

Introdução ao Processamento de Imagem Digital - MC920

Trabalho 4

Daniel Henriques Pamplona - RA: 260401

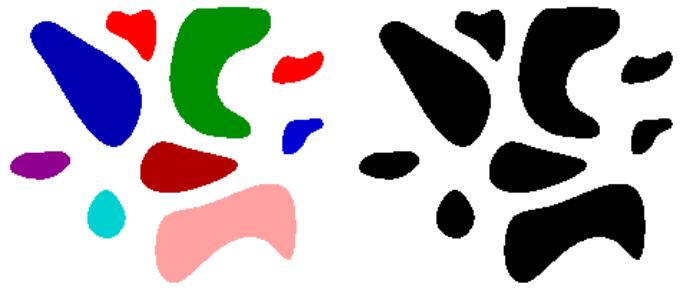
1 Descrição geral

Este trabalho tem 2 objetivos principais: o primeiro é o cálculo de algumas medidas de objetos presentes em uma imagem; e a segunda é a realização de transformações geométricas de escala e rotação em uma imagem.

2 Medidas de objetos

2.1 Transformação de cores

Para a obtenção do contorno dos objetos, é necessário a conversão da imagem colorida original para monocromática. Aqui, basta converter a imagem pra níveis de cinza, e depois forçar todos os píxels que tenham intensidade menor que 255 para 0, como mostrado na figura 1b a seguir.



(a) Imagem original (b) Imagem monocromática

2.2 Contorno de objetos

O objetivo deste item é encontrar o contorno dos objetos da figura original. Para acharmos o contorno dos objetos, primeiramente binarizamos a imagem para separarmos o objeto do fundo, achamos o contorno pela função `cv2.findContours` e desenhamos os contornos de cada objeto da figura de vermelho em um fundo branco. O output gerado segue na figura 2 abaixo.



Figura 2: Contorno dos objetos

2.3 Extração de propriedades dos objetos

O objetivo deste item é primeiramente, encontrar o número de regiões da figura e, depois, encontrar as propriedades de cada objeto da figura como: área, perímetro, excentricidade e solidez. Após isso, geramos uma imagem (figura 3) igual a original, mas com cada objeto devidamente rotulado.

```
número de regiões: 9
```

```
região 0: área: 3969.0 perímetro: 313.7645019878171 excentricidade: 0.8163620640925742 solidez: 0.7466139954853274
região 1: área: 791.0 perímetro: 119.9827560572969 excentricidade: 0.7411034746078129 solidez: 0.8958097395243488
região 2: área: 3584.0 perímetro: 259.4629867976521 excentricidade: 0.8980731711879257 solidez: 0.9755035383777899
região 3: área: 540.0 perímetro: 99.25483399593904 excentricidade: 0.8895857569166923 solidez: 0.9015025041736227
região 4: área: 438.0 perímetro: 88.76955262170047 excentricidade: 0.8559229397121942 solidez: 0.9087136929460581
região 5: área: 1684.0 perímetro: 174.12489168102786 excentricidade: 0.8681693019045008 solidez: 0.9672601952900631
região 6: área: 642.0 perímetro: 103.01219330881976 excentricidade: 0.8902417939866751 solidez: 0.9625187406296851
região 7: área: 3934.0 perímetro: 305.4213562373095 excentricidade: 0.9109916958128462 solidez: 0.773191823899371
região 8: área: 675.0 perímetro: 96.32590180780453 excentricidade: 0.6203801482940099 solidez: 0.9698275862068966
```

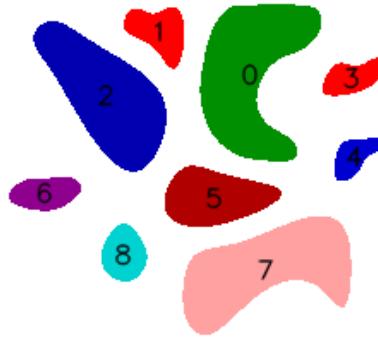


Figura 3: Regiões rotuladas

2.4 Histograma de área dos objetos

Por fim, classificamos os objetos como tendo áreas pequenas, médias e grandes, além de plotarmos o histograma das áreas dos objetos da imagem.

```
número de regiões pequenas: 5
número de regiões médias: 1
número de regiões grandes: 3
```

