Universidade do Minho - Dep. to Informática Mestrado em Engenharia de Telecomunicações & Informática

Serviços de Rede & Aplicações Multimédia

Ano Letivo 2023/2024 • 1º Teste Escrito • março 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

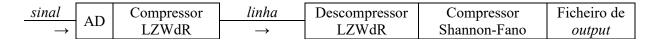


Figura 1: Sistema Multimédia.

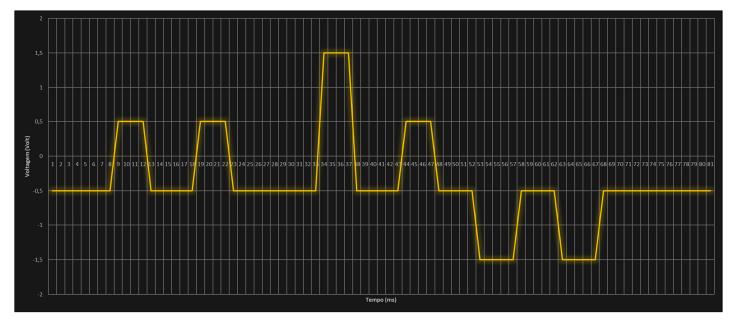


Figura 2: Um bloco exemplificativo de 80 milissegundos do sinal da fonte analógica.

Na figura 1 está esquematizado um sistema de digitalização, transmissão e gravação em ficheiro digital dum sinal analógico. A figura 2 é uma ilustração deste sinal num determinado intervalo de tempo de 80 milissegundos (ms). O sinal é captado por um sensor que digitaliza voltagens entre -2 e +2 Volt. A largura de banda B do sinal analógico é de 100 Hz.

O sistema digitaliza o sinal de voltagem do sensor através dum conversor AD com quantização uniforme e com a menor frequência de amostragem possível, gerando uma sequência PCM binária que é depois codificada num módulo com compressão por padrões LZWdR (algoritmo dado nas aulas teóricas e conforme anexado a este enunciado). Cada sequência binária resultante duma amostra (K bits/amostra) é considerada um símbolo de entrada no compressor LZWdR.

No destino do sistema de transmissão existe um descompressor LZWdR que realiza o trabalho inverso do compressor: a cada 80 ms analisa descomprime a sequência binária recebida, obtendo uma outra sequência binária que corresponde à sequência PCM original de símbolos binários (K Bits/amostra) resultante da digitalização na origem.

Por fim, esta sequência binária correspondente à digitalização de 80 ms é depois codificada/comprimida para um ficheiro de *output* através dum codificador estatístico Shannon-Fano, em que cada grupo de K bits é considerado um símbolo. A codificação Shannon-Fano dos dados

resultantes da digitalização de cada bloco de 80 ms origina um cabeçalho de metadados (informação necessária para que um descompressor Shannon-Fano possa descodificar/descomprimir o ficheiro de *output*) e uma sequência de códigos binários Shannon-Fano.

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 o número mínimo de níveis quânticos que o conversor AD tem de implementar para que a qualidade de digitalização seja superior a 16 dB e qual o ritmo binário PCM correspondente à saída do conversor AD? (10%)
- 2. Tendo em atenção os requisitos da questão anterior, qual a sequência PCM binária resultante da digitalização do bloco de 80 ms da figura 2 (assuma que a digitalização começa exatamente no momento 1 ms). (10%)
- 3. Tendo em consideração a sequência PCM calculada na questão anterior, qual a sequência de códigos de *output* (valores inteiros dos índices dos padrões) resultante da sua codificação utilizando o algoritmo LZWdR? (30%)
- 4. Se codificar a sequência de códigos de *output* (valores inteiros dos índices dos padrões calculados na alínea anterior) numa sequência binária otimizada (menor número de bits possível), qual a sequência de bits que seria transmitida na linha, correspondente à digitalização e compressão LZWdR do bloco de 80 ms da figura 2? (10%)
- 5. Depois dos dados passarem pelo descompressor LZWdR, voltamos a obter uma sequência PCM igual à resultante da digitalização referida na questão 2. Utilizando codificação estatística Shannon-Fano para este bloco de dados e considerando que cada símbolo é um grupo de K bits, qual a sequência binária resultante (sem considerar os metadados necessários)? (30%)
- 6. Tendo em consideração a codificação definida na questão anterior, qual a sequência binária necessária para representar os metadados (explique que informação contém os metadados e como os codificou em binário)? (10%)

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 Pa.

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.