

Nome:

Nº:



Departamento de Engenharia Informática
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Multimédia (LEI)

5 de Junho de 2018
Prova de Avaliação

Duração: 2h30

Notas prévias:

- 1) Exame com consulta restringida: apenas é permitido consultar a **folha fornecida**.
- 2) Não são permitidos meios electrónicos (computador, etc.).
- 3) Qualquer tentativa de fraude conduzirá à anulação da prova para todos os intervenientes.
- 4) Escolha múltipla: as respostas **erradas subtraem 25%** da cotação da pergunta.
- 5) As cotações das questões poderão sofrer alterações ligeiras para beneficiar a maioria dos alunos.

1. (2.5%) Na fase de design de projectos multimédia, o storyboard deve conter:

- ☐ um conjunto de textos narrando a história de uma animação
- ☐ o layout detalhado de cada ecrã da aplicação, com notas de design
- ☐ o layout genérico de cada ecrã da aplicação, sem notas de design
- ☐ o layout genérico de cada ecrã da aplicação, com notas de design
- ☐ nenhuma das anteriores

2. (2.5%) Em ECMAScript 2015, qual o evento gerado quando a reprodução de um vídeo chega ao fim?

- ☐ "videoended" ☐ "videostopped" ☐ "mediaended" ☐ "ended" ☐ "videoover"

3. (5%) No exemplo abaixo (código HTML e ECMAScript 2015), ao clicar-se na imagem pretende-se duplicar a largura da mesma. O código ECMAScript contém algum erro? Se sim, seleccione a linha onde será indicado erro no inspector do browser. Caso contrário escolha a opção "não há nenhum erro".

test.html: <!DOCTYPE html> <html> <head> <meta charset="UTF-8"> <title>Test </title> <script src="test.js"></script> </head> <body> <button id="myBtn"> </button> </body> </html>	test.js: main(); function main() { var img = document.getElementById("img"); img.addEventListener("click", imgClickHandler); } function imgClickHandler(ev) { ev.currentTarget.width *= 2; console.log(ev.target); }
---	--

- ☐ `img.addEventListener("click", imgClickHandler);` ☐ `function imgClickHandler(ev)`
☐ `ev.currentTarget.width *= 2;` ☐ `console.log(ev.target);` ☐ não há nenhum erro

4. (2.5%) No codec JPEG, em que canal(ais) é realizada a sub-amostragem? É obrigatória ou opcional?

- ☐ Y. Opcional. ☐ Y. Obrigatória.
☐ Cb e Cr. Opcional. ☐ Cb e Cr. Obrigatória ☐ nenhuma das anteriores

5. (2.5%) Com o objectivo de arquivar fotografias para memória histórica, qual dos seguintes codecs deve ser usado? Escolha a melhor opção.

