

『Interface 2007年5月号』付属 V850ES/JG2搭載ボード「CQ_V850」を利用した Linuxサーバステータス表示装置

埼玉県
高山 宏之 様

はじめに

Linuxサーバ用のステータス表示装置

V850ES/JG2搭載ボード「CQ_V850」と液晶パネルを接続したサーバのステータス表示装置を紹介します。**写真1**の中央上部にあるのが表示装置で、すぐ下にあるサーバの右下のUSBポートと接続しています。

液晶パネルを接続し、後述するソフトウェア(「ステータス表示に便利なLCD4Linux」参照)を利用することでCPUの稼働状況やメモリの使用状況、ハードディスクやネットワークのアクセス状況、CPU温度などの内部温度情報、バッテリーの残量情報などの数値表示はもちろんのこと、よりビジュアルなバーグラフ表示で行うこともできます。



写真1

NASとは

ルータを始めとして、ネットワーク関連機器ではOSにLinuxを採用したものがよく利用されています。今回表示装置を接続したサーバもNAS(Network Attached Storage)と呼ばれるネットワーク関連機器の一つです。

このNAS製品は**写真1**のような小さな筐体に32ビットCPUやROM/RAM、イーサネットインターフェースなどを搭載したCPUボードと電源装置やハードディスクが入っており、Linuxをインストールすることでネットワーク経由のファイルサーバとして動作します。LAN接続のハードディスクのようなものと考えれば良いでしょう。

このNASは、OSを含めたソフトウェアを自分で再構築することができます。付属CD-ROMに開発環境まで入っているので、NAS側のハードディスクにインストールすれば、広く流通しているLinux用のアプリケーションやミドルウェアなどのソースコードを再コンパイルしてインストールすることもできます。

●ステータス表示に便利なLCD4Linux

この製品はあくまでもNASとして使うことが前提となっており、NAS自身にメッセージやステータスを表示する機能はありません。メンテナンスなどはPCから行いますが、ちょっとした動作状態を把握するために毎回PCからチェックするのは面倒です。また、ネットワークのトラブルなどで接続できない場合にNAS内部で異常があるのか否かなどがすぐに把握できるためにも、表示機能があった方が便利でしょう。

このような目的に適しているのがLCD4Linuxというソフトウェアです。LCD4LinuxはOSのカーネルやいくつかのサブシステムから情報を取得して液晶ディスプレイに表示するというものです。コンフィグレーションファイルの記述によって表示内容や表示フォーマットをフレキシブルに変更したり、さまざまな液晶ディスプレイパネルに対応できるようになっています。

●シリアル接続タイプの液晶パネルのエミュレーション

このように便利なLCD4Linuxですが、問題はホストとなるLinux機と液晶をどのようなインターフェースで接続するかということでしょう。ステータス表示などに便利なキャラクタ液晶の標準といえば、LCDコントローラとしてよく使用したHD44780ですが、このインターフェースは8ビット、または4ビットの平行インターフェースです。制御信号は3ビットあるので、4ビットモードでも7本の信号線が必要となります。

PCでも、74シリーズの汎用ロジックで簡単に拡張ポートを作成できたISAバスは既になくなっており、パラレルポートなどのいわゆるレガシーポートもなくなってきています。このためLCD4Linuxでも液晶パネルを接続するインターフェースとして、USBを利用したものが数多く見られます。

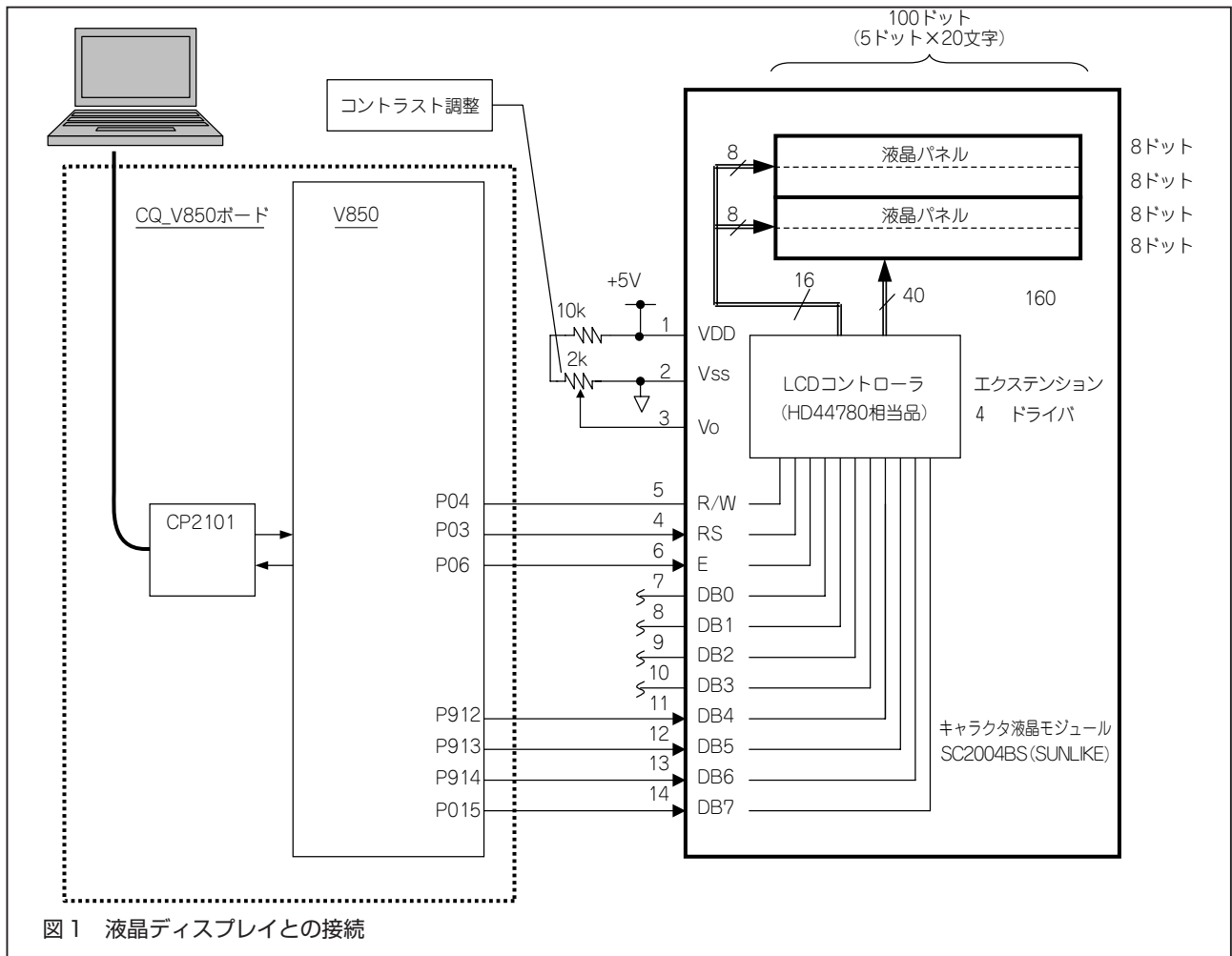
これらの中にはキーボードやマウスなどと同じHID(Human Interface Device)クラスに準拠させたものやCommunication Classに準拠させてCOMポートに見せかけているものなどがあります。

