

DSPブロック&amp;FPU内蔵Cortex-M4ボード×マイクでチャレンジ

実験で入門!

プログラム全公開

## 音声合成のメカニズム

第9回

けっこうムズい! フーリエ変換スペクトラムから  
ピーク周波数を正しく求める

三上 直樹

## 今回やること

合成音声を作るときにはフォルマント周波数(声道の共振周波数)が必要です。これを音声信号のスペクトルから求めるために、離散的フーリエ変換(DFT)を使います。

ところが、うまくフォルマント周波数が求まるのは簡単ではありません。その理由は二つあります。

- (1) タイミングのわずかな違いでもスペクトラムが変わるのでピークの低い第3フォルマント周波数などの検出が難しい
- (2) 周波数分解能が高い場合にスペクトラム形状やピーク周波数が非常にわかりにくくなる時がある

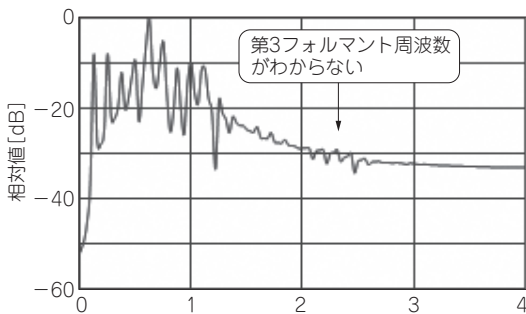
そこで、これらを解決するために以下の二つの基本テクニックを使います。

テクニック1…DFTで使うデータの両端をうまくつなぎ合わせる…窓掛け

テクニック2…スペクトルの包絡線を求めるためにデータを短くする…ゼロ詰め

この二つのテクニックを体感するために次の実験を行います。

実験1…窓掛けしたデータをDFTしてスペクトルを



(a) 始点: 111

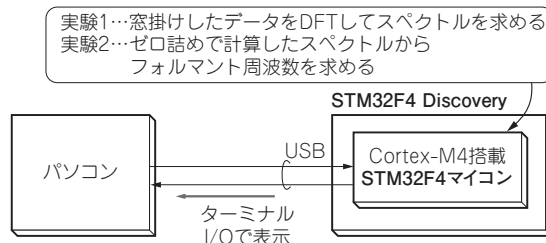


図1 音声スペクトルをDFTで求めるときに必須! 窓掛けとゼロ詰めを試す

机上でもパンパン解析できるようにPC向けのソフトも用意しました

求める

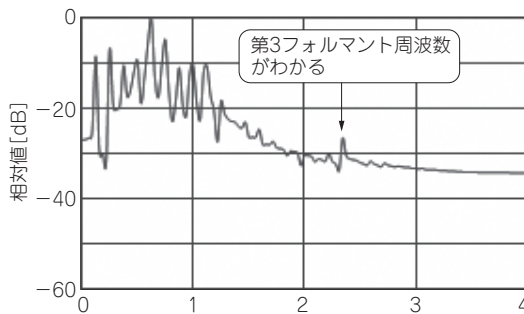
実験2…ゼロ詰めすることで包絡線を表したスペクトルからフォルマント周波数を求める

これらを、図1に示すようにCortex-M4マイコンSTM32F407VGのプログラムと、パソコンのC#プログラムでそれぞれ試します。

フーリエ変換の欠点…ピークが低い  
フォルマント周波数の検出がムズい

● わずかなタイミングの違いで値がチョコチョコ変わってしまう

DFTで求めた音声信号のスペクトルは、基本周波数の整数倍の周波数でピークを持つような図2のよう



(b) 始点: 112

図2 DFTでスペクトルを求めるときの課題1…タイミングのわずかな違いでもピークが低いフォルマント周波数をうまく見つけられない場合がある

第1回 三角関数で音声信号「あ」を作る (2013年11月号)

第2回 はじめてのオンチップ・フーリエ変換 (2013年12月号)

第3回 実験研究: なんと! 人間の聴覚では位相の変化が識別できない (2014年1月号)