

# Computação Visual

Prof. Mário Menezes

# **Fundamentos Dados**

# Outline

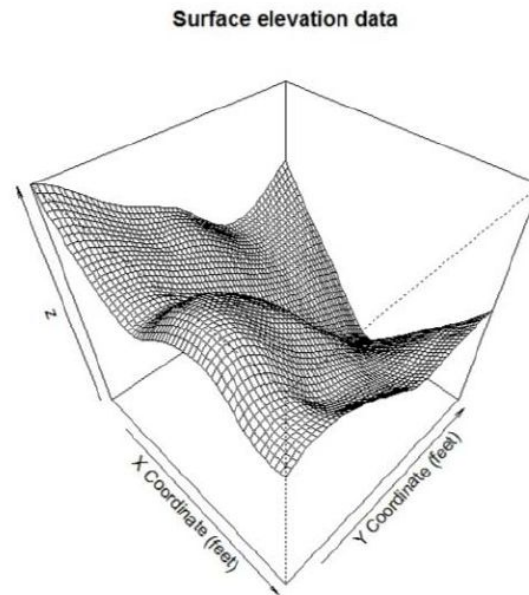
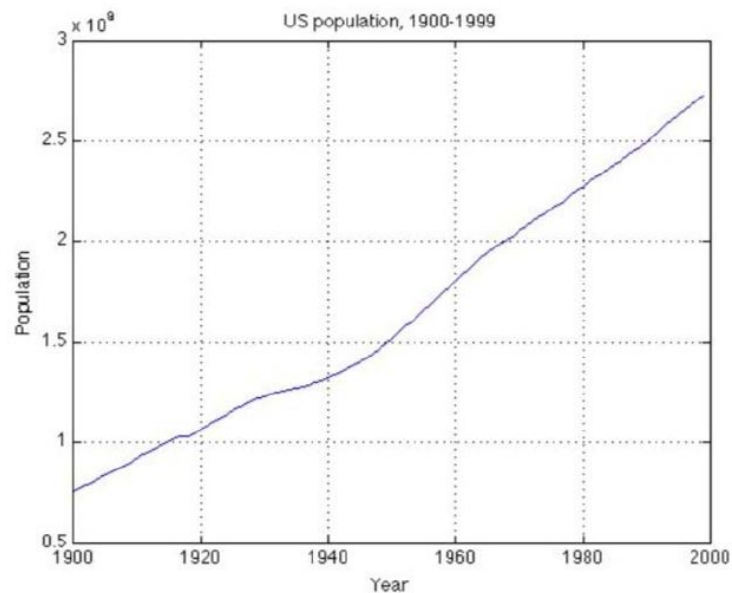
- Visualização
- Discretização
  - Amostragem
  - Quantização
- Representação
  - Contínuo
  - Discreta
- Ruído

# Dados

- Dados: Função dependente de uma ou mais variáveis.
- Por exemplo:
  - Áudio (1D) - depende do tempo  $t$  -  $A(t)$
  - Imagem (2D) - depende de coordenadas espaciais  $x$  e  $y$  -  $I(x,y)$
  - Vídeo (3D) - depende de coordenadas espaciais  $(x,y)$  e do tempo  $t$  -  $V(x,y,t)$

# Visualização

- Plotar a variável dependente com relação à independente
  - Gráfico 2D é um *campo de altura*



# Visualização

- Outros tipos de visualização
- Imagem colorida: canais de 3 cores:  $R(x,y)$ ,  $G(x,y)$  e  $B(x,y)$

