

Ícaro Lima Magalhães

Ciência da Computação - 11328386

Professor Leonardo Vidal Batista

Introdução ao Processamento Digital de Imagens

30 de abril de 2018

## **Trabalho II, Relatório**

### **INTRODUÇÃO**

Este trabalho é focado na análise do resultado de operações de convolução e aplicação de máscaras em imagens RGB convertidas para níveis de cinza. Parte da atividade é executada com parâmetros pré definidos e alguns exercícios abrem espaço para experimentação.

### **MATERIAIS E MÉTODOS USADOS**

Assim como na atividade I, optei por não utilizar OpenCV. A linguagem escolhida foi Python 3.6. Toda a implementação manipula a matriz pixel a pixel e a biblioteca Pillow - Python Imaging Library - para executar operações básicas como obter as dimensões, aplicar bordas, abrir e salvar as imagens, seguindo a interface sugerida na descrição da atividade.

### **DETALHES DE IMPLEMENTAÇÃO**

Na atividade II foram feitas algumas melhorias na classe DetailedImage que tem como finalidade detalhar e expor parâmetros e operar sobre a imagem de entrada. O método de convolução e aplicação de máscaras foi revisto e melhorado. O dataset usado nos testes será

apresentado em sessões futuras. Assim como no trabalho I, a nível de demonstração usarei a imagem lena.jpg manipulada originalmente com dimensão 512x512.

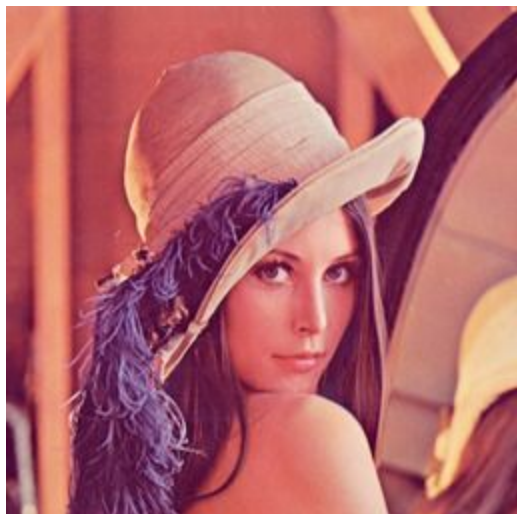


Imagem original



Imagem em níveis de cinza

lena.jpg com variações ao longo dos testes

## 2A - Filtros de aguçamento - Sharpness

As operações implementadas são definidas a partir das máscaras especificadas com os parâmetros  $c$  e  $d$  variáveis, sendo definidos originalmente como  $c = d = 1$ .

$$\begin{bmatrix} 0, & -c, & 0 \\ -c, & 4c+d, & -c \\ 0, & -c, & 0 \end{bmatrix}$$

a1

$$\begin{bmatrix} -c, & -c, & -c \\ -c, & 8c+d, & -c \\ -c, & -c, & -c \end{bmatrix}$$

a2

A legenda das imagens de teste segue o formato mask\_cValue\_dValue.

E.g. a1\_c1\_d2, onde a máscara é a1,  $c = 1$  e  $d = 2$ .



a1\_c1\_d1



a2\_c1\_d1

Como podemos notar, no teste original com  $c = d = 1$ , o filtro a2 apresentou mais definição porém adicionou bastante granularidade à imagem como um todo. No geral, as bordas ficam mais definidas com o filtro a2, independente das variações de  $c$  e  $d$ , porém a imagem aparentemente perde um pouco de qualidade devido à adição de granularidade. Seguindo o que sugerido na atividade, foram feitos testes para as máscaras dinâmicas a1 e a2 com diversas variações dos parâmetros  $c$  e  $d$ . Os resultados são apresentados a seguir:



a1\_c4\_d2



a2\_c4\_d2



a1\_c3\_d3



a2\_c3\_d3



a1\_c-2\_d2



a2\_c-2\_d2



a1\_c255\_d0



a1\_c5\_d0

a2\_c255\_d0



a2\_c5\_d0

## 2B - Filtros de detecção de bordas

Os filtros são computados a partir das matrizes especificadas:

$$\begin{bmatrix} -1/8 & -1/8 & -1/8 \\ -1/8 & 1 & -1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 \end{bmatrix}$$

b1

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

b2

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b3

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

b4



Esta máscara apresenta uma variação do filtro com contornos muito bem definidos em todos os eixos.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} -1/8 & -1/8 & -1/8 \\ -1/8 & 1 & -1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 \end{bmatrix}$$

b1



Esta variação traz contornos mais grossos que b1, porém os contornos mais superiores são mais acentuados.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} -1, & -1, & -1 \\ 0, & 0, & 0 \\ 1, & 1, & 1 \end{bmatrix}$$