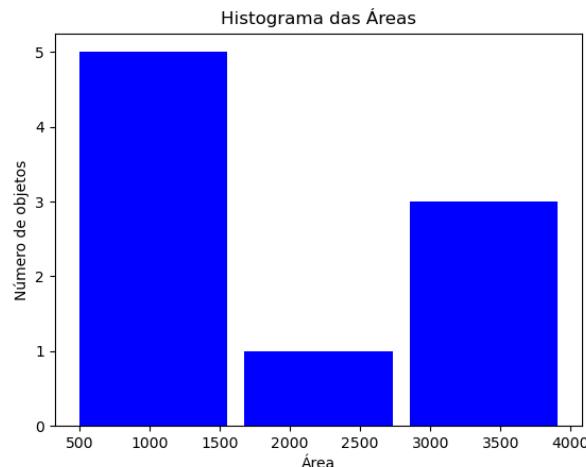


Figura 4: Histograma de área dos objetos

3 Transformações geométricas

O objetivo deste item é a transformação geométrica de escala e rotação em imagens. Os outputs apresentados serão iguais, pois os ângulos de rotação e os fatores de escalas utilizados foram fixos. O que difere uma interpolação de outra é a complexidade e o modo que é aplicado a transformação.



(a) Imagem original monalisa (b) Imagem original butterfly

Para todas as transformações de escala, foi utilizado um fator de escala igual a 2.5.

Para todas as transformações de rotação, foi utilizado um ângulo de rotação igual a 22.5° .

3.1 Interpolação pelo vizinho mais próximo

A interpolação pelo vizinho mais próximo utiliza o valor a intensidade do píxel mais próximo na imagem original para mudar na nova imagem. Essa interpolação é expressa por

$$f(x', y') = \begin{cases} f(x, y), & \text{para } dx < 0.5 \text{ e } dy < 0.5 \\ f(x + 1, y), & \text{para } dx \geq 0.5 \text{ e } dy < 0.5 \\ f(x, y + 1), & \text{para } dx < 0.5 \text{ e } dy \geq 0.5 \\ f(x + 1, y + 1), & \text{para } dx \geq 0.5 \text{ e } dy \geq 0.5 \end{cases} \quad (1)$$

onde dx e dy correspondem às distâncias nas direções x e y , respectivamente, entre os pontos (x', y') e (x, y) , ou seja, apenas as partes fracionárias do ponto (x', y')

$$\begin{aligned} dx &= x' - x = x' - \lfloor x' \rfloor \\ dy &= y' - y = y' - \lfloor y' \rfloor \end{aligned}$$

Abaixo estão os outputs de escala e rotação utilizando o método de vizinho mais próximo para ambas as imagens utilizadas.