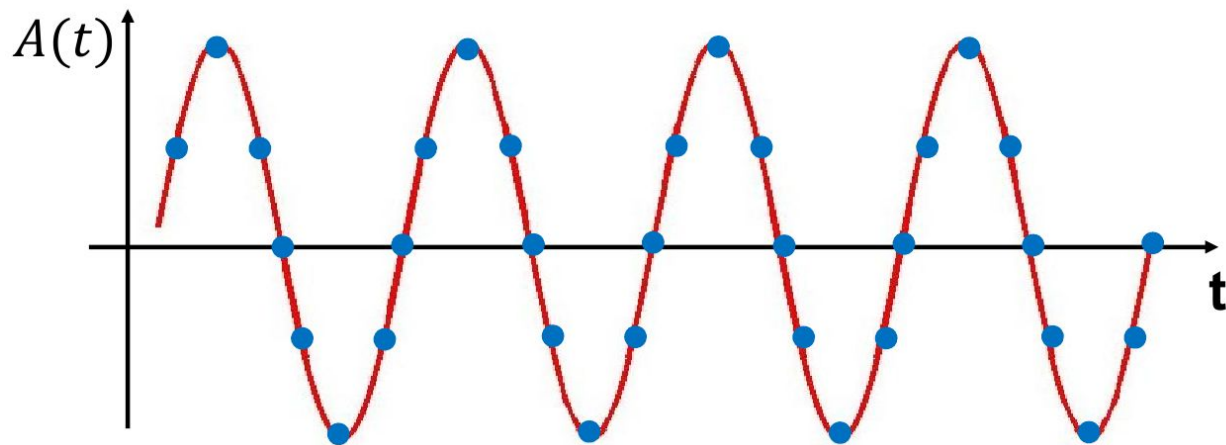


# Discretização

- Na natureza, os dados existem como funções contínuas
- Converter para uma função discreta para representação digital:
  - Discretização
- Dois conceitos:
  - Amostragem
  - Quantização

# Amostragem

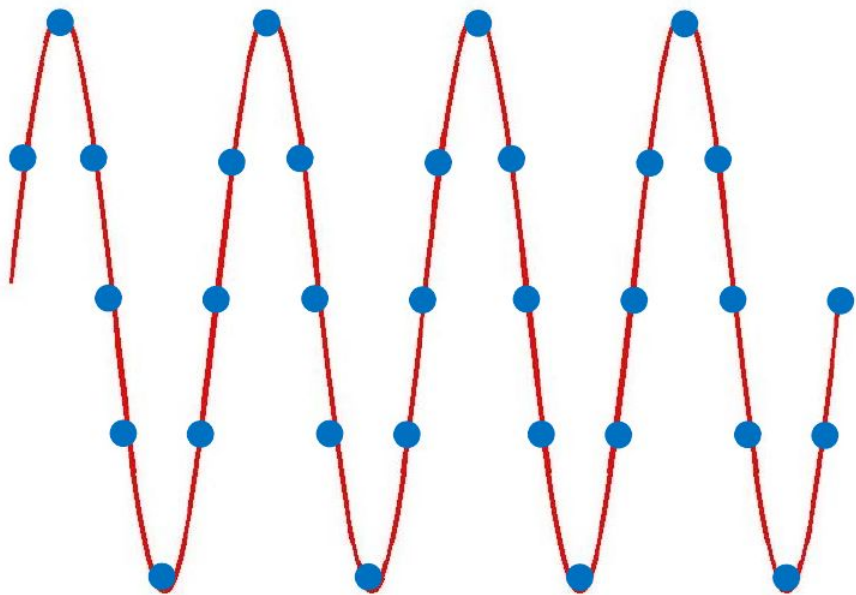
- Conjunto de valores contínuos  $f(t)$  em valores específicos de  $t$ .
- Reduz a função contínua  $f(t)$  para uma forma discreta.



