

AVR42779 : ATtiny817でのコアから独立した超音波距離測定

応用記述

特徴

- 反映された集中波を送信して受信するために使用される超音波送受信部
- CCL単位部を使用するコアから独立した動作
- 信号の同期遮蔽に使用されるTCD
- 簡潔なコードの大きさ
- 超音波距離測定現場拘束基板利用可能

序説

この応用記述はAtmel[®] AVR[®]デバイスと超音波送受信器を用いるコアから独立した距離測定の方法を記述します。多くの形態設定はCPUと無関係に測定を実行して結果を表すために共に動くように形態設定されます。この実装はタイマ/カウンタPWM生成を利用してAVRの形態設定可能な注文論理回路単位部周りに集中され、超音波変換器の送信と受信の線に使用される同期遮蔽信号のためにタイマ/カウンタ波形生成を使用します。アナログ比較器(AC)とD/A変換器(DAC)は減衰して反映された信号の受信を処理するのに使用されます。計時器捕獲は障壁に近接して測定するために超音波の「飛行時間(伝搬時間)」を測定するのに使用されます。

目次

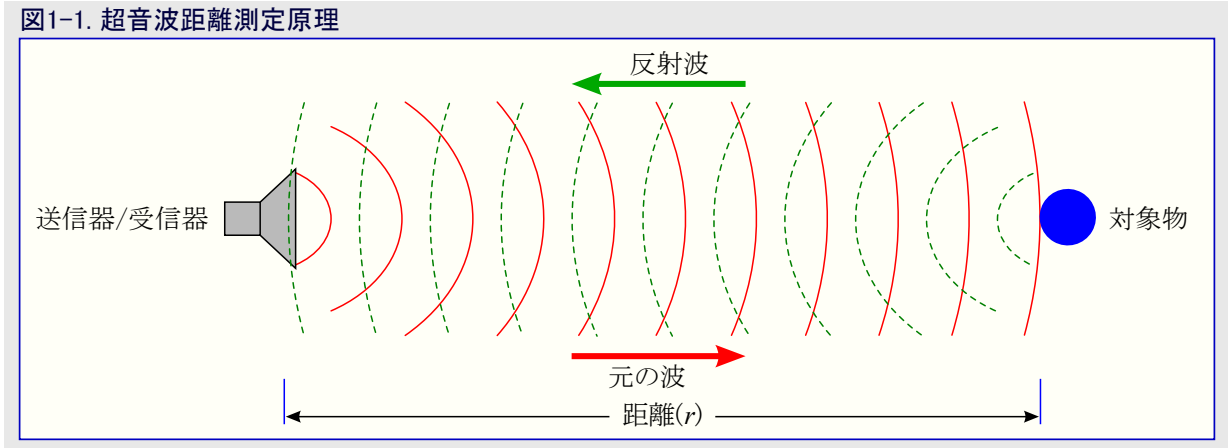
特徴	1
序説	1
1. 超音波感知器	3
1.1. 超音波送受信器での距離測定	3
1.2. 超音波距離測定の制限	4
2. 実装	5
2.1. 減衰した反射信号の検出	6
2.2. タイマ/カウンタ型での同期した送信と受信の遮蔽信号	7
3. ATtiny817での距離計現場拘束基板	7
4. ハードウェアの考察	8
5. Atmel STARTからのソースコード入手	8
5.1. コード形態設定	8
6. 改訂履歴	8

