

拡張型情報表示デバイスの開発

3年B組 青木 雅典

指導教員 米田 隆恒

1. 要約

私は、現在全く新しい情報表示デバイスの開発を行っている。当研究では、デバイスの表示領域をハードウェア面でユーザーが自由に伸縮できる拡張型情報表示デバイスの開発を目指す。そこで、その基本部分として、小型ディスプレイを搭載したデバイスを複数台組み合わせることでユーザーが自由に操作できるデバイスのプロトタイプを製作した。

キーワード OLED、小型ディスプレイ、PIC マイコン、SPI 通信

2. 研究の背景と目的

近年、タブレット端末やスマートフォン等が普及したことで、液晶ディスプレイを利用した小型の電子デバイスがより身近なものになってきた。



図1 液晶ディスプレイを搭載したスマートフォン

老若男女問わず、たくさんの人々が利用しているこれらのデバイスには、使用目的に応じた様々なサイズのディスプレイが取り付けられている。しかしながら、ユーザーが行える操作はすべて、たった一つの画面の中でしか行うことができないので、デ

バイス本体の画面サイズによってユーザーができることが限られてしまう。

この現状を打破するため、現在主流となっている「一つのデバイスあるいはシステムに一つの画面」という方法ではなく、「小型ディスプレイを搭載したデバイスを複数台組み合わせる」ことを考えた。これにより、ユーザーはデバイスの並びや構成を変化させることでさらに多様な情報入力の手段を得ることができ、同様に多様な情報出力も得られると考えられる。

3. 研究内容

(1) 研究事項

<研究1>

マイクロコンピュータから小型ディスプレイを制御し、画面に図形を描画する

<研究2>

センサの情報を読み取り、グラフとして画面に描画する

<研究3>

デバイス間で通信を行い、一つの図形を複数のディスプレイにわたって表示する

<研究4>

デバイスの自由度を向上させるために、小型化を行う

<研究5>

無線通信デバイスを使用してパソコンとデバイスの間で通信を行う

(2) 研究内容

<研究1>

私は昨年度の研究で「NOKIA 3300 LCD」と呼ばれている CSTN カラー液晶ディスプレイの制御を行った。

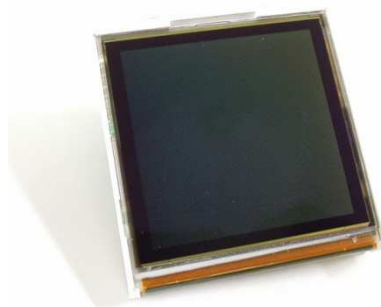


図2 NOKIA 3300 LCD

しかし、この液晶ディスプレイは制御信号に対する反応速度が遅く、斜めから見ると色が変わってしまうといった問題があり、あまり実用的なものではなかった。今回製作する機器は、小型ディスプレイを組み合わせるだけでなく立体的に組み合わせることも考えているため、画面に表示されているものがどの向きから見てもはっきりと見える方が良い。そこで、今回は液晶ディスプレイではなく、視野角の広い OLED（有機 EL）ディスプレイ（以下、OLED）を用いることにした。

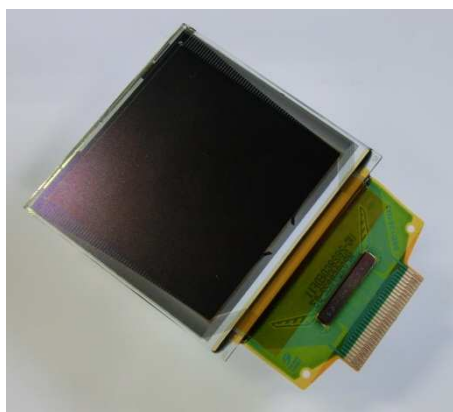


図3 今回使用する OLED

これまで、モジュールを制御するために、マイクロコンピューターチップを用いてきた。今回のプロトタイプの開発では、「NOKIA 3300 LCD」を制御していたものと同じ PIC24F マイクロコンピューター「PIC24FJ64GA002」を使用した。



