

UNIVERSIDADE DE AVEIRO

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, TELECOMUNICAÇÕES E INFORMÁTICA

Informação e Codificação (2025/26)

Exame Modelo — Duração: 1h30m

Importante / Important notes

O exame é individual / The exam is to be done only by yourself

Justifique todas as respostas / Justify all your answers

1. (1.5 valores) Um certo serviço de imagiologia médica produz imagens digitais com 6000×4000 pixels, 12 bits por pixel. Em média, são geradas 1000 destas imagens durante um dia, as quais têm que ser enviadas para os serviços centrais através de um canal com 10 Mbit/s de débito binário. Calcule o tempo que é necessário, em média, para transmitir todas as imagens produzidas num dia.

A certain medical imaging service produces digital images with 6000×4000 pixels, 12 bits per pixel. On average, 1000 of these images are generated during a day, which have to be sent to the central services through a channel with a bitrate of 10 Mbit/s. Calculate the average time it takes to transmit all the images produced in a day.

2. (1.5 valores) Considere o sistema de tempo discreto definido por $H[x(n)] = x(n) + 0.5x(n - 22050)$.
Consider the discrete-time system defined by $H[x(n)] = x(n) + 0.5x(n - 22050)$.

- (a) Se este sistema for usado para processar um sinal de áudio amostrado a 44100 Hz, qual seria o efeito que esperaria ouvir? Porquê?

If this system is used to process an audio signal sampled at 44100 Hz, what effect would you expect to hear? Why?

- (b) Este sistema é linear? Porquê?

Is this system linear? Why?

- (c) Este sistema é sempre causal? Porquê?

Is this system always causal? Why?

3. (3 valores) Usando um código de comprimento variável, necessita de representar, eficientemente, símbolos que ocorrem com probabilidades

Using a variable-length code, you need to efficiently represent symbols that occur with probabilities

$$p_i \in \{0.6, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, 0.05\}.$$

- (a) Proponha um código que minimize o número médio de bits produzidos por uma fonte de informação que segue esta distribuição de probabilidades.

Propose a code that minimizes the average number of bits produced by an information source that follows this probability distribution.

- (b) Assumindo independência na ocorrência dos símbolos, qual é a redundância do código que propôs?

Assuming independence in the occurrence of symbols, what is the redundancy of the code you proposed?

- (c) Suponha que usava o seu código para representar símbolos cuja distribuição de probabilidades diferia da que usou para construir o código. Se essa distribuição fosse
Suppose you used your code to represent symbols whose probability distribution differed from the one you used to construct the code. If that distribution were

$$p'_i \in \{0.4, 0.15, 0.15, 0.1, 0.1, 0.1\},$$

qual seria o comprimento médio da codificação gerada? Seria maior ou menor do que o gerado se a distribuição correspondesse à original? Porquê?

What would be the average length of the generated code? Would it be longer or shorter than the length generated if the distribution matched the original? Why?

4. (4 valores) Considere uma fonte binária com alfabeto

Consider a binary source with alphabet $\Sigma = \{A, B\}$.

- (a) Proponha, justificando, uma sequência de comprimento 20, com entropia de primeira ordem máxima, e que seja a mais favorável possível para um codificador LZW, ou seja, que origine o menor número possível de códigos para a representar.

Propose, justifying, a sequence of length 20, with maximum first-order entropy, that is as favorable as possible for an LZW encoder, that is, that generates the fewest possible number of codes to represent it.

- (b) Usando a sequência produzida, proponha um modelo probabilístico para prever o próximo símbolo, tendo como contexto os dois últimos símbolos. Indique, segundo esse modelo, qual é a probabilidade do próximo símbolo ser um “A”.

Using the sequence produced, propose a probabilistic model to predict the next symbol, given the last two symbols as context. According to this model, what is the probability that the next symbol will be an “A”.

- (c) Caso fosse produzido um “B”, quantos bits seriam gerados por um codificador aritmético que usasse esse modelo?

If a “B” were produced, how many bits would be generated by an arithmetic encoder using this model?

5. (2.5 valores) A desigualdade de Kraft coloca limites na construção de códigos livres de prefixo. Explique de que forma essa limitação acontece.

Kraft’s inequality places limits on the construction of prefix-free codes. Explain how this limitation occurs.

6. (2.5 valores) Explique, sucintamente, como funciona o modo de compressão sem perdas de um codificador JPEG.

Briefly explain how the lossless compression mode of a JPEG encoder works.

7. (2.5 valores) Explique quais são as principais características do sistema auditivo humano que são usadas nos modelos psico-acústicos dos codificadores de áudio e qual a sua finalidade.

Explain the main characteristics of the human auditory system that are used in the psychoacoustic models of audio encoders and what their purpose is.

8. (2.5 valores) Explique o que é que entende por escalabilidade num codificador de vídeo, e indique quais são as vantagens e desvantagens do uso desta técnica.

Explain what you mean by scalability in a video encoder, and indicate the advantages and disadvantages of using this technique.