

LEDを用いた教材の製作

釣 健孝¹

要旨：本校電子制御工学科4年生ではPBLを基本とした「創造設計プロジェクト」と言う授業を行っている。その中で、LEDを用いた教材を製作した。製作した教材を用いることで、信号の有無などのチェックが簡単にできるだけでなく、ものづくりにおいて、製作途中における目的に合わせた自作ツールの重要性を学生に教えることができた。

キーワード：教育、PBL、AVRマイコン、無線コントロール、LED、可視化

1. はじめに

本校電子制御工学科では、4年次に「創造設計プロジェクト」(以下、プロジェクトと略す)として学生が自ら設計・製作したロボットとそのロボットを使ったミニロボコンによる授業を行っている。この授業は、創造教育として、

1年次…レゴマインドストームNXTと専用ソフトウェアNXT2.0を使用したライントレースカーの製作

2年次…電子工作、機械工作によるトレースカーの製作

3年次…レゴマインドストームNXTとプログラミング専用ソフトウェア Robot C for MIND STORMS を利用したミニロボコン

を行っている。その積み重ねの集大成として4年次には電子工作、機械工作によるミニロボコンを行っている。

本プロジェクトは、グループ単位でロボット開発・製作・競技をするもので、4人程度で班を構成し、メンバーがそれぞれ「リーダー」、「機構設計製作」、「組み込みマイコン開発」、「戦略構築」等の役割を担い、ロボットの設計から製作、ミニロボコン大会、自分たちの製作したロボットのPR(プレゼンテーション)、ロボット操作マニュアルの製作まで行っている。

平成23年度後期に行われた本プロジェクトにおいて、筆者は「組み込みマイコン開発」を担当した学生達(以下、マイコン班)の学生の指導をすることとなった。授業を進める上で、学生の理解や応用を深めるため学生の目線に立った教材を製作した。

本文では教材を製作するに至った経緯を紹介するとともに、その教材を使った学生の感想について報告する¹⁾。

2. 創造設計プロジェクト

2.1 本プロジェクトの概要と目的

1 舞鶴工業高等専門学校 教育研究支援センター 技術専門職員

本校電子制御工学科4年生で行う本プロジェクトは、必修2単位(後期4時間/週)で行われている²⁾。前述のように4人程度で班が構成され、それぞれの学生が担当する担当ごとに教職員の講義を受け、本プロジェクトを進行させていく。

本プロジェクトにおける順序だった目的は次の通りである。

- (1) ロボットコンテストの要求を把握し、スケジュールを立てる。
- (2) グループ内討議、資料調査に基づき、アイデアをまとめる。
- (3) 機構設計製作、組み込みマイコン開発、戦略構築、そしてそれらをまとめるリーダーの4つの役割を分担する。コストを管理する。
- (4) 新規性・特許調査を行い、自チームの特色をプレゼンテーションする。
- (5) コンテストにおいて、立てた戦略がどうなるかを体感する。他チームを含めて、ロボットを観察し、どうすれば性能を発揮できるかの知見を得る。

ミニロボコンではあるが、各班が一つの会社になったつもりで、自社の製品(ロボット)の「売り」を明示できるようにすることが一番の目的である。

2.2 「組み込みマイコン開発」の授業³⁾

本プロジェクトのマイコン班における授業は以下のパートに分かれている。

- (1) 制御用マイコンボードの製作
 - (2) ポートの入出力
 - (3) 動作速度
 - (4) タイマと割り込み
 - (5) PWM
 - (6) DCモータ、サーボモータの制御(テスト回路の製作)
 - (7) シリアル通信
- これらの単元を経て、最終的には、
- (8) ロボットへの実装

と進めていく。

使用する制御用マイコンボード（以下、ベースボード）は、マイコン担当の技術職員が開発したもので、AVR マイコンチップを装着することを前提としたオリジナルのボードである。本ベースボードを用いて、マイコン担当の学生は、パートに沿ったサンプルプログラムや課題プログラムをパソコンから打ち込み、ベースボードにそのプログラムを書き込み、動作確認をすることになる。

Fig.1 は本プロジェクトで使うベースボードとベースボードのマイコンにプログラムを書き込むための書き込み用ボードである。**Fig.2** は、ベースボードと書き込み用ボードを用いたパソコンとの接続図、また **Table 1** に本プロジェクトで用いている AVR マイコン、**Table 2** にシリアル通信で用いた無線通信ユニット(XBee)の仕様(抜粋)を記す。

