

AVR064 : LCD出力付き温度監視システム

要点

- LCD表示器上でのデータ表現
- 温度測定
- 実時間時計(RTC)
- パソコンとのUART通信
- PWM実装

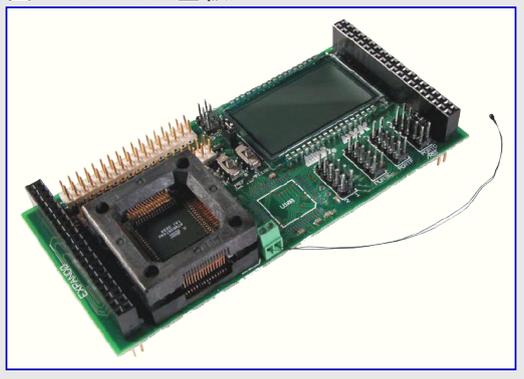
1. 序説

STK502はAtmelのSTK500開発基板にATmega169(P)支援を追加するために設計された上乘せ部です。STK500とSTK502はATmega169(P)での開発に際して必要とする全てのハードウェアを提供します。この応用記述はATmega169(P)とSTK502の使用法の例を意図しています。

これは以下を含みます。

- ・ Cで書かれた完全なコード例
- ・ コードを説明する流れ図
- ・ STK502の構成設定方法の指示
- ・ 本応用記述の例を含む書き込み済みのATmega169(P)がSTK502と共に出荷されます。
- ・ ソースコードはSTK502と共に出荷される“AVR技術ライブラリ”CDまたはAtmelのウェブサイト、<http://www.atmel.com/products/avr/>で得られます。

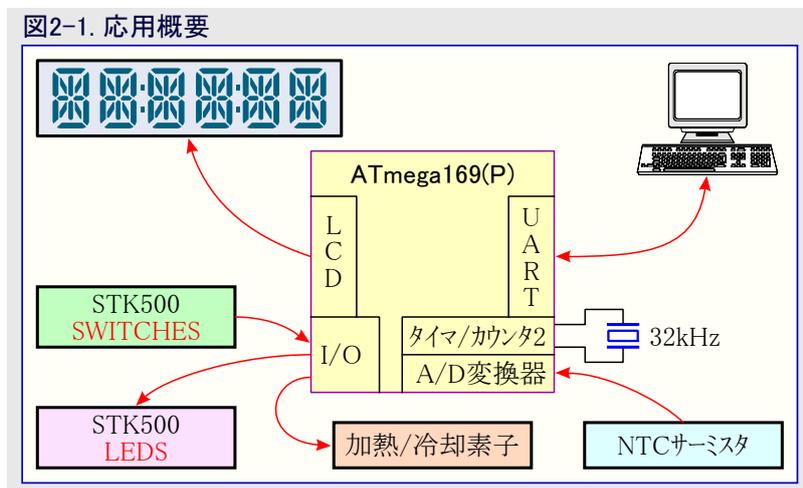
図1-1. STK502基板



2. 応用概要

この応用記述は組み込みLCD制御器/駆動部を持つ最初のAVRであるATmega169(P)マイクロコントローラ(MCU)で始める方法を記述します。本応用は実時間時計(RTC)を含む温度制御応用です。それは感知器を通して温度を監視し、加熱/冷却素子が備わっていれば温度を調節します。

図2-1. 応用概要



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. 2529C-02/06, 2529CJ3-01/21

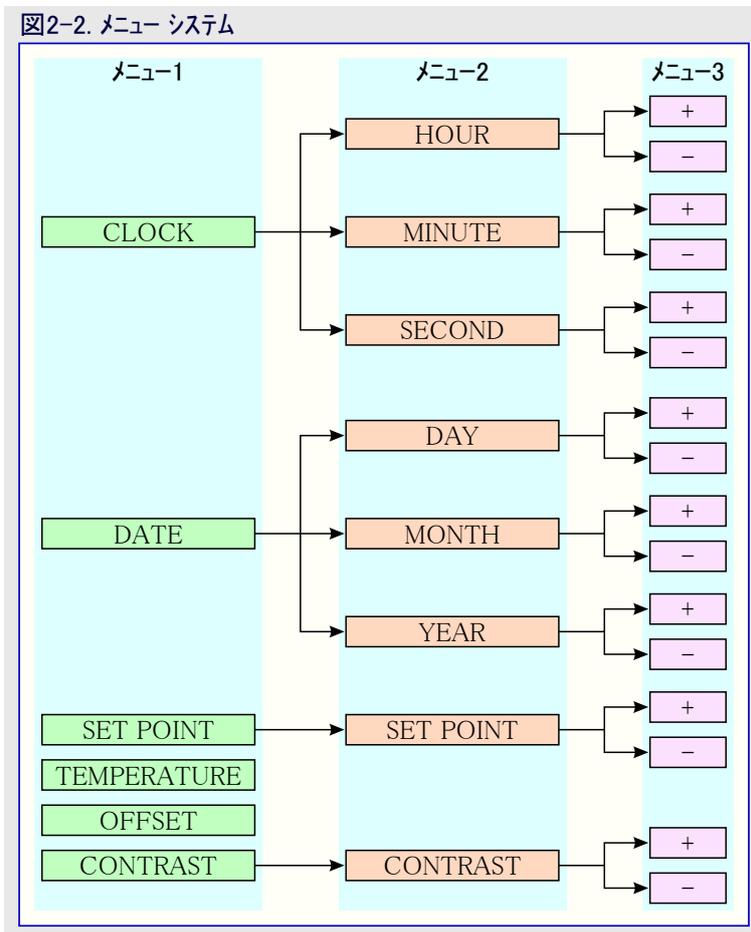
LCDは“STK502 example application for ATmega169(P)”の文字スクロールで始まります。それには例のコードがATmega169(P)内に書き込まれ、ハードウェアが5頁の「ハードウェア構成設定」項に従って構成されることを必要とします。

望む温度設定点を選択してください。温度がこの設定点の値以下になると、加熱器I/OピンがHighになり、STK500のLEDが点滅します。温度がこの設定点の値以上になると、冷却器I/OピンがHighになり、STK500の別のLEDが点滅します。LED点滅のデューティサイクルは設定点から実温度の偏差で変化します(より大きな偏差はLEDをより明るくします)。LCDは時間と温度の情報を表示します。LCD上で表現される全てのデータはUARTインターフェースを通して送信もされ、標準端末などによって受信することができます。