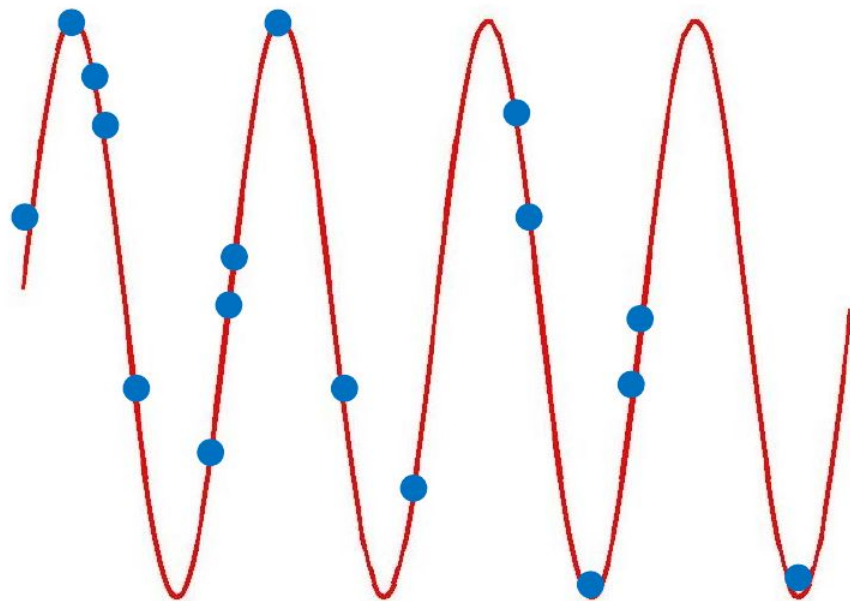
Amostragem



# Amostragem Uniforme vs Não uniforme



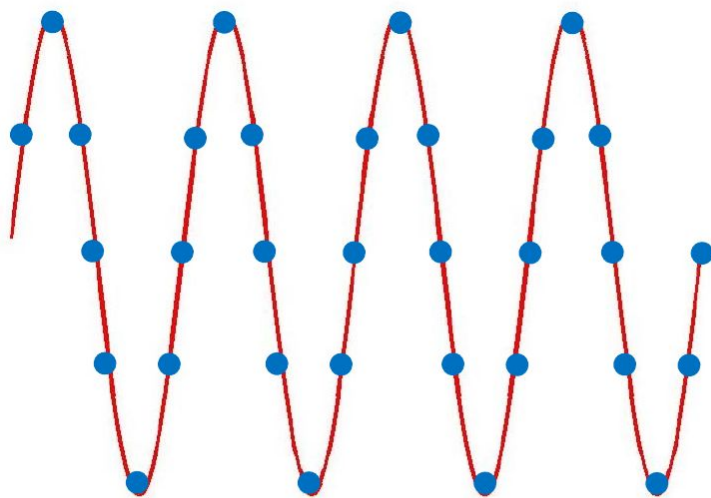
Uniform



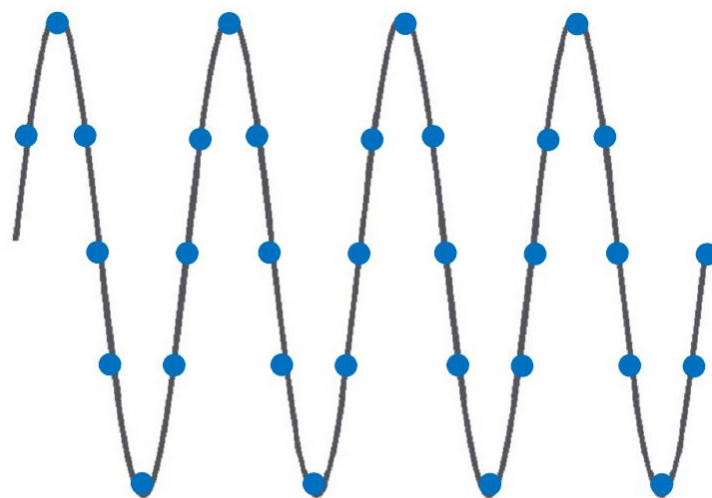
Non-uniform

