合に学習者が火傷する可能性もある。

単 4 電池 4 本に増設することにより、少し重量は増加するものの、発熱することもなく安定した動作が実現できるようになった。

3.4 USB コネクタの設置・XBee の導入

2013 年度の基板では部品配置の制約から、USB ケーブルを取り外すことが困難であった。

USB コネクタを外部に接続できるよう配線を行い、さらに XBee を導入し USB による接続を不要とした基板も作成した。

改良したプラレール学習教材を図 3 に示す。

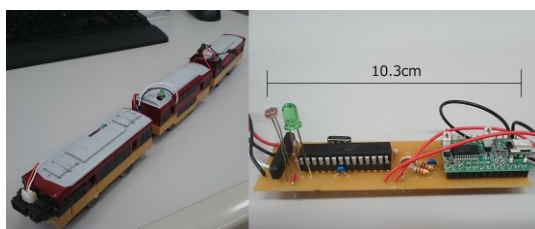


図 3 改良したプラレール教材

4. 評価・結果

1 回目の評価は、中学 2 年生男子 4 人に対して、放課後に 50 分×2 コマの模擬授業を実施した。プログラミングソフトとして、2011 年度本研究室で主原、桐畑によって開発された Arduino IDE がベースであ

る Eduino を用い(図 4)、昨年度作成されたプラレールとの比較を行った(図 5)。この結果、4 人全員が改良したプラレールが使いやすいと評価した。また昨年度版と今年度版のプラレールの両者の使いづら点として、「スイッチが操作しにくい」、また「センサを用いた計測がしにくい」の 2 つの意見があった。

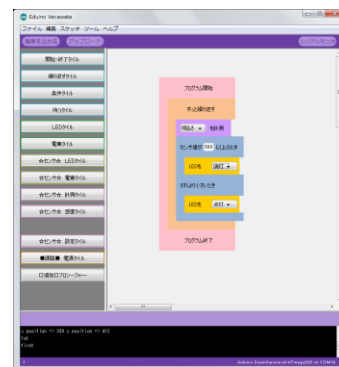


図 4 Eduino ソフトウェア

2 回目の評価については、2 月 20 日に行う予定である。ポスター発表の際に結果を報告したい。

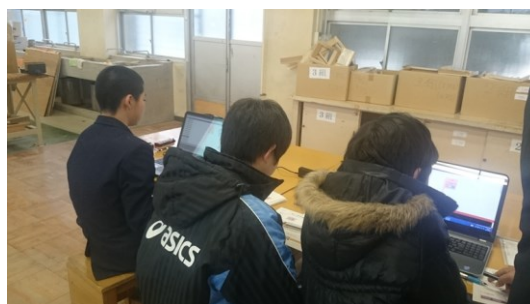


図 5 学習風景

5. まとめと今後の課題

評価結果より 2013 年度に開発したプラレールより使いやすさを向上させることができたと言える。またプラレールのコストを約 5,000 円から、約 3,000 円へと下げることができた。Eduino ソフトウェアにシミュレータを開発できれば、部品代だけで約 8,500 円の XBee 版プラレールのほうも学校で購入して生徒が共同で使う形態が考えられる。

参考文献

- (1) 政宗賢治：“中学校技術・家庭〔技術分野〕の学習内容を相互に関連付ける指導のあり方—プログラムに夜計測・制御を題材とした教材開発を通して—”，広島県立教育センター，研究紀要，第 38 号，pp.99-116 (2011)
- (2) 栗田大智，中西通雄：“プログラムによる計測・制御向けのプラレールを用いた学習教材”，教育システム情報学会 2013 年度学生研究発表会(2014)
- (3) ヴイストーン株式会社：“プログラミング学習用教材ロボット Beauto Racer”
http://www.vstone.co.jp/products/beauto_racer/
- (4) 吉田 智子，中村 亮太，松浦 敏雄：“「プログラムによる計測と制御」を学ぶための学習環境の開発と教育実践～LilyPad Arduino シミュレータ機能付 PEN を利用して～”，情処研報 CE-128, 15 (2015)