PSI-3432 Processamento de Áudio e Vídeo

Vítor H. Nascimento

Experiência 2 — TDF

Nesta experiência vamos aplicar a TDF em diferentes situações.

1. Primeiramente, vamos usar a TDF para calcular a série de Fourier de um sinal periódico.

Considere o sinal

$$x(t) = \sin(2\pi f_0 t) + \frac{1}{3}\sin(2\pi 3 f_0 t),$$

em que $f_0 = 500$ Hz, e sua versão amostrada $x[n] = x(nT_a)$ para $T_a = 100\mu$s.

(a) Determine os coeficientes x_k da série de Fourier do sinal $x(t)$.

(b) A partir da série, escreva a expressão da transformada de Fourier $X(j\Omega)$.

(c) Gere um período do sinal de tempo discreto $x[n] = x(nT_a)$. CUIDADO: um período corresponde a pegar pontos entre os instantes $t = 0$ e $t = 1{,}9$ ms.

(d) Calcule a TDF $X[k]$ de um período (ou seja, a SFTD) do sinal $x[n]$ (use a função `fft` do Matlab ou de Julia — no caso de Julia é necessário instalar o pacote `FFTW`. Em Python, use a função `numpy.fft.fft`).

(e) Escreva também a expressão da TFTD $X(\mathrm{e}^{j\omega})$ de $x[n]$.

(f) Compare $X[k]$ com x_k.

(g) Agora use um ponto a mais em $x[n]$ para calcular a TDF (ou seja, pegue pontos entre $t = 0$ e $t = 2$ ms). Compare com o resultado obtido anteriormente. Qual é o período do sinal cuja TDF você calculou aqui?

(h) Desenhe um gráfico comparando $x[n]$ com o sinal periódico como interpretado pela TDF usando $N_0 + 1$ pontos.

(i) Compare a TDF obtida com o resultado teórico da convolução da TFTD de $x[n]$ com a transformada da janela retangular de $N_0 + 1$ pontos.

(j) Calcule agora a TDF de vinte períodos e meio do sinal, ou seja, amostre $x(t)$ para t entre 0 e 40,9 ms. Novamente, compare o resultado com os resultados anteriores, e com a série x_k.

(k) Compare os resultados anteriores com os obtidos com a janela de Hamming (`hamming` em Julia e Matlab).

i. Desenhe o gráfico do sinal periódico correspondente à TDF.

ii. Explique os valores observados da TDF. Qual é o período do sinal cuja TDF você calculou aqui?

2. Agora leia o sinal do arquivo `sinal.mat`. A taxa de amostragem usada está também no arquivo. Usando a TDF, procure determinar quantas senoides compõem o sinal, e quais as suas frequências.

3. Um bônus na nota para quem conseguir estimar também as amplitudes das senoides.