

組み込み技術教育のための少ピンARMマイコンLPC810を用いた 学習型赤外線リモコン装置の開発

荻 窪 光 慈 埼玉大学教育学部生活創造講座

キーワード：組み込み技術、ARMマイコン、LPC810、計測と制御、科学技術教育

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と考えられる^[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クロコンピュータ(以下、マイコン)を搭載した組み込み技術(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。今や自動車1台当たり50個以上、一般家庭内で約150個ものマイコンが使われていると言われており、マイコンは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。

このような組み込み技術に代表される組み込み関連製造業が我が国の国内総生産(名目GDP)に占める割合は、図1に示す通り、12.4%(平成22年)にも達しており^[2]、組み込み技術はまさしく我

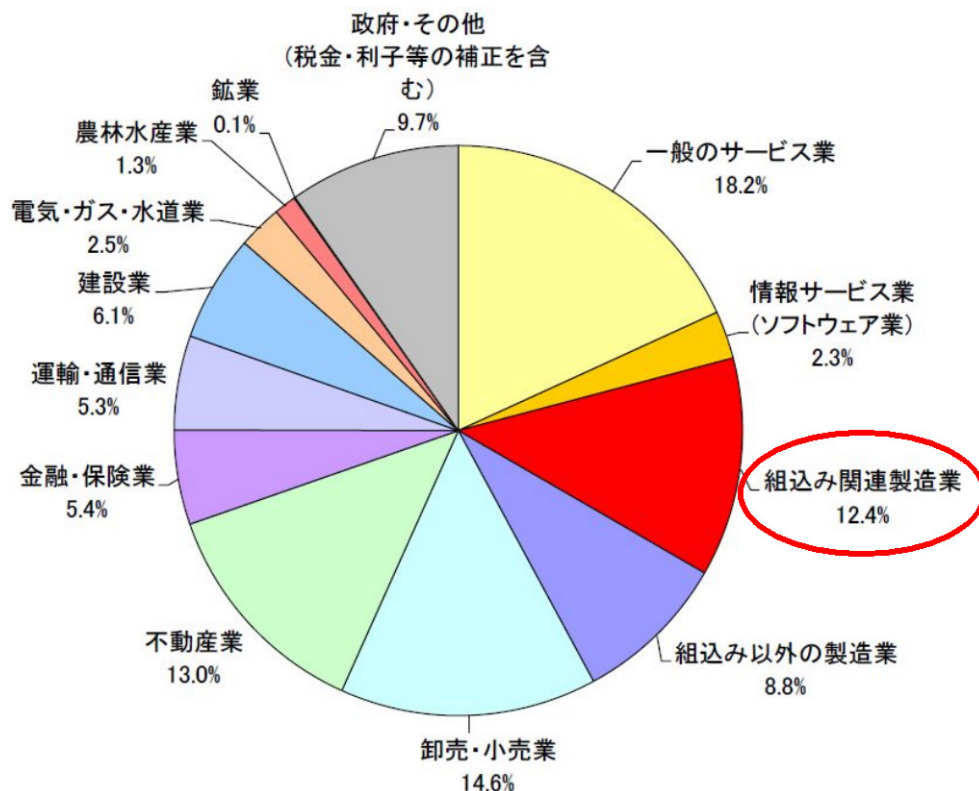


図1 我が国の国内総生産(名目GDP)に占める各産業の割合(平成22年)^[2]

が国の基幹産業であると言える。すなわち、少資源国に暮らす我々の豊かさの源泉は、マイコンを活用した組込み技術、並びにそれを支える人材育成に求められる。

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きておらず、一般社会や教育界において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システムの開発を目指す。本稿では、その具体的題材として、世界初のDIP 8ピンパッケージの32ビットARMマイコンであるLPC810マイコンを用いて、学習型赤外線リモコン装置の設計・開発を行った。学習型赤外線リモコン装置とは、一般的なりモコンから送信される赤外線信号を解析・記憶・再生する装置である。リモコンは我々の生活において極めて身近に存在する題材であることから、本研究は組込み技術に関する理解の促進に有益な貢献をするものと考えられる。