3.1.1 Monalisa

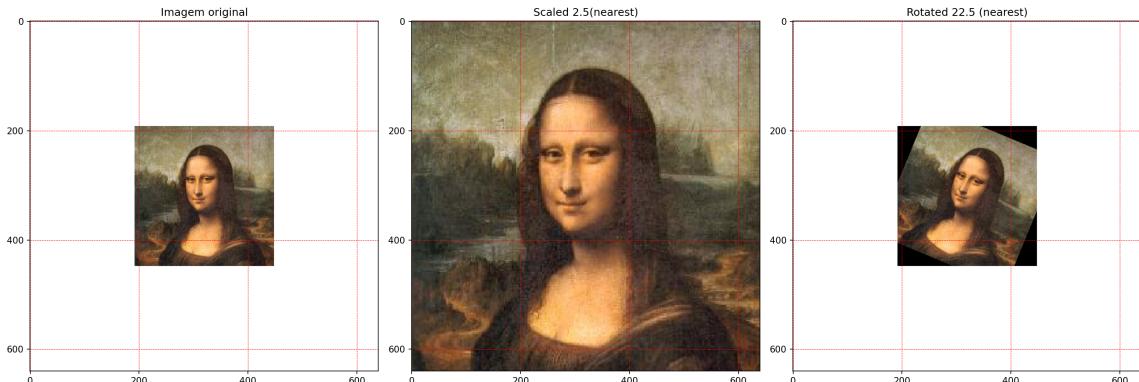


Figura 6: Comparação da imagem original da Monalisa com a escala e com a rotação

3.1.2 Butterfly

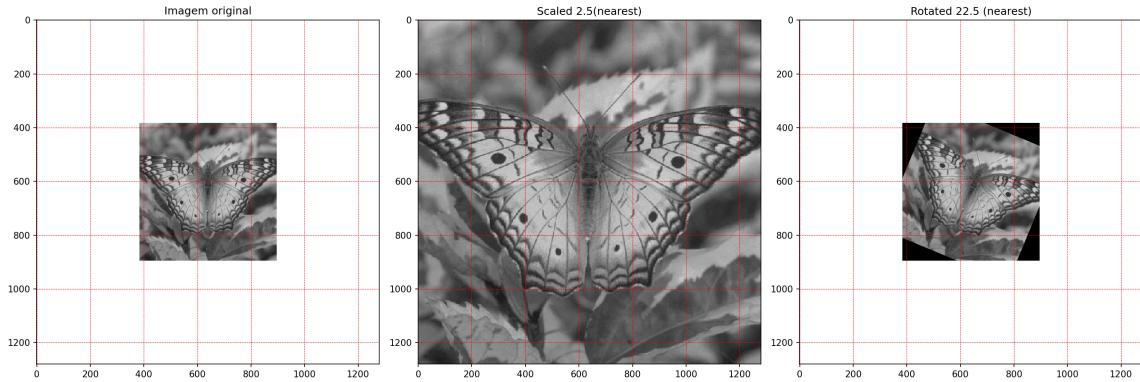


Figura 7: Comparação da imagem original da Butterfly com a escala e com a rotação

3.2 Interpolação bilinear

A interpolação bilinear utiliza uma média ponderada de distância dos quatro pixels vizinhos mais próximos. Ela é dada por

$$f(x', y') = (1 - dx)(1 - dy)f(x, y) + dx(1 - dy)f(x + 1, y) + (1 - dx)dy f(x, y + 1) + dx dy f(x + 1, y + 1) \quad (2)$$

Abaixo encontram-se os outputs referentes à interpolação bilinear nas transformações geométricas de escala e rotação para ambas as imagens.

3.2.1 Monalisa

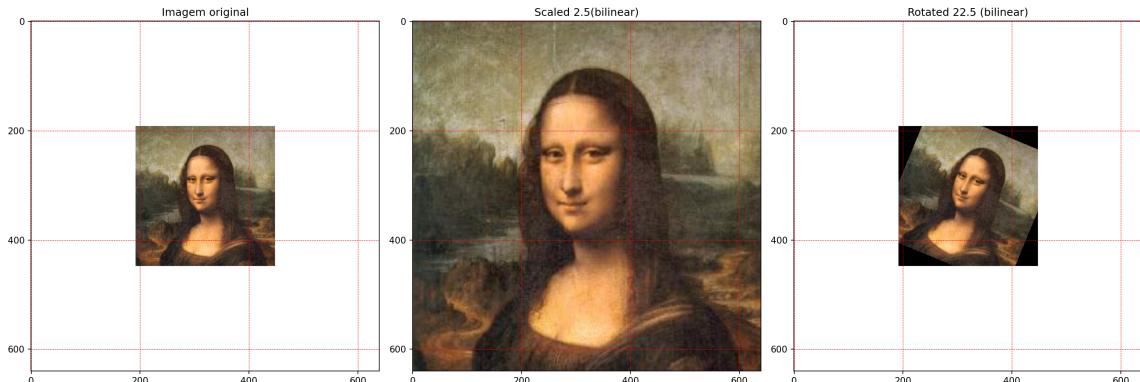


Figura 8: Comparação da imagem original da Monalisa com a escala e com a rotação

3.2.2 Butterfly

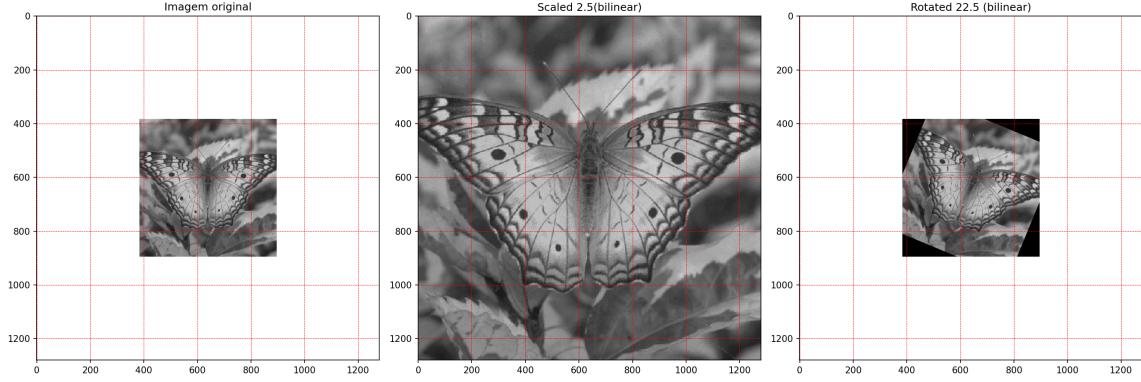


Figura 9: Comparação da imagem original da Butterfly com a escala e com a rotação

