

安全安心な生活のための環境見守りシステムを題材とした組込み技術教材の開発 Development of Teaching Tools for Embedded Technology Education about Environment Monitoring System for Safe and Secure Life

荻窪 光慈[†]
Koji Ogikubo

1. 緒言

我が国は世界で最も豊かな国の一つであるが、天然資源に乏しい我が国にとって、その豊かな生活は貿易黒字によって支えられているところが大きい。財務省が発表している貿易統計によると、我が国の貿易黒字は主に電気機器、自動車、一般機械等の輸出によって産み出されている^[1]。これらの機器等は、ほぼ例外なく電子的に制御されており、その目的のためにマイコン（マイクロコンピュータ）を搭載した組込み技術（Embedded Technology）が用いられている。

マイコンは我々にとっても極めて身近なものであり、様々な家電製品から自動車に至るまで、あらゆる機器に組み込まれている。その数は一般家庭内で約 150 個、自動車 1 台当たり 50 個～100 個にも達すると言われており、我々の生活や産業に欠かせないものとなっている。

このような組込み技術に代表される組込み関連製造業は、我が国の産業においても極めて重要であり、平成 19 年における国内総生産（GDP）に占める割合は 13.5 %にも達している^[2]。すなわち、少資源国に暮らす我々が今後も豊かな生活を続けられるための利益の源泉は、マイコンを活用した組込み技術に求められる。

しかしながら、このような組込み技術やマイコンの働きや存在は、従来、学術的に重視されておらず、社会一般的にもほとんど認知されていない。したがって、我が国における組込み技術者の育成についても、特に学校教育の段階において圧倒的に不足している。その結果、産業界における組込み技術者数は数万人単位で慢性的に不足している状態である^[3]。我が国のものづくり産業が今後も国際社会の中で躍進を遂げるためにも、組込み技術者の育成は国家的な喫緊の課題である。

そこで本研究では、学校教育を通じて組込み技術教育を推進することを目的として、マイコンを活用した生活に役立つ実用的な組込み技術教材の開発を目指す。本稿での具体的な題材としては、安全安心な生活が求められている現状に鑑み、カメラやセンサを活用した環境見守りシステムの開発を目的とする。これは、マイコンに接続されたカメラやセンサによって、周囲環境の状態を定期的に計測し、それらの計測データを USB メモリに記録するシステムである。用いるセンサとしては、生活環境に対応する基本的センサとして温度センサ及び湿度センサを用いる。

2. 環境見守りシステムの設計

2.1 環境見守りシステムの概要

図 1 に、環境見守りシステムの機能ブロック図を示す。

マイコンとしては、Microchip Technology 社が製造・販売している PIC マイコンのうち、高性能な 32bit CPU を内蔵し、かつ取り扱いが容易な DIP タイプパッケージの PIC32MX250F128B-I/SP（プログラム ROM 128k バイト、データ RAM 32k バイト）を用いた。本システムは、JPEG カラーカメラ（LS-Y201）、温度センサ（MCP9700A-E/TO）、湿度センサ（HSM-20G）のそれぞれから、マイコンが一定のインターバル時間毎に画像データ及び計測データを取り込み、またそれらのデータを USB メモリに書き込むという構成になっている。

本システムへの電源投入後、インターバル時間の選択を行うと、一定のインターバル時間ごとに画像データ及び計測データの取得及び保存が繰り返される仕様となっている。画像データは数字 5 桁の連番を含む.jpg ファイルとして保存される。なお、.jpg ファイルのタイムスタンプは撮影時刻となる。温度及び湿度の計測データは計測時刻とともに.csv（カンマ区切りテキスト）ファイルに追加して保存される。したがって、これらのデータを一般的なパソコンで容易に閲覧することが可能である。

