

AVR241：標準I/Oを使うLCD表示器の直接駆動

要点

- 1つの共通線を持つ表示器用ソフトウェアドライバ
- チップ上にLCD駆動用のハードウェアを持たないデバイスに適合
- 16の入出力線使用で15セグメントまでを制御
- 完全な割り込み駆動動作

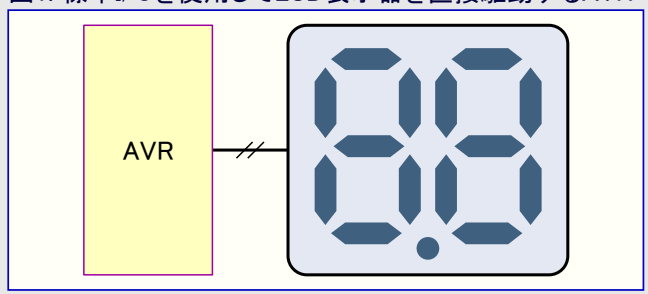
序説

LEDと7seg-LED表示器に対する低電力代替として、制限された数のセグメントを持つ液晶表示器(LCD)が益々一般的になってきています。

複雑な駆動波形のため、LCDに対するインターフェースは伝統的にLCDまたはMCUのどちらかに統合されたハードウェア駆動部経由で行われていました。しかし、波形の複雑さはLCD内の下部面数に依存するため、少数の共通線を持つこれらのLCDは複雑でなく、ソフトウェアインターフェースで適応することができます。

この応用記述は静的駆動法を用いて、1つの共通線を持つLCDのソフトウェア駆動を説明します。

図1. 標準I/Oを使用してLCD表示器を直接駆動するAVR



動作の理屈

本章はLCD表示器に対する一般的な特性と関連で使われる用語に対する序説を提供します。理屈は1つの共通線を持つLCD表示器の駆動に集中します。

LCD関連で使われる用語

本項はこの資料全体で使われる用語を説明します。

セグメント

LCD表示器に於いて個別に制御される線または点の1つ。

フレーム

フレームはセグメントへ書かれる繰り返し波形の1周期と等価です。図2.はフレームが何かの更なる説明を与えます。

フレーム速度

フレーム速度は秒当たりのフレーム数です。フレーム速度は一般的に人間の目がセグメントを点滅として認識することを避けるために充分速く、且つ残像を避けるために充分遅く保たれるべきです。残像はセグメント線間の漏洩のためにセグメントがエネルギーを受ける時に引き起こされます。

フレーム速度は一般的に30～100Hz間を維持すべきです。

共通線

全ての表示セグメントで共用される電気的な接続電極。

セグメント線

単一のセグメントへ接続される電気的な接続電極。



8ビット **AVR**[®]
マイクロコントローラ

応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 2569A-04/04, 2569AJ4-03/21

LCD表示器

LCDは液体のように流れ、そして光を曲げる棒状分子(液晶)を使う表示技術に基いています。エネルギーが与えられないと、液晶は2つの偏光濾過部にまっすぐな光を通し、本来の背景色が見えることを許し、何も見えなくします。エネルギーが与えられると、偏光部の1つに於いて消されるように光の向きを変え、暗部出現を引き起こし、それを見えるようにします。可視/不可視(エネルギーを与える/与えない)を変えることができる、目に見える最小要素が表示器のセグメントとして参照されます。

表示器の各セグメントは2つの接続電極を持ちます。1つの電極はセグメント駆動部へ、他方は共通電極へ接続されています。1つの共通電極は多数のセグメントによって共用されます。共通電極とセグメント電極間への電圧印加がセグメントにエネルギーを与えます。更にセグメント電圧は切り換えられなければなりません。DC(直流)は液晶に於いて電気泳動効果を引き起こし、表示器を劣化させるでしょう。従って共通電極とセグメント電極の両方の電圧が切り換えられなければなりません。

