

Universidade do Minho - Dep. <sup>to</sup> Informática Mestrado em Engenharia de Telecomunicações & Informática <b>Serviços de Rede &amp; Aplicações Multimédia</b>	
<b>Ano Letivo 2023/2024 • Exame de Recurso Escrito • junho 2024</b> <b>Duração Total: 110 Minutos</b> Escreva as suas respostas num editor de texto à sua escolha e envie no formato PDF (ou formato de texto) para <b>bruno.dias@di.uminho.pt</b> e <b>bafdias@gmail.com</b>	



Figura 1: Sistema Multimédia.

Na figura 1 está esquematizado um sistema de digitalização, transmissão e gravação em ficheiro digital dum canal áudio analógico. O sinal do canal é captado por um microfone digital que faz a conversão AD e gera uma sequência PCM binária.

A sequência PCM binária é depois codificada num módulo com compressão estatística Huffman em blocos de 90 bits. Esta nova sequência de bits resultante da compressão estatística é transmitida na linha.

No destino do sistema de transmissão existe um descompressor Huffman que realiza o trabalho inverso do compressor descomprimindo a sequência binária recebida, obtendo uma sequência PCM binária igual à original.

Por fim, esta sequência PCM binária é codificada/comprimida para um ficheiro de *output* através de codificação por padrões LZWdR.

Cada canal de áudio gera um ficheiro de *output*. O esquema é aplicado num sistema áudio estéreo (dois canais de áudio com duas linhas de transmissão gerando dois ficheiros de *output*).

Tendo em atenção os dados do sistema multimédia da figura 1, responda às seguintes perguntas, justificando as respostas com todos os cálculos e todos os dados relevantes:

1. Qual a sequência binária na linha de transmissão correspondente à seguinte sequência PCM binária (bloco de 90 bits) resultante da digitalização (incluindo metadados necessários)? (30%)

**001010011100101010001010100101001000011110101  
010001010101000101010000111101110111011010000**

2. Depois dos dados passarem pelo descompressor estatístico, voltamos a obter uma sequência PCM igual à resultante da digitalização referida na questão anterior. Utilizando codificação por padrões LZWdR para este bloco de dados qual seria a sequência binária resultante (incluindo metadados necessários) como output? (40%)

3. Imagine que sequência binária PCM da questão 1 resulta da digitalização do canal esquerdo do sistema estéreo e que a sequência seguinte resulta da digitalização do canal direito do mesmo sistema estéreo no mesmo intervalo de tempo:

**001010010100100010001010000111001010011010101  
010011011101011101110000011101110101010010000**

Explique algumas estratégias dum algoritmo contextual alternativo de codificação, sem perda de informação, das duas sequências dos dois canais num único ficheiro de *output* que tire partido do facto de se tratar da digitalização de dois canais de áudio recolhidos por microfones quase no mesmo local ao mesmo tempo e sabendo que cada amostra de áudio digitalizada tem uma resolução de 5 (cinco) bits. Qual seria o output da aplicação dessas estratégias às amostras apresentadas para os dois canais? (30%)

### Algoritmo de Codificação LZWdR

Considere-se a sequência de símbolos  $S=S_1S_2...S_N$  na entrada de dados, em que cada símbolo  $S_i$  pode assumir um de  $K$  valores possíveis dum alfabeto  $A=\{X_1, X_2, ..., X_K\}$ . Por conveniência,  $S[i]=S_i$  e  $A[i]=X_i$ .  
Defina-se um dicionário com um máximo de  $T$  padrões tal que  $D=\{P_1, P_2, ...\}$  em que  $D[i]=P_i$  é o padrão identificado pelo código/índice  $i$ .  $P_i^*$  representa a sequência de símbolos invertida de  $P_i$ , da direita para a esquerda. Valores típicos:  $K=2^8$ ,  $T=2^{20}$ .  
Inicia-se o dicionário de padrões  $D$  com os  $K$  padrões de símbolos individuais de  $A$ .  
Processar  $S$  em pares consecutivos de padrões conhecidos  $P_a|P_b$  (os maiores já existentes em  $D$ ), acrescentando ao dicionário: i) os padrões novos formados por concatenação de  $P_a$  com todos os padrões que estão em  $P_b$  e ii) todos os padrões novos formados ao inverter os padrões obtidos em i).  
Enviar para a saída o código/índice de  $P_a$ .  
Voltar a processar  $S$  em pares consecutivos de padrões a partir do primeiro símbolo de  $P_b$ , i.e.,  $P_a=P_b$ , repetindo os passos anteriores até não haver mais símbolos em  $S$  para processar depois de  $P_b$ .  
Terminar enviando para a saída o código/índice de  $P_b$ .