

電気電子創造演習へのLEDマトリックス表示制御の導入

前原 健二*

Introduction of LED matrix display control to Electrical and Electronic Creativity Exercises class

Kenji MAEHARA

This paper reports introduction of display of flip-flip animations on 8x8 LED matrix display used PIC micro-controller to Electrical and Electronic Creativity Exercises class.

Students have no knowledge about PIC micro-controllers, and so teacher gives them the circuit drawing and a prototype program. Students had made the circuit on a through-hole circuit board and displayed a prototype flip-flip animation at the present time. From now on, students are going to design original flip-flip animation, furthermore design original display program.

Students are hoped for the acquirement of the skill using PIC micro-controller and a pleasure in this subject.

Key Words : LED matrix display, PIC, display control, flip-flip animation, creativity exercises

1. はじめに

津山工業高等専門学校電気電子工学科では3年生に対し電気電子創造演習を実施している。この授業は問題を発見し解決する能力を学生に涵養することを目的とし、電気電子工学実験の発展的な課題を学生自らが設定して計画立案や資料収集し、回路試作や実験に取り組み、成果を報告書にまとめてPowerPiontによる発表をする1単位の授業である。この授業は学生を3班に分けて、3人の教員がそれぞれの班ごとに大まかな課題を示し、学生はその目的に沿って自ら創意工夫を凝らして創造を進めていく。

授業担当者に加わった筆者は、専門分野のマイコン制御を学生に馴染みやすい課題として導入するために、PICによる8x8 LEDマトリックス表示制御を採用することとした。8x8 LEDマトリックス表示制御については各所で色々な作品が発表されているが、表示制御が単純で内容を自由に变化せられるものとして、明和電機の「ビットマン」という玩具のようにぱらぱらアニメさせるものが分かりやすい。

本報告では、電気電子創造演習の授業へ導入した8x8 LEDマトリックスにぱらぱらアニメを表示する課題の内容と授業展開例を示す。

2. 課題に対する背景と制約

本学科の2年生までに教えているデジタル関係の内容は、2年生の制御基礎での24単位時間と電気電子工学実験Ⅱでの2テーマで行っている無接点シーケンスのみであり、3年生開始時点では基本論理回路とフリップフロップおよびそれらを用いた優先回路や時間制御回路が分かる程度である。

マイコンに関する知識が皆無である学生に対しマイコン制御を課題とするには困難が予想される。このため、本課題では8x8 LEDマトリックス表示制御回路の図面およびプロトタイププログラムを学生に与えている。PICや使用部品のICなどについて大まかな説明をした後、それらについて学生にインターネットや書物で調査をさせ報告させることで各部品の役割と働きについて理解を深めさせる。プログラムについては具体的な個々の命令ではなく構成内容を解説して、どうやって表示を自由に変えるかを理解することだけを求める。

本課題の目的とするところは、学生自身によりLEDマトリックス表示制御を製作することを通してマイコン制御の手法と面白さを体験してもらうことを主眼として、その過程で生じる問題を自ら発見し突きとめ創意工夫を凝らして解決することを期待している。勿論、授業の目的には、成果を報告書にまとめてPowerPiontによる発表まで修得させることも含まれる。

3. 8x8 LEDマトリックス表示制御回路

PIC による 8x8 LED マトリックス表示制御の回路構成を図 1 に示す。

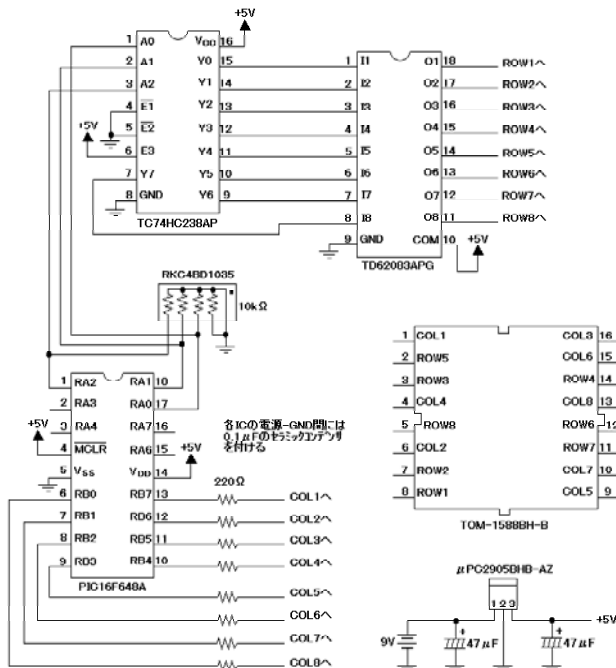


図1 8x8 LED マトリックス表示制御回路

PIC16F648A¹⁾ が PIC マイコン、TC74HC238AP がラインデコーダ、TOM-1588BH-B が 8x8 LED マトリックス、TD62083APG がシンクドライバである。