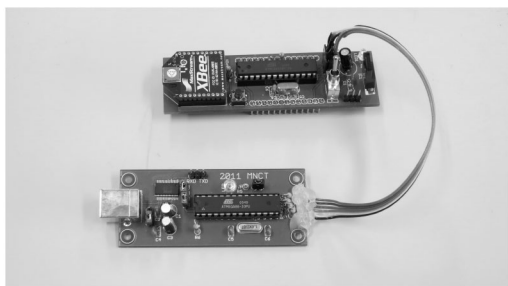


Fig.1 The Base Board (UP) &
The Writer board (BOTTOM)

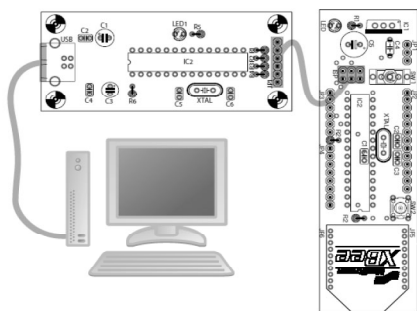


Fig.2 The various boards linked to PC

2. 3 可視化教材の開発の必要性

授業では、前述の(1)~(6)におけるサンプルプログラムや課題プログラムは、ベースボードにプログラムを書き込むと LED が点灯する等、ブレッドボードなどを用いて即座に動作確認が可能である。しかし(7)と(8)においては、XBee による無線通信を使用するため、送信側と受信側の両方のベースボードのマイコンにプログラムを書き込み、動作確認をする必要がある。

さらに送信側と受信側の間には無線通信ユニットが介在するため、動作確認として送信側のベースボードから受信側のベースボードに信号が送られているか否かの確認

Table1 Specification of ATmega328P⁴⁾

メーカー	ATMEL
製品カテゴリ	マイクロコントローラ
コア	ATmega
プロセッサシリーズ	ATMEGA32x
データバス幅	8bit
最大クロック周波数	20MHz
プログラムメモリサイズ	32KB
データ RAM サイズ	2KB
A/D ビットサイズ	10bit
A/D チャンネル有り	6
データ ROM サイズ	1kB
インターフェイスタイプ	SPI, TWI, USART
プログラム可能 I/O 数	23
タイマ数	3
プログラムタイプメモリ	FLASH

Table2 Specification of Radio Control Unit(XBee)⁵⁾

メーカー	Digi International, Inc.
RF データレート	250 Kbps
室内/アーバンレンジ	30m
屋外/見通しレンジ	90m
送信出力	1mW
電源電圧	2.1~3.4 V DC
送信電流	45mA
受信電流	50mA
パワーダウン電流	<10 μ A @25 $^{\circ}$ C
シリアルデータインタフェース	3.3V CMOS UART
コンフィグレーション方法	API または AT コマンド, ローカルまたは無線
周波数帯域	2.4GHz
シリアルデータレート	1200bps~25000bps
暗号化	128 ビット AES
ID およびチャンネル	PAN ID, 64 ビット IEEE MAC, 16 チャンネル

も必要となる。これらを大きく分類すると次の3点である。

- ・送信側のベースボードが信号を送っているか
- ・受信側のベースボードが信号を受け取っているか
- ・受信した信号によって、受信側のベースボードのどのポートが動作しているか

これらは、実際に受信側のベースボードに LED やモータなどの機器を取り付けない限り、動作確認が難しい。しかもプログラムを作成した学生がベースボードの使用ポートが他の学生と同一とは限らない。そのため、無線

通信を介した制御において、受信側のベースボードのどのポートが動作しているのか確認するための教材が必要となった。

また筆者は、平成23年度から本プロジェクトを担当することとなり、学生よりも一足先にサンプルプログラムや課題を行って実習に備えていた。その際、無線通信を使う課題になると、プログラムのデバッグや動作確認に時間や労力を要した。そのため、マイコン班の学生と同じ目線に立ち、動作確認するための教材の必要性を感じたため、可視化教材を製作した。

2. 4 製作した可視化教材

Fig.3には筆者が製作した可視化教材を示す。本教材はユニバーサルボードと複数のLED、ベースボードを差し込むソケットから構成されている。今回は、本教材に受信側のベースボードをソケットに差し込むことで動作することとした。ユニバーサルボードに配置されたLEDは、受信側のベースボードの各ポートに対応しており、送信側のベースボードの発信された信号を受信しているかどうか、受信した信号に対して、受信側のベースボードのどのポートに出力信号が出ているかが一目でわかるようになっている(Fig.4)。

