

# フィジカルデバイスを利用した大学での組込ソフトウェア教育

和田 佑介, 竹川 貴博, 仲石 資紀, 兼宗 進 (大阪電気通信大学)

## 1 はじめに

本学の医療福祉工学部では、医療機器を扱うエンジニアを養成している。医療機器を理解するために計測制御の基礎を学ぶための教材を開発し、授業での検証を行なった。

本研究では、市販のフィジカルデバイスである Arduino を教育用言語であるドリトルという言語から制御する教材を研究室で開発し、大学における計測・制御を含む組み込みソフトウェア教育での利用可能性を検証した。

## 2 使用した教材について

### 2.1 ドリトル

ドリトル [3] は、本研究室で開発されている教育用プログラミング言語である。オブジェクト指向言語であり、日本語で記述できるという特徴を持つ。図 1 にプログラムの編集画面と実行画面を示す。

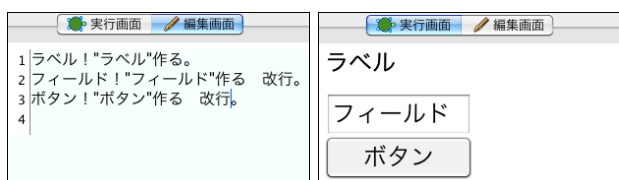


図 1 ドリトルの編集画面と実行画面

### 2.2 Arduino

Arduino[1][2] は、デジタルとアナログの入出力を行える、汎用の入出力基板である。コンピュータとは USB で接続でき、デジタルの入出力が 13 ポート、アナログの入出力が 6 ポート用意されている。図 2 に Arduino の写真を示す。

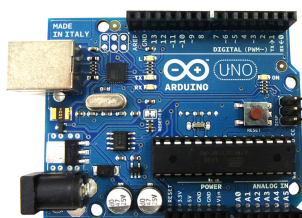


図 2 Arduino

## 3 ドリトルと Arduino の連携機能の開発

Arduino をコンピュータに接続した際は、物理的には USB だが、仮想的にはシリアルポートとして認識される。そこでドリトルと Arduino の通信には、シリアルポートの通信を用いることにした。

Arduino では、標準の Processing 言語を用いて、「ドリト

ルからの命令を受け取り、ポートへの入出力を行った結果を返す」通信プログラムを格納した。ドリトルでは、Arduino を操作するための「デジタル出力」「デジタル入力」「アナログ出力」「アナログ入力」オブジェクトを用意し、これらに命令を送ることで、Arduino のポートから入出力できるようにした。図 3 に構成図を示す。

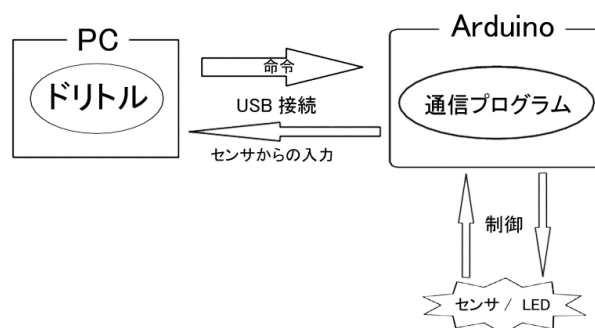


図 3 ドリトルと Arduino の通信

図 4 にドリトル言語で記述したデジタル出力のプログラム例を示す。1 行目では arduino を使うことを宣言している。2 行目では「A1」という名前の Arduino オブジェクトを作成している。3 行目ではドリトルと Arduino の通信するポートを選択するダイアログを表示している。4 行目では 13 番ポートに接続した LED を制御するデジタル出力オブジェクトを作成している。5 行目から 7 行目ではデジタル出力に 1 を出力し、2 秒後に 0 を出力している。この結果、LED が 2 秒間点灯し、その後消灯する。8 行目では Arduino との通信を閉じている。

- (1) システム! "arduino" 使う。
- (2) A1=Arduino! 作る。
- (3) A1! (システム! シリアルポート選択) ひらけごま。
- (4) LED=A1!13 デジタル出力。
- (5) LED! 1 書く。
- (6) LED! 2 待つ。
- (7) LED! 0 書く。
- (8) A1! とじごま。