STK500上の釦押下はLCD上の各種情報間を移動します。

- **CLOCK:** ATmega169(P)上の実時間時計(RTC)
- **DATE:** 実時間時計(RTC)から計算された日付
- **SET POINT:** 選択した温度
- **TEMPERATURE:** 測定した温度
- **OFFSET:** 設定点と測定温度間の差
- **CONTRAST:** 既定ハードウェア接続で利用可能な全セグメント表示

CLOCK,DATE,SET POINT,CONTRASTの調整はSTK500のSWITCHESの3つを使うことによって行うことができます。これらのスイッチが様々な機能に使われるので、メニューシステムが必要です。本応用でメニューがどう配置されるかの概要については図2-2をご覧ください。



メニューシステムをどう使うかのより多くの詳細情報については11頁の「STK500のスイッチ」項をご覧ください。

CLOCK,DATE,SET POINTはUARTインターフェースからも調整することができます。13頁の「端末」項をご覧ください。

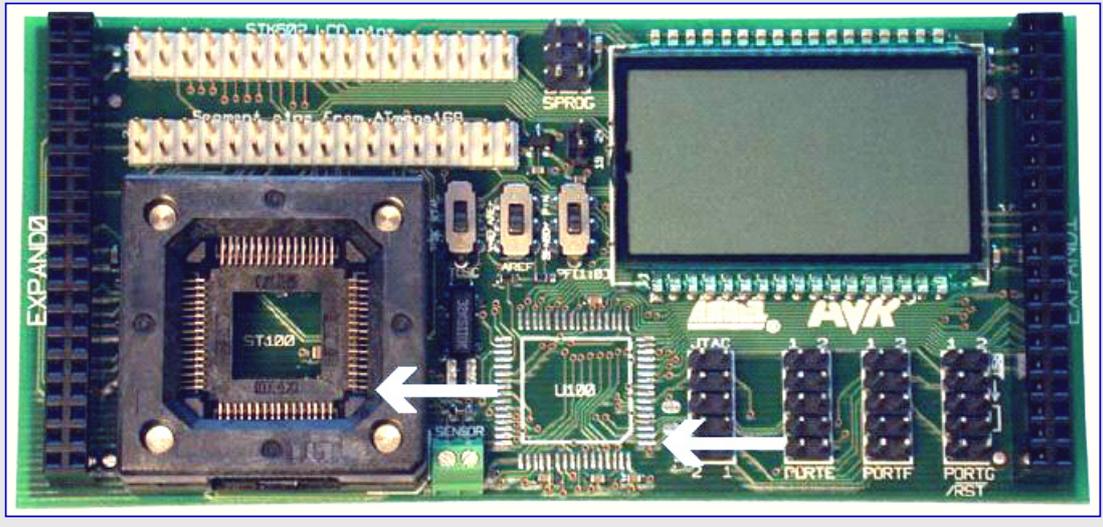
本実装はSTK502とそのスタートキットに含まれるLCD表示器で使うように設計されています。技術的な仕様とLCDのビット割り当てについてはAVR Studioのヘルプシステムで得られる「STK502使用者の手引き」を参照してください。LCDドライバのより多くの情報については「AVR065:STK502用LCDドライバ」応用記述をご覧ください。

3.2. STK502

STK502はAtmelのSTK500開発基板にATmega169(P)支援を追加するために設計された上乘せ部です。

STK502は(LCD表示器を含み、)ATmega169(P)の新機能の完全な利用を可能にするハードウェアとコネクタを含み、同時に挿入力0(ZIF)ソケットが試作に対するTQFP外囲器の容易な使用を可能にします。

図3-2. STK500用STK502上乘せ部(1番ピン位置印)



STK502についてのより多くの情報に関してはSTK502使用者の手引きをご覧ください。

3.2.1. LCD表示器

液晶表示器(LCD)は非発光表示装置として分類されます。その点でLCDはブラウン管(CRT)のようにどんな光の形式も生成しません。LCDは2つの硝子面間の偏光液晶材料から成ります。代表的に、1つの面は共通または背面と呼ばれ、他方はセグメントまたは前面と呼ばれます。反射型LCDパネル(バックライトを持たないもの)では、2つの電極間に印加した電圧差が見ている人への後ろからの反射光を妨げる偏光に帰着します。これは暗セグメントとして出現し、従ってこれをONとみなします。電圧差なしは後ろからの反射光を許し、これはOFFとみなします。

LCDドライバのより多くの情報については「AVR065:STK502用LCDドライバ」応用記述をご覧ください。

3.2.2. NTCサーミスタ

温度測定には様々な形式の感知器を使うことができます。それらの1つがサーミスタまたは感温抵抗器です。殆どのサーミスタは温度が下がると抵抗が上がることを意味する、負の温度係数(NTC:Negative Temperature Coefficient)を持ちます。全ての受動温度測定感知器で、サーミスタは最高の感度(温度変化1°C当たりの抵抗変化)を持ちます。サーミスタは直線的な温度/抵抗曲線ではありません。

本応用で使うNTCサーミスタは25°Cで10kΩの抵抗値を持ち、3450のβ値と±1%の誤差です。NTC上の電圧はATmega169(P)のA/D変換器を使って得ることができます。A/D変換器の使用法についてはATmega169(P)のデータシートをご覧ください。そして式3-1.を使うことによって温度は計算することができます。

式3-1. 測定したA/D変換値からの温度計算

$$\text{温度} = \frac{\beta}{\left(\ln \left(\frac{V_{ADC}}{V_{REF} - V_{ADC}} \right) + \frac{\beta}{T_{amb}} \right)} - T_{zero}$$

$\beta = 3450$
 V_{ADC} = A/D変換から計算された電圧
 $V_{REF} = 1.263V$
 $T_{zero} = 273^{\circ}K$
 $T_{amb} = 298^{\circ}K (273^{\circ}K + 25^{\circ}K)$

