

# IA753 Análise de Sinais Biológicos

## Primeiro Teste Computacional

### Questão 1. Análise espectral do ECG

O arquivo “signal.txt”, fornecido neste trabalho, contém um registro de ECG realizado em um sujeito do sexo masculino com 25 anos de idade. O sinal foi digitalizado a uma taxa de 500Hz.

- (a) Gere um gráfico contendo este sinal em função do tempo (em segundos).
- (b) Utilizando a *Fast Fourier Transform* (FFT), mostre o espectro deste sinal (calibre a abscissa em Hz). Qual é a resolução espectral?
- (c) A partir da análise espectral, discuta quais as possíveis fontes de interferência presentes neste sinal de ECG.

### Questão 2. Filtragem digital

Conforme observado na questão anterior, o sinal fornecido está corrompido por algumas fontes de interferência. O objetivo nesta questão é eliminar estas fontes de interferência mantendo, ao máximo, a característica espectral do sinal de ECG. Para tanto, realize as seguintes análises:

- (a) Projete um filtro digital passa-baixas do tipo Butterworth. O filtro deve ter uma atenuação de, pelo menos, 40dB na faixa de rejeição e, no máximo, 3dB na faixa de passagem. (a.1) Qual foi a sua escolha de frequência de corte? Explique. (a.2) Qual foi a ordem do filtro? Explique como chegou até este valor. (a.3) Forneça a função de transferência deste filtro e sua resposta em frequência. Em seguida, mostre o que ocorre com o sinal após a filtragem. (a.4) O que ocorre com o sinal se você escolher diferentes valores de frequência de corte? Mostre um gráfico com o sinal filtrado com diferentes frequências de corte.
- (b) Projete um filtro digital passa-altas que tenha as mesmas características de atenuação do filtro passa-baixas descrito no item a. Responda as mesmas perguntas feitas anteriormente, porém, agora, considerando este novo filtro.
- (c) Neste exemplo, a filtragem passa-baixas pode ser substituída por uma filtragem do tipo “notch”. Projete um filtro “notch” que produza um resultado similar ao obtido no item a.
- (d) Finalmente, utilize a melhor combinação de filtros para mostrar que é possível eliminar as interferências encontradas na Questão 1 de forma eficiente. Gere um gráfico do sinal filtrado, comparando-o com o sinal original.

### Questão 3. Estimação da frequência cardíaca instantânea

Utilize para esta questão o sinal filtrado obtido no item d da Questão 2.

- (a) Crie uma rotina que identifique os picos do sinal de ECG. Gere um gráfico contendo o sinal de ECG e uma marca (e.g. um círculo) indicando cada pico (magnitude e instante) identificado.

- (b) Crie um trem de impulsos,  $\sum_j \delta(t - t_j)$ , em que o instante de ocorrência de cada impulso ( $t_j$ ) é o instante de ocorrência do pico do sinal de ECG (determinado no item a). A frequência de amostragem do trem de impulsos deve ser a mesma do sinal de ECG.
- (c) Faça a convolução do trem de impulsos com uma função janela retangular de largura  $w$  e área unitária. Ajuste o valor de  $w$  para que seja possível estimar o valor da frequência instantânea do sinal (em Hz). Mostre o gráfico da frequência instantânea e discuta o que ocorre com a estimação da frequência para diferentes valores de  $w$ .

**Nota:** O sinal utilizado neste exercício foi obtido a partir do banco de dados público PhysioNet (GOLDBERGER et al., 2000), que pode ser acessado em <http://physionet.org>. A base de dados utilizada foi a ECG-ID (primeiro registro da pessoa 01). Explore esta base de dados para ver outros registros de sinais biológicos obtidos de sujeitos normais ou em pacientes com diferentes doenças. Há sinais cardíacos, neuroelétricos, mioelétricos, sinais associados à marcha humana e à manutenção da postura, imagens médicas e sinais sintéticos (obtidos a partir de simulações computacionais). Sempre que possível, aplique os conceitos vistos em sala de aula em sinais obtidos nesta plataforma.

### Referência

GOLDBERGER, A. L. et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet : Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. **Circulation**, v. 101, n. 23, p. e215–e220, 2000. DOI:10.1161/01.CIR.101.23.e215.