

序説

この応用記述で実装されるSDカード ブートローダは外部SDカードからイメージの書き込みを許しません。SDカード ブートローダはブート ロータ フラッシュ領域に搭載されます。

使用者は書かれるべきイメージ ファイルをSDカードに書くことが必要で、このブートローダがそのイメージを応用フラッシュ領域に書きます。

この応用記述はSDカード ブートローダがどう実装されるかとAtmel[®] XMEGA[®] A1U Xplained Proでどう使用されるべきかを説明します。

特徴

- Atmel AVR[®] XMEGAデバイスでの自己プログラミング用応用
- ファームウェア更新用に使用されるSDカード内の2進ファイル
- 形態設定可能な入出力開始条件
- SPIによってアクセスされるSDカードでのFatFsファイル アクセス

目次

| | |
|-------------------------|---|
| 序説 | 1 |
| 特徴 | 1 |
| 1. 概要 | 3 |
| 1.1. ハードウェア インターフェース | 3 |
| 1.2. SDカード | 3 |
| 1.3. ファームウェア有用性 | 3 |
| 2. ブートローダ実装 | 4 |
| 2.1. 自己プログラミング | 4 |
| 2.2. FatFsに基づくファイル アクセス | 4 |
| 2.3. ブートローダ規約 | 5 |
| 3. 構成設定手順 | 6 |
| 4. 改訂履歴 | 6 |

1. 概要

この応用記述はATxmega128A1UでSDカード「ブートローダ」の簡単な実装を記述します。このファームウェアはマイクロSDカードを保持するI/O1 Xplained Proによって接続されたXMEGA A1U Xplained Proで動きます。SDカードはSPI従装置として使用され、ATxmega128A1UはSPI主装置として働きます。書かれるべき2進(test.bin)ファイルSDカードに格納されます。ブート動作では、ブートローダがファイルの内容を読んでイメージをMCUのフラッシュメモリの応用領域に書きます。

1.1. ハードウェア インターフェース

I/O Xplained Pro基板はXMEGA A1U Xplained ProのEXT1コネクタに接続されるべきです。EXT1上のATxmega128A1UのSPICがSDカード通信に使用されます(表1-1をご覧ください)。加えて、ブート動作検出ピンとして使用者釦SW0用のPQ2が使用され、PQ3によって制御されるLED0はプログラミング(書き込み)が進行中であることを表示します(表1-2をご覧ください)。

表1-1. EXT1で使用するピンに対する機能

| EXT1ピン | XMEGA A1Uピン | 使用されるピンに対する機能 |
|------------------|-------------|----------------------------------|
| 1 ID | - | |
| 2 GND | - | |
| 3 ADC+ | PA0 | |
| 4 ADC- | PA4 | |
| 5 GPIO1 | PE6 | |
| 6 GPIO2 | PE7 | |
| 7 PWM+ | PE1 | |
| 8 PWM- | PE0 | |
| 9 IRQ/GPIO | PR0 | |
| 10 SPI_SS_B/GPIO | PR1 | SDカード存在検出、入力ピン、Lowレベルが存在を表します。 |
| 11 TWI_SDA | PC0 | |
| 12 TWI_SCL | PC1 | |
| 13 USART_RX | PC2 | |
| 14 USART_TX | PC3 | |
| 15 SPI_SS_A | PC4 | SPIC SS、SDカードアクセスにSPICが使用されます。 |
| 16 SPI_MOSI | PC5 | SPIC MOSI、SDカードアクセスにSPICが使用されます。 |
| 17 SPI_MISO | PC6 | SPIC MISO、SDカードアクセスにSPICが使用されます。 |
| 18 SPI_SCK | PC7 | SPIC SCK、SDカードアクセスにSPICが使用されます。 |
| 19 GND | - | |
| 20 VCC | - | |

表2-1. 制御と状態のピン

| XMEGA A1Uピン | 機能 | 説明 |
|-------------|------------------------------------|--|
| PQ2 | 入力ピン、使用者釦SW0に接続 | リセットまたは電源ONからの開始時にこのピンを検出。 Lowレベル : ブート動作へ移行。 Highレベル : 他の検出へ(開始アドレスでのフラッシュ内容) |
| PQ3 | 出力ピン、LED0に接続、LED0はこのピンのLowレベル出力で点灯 | ブート動作でSDカードが検出された場合、再書き込みが終わるまでLED0が点灯。 |

1.2. SDカード

書かれる2進ファイルを格納するのにマイクロSDカードが使用されます。この2進ファイルは”test.bin”と名付けられ、マイクロSDカードのルートディレクトリに置かれることが必要とされます。それはWindows OS下の(既定)FATファイルシステムでフォーマットされ、I/O1 Xplained Pro上のマイクロSDカードソケットに装着されるべきです。