# Reconstrução

- Obter a função contínua a partir da função discreta



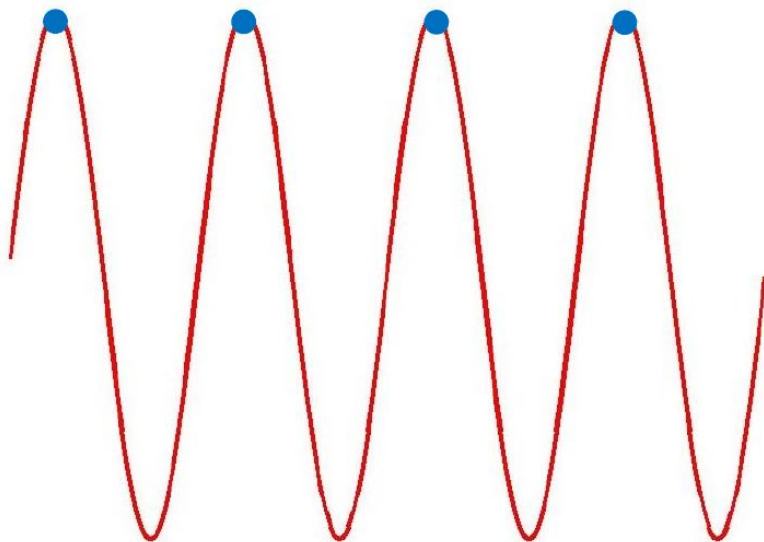
Sampling



Correct Reconstruction

# Reconstrução

- Reconstrução precisa precisa de amostras adequadas



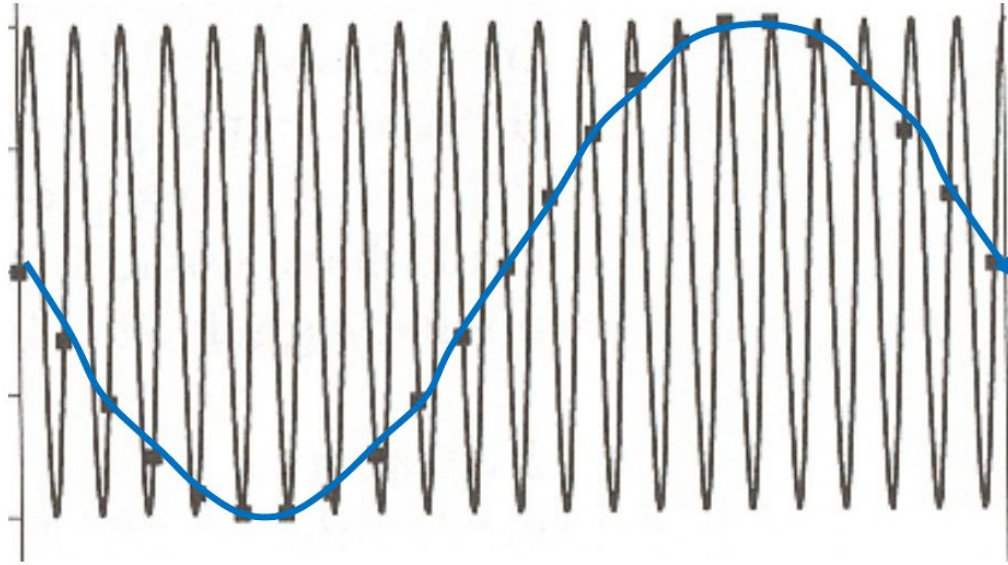
Sampling