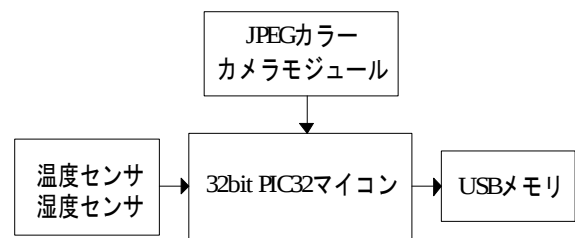


図1 環境見守りシステムの機能ブロック図

2.2 環境見守りシステムのハードウェア

環境見守りシステムの回路図を図 2 に示す。本システムで用いられているデータ通信のインターフェイスは、PIC マイコンと温度センサ及び湿度センサの間が A/D（アナログ/ディジタル）変換、PIC マイコンと JPEG カラーカメラの間が UART（Universal Asynchronous Receiver Transmitter、汎用非同期送受信回路）、PIC マイコンと USB メモリの間が USB であり、高い機能の割に配線や部品配置は極めてシンプルな構成になっている。

本 PIC マイコン（PIC32MX250F128B-I/SP）において USB 機能を使用する場合、21 ピン及び 22 ピンがそれぞれ D+、D-端子となり、USB メモリとのデータ通信に割り当てられる。また、PIC32 マイコンにおける UART については、仕様上（UART1 ではなく）UART2 が標準入出力になっているため、UART2 の受信（U2RX）を 17 ピンに、送信（U2TX）を 18 ピンに、それぞれ割り当てている。

本システムの電源としては、出力 5V の AC アダプタを USB メモリ及び湿度センサの電源として供給している。また、その 5V から低損失（LDO）三端子レギュレータ