1.3. ファームウェア有用性

この応用記述のファームウェアソースコードはAtmel | STARTから見つけることができます。独自化は使用者によってこのソースコードで行うことができます。

2. ブートローダ実装

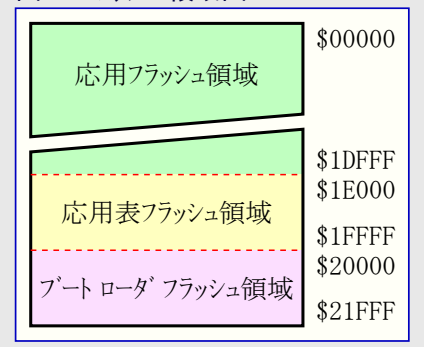
2.1. 自己プログラミング

ATxmega128A1Uのプログラム用フラッシュメモリは120Kバイトの応用領域、8Kバイトの応用表領域、8Kバイトのブートローダ領域を含みます。フラッシュ配置は右図で示されます。この応用記述について、ブートローダ実装は応用フラッシュ領域の再プログラミング(書き込み)が目的です。

デバイス内側の応用コードからフラッシュメモリの(消去を含む)読み書きはフラッシュメモリに対する自己プログラミングとして参照されます。ブートローダはこの木柄器のための応用のようなものです。ATxmega128A1Uについて、フラッシュの消去と書き込みを実行するには、SPM命令が呼ばれなければならない、この命令はブートローダフラッシュ領域からだけ実行することができます。

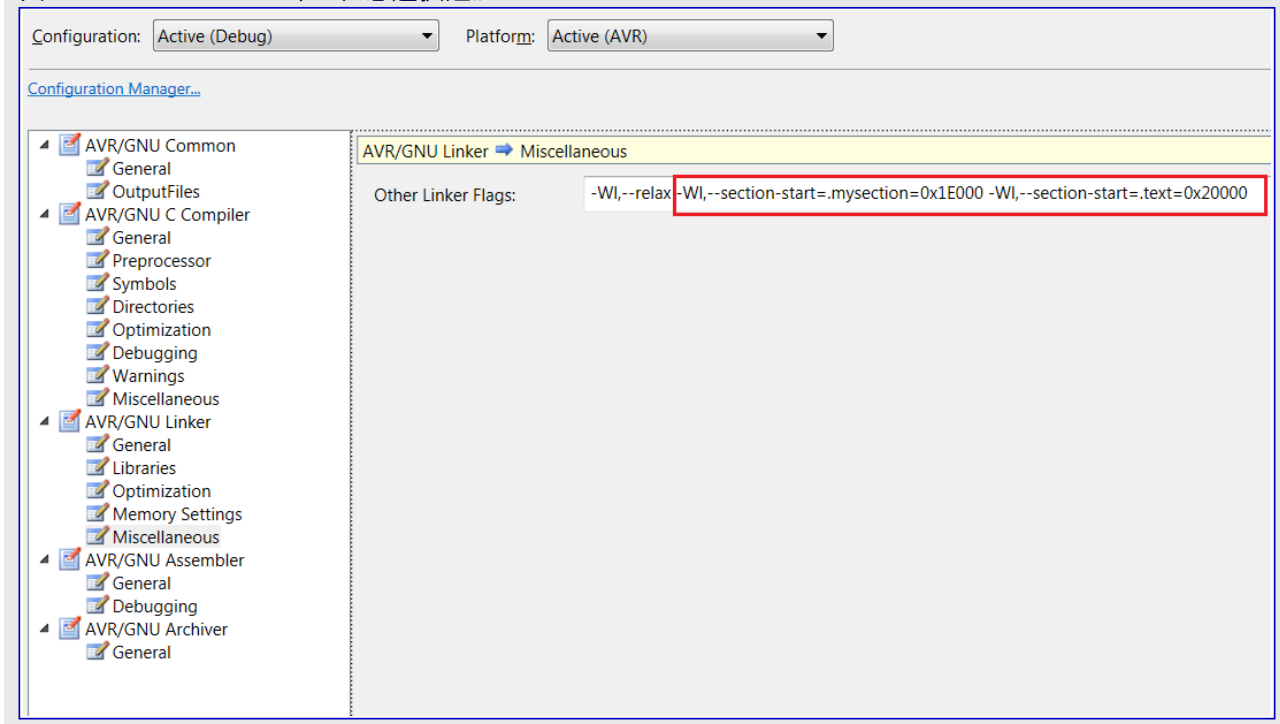
このブートローダ実装について、コードの大きさは概ね12Kバイトで、このコードはブートローダ領域と応用表領域に置かれます。応用領域内に配置されたページを消すまたは書く時にブートローダ領域だけが読むことができ、一方応用表領域は読むことができません。故に2進ファイルを読んでメモリプログラミング(書き込み)に関連するコードはブートローダ領域に配置されなければなりません。この2つの領域へのコード配置を許すには、Atmel Studioプロジェクトに対してリンク任意選択が変更されなければなりません。下図で示されるように、プロジェクトプロパティウィンドウで以下のリンク任意選択を追加してください。

