

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4回

リアル音声合成で欠かせない! 発声再現のキホン

簡易実験! 声道の共鳴効果をオンチップで確かめる

三上 直樹

連載の第1回と第2回で、フーリエ級数を使うと合成音声を作れることを紹介しました。しかし、この方法では、音の高さを簡単には変えられない問題があります。フーリエ級数を計算する際に、基本周波数を変えるだけで、音の高さが変わりそうですが、実はそれだけでは非常に不自然な音になってしまい、場合によっては何という母音なのか識別できなくなることもあります。

そのため、別の方法を考えなければなりません。その際に基本となるのは、人間が音声を発声するしくみです。そこで今回は、母音の発声のしくみを解説し、それに基づいて、プログラムを作る際に、どのような処理を行っていけばよいのかを説明します。さらに、合成母音を作るために必要な音源を作るプログラムと母音の発声のしくみに基づいたプログラムを紹介します。

母音発声のしくみ

図1に、母音を発声する際に関係する発声器官のようすを示します。このように、母音を発声する際に主役となるのが、声帯と声道です。声帯と声道に加えて

唇の効果も入れないと音声はちゃんと合成できません。

● 発声器官1…声帯

通常、声を出さない場合は、声帯と声帯の間は空いており、呼吸する際の空気が、そこを出入りします。この声帯と声帯の間のすきまのことを声門といいます。

声を出そうとするときは、声帯の付近の筋肉に力を入れ、声門を閉じます。その状態で、肺の空気圧を高めます。ある程度肺の空気圧が高くなると、声帯を押す圧力も高くなり、声帯の力が耐えられなくなって声門が開きます。そうすると、そこから空気が声道へ向かって流れ出ます。その結果、声帯を押す圧力が低下するので、また声門が閉じてしまいます。そうすると、また声帯を押す圧力が上昇していき、声門が開きます。

この繰り返しで、周期的な空気の流れが生じ、音響的な信号が生成されます。この音響的な信号は、図1で声帯波として示しているような波形になります。

この声帯波は、声の高さを作り出します。つまり、声帯波の周期が短くなれば高い声に、逆に周期が長くなれば低い声になります。しかし、声帯波は/ア/とか/イ/とかといった音韻の違いには関係しません。

● 発声器官2…声道

音韻の違いは声道で生じます。声道とは、声門から唇^{注1}までの空気の通りのこと。成人の男性の場合、声道の長さは約17cmです。

声道は、閉管(片方が開き片方の閉じた音響管)と同じ働きを持っています。断面が一樣な閉管で起きる現象については、高校の物理で気柱の共鳴として取り上げられています。

声道の断面は場所により違っていますが、単純化して、断面の一樣な閉管を考えます。閉管は特定の周波数の音に対して定在波(定常波)を生じ、共鳴が起きます。そのときの定在波のようすを図2に示します。

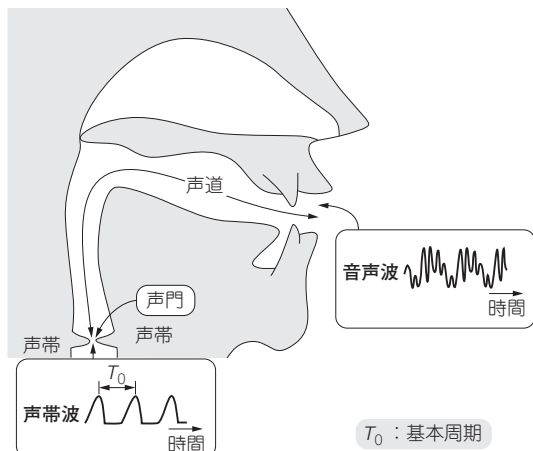


図1 人間は声帯で基本周期をもつ波を作る

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)