

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Visão Computacional - Aula Prática 2 Roteiro de realce e restauração de imagens Profª Natália Batista

Este roteiro deverá ser realizado no laboratório utilizando uma versão simplificada da biblioteca Cimg (<https://cimg.eu/index.html>). Para cada questão será necessário implementar um programa para carregar uma imagem, processar (percorrendo linhas e colunas) e salvar a imagem. Para visualização dos resultados, será necessário abrir a imagem salva com um programa de visualização de imagens. Ao final, entregue um relatório contendo todas as imagens produzidas conforme instruções abaixo.

Antes de iniciar o roteiro, crie uma pasta no Linux, baixe do SIGAA e copie para essa pasta: a versão da CImg.h simplificada, o código de exemplo e pasta de imagens de exemplo.

Instruções para implementação, compilação e execução dos códigos:

a) Para implementar: inclua a biblioteca Cimg.h. Para simplificar, mantenha o arquivo do código cpp na mesma pasta da biblioteca.

```
#include "Cimg.h"  
using namespace cimg_library;
```

Você pode solicitar o nome da imagem a ser processada como entrada do programa ou alterar diretamente no código a string com o caminho para o arquivo da imagem:

```
CImg<unsigned char> image("./imagens/lena.bmp")
```

b) Para compilar:
`g++ desenha_linhas.cpp`

c) Para executar: `./a.out`

d) Para visualizar os resultados: abrir a imagem de resultado criada na pasta com software de visualização de imagens (por exemplo: Image Viewer, Gimp).

Observação: salvar as imagens como bmp (a instalação das bibliotecas na máquina permite visualização e gravação em outros formatos).

1. Adição de ruído sal e pimenta

Inicialmente trabalharemos com a imagem em escala de cinza lena_cinza.bmp.

O ruído sal e pimenta, ou ruído impulsivo, é caracterizado por pontos brancos e pretos aleatoriamente sobrepostos em uma imagem e pode ocorrer durante a aquisição da imagem. Para simular os efeitos desse tipo de ruído em uma imagem, escolha aleatoriamente 5% dos pixels da imagem para serem alterados para preto (0) e branco (255). Visualize o resultado.

2. Filtro da média

No filtro de média, a resposta é a média dos pixels contidos na vizinhança da máscara de filtragem. Implemente o filtro da média 3x3 e aplique-o na imagem ruidosa produzida no passo 1.

3. Filtro da mediana

A mediana de um conjunto de valores é tal que metade dos valores do conjunto é menor ou igual à mediana e a outra metade é maior ou igual a esse valor. O filtro da mediana substitui o valor de um pixel pela mediana dos valores de intensidade na vizinhança desse pixel.

Implemente o filtro da mediana 3x3 e aplique-o na imagem ruidosa produzida no passo 1.

Compare os resultados do filtro da mediana com os resultados do filtro da média.

4. Filtragem no domínio da frequência

Padrões moiré são um tipo de artefato em imagens digitais que algumas vezes resulta da amostragem de cenas com componentes periódicos ou quase periódicos. Em ótica, os padrões moiré se referem a padrões de sobreposição produzidos entre duas grades com espaçamento aproximadamente igual.

Esses padrões são uma ocorrência cotidiana comum. Nós os vemos, por exemplo, ao sobrepor telas mosquiteiras ou na interferência entre as linhas de varredura da TV (raster lines) e imagens listradas. No processamento digital de imagens, o problema surge rotineiramente ao digitalizar mídia impressa, como jornais e revistas, ou em imagens com componentes periódicos cujo espaçamento é comparável ao espaçamento entre amostras (Gonzalez, 2010).

A Figura 1(a) mostra uma imagem de jornal amostrada a 75 dpi. A malha de amostragem (orientada vertical e horizontalmente) e os padrões de pontos na imagem de jornal (orientados a $\pm 45^\circ$) interagem para criar um padrão moiré uniforme que faz com que a imagem tenha uma aparência manchada.

