

Universidade do Minho - Dep. ^{to} Informática Mestrado em Engenharia de Telecomunicações & Informática Serviços de Rede & Aplicações Multimédia	
Ano Letivo 2023/2024 • 2º Teste Escrito • maio 2024 Duração Total: 110 Minutos Escreva as suas respostas num editor de texto à sua escolha e envie no formato PDF (ou formato de texto) para bruno.dias@di.uminho.pt e bafdias@gmail.com	

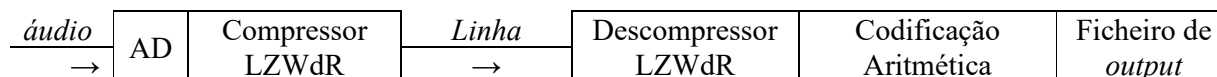


Figura 1: Sistema Multimédia.

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 por padrões LZWdR (algoritmo dado nas aulas teóricas e conforme anexado a este enunciado) em blocos de 72 bits (ou 24 símbolos), i.e., cada sequência binária resultante duma amostra tem três bits e é considerada um símbolo de entrada no compressor LZWdR. A compressão LZWdR gera uma nova sequência de bits (resultante da codificação dos índices/códigos dos padrões LZWdR) que é transmitida na linha.

No destino do sistema de transmissão existe um descompressor LZWdR 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 aritmética, em que cada grupo de três bits também é considerado um símbolo. 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:

- Qual a sequência binária na linha de transmissão correspondente à seguinte sequência PCM binária (72 bits) resultante da digitalização? (35%)
101 001 010 000 101 011 111 010 101 000 111 101
010 101 001 000 101 101 000 101 000 010 100 001
- Depois dos dados passarem pelo descompressor LZWdR, voltamos a obter uma sequência PCM igual à resultante da digitalização referida na questão anterior. Utilizando codificação aritmética para este bloco de dados e considerando que cada símbolo é um grupo de três bits, qual a sequência binária resultante (sem considerar os metadados necessários) da codificação dos primeiros 15 bits (cinco símbolos) daquele bloco? (35%)
- 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:
101 010 010 001 100 011 110 010 100 000 101 100
011 111 001 001 101 001 000 101 001 011 110 110

- i) Explique duas 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. **(10%)**
- ii) Utilizando essas estratégias algorítmicas, qual seria então a sequência binária final dentro do ficheiro de *output* resultante da codificação das duas sequências indicadas? **(20%)**

Algoritmo de Codificação LZWdR

Considere-se a sequência de símbolos $S=S_1S_2\dots S_N$ na entrada de dados, em que cada símbolo S_i pode assumir um de K valores possíveis dum alfabeto $A=\{X_1, X_2, \dots, X_K\}$. Por conveniência, $S[i]=S_i$ e $A[i]=X_i$.
Defina-se um dicionário com um máximo de T padrões tal que $D=\{P_1, P_2, \dots\}$ 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 .