2. 学習型赤外線リモコン装置の設計

2-1 リモコンにおける赤外線信号規格

学習型赤外線リモコン装置の設計を行うに当たって、リモコンが家電製品を制御する仕組みを理解する必要がある。一般的な家電製品に付属しているリモコンでは、リモコンから家電製品本体に向かって赤外線を送信することにより、家電製品を制御している。その際、送信される赤外線は、定められた規格に従って点灯・消灯を繰り返す。そのような規格は何種類か存在するが、国内に流通している家電製品の多くに当てはまる代表的な規格として、NECフォーマット^[4]が挙げられる。

図2に、NECフォーマットにおける赤外線信号規格を示す。NECフォーマットではパルス位置変調 (PPM、Pulse Position Modulation) 方式が採用されており、赤外線の点灯 (以下、オン) と消灯 (以下、オフ) のペアで“0”もしくは“1”の1ビットのデータを表現している。すなわち、時間の長さにして560 μ sec程度の時間Tを単位として、赤外線がTの長さだけオンになった後、次のオンのパルス位置までの時間の長さ (すなわち直後のオフの時間) がTであれば“0”を、3Tであれば“1”を、それぞれ表すことになっている。

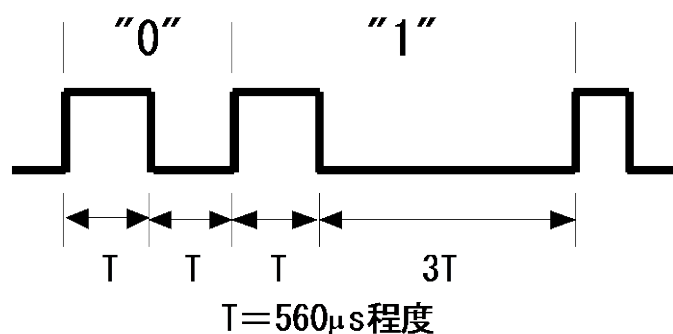


図2 NECフォーマットにおける赤外線信号規格

なお、図1において赤外線がオンの期間は、赤外線を出力し続けている訳ではなく、NECフォーマットの場合は38kHzの周波数で赤外線LEDを点滅させている。これは、太陽光等の外部からの赤外線による誤作動を防ぐためであり、38kHzなど特定の周波数で点滅する赤外線信号のみが意味のある信号として認識されるようになっている。このような信号が数十ビット以上連続することによって、リモコンの各ボタンに対応する赤外線信号が家電製品に伝えられる仕組みである。本研究では、図2に示したNECフォーマットに加えて、国内に流通している家電製品に主として用いられている規格である家電製品協会フォーマット及びSONYフォーマットの3種類の規格に適合することを目指した。

2-2 学習型赤外線リモコン装置の概要

図3に、学習型赤外線リモコン装置の機能ブロック図を示す。マイコンとして、NXP Semiconductors社が製造・販売しているARMコア搭載のLPCマイコンのうち、取り扱いが容易なDIPタイプパッケージ版かつ最も少ピンである、世界初のDIP 8ピンパッケージの32ビットARMマイコンであるLPC810M021 FN8（ARM Cortex-M0+コア搭載、プログラムROM 4kバイト、データRAM 1kバイト）を用いた。

リモコンから送信された赤外線信号は、特定の周波数で点滅する赤外線信号を受信するために適した電子部品である赤外線受信モジュールにて検出され、LPC810マイコンに入力される。LPC810マイコンにおいては、入力された赤外線信号の点滅パターンが内蔵メモリ（データRAM）に記録される。