図4 PIC24FJ64GA002

今回使用した OLED には 3 線 SPI、4 線 SPI、8bit パラレル通信の 3 種類の通信方式がある。初めに製作した回路では、3 線 SPI 通信方式を利用して OLED を制御した。3 線 SPI 通信は、コマンド識別フラグと 8bit のデータを合わせて 9bit のデータを SPI 通信で送信している。しかし、PIC24F マイコンの SPI モジュールは 9bit のデータを送信する SPI 通信方式に対応していない。そ

のため、ソフトウェアで疑似的に SPI 通信を行う必要があり、通信速度が低下してしまった。そこで、データかコマンドかを識別する信号線 1 線と PIC24F でも高速で制御できる 8bit の SPI 通信方式を利用できる 4 線 SPI 通信方式を使用するように改良を加えた。

また、OLED の電源に 13V を用意する必要があったため、「TB62731FUG」という DCDC コンバータを使用し、昇圧回路を自作した。この際、私たちの研究室にある CNC フライスで独自に基板のパターンを削り出し、部品をすべて表面実装部品にすることで、昇圧回路全体の小型化も行った。

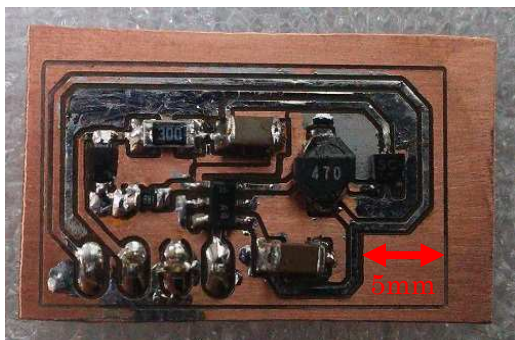


図 4 製作した昇圧回路

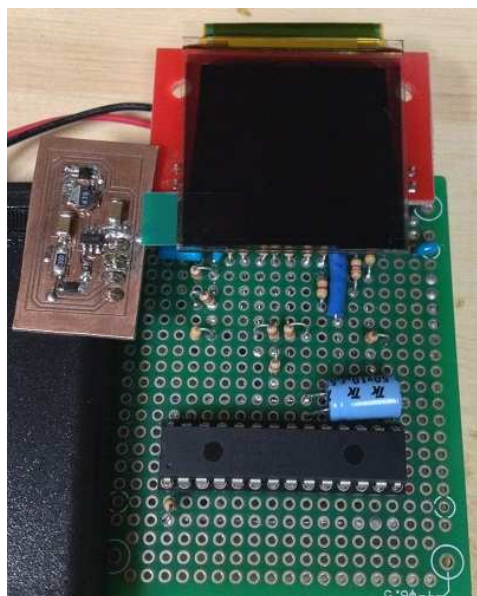


図 5 製作した OLED デバイス

< 研究 2 >

デバイスへの入力やディスプレイの向きの検出などに、センサを利用するため、ここではセンサからの値を読み取り、OLED にグラフとして表示する。

センサは、「KXM52-1050」という 3 軸加速度センサモジュールを利用する。

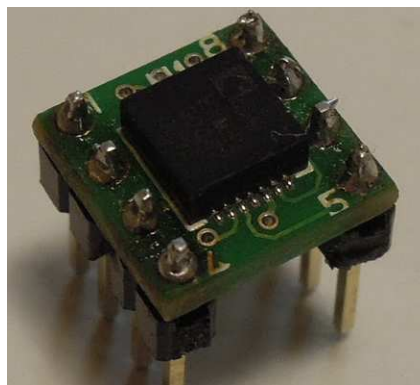


図 6 KXM52-1050

加速度センサは、重力加速度も出力するので、それをマイクロコンピュータで取得することで画面の向きを指定することも可能である。このセンサは、X,Y,Z の各軸の加速度をアナログデータで出力するため、データの読み取りには、マイクロコンピュータの AD コンバータを利用するのが良いと考えた。

また、グラフを描画するには、取得したデータを保存する機能と画面を自動的に再描画する機能が必要である。OLED は、横幅が 128px あるので、データ格納用変数は 128 個用意する必要がある。ここでは横幅を 4px として説明する。グラフは右から左に流れていくので、最新のデータは右端に表示する。まず、Index1 に最新データを入れる。次に変数を左に一つ分ずつずらし(左端の変数は右端に移動) Index2 に最新データを入れる。さらに、変数を左に一つ分ず

