

「もやし団。」 at Make: Tokyo Meeting 06

文: @ytsuboi, @novi_ (<http://www.ytsuboi.org/wp/>, <http://novis.jimdo.com/>)



1 mbed を使った AVR スタンドアロンライタの製作 (@ytsuboi)

筆者は、技術評論社の SoftwareDesign 誌で **秋葉原発！ はんだづけカフェなう** というマイコン工作入門の連載をさせていただいています。

まずは Arduino をブレッドボードを使って作ってみるという記事を書かせていただいたのですが、スイッチサイエンスさんなど、Bootloader 書き込み済みの AVR を販売しているお店はどのように AVR に書き込みをしているのだろうと思立ちました。

スイッチサイエンスさんに聞いてみたところ「普通に PC と AVR ライタで 1 個ずつ焼いている」ということだったので、ボタン一つで AVR を焼くところからヒューズの設定までをしてくれる (PC を必要としない) スタンドアロン型のライタがあれば便利じゃないのだろうかと思立った次第です。

1.1 なぜ mbed なのか

スタンドアロン型のライタに使うマイコンを何にしようか悩みましたが、焼くための HEX ファイルを保存しておく領域を確保しやすいという点で mbed を使うことにしました。また、USB マスストレージで mbed 内部の Flash にアクセスできるため、HEX ファイルの管理を容易に行うことが可能です。

1.2 ☆ board Orange

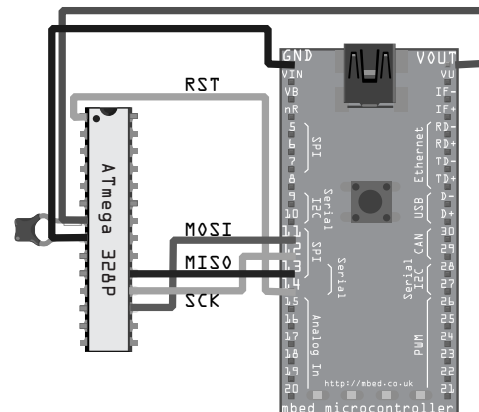
そんなことを考えていた時期に、@logic_star さん作の、☆ board Orange という mbed 用のベースモードを知りました。mbed はイーサネットや USB といった I/F が搭載されているのですが、そういった I/F を簡単に取り出せる上に、Text LCD

を搭載しているので、試作の手間を大幅に削減することが可能です。

今回はスタンドアロンで動かしたかったために表示装置が欲しくなり、☆ board Orange を使っています。また、microSD も実装されているため、microSD に HEX ファイルを置くことも可能になります。

1.3 AVR への書き込み

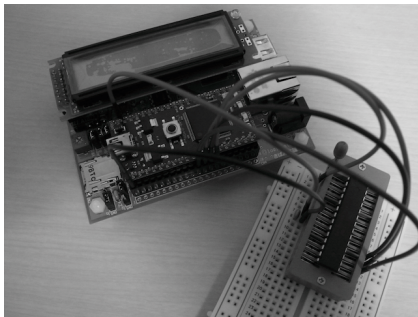
AVR への書き込みは、ICSP (In-Circuit Serial Programming) と同様の、直列プログラミング [1] を用いています。Serial Downloading は、SPI (Serial Peripheral Interface) を用いて接続するため、mbed の SPI インターフェース 11 ピン～13 ピン [2] を ATmega 328p の PB3～PB5 と接続しています。今までは他人が作った AVR ライタを使うだけだったので仕組みを知らなかったのですが、データシートを読んでコマンドやタイミングを調べました。



1.4 部品と実装

今回のスタンドアロンライタは、実装の手間を減らすために☆ board Orange を使っています。このボードは、サンハヤトの ICB-293 というユニバーサル基板とスタックできるようになっているのですが、同サイズの基盤とスタックしてしまうと ZIF ソケットにアクセスしづらくなってしまいます。同じくサンハヤトの ICB-97B であれば、約 2 倍のサイズで、スタックしても ZIF ソケットを容易に操作できるように実装できます*1

また、元々は AVR の内蔵 CR を用いたヒューズを焼くために作ったつもりなのですが、16MHz といった Arduino に使う AVR が焼けるようにセラロックを刺せるコネクタを設けておきました。



試作中の AVR ライタ

1.5 UI の実装

本スタンドアロンライタは、できればタクトスイッチやロータリーエンコーダで FUSE の設定や、焼く HEX ファイルを選択できるようにしたいと考えていましたが、まあ MTM 当日には間に合わなさそうです。今のところ、決めうちの HEX ファイルと FUSE bit を焼けるだけです。

