

PTC 2456

Lista de exercícios

Obs.: a) trabalho é estritamente individual; b) vale 30% da avaliação P3 se entregues no prazo estipulado; c) exercícios fortemente relacionados aos projetos; d) entregar relatório, incluindo também listagem dos programas, se for o caso.

- 1) [data entrega <= 15/05] Você tem um sinal de ECG analógico $x(t)$, amplificado na faixa de -1 a 1V para ser analisado/processado digitalmente. Sabendo que:
- Sinal de ECG tem banda em freq.: [0.01 a 100] Hz;
 - Existe ruído branco aditivo da ordem de 0.1V;
 - ADC é de 8 bits e configurado na faixa de -1 a 1V;
- a) Qual o desvio-padrão do erro do conversor (em V)?
- b) Qual a freq. amostragem (f_a) mínima p/ $x(t)$ se o filtro analógico for um passa-baixa com ganho $G(f)$ e desejarmos que a amplitude do ruído seja menor do que o desvio-padrão do erro do ADC em $f_a/2$?

$$G(f) = \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^4}$$

- 2) [data entrega <= 15/05] Implementar um programa para normalizar o sinal pelo máximo valor em módulo. Aplicar no primeiro sinal do registro 104 da base physionet/mitdb (1 minuto).
- a) Mostrar graficamente os sinais antes e após a normalização.
- b) Calcular o valor mínimo, valor máximo, a média e desvio-padrão antes e após aplicação da normalização.
- c) Discuta o que aconteceria se o sinal tivesse uma forte flutuação da linha de base (ruído de baixa frequência)
- d) Discuta o que aconteceria se o sinal tivesse um forte ruído de alta frequência, por exemplo, de 60 Hz.
- 3) [data de entrega <= 22/05] Implementar estimadores (não necessariamente causais) do módulo da derivada em mV/s
- a) módulo da derivada com atraso de 1 amostra: escrever a fórmula e implementar
- b) módulo da derivada sem atraso: escrever a fórmula e implementar
- c) Aplicar no primeiro sinal do registro 104 da base physionet/mitdb (1 minuto): Obter valor médio e desvio-padrão do sinal antes e após o filtro.

4) [data de entrega <= 29/05] Implementar, preferencialmente no Matlab, o filtro abaixo definido e aplicar no ECG, supondo que a frequência de amostragem do sinal foi de $f_a=360$ Hz. (OBS.: é um exemplo de filtro do tipo FIR-Finite Impulse Response, a ser estudado em breve).

$$y(k)=(x(k)+x(k-1)+x(k-2)+x(k-3)+x(k-4)+x(k-5)+x(k-6)+x(k-7))/8$$

- Obter analiticamente a função de transferência no domínio z , ou seja, $H(z)=Y(z)/X(z)$
- Obter a resposta em frequência (diagramas de módulo e fase) de $H(e^{j\omega})$. *Dicas: existem comandos prontos no Matlab, tais como `freqz()`, `fvtool()`, etc.*
- Qual é o tipo de filtro (passa-baixa, passa-alta, ...)?
- Qual a frequência de corte do filtro?
- A fase é linear?
- Aplicar no primeiro sinal do registro 104 da base `physionet/mitdb` (1 minuto). Obter valor médio e desvio-padrão do sinal após o filtro. *Dicas: existem comandos prontos no Matlab, tais como `filter()`.*

5) [data de entrega <= 05/06] Projetar um filtro Butterworth de ordem 4, passa-alta, frequência de corte $f_c=5$ Hz, frequência de amostragem $f_a=360$ Hz. (OBS.: é um exemplo de filtro do tipo IIR-Infinite Impulse Response, a ser estudado em breve). *Dicas: existem comandos prontos no Matlab, tais como `butter()` e ver dicas anteriores.*

- Caracterizar a resposta em frequência (diagramas de módulo e fase). Verificar frequência de corte, taxa de atenuação
- A fase é linear?
- Há atraso no sinal filtrado em relação ao sinal de entrada?
- Altera escala (ganho) do sinal?
- Aplicar no primeiro sinal do registro 104 da base `physionet/mitdb` (1 minuto). Obter valor médio e desvio-padrão do sinal após o filtro.

$$|H(\omega)|_{\text{passa-baixa}}^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2N}}$$