つずらす。この手順を繰り返していくことで、データを更新しながら画面の再描画を行うことができる。

<研究3>

複数の OLED デバイスを一つのシステムとして利用するには、それぞれのデバイス間で通信を行い、センサの状態や描画しているものの情報を共有する必要がある。そこで、今回は PIC マイコン同士を UART (汎用非同期送受信回路) で接続し、描画する画像のデータを送受信できるようにする。ここでは、2つのデバイスを接続してシステムを構成する。

例えば、OLED の間を通過して移動する長方形を表示したいとする。長方形の描画領域が一枚目の OLED をはみ出したとき、もう一方の OLED に表示するべき長方形の座標や色などの情報を UART で送信する。すると、受信側のマイクロコンピュータは受信したデータを元に、はみ出した部分の長方形を OLED に描画する。このような処理を複数の OLED デバイス間で行うことにより、ほぼリアルタイムで OLED を連携させることが可能となる。また、独自の識別コマンドを使用することで、送信している情報が画像データか、センサ入力値のデータか、などを区別できる。そのため、デバイス全体の情報を共有できるシステムも製作することが可能になる。

<研究4>

OLED デバイス同士を組み合わせるときの自由度を向上させるには、デバイスをできるだけ薄く小さくすることが必要である。そこで、ここでは<研究1>で製作した回

路の小型化を行い、デバイスを OLED 側から見たときディスプレイのみが見えるようにすることで、連結時の画面同志の隙間を少なくすることにした。

始めに、<研究1>で製作した OLED デバイスは、使用しているほとんどの部品がサイズの大きいものであったため、回路の小型化を行うには、使用しているすべての電子部品をサイズの小さい表面実装部品に変更した。特に、PIC マイコンコンピュータは、今まで使用していた DIP パッケージの「PIC24FJ64GA002」から、TQFP パッケージの「PIC24FJ64GA004」に変更したことで、回路をより薄く、小さくすることが可能となった。



図7 研究1で使用した電子部品と

今回使用する表面実装部品の比較

また、<研究1>ではユニバーサル基板という基板を使用していたが、これは小型化を行うには不向きであったため、OLED のサイズに合わせた専用制御基板を自ら製作した。

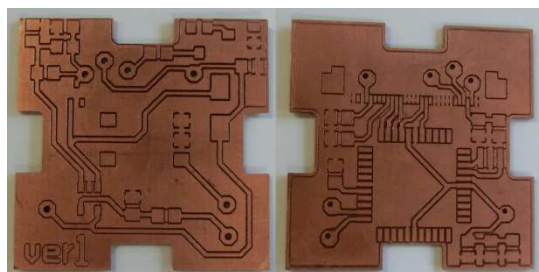


図8 小型化した OLED 制御基板
(両面基盤の裏と表)

使用する PIC マイクロコンピュータを変更したことで、利用できる入出力ピンが増えた。そこで、制御基板の裏面には昇圧回路と共にタクトスイッチを配置し、OLED デバイスを上から押すことで、ユーザーからの入力を受け取れるようにした。

<研究 5 >

このデバイスで表示する情報として、メールや天候の情報などが考えられる。それらの最新情報はインターネットを通して取得する必要があるが、デバイスに無線 LAN 通信パーツを組み込んでインターネット上から直接情報を取得することは、パーツの大きさや値段などの問題があり、難しい。そこで、パソコンとデバイスとを無線で接続し、パソコンから必要なデータだけを取得する方法をとった。

