
Processamento de Sinais – 01/2022**Lista de Exercícios 1****Conceitos básicos e Representações Transformadas****Tópicos tratados**

- Conceito de sinais em tempo discreto e em tempo contínuo.
- Relação entre sinais em tempo discreto e em tempo contínuo.
- Amostragem a taxas constantes.
- Reconstrução de Shannon a partir de amostras de sinais.
- Definição e justificativa para transformadas lineares diretas e inversas.

Problema 1

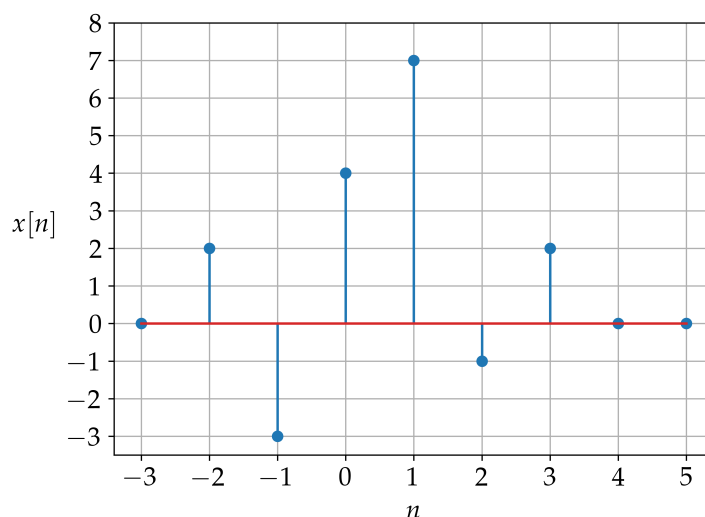
Acerca de conceitos básicos de processamento de sinais, responda às perguntas que se seguem.

- O que é um sinal?
- O que é um sinal em domínio contínuo e um sinal em domínio discreto?
- Suponha que um sinal em tempo contínuo x_c é amostrado a um intervalo regular. Qual o nome dado a este intervalo e ao inverso dele, no contexto de amostragem de sinais?
- Com respeito ao item anterior, qual a equação que relaciona o sinal em tempo contínuo x_c com o sinal em tempo discreto x ?
- Com respeito ao item c: há alguns critérios que, quando respeitados, garantem que é possível calcular, teoricamente sem erro, o valor do sinal em tempo contínuo em qualquer instante, a partir das amostras adquiridas a intervalos regulares. Qual desses critérios é o mais usado? Trata-se de um critério necessário, suficiente, ou os dois?
- Supondo que o critério do item acima é respeitado, há uma equação em forma fechada para cálculo de um valor do sinal em tempo contínuo, num instante arbitrário t , a partir das amostras? Ou seja, há uma fórmula para calcular $x_c(t)$ a partir dos vários $x[n]$'s? Se há, forneça essa fórmula.

Problema 2

Suponha que um sinal em tempo contínuo x_c foi amostrado a um intervalo constante de 0,5 ms. Suponha ainda que essa condição de amostragem está de acordo com o critério de Nyquist, para o sinal em questão.

O gráfico abaixo mostra o sinal em tempo discreto obtido, que é nulo fora da faixa de valores de tempo mostrada.



Com base nessas informações:

- Calcule o valor do sinal em tempo contínuo no instante 0.
- Calcule o valor do sinal em tempo contínuo no instante 0,5 ms.
- Calcule o valor do sinal em tempo discreto no instante 0,75 ms.
- Calcule o valor do sinal em tempo discreto no instante 1 ms.
- Calcule o valor do sinal em tempo discreto no instante 1,25 ms.
- Com auxílio do MatLab, Python ou outro programa/linguagem, trace um gráfico do sinal em tempo contínuo entre os instantes de -2 milisegundos e de 2,5 milisegundos.

Problema 3

O arquivo `amostras_exemplo.mat` fornece 20 amostras de um sinal amostrado a uma taxa constante de 4 kHz. A respeito desse sinal, responda os seguintes itens.

Com base nessas informações:

- a) Determine o intervalo de tempo representado pelas 20 amostras.
- b) Supondo que a amostragem atende o critério de Nyquist, trace um gráfico do sinal em tempo contínuo, em uma janela de tempo que inclua as 20 amostras e permita a visualização de todas elas, além do gráfico em tempo contínuo. Utilize o MatLab, Python, ou outro programa/linguagem. No gráfico, apresente as amostras individuais (representadas como *stems*) sobrepostas ao sinal em tempo contínuo. Note que é necessário calcular os instantes em s ou ms para cada amostra (e não representá-las, nesse caso, em índices inteiros de tempo).
- c) Se interpolarmos o sinal com outra técnica que não a de Shannon (por exemplo, usando interpolação polinomial ou por *splines*), obteremos um sinal distinto, mas que também interpola as amostras. Em que sentido o sinal obtido pela equação de Shannon traduz mais fielmente o sinal real? Por quê?
- d) Com respeito ao item anterior, que característica matemática diferencia o sinal obtido pela equação de Shannon de qualquer outro sinal que interpole as amostras?

Problema 4

Quais são as duas etapas no processo de digitalização de um sinal em tempo contínuo? Descreva cada etapa, e diga, em cada caso, se é possível em geral realizá-la sem perda teórica de informação ou introdução de erro.

Problema 5

Com que objetivos se realiza a digitalização de sinais analógicos? Quais as vantagens e desvantagens de se realizar processamento de sinais analógicos, em comparação ao processamento digital das versões amostradas daqueles sinais?

Problema 6

Cite vantagens e desvantagens do processamento digital de sinais em relação ao processamento analógico de sinais.

Problema 7

O que é uma representação transformada de um sinal? Nesse contexto, o que é, matematicamente, a transformada direta do sinal, e a transformada inversa do sinal?

Problema 8

Com respeito à questão anterior: qual o objetivo geral de processamento de sinais (comum a todas as aplicações), e neste sentido por que a área de processamento de sinais se utiliza tanto de representações transformadas?

Referências

- [1] P. Diniz, E. A. B. da Silva, and S. L. Netto. *Processamento Digital de Sinais: Projeto e Análise de Sistemas*. Bookman, Porto Alegre, RS, 2^a edição, 2014.
- [2] R. G. Lyons. *Understanding digital signal processing*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3rd edition, 2010.
- [3] S. K. Mitra. *Digital Signal Processing: a Computer-Based Approach*. McGraw-Hill Education, 4th edition, 2010.
- [4] A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, et al. *Discrete-time signal processing*. Prentice-Hall signal processing series. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 2nd edition, 1999.