

# Linuxを利用した小規模組込みシステムの事例研究

中川 晋輔

Linuxをコンピュータ資源の少ない小規模組込みシステムで利用することを目的とし、安価で導入しやすく、高付加価値化が可能なシステム開発のプラットフォームを試作した。さらに、そのプラットフォームを用いて温度制御の実験を行い、動作を確認した。

キーワード： 組込みLinux、オープンソースソフトウェア、デバイスドライバ、TCP/IP

## 1. はじめに

デジタル家電や携帯電話等のOSとしてLinuxが搭載されたものがあり、組込みLinuxと呼ばれている<sup>(1)</sup>。Linuxはソースが入手可能でロイヤリティーフリー、またデバイスドライバ、ネットワークプロトコルスタック等のミドルウェアが豊富で動作が安定しているなどの特徴がある。このようにLinuxは高機能かつ低コストであるため、組込みシステム分野で、今後さらに普及する可能性がある。

前報<sup>(2)</sup>では、組込みLinuxシステムの開発手順および開発環境構築方法を調査し、温湿度測定システムを試作した事例を報告した。本報では、前報<sup>(2)</sup>と異なるマイコンボードにLinuxを組込み、システム開発のプラットフォームを試作するとともに、そのプラットフォームを用いて温度制御を行った事例について報告する。

で動作し、I/O制御、ネットワーク通信を行うことができる。その外観を図1に、回路図を図2に示す。また、仕様を表1に示す。組込みLinuxには、uClinux(カーネル2.6.11)<sup>(4)</sup>を採用した。

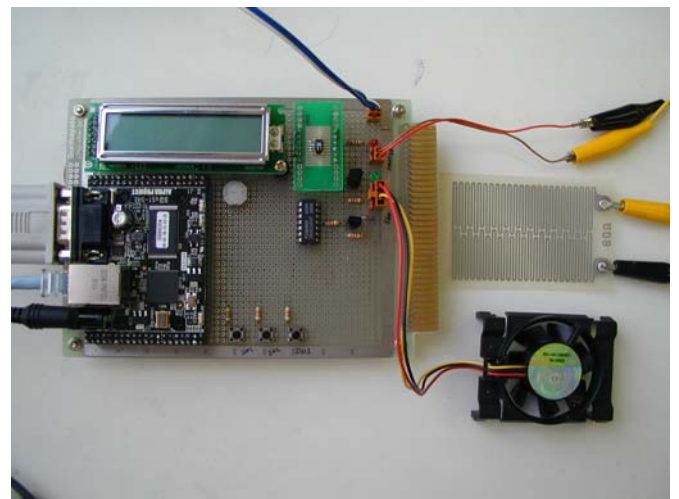


図1 プラットフォームの外観

## 2. プラットフォームの試作

### 2.1 プラットフォームの概要

前報<sup>(2)</sup>で利用した(株)秋月電子通商のAKI-H8/3069FフラッシュマイコンLANボードはメモリ容量が少なく、単体で動作させることができないため、今回はアルファプロジェクト(株)のμST-SH2<sup>(3)</sup>を採用した。このボードは、CPUコアにSH7619、プログラムメモリ用にフラッシュROM8MB、データメモリ用にSDRAM32MBが搭載され、Ethernetの機能を備えている。このボードに温度センサ、ファン、発熱体、液晶表示器、スイッチを付加し、プラットフォームのハードウェアとした。本プラットフォームは、単体

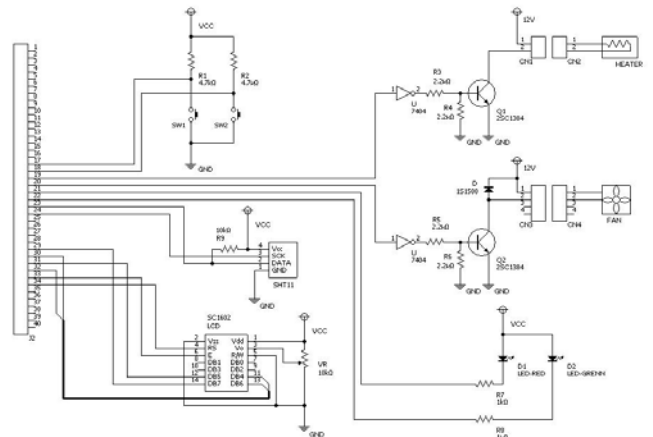


図2 プラットフォームの回路図

表1 プラットフォームのハードウェア仕様

品名	型式	製造元
マイコン ボード	μST-SH2 CPU:SH7619	アルファプロジ ェクト(株)
温度センサ	温湿度センサ SHT11	SENSIRION
ファン	CPU冷却ファン SAN ACE MC	山洋電気(株)
発熱体	フィルムヒータ FH-80	共立電子産業(株)
液晶表示器	LCD SC1602BSLB	SUNLIKE
スイッチ	形B3F-1020	オムロン(株)