3.3. ハードウェア構成設定

コード例を動かすためにはケーブルとスイッチを正しい状態に構成することが必要とされます。図3-3.と図3-4.はケーブルとスイッチの構成方法を示します。

図3-3. ケーブル設定

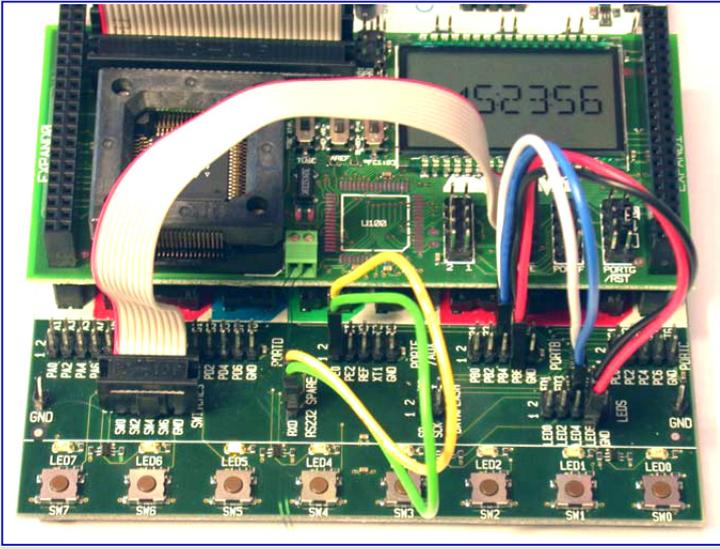
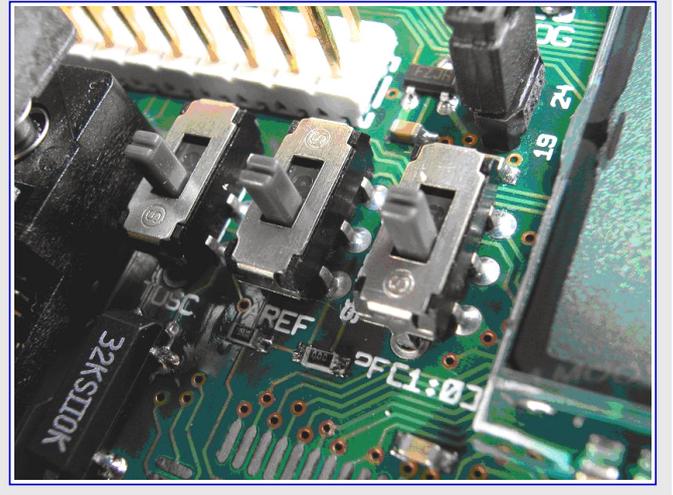


図3-4. スイッチ構成設定



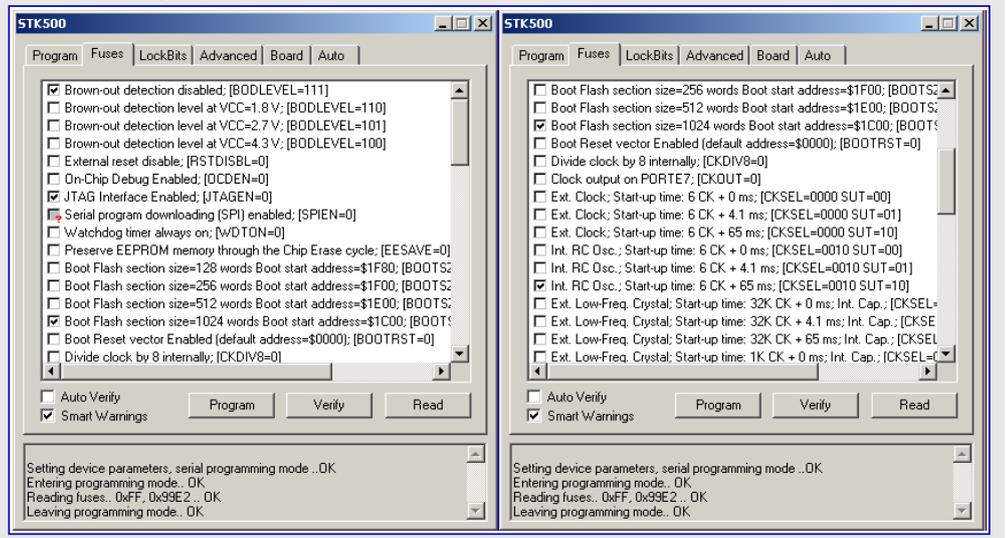
- 10芯ケーブルでSTK502のPORTEをSTK500のSWITCHESヘッダに接続してください。
- PB5/PB6をLED5/LED6、PB4/PB7を加熱/冷却素子の各々に接続してください。加熱/冷却素子が利用不能なら、10芯ケーブルを使って単にPORTBをLEDSに接続してください。
- STK500のPE0/PE1をRXD/TXDに接続してください。
- 34芯ケーブルで“Segment pins from ATmega169”を“STK502 LCD pins”に接続してください。
- “19 24”の2ピンヘッダにジャンパを装着してください。
- ネジ端子にNTCサーミスタを挿入してください。
- STK502の3つのスイッチ全てはネジ端子側の位置、換言すると、TOSCスイッチはTOSC位置、AREFスイッチはVREF位置、PF[1:0]スイッチはSensor位置であるべきです。
- PORTG/RSTに於いてPG5とRSTをジャンパで接続してください。

そして最も重要なZIFソケットでのATmega169(P)挿入です。STK502キットと共に来るATmega169(P)は例のコードが予め書き込まれています。ATmega169(P)の再書き込みを望む場合、この話題の手助けについてはSTK502使用者の手引きをご覧ください。ATmega169(P)に書かれるべきAVR064.hexファイルはSTK502と共に来る“AVRソフトウェアと技術ライブラリ”CDとAtmelのウェブサイト(<http://www.atmel.com/products/avr/>)で得られます。ATmega169(P)が再書き込みされる場合、ヒューズが図3-5.に従った設定であることを保証してください。