パソコンと OLED デバイスの接続には「XBee」という無線通信モジュールを使用した。



図 9 XBee 無線通信モジュール

これは、研究 3 でも利用した UART 通信を手軽に無線化できるものである。このモジュールを利用するとモジュール同士でネ

ットワークを構築することも可能だが、今回は試験的に 1 つの OLED デバイスと一台のパソコンとで通信を行い、1 対 1 での通信とした。

初めに、パソコンとマイクロコンピュータ間で無線通信を行う実験として、簡単な対話型マイコン制御プログラムを制作した。

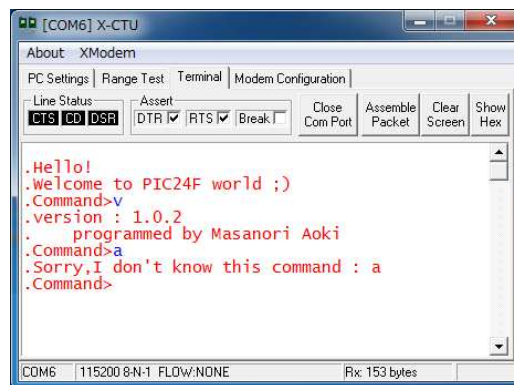


図 10 制作した対話型
マイコン制御プログラム

これは、あらかじめマイクロコンピュータ側にコマンドやメッセージを記憶しておくことで、ユーザーはまるで対話をしているような感覚で利用することができる。これにより、XBee 無線通信モジュールを使用してパソコンとマイクロコンピュータの間で無線通信を行うことに成功した。

また、その応用として、OLED に Twitter のつぶやきを表示するシステムを制作しようと考えた。Twitter からデータを取得するパソコン側のソフトウェアは、Visual C#で自作し、取得したデータをあらかじめ決めておいた形式でマイクロコンピュータに送信する仕組みとした。

4. 結果

<研究1>

マイクロコンピュータと OLED の間の通信方式に 4 線 SPI 通信を利用することで OLED を高速制御することに成功し、図形や写真を表示することが可能となった。

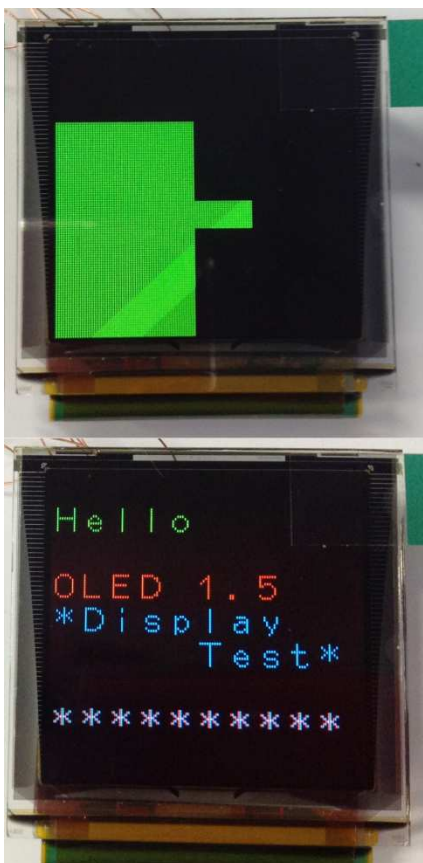


図 11 文字と図形を OLED に表示している様子

<研究2>

3 軸加速度センサからのアナログデータをマイクロコンピュータで読み取り、それぞれの方向の加速度をグラフとしてリアルタイムで描画することができた。

<研究3>

2つの OLED デバイス間で UART 通信を行い、データの送受信を行うことは可能となった。しかし、実際に複数の OLED を 1

つの画面として利用すること、および個々の OLED デバイスが持つ情報をデバイス同士で共有するシステムを構築することは、現段階ではできていない。

<研究4>

使用する電子部品を小さいものに変更し、OLED の大きさに合わせて設計した自作制御基板を使用することにより、<研究1>で製作した電子回路をすべて OLED のディスプレイサイズよりも小さく収めることに成功した。

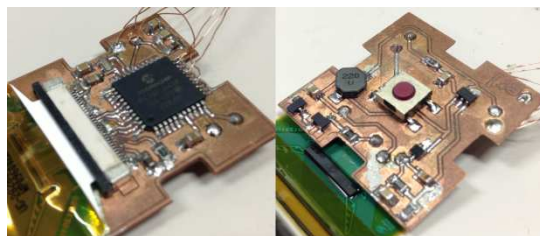


図 12 小型化に成功した OLED デバイス (表面と裏面)

<研究5>

パソコンと OLED デバイス無線通信モジュールを用いて接続することが可能となった。しかし、目標であったデバイス本体をインターネットに接続することなく天候や Twitter などの情報を OLED に表示することは、現段階ではできていない。

5. 考察

今回の試作において、研究3の目標を達成することはできなかった。これには、マイクロコンピュータ同士のデータ通信を行ったとき、液晶ディスプレイに表示するデータが正しく送受信されていないということが考えられる。このプロトタイプでは、UART 通信を利用して他の OLED デバイスとの同期を行うようにした。この場合、複数の OLED を一つディスプレイとして使