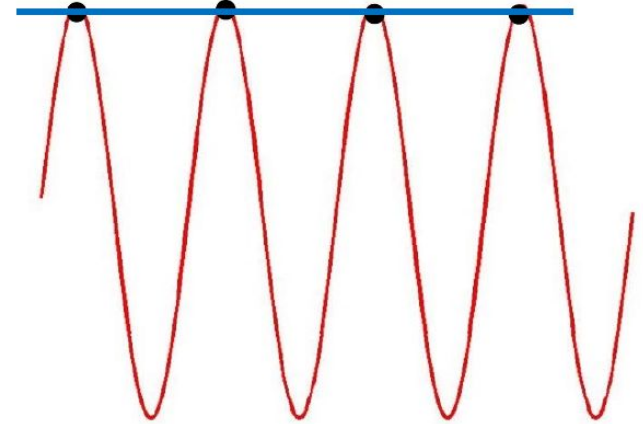
Incorrect Reconstruction

# Aliasing

- Representação incorreta de alguma entidade



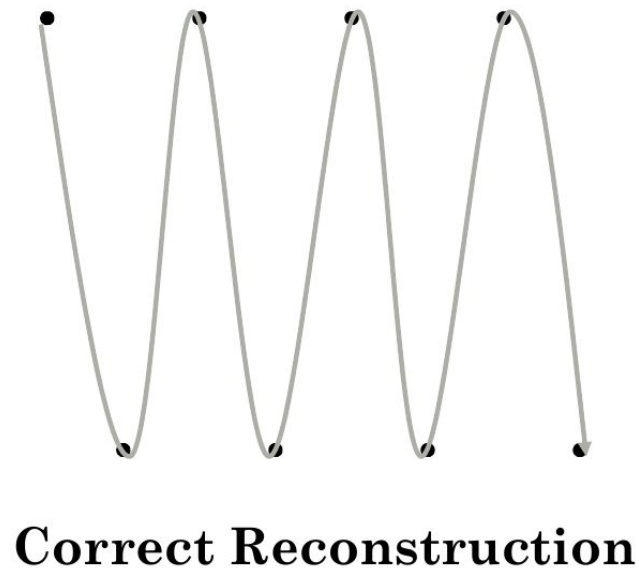
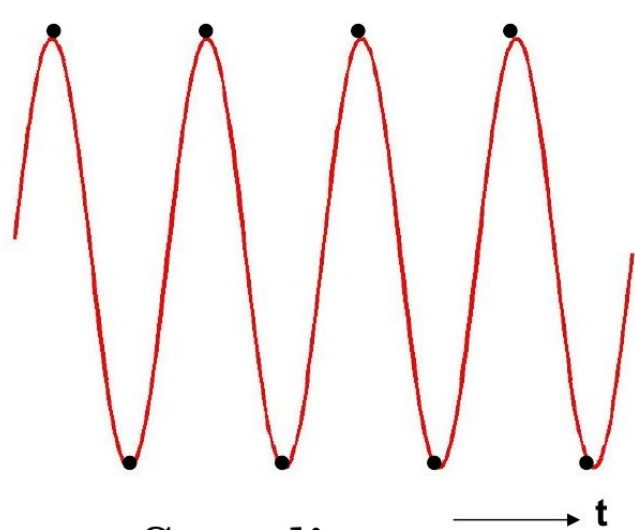
A much lower frequency