- ☐ JPEG ☐ PNG ☐ SVG ☐ BMP ☐ GIF

6. (2.5%) As frames B podem servir de referência a outras frames no codec:
- ☐ MJPEG ☐ Em toda a família MPEG
- ☐ MPEG-1 ☐ MPEG-2 e MPEG-4 ☐ MPEG-4 AVC
7. (2.5%) Na designação de vídeo com qualidade HD standard (não Full HD), utiliza-se habitualmente a notação:
- ☐ 576i ☐ 720p ☐ 1280p ☐ 1080p ☐ 2160p
8. (2.5%) Na compressão destrutiva de áudio, qual o mecanismo utilizado pelo codec mp3 na gestão do pré-eco?
- ☐ Temporal Noise Shaping ☐ Perceptual Noise Substitution ☐ Equal Loudness Contours
- ☐ Long Term Prediction ☐ Não há nenhum mecanismo para o efeito
9. (2.5%) No codec AAC, a análise em frequência é feita com recurso a que transformada?
- ☐ DFT ☐ MDCT, após filtragem passa-banda ☐ MDCT, sem filtragem passa-banda
- ☐ DCT, após filtragem passa-banda ☐ DCT, sem filtragem passa-banda
10. (5%) Qual a representação quantitativa da cor HSB com $H = 165^\circ$, $S = 66.67\%$, $B = 30\%$, segundo o modelo de cor RGB, na escala 0-255?
- ☐ R = 38, G = 77, B = 25 ☐ R = 25, G = 64, B = 170 ☐ R = 64, G = 77, B = 38
- ☐ R = 25, G = 77, B = 64 ☐ R = 25, G = 64, B = 38
11. (5%) Imagine que dispõe de um vídeo comprimido através do codec MPEG-4 AVC, com as seguintes características: 25 fps, resolução Ultra HD, bitrate de 40 Mbps e com dimensão igual a 800 MB. Qual a duração da música em causa? Considere $1K = 1000$.
- ☐ 2m10s ☐ 2m40s ☐ 3m20s ☐ 4m30s ☐ 4m00s
12. (5%) Num vídeo a 24 fps, comprimido através do codec MPEG-1, e cuja estrutura do GOP (Group of Pictures) é determinada pelos parâmetros $M = 4$ e $N = 12$, ocorreu um erro na transmissão de dados via streaming, o qual corrompeu totalmente a segunda frame P do GOP. Quantas frames ficarão corrompidas em resultado do erro na frame em causa (não conte com a própria)?
- ☐ 0 ☐ 3 ☐ 7 ☐ 12 ☐ nenhuma das anteriores
13. (5%) mp3 está para FLAC assim como:
- ☐ AVI está para CorePNG ☐ MPEG-1 está para CorePNG ☐ MPEG-4 AVC está para CorePNG
- ☐ AVI está para MPEG-4 AVC ☐ CorePNG está para MOV
14. (7.5%) Na compressão de uma dada imagem em formato JPEG, obteve-se a matriz Y_{DCT} (abaixo, esquerda), a qual representa a DCT para o canal Y. Posteriormente, esses coeficientes foram quantizados usando a matriz Q (abaixo, direita). Qual o erro na descodificação dos 3 primeiros coeficientes AC da DCT, considerando a ordem do varrimento em zig-zag?
- $Y_{DCT} =$
- | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 165 | 45 | 1 | -6 | 3 | -2 | 4 | 3 |
| -5 | 14 | -2 | 3 | -3 | 1 | 1 | 2 |
| 14 | -1 | 3 | -2 | -2 | -1 | -1 | 2 |
| 0 | 2 | -1 | -1 | 1 | -1 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | -2 | -1 |
| 0 | 1 | -2 | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | -1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| -1 | -1 | -1 | -2 | 0 | -1 | 0 | 0 |
- $Q =$
- | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 16 | 11 | 10 | 16 | 24 | 40 | 51 | 61 |
| 12 | 12 | 14 | 19 | 26 | 58 | 60 | 55 |
| 14 | 13 | 16 | 24 | 40 | 57 | 69 | 56 |
| 14 | 17 | 22 | 29 | 51 | 87 | 80 | 62 |
| 18 | 22 | 37 | 56 | 68 | 109 | 103 | 77 |
| 24 | 35 | 55 | 64 | 81 | 104 | 113 | 92 |
| 49 | 64 | 78 | 87 | 103 | 121 | 120 | 101 |
| 72 | 92 | 95 | 98 | 112 | 100 | 103 | 99 |
- ☐ 4, 0, 1 ☐ -4, 1, 0 ☐ 1, 0, -5 ☐ 1, -5, 0 ☐ 1, 5, 1
15. (7.5%) Um ficheiro áudio PCM apresenta a seguinte sequência de amostras: $x[n] = \{0, 1, 2, 2, 1\}$, $n = 1, 2, \dots, 5$. Sabendo que: i) o ficheiro será codificado com o codec FLAC; ii) o modelo de previsão utilizado é dado pela equação $x_p[n+1] = a_1x[n] + a_2x[n-1]$ ($x_p[n+1]$ é o valor previsto para a amostra $x[n+1]$); e que os resíduos $e[n]$, $n = 4, 5$ são $\{1, -1\}$, quais os valores dos coeficientes do modelo de previsão, a_1 e a_2 ?
- ☐ $a_1=1, a_2=0$ ☐ $a_1=3/4, a_2=-1/4$ ☐ $a_1=0, a_2=1$ ☐ $a_1=-2/3, a_2=4/3$ ☐ $a_1=1/2, a_2=3/2$

16. (2.5%) Um diagrama de navegação pode ser estruturado de forma a apresentar o mapa de navegação de acordo com a navegação real do utilizador. Como se designa essa forma de estruturação?

17. (5%) Na gestão de projectos, em que consiste um diagrama de Gantt? Que informação deve conter?

18. (5%) Qual o efeito **audível** de baixar o número de bits de quantização no armazenamento de música em formato digital?

19. (7.5%) Na família MPEG, de que forma são codificados os vectores de movimento? Porquê?