赤外線信号の入力及び記録が終了した後、所定の押しボタンスイッチを押すことにより、記録された赤外線信号が赤外線LEDにおいて再生・出力されることとなる。

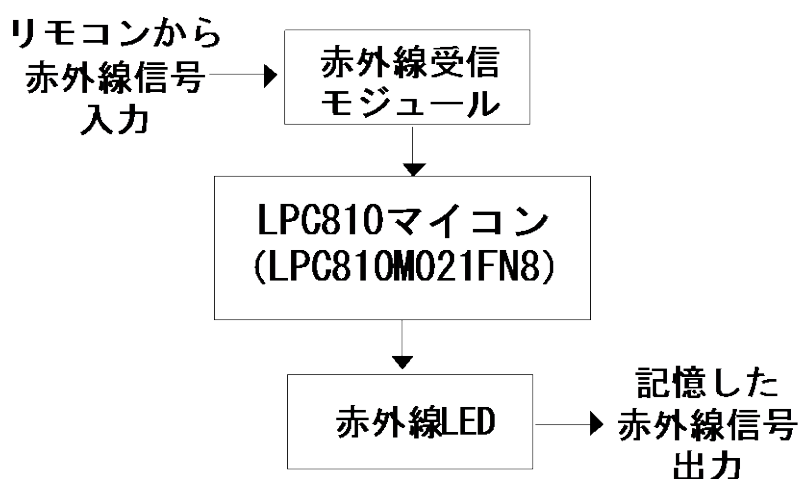


図3 学習型赤外線リモコン装置の機能ブロック図

2-3 学習型赤外線リモコン装置のハードウェアとソフトウェア

上記の機能ブロック図に基づいて設計された学習型赤外線リモコン装置の回路図を図4に示す。

一般的なりモコンから送信された赤外線信号は、LPC810マイコンの8番ピン（PIO0_0）に接続された赤外線受信モジュール（PL-IRM2161-XD1，中心周波数 $f_0=38\text{kHz}$ ）にて検出される。ソフトウェア内で、8番ピンにピン割込みを設定しているため、8番ピンへの入力信号はピン割込みの発生要因となり、赤外線信号の立上りエッジ及び立下りエッジごとにピン割込みが発生し、