1. 超音波感知器

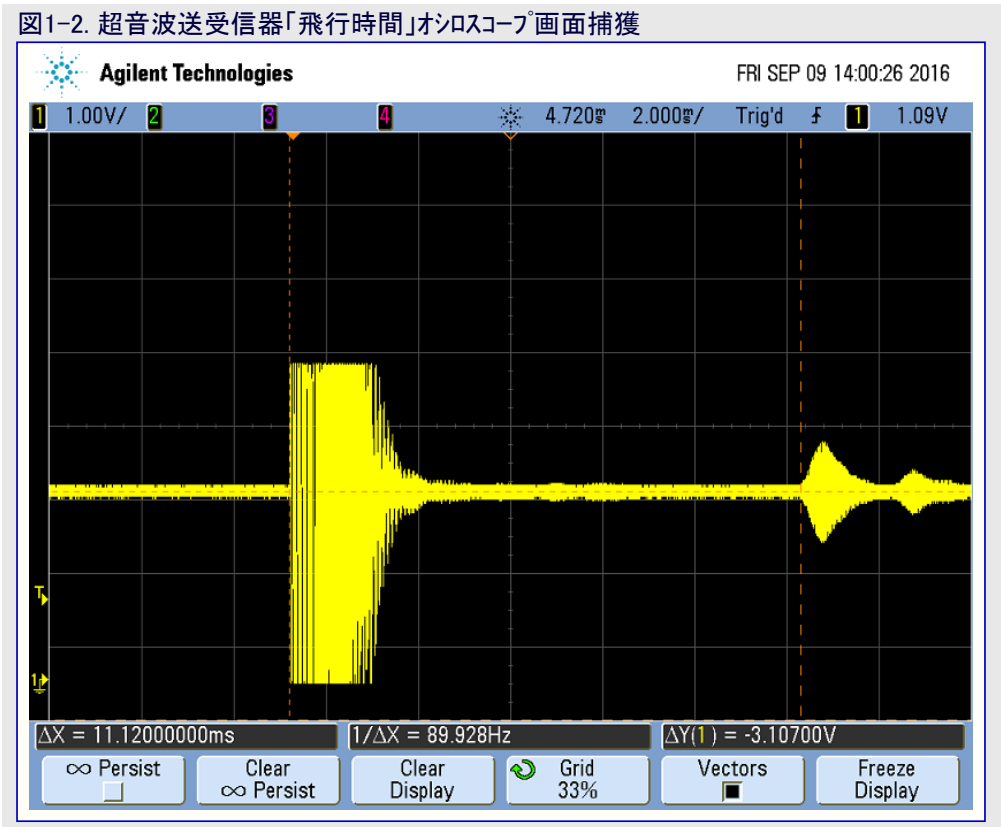
超音波送受信器は電気信号を超音波集中波に変換し、障壁に向けられた時の結果となる反射波を受け取ることができます。違う要素を測定するため、送信と受信された集中波間で様々な正しい比較を行うことができます。例えば、「飛行時間」と呼ばれる、集中波の送信と反射波の受信間の時間は距離を測定するのに使用することができます。また距離が既知なら、その音減衰係数を計算することによって材料を一意的に識別することができます。移動物体に向けられた場合、送信と受信の集中波間のドップラー偏移(速さのための周波数変化)を測定することができます。速度を測定するのに使用されます。その他の結論が可能です。けれども、これらは最も一般的なことを要約します。

1.1. 超音波送受信器での距離測定

この応用記述では、送出された超音波集中波とその反射を受け取る間の「飛行時間」から計算された、障壁に対する距離を測定するのに超音波送受信器が使用されます。この処理は「音響測距」としても参照され得ます。下の最初の図は原理を図解します。送受信器によって生成された集中波は障壁で跳ね返され、時間間隔後に受信されるべく戻ります。移動した距離での変化は音速の係数に関連する測定した時間間隔に比例します。



超音波送受信器によって送受信された信号はオシロスコープ経由で視覚的に調べることができます。例は下図で描かれます。橙の点線は上で言及した測定可能な「飛行時間」を示します。反射波がかなり減衰されることを見ることができ、これは可能な限り受信した信号を検出するために応用設計の間で念頭に置くべきです。

