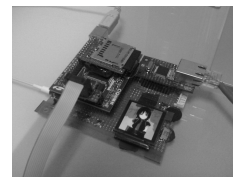


## ネットワークオーディオインターフェースの製作

文: novi (<http://novis.jimdo.com/>)



インターフェース付録の ARM[1] を使ってオーディオインターフェース overIP を作ってみました [17]。(「素直に AirMac Express を買えよ」とか言わないで下さい ^^;) )

### 1 部品

付録基板の他には最近流行りのデバイスである (と思われる)、OLED(有機 EL)・イーサネットチップ・オーディオデコーダ・リチウムバッテリーを使用しました。バッテリーに関しては今回は実験用に付けてあるだけです。本来は外部電源での駆動を想定しています。

OLED は安価になってきたので今回は簡単に入手できるなかの一番大きいサイズ 1.5 inch 128x128 @ 2,000 yen のもの [8][9] を使用しました。コントローラ内蔵 [7] でコマンドを送るだけで表示できるものです。

イーサネットチップという物理層までが実装されているものを指しますが、今回は TCP/IP までをハードウェアで実装している超お手軽イーサネットチップ W5100[11] を使うことにしました。PHY から ARP, IP, TCP, UDP に至るまでネットワークに必要な基本プロトコルを実装しているの、命令とデータを送るだけで簡単に通信ができるようになっています。

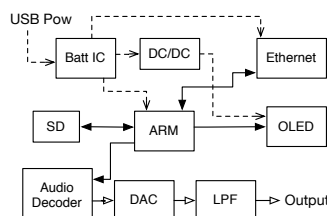
オーディオデコーダは MP3 プレイヤーの工作でおなじみ VLSI 社のものです。最上位版である VS1053b[5][6] が簡単に入手できるので、これを使います。これには I<sup>2</sup>S が出力できる端子が付いていて、これはもう DAC を付けるしかありません。

DAC はパーブラウンの PCM1716[12] を使用しました。石自体は結構古いものですが、もともと中から高級機用のものなのでそれなりにいい音がでます。入手もそれほど難しくありません。ただし、 $\Delta\Sigma$  型なのでちゃんと作らないとかえって性能が出ません。電源用コンデンサは最近出た東信のオーディオ用、LPF のパスコンには MUSE を選択しました。

その他ディスクリット素子は通販で入手できる、面実装タイプの物を使用しました。

### 2 回路

次に示すのが、ブロック図になります。



マイコンに対して、SD カード、OLED、イーサネット、デコーダチップが接続されています。イーサネットとデコーダは SPI で接続しました。デコーダの先には DAC が付きます。

OLED はバス接続ですが、FGPIO からバスをエミュレートしています。

#### 2.1 電源回路

電源を USB から取り、充電用 IC[13] を経由して、各デバイスへ供給しています。OLED とイーサネットチップはマイコンから電源を制御できるようにしました。

また、OLED 駆動用には 13V 程度の電圧が必要になるので、これは 3.3V から昇圧しました。

### 3 基板と部品実装

基板に各モジュールを置いて、0.2mm の UEW で配線していきます。デコーダと OLED コネクタは 0.5mm ピッチなので気合いで頑張ります。充電用 IC は 0.5mm ピッチの QFN パッケージなのでひっくり返して配線します。

イーサネットチップですが、80 ピン 0.4mm ピッチなのでこれはさすがに UEW で配線出来ません。モジュールタイプ [10] のものにお世話になりました。

DAC のアナログ回路側は性能をフルに出すために気を使う必要があります。特にパスコンはチップのすぐ近くに付け、グラウンドループを作らないようにします。

### 4 ソフトウェア

ネットワークを使いますので、マイコン側に組み込むソフトウェアとコンピュータ側 (サーバー) の 2 種類が必要になります。

#### 4.1 マイコン編

ARMでのプログラムは ChaN さんが素晴らしいサンプル [4] を公開してくださっているので、それを利用させてもらいました。簡単なタスクディスパッチャ・割り込み管理・モニタプログラム・SD ドライバ・FAT ファイルシステム等必要なものがすべて入っています。