図 4 デジタル出力のプログラム例

図 5 にデジタル入力のプログラム例を示す。4 行目では 7 番ポートに接続した LED を制御するデジタル出力オブジェクトを作成している。5 行目では 3 番ポートに接続したスイッチから入力するデジタル入力オブジェクトを作成している。6 行目から 10 行目はループであり、その内部を繰り返し実行する。7 行目ではスイッチからの入力を読み、8 行目ではその値を LED に出力している。結果として、スイッチが押されている間だけ、LED が点灯する。

- (1) システム!” arduino” 使う。
- (2) A1=Arduino!作る。
- (3) A1! (システム!シリアルポート選択) ひらけごま。
- (4) LED=A1!7 デジタル出力。
- (5) スイッチ=A1!3 デジタル入力。
- (6) 「
- (7) 入力=スイッチ!読む。
- (8) LED! (入力) 書く。
- (9) 」! 255 繰り返す。
- (10) A1!とじろごま。

図5 デジタル入力のプログラム例

表1 Arduinoに関する授業計画

授業	授業内容	センサ類の使用法
1	デジタル出力	LEDを使用してデジタル出力
2	デジタル入力	ボタンによる on/off
3	アナログ出力	ボタン入力からの LED のアナログ出力
4	アナログ入力	光センサ、加速度センサの値を計測
5	自由作成 1	テーマを決め、回路図を描く
6	自由作成 2	配線を行い回路を完成させる
7	自由作成 3	プログラム作成
8	自由発表	仕上げと、作品発表会

## 4 授業での利用実験

### 4.1 授業概要

試作した教材が教育用途に利用できることを、授業で使用することで検証した。対象とした授業は本学科の「組み込みソフトウェア演習」である。受講生は2年生が25名であり、2010年度の後期に実施した。

毎回の授業の流れとサンプルプログラムや回路図などの資料は、本研究を行った学生が作成した。授業は指導教員の兼宗が担当した。

この実習では、電気回路の知識、配線等の工作、プログラムの理解など、複数のスキルが求められる。そこで、学生を2人組のグループにすることで、理解度や進度を補い合いながら進められるように配慮した。

### 4.2 授業設計

この授業では、組み込みソフトウェアの基礎として、計測と制御を扱う。今回は、授業の中で8回を使い、開発した教材を用いて計測を扱う授業を行った。

授業で利用した教材は、Arduino ボードに加え、ブレッドボードや LED、抵抗、光センサなどが入ったセットを使った。さらには応用として、加速度センサも使用した。

表1に授業の流れを示す。1回目から4回目は、使用する電子部品の理解と、回路図による配線、そして Arduino を制御するためのドリトルのプログラムについて学習した。毎回の授業は次の順序で進めた。

- 回路図を読んでブレッドボードに配線する。
- プログラムを入力する。
- 実行して動作を確認する。
- 配線やプログラムを変更して動作の違いを確認する。

5回目から8回目では、学習した内容を利用して、学生に作品プログラムを作成させた。5回目では、作成する作品を検討して回路図を描き、必要な部品がある場合には申告させた。6回目では、回路図を元に配線を行った。7回目では、Arduino を制御するプログラムを作成した。8回目では、作品の仕上げを行い、グループごとに作品を報告する発表会を行った。

### 4.3 実施と評価

フィジカルデバイスを扱うことで、学生は次の概念を学習できることを期待した。

- デジタル/アナログの入出力の考え方。
- 回路図の読み書き。
- オリジナルの回路、プログラムを設計する。

授業は自由制作により評価した。12個の作品を分析した結果を示す。作品の特徴としては、加速度センサを使用して、画面のキャラクターを操作するという作品が多かった。プログラムではほとんどのグループが授業で習った条件分岐を使用していた。中には授業ではおこなっていないが、変数のインクリメントを扱ってボタン操作をおこなっていたグループもあった。

- 加速度センサを使って画面のキャラクターを動かして LED が点滅するゲーム 6班
- 音楽に合わせて LED が点滅する 1班
- 加速度センサの値によって、3つの LED の点滅速度や、光量を変化させる 3班
- ボタンの on/off による LED 点滅 2班

## 5 おわりに

教育用言語とフィジカルデバイスを組み合わせた教材を開発し、大学の授業で利用した。結果として問題なく授業で利用することができ、学生も理解して利用できることを確認した。

今後は、他大学の講義でも教材として使用してもらえような授業マニュアルを作成したいと考えている。

## 参考文献

- [1] Arduino <http://ja.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [2] 小林茂: PrototypingLab, オライリー (2010)
- [3] 兼宗進, 久野靖: ドリトルで学ぶプログラミング, イーテキスト研究所 (2008)