図3-5.で記述されるようにプログラム(0)されるべきヒューズは以下だけです。

- 低電圧検出(BOD)禁止
- JTAGインターフェース許可
- ブートフラッシュ領域容量=1024語
- 内蔵RC発振器始動時間6CK+65ms

図3-5. ヒューズ設定



4. ATmega169(P)ファームウェア

本章はソースコードと関数についての情報を含みます。ファームウェアはAtmelのウェブサイト <http://www.atmel.com/products/AVR/> からダウンロードすることができます。コンパイル情報と設定、デバイス設定、目的対象設定の情報と包括的なソース資料に関してはソースと共に含まれる [readme.html](#) ファイルをご覧ください。

関数に関連するタイミングは(外部の32kHzクリスタルからクロック駆動されるRTCクロックとLCDフレーム速度を除き、)1MHzで走行するATmega169(P)に対して書かれ、従ってシステムクロックに対する前置分周器は1/8に設定されます。ATmega169改訂Bが4MHzで走行することに注意してください。このためにこれはUARTの通信速度が9600から4800bpsに減らされますが、その他は問題ありません。

4.1. 使用割り込み

4.1.1. LCDフレーム開始

この割り込みでLCD_displayData緩衝部からのデータがLCDデータレジスタにラッチされます。LCD_Blink変数はこの割り込み発生毎に交互に切り替わります。この割り込みは外部の32kHzクリスタル依存です。

4.1.2. タイマ/カウンタ2溢れ

この割り込みはRTC時計全体を構築するSECOND変数の増加(進行)に使われます。タイマ/カウンタ2は32kHzから非同期にクロック駆動され、従って(システムの)クロック周波数から独立しています。

4.1.3. USART0受信完了

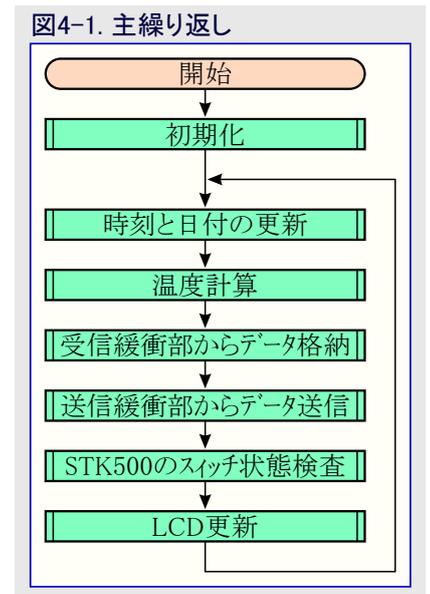
この割り込みはUARTインターフェースからの到着データを処理します。

4.1.4. USART0データレジスタ空き

この割り込みはUARTインターフェースを通してデータを送信します。

4.2. 主繰り返し

図4-1.は主繰り返しを示します。



4.3. 初期化

リセット後、ファームウェアはATmega169(P)とそれに統合した周辺機能を初期化します。この初期化はリセット後に1度だけ走行します。

ポートBは出力として設定され、これはSTK500のLEDSに接続されるべきです。PB5(OC1A)とPB6(OC1B)は測定した温度と選択した温度設定点間の差を示します。PB4とPB7は各々、加熱と冷却のピンです。加熱と冷却の素子をこれらのピンに接続してください。

DDREは入力として設定され、これはSTK500のSWITCHESに接続されるべきです。PE7, PE6, PE5はLCDに何の情報が表示されるべきかの選択と、時間/日付、温度設定点、LCD濃淡の補正に使われます。

タイマ/カウンタ1はOC1A/OC1B(PB5/PB6)ピンで使うためにPWMで構成設定されます。

タイマ/カウンタ2を実時間時計(RTC)のために非同期動作で許可します。外部32kHzクリスタル使用により、RTCはATmega169(P)のシステムクロックから独立して走行し、休止形態中も走行することができます。

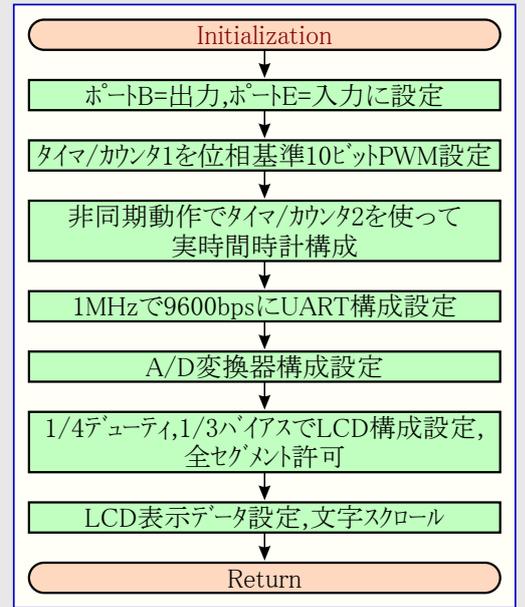
9600bps/1MHzのボーレート、非同期動作、8ビットキャラクタ量、1停止ビット、パリティなしの送受信共に許可でUARTを構成設定します。

A/D変換器をシングルエンド動作で構成設定します(ソースコード内でADC_init(Single Ended)の代わりにADC_init(Differential)を設定することにより、差動動作を選択することができます)。ポートFのデジタル入力を禁止し、擬似A/D変換を動かします。

ATmega169(P)で全てのセグメントピンを許可します。LCD用のクロック元として32kHzを選択し、その後に前置分周器ビットを設定します。1/4デューティサイクルと1/3バイアスを選択します。LCD表示器上の情報のスクロールと点滅で必要とする遅延を得るためにタイマ/カウンタ0比較一致割り込みを構成設定します。