COMポートは、PCアーキテクチャ以外のCPUボードではごく一般的に搭載している通信インターフェースなので、シリアルポート経由でコマンドを送り、インターフェースボード上のマイコンで液晶パネルを操作するようになれば、非PCアーキテクチャのLinux機でも簡単に使えます。またシリアルで動作すると、USB/シリアルインターフェースデバイスを追加するだけでUSB接続にも変更できます。

LCD4Linuxがサポートしている液晶ディスプレイパネルのいずれかを入手してNASに接続し、コンフィグレーションファイルを設定すれば、動作状態のモニタリング表示が行われますが、専用のLCDを購入せずに実現させたのが今回の作品で、『Interface』に付属されていたV850ES/JG2搭載ボード「CQ_V850」を利用しました。このボードにはUSB/シリアルインターフェースデバイスが搭載されており、USB-COMポートとして認識され、これがCQ_V850のシリアルポートと接続されています。また、I/Oピンに簡単に入手できるキャラクタ液晶ディスプレイパネルを接続すればCQ_V850のファームウェアで文字表示を行うことができます。

これを利用して、USB→USB/シリアル→CQ_V850→キャラクタ液晶ディスプレイと接続すれば、ホストにはシリアル接続の液晶パネルであるかのように見せかけることができるはずです。

今回は、**図1**のようにCQ_V850に20文字×4行表示のキャラクタ液晶ディスプレイパネルとして一般的なSUNLIKE社のSC2004を接続し、LCD4Linuxがサポートしているシリアル接続の液晶ディスプレイの中からこれと同じ20文字×4行表示のものである、MATRIX ORBITAL社のLK204-25を選びました。LCD4LinuxではLK204-25が繋がっているという設定にし、発行されたコマンドをCQ_V850でデコードしてSC2004を制御することでLK204-25をエミュレーションしようというのです。



エミュレーションの方法

● LK204-25 コマンド

LK204-25 をエミュレーションするためには、ホストから送られてくるコマンドを CQ_V850 で解釈して、SC2004 用のコマンドに変換する必要があります。

表1はLCD4Linuxがシリアルポート経由でLK204-25に送るコマンドや制御コードと、それらに対応するLCDコマンドや処理内容を整理したものです。LK204-25はこのほかにも多くのコマンドを持っていますが、全てをサポートするのは大変なので、必要なものだけサポートします。

LK204-25固有の表示制御機能は先頭バイトが0xFE(プログラム中ではESCとしていますが、いわゆるESCコード(0x1B)のことではありませんのでプログラムを読むときは注意してください)で、2バイト目以降がコマンドコードやパラメータになります。

またRead Version Number(0xFE, 0x36)、Read Module Type(0xFE, 0x37)はそれぞれ液晶パネルのバージョンとモデル番号を返すコマンドなので、これに応答してシリアルポート経由でデータを返します。バージョンは2.00、モデル番号は0x09として、LK204-25であるとホストに伝えます。

