

Análise tempo-escala

Osmar Tormena Junior, Prof. Me.*

1 Introdução

A análise tempo-escala supera muitas das dificuldades na análise tempo-frequência. A principal restrição da transformada de Gabor (e seus similares) está no fato de a largura da janela (escala) permanece constante por toda a análise.

Utilizando *wavelets*, é possível reescrever a análise tempo-frequência como uma análise tempo-escala (que pode, posteriormente, ser traduzida para informações de frequência), oferecendo mais um grau de liberdade.

Desde a década de 80, a versatilidade, bem como os resultados superiores das análises no domínio da escala, têm atraído muito a atenção de pesquisadores, já contando com várias aplicações comerciais.

2 Wavelet de Haar

A *wavelet* de Haar é a *wavelet* mais simples. A *wavelet*, denominada $\psi(t)$ e sua função escala, denominada $\phi(t)$, podem ser visualizadas através do seguinte código.

Exemplo 1: Visualizando a *wavelet* de Haar.

```
%% Visualizando Wavelets
```

```
clear
close all
clc
```

```
%% Wavelet de Haar
[phi,psi,x] = wavefun('haar',10);
```

```
%% Descarta os valores extremos
    (todos zeros)
```

```
x = x(2:end-1);
psi = psi(2:end-1);
phi = phi(2:end-1);
```

```
%% Plota os gráficos
```

```
[h1,hLine1,hLine2] =
    plotyy(x,psi,x,phi); grid on
hLine1.LineStyle = '-';
    hLine1.LineWidth = 1;
    hLine1.Color = 'k';
hLine2.LineStyle = '--';
    hLine2.LineWidth = 1;
    hLine2.Color = 'k';
xlabel('t')
xlim(h1(:),[min(x) max(x)])
ylabel(h1(1),'\psi(t)','Color','k')
yticks(h1(1),[-1 0 1])
ylim(h1(1),[-1.1 1.1])
ylabel(h1(2),'\phi(t)','Color','k')
yticks(h1(2),[0 1 2])
ylim(h1(2),[-0.1 2.1])
title('Wavelet de Haar')
```

□

Por ser descontínua, a *wavelet* de Haar não é utilizada em problemas de compressão ou filtragem. Seu uso se dá, principalmente, por sua excelente localização e simplicidade computacional. Sua utilização costuma ser simplesmente chamada de *transformada de Haar*.

Exemplo 2: Análise de Haar de um sinal de ECG.

```
%% Visualizando Wavelets
```

*tormena@utfpr.edu.br

```
clear
close all
clc

%% ECG do bebê
load BabyECGData;

%% Análise de Haart
[a,d] = haart(HR,'integer');
HaarHR = ihaart(a,d,5,'integer');

%% Plota os gráficos
figure;
plot(times,HR,times,HaarHR,'k',
      'LineWidth',1.5), grid on
axis tight
xlabel('Horas')
ylabel('BPM')
title('Frequência cardíaca e
      aproximação de Haar')
```

3 Transformada de Haar

Uma das importantes propriedades da transformada de Haar é sua conservação de energia. Isso permite que ela seja utilizada em análise com uma interpretação simplificada, como mostra o Exemplo 2.

4 Implementação

Exercício 1: Utilizando o comando 'load relatedsig', dentre várias, três variáveis *s1*, *s2* e *s3* são carregados no *workspace* do Matlab. Estes sinais são correlacionados, porém estão fora de sincronismo, e sujeitos à diferentes corrupções por ruído. Compare os picos de correlação entre os próprios sinais com os de suas representações na análise de Haart. Qual deles apresenta melhor correlação?

□