LCD表示器上の初期文字列のスクロールを開始します。

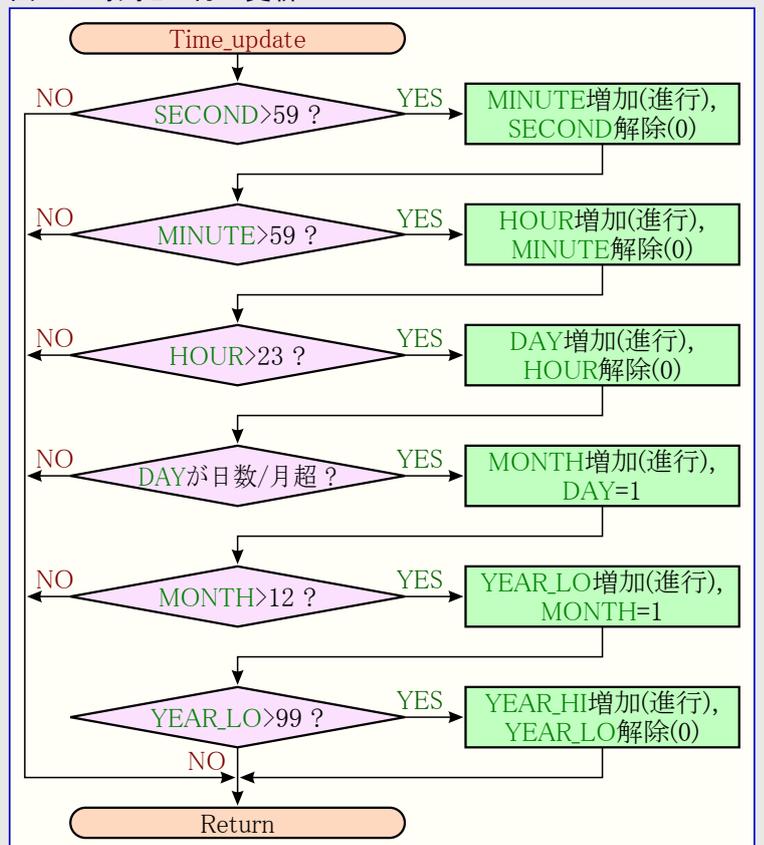
図4-2. 初期化



4.4. 時刻と日付の更新

このルーチンはタイマ/カウンタ2溢れ割り込みルーチンで毎秒ごとに増加(進行)されるSECOND変数に従って時計と日付を更新します。更新ルーチン全体は流れ図で自己説明されます。

図4-3. 時刻と日付の更新



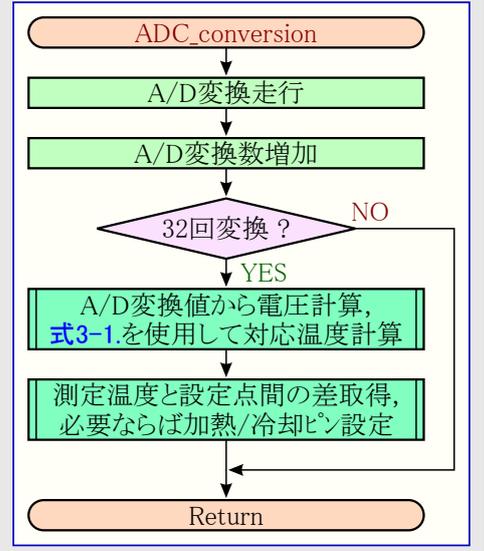
注: SECOND変数はタイマ/カウンタ2溢れ割り込みルーチンで増加(進行)されます。

4.5. 温度計算

この関数ではNTCサーミスタ上の電圧が測定され、温度が計算されます。

A/D変換を行うことによって始まります。32回のA/D変換の結果の平均が対応する温度を計算する式で使われます。計算した温度と使用者によって選択された温度設定点間の差に依存して、過熱または冷却のピンが設定されます。より大きな差は加熱または冷却のLEDがより明るく輝きます。

