OSC 2018 Tokyo Fall
2018/10/27(土), 28(日)

自作OSを使ってセンサノードを作ってみた

Langur

1. はじめに

トランジスタ技術 2012 年 10 月号は ARM Cortex-M0 マイコンとブレッドボードをつかって実験する特集記事で，DIP パッケージのマイコンである NXP 社の LPC1114FN28/102 が付録されました．既に完成されたマイコンボードを使うのではなく、ブレッドボード上に部品を構成していくことでハードウェアの勉強をしつつ OS の自作を進め，2018/2/11(日) に公開しました．

一方，無線センサネットワーク (WSN) で用いるセンサノードは省電力性が最重要課題ではありますが，アプリケーションの開発効率やソースコードの見通しの面で OS を利用できると嬉しい場合があります．開発した OS はコンパクトであるため処理する命令数も少ないため試しに簡易的な温湿度センサノードとして LPC1114FN28/102 を用いて構築してみました．

2. Xiǎo

2.1 Xiǎo 概要

Xiǎo(Xiǎo Is An Operating system) は世の中に数ある自作系 OS のうちの 1 つで，ARM Cortex-M シリーズのプロセッサを主にターゲットにしています．OS を自作する上で，坂井弘亮氏が著された「12 ステップで作る組込み OS 自作入門」(以降 12 ステップ本) を参考に実装しました．

2018/2/11(日) より Github で公開 (https://github.com/Langur/xiao) していますが，開発環境や構築方法をまとめたドキュメントの準備ができておらず作らなければならないという思いに駆られています．

2.2 制約事項

KOZOS でターゲットにしている AKI-H8/3069F に搭載されている H8/3069 に比べ LPC1114FN28/102 は RAM・ROM ともに貧弱です。比較すると以下のようになります。

	LPC1114FN28/102	AKI-H8/3069F
RAM [kB]	4	16
ROM [kB]	32	512

そのため，12 ステップ本の KOZOS のように XMODEM で OS のイメージをロードするのではなく，直接 ROM に焼き込む形を取ることにしました．

2.3 開発環境

開発環境としては，GNU Binutils と GNU GCC を使用します．ROM を焼くためには lpc21isp を使います．それぞれの Version は以下のとおりです．

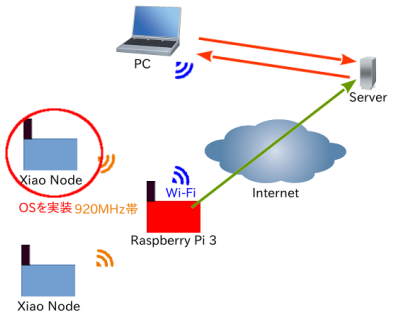
- GNU Binutils ... 2.23.2
- GNU GCC ... 4.8.1
- lpc21isp ... 1.97

本当は 12 ステップ本と同じ Version を使いたかったのですが，GCC の 3.6 系では ARM Cortex-m0 をサポートしていないため断念しました．また，開発ツールを生成する際のアーキテクチャは arm-none-eabi を選択しました．

3. WSN システム例

3.1 システム構成

今回作成したシステムを以下に示します．温湿度センサと 920MHz 帯の無線モジュールを搭載したセンサノードに Xiao を用いています．Raspberry Pi 3 は 920MHz 帯の無線モジュールで Xiao Node から受けたデータを解析し Web 上にあるサーバーに伝送します．PC から Web 上にあるサーバーにアクセスするとサーバーに蓄えたデータを可視化し表示します．

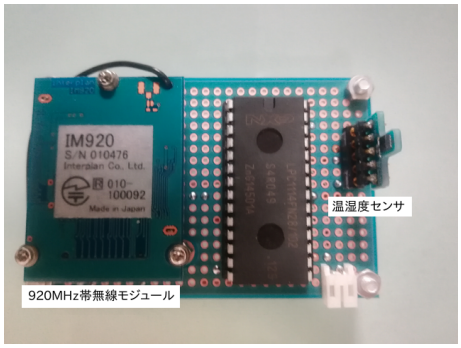


3.2 Xiao Node

Xiao Node は SENSIRION 社の高精度温湿度センサである SHT31-DIS を搭載したモジュールを採用しています．SHT31-DIS は I^2C 経由でデータを読みだすため，LPC1114FN28/102 の I^2C バスを有効にしておきます．