b2

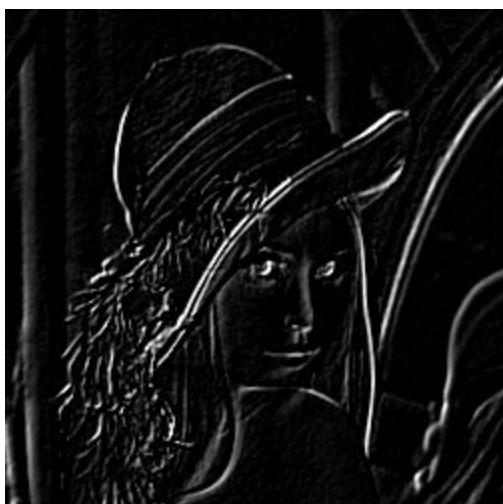


Esta variação traz contornos mais grossos, de modo que contornos mais à esquerda aparecem com mais definição.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} -1, & 0, & 1 \\ -1, & 0, & 1 \\ -1, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

b3



Esta variação é apresentada como um meio termo entre b2 e b3.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} -1, & -1, & 0 \\ -1, & 0, & 1 \\ 0, & 1, & 1 \end{bmatrix}$$

b4

## 2C - Filtro de Relevô - Emboss

Os filtros são computados a partir das matrizes especificadas:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

c1

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c2

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c3



Similar ao filtro b1 de detecção de bordas, o relevo é apresentado focando somente nos pontos mais acentuados da imagem.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

c1

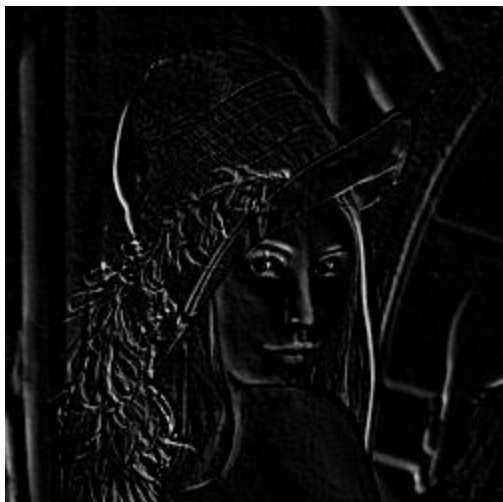


Esta variação apresenta relevos com mais qualidade porém perde a definição de algumas bordas. Um exemplo é a região superior direita do chapéu que apesar de apresentar relevos com qualidade não tem sua borda bem definida.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c2



Esta máscara destaca relevos onde não há bordas, isso pode ser notado na face de lena. Nenhum dos filtros de relevo anteriores destaca a região da face tão bem.

A máscara usada foi:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

c3

### 3 - Implementação e teste das operações de expansão e equalização de histograma



Imagem original, banda Y saturada.



Após Expansão



Após Equalização

Para este teste foi usada uma imagem com saturação alterada para só assim notarmos o real



efeito das operações de expansão e equalização sobre os níveis de contraste da imagem. Os níveis de contraste na equalização



Expansão ☐ Equalização

Equalização ☐ Expansão

pelo que podemos notar nas imagens, ao aplicar {Expansão ☐ Equalização}, os níveis de branco ficam mais estourados, a imagem perde mais informação do que na variação {Equalização ☐ Expansão}.

## DATASET USADO

O dataset da atividade foi composto por duas das quatro imagens da atividade I, introduzindo duas novas imagens nas resoluções 512x512, 256x256 e 128x128 pixels:



## DIFICULDADES ENCONTRADAS E OBSERVAÇÕES

Apesar de pesada, sendo de ordem  $O(N^3)$  caso o kernel seja do tamanho da imagem original, o custo computacional da operação foi reduzido em relação ao trabalho I, pois a aplicação das operações só será efetuada sobre a banda Y da imagem. A convolução foi melhorada em relação ao trabalho anterior.

Durante os testes dos métodos de equalização e expansão, algumas imagens com níveis de cinza equilibrados não mostraram resultados que permitissem fazer observações mais pontuais, para isso foi usada uma imagem com saturação alterada, permitindo assim uma melhor análise.

## CONCLUSÃO

A atividade, focada na implementação e análise de operações de convolução abre espaço para experimentação e introduz conceitos que só podem ser observados ao variar parâmetros das matrizes / kernels aplicados em cada operação. Conhecer estes conceitos nos torna mais independentes e críticos em relação à importância do processamento digital de imagens em diversos campos da ciência, assim como em atividades cotidianas como, por exemplo, a aplicação de um filtro em uma foto e o impacto disso na performance de uma aplicação.