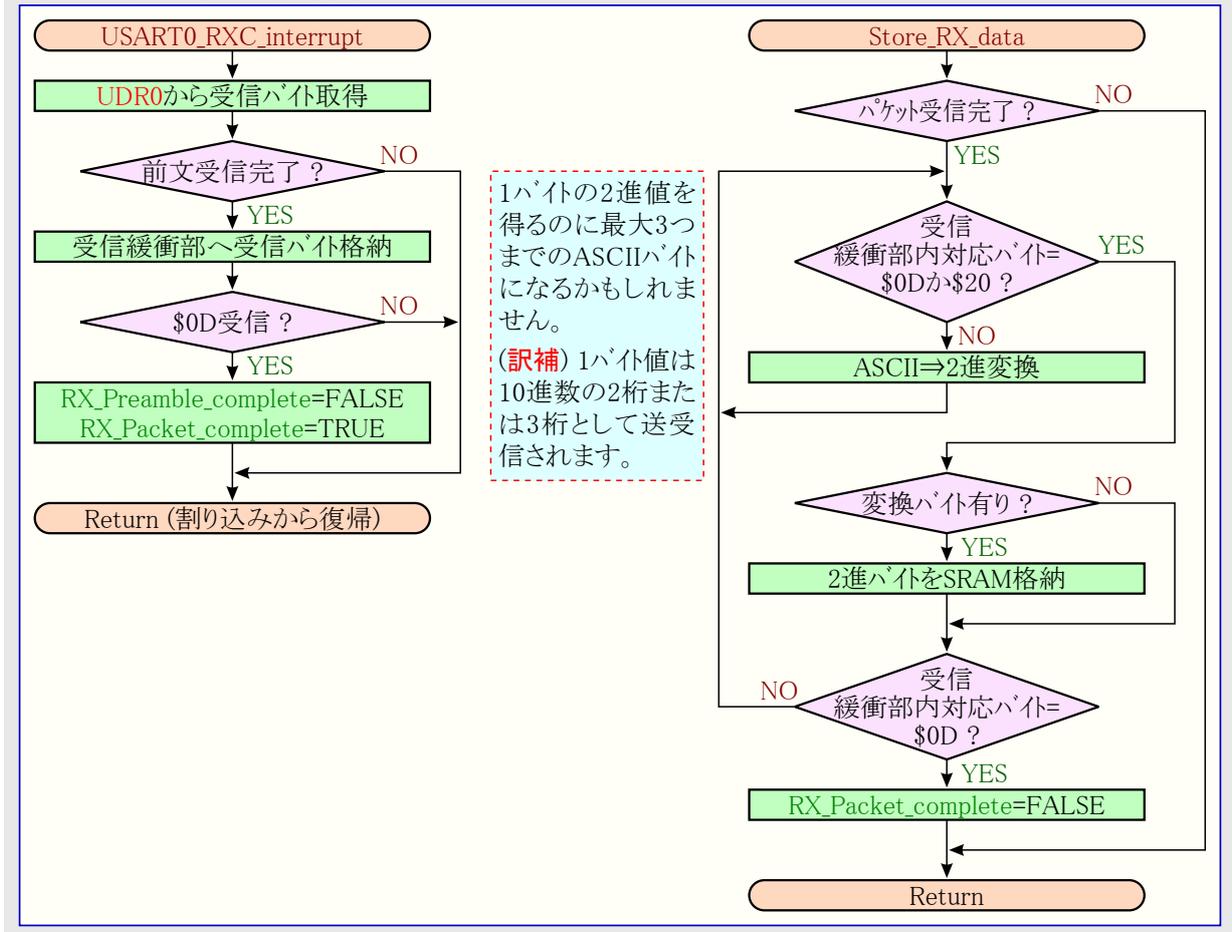
図4-4. 温度計算



4.6. パソコンからのデータ受信

これらのルーチンはUARTインターフェースを通してパソコンから来るデータを処理します。

図4-5. パソコンからのパケット受信



4.6.1. USART_RXC_interrupt

パソコンからのデータ受信はUSART_RXC_interruptルーチンで行われます。これは正しく前文バイトが受信されるまで全てのデータを破棄します。そして復帰のバイト(ASCII値=\$0D)が現れるまで先行するバイトを受信緩衝部に格納します。これはパケットの終りを示し、RX_Packet_completeフラグがTRUEに設定されます。

4.6.2. Store_Rx_data

そしてパケットはASCIIから2進値に変換されます。1つの2進バイトは1～3バイトのASCIIを含み得ます。各種16進(2進)バイトがあるASCIIバイトはASCIIの空白(\$20)によって分けられます。変換された16進(2進)バイトはパケットの最後に現れる復帰(CR:\$0D)バイトまで継続的にSRAM内の適切な位置に格納されます。

ASCIIで転送されるデータはパソコンでの標準端末の使用を許します。

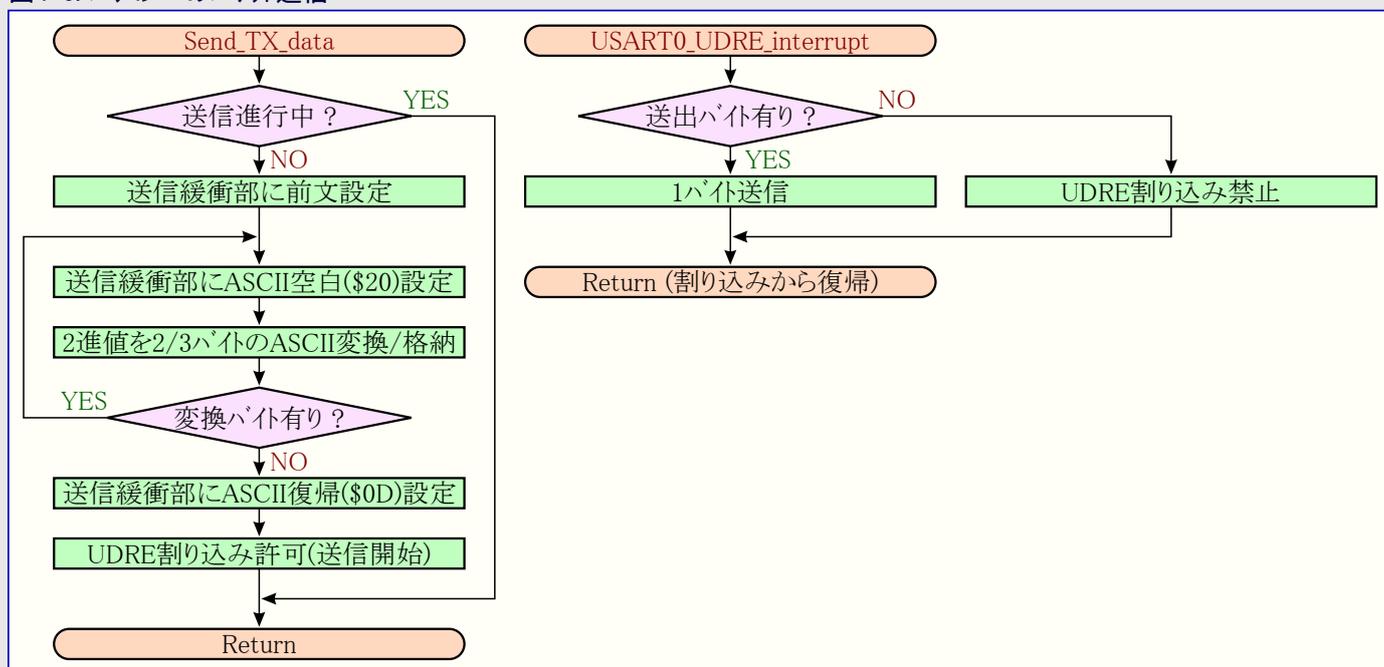
表4-1. パソコンからの受信パケット

データ	量
前文"STK502"	6バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
HOUR	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
MINUTE	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
SECOND	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
DAY	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
MONTH	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
YEAR_HI	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
YEAR_LO	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
SET_POINT	2バイト
ASCII復帰(\$0D)	1バイト
ASCII改行(\$0A)	1バイト

