

オーディオマニアのためのデジタルフィルタ入門

2014年スピーカー再生技術研究会オフ会
天の川オーディオ研究室 assi

目標

デジタルフィルタ仲間を増やす
デジタルフィルタに詳しい人に参加してもらう

今回の発表のテーマ

デジタルフィルタなんて簡単！
デジタルフィルタは便利！
ということを示す

今回の発表は

独自の理論や研究はありません。
数学的に不正確でも感覚的な分かり易さを優先します。

デジタルフィルタのメリット

早い！
安い！
旨い！（個人の感想です）

数値計算ソフトが使えると便利

MATLAB
Scilab
GNU Octave
FreeMat
R
Python+数値計算ライブラリ

デジタルフィルタの種類

IIR・FIR
今回は分かり易い FIR についてだけ

デジタルフィルタの正体

数字の列（係数）
この係数を音楽信号と計算（畳み込み）して出力する

デジタルフィルタの設計とは

係数を決める : 数値計算ソフトを使用すると楽ちん！
畳み込みは専用プログラムが行う (convolution engine)

係数ってどうなってるの？

単なる数字の列（一次元）
サンプリング時間毎の大きさを表す

それって普通の wav ファイルと同じじゃない？

その通り！
畳み込みソフトでは係数を wav ファイルの形で指定することも多い。

畳み込みって何？

数式ではなく、オーディオマニア的に理解すると簡単！
スピーカーを部屋で鳴らす（スピーカーの音が部屋の反射で変化して耳に届く）
＝スピーカーの特性に部屋の特性が畳み込まれて耳に届く

畳み込みは

順序を変えても同じ（交換法則、結合法則）
アナログフィルタも部屋の反射もスピーカーの特性もコイルやコンデンサの働きもみんな
畳み込み！

インパルスとは

短時間の信号
デジタルではサンプリング時間より短い信号は作れないので
[1, 0, 0, 0, 0]

インパルスレスポンス（インパルス応答）

インパルスを入力したときの出力
FIR フィルタの係数はインパルスレスポンスそのもの

インパルスレスポンスの測定法

インパルス * スピーカーの特性 * 部屋の特性 * マイクの特性

そのままインパルスを使うとノイズに埋もれてしまう

TSP * 逆TSP = インパルス という性質を利用する
畳み込みは順序を変えても同じなので

TSP * 逆TSP * スピーカーの特性 * 部屋の特性 * マイクの特性
= TSP * スピーカーの特性 * 部屋の特性 * マイクの特性 * 逆TSP

デジタルフィルタを作ってみよう

そのまま出力
出力を-6dB する
位相を逆にする
出力をゼロにする
時間を遅らす
エコーをつける（長い反射）
短い反射

デジタル処理のメリット

- 見える1 : 周波数特性が見える
- 見える2 : 波形が見える
- 聴こえる : 処理した音がすぐに聴ける

見える1の例

インパルスレスポンスの周波数特性を表示

見える2の例

- インパルスレスポンスに
- 単発サイン波を畳み込んで波形を表示
- バーストサインを畳み込んで表示
- 方形波を畳み込んで表示

聴こえるの例

- インパルスレスポンスに
- 音楽信号を畳み込んで聴いてみる

直線位相フィルタと最小位相フィルタ

- どっちを使う？
- チャンネルデバイダは直線位相
- イコライザは最小位相
- 最終的には聴感で決めればOK！

デジタルフィルタで出来ること

- デジタルチャンネルデバイダ
- ウーファーを分離したマルチウェイ
- スピーカー特性の測定・補正
- ルーム特性の測定・補正
- マトリクスピーカーをデジタルで
- など

アマチュアでも出来ることがいっぱいあります！