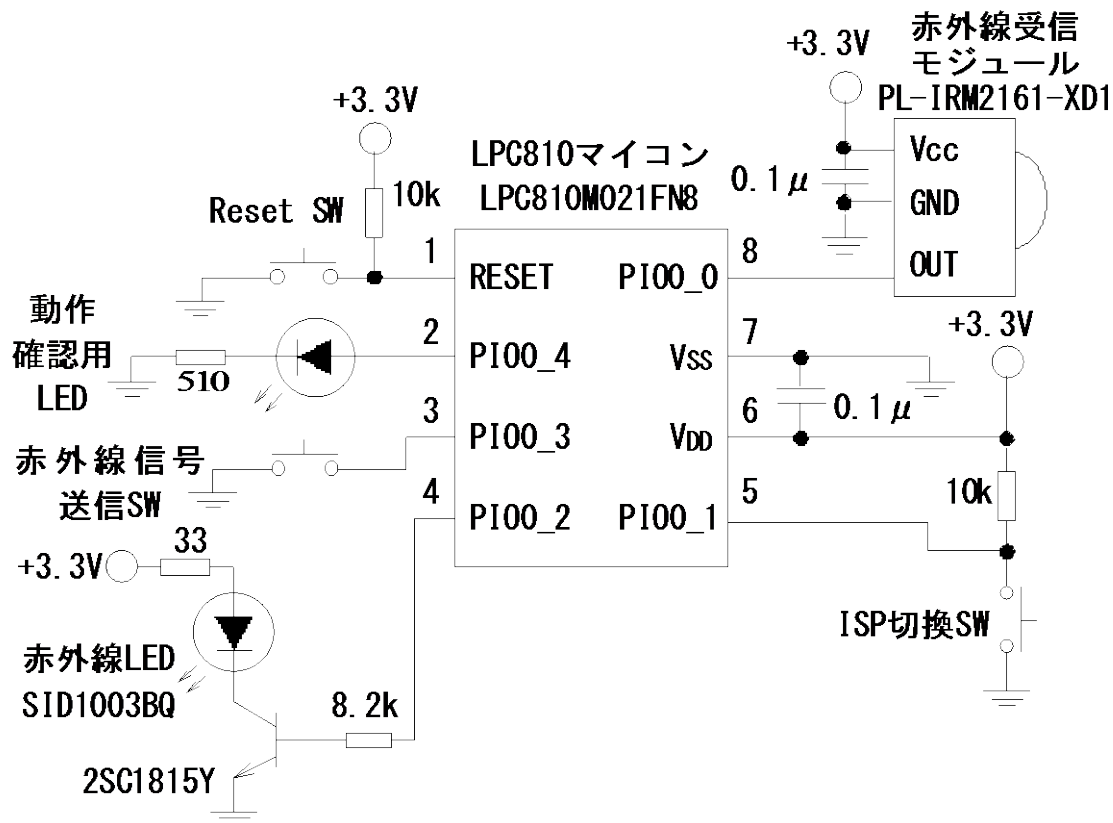


図4 学習型赤外線リモコン装置の回路図

その都度、信号のオフ状態並びにオン状態の継続時間（タイマカウンタ値（MRT0レジスタの値））が順次記録される。

赤外線信号の入力及び記録が終了した後、3番ピン（PIO0_3）に接続された押しボタンスイッチが押される都度、先程記録されたタイマカウンタ値が順次読み取られ、そのオフ状態並びにオン状態の継続時間の通りに、4番ピン（PIO0_2）に接続されたトランジスタ（2SC1815Y）を介して赤外線LED（SID1003BQ）が点滅し、赤外線信号が再生・送信されることとなる。なお、2番ピン（PIO0_4）には動作確認用のLEDが接続されており、本装置が動作中に必要に応じて点灯することになっている。

ソフトウェアはC言語を用いて開発された。開発に用いた統合開発環境は、LPCXpresso IDE ver.7.1.1であり、ビルド時に書き込み用HEXファイルを生成した。また、HEXファイルをLPC810マイコンに書き込むための書き込みソフトウェアとしてFlash Magic ver.7.67を用いた。LPC810マイコンへのHEXファイルの書き込みの際に、ハードウェア的には、USB-シリアル（UART）変換モジュール（AE-UM232R）を用いたISP（In-System Programming）モードにて行った。

3. 学習型赤外線リモコン装置の製作

上記の設計に基づき、学習型赤外線リモコン装置を製作した。図5に、製作した学習型赤外線リモコン装置の外観を示す。電源として、CR2032型コイン電池を用いた。マイコンがDIP 8ピンパッケージと小型であるため、回路全体をミント菓子のケースに収納することができた。