● SC2004 のアクセス方法

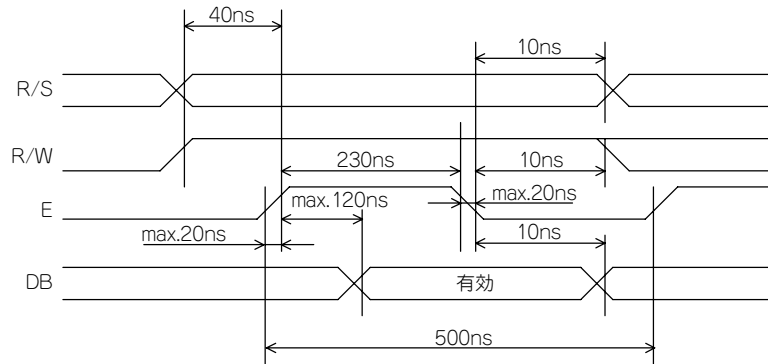
図2、図3はそれぞれリード/ライト動作とタイミングを示したものです。LCDパネルは4ビットデータのほか、R/S、R/W、Eの3本の制御信号でリード/ライトを行います。基本的な考え方はR/S、R/Wでアクセス種別を決めて、E信号をストロブするというものです。それぞれの信号の意味は次のようになっています。

● R/S

R/SはデータRAMやCGRAM(フォントRAM)へのアクセスなのか、コマンド書き込みやステータス読み出しなのかを指定するもので、'H'の場合にはデータ/フォントRAMアクセスになります。

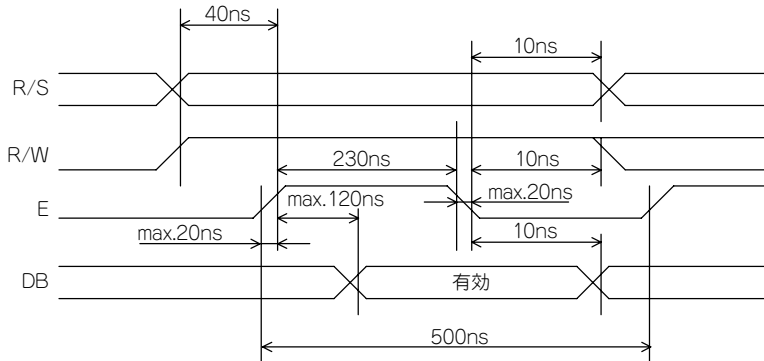
表1 ホストからのコマンドと処理概要

分類	コマンド/パラメータ	Data-IN	容内動作	容内処理 (LCDコマンド)	
テキスト関係コマンド	0xFE 0x51 ("Q")		Auto Scroll On	無し (auto_scrollフラグセット)	
	0xFE 0x52 ("R")		Auto Scroll Off	無し (auto_scrollフラグリセット)	
	0xFE 0x58 ("X")		Clear Screen	0x01 (Clear Screen) とバッファRAMクリア	
	0xFE 0x43 ("C")		Set Auto Line Wrap On	無し (line_warpフラグセット)	
	0xFE 0x44 ("D")		Set Auto Line Wrap Off	無し (line_warpフラグリセット)	
	0xFE 0x47 ("G")	Col	Row	Set Cursor Position	0x80 (Set DDRAM Address)
	0xFE 0x48 ("H")			emoH oG	0x80 (Set MARDD Address) で原点へ移動
	0xFE 0x4C ("L")			Move Cursor Back	無し (cur_x,cur_y変数値をセット)
	0xFE 0x4D ("M")			Move Cursor Forward	0x80 (Set DDRAM Address) でカーソル移動、cur_x,cur_yセット
	0xFE 0x4A ("J")			Underline Cursor On	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット1 (Cursor) を'1'にする
	0xFE 0x4B ("K")			Underline Cursor Off	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット1 (Cursor) を'0'にする
	0xFE 0x53 ("S")			Blinking Block Cursor On	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット0 (Blink) を'1'にする
	0xFE 0x54 ("T")			Blinking Block Cursor Off	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット0 (Blink) を'0'にする
スペシャルキャラクタ	0xFE 0x4E ("N")	データ(8バイト)	Creating a Custom Character	0x40 (Set CGRAM Address)	
ディスプレイ制御	0xFE 0x42 ("B")		Display On	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット2 (Display) を'1'にする	
	0xFE 0x46 ("F")		Display Off	0x08 (Display on/off control) コマンドのビット2 (Display) を'0'にする	
	0xFE 0x50 ("P")	Contrast		Set Contrast	無し (処理無し。単に読み捨てるだけ)
	0xFE 0x99			Set Brightness	無し (処理無し。単に読み捨てるだけ)
汎用入出力	0xFE 0x56 ("V")	Pin#	General Purpose Output Off	無し (処理無し。単に読み捨てるだけ)	
	0xFE 0x57 ("W")	Pin#	General Purpose Output On	無し (処理無し。単に読み捨てるだけ)	
その他のESCコマンド	0xFE 0x36 ("6")		0x20	Read Version Number (戻り値はVersion20の意味)	
	0xFE 0x37 ("7")		0x09	Read Module Type (戻り値はLK204-25を指す)	
	0xFE (その他)			---	
制御コード	0x08			Backspace	1文字戻してスペース表示して再度1文字戻す
	0x0A			Line feed/New line	0x80 (Set DDRAM Address) でカーソル移動&スクロール。cur_x/cur_y更新
	0x0C			ClearScreen/New page	0x01 (Clear Screen) とバッファRAMクリア
	0x0D			Carriage return	0x80 (Set DDRAM Address) でカーソル移動、cur_xを0にする
その他	その他			LCDに文字コード送出&スクロール処理	



特に指定の無い限り値はmin.値

図2 LCDパネルリードタイミング



特に指定の無い限り値はmin.値

図3 LCDパネルライトタイミング

- R/W

アクセスがリード動作なのかライト動作なのかを指定します。'H' の時はリード動作になります。

- E

アクセス動作のためのクロック信号です。通常は 'L' にし、R/S や R/W をセットした後で、'L' → 'H' → 'L' と変化させることでアクセス動作になります。