図2-1. フラッシュ領域図



```
W1, --section-start=.mysection=0x1E000 -W1, --section-start=.text=0x20000
```

図2-2. Atmel Studioでのリンク任意選択追加



応用表領域に配置されるコードに対して、関数定義でコンパイル属性指示を追加してください。

```
#if defined(__GNUC__)  
void PMIC_SetVectorLocationToBoot( void )__attribute__((section(".mysection")));  
#endif
```

2.2. FatFsに基づくファイルアクセス

SDカード上の2進ファイルにアクセスするのにFatFs R0.09が使用されます。これはAtmelのデバイスに移植され、Atmel Studioまたは個別に公開されるAtmelソフトウェア枠組み(ASF:Atmel Software Framework)を通して第三者の単位部として使用される準備が整っています。FatFs単位部に関して必要とされるソースファイルはファームウェア一括に含まれます。

このブートローダ実装では、読み込み動作だけがなくて、一方か書き込み動作は不要です。故にメモリ空間を節約するには、読み込み専用形態設定されるべきで、次表はいくつかの主な設定を一覧にします。

表2-1. FatFs単位部の主な設定

| 設定名 | 値 | 説明 |
|--------------|-----|--|
| _FS_TINY | 1 | _FS_TINYが1に設定されると、FatFsはデータ転送に対して個別のファイル目的物のセクタ緩衝部の代わりにファイルシステムのセクタ緩衝部を使います。これはメモリ消費を各ファイル目的物で512バイト減らします。 |
| _FS_READONLY | 1 | 2進ファイルに対して読み込み動作だけが必要とされます。 |
| _FS_MINIMIZE | 3 | この実装で使用されない関数を取り去るための最小化レベル。 |
| _VOLUMES | 1 | 1ボリューム(論理ドライブ)だけが使用されます。 |
| _MAX_SS | 512 | メモリカードに対して常に512を設定します。 |
| _USE_ERASE | 0 | セクタ消去機能禁止 |
| _WORD_ACCESS | 0 | バイト単位アクセス |

2.3. ブートローダ規約

MCUは各リセット/電源ON手順でブートローダ領域から実行します。初めに構成設定可能なBOOT_LOAD_PINの状態を調べます。調べる前にBOOT_LOAD_PINはプルアップを持つ入力として形態設定されることが必要です。

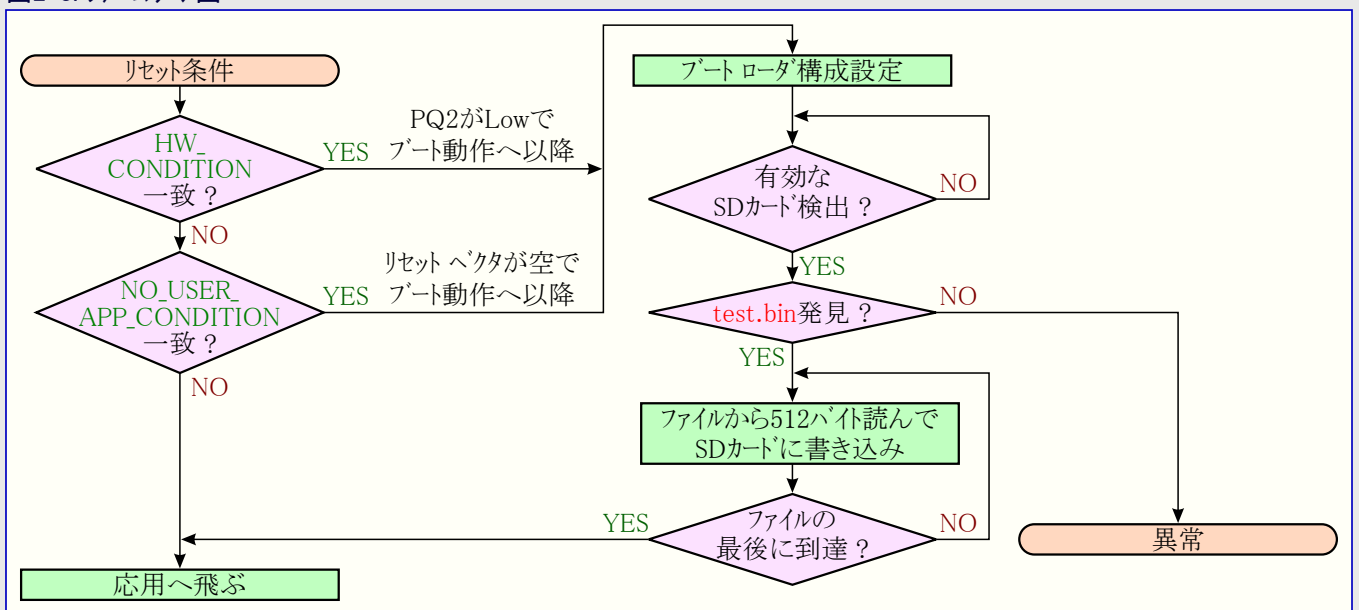
- ・ピンがLowに引かれる場合、ブート動作へ移行します。
- ・ピンがHighの場合、応用領域のアドレス\$0000を読んで、
 - \$FFFFが読み出された場合、応用領域は空でブート動作へ移行します。
 - そうでなければ、応用領域へ飛んで応用コードを走ります。

