

栽培支援システムを題材とした組込み技術教材の開発

Development of Cultivation Support System
as Teaching Tool for Embedded Technology Education荻窪 光慈†
Koji Ogikubo

1. 緒言

我が国は天然資源に乏しい国であるにも関わらず、世界で最も豊かな国の一つである。財務省が毎年発表している貿易統計によると、我が国の豊かな生活は、高性能かつ高品質な電気機器、自動車、一般機械等の工業製品の輸出によって支えられていることが分かる^[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）が活用されている。

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、現代社会を生きる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 22 年における国内総生産（GDP）に占める割合は 12.4 %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現在同様の生活を続けられるための豊かさの源泉は、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、一般社会で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飛躍し続けるためにも、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。本発表における具体的題材として、学校現場における幅広い活用を念頭に置いて、栽培支援システムの試作を行った。栽培支援システムとは、時間等の一定の設定条件ごとに、水流バルブ制御による植物への水やりを自動的に行うとともに、温度・照度等の栽培環境の計測を行い、データをフラッシュメモリに記録するシステムである。本システムの活用により、定期的な水やりが可能になるとともに、温度・照度等の時間変化並びにそれらの積算値を容易に知ることができるため、栽培学習を効率的に支援することが可能になるとともに、組込み技術の有用性の認識に貢献できると考えられる。

2. 栽培支援システムの設計

2.1 栽培支援システムの概要

図 1 に、栽培支援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 マイコンの中でも、最上位機種として高性能な 32 ビット CPU を内蔵する PIC32 マイコンのうち、取り扱いが容易な DIP タイプパッケージタイプ版の最上位機種である 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、マイコンが一定のインターバル時間ごとに温度・照度等のセンサから栽培環境の計測データを取り込み、フラッシュメモリに記録するとともに、時間等の設定条件を満たすと、ソレノイドバルブでの水流制御による植物への水やりを行うという構成になっている。

本システムへの電源投入後、まず現在時刻（年月日時分秒）の設定を行う必要がある。次に、各種センサによる栽培環境データ取得のインターバル時間（1 時間、1 日、1 週間の 3 通り）を設定し、更に、水流バルブを開ける条件を設定する。この条件は、一定のインターバル時間ごとか、温度または照度がある設定値を超えるかのいずれかに設定可能である。

なお、本システムにより取得された栽培環境データは、データ取得時刻とともにフラッシュメモリに cvs（カンマ区切りテキスト）形式で記録される。従って、一般的な PC でこれらのデータを時系列的に閲覧可能である。

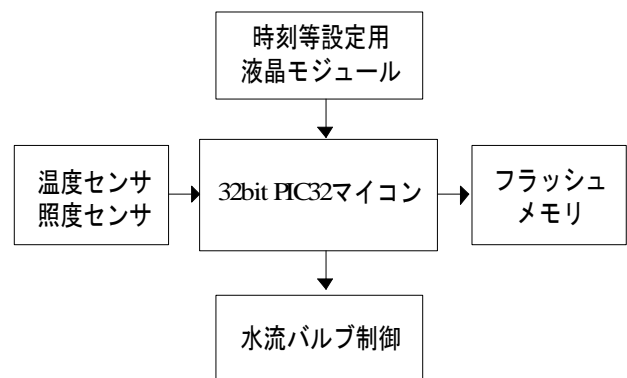


図 1 栽培支援システムの機能ブロック図

2.2 栽培支援システムのハードウェア

栽培支援システムの回路図を図 2 に示す。本 PIC32 マイコンにおいて USB 機能を使用する場合、21 ピン及び 22 ピンがそれぞれデータ（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、液晶モジュールには I2C インターフェイスのものを用いて、占有ピン数

