

PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

PDI – Aula 5

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias
Escola Agrícola de Jundiaí
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Profa. Alessandra Mendes

Interpolação

Interpolação de imagens

- ▶ Extensivamente usada em tarefas como ampliação (*zooming*), encolhimento (*shrinking*), rotação e correções geométricas, consiste no processo de usar ***dados conhecidos*** para ***estimar valores*** em locais desconhecidos.
- ▶ Supomos que uma imagem de 500 x 500 pixels deve ser ampliado 1,5 vezes para 750 x 750 pixels.
- ▶ Uma forma de visualizar essa ampliação é criar uma grade imaginária 750 x 750 com o mesmo espaçamento da imagem original e então encolher essa grade até que ela se enquadre sobre a imagem original.

Interpolação de imagens

- ▶ Obviamente, o espaçamento na grade encolhida de 750 x 750 pixels é **menor** que na imagem original.
- ▶ Para realizar a atribuição de nível de intensidade para qualquer ponto na grade de 750 x 750, olha-se o pixel **mais próximo** na imagem original e atribui a sua intensidade para o novo pixel.
- ▶ Após realizada a atribuição de todos os 750 x 750 pixels, **expande-se a grade** para o tamanho original obtendo a imagem ampliada.
- ▶ O método acima é chamado de **interpolação de vizinho mais próximo** (*nearest neighbor interpolation*).

Interpolação de imagens

- ▶ ***Interpolação do vizinho mais próximo:***
- ▶ Exemplo considerando uma ampliação de duas vezes:
- ▶ Considere a imagem

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- ▶ Acrescente linhas e colunas de zeros conforme ilustração

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & \mathbf{0} & & f(i,j+1) & \dots \\ & \mathbf{0} & & \mathbf{0} & & \mathbf{0} & \\ \dots & f(i+1,j) & & \mathbf{0} & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

Interpolação de imagens

- ▶ ***Interpolação do vizinho mais próximo :***
- ▶ Após a interpolação tem-se a imagem reconstruída em tamanho duplicado.

$$\begin{array}{ccccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ & f(i,j) & & f(i,j) & & f(i,j+1) & \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- ▶ A média dos níveis de cinza da imagem ampliada se mantém constante.

Interpolação de imagens

- ▶ Uma abordagem mais adequada é a **interpolação bilinear**, em que usamos **os quatro vizinhos mais próximos** para estimar a intensidade numa dada posição.
- ▶ Seja (x,y) as coordenadas da posição considerada, e seja $v(x,y)$ o valor da intensidade.
- ▶ Para a interpolação bilinear, o valor atribuído é obtido usando a equação

$$v(x,y) = ax + by + cxy + d$$

onde os quatro coeficientes são determinados de quatro equações em quatro incógnitas que podem ser escritas usando os quatro vizinhos mais próximos do ponto (x,y) .

- ▶ O **resultado** é **melhor** que a interpolação do vizinho mais próximo, com um pequeno incremento no custo computacional.

Interpolação de imagens

- ▶ ***Interpolação Bilinear :***

- ▶ Exemplo considerando uma ampliação de duas vezes:

- ▶ Considere a imagem

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & f(i,j+1) & \dots \\ \dots & f(i+1,j) & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- ▶ Acrescente linhas e colunas conforme a ilustração

$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & & \mathbf{a} & & f(i,j+1) & \dots \\ & \mathbf{b} & & \mathbf{c} & & \mathbf{d} & \\ \dots & f(i+1,j) & & \mathbf{e} & & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

