

第2章

ダウン・サンプリング/DCカット/窓関数/相関/
最大値検索/継続時間の判断/掛け算の削減

マイコン信号処理で 時報を検出する

富士野 新一

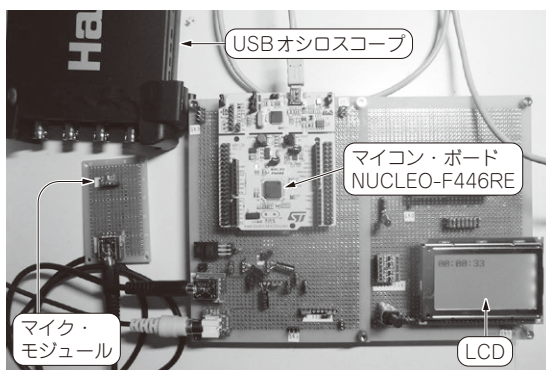


写真1 今回作成する時刻補正機能付き時計

安価なマイコンでデジタル信号処理 ができるようになった

デジタル信号処理は、マイコンに飽和演算やシフト付き掛け算のような特殊な命令があると高速に演算できます。これらの命令はDSP (Digital Signal Processing) 命令と呼ばれます。一昔前の汎用的なマイコンにはDSP命令がなかったので、デジタル信号処理をするときはDSP (Digital Signal Processor) を使っていました。

ところが最近では、安価なマイコンでもDSP命令が追加されたり、動作周波数が上がったりして性能が向上したため、マイコンでもリアルタイムでデジタル信号処理ができるようになりました。そこで安価な小型マイコン (Arm Cortex-M4F) でデジタル信号処理を行います。

本章のプログラムおよび設定画面のスクリーンショットは下記サポート・ページに掲載しています。
<https://interface.cqpub.co.jp/2306nd>

例題として時刻補正機能付き時計を作る

今回はマイコンでできるデジタル信号処理の例として、NHKがラジオで放送している時報をデジタル信号処理によって解析して時刻を補正する、時刻補

正機能付き時計を実現させます (写真1)。

図1に全体の構成を示します。信号処理を行うマイコン・ボードはNUCLEO-F446RE (STM32 Nucleo-64 development board, STマイクロエレクトロニクス) です。毎時00分に放送されている「ピッピッピッポン」という時報の音を信号処理によって検出して時計の時刻を補正します。今回製作した物のイメージをつかんでいただくために図2に補正前後の様子を示します。また、動作させた様子をサポート・ページに掲載したYouTubeでも公開しています。

▶ NHKのラジオ放送の時報について

地上デジタル放送になってから、遅延が生じるテレビは時報がなくなっています。ラジオ第1、ラジオ第2、FM放送などで試す必要があります。

● 時報はどんな音か

図3に波形のイメージを示します。正時の3秒前から開始します。予報音は一定音量の440Hzの正弦波が100msと無音が900msを1セットとして3回繰り返し返します。正報音は一定音量の880Hzの正弦波が1000msの後に2000msでフェードアウトします。

よく使う信号処理の基本的なプログラム

図4 (p.40) に時報検出アルゴリズムの処理ブロック図を示します。時報の周波数は440Hzと880Hzです。標本化定理を考慮して、さらに余裕をもって2倍以上の2560Hz程度まで扱えるようにするため、解析のサンプリング周波数は6kHzとします。さらに高域の不要な音を除去するために入力サンプリング周波数はさらに2倍の12kHzに設定します。

● エイリアシングを防ぐためのダウン・サンプリング (downfilt.c)

ダウン・サンプリング部をリスト1に示します。A-Dコンバータは12kHzサンプリングでデータを取得しているのでサンプリング定理により、6kHzまでが有効になります^{注1}。