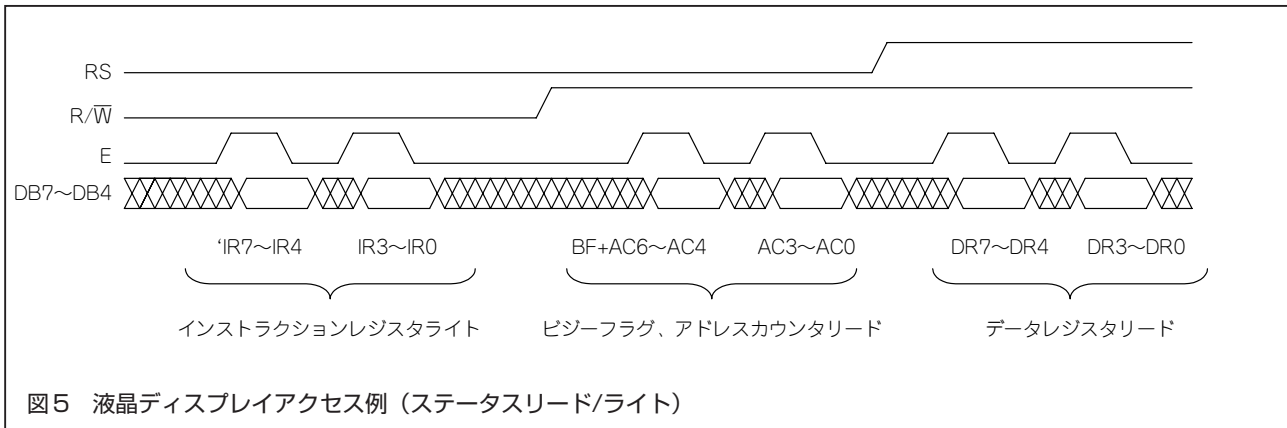
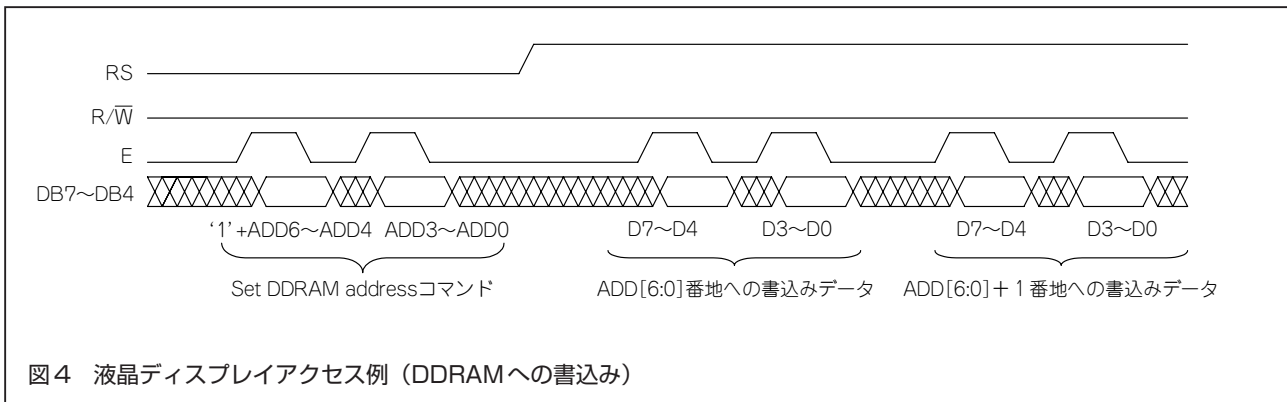
リード時は 'H' レベルにするとデータが出力されます。ライト時は立ち下がりエッジ ('H' レベルにした後、'L' に戻るとき) にデータが書き込まれます。

なお、SC2004 と同じような仕様の液晶パネルは他のメーカーからも販売されています。アクセス方法の考え方は同じですが、細かいアクセスタイミング規定は同一とは限らないので、各製品の仕様書をチェックしてください。

- 液晶ディスプレイアクセス例

図4、図5は液晶パネルへのアクセス例を示したものです。この例はディスプレイデータRAMアクセスの例で、最初に Set DDRAM address を使ってアクセスしたいアドレスを指定し、続いてデータリード/ライトを行います。液晶パネルは4ビットバスで接続しますが、アクセス動作自体は8ビット単位なので、4ビットアクセスを2回で1セットとしてアクセス動作が行われます。

また、一回のアクセスのたびにアドレスが自動的に変化します。アクセスのたびにアドレスが増加するか減少するかは Entry mode set コマンドで指定しますが、デフォルトでは増加方向です。この図5はデフォルト状態で2バイト分連続アクセスした例です。



● SC2004 コマンド

液晶パネルSC2004側が持っているコマンドなどは表2のようになっています。今回はデータバスを4ビット幅で接続しているため、コマンドは上位4ビット、下位4ビットの順で送ります。たとえばClear displayコマンドは0H、1Hと送っているため、コマンドコードは01Hです。

SC2004のコマンドは表2のように、最上位の'1'の位置で決まり、それ以下のビットがパラメータになっています。たとえば、Set DDRAM addressならばビット7が'1'で、ビット0~6がアドレスになり、Display on/off controlならばビット3が'1'でビット2~0がコントロール用ビットになります。