Zero frequency

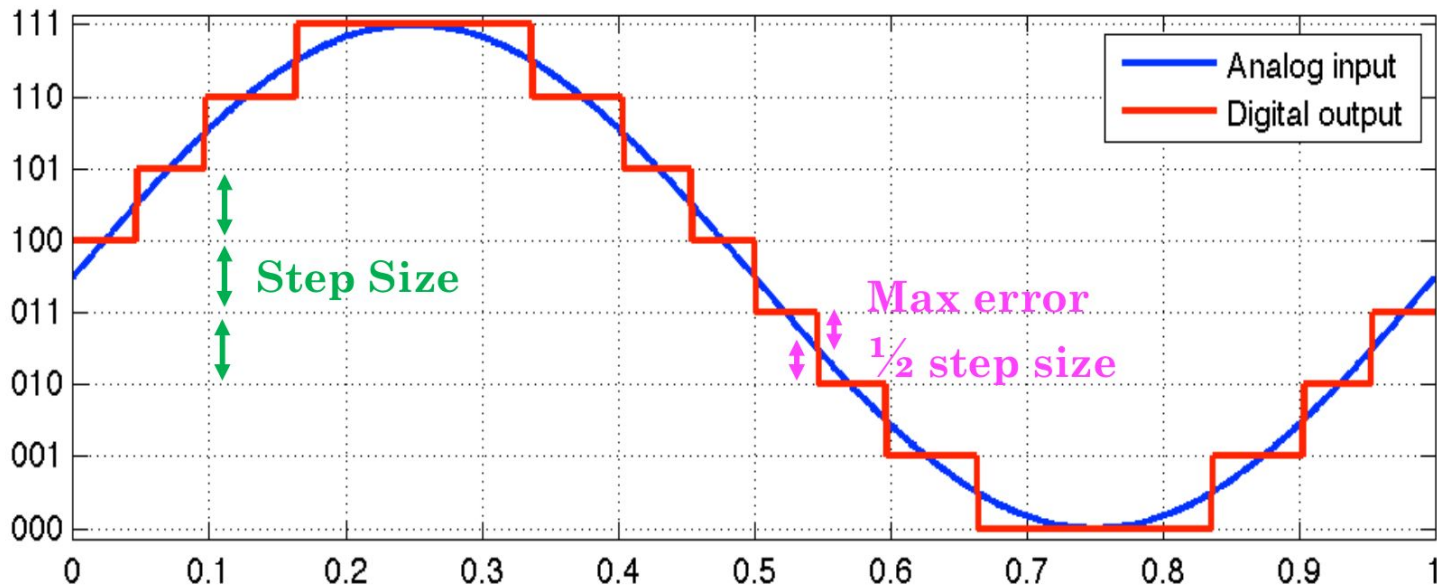
# Taxa de Amostragem de Nyquist

- Fazendo a amostragem *no mínimo* duas vezes a frequência (2 amostras por ciclo), o sinal pode ser reconstruído corretamente.



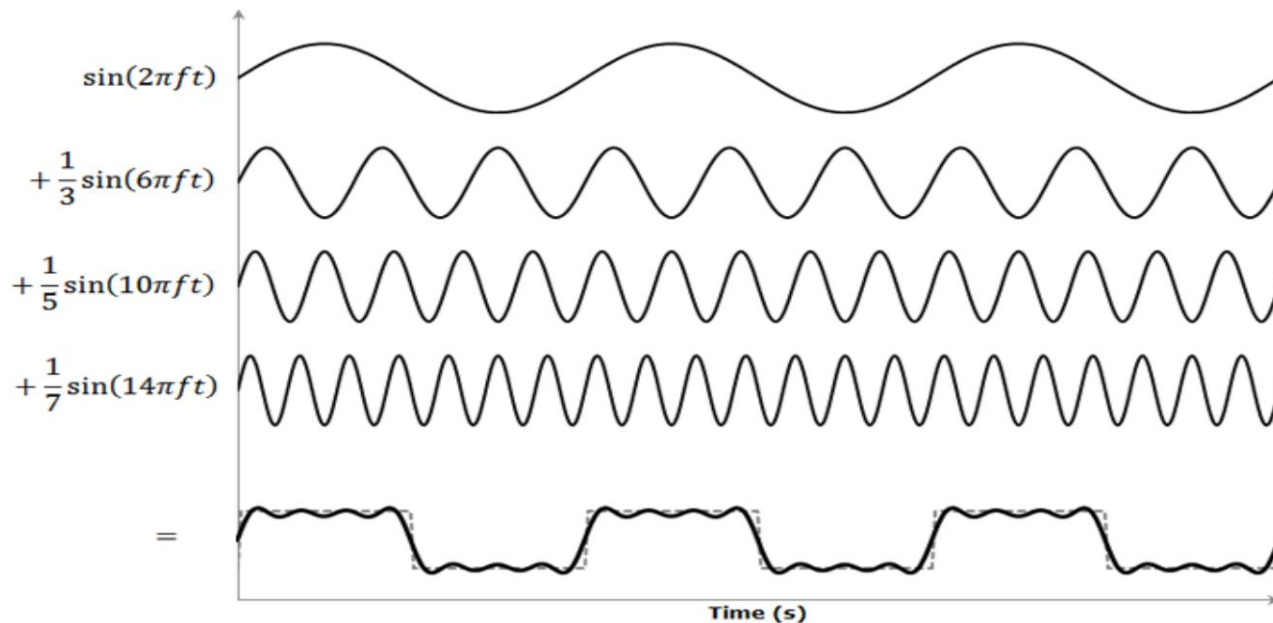
# Quantização

- Um sinal analógico pode ter qualquer valor de precisão infinita.
- Um sinal digital pode ter somente um conjunto de valores.