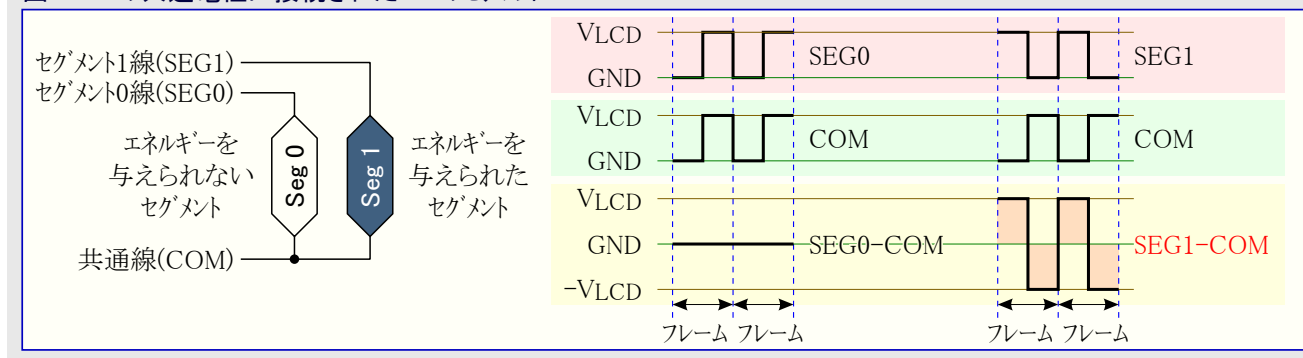
表示器に関して基本的に静的(スタティック)と動的(多重化,ダイナミック)の2つの駆動方法があります。動的駆動法では多くの表示部がセグメント線を共用し、多数の共通線の制御が表示部を多重化します。この方法は複雑な波形の変形と、表示器へ送る多数のアナログ値が必要です。静的駆動法では1つの共通線が使われるだけで、表示器のセグメントはそれら固有の電極を持ちます。この方法は電極へ印加する比較的単純な波形が必要です。けれども、各セグメントがMCUからの1つの専用出力ピンを必要とするため、この方法は多くのセグメントを持つLCDに対して適切ではありません。

より多くのLCDの原理については「AVR065:STK502とAVR Butterfly用LCDドライバ」応用記述を参照してください。

この応用記述は静的駆動法を使います。

図2.はエネルギーを与えられた/与えられないセグメントとそれらの駆動波形を示します。

図2. 1つの共通電極に接続された2つのセグメント



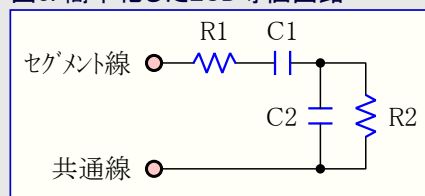
電力消費

図3.はLCDに対する簡便化された等価回路を示します。このようなRC網に対する主な電力消費はC1とC2を通る電流増加のため、入力波形が切り換わる領域で起き、従ってLCDのフレーム速度を低めることは電力消費を減らします。一般的にフレーム速度は表示器の点滅を避けるために30Hz以上を維持されるべきです。とはいえ、低電力応用(例えば電池応用)に於いては表示器の濃淡/点滅が与えられた応用に対して満足する限り、30Hzよりも低くすることができます。

R1 : セグメント面と共通面の抵抗
C1 : 絶縁層と配向膜の容量

R2 : 液晶の抵抗
C2 : 液晶の容量

図3. 簡便化されたLCD等価回路



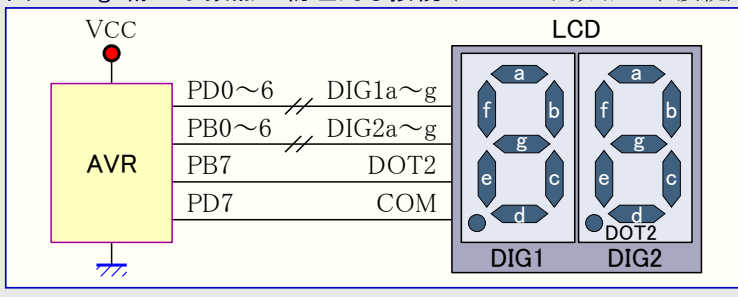
実装

本章はAVRにLCDを接続する方法とソフトウェアがどう実装されるべきかの説明を含みます。応用は単一共通電極のLCDを接続したSTK500で直接試験することができます。プログラムコードはIAR EQAVR 2.28A版用のCで書かれています。少しのコード変更だけで他のコンパイラを使うことができます。この応用記述はATmega16で作られています。十分なI/O数を持つ他のAVRマイクロコントローラも使うことができます。ソフトウェアはClover DisplayのS5080D型LCDで試験されています。

物理的な接続

応用は図4.で示されるように7セグメント2桁+小数点セグメント表示器形式の15セグメント駆動を記述します。全15セグメントと共通線の制御には16本の入出力ピンが必要です。この数はより少ないLCDセグメント数が必要とされる応用に於いて減らすことができます。ソフトウェアはLCDへの容易なデータ書き込み用関数を含みます。

図4. 7seg2桁+1小数点の物理的な接続 (DIG1の小数点は未接続)



ファームウェア説明

LCDドライバソフトウェアは割り込み駆動で低電力応用での使用に適しています。ソフトウェアはドライバインターフェースのLCD_print()関数と、LCDへ書くためにドライバによって使われるLCD_update()関数から成ります。