ここでは最上位ビット位置以外を'0'にしたものをコマンドコードと呼びます。たとえば、Set DDRAM addressであれば0x80、Display on/off controlならば0x08と表記します。今回主に使用する制御コマンドは次の3種類です。

- Display On/Off control(0x08)
- Set DDRAM address(0x80)
- Set CGRAM address(0x40)

● コマンド変換

LK204-25のコマンドコードの処理を大きく分けると、

- 直接LCDコマンドに変換するもの
 - 変数にデータをセットして後の処理で利用するなど内部処理で済ませるもの
 - 対応する機能が無いため特に処理はせずに捨てるもの
- の3種類があります。

● 直接コマンド変換するもの

コマンド変換するものは

- ClearScreen(0xFE 0x43)
LCDのClearScreenコマンド(0x01)に変換

表2 液晶ディスプレイのコマンド一覧

コマンド名	R/S	R/W	DATA				機能	実行時間
			bit7	bit6	bit5	bit4		
Clear display	0	0	0	0	0	0	ディスプレイをクリアし、 DDRAMアドレスカウンタを0にする	
	0	0	0	0	0	1		
Return home	0	0	0	0	0	0	DDRAMアドレスカウンタを0にし、表示位置も初期化 ただし、ディスプレイRAMのクリアは行わない	1.52ms
	0	0	0	0	1	X		
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	I/D:リード/ライト時のアドレス自動更新方向('1':インクリメント'0':デクリメント) S:リード/ライト時の表示シフト'1':シフトする	37μs
	0	0	0	1	L/D	S		
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	D:表示ON/OFF('1':ON) C:カーソル表示('1':ON) B:ブリンク('1':カーソル位置のキャラクタが点滅する)	37μs
	0	0	1	D	C	B		
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C:表示シフト/カーソル移動('1':表示シフト'0':カーソル移動) R/L:移動方向('1':右,'0':左)	37μs
	0	0	S/C	R/L	X	X		
Function set	0	0	0	0	1	DL	DL:データバス幅('1':8bit'0':4bit) N:表示ライン数('1':2ライン'0':1ライン) F:文字フォント選択('1':5×10ドット,'0':5×8ドット):N=1の時は5×8に固定される	37μs
	0	0	N	F	X	X		
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG5	ACG4	CGRAM(フォントパターンRAM)のアドレスセット 以降のデータリード/ライトはCGRAMに対して行われる	37μs
	0	0	ACG3	ACG2	ACG1	ACG0		
Set DDRAM address	0	0	1	ADD6	ADD5	ADD4	DDRAM(表示データRAM)のアドレスセット 以降のデータリード/ライトはDDRAMに対して行われる	37μs
	0	0	ADD3	ADD2	ADD1	ADD0		
Read busy flag & address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	BF:内部動作中(ビジー)フラグ('1':ビジー'0':レディ) AC6~AC0:アクセス中のアドレス(CGRAM/DDRAM共用)0	0μs
	0	1	AC3	AC2	AC1	AC0		
Write data to CG or DDRAM	1	0	D7	D6	D5	D4	CGRAM/DDRAMへのデータ書込み (いずれになるかはSetCGRAM address/SetDDRAM addressによって決まる)	37μs
	1	0	D3	D2	D1	D0		
Read data from CG or DDRAM	1	1	D7	D6	D5	D4	CGRAM/DDRAMからのデータ読み込み (いずれになるかはSetCGRAM address/SetDDRAM addressによって決まる)	37μs
	1	1	D3	D2	D1	D0		

- SetCursorPosition(0xFE 0x47 カラム ロウ)
- GoHome(0xFE、0x48)
- Move Cursor Forward(0xFE、0x4D)

Set DDRAM address(0x80)で書き込みアドレスを指定します。SC2004の場合、内部にDDRAM(ディスプレイ・データRAM)とCGRAM(キャラクタジェネレータRAM:フォントパターンRAM)を持っていて、R/Sを'1'にしてライト動作をするとDDRAMまたはCGRAMにデータがセットされます。DDRAMとCGRAMのどちらに書き込まれるかは、直前に発行したのがSet DDRAM address、またはSet CGRAM addressコマンドのいずれであるかによって決まり、アドレスはこれらのコマンドの引数で与えた値になります。

DDRAMのアドレス配置は、**図6**のように少し変わった配置になっています。2行タイプの液晶で1行下の開始アドレスを0x40(64)にしたので、1行が16文字や20文字でも同じように扱っていたのですが、これをそのまま4行タイプに拡張した形になっています。横40文字×2行の表示を半分のところで切って上下に並べなおしたようなものと考えても良いでしょう。