MTM 07 までには、そんな便利な UI も付けて、マイコンボード屋さんでも使っていただけるようなクオリティに仕上げたいと思っています。

*1 といっても、この原稿を書いている時点 (11/18 23:08) ではまだブレッドボードで実験しているんですけどね ;-P

2 iPad で USB ワンセグチューナーを使ってみた (@novi_)

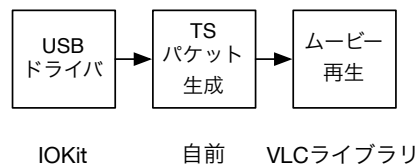
iPad の純正アクセサリ、Camera Connection Kit (CCK) には USB ポートがあります。これは本来その名の通りカメラを接続するものですが、実は USB ターゲットデバイスはすべて使用することができます。標準で対応しているのはカメラとオーディオインターフェースのみで、それ以外はドライバを書くことによって対応できます。

2.1 ハードウェア

いたってシンプルで、CCK で USB ワンセグチューナーを接続するのみです。使用したチューナーは LOG-J200 です。製品自体はもう販売していませんが、すでに USB プロトコルが解析 [4] されています。CCK からは USB 規格最大の 500mA まで取れないので心配でしたが、問題無いようです*2。

2.2 ソフトウェア

今回の肝はソフトウェアになります。主な処理のブロック図は次のようになります。



IOKit を使って、USB ターゲットデバイス (チューナー) を制御し、TS パケットを取り込み、それを iOS 版の VLC プレイヤーのライブラリを使って再生します。再生に関しては VLC のライブラリがすべて面倒を見てくれるので、自分は USB から TS パケットを取り込み、生成するのみです。

ここで問題なのはワンセグの TS は標準規格と若干違っていて、そのままでは VLC などの動画再生アプリでは再生できないことです。そのため、取り込んだ TS の一度中身を解析して TS 規格に沿ったパケットに整形しています。ここでヌルパケットや不要なパケットの除去も行います。

*2 消費電力を越えるとエラーメッセージが出ます。

2.3 開発

SDK に付属している IOKit にはヘッダファイルがないので、Mac からそのまま持ってきて使います。また、シミュレータでのデバッグが出来ないので、Mac 上で動作するドライバを作ってから、iOS に移植^{*3}するのが賢明です。

VLC プレイヤーのライブラリは VLC for iPad のソースコード [5] を持ってきて、自分でコンパイルします。これはシミュレータでも動作します。

2.4 ワンセグパケットの罫

ここでは概要だけ述べますが、ワンセグパケットには TS パケットに必須の PAT パケット [3] が抜けています。代わりにワンセグには PID (0x1fc8) の PMT テーブルパケットがあります。これを解析して、抜けている PAT パケットを機械的に生成し、取り込んだパケットと一緒に VLC プレイヤーに転送します。

2.5 まとめ

市販の USB ワンセグチューナーを使って iPad だけでワンセグの視聴ができました。実際の製品には iPad に直接刺せるワンセグチューナーは無い^{*4}ので、なかなか面白いネタになりました。

3 USBDAC の製作 (@novi_)

今までは、iPhone から Dock 端子・ヘッドホンアンプ経由で再生していましたが、ヘッドホンによっては、Dock 端子では力不足なようです^{*5}。そこで、以下のような仕様で USB の DAC + ヘッドホンアンプを作ることになりました。

- USB から DAC・ヘッドホンアンプを通して出力
- iPad でも使える

^{*3} 移植といってもそのまま使えるが。

^{*4} 原稿を書いている今日、パッファローから発売された (笑)

ワンセグを見たいひとはぜひそちらをおすすめします。

^{*5} 筆者は最近ヘッドホンを購入したようです。

- DAC は新潟精密の FN1242A を使う
- 出来るだけ小さく (ポータブル)
- もちろん、オーディオ用の抵抗・コンデンサを
使えるようにする
- 電子ボリューム内蔵

3.1 回路

TI の PCM2707 を使用し、USB から直接 I²S に変換後、DAC FN1242A に流し込みます。今回は S/PDIF 入力には対応しない (する必要は無い) ので、回路も部品もシンプルになります。

回路図はほぼデータシートのリファレンス通りです。DAC から出力されたアナログ差動出力を LPF 用のオペアンプ、ヘッドホンアンプ用のオペアンプを通して出力します。よって、オペアンプとしては 2 段構成となります。