既存応用へのドライバのインクルードは次のように行われます。

1. LCD_drive.cをプロジェクトへ、LCD_drive.hをインクルードファイルへ追加してください。
2. タイマ/カウンタを下の項で記述されるように設定してください。
3. 各タイマ/カウンタ割り込みに対して1度、LCD_update()関数を呼び出して下さい。
4. LCD_print()関数を使うことによってLCDへ出力してください。

LCD_main.cが1MHz内蔵RC発振器で走行するATmega16での本応用の実装を示します。

LCDドライバインターフェース

表1. LCDドライバ関数説明

関数	引数	返り値
LCD_print(global)	Unsigned char digit, Unsigned char ASCII_data	Unsigned char

LCD_print()はLCD_update()用のデータを準備するために主応用によって使われます。関数はLCDに対する表示のためのASCII値を受け取り、それをセグメント様式に変換してLCD更新を開始します。

LCD_printに対する引数入力は何の桁をアクセスするか(char digit)と、その桁にどのASCII値を出力するか(char ASCII_data)を記述します。アクセスする桁番号は1,2のどちらかであるべきです。図4.が桁番号付けを示します。ASCII入力はLCDに合うよう、或る規則に従う必要があります。

5. ビット6～0は表2.によって与えられた範囲内の7ビットASCII符号を含むべきです。
6. ビット7はLCDの小数点(DOT2)セグメントのON/OFFを切り換えます。ビット7=1が小数点セグメントをONに切り換え、ビット7=0が小数点セグメントをOFFに切り換えます。

桁2の小数点セグメントだけが書けることに注意してください。桁1への出力時、ASCII_dataのビット7は常に0であるべきです。

関数が返す値は成功に対して'1'、失敗に対して'0'です。失敗は引数入力が上で記述された範囲外か、または桁1の小数点セグメントがONに切り換えることを指示されていることを意味します。

表2. LCD_print()関数に対するASCII_data入力引数によって与えられるLCD出力

入力文字(7ビットASCII)	' '	'0'	'1'	'2'	'3'	'4'	'5'	'6'	'7'	'8'	'9'	'A'	'B'	'C'	'D'	'E'	'F'
LCD出力	(空白)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	d	E	F

LCD_update

表3. LCD_update()関数説明

関数	引数	返り値
LCD_update()	Void	Void

LCD_update()はLCD_print()によって維持されている構造体全域変数を読み、LCDを駆動するピンにそれらを出力します。関数はLCD駆動フレームを生成し、安定なフレーム速度を保証するためにタイマ/カウンタ割り込みによって呼び出される必要があります。

タイマ/カウンタ割り込み設定

図2.で示されるような50%デューティサイクル駆動波形を得るため、コードのいくつかがタイマ/カウンタ割り込み処理ルーチン内に実装されるべきです。表示出力は各LCDフレーム内で2度更新されなければなりません。これは割り込み周波数がLCDフレーム速度の倍でなければならないことを意味します。フレーム速度選択時にする考慮は先の理屈章で与えられます。殆どの応用について、フレーム速度は60Hzの割り込み周波数になる概ね30Hzであるべきです。