PIC を選択する上で最重要視したのは、PIC16F84 に準拠していることである。これは学生に PIC マイコンについて理解させるため、PIC16F84A について書かれた教科書²⁾ を勉強させているためである。また、表示データを十分確保するためにメモリ容量が大きいこと、部品点数を減らすためクロック回路を内蔵しているものを選んだ。

LED マトリックス表示制御は、行表示を順番に進めていくラインスキャン方式であり、PIC の A ポートで行指定を行い B ポートからラインデータを出力している。この方式では同時に 8 個までの LED が点灯して 100mA 以上の電流が流れ、ラインデコーダの端子許容電流 (20mA) を超えるため、シンクドライバを使用している。

4. 表示制御プログラムの構成

8x8 LED マトリックス表示制御プログラムの流れを示すフローチャートを図 2 に示す。

ユーザレジスタ設定部は、アセンブラ疑似命令により作業レジスタと表示データを入れる vram 領域

を定義する部分である。表示データは 8 ビットの 8 行のデータで構成されるフレーム内パターンの集まりである。表示データは、表示パターンの書き込み部で間接アドレッシングによる方法で 1 行ずつ vram 領域に書き込んで行く。

8x8 LED マトリックス表示制御は表示フレームの制御部とタイマ割り込み処理ルーチンで行っており、前者で表示フレームの移動を後者でフレーム内パターンの表示の繰り返しを行っている。

この方法により、表示内容の制御は表示パターンの書き込み部および vram 領域の範囲指定だけに依存し、学生はプログラム全体の内容や細かい命令を知らなくてもぱらぱらアニメを自由に変更できる。

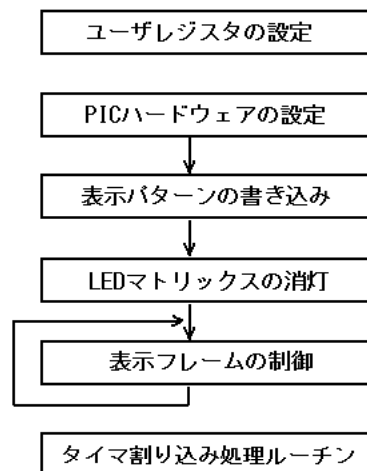


図2 表示制御プログラムの流れ

タイマ割り込み処理ルーチンを図 3 に示す。

割り込み回数のカウントアップは 1 フレームの表示時間を測るために行っている。

タイマ割り込みは約 1ms 毎に発生し、その都度 1 行の表示を行っている。8 行のフレーム内パターンの表示は約 8ms で繰り返されるため、人間の目の残像蓄積時間に対し十分速く、ちらつきは生じない。

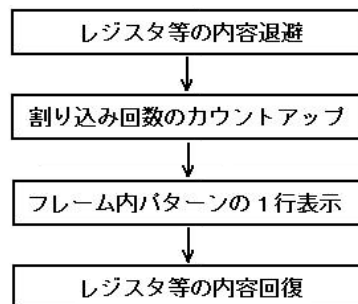


図3 タイマ割り込み処理ルーチン

フレーム内パターンの 1 行表示部を図 4 に示す。

タイマ割り込み発生毎に、それまで表示していた行の表示を消して新たに次の行の表示データを読み

出しその行を表示していく。これにより、1 行の表示が約 1ms 点灯、約 7ms 消灯を繰り返す。表示データの場所はフレームデータの先頭番地と行番号で管理されている。

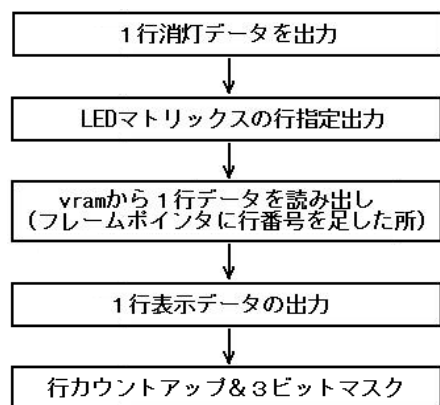


図4 フレーム内パターンの1行表示部

メインルーチンの表示フレームの制御部を図5に示す。

1 フレームの表示時間はタイマ割り込みの回数で判断しており、この回数が設定値になるとフレームポインタを次のフレームデータの先頭番地に変えて8x8 LED マトリックスの表示内容を変更している。