Interpolação de imagens

- ▶ **Interpolação Bilinear:**

- ▶ Acrescente linhas e colunas conforme a ilustração

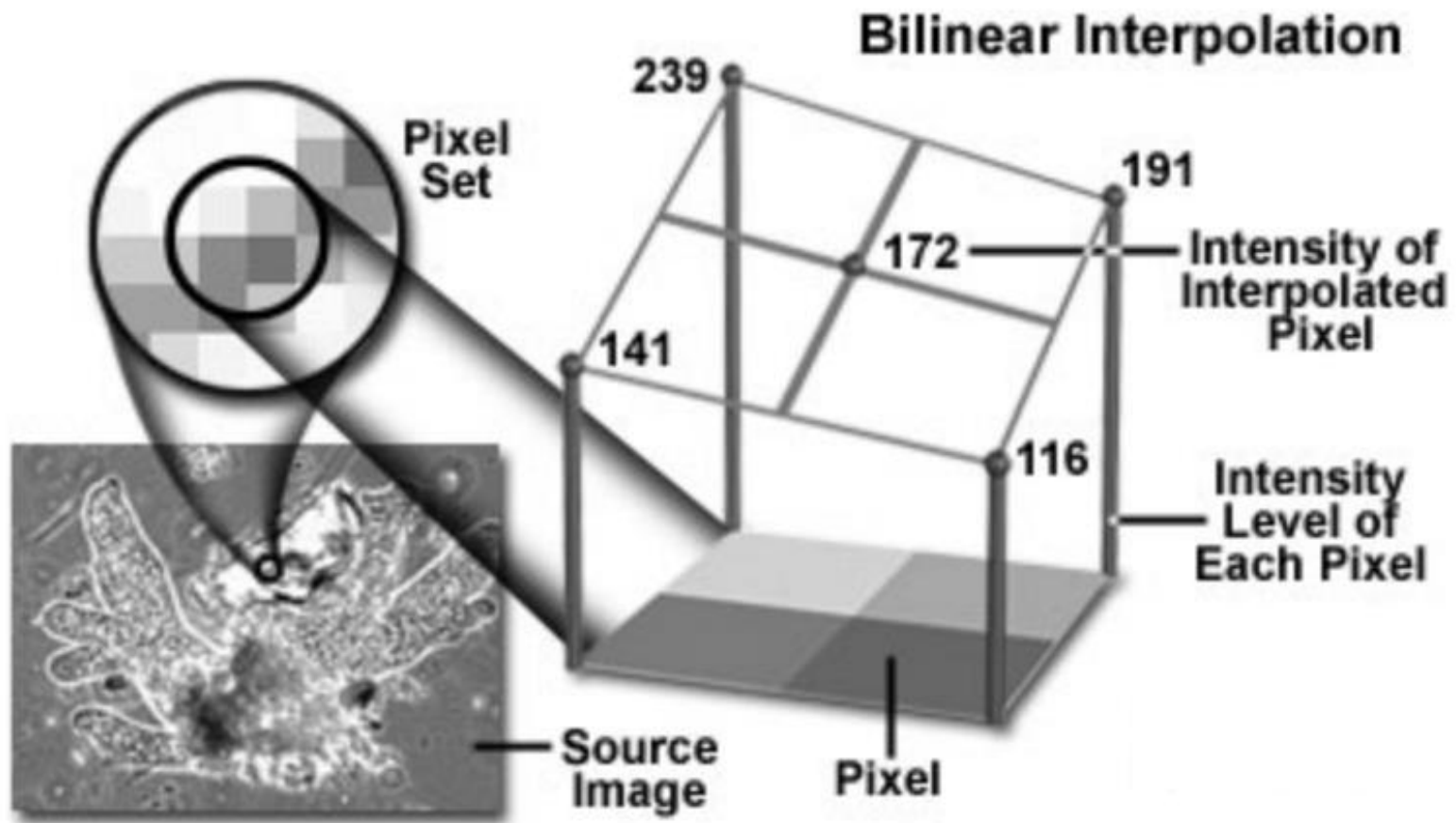
$$\begin{array}{ccccc} \dots & f(i,j) & a & f(i,j+1) & \dots \\ & b & c & d & \\ \dots & f(i+1,j) & e & f(i+1,j+1) & \dots \end{array}$$

- ▶ Substitua:

- ▶ $a = (f(i,j) + f(i,j+1)) / 2$
- ▶ $e = (f(i+1,j) + f(i+1,j+1)) / 2$
- ▶ $b = (f(i,j) + f(i+1,j)) / 2$
- ▶ $d = (f(i,j+1) + f(i+1,j+1)) / 2$
- ▶ $c = (f(i,j) + f(i,j+1) + f(i+1,j) + f(i+1,j+1)) / 4$

Interpolação de imagens

► *Interpolação Bilinear:*



Interpolação de imagens

- ▶ O próximo nível de complexidade é a *interpolação bicúbica*, que envolve *dezesesseis vizinhos mais próximos* de um ponto.
- ▶ Geralmente a interpolação bicúbica realiza um papel melhor de *preservar detalhes* que a interpolação bilinear.
- ▶ A interpolação bicúbica é o padrão usado em programas comerciais como *Adobe Photoshop* e *Corel Photopaint*.

Interpolação de imagens



Original



Reduzida



Ampliação vizinho
mais próximo



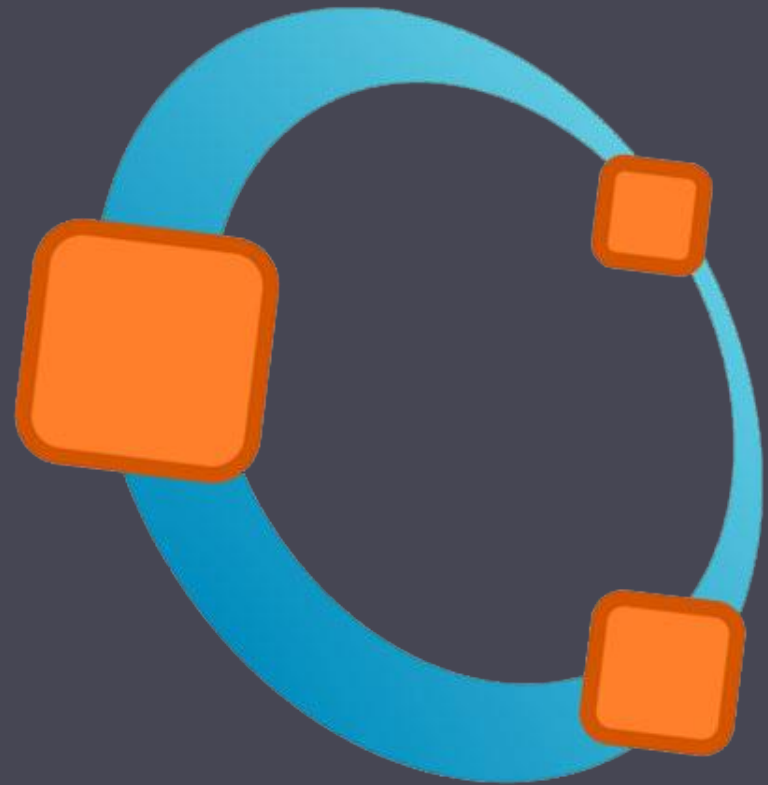
Ampliação
bilinear



Ampliação
bicúbica

Imagem: Lena.jpg

Interpolação



Disponível no SIGAA