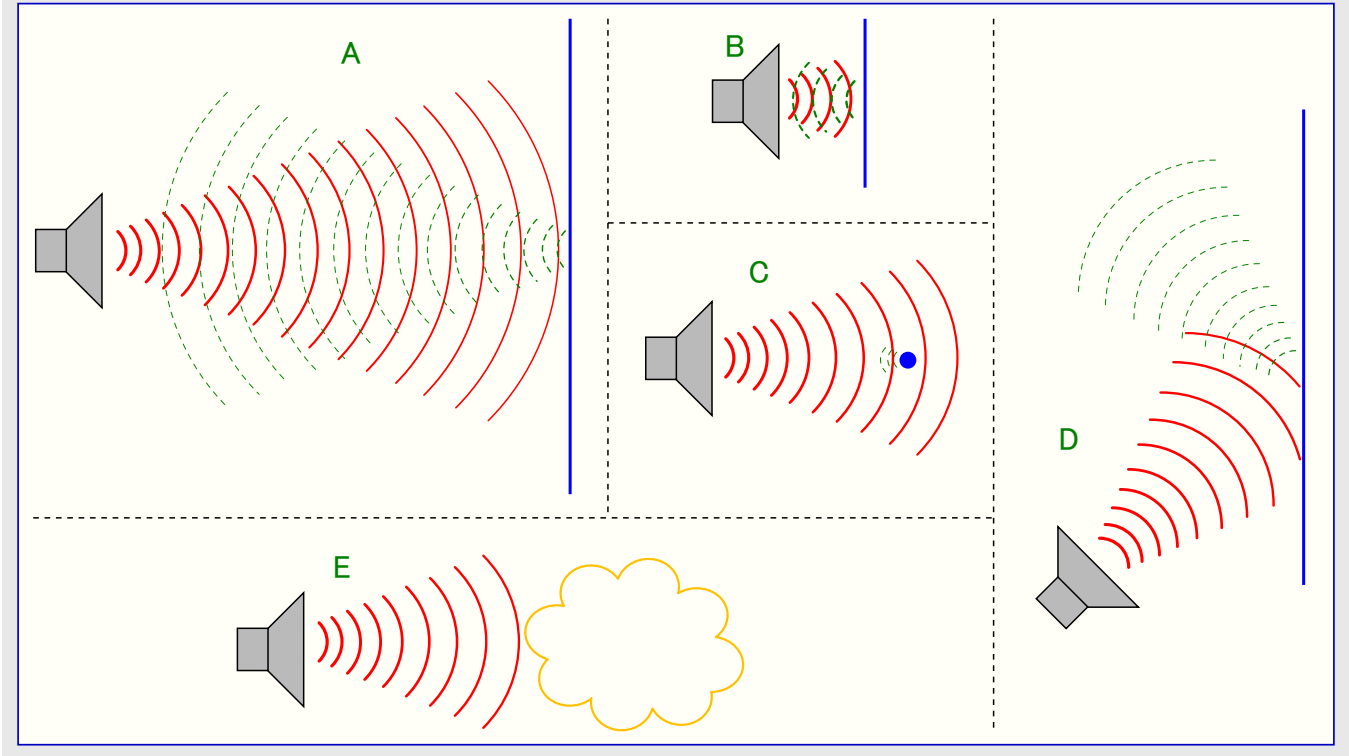


1.2. 超音波距離測定 of 制限

状況的な制限

超音波送受信器を使用して距離を測定することが極めて効果的である一方で、いくつかの状況の必要条件があります。測定されるべき距離である理想的な障壁は超音波音束と直角な平面の個体であるべきです。送受信器によって再び受け取られるために十分な超音波集中波が反射されるように、空気に対して十分な音響減衰を持つべきです。超音波送受信器の動作範囲でもあるべきです。「無効な超音波距離測定状況」の図は超音波距離測定のいくつかの状況的な制限を描きます。部分図Aでは障壁までの距離が遠すぎて反射した信号が効果的に受信されるのに対して減衰されすぎです。部分図Bは反射された信号が受信されるべき時に送受信器が未だ送信動作であることを意味する近すぎる障壁を示します。部分図Cでは対象物が小さすぎて、超音波集中波が反射されるのに不十分です。部分図Dはそれが送受信器から離れて反射されるように、超音波音束に対して直角でない角度の影響を示します。部分図Eでは対象物が柔らかすぎて空気のそれと同じ減衰係数を持ち、故に超音波音束が反射されるよりもむしろ吸収されます。

