

Prova Final

Observações:

1. A prova deve ser resolvida individualmente. A cópia, se detectada, acarretará em nota zero para todas as partes envolvidas.
2. No e-disciplinas, há uma tarefa para cada questão. Anexar os programas usados na resolução do exercício e um arquivo pdf com todos os gráficos e comentários que justifiquem suas respostas.
3. A prova deverá ser entregue até 23h59 de 17/07/2022.

Questão 1 (5,0 pontos)

Na questão sobre compressão JPEG, modifique o seu programa para usar blocos DCT 4×4 e 16×16 , e compare o resultado em termos de PSNR da imagem reconstruída para as três opções (as duas acima e blocos 8×8).

Para a quantização, decime a matriz **Q** para obter uma versão de passos de quantização para o caso 4×4 , e use interpolação (como no caso da reconstrução dos canais de crominância) para obter a matriz para o caso 16×16 . Os valores de passo das frequências mais altas podem ficar pequenos com a interpolação, nesse caso apenas copie os valores mais próximos.

Explique claramente o que você fez, e calcule as PSNRs para as três opções. Calcule também a percentagem de coeficientes quantizados não nulos para cada caso.

Questão 2 (5,0 pontos)

Nesta questão, vamos analisar a robustez do sistema de marca d'água à compressão MPEG. Para isso, considere os sinais e os programas usados na Experiência 5 “Como inserir marca d'água em um sinal de áudio?” e responda os itens a seguir.

- a) Entregue o programa que você usou para resolver o item 4 “Marca d'água inaudível com BER baixa” da Experiência 5. Quais os valores de BER e o MMSIM que foram obtidos na recuperação da marca d'água ao se filtrar o sinal equalizado $z(n)$ pelo filtro de Wiener?
- b) Utilize a função `codec_mp3.m` disponível no Moodle para comprimir o sinal $y(n)$ (áudio + marca d'água) considerando uma codificação MP3 como na Experiência 3. Recupere a marca d'água da mesma forma feita no item a) e compare os valores da BER e do MMSIM obtidos. Ouça o sinal comprimido e verifique se a marca d'água continua inaudível.
- c) Para melhorar a robustez do sistema de marca d'água à compressão MPEG, vamos introduzir modificações no emissor e receptor enumeradas a seguir.
 - i1. O limiar de mascaramento é muito sensível à compressão MPEG para frequências acima de 11 kHz. Por isso, o filtro de modelagem perceptiva e o equalizador não se cancelam mais e consequentemente a BER aumenta. Para evitar isso, projete um filtro passa-baixas FIR com fase linear por trechos com ordem $N_{\text{filtro}} = 50$ (51 coeficientes), frequência de corte igual a 11 kHz e região de transição de 2 kHz. Apresente gráficos da resposta em frequência do filtro projetado.

- c2. Vamos agora usar esse filtro para criar uma sequência de espalhamento com conteúdo espectral restrito ao intervalo $[0, 11 \text{ kHz}]$. Para isso, gere a sequência pseudoaleatória $c(n)$ com $N_b + N_{\text{filtro}}/2$ amostras. Filtre essa sequência pelo filtro do item c1. As $N_{\text{filtro}}/2$ amostras a mais são necessárias para manter a sequência $c(n)$ com o mesmo comprimento, uma vez que se deve retirar as $N_{\text{filtro}}/2$ amostras iniciais da sequência filtrada para compensar o atraso do filtro. Normalize a sequência filtrada para que sua norma seja igual a $\sqrt{N_b}$ (mesma norma de $c(n)$ de antes).
- c3. Para evitar que o filtro de modelagem perceptiva amplifique os componentes de frequência residuais do sinal acima de 11 kHz, deve-se usar o limiar de mascaramento como módulo do filtro de modelagem perceptiva apenas no intervalo $[0, 11 \text{ kHz}]$. Na banda de frequências maior que 11 kHz, o módulo do filtro deve ser zero (considere -100 dB). Dica: Como 11 kHz cai aproximadamente no meio da banda, basta substituir a metade final do vetor de limiar de mascaramento por -100 . Com esses três itens, o sinal de áudio com a marca d'água, levando-se em conta a compressão MPEG, é gerado.
- c4. Vamos agora recuperar o sinal de marca d'água. Antes de começar a extração da marca d'água, o sinal comprimido deve ser filtrado pelo filtro passa-baixas do item c1. Para compensar o atraso, complete o sinal antes da filtragem com $N_{\text{filtro}}/2$ zeros e retire $N_{\text{filtro}}/2$ amostras depois da filtragem. Siga os mesmos passos do receptor do item a), não esquecendo de considerar a resposta do filtro igual ao limiar de mascaramento apenas no intervalo $[0, 11 \text{ kHz}]$ com no item c3.

Calcule a BER e o MSSIM e compare com os valores dos itens a) e b). Com essas modificações, pode-se dizer que o sistema de marca d'água é robusto à compressão MPEG? Comente os resultados.