

## Visão Computacional - Lista 4

---

Professor: Moacyr Alvim Horta Barbosa da Silva  
Monitor: Tulio Konečný

A lista deverá ser entregue no formato .pdf e o código em py. ou .ipynb  
Entrega: XX/04/24

### 1 Áudio

Leia o arquivo de áudio StarWars60.wav.

- (a) Faça uma redução do arquivo de áudio para que ele contenha apenas 10 segundos.
- (b) Plote o gráfico do espectro do áudio de 10 segundos (use o valor absoluto dos coeficientes de Fourier para visualizar o espectro).

### 2 Compressão com Fourier

- (a) Escolha uma fração  $p \in [0, 1]$  das frequências baixas presentes no áudio que serão preservadas, algo entre 80% e 10%, e coloque as frequências altas restantes iguais a zero.
- (b) Descreva a diferença entre o áudio original e o áudio compactado, onde as frequências altas foram descartadas.

### 3 Convolução em sinais de áudio com Fourier

- (a) Como seria o filtro de uma convolução cujo resultado é um eco de 0,5 segundos adicionado ao sinal? Implemente este filtro e aplique em um dos arquivos de áudio (coruja, leão, homem rindo, espirro, andrew rindo, mulher cantando)

- (b) (Reverb) Como seria o filtro de uma convolução cujo resultado são múltiplos ecos (em torno de 10 cópias) com diferenças de milissegundos entre eles e com amplitude decrescente? Implemente este filtro e teste com algum arquivo de áudio.

Dica: Você pode usar a convolução de bibliotecas já prontas ou usar `fft` para efetuar a convolução.

## 4 Compressão com Fourier e frequências altas com Fourier

Leia o arquivo de áudio `frutas.jpg`.

- (a) Escolha uma fração  $p \in [0, 1]$  das frequências da imagem que serão preservadas, algo entre 80% e 10% e coloque altas frequências complementares para zero (filtro de passa baixa)
- (b) Descreva a diferença entre a imagem original e a imagem compactada, onde as frequências altas foram descartadas. O que acontece com a imagem se o percentual de frequências baixas mantidas for muito baixo?
- (c) Qual é o efeito de manter-se as frequências altas, descartando as frequências baixas? (filtro de passa alta)

## 5 Convolução circular

Suponha que você tenha acesso a uma função  $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$  implementada no seu pacote de visão computacional/processamento de imagens. Você sabe que a função  $T$  é uma convolução circular, ou seja,  $T(u) = h \odot u$ , para algum vetor  $h \in \mathbb{R}^n$ .

Mostre que  $h$  pode ser obtido fazendo  $h = T(\delta)$ , onde  $\delta = (1, 0, 0, \dots, 0)$ .

## 6 Invariante por translações

Uma propriedade desejável em muitas situações de um filtro  $F$  é que ele seja “invariante por translações”. Ou seja,  $F(u) = v \rightarrow F(u(k - t)) = v(k - t)$ . Isto significa que o valor de um pixel na imagem filtrada não depende da localização física deste pixel, depende apenas dos valores dos seus vizinhos. Mudar a imagem de lugar não muda o resultado do filtro.

Suponha que o filtro  $F : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$  tenha as seguintes propriedades:

- 1) Linear:  $F(au + bv) = aF(u) + bF(v)$

2) Invariante por translação:  $F(u) = v \rightarrow F(u(k - t)) = v(k - t)$ , onde a translação por  $t \in \mathbb{Z}$  é “circular”.

Mostre que o filtro  $F$ , linear e invariante por translação, é uma convolução circular.

## 7 Extra

### 7.1 Correção Automática de Gabaritos

Neste exercício faremos um código para corrigir de forma automática um gabarito de prova.

Seu código deve receber de entrada duas imagens, uma contendo gabarito  $g$  e uma contendo as respostas de um aluno  $r$ . Note que as imagens não estão alinhadas. Você deverá aplicar a Transformada de Fourier em cada uma das imagens, obtendo um espectro  $g'$  e um  $r'$ . Descobrir a transformação que leva  $r'$  em  $g'$ , aplicar essa transformação em  $r'$ . Com isso, aplicar a Transformada de Fourier inversa para obter a imagem na mesma orientação que o gabarito.

Por fim, compare o a resposta do aluno com o gabarito (pode ser por subtração de cor em pixel), informe quantas questões ele acertou.