

組み込みオペレーティングシステム実習Ⅱの教材作成

電子情報技術科 岡久 潤一

Teaching materials for Embedded Operating System II Practice

Junichi OKAHISA

概要 Linux が動作するシングルボードコンピュータを使い、「組み込みオペレーティングシステム実習Ⅱ」用の教材を作成した。

1. はじめに

昨年度の総合制作実習で、Raspberry Pi を使い、無線 LAN 経由で操作するラジコンを製作した。課題の技能・技術要素には、Linux の環境構築からネットワークの設定、GPIO 制御プログラミングまでが含まれていることから、当科で実施している標準外カリキュラム「組み込みオペレーティングシステム実習Ⅱ」の教材として利用できるよう、まとめることにした。

2. 教材を用いた学習方法

「組み込みオペレーティングシステム実習Ⅱ」では、Linux のコマンド操作、環境の設定に関する技術の習得を目標としている。

また、Raspberry Pi は、マイコンのように入出力制御もプログラムで行えるため、後半に GPIO 制御や総合課題としてラジコン制御を入れることが可能である。

本教材は、Linux の環境設定、ネットワーク、GPIO 制御、WebIOPi、総合課題の順で実習を行うことにした。

2.1 開発環境

OS は、Raspberry Pi 公式ディストリビューションの Raspbian をインストールして用いた。

2.2 環境設定

Linux のインストール作業を行ったあと、ターミナルを立ち上げ、以下を設定するようにした。

- ①固定 IP アドレス設定 (有線 LAN を使用)
- ②日本語フォントのインストール
- ③設定用アプリケーションによる言語等の設定
- ④ xrdp を用いたリモートデスクトップ接続の設定
- ⑤ Samba のインストールと設定

固定 IP アドレスの設定は、あらかじめ決めておいた範囲で、エディタを使い、ファイル「`dhcpcd.conf`」に必要なアドレス等の記入をするようにした。

ネットワーク接続後は、日本語を表示させるためのフォントをインストールし、設定用アプリケーションにより、タイムゾーンやキーボード、言語の設定を行うようにした。

また、リモート操作ができるように「xrdp」をインストールし設定を行うことにした (図 1)。これにより、Windows のアクセサリ「リモートデスクトップ接続」で Raspberry Pi を操作できるようになった。これ以降は、Raspberry Pi 用の USB 接続のマウスやキーボード、HDMI 対応のディスプレイケーブルが不要になる。

最後に、Samba を導入することで、Windows から Raspberry Pi のファイルにアクセスできるようにした。

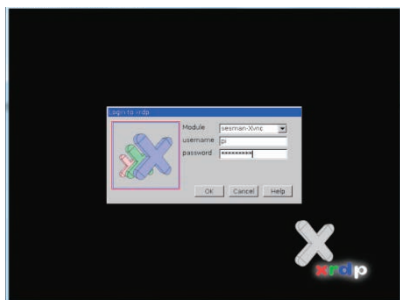


図1 xrdp ログイン画面

2.3 GPIO 制御

Raspberry Pi には、図2のようにGPIO（汎用入出力）ポートがある。今回は、LEDの点灯制御やモータ制御など、以下の内容で実習を設定した。

- ① LED 点滅制御
- ② LED PWM 制御
- ③ スイッチ入力
- ④ DC モータ ON/OFF 制御
- ⑤ DC モータ PWM 制御

別機能	ピン名	ピン番号	ピン名	別機能
	+ 3.3V	1 2	+5V	
(I2C1 SDA)	GPIO2	3 4	+5V	
(I2C1 SCL)	GPIO3	5 6	GND	
(GPCLK)	GPIO4	7 8	GPIO14 (UART0 TXD)	
GND	9 10	GPIO15 (UART0 RXD)		
GPIO17	11 12	GPIO18 (PCM_CLK) (PWM0)		
(PCM_DOUT) GPIO27	13 14	GND		
GPIO22	15 16	GPIO23		
+ 3.3V	17 18	GPIO24		
(SPI0 MOSI) GPIO10	19 20	GND		
(SPI0 MISO) GPIO9	21 22	GPIO25		
(SPI0 SCLK) GPIO11	23 24	GPIO8 (SPI0 CE0)		
GND	25 26	GPIO7 (SPI0 CE1)		
ID_SD	27 28	ID_SC		
GPIO5	29 30	GND		
GPIO6	31 32	GPIO12 (PWM0)		
(PWM1) GPIO13	33 34	GND		
(PWM1) (SPI1 MISO) (PCM_FS) GPIO19	35 36	GPIO16 (SPI1 CS2)		
GPIO26	37 38	GPIO20 (SPI1 MOSI) (PCM_DIN)		
GND	39 40	GPIO21 (SPI1 SCLK) (PCM_DOUT)		