20. (10%) Uma dada imagem contém a sequência de bytes indicada abaixo. Sabendo que a imagem será codificada segundo o codec PNG e que $\{x_1, x_2, x_3\} = \{230, 30, 200\}$, qual o impacto de se utilizar o modelo de previsão Sub na codificação de x_1 , x_2 e x_3 ?

150	178	139	201	...
100	x_1	x_2	x_3	...

21. (10%) Imagine que criou uma imagem que representa um tabuleiro de xadrez. O tabuleiro consiste numa grelha de 8x8 quadrados pretos e brancos, em alternância (todos com a mesma dimensão). A dimensão total da imagem é de 280x280. Sabendo que deseja gravar a imagem como mapa de bits, qual será o codec mais adequado para a representar? Justifique.

CONSULTA

- **HTML:** manipulação dinâmica do conteúdo HTML, estilos, etc. → utilização da DOM (Document Object Model)
- **HTML5 canvas:** modos de operação
 - Modo imediato e modo retido

Conversão RGB → HSB

RGB ∈ [0,1], H ∈ [0°, 360°], S ∈ [0, 1], V ∈ [0, 1]

$$h = \begin{cases} 0 & \text{if } \max = \min \\ 60^\circ \times \frac{g-b}{\max-\min} + 0^\circ, & \text{if } \max = r \text{ and } g \geq b \\ 60^\circ \times \frac{g-b}{\max-\min} + 360^\circ, & \text{if } \max = r \text{ and } g < b \\ 60^\circ \times \frac{b-r}{\max-\min} + 120^\circ, & \text{if } \max = g \\ 60^\circ \times \frac{r-g}{\max-\min} + 240^\circ, & \text{if } \max = b \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0, & \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max-\min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad v = \max$$

Conversão HSB → RGB

H ∈ [0°, 360°], S ∈ [0, 1], V ∈ [0, 1], RGB ∈ [0,1]

$$H_i = \left\lfloor \frac{H}{60} \right\rfloor \bmod 6$$

$$f = \frac{H}{60} - H_i$$

$$p = V(1 - S)$$

$$q = V(1 - fS)$$

$$t = V(1 - (1 - f)S)$$

$$\text{if } H_i = 0 \rightarrow R = V, G = t, B = p$$

$$\text{if } H_i = 1 \rightarrow R = q, G = V, B = p$$

$$\text{if } H_i = 2 \rightarrow R = p, G = V, B = t$$

$$\text{if } H_i = 3 \rightarrow R = p, G = q, B = V$$

$$\text{if } H_i = 4 \rightarrow R = t, G = p, B = V$$

$$\text{if } H_i = 5 \rightarrow R = V, G = p, B = q$$

Conversão CMYK → RGB e RGB → YCbCr

$$Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

$$Cb = \frac{B-Y}{2} + 0.5$$

$$Cr = \frac{R-Y}{1.6} + 0.5$$

Profundidade de cor

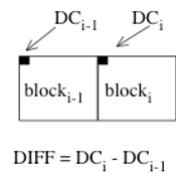
True color = 24 bits, high color = 16 bits

JPEG: sub-amostragem

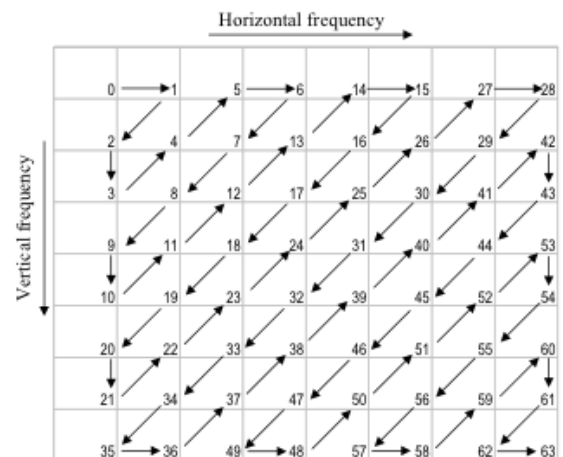
- Notação = Yref : factor Cr: factor Cb
 - Referência para a amostragem horizontal
 - Factor horizontal (em relação ao 1º dígito)
 - Factor horizontal (em relação ao 1º dígito), excepto quando é 0 (igual ao 2º dígito e Cr e Cb são ambos sub-amostrados 2:1 na vertical)