3.3 Interpolação bicúbica

A interpolação bicúbica utiliza uma vizinhança de 4×4 pontos ao redor do pixel em questão para calcular seu valor de intensidade. A função comum utilizada para calcular as intensidades do pixel na imagem interpolada é a função B-spline cúbica, que é definida como

$$f(x', y') = \sum_{m=-1}^2 \sum_{n=-1}^2 f(x + m, y + n) R(m - dx) R(dy - n) \quad (3)$$

sendo

$$R(s) = \frac{1}{6} [P(s+2)^3 - 4P(s+1)^3 + 6P(s)^3 - 4P(s-1)^3] \quad (4)$$

$$P(t) = \begin{cases} t, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases} \quad (5)$$

Abaixo encontram-se os outputs referentes à interpolação bicúbica nas transformações geométricas de escala e rotação para ambas as imagens.

3.3.1 Monalisa

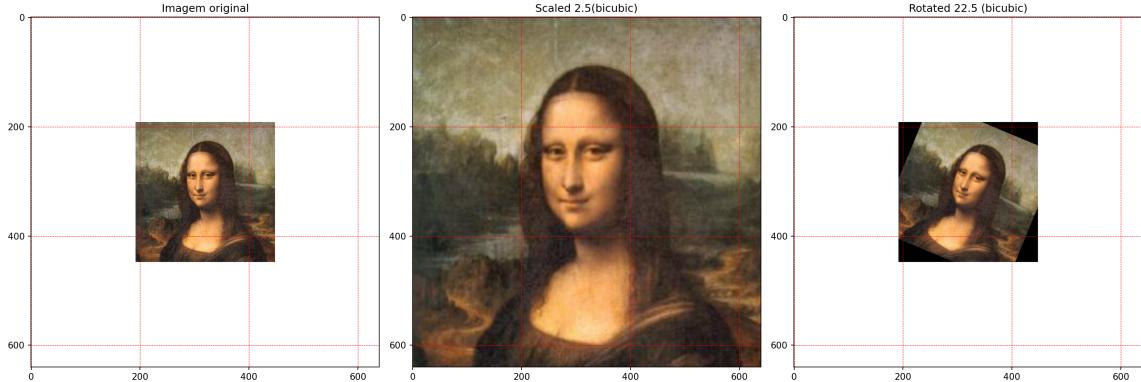


Figura 10: Comparação da imagem original da Monalisa com a escala e com a rotação

3.3.2 Butterfly

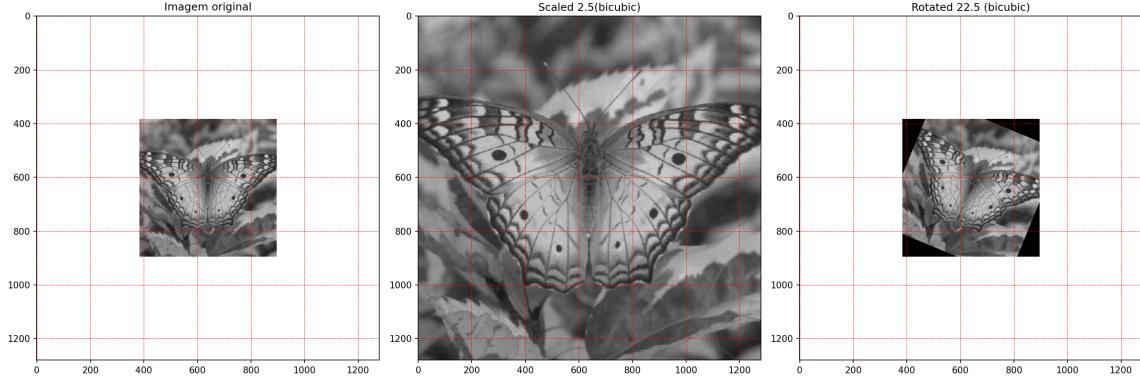


Figura 11: Comparação da imagem original da Butterfly com a escala e com a rotação