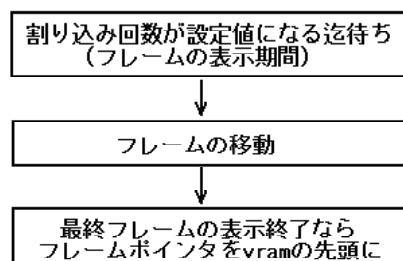


図5 表示フレームの制御部

5. 電気電子創造演習の授業展開

電気電子創造演習の PIC による 8x8 LED マトリックス表示制御の課題についての授業展開について説明する。

電気電子創造演習の第1回目授業では、学生に対し3人の教員により課題の説明があり、希望調査および班分けが行われる。第2回目授業から各班に分かれ別な実験室でそれぞれの授業が進められていく。

本課題グループの第2回目授業で行う課題の詳細説明では、まず概要として「8x8 LED マトリックスに時分割表示パターンを送り簡単なアニメを表示する」、「PIC と I/O デバイスを勉強し制御方法を理解する」、「プログラムの概要を理解し独自の表示内容

を考える」ことを具体的に説明する。そして、図6の作業プロセスを見せて、課題に関する3週目以降の授業の流れを説明する。



図6 作業プロセス

次に、電気電子創造演習全体の目的および課題を図7により説明する。そして、教員によるアドバイスを基に年間計画を考えさせる。電気電子創造演習では与えられた課題の製作・実験だけでなく報告および発表が必要であり、さらに出来れば課題内容について中学校への出前授業も行う。



図7 授業全体の課題

その後、学生に 8x8 LED マトリックス表示制御回路の図面を渡して部品の大まかな役割を説明をし、さらに演習室のパソコンでインターネットを使って各部品について学生に調査をさせる。この調査は課題として授業時間外に引き続きやらせている。

第3回から5回目までの授業では、教科書に沿って PIC のハードウェアと命令および2進数などのデータ表現や論理操作について簡単に説明する。

第6回目と第7回目の授業では、PIC プログラム開発ツールの MPLAB の使用法について説明と実習をする。ここでは教科書にある簡単な LED 点滅制御のプログラムを入力させてシミュレーションまでさせている。

第8回目と第9回目の授業では部品についての調査発表をさせた後、再度教員から 8x8 LED マトリックス表示制御回路の詳細と表示制御プログラムの概要を説明する。

第10回目の授業から回路製作にかかる。8x8 LED

マトリックス表示制御回路の図面を基に自分で部品配置を考え、穴あき基板上に IC ソケットを差し込んでジャンプフロン電線により回路を製作していく。なお、学生はハンダ付けに慣れていないため使用済み基板で事前にハンダ付け練習をさせている。

殆どの学生は回路製作を夏休み前まで（13 回目授業＋授業時間外の補習）に終了し、プロトタイププログラムを書き込んだ PIC により動作を確認している。図 8 に回路製作の様子を、図 9 に学生が製作した 8x8 LED マトリックス表示制御回路を示す。