図1-3. 無効な超音波距離測定状況



環境的な制限

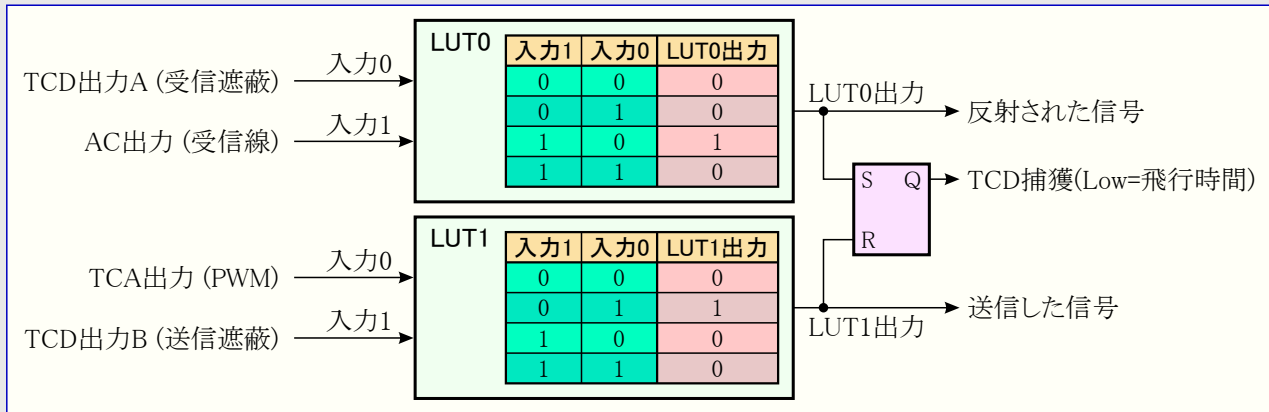
加えて、超音波距離測定は空気中の音速を変える温度と湿度によって強く影響を及ぼされます。これは相当な誤差を誘引する同じ距離に対して取られる測定での大きな変動にも寄与するでしょう。空気の流れはそれらが超音波集中波を反射する見えない障壁として働き得ることで、誤差にも寄与し得ます。

或る適度の温度変化によって誘引される誤差に対して計算することが可能です。これは「飛行時間」測定と同じ時間に温度測定を行って距離計算で両方を考慮することによって行われます。

2. 実装

コアから独立した超音波距離測定応用の機能は形態設定可能な注文論理回路(CCL)周辺に集中されます。それは形態設定可能な論理回路を持つ2つの参照表(LUT)に対する入力多重化を許します。この応用では1つのLUTが超音波送受信器の送信線を制御するのに使用され、他方は受信線を濾波するのに使用されます。「飛行時間」は順次制御部、具体的にはSRラッチに両LUT出力を供給することによって測定することができます。この結果はラッチの出力が「飛行時間」を示すことです。この構成設定は下図で見ることができます。

図2-1. 形態設定可能な注文論理回路周辺機能を使用する超音波距離測定



対応するタイミングの機能性は下図で描かれます。最初の3つの信号線は以下のような超音波送受信器の送信線の制御に対応します。

- 信号(1)は概ね40kHzのPWMを生成するように構成設定されたタイマ/カウンタA型からの出力です。
- 信号(2)はタイマ/カウンタD型によって生成された遮蔽で、超音波集中波が放出されるべき時にLowで残りの時間がHighであるように構成設定されます。
- これら2つの信号はLUT1への入力で、(1 AND !2)の出力が超音波送受信器の送信線に接続されます。

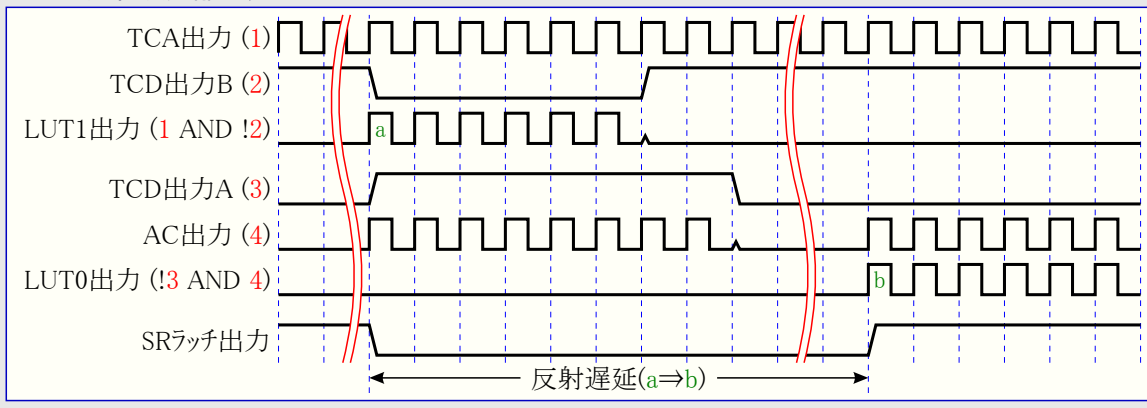
この結果は特に時間を定められたPWM周波数での超音波送信です。出力の初端はSRラッチも”リセット”し、タイマ/カウンタD型捕獲計数器を開始します(「飛行時間」の開始)。