3.4 Interpolação por Polinômios de Lagrange

A interpolação por polinômios de Lagrange também utiliza uma vizinhança de 4×4 pontos para calcular o valor de intensidade de um pixel. A interpolação é definida por

$$f(x', y') = \frac{-dy(dy - 1)(dy - 2)L(1)}{6} + \frac{(dy + 1)(dy - 1)(dy - 2)L(2)}{2} + \frac{-dy(dy + 1)(dy - 2)L(3)}{2} + \frac{dy(dy + 1)(dy - 1)L(4)}{6} \quad (6)$$

sendo

$$L(n) = \frac{-dx(dx - 1)(dx - 2)f(x - 1, y + n - 2)}{6} + \frac{(dx + 1)(dx - 1)(dx - 2)f(x, y + n - 2)}{2} + \frac{-dx(dx + 1)(dx - 2)f(x + 1, y + n - 2)}{2} + \frac{dx(dx + 1)(dx - 1)f(x + 2, y + n - 2)}{6} \quad (7)$$

Abaixo encontram-se os outputs referentes à interpolação por polinômios de Lagrange nas transformações geométricas de escala e rotação para ambas as imagens.

3.4.1 Monalisa

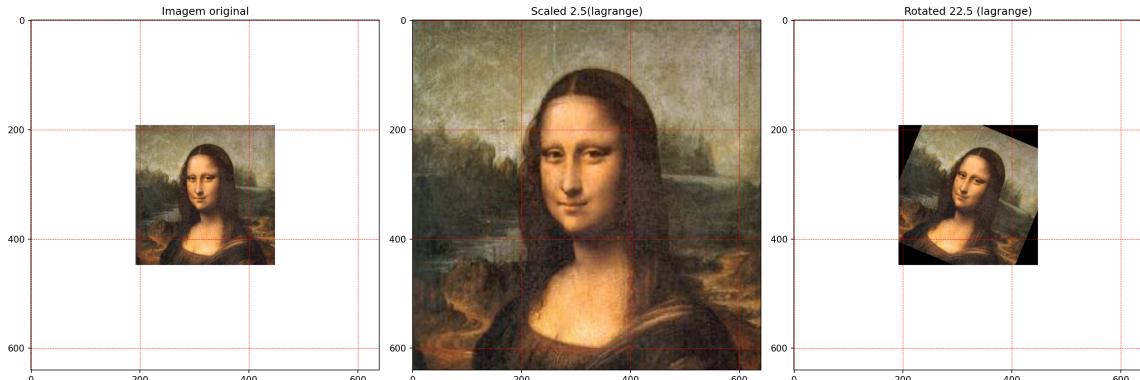


Figura 12: Comparação da imagem original da Monalisa com a escala e com a rotação

3.4.2 Butterfly

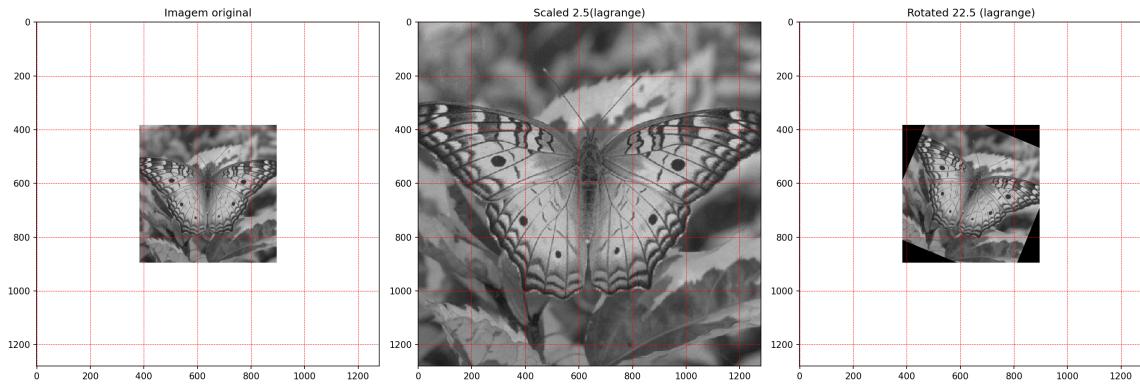


Figura 13: Comparação da imagem original da Butterfly com a escala e com a rotação

4 Conclusão

De forma geral, todos os tipos de interpolação geram os mesmos tipos de output (imagens escaladas e rotacionadas), o que muda é o jeito obtido, o custo computacional e a qualidade da imagem depois de cada transformação.

Métodos mais simples como o de vizinho mais próximo ou bilinear são úteis pela velocidade, mas acabam por sacrificar os detalhes visuais. Já os métodos mais complicados como o bicúbico ou por polinômios de Lagrange oferecem detalhes visualmente superiores, o que é mais indicado para fidelidade visual, mas acabam tendo um custo computacional muito grande devido a complexidade das interpolações.