今回は OLED・イーサネット・デコーダドライバ、アプリケーションプログラムを追加してマイコン側のソフトを完成させました。

#### 4.2 サーバー編

イーサネットチップとサーバー間では 2 本の接続を作成します。コマンド転送には TCP を使い、音楽データの転送には UDP を使います。

スループットは UDP 時約 150KB/s、TCP 時 15KB/s でした。速度が出ないのは SPI 接続なのでどうしようもありません。

チップ側のキャッシュが 4KB しか無いので、サーバーから一気にデータを送ろうとすると、溢れてしまいます。UDP ですからフロー制御などは一切ありません。そこで、データを受け取ったら確認を返すだけのえせ TCP プロトコルを作りました。

### 5 開発環境

純正の開発環境は値段が高いうえ、Mac では使えないので話になりません。そこで、GCC+Eclipse を使った開発環境 [15] を使います。

マイコンへの書き込みは JTAG かシリアルが使えます。例によって、純正はあれなので Clone[14] を製作しました。JTAG なら OpenOCD、シリアルなら lpcsp[16] が使えます。lpcsp は Mac 版が無いので、Win 版を移植しました。

しかし、JTAG が異様に遅い (100KB の hex で 1 分ほど) のでスクリプトを見直すなり、修正の余地アリです。やはり Clone はダメか...

### 6 まとめ

少ないキャッシュながらも MP3 や AAC のデータならば難なく再生できる程度にまでなりました。サーバー側から OLED やデバイスの制御もできるようになっています。(OLED は iTunes のアートワーク表示用)

肝心の音ですが、ぶっちゃけ普通です。スペック通りという感じでしょうか。デコーダの性能もあまり良くないので本当にそれなりです。

数値については測定できるものが無いので正確には分かっていません。(S/N くらいは測っておきたかった...)

#### 6.1 あれ 24bit/192Khz は?

オーディオインターフェースなのにそれに対応していないというのはどういうことでしょうか。

当初は DAC チップの性能をフルに出す程度のスペック (16bit/96KHz) を考えていたんですが、イーサネットチップが遅くてどうしようもないので、結局圧縮済みオーディオファイルをデコードする程度になってしまいました。それ以前に VS1053b は AAC のみにしか 96KHz に対応していないようです。

ARM にも I<sup>2</sup>S が付いているので、これを使うことも出来ますが、やはりイーサネットの速度とキャッシュがネックになります。

今回はいつになるか分かりませんが、ちゃんとしたオーディオインターフェースを作る予定です。;-)

#### 参考文献

- [1] インターフェース 5月号, CQ 出版 (2009)
- [2] インターフェース 6月号, CQ 出版 (2009)
- [3] LPC23XX User manual, NXP Semiconductors (2009, rev03)
- [4] ChaN: I/F 誌付録 LPC2000 基板の試食 ([http://elm-chan.org/junk/cq\\_lpc/report.html](http://elm-chan.org/junk/cq_lpc/report.html))
- [5] Chiaki Nakajima: VS1053b 日本語データシート 私家版 ([http://www.chiaki.cc/Timpy/vs1053b\\_jp.html](http://www.chiaki.cc/Timpy/vs1053b_jp.html))
- [6] VS1053b Datasheet, VLSI Solution (v1.02) (<http://www.vlsi.fi/>)
- [7] BL160128A Datasheet
- [8] UG-2828GDEDF11 Datasheet, Univision Technology Inc.
- [9] OLED モジュール (128 × 128、1.5"), aitendo (<http://www.aitendo.co.jp/product/1502>)
- [10] WIZ812MJ Datasheet, WIZnet Inc.(v1.1)
- [11] W5100 Datasheet, WIZnet Inc. (v1.1.8)
- [12] PCM1716 Datasheet, Burr-Brown Corp. (1997)
- [13] BQ24030 Datasheet, Texas Instruments. (2007)
- [14] novi: JTAGKey Clone を作ってみた (<http://novis.jimdo.com/2009/08/04/jtagkey-clone> を作ってみた/)
- [15] ZUS: ARM LPC2388 開発環境構築方法 [http://homepage3.nifty.com/zus/ARM\\_LPC2388\\_Dev\\_Flame.html](http://homepage3.nifty.com/zus/ARM_LPC2388_Dev_Flame.html)
- [16] ChaN: lpcsp (<http://elm-chan.org/works/sp78k/report.html>)
- [17] 写真, novi.: NetAudioIF (Flickr) (<http://www.flickr.com/photos/43710754@N03/sets/72157622493532437/>)