LCD_update()関数は各タイマ/カウンタ割り込みに対して1度呼び出されるべきです。

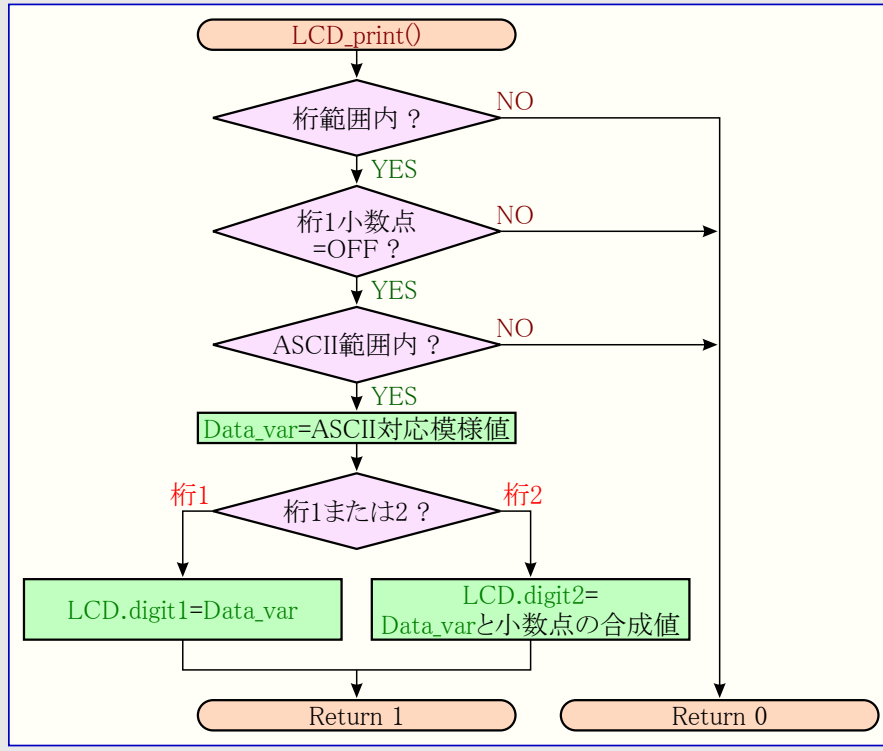
例プログラム

この応用記述と共に提供される例プログラムのLCD_main.cはATmega16でのドライバソフトウェアの実装を示します。クロック元として1MHz内蔵RC発振器を使い、TCNT0が17ms毎に割り込みを生成するように構成設定されます。

LCDはLCD_print()関数を使うことによって主応用で書かれます。

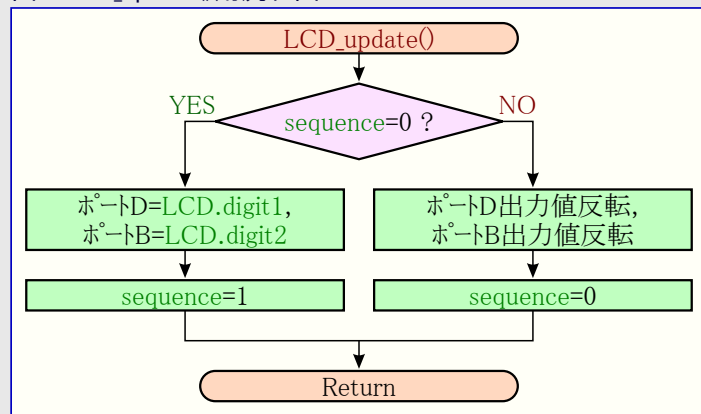
LCD_print()関数用流れ図

図5. LCD_print()用流れ図



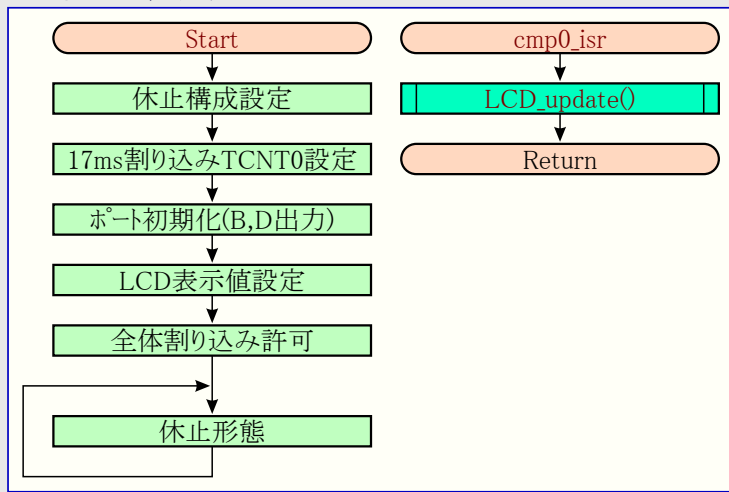
LCD_update()関数用流れ図

図6. LCD_update()用流れ図



例プログラム用流れ図

図7. 例プログラム用流れ図





本社

Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines
Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製造拠点

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

La Chantrie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3
France
TEL (33) 2-40-18-18-18
FAX (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-42-53-60-00
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR
Scotland
TEL (44) 1355-803-000
FAX (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn
Germany
TEL (49) 71-31-67-0
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Biometrics

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex
France
TEL (33) 4-76-58-47-50
FAX (33) 4-76-58-47-60

文献請求

www.atmel.com/literature

© Atmel Corporation 2004.

Atmel製品は、ウェブサイト上にあるAtmelの定義、条件による標準保証で明示された内容以外の保証はありません。本製品は改良のため予告なく変更される場合があります。いかなる場合も、特許や知的技術のライセンスを与えるものではありません。Atmel製品は、生命維持装置の重要部品などのような使用を認めておりません。

本書中の®、™はAtmelの登録商標、商標です。

本書中の製品名などは、一般的に商標です。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR241応用記述(doc2569.pdf Rev.2569A-04/04)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。