

もしかしたら、何かの役に立つかもしれない適応エンファシス・フィルタをご紹介します。  
単純極まりない非常に分かりやすい適応フィルタの実例です。

線形予測分析合成等の音声処理では、前処理にしばしば簡単な一次差分によるエンファシス回路が用いられます。(1)式、図1、図2) 後でディエンファシスの処理をおこなうことを考慮すると係数  $c$  の範囲は  $-1.0 < c < 1.0$  となります。ディエンファシスが不要であれば、 $c=1.0$  として単純な差分にしても問題はありません。

$$y[n] = x[n] - c \cdot x[n-1] \quad (1)$$

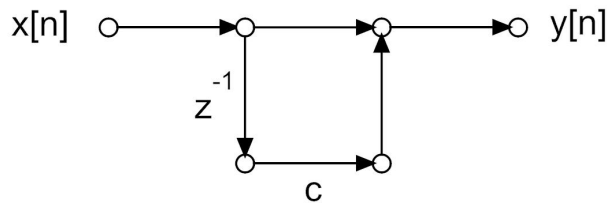


図1 一次差分エンファシス回路のシグナルフロー・グラフ  
(フィルタ係数  $c$ )

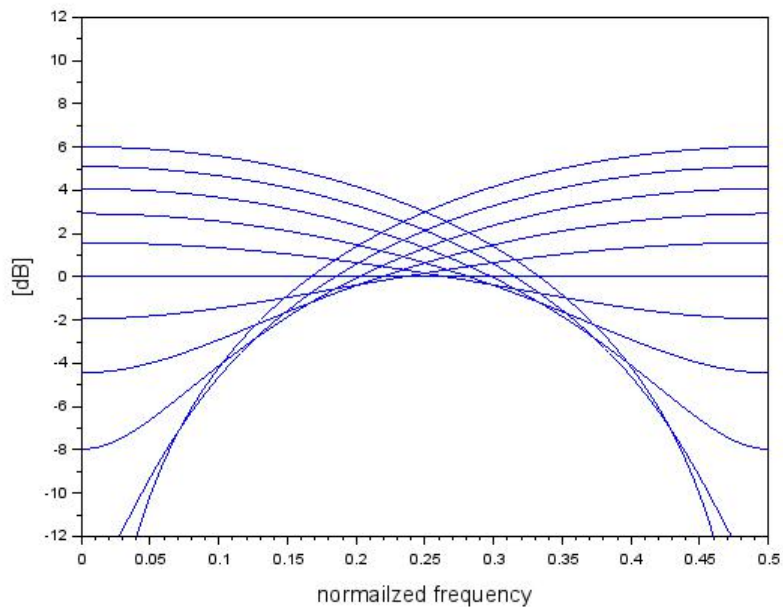


図2 一次差分エンファシス回路の振幅周波数特性  
( $c=-0.999, -0.8, -0.6, -0.4, -0.2, 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.999$ )

適応フィルタとして一次差分を用いて、入力信号の周波数特性補正に用いる場合のフィルタ係数  $c_n$  更新の漸化式は下記ようになります。

$$c_{n+1} = c_n + 2.0 \cdot \mu \cdot y[n]x[n-1] \quad \text{LMS (2)}$$

$$c_{n+1} = c_n + 2.0 \cdot \mu \cdot \frac{y[n]x[n-1]}{\text{average}(x^2[n])} \quad \text{NLMS (3)}$$

(3) 式のNLMSアルゴリズムを用いたScilab Ver. 6用のシミュレーション・プログラムのリストを次ページに示します。 下図はプログラムの表示出力です。 エンファシス前後の音声の平均スペクトル特性は図4のようになります。