次の3つの信号線は以下のような超音波受受信器の受信線の制御に対応します。

- 信号(3)はタイマ/カウンタD型によって生成された遮蔽で、受信線が許可される時にLowで送信時にHighであるように構成設定されません。送信は超音波送受信器の受信線によって拾われ、それが反射された信号として誤検出されるために遮蔽されることが必要です。それは反響を捕らえるために送信長を僅かに過ぎるように延長します。両方の遮蔽信号(2と3)が同じ計時器によって生成されるため、それらは同期され、従って送信は受信線から効果的に遮蔽されます。
- 信号(4)はアナログ比較器によって処理された後の受信線での活動を表します。
- これら2つの信号はLUT0への入力で、(!3 AND 4)の出力がパルス反射だけを含む濾波された受信線を表します。

アナログ比較器によって反射された信号が検出されると、初端はSRラッチを”セット”し、タイマ/カウンタD型捕獲がそれによって事実上の「飛行時間」(図でのSRラッチ線)測定を起こします。

図2-2. 超音波距離測定タイミング図

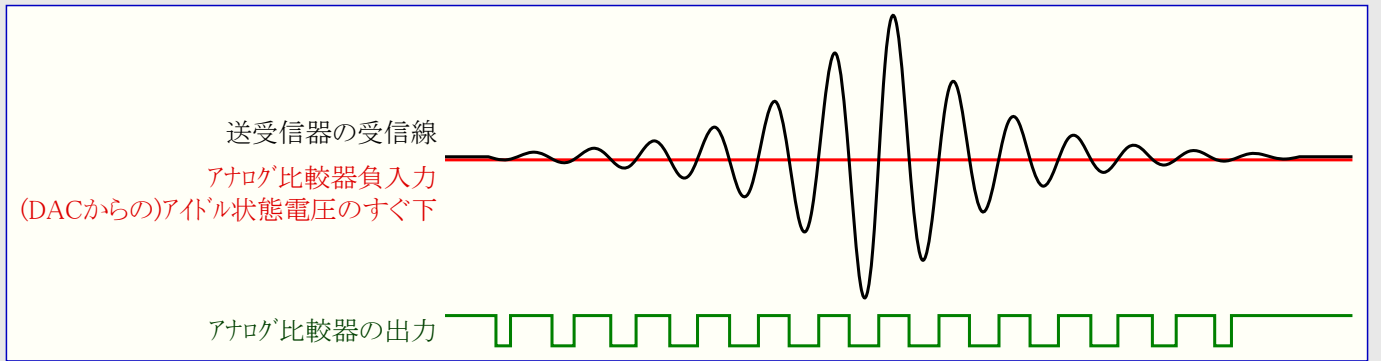


2.1. 減衰した反射信号の検出

この下の「反射信号減衰を示すオシロスコープ捕獲画面」図で見ることができるよう、反射信号は送信したPWM信号と比べてかなり減衰されます。これを処理するため、送受信器の受信線はアイドル状態電圧(送受信器への供給電圧の半分)のすぐ下に設定された比較値を持つアナログ比較器(AC)に供給されます。この値はD/A変換器(DAC)単位部によって非常に明確に生成されます。この結果は「減衰した反射信号検出でのアナログ比較器の機能」図で示されるようになります。この手順はその減衰にも関わらず、それが到着すると直ぐに検出されることを反射信号に許します。