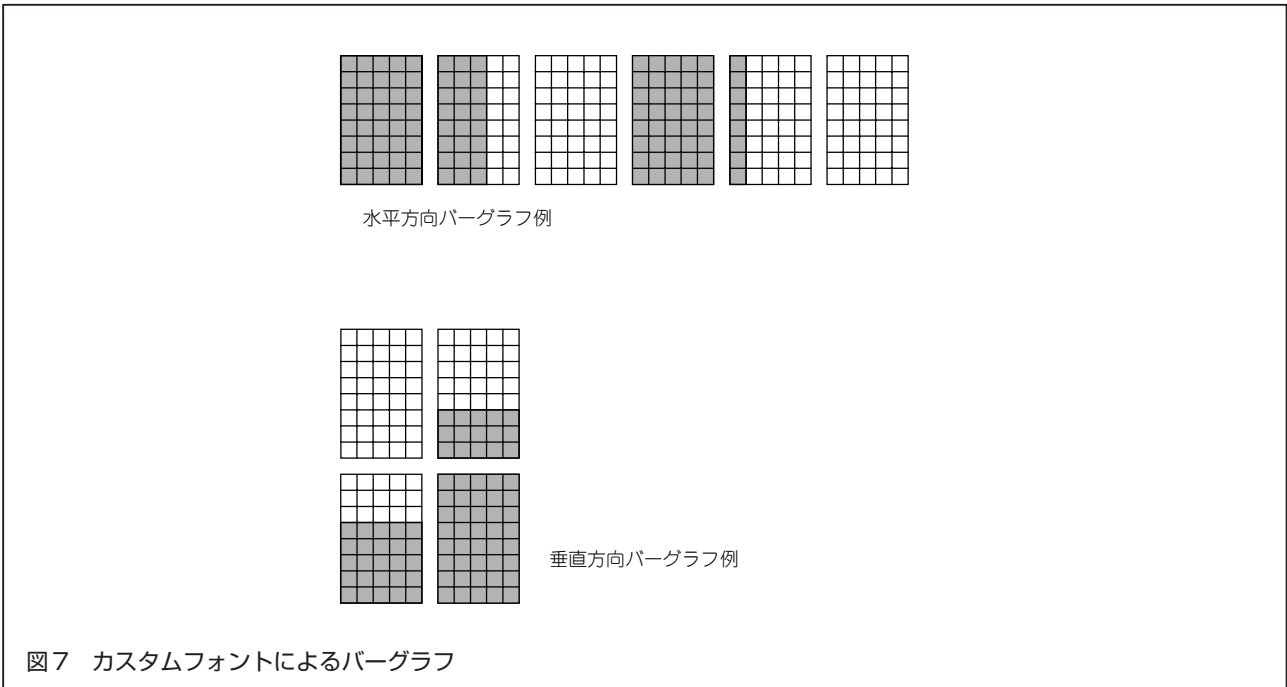
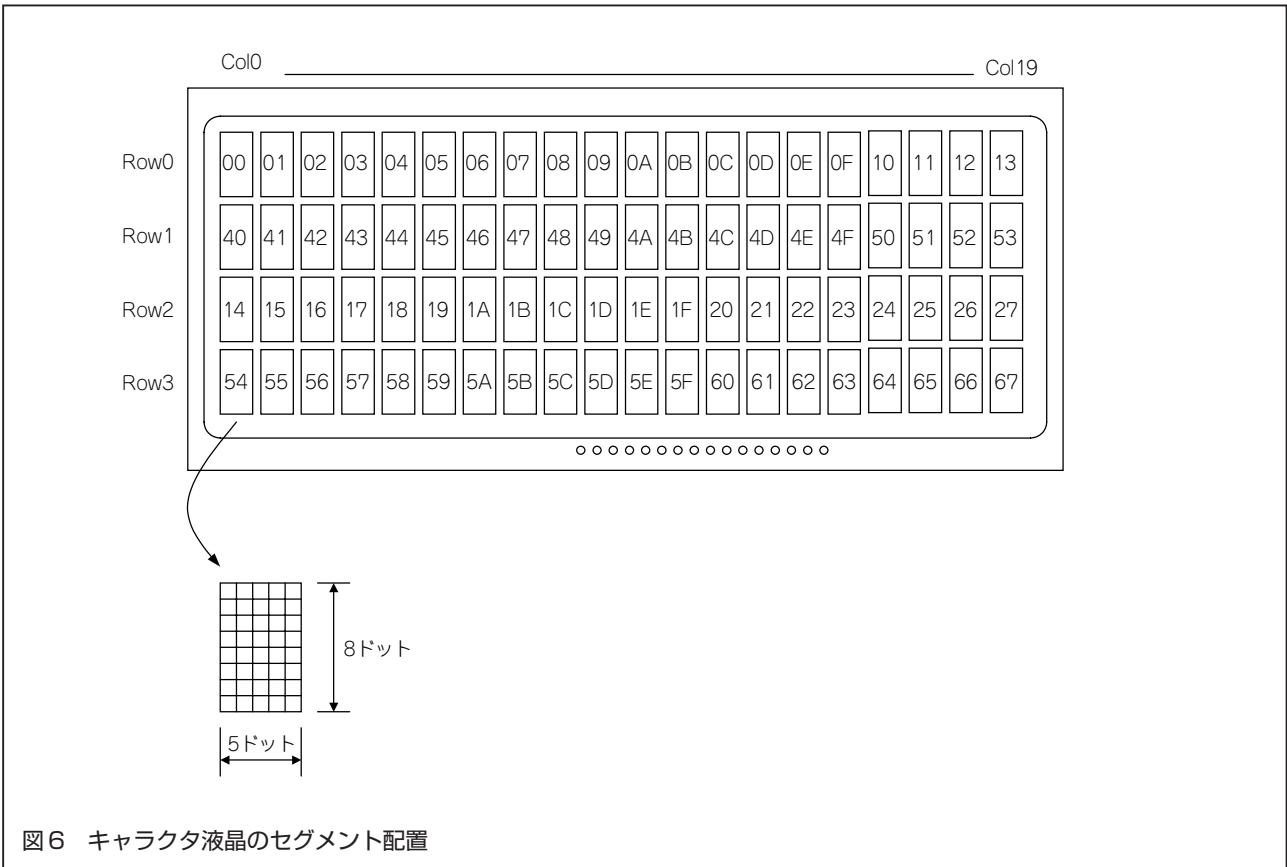
- Underline CursorOn/Off(0xFE 0x4A/0x4B)
- Blinking Block Cursor On/Off (0xFE 0x53/0x54)
- Display On/Off (0xFE 0x42/0x46)

