

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10回

必殺・ケプストラム特性から  
声の2大重要周波数を求める

三上 直樹

処理1: 音声信号に窓掛け→フーリエ変換を行いスペクトル値を得る  
 処理2: 処理1の対数を逆フーリエ変換して「ケプストラム」を計算  
 処理3: ケプストラムから声道の周波数特性を取り出す(リフタ処理)  
 処理4: さらにフーリエ変換して声道の周波数特性スペクトルを得る  
 処理5: 得たスペクトルのピークからフォルマント周波数を見つける

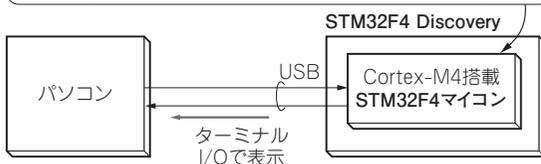


図1 今回の実験…フォルマント周波数や基本周波数をケプストラムから求める

### ● 音声合成の必殺技! 欲しいパラメータをきれいに分離できる…ケプストラム

母音などの有声音を合成するには、フォルマント周波数や基本周波数を求めます。しかし、これらは、DFT(離散フーリエ変換)だけでは十分な精度で求めることができません。そこで、今回は、ケプストラムという特性を使ってフォルマント周波数と基本周波数を求める方法を紹介します(図1)。

この技術は、音声进行分析してパラメータを求め、そのパラメータから元の音声を取り戻すような処理でよく使われます。

DFTで音声信号のスペクトルを求め、そこから、音声合成に必要な声道の共振周波数であるフォルマント周波数を求めると、正しく求められない場合があります(本連載の第8回と第9回)。母音信号のスペクトルは声道の周波数特性と基本周波数の影響が混ざっているためです。ケプストラムを使えば、声道の周波数特性と基本周期をきれいに分離できます。

## ケプストラムとは

### ● スペクトルのスペクトルを表す造語

“ケプストラム”という用語は初めてという読者も多いと思います。ケプストラムのつづりはcepstrumです。この単語の先頭の4文字cepsをひっくり返すと、specになり、これに残りの部分をつなげると、

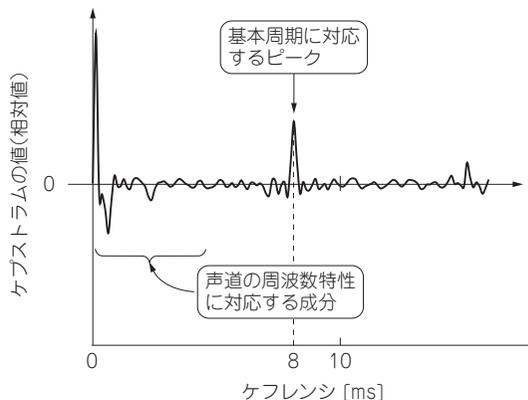


図2 ケプストラムは声道の周波数特性と基本周期を分離できる。基本周波数はこの図から、周波数特性はフーリエ変換するとわかる

spectrum, つまり“スペクトル”になります。

実は、このケプストラムという用語は、spectrumの最初の4文字をひっくり返して作った造語です。意味的には、対数スケールで表示したスペクトルを時間波形とみなし、そのスペクトルという解釈ができます。つまり、スペクトルのスペクトルです。そこで、本来のスペクトルと区別するために、新たに“ケプストラム”という用語が考えられたということです。

### ● 一石二鳥! 声道の周波数特性と基本周期が一発でわかる

ケプストラムの例を図2に示します。これは前回と同じ合成母音の/a/から求めたケプストラムです。横軸を表す量は、周波数の周波数ということで、“ケフレンシ”と呼ばれます。そのつづりはquefrequencyですが、これは周波数frequencyをfre+que+ncyと分解し、最初の二つの部分を取り換えて作った、これも造語です。

ケフレンシは、次的には時間になります。そのため、横軸の単位は秒ということになります。

図2に示すように、ケフレンシの低い領域は声道の周波数特性に対応します。一方、10msより少し左の位置にするどいピークが現れていますが、これは基本