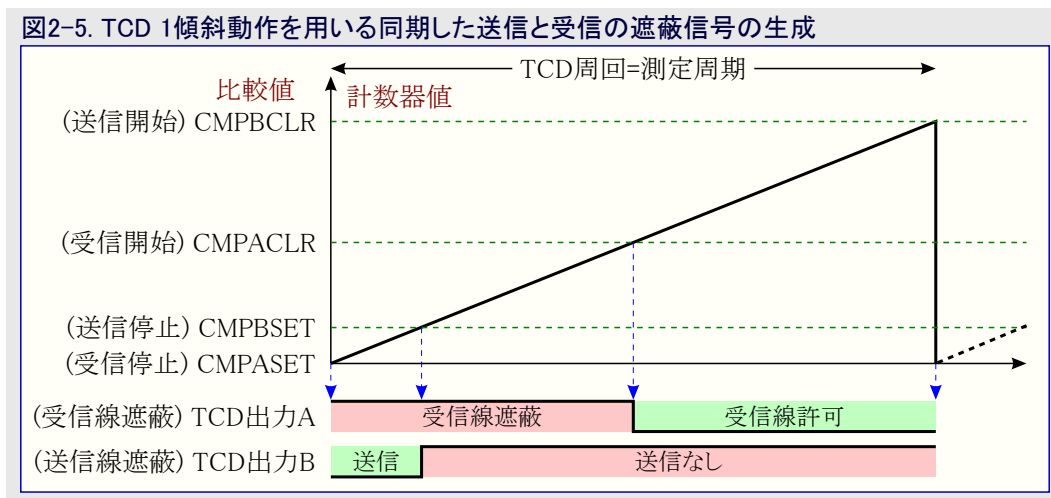
図2-4. 減衰した反射信号検出でのアナログ比較器の機能



DACは超音波送受信器のアイドル電圧のすぐ下のこの値を生成するように構成設定されます。DAC出力値は単車信号はその減衰にも関わらずにそれが到着すると直ぐに検出されるように充分近くに形態設定されるべきですが、ACが雑音を拾うような近くではなくです。雑音を濾波する手助けのため、ACのヒステリシス設定を許可することができ、これはDAC値を送受信器のアイドル電圧にかなり近くにすることができ、これによって距離測定の精度を増します。

2.2. タイマ/カウンタ型での同期した送信と受信の遮蔽信号

受信線からのPWM送信を効率的に遮蔽するため、送信と受信の遮蔽信号の正しい同期が必要です。これはタイマ/カウンタ型の”1傾斜”波形生成動作を使用することによって可能です(より多くの情報についてはデバイスのデータシートを参照してください)。下図で見ることができるよう、比較値は送受信器を使用して送信と受信を制御するための遮蔽として使用することができる2つの同期した出力を生成するように形態設定することができます。



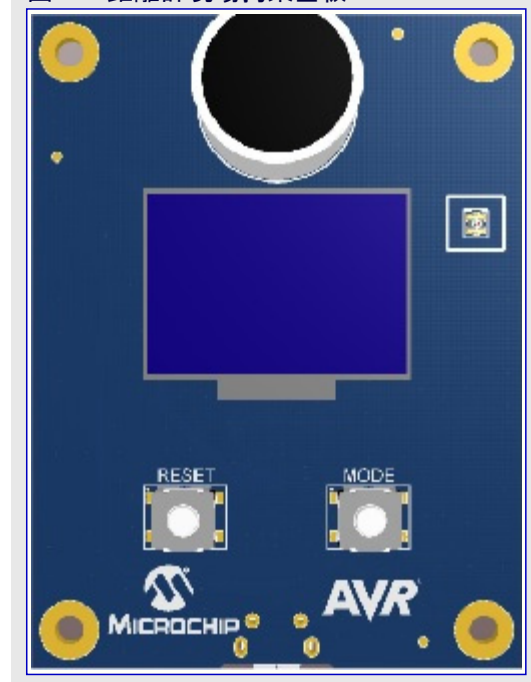
各種比較値は以下の役割を持ち、使用されるハードウェアに従って以下のように作られるべきです。