カーソルのON/OFF、ブリンクのON/OFF、表示のON/OFFの制御です。Display On/Off control(0x08)コマンドを発行します。

- Creating a Custom Character(0xFE 0x4E)

ユーザー定義文字パターン(フォント)を登録します。Set CGRAM address(0x40)で、以後に送られてくるフォントデータの書き込みアドレスなどを設定します。

ユーザー定義文字を使うと、たとえば**図7**のように途中まで塗りつぶした形のフォントを登録すると、キャラクタ液晶でもグラフィック液晶のようなバーグラフ表示を行うこともできるのです。



● **変数にデータをセットして後の処理で利用するなど内部処理で済ませるもの**

- Auto Scroll On/Off(0xFE 0x51/0x52)
- Set Auto Line Wrap On(0xFE 0x43/0x44)

オートスクロール(画面の右下隅までいった後自動的に画面を上へ1行スクロールする)、オートラインラップ(画面の右端まで行った後自動的に左端に戻る)などを行うか否かを決めるコマンドです。SC2004自身にはこれらの機能は無く、スクロール動作や文字表示位置の指定はマイコン側でコントロールします。

これらのコマンドが来ると、動作モードを記録しておくためのフラグ変数(auto_scroll、line_wrap)をセットし、1文字表示の中でチェックしてスクロールやラップ動作を行います。

- Move Cursor Back(0xFE 0x4C)
カーソル位置(データ書き込みで文字が表示される位置)を1文字分左に戻すものですが、表示位置記録用の cur_x と cur_y 変数を変更しています。
- Read Version Number(0xFE 0x36)
- Read Module Type(0xFE 0x37)
LK204 ファミリーではLCDパネルのバージョンや型名コードを返すコマンドです。今回は Version2.0 のLK204-25 であるかのように応答させるので、Read Version Number には 0x20 (Version2.0 の意味)、Read Module Type には 0x09 (LK204-25 を示すコード) を返します。

● 対応する機能が無いため特に処理はせずに捨てるもの

- Set Contrast(0xFE 0x50)
- Set Brightness(0xFE 0x99)
- General Purpose Output Off/On(0xFE 0x56/0x57)
それぞれ、コントラスト調整、バックライトの輝度調整、汎用出力ピンの ON/OFF 切替です。SC2004 はコマンドでコントラストなどを調整するようにはなっておらず、汎用の出力ピンも持っていないので、これらのコマンドは一応受け取りますが、特に何も処理をせずに終了します。

● 装置の製作

図8が、今回製作した表示装置の回路図、写真2が基板の写真です。USB との接続は CQ_V850 ボード上ですでにできあがっているので、液晶ディスプレイと配線すれば LK204-25 のエミュレーションはできます。また、通信の送受信モニタ用の LED や、音を出すようにスピーカーを付けました。

● プログラム

ファームウェア起動後液晶パネルを初期化します。この後サーバ側で LCD4Linux が起動してメッセージやステータスを表示するまで、画面がクリアされたままにならないように、右下に時計を表示します。

コマンドは CQ_V850 の持つ UART0、UART2 のいずれからでも受けられるようにしました。ただし、Read Version Number や Read Module Type コマンドの応答は UART 0 にだけ返します。

どちらの UART から来たコマンドかの区別は行っていません。両方からコマンドを送ると異常な状態になるので注意が必要です。

いずれかの UART でデータが受信されると、一時的に画面をクリアにしてコマンド処理モードに移り、LCD4Linux 用表示装置として動作を開始します。P5.2 はデバッグモードとの切り替えに使用し、P5.2 が '0' になるとホストから送られてくるコマンドやデータを 16 進数で表示します。

コマンド処理は 1 バイトを受け取ると、1 バイト表示関数 (lcdPutChar()) をよぶようにしています。通常の文字表示は、受け取って液晶へのデータライト関数 (lcdSendByte()) を呼べばよいだけですが、今回は 1 行受けてから処理に取りかかるという構造ではありません。0xFE で始まる制御コマンドの 2 バイト目以降は、通常の表示データと混乱しないようにしなくてはなりません。

このため、現在制御コマンド処理中であるのか、どの制御コマンドなのかを示すフラグなどがあります。少々複雑に見えますが、フラグの変化をメモしながら追っていけば分かりやすいと思います。

プログラム中 NOP を挿入しているのは、タイミングを合わせるためのものです。液晶パネルの変更などに伴ってプログラムを修正する場合や、CPU の動作クロック周波数を変更する場合には、タイミング図と見比べながら適宜調整してください。