4.7. パソコンへのパケット送信

これらのルーチンはATmega169(P)からパソコンへデータを送信します。

図4-6. パソコンへのパケット送信



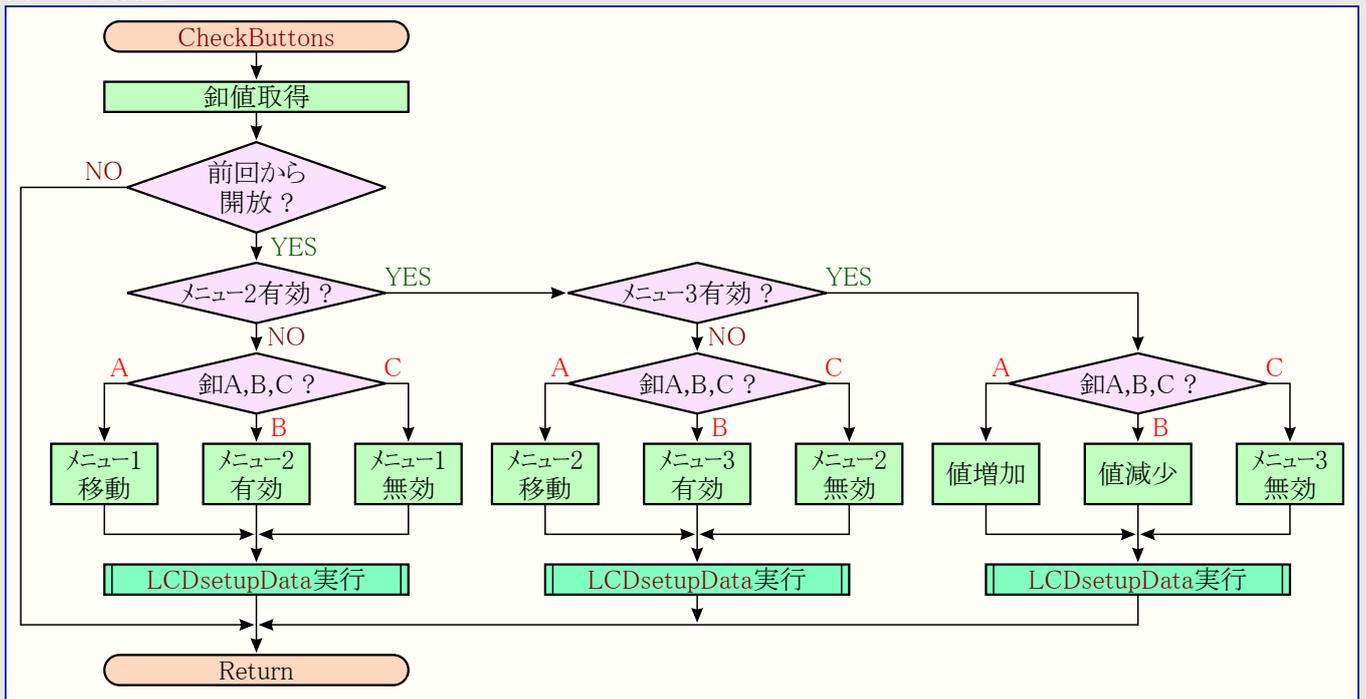
パケット送信は前文バイトで始まり、そして送信されるべき2進バイトはASCIIバイトに変換されてパケット内に格納されます。変換される2進バイト間にはASCIIの空白(\$20)バイトが挿入されます。パケットの終りに於いてフレームの終了を示すために復帰改行のASCIIバイト(CR+LF:\$0D+\$0A)が追加されます。送信はデータレジスタ空き(UDRE)割り込みを許可することによって始まります。全てのバイトが送信されると、UDRE割り込みが禁止されます。

表4-2. パソコンへのパケット送信

データ	量
前文"STK502"	6バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
HOUR	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
MINUTE	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
SECOND	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
DAY	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
MONTH	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
YEAR_HI	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
YEAR_LO	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
SET_POINT	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
TEMP_HIGHBYTE	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
TEMP_LOWBYTE	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
OFFSET	2バイト
ASCII空白(\$20)	1バイト
ファームウェア改訂版	2バイト
ASCII復帰(\$0D)	1バイト
ASCII改行(\$0A)	1バイト

4.8. STK500のスイッチ

図4-7. 釦検査



応用のために入力として使われる3つのスイッチがあります。多数の作業を3つのスイッチだけで行うためにメニューシステムが必要とされます。図4-7はこのコードで使われる階層構造での3つのメニューを示します。メニューの概要については図2-2をご覧ください。

図4-7は釦A/B/Cを参照し、本应用到けるこれらの釦は以下で得られます。

- ・“釦A”はPE7に接続されるSW7です。
- ・“釦B”はPE6に接続されるSW6です。
- ・“釦C”はPE5に接続されるSW5です。

例:

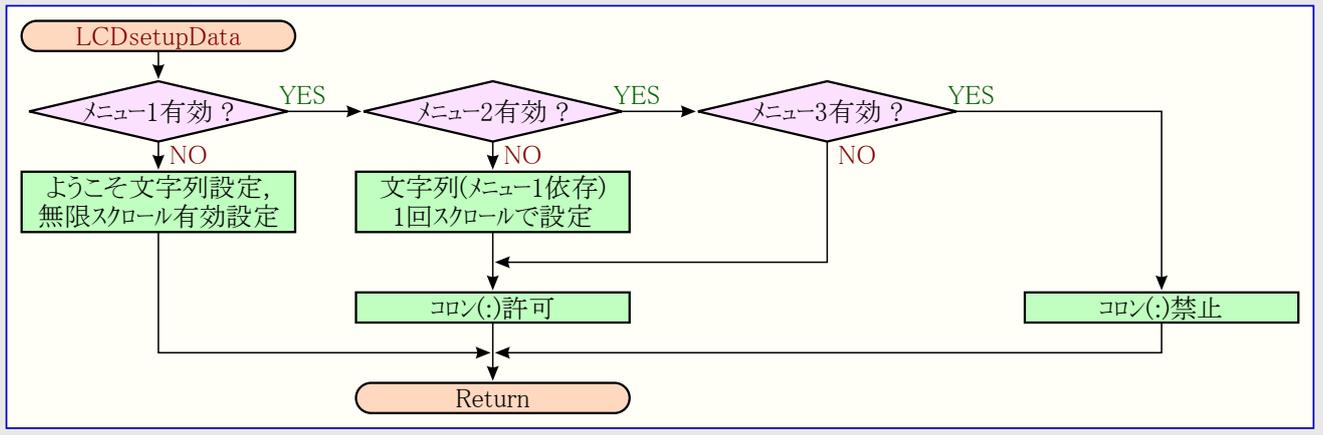
リセット後、LCDは文字をスクロールするように構成設定されます。3つのメニューのどれもが活性(有効)ではありません。SW7押下はメニュー1内の選択(時計(CLOCK),日付(DATE),設定点(SET POINT),温度(TEMPERATURE),温度差(OFFSET),濃淡(CONTRAST))間を切り替えます。