Os padrões moiré podem ser reduzidos por meio de uma filtragem no domínio da frequência. Sabe-se que a Transformada de Fourier de um seno puro, que é uma função periódica, é um par de impulsos conjugados simétricos. Daí podemos deduzir que os pontos claros simétricos mais acentuados, na forma de impulsos na imagem do espectro, são um resultado da periodicidade aproximada do padrão moiré.

a) Calcule o espectro de Fourier da imagem da Figura 1(a) e mostre a visualização.

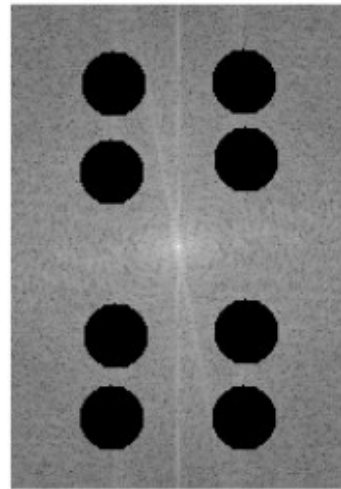
b) Reduza o ruído da imagem da Figura 1(a) realizando uma filtragem no domínio da frequência. Para realizar a filtragem da imagem, multiplique a DFT da imagem por um filtro como o da Figura 1(b). O filtro está disponibilizado junto com o enunciado deste trabalho.

Na biblioteca CImg, a função FFT realiza a Transformada de Fourier Discreta e a sua inversa. Lembre-se de centralizar o componente de frequência zero antes de aplicar o filtro (função *shift*). A filtragem será realizada pela multiplicação do filtro pela imagem da DFT.

c) Realize o mesmo processo de filtragem com a imagem palhaco.png. Construa o filtro para redução do ruído.



(a)



(b)

Figura 1. (a) Imagem digitalizada de um jornal mostrando um padrão moiré (Gonzalez, 2010). (b) Filtro para redução de ruído sobreposto ao espectro de Fourier da imagem (a). Para visualizar o espectro dessa forma, foram realizadas as operações indicadas no Exemplo 4.13 do livro texto (páginas 158/159).

Dicas:

Para calcular a FFT:

```
CImgList<float> fft = imagem.get_FFT();
```

Magnitude:

```
CImg<float> magnitude(fft[0]);
```

Parte imaginária:

```
CImg<float> parte_imaginaria(fft[1]);
```

Espectro:

$$|F(u, v)| = [R^2(u, v) + I^2(u, v)]^{1/2}$$

é chamada de *espectro de Fourier* (ou *de frequência*)

Após calcular o espectro, os valores devem ser ajustados usando a seguinte expressão:

$$\text{magnitude_ajustada} = 1 + \log_2(\text{magnitude});$$

Para deslocar os dados de forma que $F(0, 0)$ se posicione no centro do retângulo de frequências definido pelos intervalos $[0, M - 1]$ e $[0, N - 1]$;

$$\text{magnitude.shift}(\text{magnitude.width}() / 2, \text{magnitude.height}() / 2, 0, 0, 2);$$

Para visualizar o espectro e a imagem final filtrada, lembre-se de normalizar os valores de intensidade entre 0 e 255.

8. Relatório

Para esta prática, realize o que se pede em cada questão e, ao final, entregue um relatório do que foi feito.

Instruções para escrita relatório: numerar as questões colocando, para cada questão, a imagem original escolhida ao lado da(s) imagem(ns) resultante(s) do processamento e anexar o código utilizado (não precisa anexar os códigos das bibliotecas).

Referências

GONZALEZ, R.; WOODS, R. Processamento de imagens digitais. [Digital image processing (Inglês)]. Tradução de Roberto Marcondes Cesar Junior e Luciano da Fontoura Costa. 4 reimpr. São Paulo: Blucher, 2010.

FU, T. Digital Image Processing. Disponível em: <https://github.com/tonyfu97/Digital-Image-Processing/tree/main/05_filtering>. Acesso em: 12 mai. 2025.