## 2.2 クロス開発環境

クロス開発環境はアルファプロジェクト(株)のμST-SH2 Linux開発キット<sup>(3)</sup>を採用した。これはWindows上で動作するcoLinuxを使用し、コンパイラ、ブートローダ等のSH用クロス開発ツールが導入されたものである。今回はWindowsXP上にクロス開発環境を構築した。

## 2.3 アプリケーションソフトウェア

試作したプラットフォームを用いて、温度制御の実験を行うため、以下のプログラムを作成した。

- スイッチにより、運転開始および終了を制御
- 温度を測定し、測定値と設定値をLCDに表示
- 設定値を維持するようにファンおよび発熱体をON/OFF制御
- 測定値をTCP/IPによりデータ収集サーバにネットワーク転送

温度測定および測定値のネットワーク転送は前報<sup>(2)</sup>で作成したプログラムを使用した。LCDへの表示はデバイスドライバを作成して行った。ファン、発熱体、およびスイッチは、SHマイコンのI/OポートBでON/OFF制御を行った。作成したプログラムのフローチャートを図3に示す。

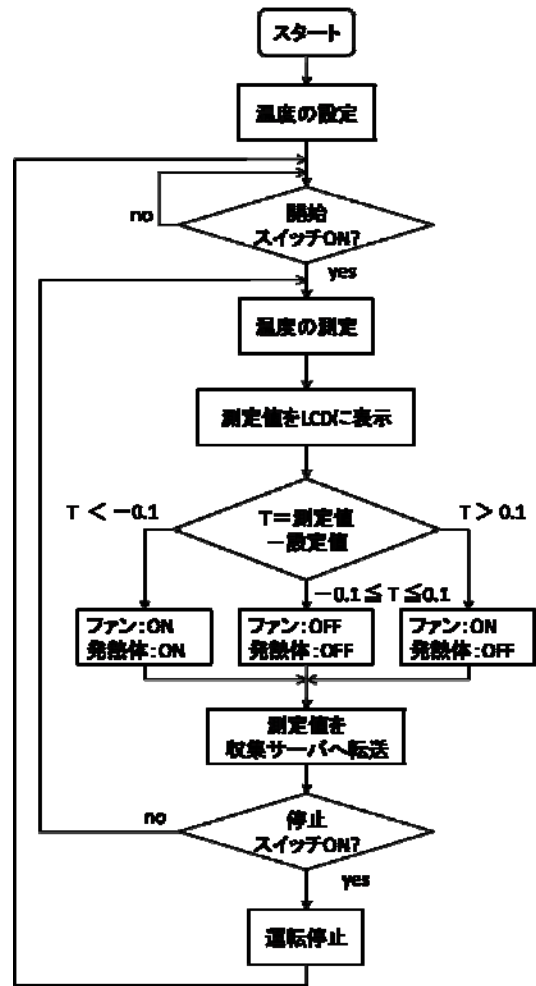


図3 プログラムのフローチャート

## 2.4 LCDデバイスドライバ

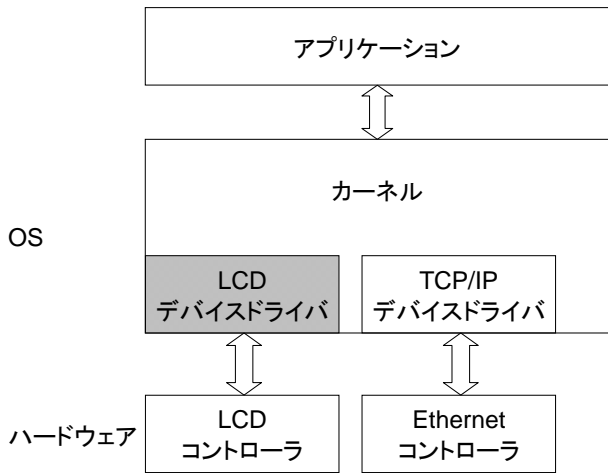
デバイスドライバは、カーネルにハードウェア(デバイス)を認識させ、アプリケーションからそのハードウェアを利用するために必要なソフトウェアのことを言う<sup>(6)</sup>。デバイスドライバ化することで、ユーザはハードウェアを意識することなく、特定のシステムコールを実行し、ハードウェアを制御することができる。今回、LCD (SUNLIKE社SC1602BSLB)用のデバイスドライバを作成し、カーネルに静的に組込んだ。その構成を図4に示す。

デバイスドライバは、モジュール初期化関数、モジュール終了関数、システムコールで構成した。システムコールは、open、close、write、ioctlの各関数を実装した。ioctl関数のプロトタイプを以下に示す。

```
int ioctl(int fd, int cmd);
```

第1引数(fd) : デバイスファイルのハンドル

第2引数(cmd) : 表2に示すコマンド



(網掛け部が作成したLCDデバイスドライバ)

図4 デバイスドライバの構成

表2 ioctl関数のコマンド

コマンド	実行内容
LCD_CLEAR	表示をクリア
LCD_ON_OFF	表示、非表示を選択
LCD_ONE_SET	表示アドレスを1行目にセット
LCD_TWO_SET	表示アドレスを2行目にセット

