

Trabalho 5

1 Especificação do Problema

Escreva um programa para realizar as transformações geométricas de escala e rotação em uma imagem. O fator de escala e o valor do ângulo de rotação devem permitir valores contínuos (ou seja, valores em ponto flutuante).

Um modo de se ampliar uma imagem é mapear cada posição dos pontos da imagem de saída a partir da posição correspondente dos pontos na imagem de entrada. Por exemplo, se o fator de escala é 2.25, então a posição de saída do pixel $P_o = (10, 23)$ seria mapeado para $P_i = P_o/s = (10/2.25, 23/2.25) = (4.444, 10.222)$ na imagem de entrada. Para determinar o valor do pixel em P_i , utilize os métodos de interpolação descritos a seguir.

1.1 Interpolação pelo Vizinho Mais Próximo

Na interpolação pelo vizinho mais próximo, o valor da intensidade a ser atribuído ao pixel (x', y') na imagem reamostrada terá o mesmo valor do pixel que estiver mais próximo da posição ocupada pelo pixel (x, y) na imagem original, conforme mostrado na figura 1.

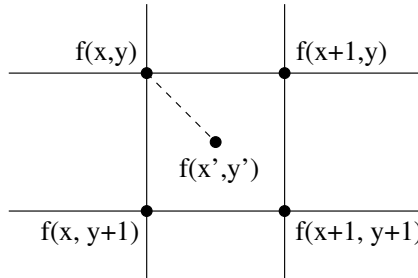


Figura 1: Interpolação pelo vizinho mais próximo.

A interpolação pode ser expressa como

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

em que 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')

$$\begin{aligned} dx &= x' - x = x' - \lfloor x' \rfloor \\ dy &= y' - y = y' - \lfloor y' \rfloor \end{aligned} \quad (2)$$

A equação 1 pode ser reescrita como

$$f(x', y') = f(\text{round}(x), \text{round}(y)) \quad (3)$$

em que *round* é uma função que aproxima um número para seu valor inteiro mais próximo.

1.2 Interpolação Bilinear

A interpolação bilinear utiliza uma média ponderada de distância dos quatro pixels vizinhos mais próximos para determinar a intensidade de cada pixel (x', y') na imagem transformada, como mostrado na figura 2.

A interpolação é dada por

$$f(x', y') = (1 - dx)(1 - dy) f(x, y) + dx(1 - dy) f(x + 1, y) + (1 - dx)dy f(x, y + 1) + dxdy f(x + 1, y + 1) \quad (4)$$

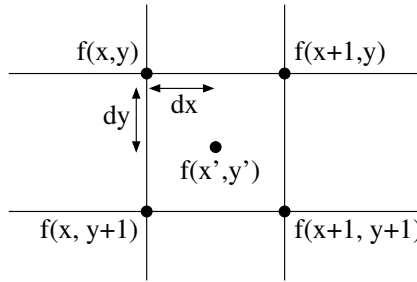


Figura 2: Interpolação bilinear.

1.3 Interpolação Bicúbica

A interpolação bicúbica utiliza uma vizinhança de 4×4 pontos ao redor do ponto em questão para calcular seu valor de intensidade, como mostrado na figura 3. Uma função comum para calcular as intensidades do pixel na imagem interpolada é a função B-spline cúbica, definida como

$$f(x', y') = \sum_{m=-1}^2 \sum_{n=-1}^2 f(x + m, y + n) R(m - dx) R(dy - n) \quad (5)$$

sendo

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

$$P(t) = \begin{cases} t, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases} \quad (7)$$

1.4 Interpolação por Polinômios de Lagrange

Outro método que utiliza uma vizinhança de 4×4 pontos para calcular o valor de intensidade de um pixel (x', y') é a interpolação por polinômios de Lagrange, definida como

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

sendo

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

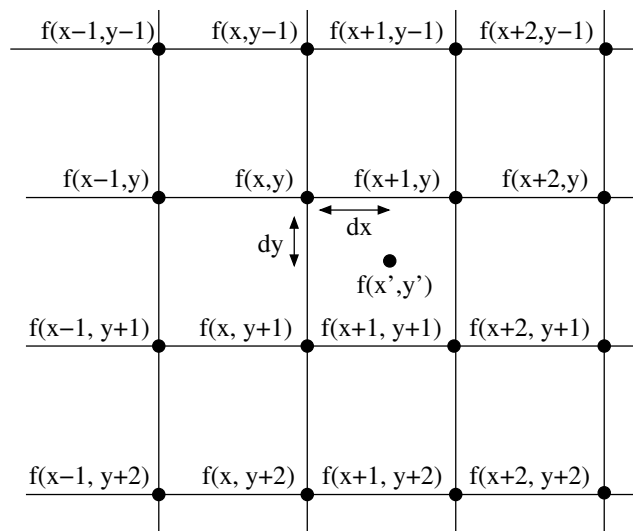


Figura 3: Interpolação bicúbica.

2 Especificação do Programa

Uma sugestão para execução do programa é:

```
prog [-a ângulo]
      [-e fator de escala]
      [-d largura altura]
      [-m interpolação]
      [-i imagem]
      [-o imagem]
```

em que os parâmetros são:

- a ângulo de rotação medido em graus no sentido anti-horário
- e fator de escala
- d dimensão da imagem de saída em pixels
- m método de interpolação utilizado
- i imagem de entrada no formato PNG
- o imagem de saída no formato PNG (após a transformação geométrica)

A cada execução, o programa deve realizar apenas uma transformação geométrica (escala ou rotação) na imagem. Os códigos não poderão utilizar comandos disponíveis em bibliotecas para realizar as operações descritas anteriormente, mas implementá-las de acordo com as formulações apresentadas.

3 Entrada de Dados

As imagens de entrada estão no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Alguns exemplos encontram-se disponíveis no diretório: http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/.

4 Saída de Dados

As imagens de saída devem estar no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Resultados intermediários podem ser também exibidos na tela.

5 Especificação da Entrega

- A entrega do trabalho deve conter os seguintes itens:
 - código fonte: o arquivo final deve estar no formato *zip* ou no formato *tgz*, contendo todos os programas ou dados necessários para sua execução.
 - relatório: deve conter uma descrição dos algoritmos e das estruturas de dados, considerações adotadas na solução do problema, testes executados, eventuais limitações ou situações especiais não tratadas pelo programa.
- O trabalho deve ser submetido por meio da plataforma *Google Classroom*.
- Data de entrega: 18/01/2020.

6 Observações Gerais

- Os programas serão executados em ambiente Linux. Os formatos de entrada e saída dos dados devem ser rigorosamente respeitados pelo programa, conforme definidos anteriormente.
- Os seguintes aspectos serão considerados na avaliação: funcionamento da implementação, clareza do código, qualidade do relatório técnico.