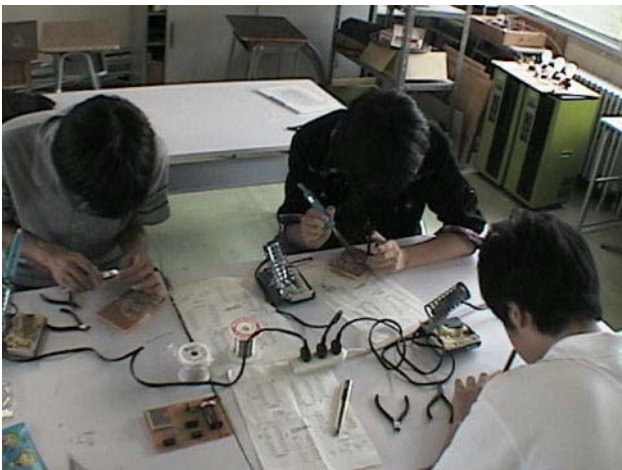


図 8 回路製作の様子

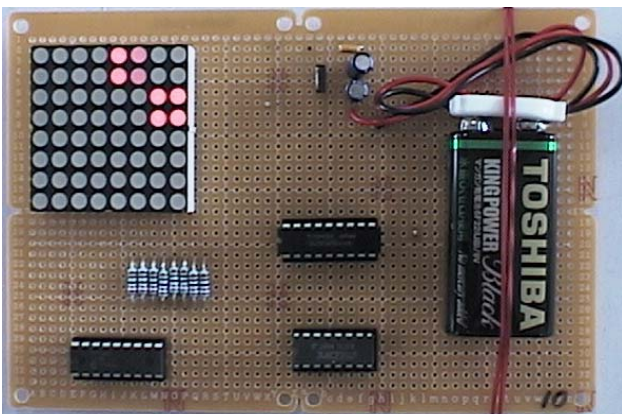


図 9 製作した 8x8 LED マトリックス表示制御回路

本報告作成時点での授業内容はここまでであり、この後述べる内容は予定である。

9 月の 2 回の授業では、5mm 罫方眼紙を配布して独自の表示パターンを設計させ、その内容でプログラムの表示パターン書き込み部を修正させて PIC に書き込み、動作させる。プロトタイププログラムでは、ファイルレジスタのバンク 0 のみを用いているため、9 フレームまで表示できる。

10 月からは、報告や発表に向けてオフィスソフト等（Word, Powerpoint, Paintshop, スキャナー）の解説と課題内容に基づいた資料作成実習を行い、

少しずつ発表に向けたまとめをさせていく。筆者は昨年度まで津山工業高等専門学校電気電子工学科旧カリキュラムの電気電子実験課題演習（3 年生後期に実施）を担当しており、そこで実施していた内容がこれにあたる。

後期ではさらに、8x8 LED マトリックス表示制御プログラムについて勉強させ、ばらばらアニメだけでなく新たな表示制御を考えさせる。例えば、単純に LED を順番に点滅させていくなどで、タイマ割り込みを利用した応用プログラムにトライさせる。

この部分については学生がどのくらいまでやれるか未知な部分であるが、本科目は創造演習であるので学生自ら問題を発見し解決するための創意工夫を引き出させることを重視しており、プログラムの具体的な修正例を教員から教えることはせずアルゴリズムのレベルでヒントを与え、学生の質問に答えながら指導していく。プログラムの修正が難しい学生は、ばらばらアニメの内容をより複雑なものにしてもらえばよい。PIC16F648A のファイルレジスタの容量は 256 バイトあり、バンク切り替えの手法をプログラムに追加することで、PIC 設定用の特殊レジスタおよび作業レジスタを除く領域に 27 フレームまでの表示データを書き込むことができる。

なお、中学校への出前授業も未定であるが、受講学生を通じて出身中学校に問い合わせをし、2 校ほどに出かけられればと思っている。対象中学校の状況にもよるが、4 人程度受講学生を引率し製作した 13 台の回路を持参して、学生に Powerpoint による回路説明や作品例を発表させた後、5mm 罫方眼紙を配布して独自の表示パターンを中学生に設計させ、その内容でプログラム修正させて PIC に書き込み、動作させるものである。

6. ま と め

津山工業高等専門学校電気電子工学科の電気電子創造演習（3 年生対象）の授業の 3 班の内の 1 つに、PIC による 8x8 LED マトリックス表示制御の製作を導入した。この授業は問題を発見し解決する能力を学生に涵養することを目的とし、電気電子工学実験の発展的な課題を学生自らが設定して計画立案や資料収集し、回路試作や実験に取り組み、成果を報告書にまとめて PowerPiont による発表をする 1 単位の授業である。課題の内容は 8x8 LED マトリックスでばらばらアニメを表示するものである。

受講開始時の学生は基本論理回路など初歩のデジタル回路の知識しかいないため、PIC マイコンのハードウェアと命令や PIC プログラム開発ツール MPLAB の使用法について解説した後、回路製作に

取り組ませた。学生には、課題製作を通じてマイコン制御の手法と面白さを体験してもらいつつ、その過程で生じる問題を発見し自ら創意工夫を凝らして解決することを期待している。

7月までの授業等で殆どの学生たちは、8x8 LEDマトリックス表示制御回路の製作を終え、プロトタイププログラムでの表示動作を確認した。今年度からの取り組みなので9月以降の内容は予定であるが、今後は各自でばらばらアニメの表示パターンを設計しプログラム修正して表示動作をさせること、

さらには独自の方法によりパターン表示するプログラムに修正させることなどを予定している。

参 考 文 献

- 1) Microchip Technology Inc. : PIC16F627A/628A/648A Data Sheet , (2005)
- 2) 堀桂太郎 : 図解 PIC マイコン実習 ―ゼロからわかる電子制御―, 森北出版(株), (2011)