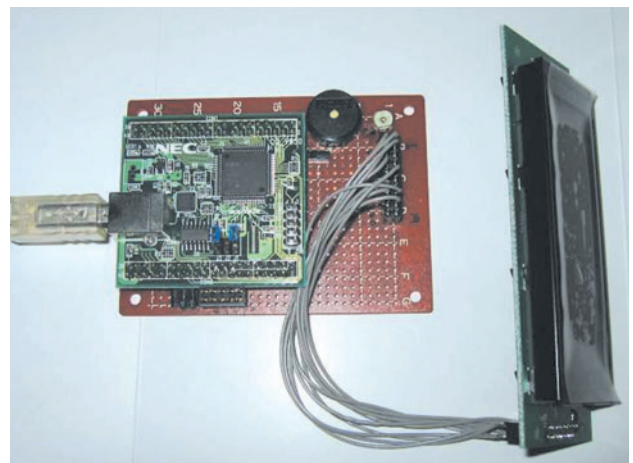
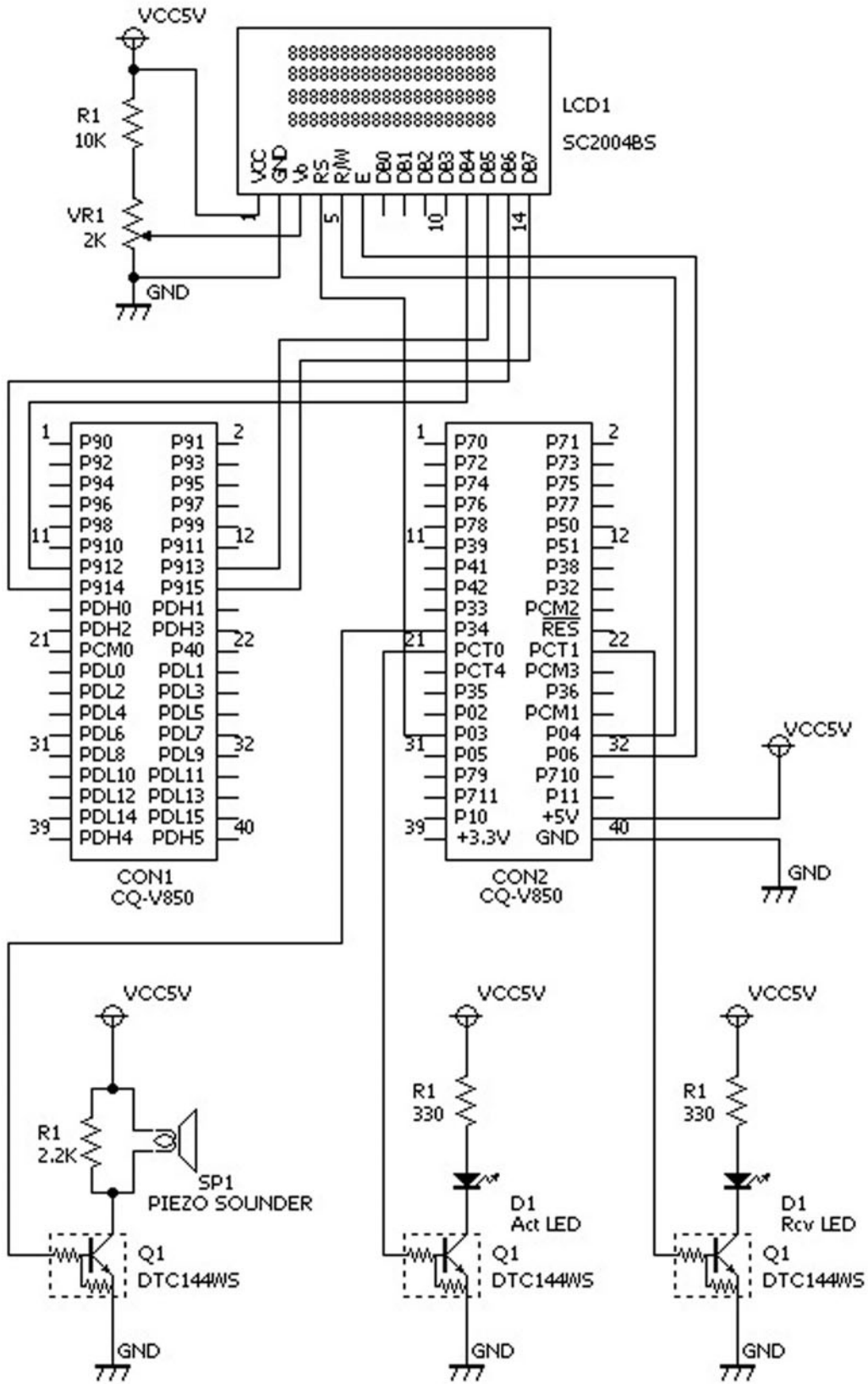


写真2

CQ_V850 Matrix LCD board.



CQ-V850 Sub-clock X'tal needed

図8 表示装置の回路図

起動

Linux サーバ側では、LCD4Linuxのコンフィグレーションファイルで表示内容や表示形式を設定してからLCD4Linuxを起動します。CQ_V850 ボードをUSB ポートに接続すると液晶画面上には時計が表示され、その後LCD4Linuxが起動すると、コンフィグレーションファイルで指定したステータス情報などが表示されるはずですが。

うまくいかない時は、USB デバイスとして認識されているか、通信がうまくいっているかなどを、ソースコード中のコメントアウトした部分を利用して調べてみてください。

— おわりに —

写真 1 のように、いままで動作状態などが全くわからなかったNASにVGAディスプレイのような立派なものでなくても、ディスプレイが付いただけで、ずいぶん見た目印象が違って見えると思います。最小限必要な情報が得られるだけでもメンテナンスやトラブルシューティングの大きな助けとなり、用途そのものも大きく広がるのではないのでしょうか。

編集 桑野 雅彦