## 2.5 温度制御実験

設定温度を30℃とし、温度制御の動作確認を行った。設定温度と測定値をLCDに表示した結果を図5に、温度測定結果を図6に、ファンおよび発熱体の動作結果を図7に、測定値をデータ収集サーバにネットワーク転送した結果を図8に示す。



図5 LCD表示結果

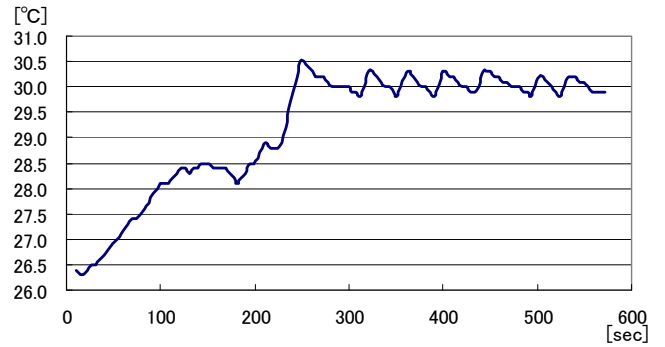
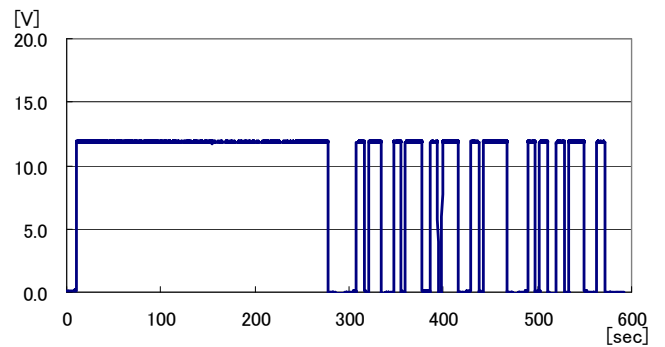
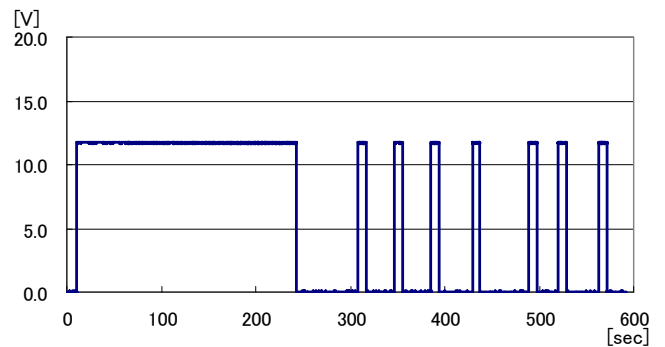


図6 温度測定結果



(ファンのON/OFF)



(発熱体のON/OFF)

図7 ファンおよび発熱体の動作結果

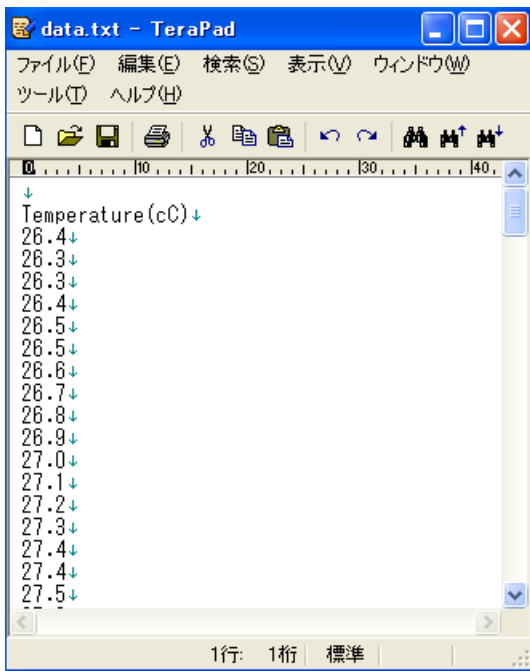


図8 測定値転送結果

### 3. おわりに

Linuxをコンピュータ資源の少ない小規模組込みシステムで利用することを目的とし、安価で導入しやすく、高付加価値化が可能なシステム開発のプラットフォームを試作した。さらに、試作したプラットフォームを用いて温度制御を行い、スイッチによる動作開始終了制御、温度測定、デバイスドライバによるLCD表示、ファンおよび発熱体のON/OFF制御、ネットワークを介した測定値の観測等が正常に動作することを確認した。今回試作したプラットフォームは恒温槽の制御部等に応用することが可能である。

今後は、収集した測定値をネットワーク上のパソコンにグラフとして表示させる等、リモート観測の機能を向上させるとともに、プラットフォームをリモート制御する機能を追加する予定である。

### 文献

- (1) 中島達夫、組込みプレス Vol. 14(2009) p12-17、(株)技術評論社
- (2) 中川晋輔、広島市工業技術センター年報 21(2007) p42-46
- (3) <http://www.apnet.co.jp/product/ust/ust-sh2.html>

(4) <http://www.uclinux.org/>

(5) 平田豊 Linuxデバイスプログラミング(2008) ソフトバンククリエイティブ(株)