図2 GPIO ポート

最初は、Raspberry Pi の各ピンに、抵抗やLED、ICなど電子部品が接続できることを確認するため、電源+3.3VとGNDでLEDの点灯確認するようにした。

次に、配線を少し変更し、PythonプログラムでLED点滅制御を行った。開発環境はPython2 (IDLE) を使用した。

LEDの明るさ調整では、ソフトウェアPWMを使い、徐々に出力を変化させるようにした。

DCモータの制御を行う場合、3Vの電池ボックスから電源供給し、モータドライバ経由で駆動した。

DCモータのPWM制御では、モータの回転が停止状態から最高スピードに、最高スピードから停止、そして、回転方向を変えて同様の動作を行うようにした。

2.4 専用カメラモジュールの設定

Raspberry Pi 専用のカメラモジュールを利用し、静止画や動画を撮影することにした。また、MJPEG-streamer¹⁾をインストールし、Raspberry Pi 単体で動画を配信できるようにした。動画を見る場合は、WebブラウザでMJPEG-streamer用のURLにアクセスする(図3)。

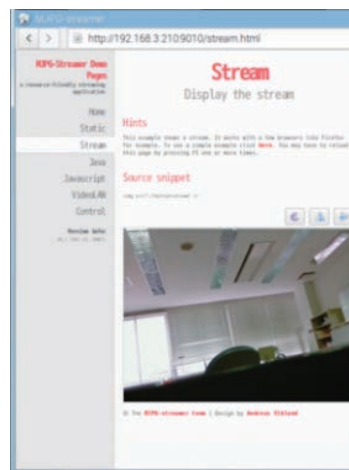


図3 動画表示

2.5 無線LANの設定

課題のラジコン制御では、LANケーブルが邪魔になるため、Raspberry PiをWi-Fiで接続できるようにした。固定IPアドレスの設定同様に、ファイル「dhcpcd.conf」に必要なアドレス等を記入するようにした。

2.6 WebIOPi の設定と利用

GPIO ポートをリモート制御する必要があるため、WebIOPi を利用することにした。起動すれば、スマートフォンや PC の Web ブラウザ上からネットワーク経由で GPIO ポートをリモート制御できる (図 4)。

インストールは、公式サイト²⁾ より、ファイルをダウンロードし、チュートリアルを参考に設定を行なった。

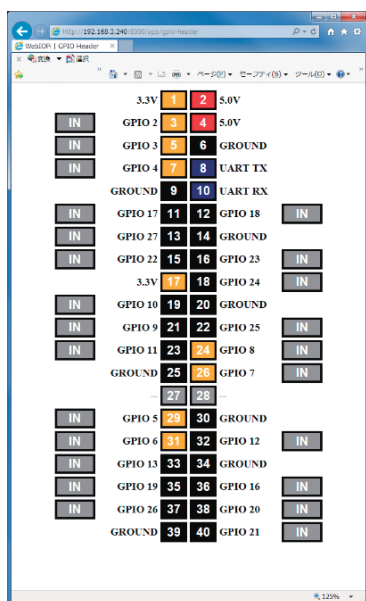


図 4 GPIO ポートのピン配置図と状態

2.7 ブラウザからの制御

設定完了後、以下の内容で実習を行うようにした。

- ① LED 制御
- ② 動画の表示
- ③ マクロを使った制御
- ④ モーター制御

LED 制御では、ブラウザ上に LED を ON/OFF するボタンを配置し、クリックすることで LED の点灯 / 消灯ができるようにした (図 5)。実行するために、3つのファイルを作成することにした。ファイルは、公式サイト²⁾のチュートリアルを参考にした。

WebIOPi で GPIO にアクセスした際の処理を記述する Python プログラム、ブラウザ上で表示す

る Web ページの内容と構造を記述する HTML ファイル、ボタンの色などを指定するスタイルシートを用意した。

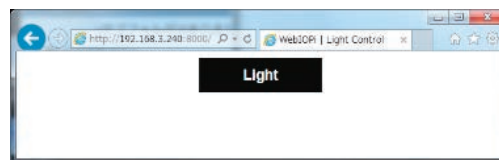


図 5 ブラウザの表示

動画の表示では、使用するブラウザが限られるが、作成した HTML ファイルに MJPG-streamer で設定した URL を指定することで、ボタンとともに表示させることにした。(図 6)