電子ボリュームは DAC に内蔵のものを使用しました。電子ボリュームの制御にはマイコンが必要なので、AVR を使用しています。

電源は +5V, +3.3V, -5V が必要です。-5V は LM2663 というチャージポンプ式の DC/DC コンバータで生成します。

3.2 部品

最初にケースを決めました。オーディオ用のコンデンサが入る大きさ、厚さ 2cm のタカチ MXA2-7-11S を使いました。上下に溝があるので基板をスライドさせてはめ込むことができるようになっています。

部品は秋葉原、RS コンポーネッツで調達しました。抵抗・コンデンサ・オペアンプは好みで替えればよいと思います。今回はヘッドホンの音に合わせ、LPF に MUSES 02・ヘッドホンアンプに LME49860、コンデンサには MUSE を使いました。抵抗は、帰還に東京光音 RD、入力に VISHAY VSH、出力には DALE NS-2B を使いました。

肝心の DAC は今は亡き新潟精密の FN1242A を使います。中身が独特で、オーバーサンプリングにフルーエンシ型データ補間フィルタ^{*6}を使用してい

^{*6} 名前からして怪しい感じですが、好みの音が出ればそれでいいのです^^

Nov 20, 21 (2010)

るよう [7] です。2010/11 現在、秋月電子で問題なく入手できます。

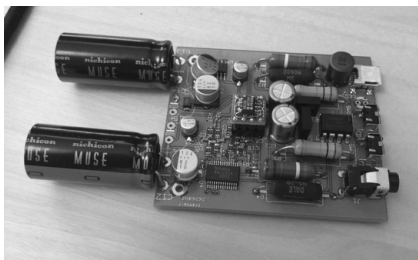
USB-I²S 変換には PCM2707[6] を使用します。DAC も付いていますが、今回は使いません。32/44.1/48kHz に対応しています。ここで、96kHz は... という話が出てきそうですが、そもそも FN1242A が特殊なので、再生する音源が CD ということを考えるとアップサンプリングなどは全く意味がないように感じます。

基板ですが、今回は Eagle で作成し、外注しました。外注先は最近安さと速さで話題の Fusion PCB[8] です。10cm×10cm の大きさ、10 枚*7セット、両面で\$40 です。

3.3 実装

基板には背の低い部品からハンダ付けしていきます。ケースの高さとコンデンサの高さがちょうど同じ大きさなので、コンデンサと基板はケースにはめながら調整して取り付けます。

表紙の写真がケースを加工し、実際に組み込んだところになります。アルミケースが実装した基板以上に重いので、持つと重く感じます。



基板に実装したところ

3.4 まとめ

肝心の音質ですが、コンデンサや抵抗を据え置きオーディオ用と同じものを使用したので、その性能がほぼそのまま発揮できているようです。ただし、USB からバスパワーで電源を取っているため、接続する機器によってはノイズ*8が入りますし、精神衛生上良くないかもしれません。そういった場合は

外付けのバッテリーを用意すると良いでしょう。

すでに製品としては nano/V[9] などのポータブル USB DAC がありますが、コンデンサや抵抗が普通の面実装だったりします。製品という制約が無いので、好きな部品を使うことができるのが自作の強みだと思います。

4 資料ダウンロード先

mbedAVR スタンドアロンライター:

<http://www.ytsuboi.org/wp/>

<http://mbed.org/users/ytsuboi/notebook/avr-standalone-writer/>

USB DAC: <http://novis.jimdo.com/>

[electronic-works/usbdac](http://novis.jimdo.com/electronic-works/usbdac/) の製作/

ワンセグアプリ: <https://github.com/novi/ipad-oneseg>

参考文献

- [1] ATmega 328P Datasheet, Section 27.8 Serial Downloading
- [2] SPI - Handbook — mbed (<http://mbed.org/handbook/SPI>)
- [3] トランジスタ技術 11月号, CQ 出版 (2008)
- [4] ぱぱネット (仮) (2009-01-25) (<http://linux.papa.to/?date=20090125>)
- [5] VideoLAN - VLC media player for iOS (<http://www.videolan.org/vlc/download-ios.html>)
- [6] STEREO AUDIO DAC WITH USB-INTERFACE... (<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/pcm2707.pdf>)
- [7] FN1242A (<http://www20.tok2.com/home/easyaudiokit/FN1242A/FN1242A.html>)
- [8] なんでも作っちゃう、かも。 Fusion PCB に発注。 (<http://arms22.blog91.fc2.com/blog-entry-381.html>)
- [9] JAVS - nano/V - zionnote.com (<http://www.zionnote.com/javs/nano-v.html>)

*7 おまけでしょうか。なぜか 12 枚入っていました。

*8 特に HDD のノートブック PC に接続した場合、HDD のガリガリ音そのままノイズとなって出てきます。