

デジタル処理が可能にした新しいオーディオの世界

DSPによる話速変換と低音域拡張のしくみ

サラウンドと聞けば、DSPかな…と思う人も多いでしょう。しかし、サラウンドだけがDSPを活用したオーディオ信号処理ではありません。本稿では、ICレコーダなどで実装されるようになってきた音程の変わらない話速変換と、小型スピーカでも低音が出ているように聞こえる低域拡張の二つを取り上げて、そのしくみを解説します。〈編集部〉

米本 明弘/桜井 淳宏
Akihiro Yonemoto/Atsuhiko Sakurai
岩田 佳英/伊藤 裕二
Yoshihide Iwata/Yuji Itoh

オーディオ分野におけるデジタル革命は1980年代に発売されたCDから始まり、それ以降、保存形式としてのデジタル信号の利用が飛躍的に広がりました。

その後、デジタル方式の携帯電話やインターネット上のストリーミング・オーディオなどといったサービスにまで発展し、オーディオ信号を録音直後から再生直前までデジタル・データとして取り扱うようになりました。

デジタル化がもたらしたメリットは、単に保存や通信の効率化だけではありません。本稿では、**デジタル処理だからこそ実現できる技術/機能**の例として、**話速変換(時間スケール変換)**と**低音域拡張**について解説します。

また、これらの技術を実時間処理アプリケーションとしてDSP(Digital Signal Processor)に実装する際に工夫した点についても紹介します。

音の再生速度を自在に操る 時間スケール変換

● 音の高さをキープして早聞き・遅聞き

オーディオ信号の**時間スケール変換**(Time Scale Modification, TSM)とは、**再生する音の「高さ」を保ちながら、「速さ」を変更する技術**のことです。カセット・テープやレコードなどでは、オーディオ信号の速さと高さはともにメディアの回転速度に依存するため、両者は常に比例関係にあります。この制約は多くのユーザの潜在意識に残っているため、TSMの効果を初めて耳にする人は驚きを感じる場合があります。

近年、TSMはICレコーダ、HDDレコーダ、ゲーム機など、様々な製品に組み込まれるようになり、今やオーディオ信号処理の分野で多用される技術の一つとなっています。

● 音の周期性に着目する

時間スケール変換の原理を理解するためには、オーディオ信号の「周期性」に着目する必要があります。

オーディオ信号には主に音声と音楽があり、いずれも厳密な意味では周期信号ではないものの、分析範囲を限定すればそのようにみなすことができます。

音声信号の場合、発生される音素によって波形が大きく異なりますが、「有声音」として分類される音素(母音など)の区間内には、**周期的に繰り返されるパターン**が見られます。同様に音楽信号にも基本周波数とその倍音からなる和声構造による周期性があり、信号波形には周期的に繰り返されるパターンが見られます。TSMはこのような信号の周期性を利用します。

TSMの目的は、聴覚的現象として感じられる音の高さを保ちながら信号全体の長さ(再生時間)を変化させることです。周期信号の**音の高さは、繰り返される波形の基本パターンの長さ(基本周期)の逆数(基本周波数)に依存し**、その値が実際に聞こえる音声の「ピッチ」または音楽の「音程」に直結しています。

したがって、**図1**に示すようにサンプルの間引きや補間といった手法を用いて信号の時間軸を均一に伸縮させてもTSMのような効果は得られません。基本単位となる波形パターンも同じ比率で伸縮し、基本周波数もその逆数に比例して変わってしまうからです。

▶ 繰り返しパターンの回数を変える

図1で、あるパターンの繰り返しからなる周期信号

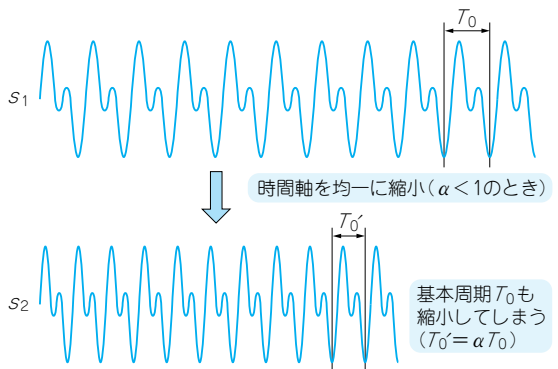


図1 信号の時間軸を均一に縮小した例
速度は変えられるが周期が変わる、すなわち音程が変わってしまう