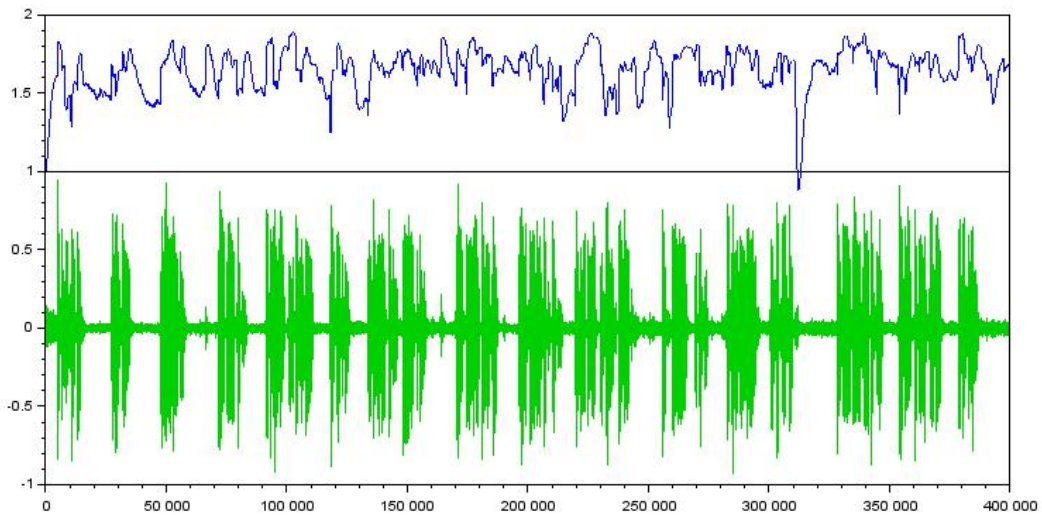


図3 次ページのシミュレーション・プログラムのグラフ表示  
 上段：適応フィルタ係数  $c$  (縦軸のスケールは +1.0 のゲタ履き表示になります)  
 下段：入力音声波形

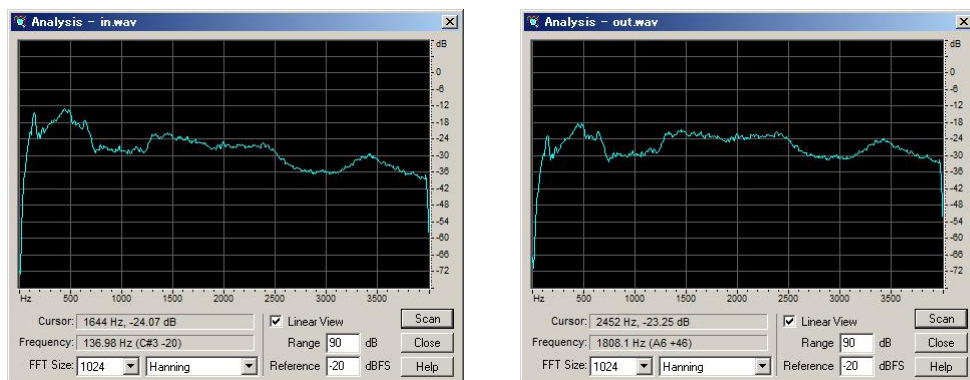


図4 適応エンファシス処理前後の音声の平均スペクトル特性  
 左：処理前 右：エンファシス後

```
0001 // adaptive difference emphasis simulation program for Scilab Ver.6
0002
0003 clear;
0004
0005 MU=0.0003;
0006 BT=0.997;
0007
0008 DATLEN=400000;
0009 indata=loadwave('ford8k_bpf.wav');
0010 indata=indata(1:DATLEN);
0011 indata=0.95*indata/max(abs(indata));
0012
0013 out=zeros(1:DATLEN);
0014 out2=zeros(1:DATLEN);
0015
0016 c=0;
0017 zx=0;
0018 pwr=0.01;
0019 for i=1:DATLEN
0020     x=indata(i);
0021     y=x-c*zx;
0022     pwr=BT*pwr+(1.0-BT)*x*x;
0023     c=c+2.0*MU*y*zx/pwr;
0024     zx=x;
0025     out(i)=c;
0026     out2(i)=y;
0027 end
0028
0029 savewave('in.wav', indata, 8000);
0030 out2=0.95*out2/max(abs(out2));
0031 savewave('out.wav', out2, 8000);
0032
0033 clf;
0034 plot2d(indata, style=15, rect=[0, -1, DATLEN, 2], axesflag=1);
0035 plot2d(out+1.0, style=2, rect=[0, -1, DATLEN, 2], axesflag=1);
0036 plot2d(ones(1:DATLEN));
```