MINUTE変数を調節するには、LCD表示器に“CLOCK”が現れるまでSW7を押下し、“CLOCK”下のメニュー2を活性(有効)にするためにSW6を押下することによって選択してください。SW7の押下は今やメニュー2内の選択(時(HOUR),分(MINUTE),秒(SECOND))間を切り替えます。MINUTE変数がLCD表示器で点滅するまでSW7を押下し、SW6を押下することによってこれを選択してください。今やメニュー3が活性(有効)にされています(コロンが消えるでしょう)。SW7押下はMINUTE変数を増加し、SW6は減少します。望む値が選択されてしまうと、メニュー3を不活性(無効)にするためにSW5を押下してメニュー2へ戻ってください。メニュー2を不活性(無効)にするためにSW5をもう1回押下してメニュー1へ戻ってください。

尚、他の変数を調節するのに同じ手順を使うことができます。

4.9.3. LCDデータ設定

図4-10. LCDデータ設定



メニュー1が活性(有効)でなければ、LCD上でようこそメッセージがスクロールします。メニュー1が活性(有効)でメニュー2が無効なら、LCD上で対応する文字列とそれに属するデータが1度スクロールされます。メニュー2が活性(有効)でメニュー3が無効なら、単にコロン(:)が許可されます。そしてメニュー3が活性(有効)なら、現在の変数が今や調節できることを示すためにコロン(:)を禁止します。

5. 端末

温度と時間の全ての情報はUARTインターフェースを通して送信されます。パソコン上のプログラムはSTK500上の“RS232 SPARE”とパソコンのCOMポート間にシリアルケーブルを接続することによってこのデータを受信することができます。これには標準端末、例えばハイパーターミナルを使うことができます。図5-1.で示される設定で端末を構成してください。

(端末プログラムで)connect 釦を押下してください。ATmega169(P)からのデータが図5-2.のように現れるでしょう。データは表5-1.に対応して表現されます。

表5-1. 図5-2.に対応するATmega169(P)からのパケット送信

データ	値
前文	STK502
時 (HOUR)	15
分 (MINUTE)	14
秒 (SECOND)	22
日 (DAY)	04
月 (MONTH)	11
年上位2桁 (YEAR_HI)	20
年下位2桁 (YEAR_LO)	02
温度設定点 (SET_POINT)	25
温度整数部 (TEMP_HIGHBYTE)	25
温度小数部 (TEMP_LOWBYTE)	14
温度差 (OFFSET)	00
ファームウェア改訂版	01

端末からATmega169(P)内の変数を調節することができます。これは表4-1.に従って行われなければなりません。例えば、端末で“STK502 14 37 02 25 11 20 02 24”を書き、フレームの終了を示すためにEnterキーを押下してください。これは時計を14時37分02秒に、日付を2002年11月25日に調節し、温度設定点は24°Cになります。

図5-1. COMポート設定

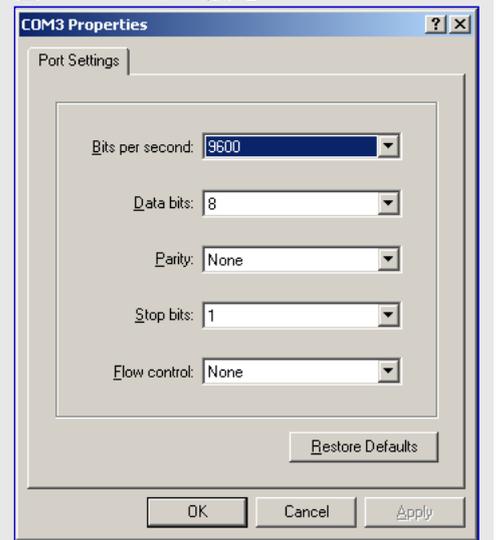
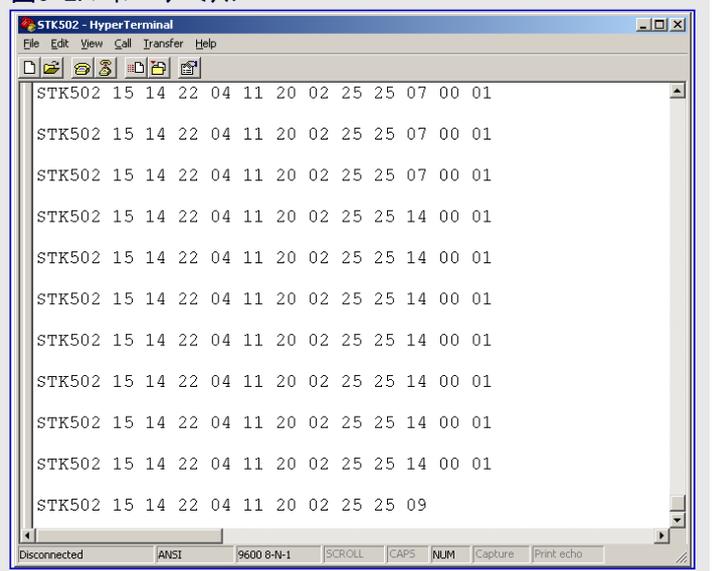
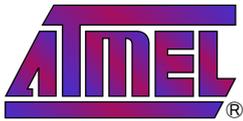


図5-2. ハイパーターミナル



6. 目次

要点	1
1. 序説	1
2. 応用概要	1
3. ハードウェア説明	3
3.1. ATmega169(P)	3
3.2. STK502	4
3.2.1. LCD表示器	4
3.2.2. NTCサーミスタ	4
3.3. ハードウェア構成設定	5
4. ATmega169(P)ファームウェア	6
4.1. 使用割り込み	6
4.1.1. LCDフレーム開始	6
4.1.2. タイマ/カウンタ2溢れ	6
4.1.3. USART0受信完了	6
4.1.4. USART0データレジスタ空き	6
4.2. 主繰り返し	6
4.3. 初期化	7
4.4. 時刻と日付の更新	7
4.5. 温度計算	8
4.6. パソコンからのデータ受信	8
4.6.1. USART_RXC_interrupt	8
4.6.2. Store_Rx_data	9
4.7. パソコンへのパケット送信	9
4.8. STK500のスイッチ	11
4.9. LCD	12
4.9.1. LCD更新	12
4.9.2. スクロール関数	12
4.9.3. LCDデータ設定	13
5. 端末	13
6. 目次	14
お断り	15



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 Chantrerie
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

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2006. 不許複製 Atmel®、ロコとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその附属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR064応用記述(doc2529.pdf Rev.2529C-02/06)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。