本研究で用いたLPC810マイコンは、内蔵メモリのうち、信号のオフ状態並びにオン状態の継続

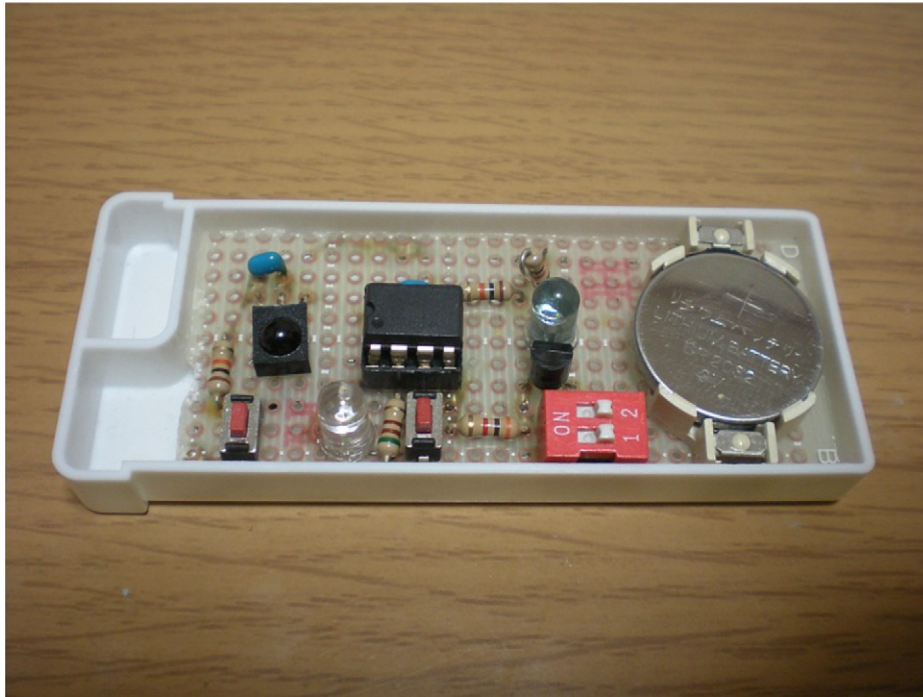


図5 学習型赤外線リモコン装置の外観

時間（タイマカウンタ値）が記憶されるメモリ領域であるデータRAMが1kバイトと少ないため、家電製品及び付属のリモコンによっては、赤外線信号が長い、すなわちビット数が多い場合に、信号を記憶できないリモコンも散見されたが、原理的には赤外線リモコン信号の解析・記憶・再生がLPC810のピン割込みを用いて可能となり、幾つかの家電製品について、本装置で実際に制御可能であることが確認できた。

4. 結言

本研究では、特に学校教育を通じて、我が国の基幹産業である組込み技術に関する教育の推進に寄与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システムの開発を目指し、その具体的題材として、学習型赤外線リモコン装置の設計並びに製作を行った。その結果、幾つかの家電製品について、本装置で制御可能であることが確認できた。

本研究で用いたLPC810マイコンは少ピンであり取り扱いが容易かつ安価であることから、本装置は学校教育における組込み技術に関する理解の促進に貢献することが可能であると考えられる。

謝辞

本研究はJSPS 科研費25870122の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 財務省 (2015), 貿易統計, 報道発表資料, 年分等資料, <http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>
- [2] (独) 情報処理推進機構 (2012), 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

- [3] 経済産業省 (2009), 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
- [4] ルネサスエレクトロニクス (2004), NECフォーマットの赤外線リモコン・フォーマット, http://japan.renesas.com/support/faqs/faq_results/Q1000000-Q9999999/mpumcu/com/remo_012j.jsp

(2015年9月30日提出)

(2015年10月7日受理)

Development of Learning Type Infrared Remote Controller Utilizing Small ARM Microcomputer LPC810 for Embedded Technology Education

OGIKUBO, Koji

Faculty of Education, Saitama University

Abstract

Embedded technology is one of the key industries in Japan, because it occupies more than 10 percent of the gross domestic product (GDP) and more than 50 percent of the export of Japan. In order to sustain its position as a world leader in science and technology in the global society, the further spread of the embedded technology is indispensable for Japan. Therefore, it is urgently necessary to cultivate human resources who can contribute to the strengthening of the embedded technology. However, almost no embedded technology education has been performed in the school education in Japan. Therefore, in this study, as an example of the practical learning theme for the embedded technology education, the learning type infrared remote controller was developed utilizing a small 32-bit ARM microcomputer LPC810. The developed remote controller can analyze infrared signals transmitted from general remote controllers, and it is considered that the developed remote controller is useful to promote the understanding about the embedded technology.

Keywords: embedded technology, ARM microcomputer, LPC810, measurement and control, science and technology education