- **JPEG:** DCT em blocos 8x8, quantização dos coeficientes da DCT

- **JPEG:** Codificação Diferencial do Coeficiente DC



- **JPEG:** Codificação entrópica dos restantes 63 coeficientes



- **GIF:** palette de 256 cores, transparência de índice

- **PNG:** modelos de previsão

Bytes	Type	Name	Filter Function
<input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> b	0	None	Filter(x) = Orig(x)
<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> x	1	Sub	Filter(x) = Orig(x) - Orig(a)
	2	Up	Filter(x) = Orig(x) - Orig(b)
	3	Average	Filter(x) = Orig(x) - floor((Orig(a) + Orig(b)) / 2)
	4	Paeth	Filter(x) = Orig(x) - PaethPredictor(Orig(a), Orig(b), Orig(c))

$$p = a + b - c$$

$$pa = \text{abs}(p - a)$$

$$pb = \text{abs}(p - b)$$

$$pc = \text{abs}(p - c)$$

$$\text{if } pa \leq pb \text{ and } pa \leq pc \text{ then } Pr = a$$

$$\text{else if } pb \leq pc \text{ then } Pr = b$$

$$\text{else } Pr = c$$

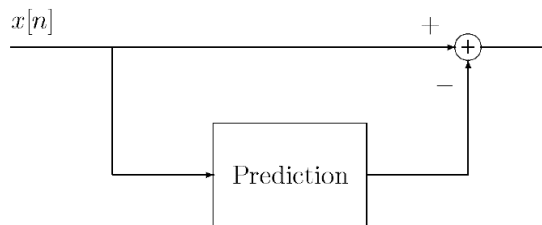
$$\text{return } Pr$$

- **PNG:** transparência alfa

CONSULTA

- **Qualidade de CD:** $f_s \geq 44100$ Hz, 16 bits, stereo

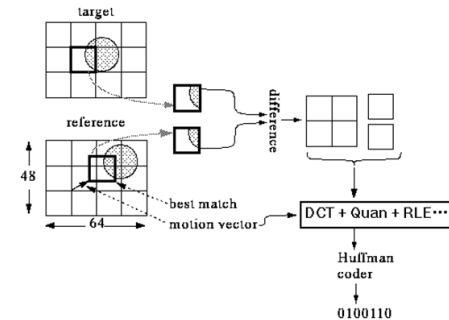
- **FLAC:** codificação mid-side
- **FLAC:** modelos de previsão (até à ordem 32)



$$e[n] = x[n] - Q \left\{ \sum_{k=1}^M \hat{a}_k x[n-k] - \sum_{k=1}^N \hat{b}_k e[n-k] \right\}$$

- **FLAC:** codificação mid-side
- **mp3:** bitrate típica=128kbps, máxima=320kbps
- **mp3:** nr. de canais = stereo ou 5.1
- **mp3:** janelas de 1152 amostras por canal
- **mp3:** filtragem passa-banda = 32 bandas
- **mp3:** MDCT aplicada ao resultado de cada filtro
- **mp3:** mascaramento de sons
- **mp3:** joint stereo: intensity stereo ou mid-side
- **AAC:** MDCT pura
- **AAC:** algumas melhorias face ao mp3
 - Temporal Noise Shaping
 - Perceptual Noise Substitution
 - Long-Term Prediction

- **MPEG-1:** resíduos e compensação de movimento, codificação de vectores de movimento, análise no canal de luminância



- **MPEG-1:** GOP típico **IBBBPBBBBPBBBI...** (M=4, N=12)
- **MPEG-1:** bitrate aproximada ≤ 1.5 Mbps
- **MPEG-2:** algumas melhorias face ao MPEG-1
 - precisão nos vectores de movimento (1/2 pixel)
 - Precisão seleccionável na **DCT** (até 10 bits de quantização)
 - Escalabilidade: Scalable video coding
- **MPEG-2:** bitrate aproximada ≤ 15 Mbps
- **MPEG-4 Part 2 (ASP – Advanced Simple Profile)**
- **MPEG-4 ASP:** alg. melhorias face ao MPEG-2
 - Global motion compensation
 - Qpel (quarter pixel motion compensation)
- **MPEG-4 Part 10 (AVC - Advanced Video Coding)**
- **MPEG-4 AVC:** alg. melhorias face ao MPEG-2
 - Compensação de movimento: até 16 frames de referência nas frames P
 - Blocos de dimensão variável (4x4 a 16x16)
 - Vários vectores por macro-bloco
 - Qpel
 - Frames B podem servir de referência a outras

-
- **Vídeo:** codecs lossless
 - CorePNG, FFV1, HuffYUV, Lagarith, SheerVideo, ...

- **MPEG-1:** macroblocos 16x16
- **MPEG-1:** modelo de cor YUV