

84MHz動作Cortex-M4 マイコンでDSP 並みフィルタ&FFT

激安! 1500円 mbed Nucleoで作る 本格デジタル信号処理マシン

第6回 声の特徴まる見え! ボイス・スペアナづくり

三上 直樹

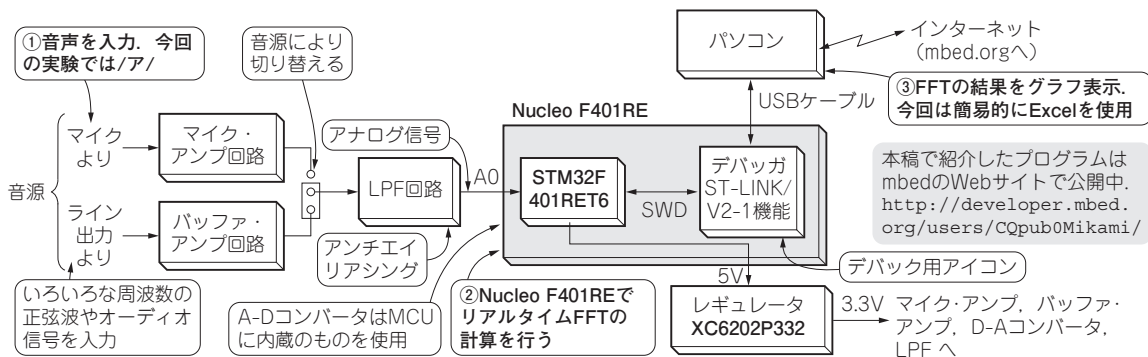


図1 さすがCortex-M4! リアルタイムFFT処理で音声用スペクトラム・アナライザを作る

音声やオーディオの信号処理でフーリエ変換はよく使われます。フーリエ変換を使えば、ある信号に含まれている周波数成分がわかります。どのような周波数のsin波やcon波がどれだけの振幅で含まれているかを、計算で求めることができるため、音声の特徴を把握するためによく使われます。

本連載で紹介しているNucleo F401REには、84MHz動作でFPUも使えるCortex-M4マイコンSTM32F401RET6が搭載されているので、計算量が多めのFFT(高速フーリエ変換)処理も十分リアルタイムで行えます。

今回は、mbedで動くFFT処理プログラムを作りました。声の特徴を自分で確認できるようになるため、音声信号の理解が非常にしやすくなります。今回グラフ表示には簡易的にExcelを使いましたが、リアルタイム表示するようになれば、さらに便利になると思います。

● こんな実験

今回の実験で使うハードウェアの構成を図1に示します。ソフトウェアとしてはFFTのプログラムと、これを応用したスペクトル解析プログラムを作っておきます。

実験は以下の手順で行います。

- (1) マイクから音声/A/を入力

- (2) Nucleo F401RE上のCortex-M4マイコンSTM32F401RET6でFFTを計算
- (3) パソコンのターミナルで計算結果を表示
- (4) (3)をExcelに貼り付けてグラフ化

FFTの考え方

● 基本…信号を離散化して公式通りに計算する

フーリエ変換をコンピュータで計算する場合、離散値で計算します。

信号を標本化したものを $x[n]$ とし、 N 個の $x[n]$ から求められるDFTを $X[k]$ とすると、 $X[k]$ は次の式で計算します。

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \exp\left(\frac{-j2\pi kn}{N}\right),$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

この式をそのまま計算するとデータ数の2乗に比例した演算量になり、計算量が膨大になります。そこで、普通のパソコンやマイコンではFFTアルゴリズムを使って計算します。

● データ数が 2^M なら計算量を減らせる

FFTアルゴリズムはいろいろありますが、ここでは2を基底とする周波数間引きのアルゴリズムを使います。このアルゴリズムは、扱えるデータ数が 2^M (M :