[†] 埼玉大学教育学部 Faculty of Education, Saitama University

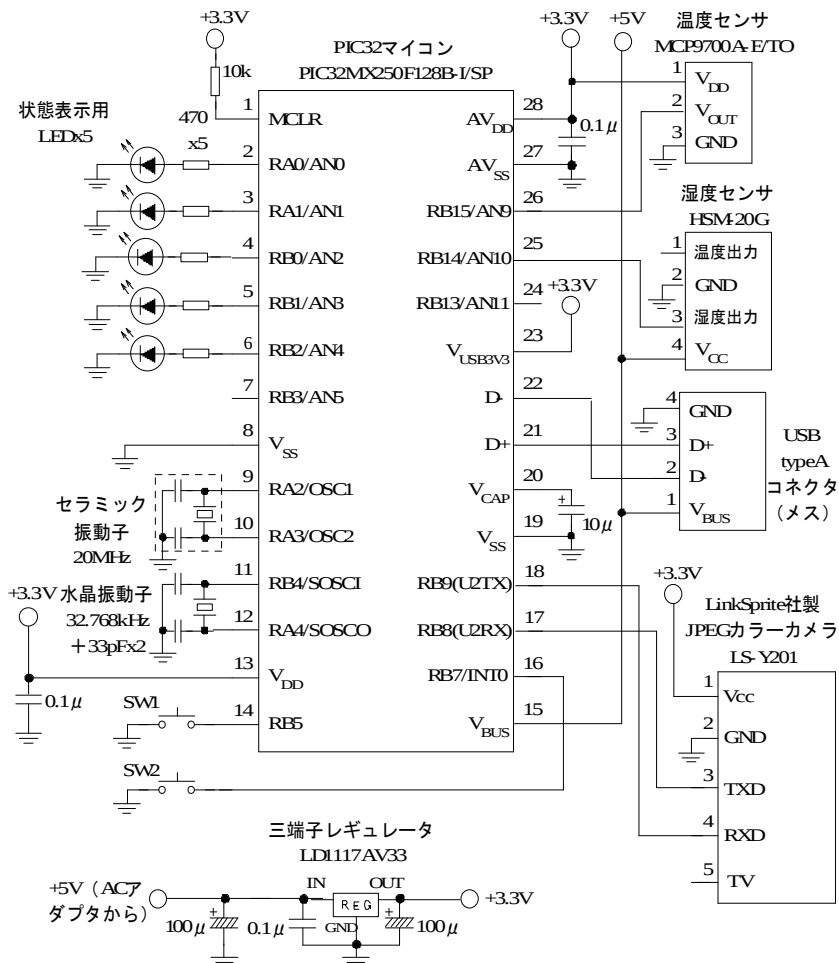


図 2 環境見守りシステムの回路図

(LD1117AV33) を用いて、マイコン、カメラ及び温度センサの電源として 3.3V を供給している。

システムクロック源としては、20MHz のセラミック振動子を用いている。ここから、マイコン内部の PLL 回路において 40MHz のクロックが生成される。また、RTCC (リアルタイムクロック/カレンダー) 用のクロック源として 32.768kHz の水晶振動子を用いている。

2 ピンから 6 ピンまでは、LED 5 個を用いて、撮影時間間隔の設定や装置状態の表示を行っている。

2.3 環境見守りシステムのソフトウェア

マイコンに書き込むプログラムについては、Microchip Technology 社から提供されているソフトウェアライブラリ群である「Microchip Application Libraries (2012 年 4 月 3 日版)」^[4]に含まれている、USB 機能に関するサンプルコードである「Host - Mass Storage - Simple Demo」を参考にして作成した。特に、USB 機能 (USB Framework) 及び FAT ファイルシステム (Memory Disk Drive File System) に関しては、サンプルコードをそのまま利用することが可能であり、開発工数の短縮に大きく寄与している。なお、ソフトウェア開発に用いた開発環境は、統合開発環境が MPLAB IDE ver.8.84、コンパイラが MPLAB C32 C コンパイラ ver.2.02 である。

本システムで撮影される JPEG 画像の解像度は、JPEG カラーカメラの初期設定値である QVGA (320×240 ピクセル) であり、そのファイルサイズは 13k バイト程度になる。USB メモリに保存される JPEG 画像ファイル名としては、00001~99999 の 5 桁の連番数字を含むものとした。これは、2GB の USB メモリを使用した場合に、QVGA サイズの画像が入るきりのいい数字として、99999 枚の画像を保存可能としたためである。

また、本システムでは RTCC を使用しているため、撮影された JPEG 画像ファイルにタイムスタンプを付与することが可能となっている。

本システムが JPEG 画像を撮影するインターバル時間としては、10 秒、1 分、10 分、1 時間、1 日、1 週間、1 ヶ月の 7 通りから選択可能である。これは、4 ピン (MSB)、5 ピン、6 ピン (LSB) の 3 個の LED を 3 桁の 2 進数と見なし、7 通りのインターバル時間を設定可能としている。このインターバル時間は、プログラム内部では、RTCC アラームの繰り返し間隔を設定するための SFR (特殊機能レジスタ) 内の AMASK ビットを設定し、RTCC アラーム割込発生タイミングを制御することで実現している。

3. 環境見守りシステムの製作

PIC32 マイコンを用いた環境見守りシステムのハードウェア並びにソフトウェアを製作し、その動作を検証した。設定したインターバル時間ごとの連続的な JPEG 画像と、温度及び湿度の計測データを得ることができた。

4. 結言

本研究では、学校教育を通じて組込み技術教育を推進することを目的として、マイコンを活用した生活に役立つ実用的な組込み技術教材の開発を目指した。その題材として、カメラ、温度センサ、湿度センサを活用した環境見守りシステムを開発した。本システムにより、周囲環境の状態を定期的に計測し、それらの計測データを USB メモリに記録することが可能となり、所期の目的を達成することができた。

本システムを応用すれば、例えば植物の生育や天候の変化、留守宅中のペットの様子などを、連続した画像として記録し、観察することができる。夏休みの自由研究などに最適と思われる。

参考文献

- [1] 財務省, “貿易統計”, 報道発表資料, 年分等資料, <http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm> (2012).
- [2] 経済産業省, “2009 年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書”, 経営者・事業責任者向け調査, p.7 (2009).
- [3] 同上, p.10 (2009).
- [4] Microchip Technology, “Microchip Application Libraries”, http://www1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Microchip_Application_Libraries.htm (2012).