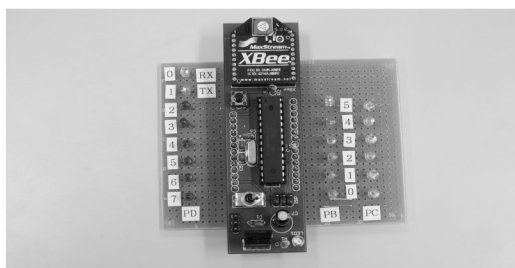


Fig.3 Manufactured visualization teaching materials

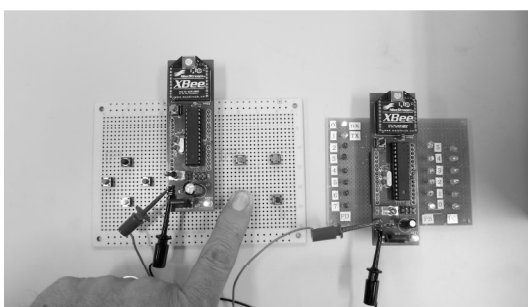


Fig.4 Operating check

3 学生の感想と教材の応用

3. 1 学生の感想

本教材を実際にマイコン班の学生が使用してみたところ、前述で分類した3点すべてのチェックが可能となった。この教材ができるまでは、受信側のベースボードならびにそれによって制御されるモータなどを接続しなければ、動作チェックができず、またその作業をするだけでも労力と時間を要していた。本教材を用いることで、

簡単にしかも視覚的にチェックが可能となったため、動作チェックにかかる時間を短縮できただけでなく、同じ班の他のメンバーに対しても状態の説明などしやすくなったと、かなり好評であった。また作業が進み、受信側のベースボードをロボットに装着する段階になると、頻繁に本教材が使用され、プログラムの修正等に大いに役立つようである。

3. 2 教材の応用

本教材を用いて動作チェックを行っていた学生の中で、本教材に興味を示し、自分なりにアレンジし自分のロボットに合わせた教材を製作した者もいた。筆者が作った教材は本校の電子制御工学科4年生ならだれでも作れるようなものではあるので、興味を示した学生に本教材をベースにオリジナルの教材を製作するよう進言したところ、独自の教材を作り上げ、課題のロボット製作に有用なツールとして大いに活用していた。このように、ものを作り上げる際に用いるツールも場合によっては自らが製作すること、またそういったツールを製作することも技術者としての一つの技術力であると学生が感じてくれたことは、筆者も喜ばしい限りであった。

4. まとめ

平成23年度の電子制御工学科4年生で実施されている「創造設計プロジェクト」において、「組み込みマイコン開発」を担当する学生らは、送信用ならびに受信用のベースボードを用いて組み込みマイコンの開発を行っている。開発の段階で、ロボットの操作では無線通信を使用するため、送信側から受信側への信号の有無、信号を受信した際の動作チェックに非常に労力を要した。そこでLEDを用いた可視化教材を製作し、実際に学生に使用してもらったところ、使用した学生には非常に好評であった。また、本教材を手本として、独自でチェック用の教材を作り始めた学生グループもあり、本教材は学生の自主的なツール製作・開発にも大いに役立つことができた。それと同時に「ものづくり」において、目標とする物を製作する過程で使うツールを自ら製作することも、技術者としての一つの技術力であり、結果的に製作における効率アップや時間の有効活用につながることも学生に教えることができた。

技術者として、今後も実験・実習などで有用と思われる教材を製作する機会があれば積極的に製作するだけでなく、学生へ教材を提供することで、学生が授業等で行っている「ものづくり」の一助となることを期待したい。

参考文献ならびに参照 URL:

- 1) 釣他:「学生目線で製作した LED を用いた可視化教材」平成24年度全国高専教育フォーラム発表概要集, PP.303-304,2012.
- 2) 舞鶴工業高等専門学校:平成23年度舞鶴工業高等専門学校シラバス, PP.21-34,2011.

- 3) 仲川他 : AVR Studio 4 を用いた AVR の開発「PBL(Project Based Learning)創造設計プロジェクト」,2011. Datasheet : <http://www.atmel.com/Images/8271S.pdf>
- 4) ATMEL [ATMEL Corporation]:Atmel ATmega328P 5) Digi International, Inc. :XBee®/XBee-PRO® DigiMesh™
2.4 OEM RF Modules : <http://www.digi.com/>:2012.04.25

(2012. 12. 7 受付)

CREATE TEACHING MATERIALS USING THE LED

Takeyoshi TSURI

ABSTRACT : In the Department of Control Engineering of the Maizuru technical college, PBL accompanied by manufacture of a robot is performed at the time of a fourth grader. In the PBL, carries out to the presentation for PR the plan and not only planning about manufacture of a robot but for actually selling manufacture and a robot. I guided microcomputer control in the PBL.

In this paper, the materials we have created a visualization using the LED for my students are doing the PBL.

Key Words: *Education, Project Based Learning, AVR Micro Computer, Radio Control Device ,LED, Visualization of Materials*