

DSP ブロック & 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8回 重要パラメータ! 声道の共振周波数を求めるときの課題

三上 直樹

● 実は電話でも音声を合成している

前回までは、音声を合成するプログラムをいろいろ作ってきました。音声合成は、単に機械にしゃべらせるというだけでなく、もっといろいろな応用分野があります。たとえば、私たちの身の回りで普通によく使われている携帯電話でも、音声合成の技術は重要な役割を担っています。

携帯電話では、多くの人が限られた周波数帯域を同時に使うので、音声の情報圧縮を行って、割り当てられた周波数帯域を有効利用する必要があります。そのため、声を送る側では、音声の情報を圧縮します。その際に、音声の特徴づけるパラメータを求めます。声の受け側では、送られてきたパラメータを使って音声を合成することで、元の音声を復元します。

このような用途で音声合成を行う場合、音声の特徴づけるパラメータを求める方法も重要です。そこで、今回は図1のようにフーリエ変換を使ってスペクトルを求め、そこからフォルマント周波数を求めてみます。

まずSTM32F4 Discovery用の離散的フーリエ変換(DFT)プログラムを作って実験を行います。さらに、高速フーリエ変換(FFT)プログラムも作ります。マイコン基板で動くフーリエ変換のプログラムを応用すれば、持ち運び式の音声アナライザを作ることもできます。

今回解説すること…最重要パラメータ「フォルマント周波数」の求め方

● 基本はフーリエ変換するだけだが実装の課題が多い…

音声合成に必要なパラメータはいろいろありますが、もっとも重要なのは、連載のこれまでも紹介してきたフォルマント周波数、つまり声道の共振周波数です。

フォルマント周波数は、音声信号のスペクトルから簡単に求められそうです。つまりフーリエ変換やフーリエ級数展開を行えば、その結果から求められそうです。しかし、実際はいろいろと解決すべき問題があります。そのあたりのことを中心に今回は説明し、次回以降は、その問題を解決する方法について説明します。実際に携

実験1…周期信号のDFTを計算する
実験2…合成音声のFFTを計算してスペクトル解析を行う

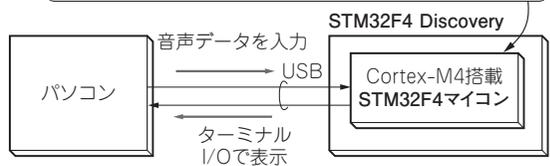


図1 今回の実験…最重要パラメータ 声道の共振周波数を求めるときの課題を確認するためにDFTやFFTを計算してみる

帯電話で音声信号のパラメータを求めるために使われている方法の基礎になっている方法もあります。

計算は意外と簡単! 離散的フーリエ変換DFT

フーリエ変換を使ってスペクトルを求め、そこからフォルマント周波数を求める方法について、実験しながら説明していきます。なお、フーリエ変換は積分を使うため、そのままではコンピュータで計算できません。そこで、ここでは離散的フーリエ変換^{注1}を使います。この用語は長いので、この英語Discrete Fourier Transformの頭文字をとって、DFTと呼ばれています。

DFTは一定の時間間隔^{注2}で標本化された信号から計算します。元の音声信号などの信号を $f(t)$ とし、これを標本化間隔 T で標本化された信号は、 n を整数とすると、 $f(nT)$ と表せます。しかし、実際には T をいったん決めると、後は同じ T を使うのが普通です。そのため以降では、標本化された信号を $f[n]$ と書くことにします。標本化された信号は離散時間信号とも呼ばれます。

■ DFTの計算方法

● 基本式

N 個の $f[n]$ から求められるDFTを $F[k]$ とすると、

注1: 離散的フーリエ変換となっていますが、フーリエ変換というよりは、フーリエ級数展開の特別な場合と考えた方がわかりやすいと思います。

注2: この一定の間隔は標本化間隔と呼ばれます。また、この標本化間隔の逆数は、標本化周波数と呼ばれます。

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)