一旦ブート動作へ入ると、以下の手続きが段階毎に実行されるべきです。

- ・基板上的のポート、システムクロック、SD MMC、FatFsなどを初期化
- ・カードが検出されるまでSDカードの存在検出継続
- ・LED0点灯
- ・ファイルシステムアクセスのためにSDカードを装着(マウント)
- ・test.binファイルを開く
- ・(形態設定可能な)MAX_BUF_SIZEの塊でファイル読み込み
- ・\$0000から始まる応用フラッシュ領域へデータをプログラミング(書き込み)
- ・ファイルの最後まで読み込みと書き込みを繰り返す
- ・LED0消灯
- ・リセットベクタを応用領域へ再割り当て
- ・\$0000の開始アドレスへ飛ぶ

ファームウェア図は下図で示されます。

図2-3. ファームウェア図



3. 構成設定手順

本章はブートローダ実演を走らせるためにファームウェア一括に基づく例プロジェクト作成からの構成設定手順を記述します。

以下に於いて、構成設定手順を記述するために例としてAtmel Studioが取られます。

1. [Atmel | START](#)からAtmel Studio用例ファームウェア一括をダウンロードしてください。
2. Atmel Studio(7またはそれ以降)でファームウェア一括でファームウェア プロジェクトを作成してください。
3. Atmel Studioでプロジェクトに対してリンカ任意選択と予め定義されたシンボルを設定してください。プロジェクト プロパティ ウィンドウで、**ToolChain**⇒**AVR/GNU Linker**⇒**Miscellaneous**を追跡して以下の行を追加してください。

```
-Wl, --relax -Wl, --section-start=.mysection=0x1E000 -Wl, --section-start=.text=0x20000
```

ToolChain⇒**AVR/GNU Linker**⇒**Symbols**を追跡して以下のシンボルを追加してください。

```
BOARD=XMEGA_A1U_XPLAINED_PRO  
IOPORT_XMEGA_COMPAT  
SD_MMC_ENABLE
```

4. ファームウェアを構築してブートローダ イメージ ファイル(.elf,.hexなど)を生成してください。
5. **EXT1**コネクタでI/O1 Xplained Pro基板をXMEGA A1U Xplained Pro基板に接続し、後で基板上のEDBG USBポートによってPCに接続してください。
6. XMEGA A1Uをブート ローダ領域から走らせるヒューズ ビットの**BOOTRST**をプログラム(0)にしてください。
7. ブートローダ イメージをフラッシュ メモリに書き込んでください。
8. SDカードに**test.bin**を格納してI/O1 Xplained Pro基板上にカードを装着してください。
9. リセット後に**SW0**が押される、または応用フラッシュ領域内に応用ファームウェアが無い場合、ブート動作が起動されます。これはSDカードを探してSDカード内の**test.bin**で応用領域の再書き込みを試みます。

4. 改訂履歴

| 資料改訂 | 日付 | 注釈 |
|--------|----------|--------|
| 42788A | 2016年10月 | 初版資料公開 |

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®, XMEGA®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 2016.

本応用記述はAtmelのAVR42788応用記述(Rev.42788A-10/2016)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。