用するには、それぞれの OLED デバイス間のタイムラグを抑えるために、通信に必要なとする時間をできる限り短くする必要がある。しかし、通信の高速化を図ったことで、マイクロコンピュータ自体の通信精度のズレが生じ、結果的にデータの送受信ができなくなったと考えている。

さらに、研究4においても現段階で目標を達成することはできなかった。これは、パソコン側のソフトウェアでツイートを取得する際に正しくデータを読み込めていないことが原因だと考えられる。Visual C#から Twitter のデータを取得する時、OAuth 認証という複雑な認証方式を利用する必要があり、プログラムはこの処理を正しく行うことができていないと思われる。この問題を解決することは、現段階で容易ではないため、今後は Twitter ではなく、もう少し簡単にデータを取得することが可能な天気やメールなどの情報サービスを利用することも考えている。

従来、私たちが日常生活の中で利用してきた多くの情報表示端末では、ユーザーが利用できる情報入力および出力の手段は、初めから端末に備え付けられているたった一つの画面だけであった。しかし、私が今回開発したシステムのプロトタイプでは、ユーザー自身がデバイスの組み合わせや並び方などの形態の変更を自由に行うことを目標にしている。それにより、ユーザーや、システムを使用する目的、状況に応じて確実に適合するよう、自由にユーザーがハードウェアの面から変更を加え、システムを使うことができると考えられる。

また、実用性に含んだデバイスを開発するためには、様々な使用環境や、ユーザー

の利用方法を考える必要がある。スクリーンサイズやシステム全体の大きさ、可搬性、汎用性などを踏まえ、これからの研究をより向上させ、より良いシステムを開発できると考えている。

6. 今後の課題

上記の考察で述べたとおり、私が今回取り組んだデバイス開発ではいくつかの問題点が浮上した。まずは、それらの問題点をクリアし、実用性のあるプロトタイプを製作することが第一ステップであることは言うまでもない。

また、OLED デバイス同士を組み合わせるとき、毎回信号線をつなぎ直す必要があると、非常に使いづらいデバイスとなってしまふ。これを解消するために、私はデバイスの4辺に電極と小型のネオジム磁石を配置し、それぞれの OLED デバイスを磁力でつなぎ合わせる方法を考えた。

今後の研究において重要となるのはユーザー体験の模索である。従来の「直感的な」デバイスにおいては、その設計の斬新さやユーザーインターフェイスの視覚的な新しさが求められてきた。しかしながら、これから検討していくべきことはユーザーがどのような体験をこのデバイスから得られるか、である。よって、今後の研究では、どれだけ有用性のあるデバイスを設計するだけでなく、ユーザーの立場から、このデバイスからどのような体験が得られるかを考えながら開発していくことが重要になる。

7. 参考文献

[1]PIC24F リファレンスマニュアル

<http://www.microchip.co.jp/download.htm>

↓

[2]SSD1351 データシート

http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data

[/product_img2/product_img/oled/UG-282](http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data/product_img2/product_img/oled/UG-282)

[8GDEDF11/SSD1351.pdf](http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data/product_img2/product_img/oled/UG-2828GDEDF11/SSD1351.pdf)

[3]UG-2828GDEDF11 データシート

http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data

[/product_img2/product_img/oled/UG-282](http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data/product_img2/product_img/oled/UG-282)

[8GDEDF11/UG-2828GDEDF11.pdf](http://aitendo2.sakura.ne.jp/aitendo_data/product_img2/product_img/oled/UG-2828GDEDF11/UG-2828GDEDF11.pdf)

[4]KXM52-1050 モジュール説明書

<http://akizukidenshi.com/download/ds/aki>

[zuki/KXM52-1050_module.pdf](http://akizukidenshi.com/download/ds/akizuki/KXM52-1050_module.pdf)

[5] PIC24E リファレンスマニュアル

<http://www.microchip.com/wwwproducts/>

[Devices.aspx?dDocName=en557370](http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en557370)

8. 謝辞

今回の研究にあたり、サイエンス研究会
物理班顧問の米田隆恒先生や藤野ともみ先生には、日頃からご指導、ご助言をしていただきました。さらに、本校サイエンス研究会の先輩方にも多大なご協力をいただきました。この場をお借りして、御礼申し上げます。