- 比較A設定(CMPASET)値は(超音波集中波が送信されつつある時に)受信線が測定周期の始めから禁止されるべきであることを示す、0に設定されます。
- 比較B設定(CMPBSET)値は送信の長さを示します。この値の減少は最小と最大の両方の範囲を減らします。この値の増加は或る点に対して範囲を増しますが、一旦減衰なしで反射した集中波の一部があると、送信時間増加から全く利点が得られません。
- 比較A解除(CMPACL)値は受信線が許可される時を示します。この値は使用されるハードウェアと状況的な必要条件に従って作られるべきです。これは最適でないハードウェアのための反響が考慮されるように充分長く、反射された集中波が送信信号と共に遮蔽されないように充分短くあるべきです。
- 比較B解除(CMPBCLR)値は測定周期の長さを定義します。これは全ての反射信号が充分減衰されるように充分長くあるべきです(いくつかの信号は感知器と障壁の間で数回跳ねるかもしれません)。この値の減少は測定計算の分解能も減らします(例えば、CMPBCLR=\$FFFは1cmの距離測定分解能を与えます)。

3. ATtiny817での距離計現場拘束基板

距離計現場拘束基板はこの応用記述で記述された実装を使用する機能的なハードウェアです。これは右図で描かれます。このファームウェアはこの応用記述で記述された周辺機能構成設定を使用し、画面で結果を表示するためのOLED駆動部を含みます。このハードウェアは温度変化によって誘引される誤差を説明するために、色尺度と温度感知器で接近を示すRGB LEDも含みますが、この機能は現在のファームウェア版で実装されません。より多くの情報は距離計ハードウェア使用者の手引きで見つけることができます。

図3-1. 距離計現場拘束基板



4. ハードウェアの考察

独自のハードウェア設計が使用される場合、考慮されることが必要ないくつかの付加部品があります。使用される超音波送受信器の特性に依存して、AVRデバイスと感知器の送信線と受信線の間には付加回路が必要かもしれません。例えば、AVRのピンは超音波送信を始めるのに十分な駆動能力を持たないかもしれず、AVRのピン出力と送受信器の送信線の間にはプッシュプル増幅器が必要とされることを意味します。加えて、送受信器の受信線信号はそれがAVRのアナログ比較器によって効率的に受け取ることができる前に、或るレベルの増幅と濾波が必要でしょう。これらの要素の設計は応用に依存します。参考までに、超音波距離測定現場拘束基板回路図をご覧ください。

5. Atmel STARTからのソースコード入手

例コードは図画的なユーザーインターフェースを通して応用コードの形態設定を許すウェブに基づくツールであるAtmel STARTを通して入手可能です。このコードは下の例リンク、またはAtmel START第1面でBROWSE EXAMPLES(例閲覧)を経由してAtmel Studio 7.0とIAR™ IDEの両方に対してダウンロードすることができます。

ウェブページ : <http://start.atmel.com/>

資料 : <http://start.atmel.com/static/help/index.html>

例 : <http://start.atmel.com/#examples>

例閲覧で、AVR42779 Ultrasonic Distance Measurementを探してください(例プロジェクトに対する詳細な必要条件についてはAtmel STARTでUser Guide(使用者の手引き)を押してください)。

ダウンロードした.atzipファイルをダブルクリックしてください。プロジェクトがAtmel Studio 7.0に導入されます。

IARでプロジェクトを導入する方法の情報については上の資料リンクを押して、'Atmel Start Output in External Tools'と'IAR Embedded Workbench®'を選んでください。

5.1. コード形態設定

例コードはこの応用記述で記述された構成設定を実装します。それはOLED表示器またはUART経由のどちらかへの出力を許します。これは主ファイルの先頭でOUTPUT_USED細部定義を用いて形態設定することができます。これは超音波距離測定現場拘束基板と共に使用するために設計されますが、独自ハードウェアと共に使用することもできます。

6. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
42779A	2016年10月	初版資料公開
42779B	2016年11月	2つの図/画像を更新: <ul style="list-style-type: none">形態設定可能な注文論理回路周辺機能を使用する超音波距離測定距離計現場拘束基板

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

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、または利益と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。

安全重視、軍用、車載応用のお断り: Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2017.

本応用記述はAtmelのAVR42779応用記述(Rev.42779B-11/2016)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。