I^{2}C はかつてドライバを作成しており，流用することで開発期間を短縮できました．

通信モジュールは，UART 経由で通信可能なインタープラン社の 920MHz 帯の無線モジュールである IM920 を採用しました．今後 IM920 以外の通信モジュールにも対応できたらなと考えています．



3.3 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 は USB-Serial 経由で IM920 と接続し，Xiao Node からの情報を解析します．本来であれば Raspberry Pi 3 の UART を利用したいのですがデータの欠落が発生したため，今回は USB-Serial 経由でデータ驟雨衆することにしました．解析したデータは Wi-Fi 経由で Internet 上に伝送し，サーバーに蓄えます．

3.4 Server

LAMP 構成のサーバーを構築してあり，Raspberry Pi 3 から送られてくるデータを DB に蓄えます．PC から特定の URL(http://iot.osarusystem.com/node1.html, http://iot.osarusystem.com/node2.html) へアクセスすると Xiao Node から送られてきたデータを可視化します．可視化には D3.js を使用しました．

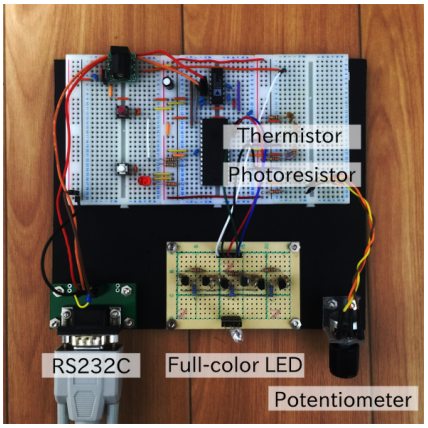
4. 他のセンサの読み出し例

Xiao Node を作成するにあたって I^{2}C 経由でデータを送受信するモジュールを用いましたが，LPC1114FN28/102 には A/D コンバータが内蔵されているのでアナログデバイスを接続しセンサとして利用することが可能です．

今回，以下の 3 種類のデバイスをセンサとして用い，抵抗値の変化による電圧変化を検出しフルカラー LED の色を PWM 制御により逐次変化させます．

- 回転角度センサ (Potentiometer) ... 赤
- 光センサ (Photoresistor) ... 緑
- 温度センサ (Thermistor) ... 青

回転角度センサは可変抵抗，光センサは CdS セル，温度センサはサーミスタをそれぞれ使用しています．



5. 著者情報

- 一言
  電子工作や凧，陶芸，お菓子作りなどが好きです．
  趣味で OS の自作をしています．
- 所属
  - Xiǎo Project
  - 浜松 OS 自作友の会
  - Hamamatsu.rb
- Web サイト
  http://www.osarusystem.com/
- メールアドレス
  akihisa.onoda@osarusystem.com
- Twitter
  @osarusystem

6. Xiǎo Project

- Xiǎo Project とは
  ハードウェア，ソフトウェア共に自作を楽しむ
  プロジェクトです．筐体や回路を作成したり，
  制御するソフトウェアを作成して楽しみます．
- Web サイト
  http://www.osarusystem.com/xiao/

7. 浜松 OS 自作友の会

- 浜松 OS 自作友の会とは
  静岡県浜松市周辺の OS の自作に興味がある人や
  OS に関連することに関心がある人が集まって，
  もくもく会や飲み会をする地域コミュニティです．
  とくに縛りを設けることなく，ゆるく活動しています．
- Web サイト
  http://osdev-hamamatsu.osarusystem.com/
- Google Group
  http://groups.google.com/d/forum/osdev-hamamatsu