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

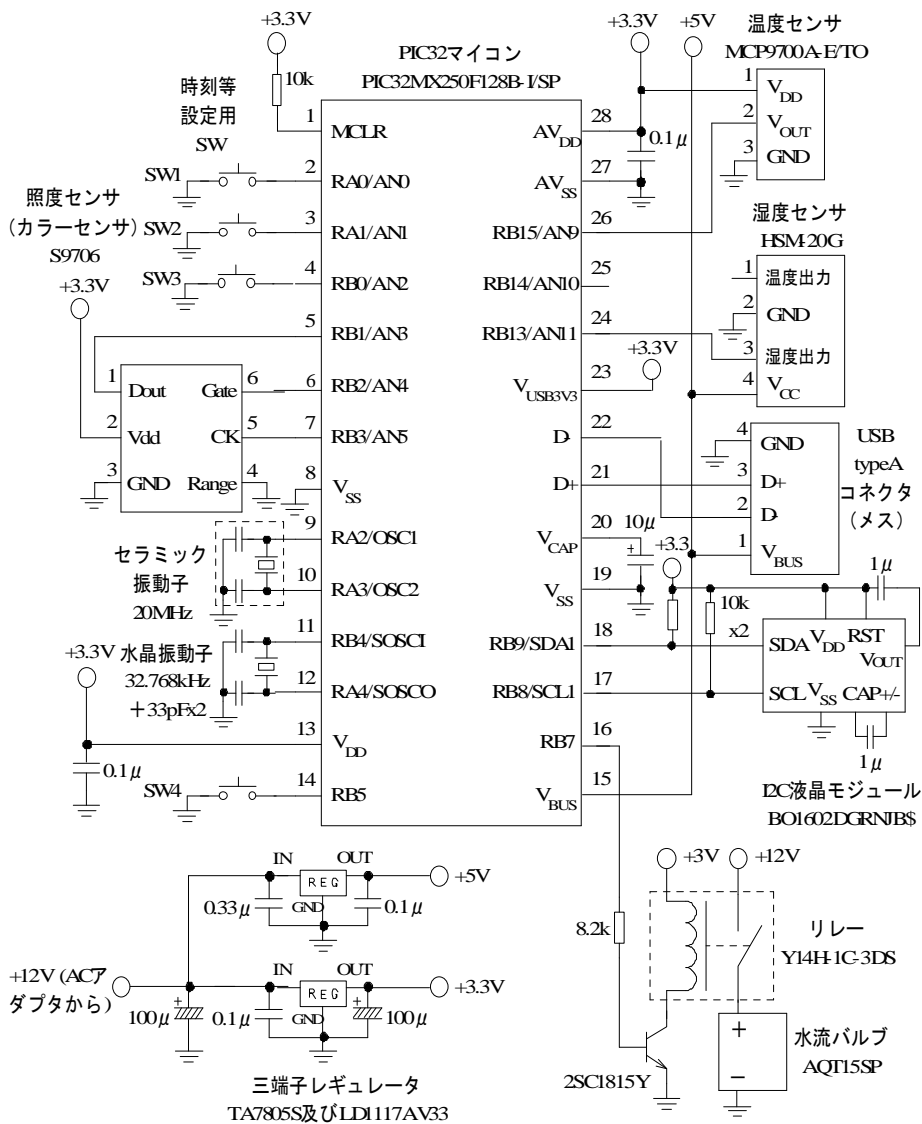


図2 栽培支援システムの回路図

を節約した。クロック (SCL1) 及びデータ (SDA1) が 17 ピン及び 18 ピンにそれぞれ割り当てられている。

センサ類については、温度センサ及び湿度センサはアナログ出力であり、PIC32 マイコン内蔵の A/D コンバータにて読み取りを行っている。照度センサは、本来色の判別を行えるカラーセンサであるが、照度と色の強度が比例するというセンサの性質を利用して、ここでは照度センサとして利用している。

本システムの電源としては、水流バルブを制御するために必要な電源として 12V 出力の AC アダプタを用いた。USB メモリ及び湿度センサの電源として必要な 5V、並びに温度センサ、液晶モジュール及び照度センサの電源として必要な 3.3V は、それぞれ三端子レギュレータを用いて供給している。

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、マイコン内部の PLL 回路において 40MHz のクロックを生成、供給している。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 の時計用水晶振動子を用いている。

2.3 栽培支援システムのソフトウェア

本システムの PIC32 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]に含まれる、USB 機能に関するサンプルコード「Host - Mass Storage - Simple Demo」を参考にして作成した。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.8.90、コンパイラが MPLAB C32 C コンパイラ ver.2.02 である。

3. 栽培支援システムの製作

PIC32 マイコンを用いた栽培支援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定期的な栽培環境 (温度・照度等) の計測データが得られるとともに、あらかじめ設定された条件 (時刻または温度等) を満たした場合に、自動的に水流バルブが開き水やりを行う結果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、我が国の基幹産業である組込み技術に関する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、その具体的題材として、水流バルブや各種栽培環境センサを活用した栽培支援システムを開発した。本システムにより、自動的な水やり及び定期的な栽培環境データの取得が可能となり、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、例えば深夜など無人となる時間帯の栽培環境 (温度・照度等) の変化を定量的に知ることができる。また、栽培環境の時間的な積算値 (積算温度・積算照度) も容易に知ることが出来るため、作物の収穫時期を推測する支援も可能となり、学校種を問わず栽培関連の学習活動の幅が大いに広がると思われる。

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> (2013).
- [2](独)情報処理推進機構(IPA), “2011年度「ソフトウェア産業の実態把握に関する調査」報告書”, p.120 (2012).
- [3]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.10 (2009).
- [4]Microchip Technology, “Microchip Application Libraries”, <http://www.microchip.com/mal> (2012).