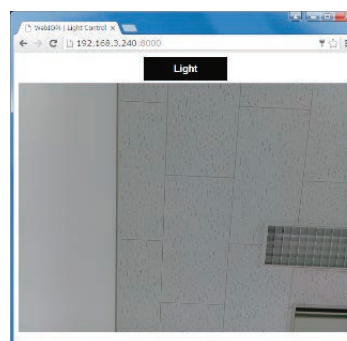


図 6 ブラウザからの動画表示

マクロを使った制御では、2個の LED を同時に制御するようにした。ブラウザから呼び出されるマクロ関数 (LED 制御用) を Python プログラム内に用意した。(HTML ファイル内に、マクロ関数を呼び出すように記述した。)

モーター制御では、ブラウザ上に駆動と停止用のボタンを用意した。マクロ関数により各処理を記述した。

2.8 総合課題

図 7 のように、カメラ付きのラジコンの製作を課題とした。本体は、1年時に製作するライントレースロボットをもとに、Raspberry Pi とモータードライバ 2 個、バッテリー他で構成している。

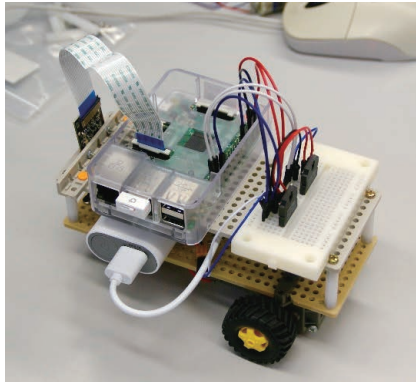


図7 本体

操作画面は、前後左右の移動、停止ができるよう5つのボタンを用意し、カメラで確認できるように動画の画面を表示するようにした。(図8)

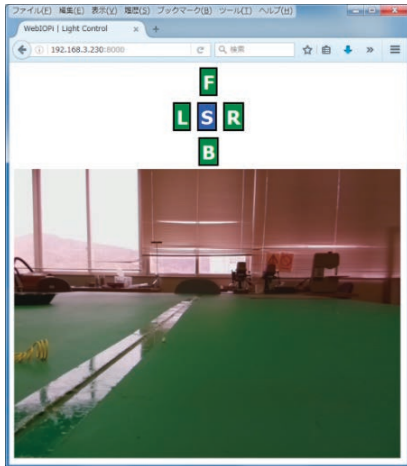


図8 操作画面

左右の移動も行うため、DC モータを2個使用した。そのため、図9の回路のようにブレッドボードにモータドライバを2個配置し、Raspberry Pi等と接続した。なお、ブレッドボード(回路)図の作成は、Fritzing³⁾を使用した。

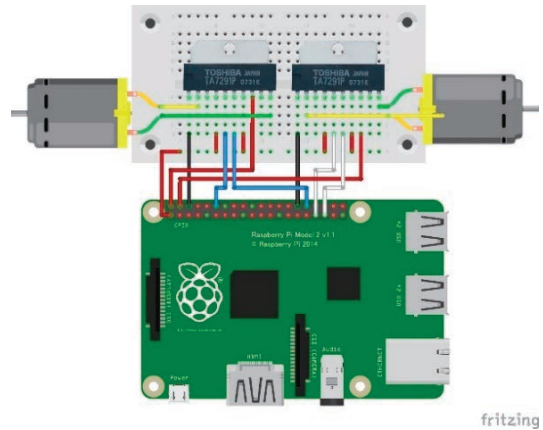


図9 ブレッドボード図

3. おわりに

Raspberry Piを使用することで、実習の目標としているLinuxのコマンド操作や環境・ネットワークの設定の習得だけでなく、その応用例のラジコン製作課題を通して、電子情報技術科の総合的な内容を確認することができるのではないかと考える。

今後は、ソケット通信による制御や、各種センサを搭載するなどして、さらに内容を発展させていけるようにしていきたい。

文献

- 1) mjpg-streamer
<https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>
- 2) WebIOPi
<http://webiopi.trouch.com/>
- 3) Fritzing
<http://fritzing.org/home/>