

プログラムによる計測・制御を学ぶための LilyPad Arduino シミュレータと学習環境の開発

中村 亮太[†] 吉田 智子[‡] 松浦 敏雄[†]

大阪市立大学 大学院創造都市研究科[†] 京都ノートルダム女子大学 人間文化学部[‡]

1. はじめに

平成 24 年度から中学校の技術・家庭科の技術分野において、「プログラムによる計測・制御のしくみ」が必修項目となっている[1]。この授業として、ロボットを教材とした授業実践[2][3]が報告されているが、ロボット以外の教材を扱った授業実践の報告は少ない。我々の研究グループでは、教材の幅を広げるために手芸作品向けマイコンボード LilyPad Arduino を用いた教材およびそのプログラムを作成するための学習環境を開発した[4][5]。本研究では、この学習環境に LilyPad Arduino のシミュレータを実装し、初学者にとってプログラムの動作が分かり易くなるように工夫した。

2. プログラミング学習環境

2.1. 初学者向けプログラミング学習環境 PEN

プログラミング学習環境としては既に我々が開発している PEN[6][7]を利用する。PEN で用いる言語(xDNCL)は日本語をベースにしており、追加的な説明がなくても、容易に理解できる。また、プログラムの動作を観察できるように一行実行や低速実行機能を備え、各変数の値を常に表示している。

2.2. PEN から LilyPad Arduino へ書き込み

xDNCL に digitalRead()や analogWrite()など ArduinoIDE で用いられているものと同じ Arduino 制御関数を追加実装した。xDNCL の制御構造や Arduino 制御関数などを用いて PEN でプログラムを記述し、「Arduino への書き込み」メニューを選択することで、LilyPad Arduino にプログラムを書き込むことができる(図 1)。

内部では xDNCL を Arduino で用いられている C ライクの言語に変換し、文法エラーが無ければ一時ファイルとして保存する。正常に一時ファ

イルを保存することができれば、PEN 内部から ArduinoIDE をコマンドラインモードで起動し、ArduinoIDE を通じて LilyPad Arduino へプログラムを書き込んでいる。

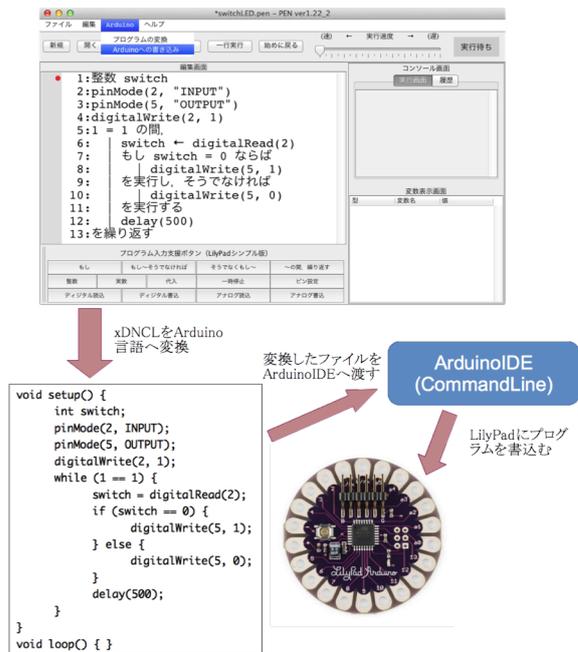


図 1 LilyPad Arduino へのプログラムの書き込み



図 2 PEN と LilyPad Arduino シミュレータ実行画面

3. LilyPad Arduino シミュレータ

LilyPad Arduino にプログラムを書き込み実行したが、意図しない動作をした場合、何が問題かを初学者が発見することは難しい。このような場合、シミュレータがあれば事前に問題点を発見することが容易になる。また、LilyPad Arduino でセンサーの値によって動作を変化させるプログラムを書き込んだ場合、実機ではセンサーの微妙な値を調整することが難しく、この

Development of LilyPad Arduino simulator and its environment for learning measurement and control by program

[†]Graduate School for Creative Cities, Osaka City University

[‡]Department of Cross-Cultural Studies, Kyoto Notre Dame University

ような場合にもシミュレータが有効である。さらに、シミュレータがあれば、実機の本数を減らすことができる。そこで我々研究グループでは、LilyPad Arduino シミュレータを実装し、PEN から操作できるようにした(図 2)。

3.1. LilyPad Arduino シミュレータの概要

LilyPad Arduino と各種入出力装置が一体となった「LilyPad 開発ボード」をシミュレーションの対象とした。表 1 にこのボードで使うことのできる入出力装置の機器名と接続されている PIN 番号を示す。

表 1 LilyPad 開発ボードに付属されている機器

| 機器名 | デジタル PIN 番号 | アナログ PIN 番号 | |
|---------------|-------------|-------------|------|
| | | 入力専用 | 出力専用 |
| ボタンスイッチ | 19 | 5 | |
| スライドスイッチ | 2 | | |
| 白色 LED(左から 1) | 5 | | 5 |
| 白色 LED(左から 2) | 6 | | 6 |
| 白色 LED(左から 3) | 16 | 2 | |
| 白色 LED(左から 4) | 18 | 4 | |
| 白色 LED(左から 5) | 17 | 3 | |
| フルカラーLED (R) | 9 | | 9 |
| フルカラーLED (G) | 11 | | 11 |
| フルカラーLED (B) | 10 | | 10 |
| 明るさセンサー | 20 | 6 | |
| 温度センサー | 15 | 1 | |
| ブザー | 7 | | |
| バイブレータ | 3 | | 3 |

実機の明るさセンサーと温度センサーは環境に合わせて出力電圧が 0~5V の範囲で変化する。シミュレータではウィンドウの下に配置しているスライダーを操作し、電圧ではなくアナログ入力の範囲である 0~1023 の値を選択するようにした(図 3)。

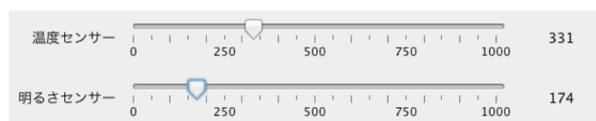


図 3 センサー値調整スライダー

3.2. LilyPad Arduino シミュレータの実行

LilyPad Arduino シミュレータを起動するには特別な操作は必要なく、Arduino を制御するための関数を用いてプログラムを記述し、PEN で通常のプログラムを実行する手順と同じ「実行」のボタンを押すだけである。

プログラム実行中は 2.1 で述べたように PEN にはプログラムのトレースを行える機能を備え

ており、LilyPad Arduino シミュレータの動作とプログラムの動きを合わせて観察することが容易になった。また、2.2 で述べた LilyPad Arduino への書き込み機能を利用すれば、LilyPad Arduino シミュレータでの動作確認後に、実機での動作確認も行うことができる。

4. まとめ

LilyPad Arduino を用いた授業の助けとなるよう、LilyPad Arduino シミュレータを実装し、PEN から制御できるようにした。また、シミュレータと PEN のトレース機能を用いることで、LilyPad Arduino の動作を観察できるようになった。しかし、今回実装した LilyPad Arduino シミュレータは入出力機器や PIN 番号が固定しており、本来の作品作りのように各機器を作品に合わせて配置し、導電糸を使った配線などをシミュレートすることはできない。手芸作品作りを含めた教材に活用できるように、各機器を自由に配置・配線できるシミュレータを開発する必要があると考えている。

参考文献

- [1] 文部科学省：“中学校学習指導要領解説” 技術・家庭, 2008.
- [2] 加藤 聡 他：“LEGO ロボットの制御プログラミングを題材とした問題解決型の応用演習”, 情報処理学会研究報告, 2010-CE-103 No.11(2010).
- [3] 井戸坂 幸男：“制御機器の仕組みを理解するための 情報教育教材に関する研究”, 大阪電気通信大学大学院 博士学位論文(2013).
- [4] 松浦 敏雄, 中村 亮太, 劉 璐, Chan Myae THU, 西田知博：“プログラムによる計測と制御の仕組みを学ぶための学習支援ソフトウェア”, 2012PC カンファレンス, pp.77-78(2013-08).
- [5] 吉田 智子, 山口 直希, 中村 亮太, 中西 通雄, 松浦 敏雄：“手芸を取り入れた「プログラムによる計測と制御」を学ぶコースウェア - LilyPad Arduino を初学者用プログラミング環境 PEN で制御 - ”, 2014 PC Conference, pp.38-41 (2014-08).
- [6] 西田知博, 原田章, 中村亮太, 宮本友介, 松浦敏雄：“初学者用プログラミング環境 PEN の実装と評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2736-2747 (2007-08).
- [7] 初学者向けプログラミング学習環境 PEN : <http://www.media.osaka-cu.ac.jp/PEN/>, (2014/12).