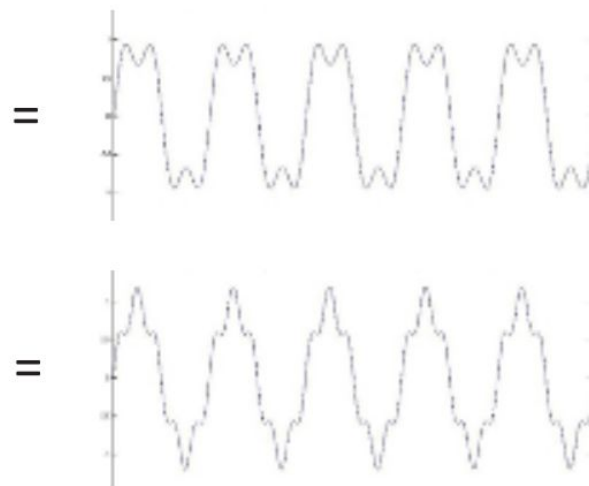
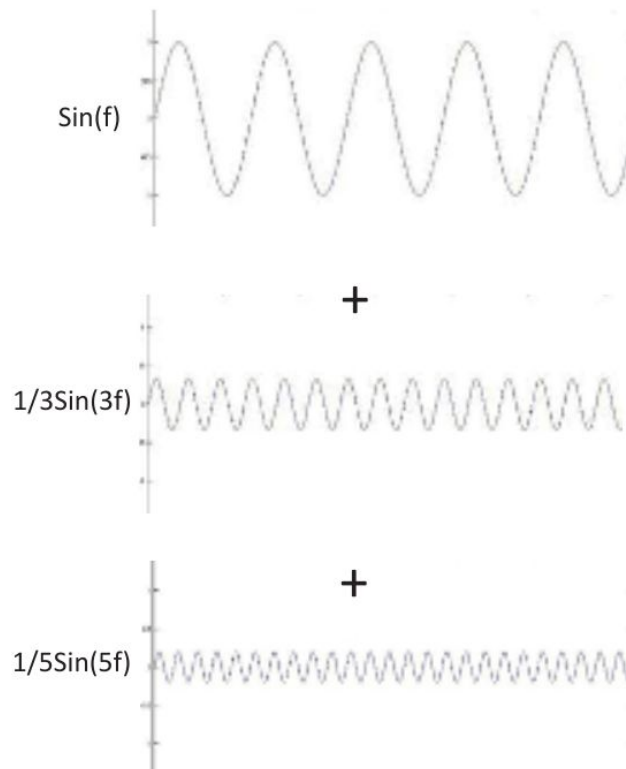
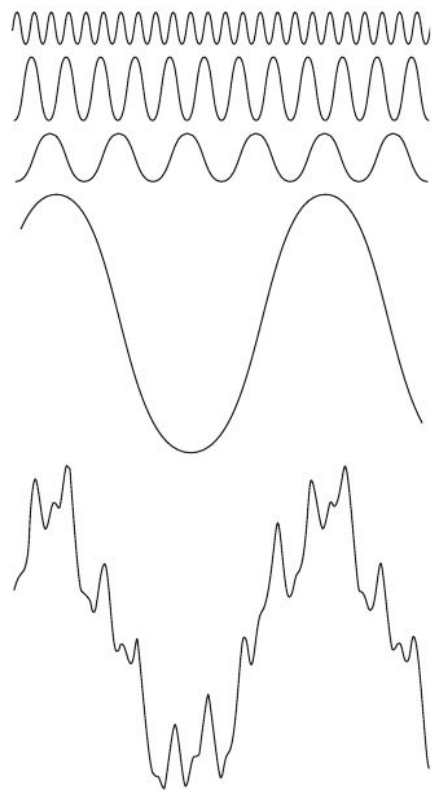


# Uma representação alternativa

- Representação no domínio da frequência
  - Um sinal é uma combinação linear de ondas seno e coseno



# Uma representação alternativa





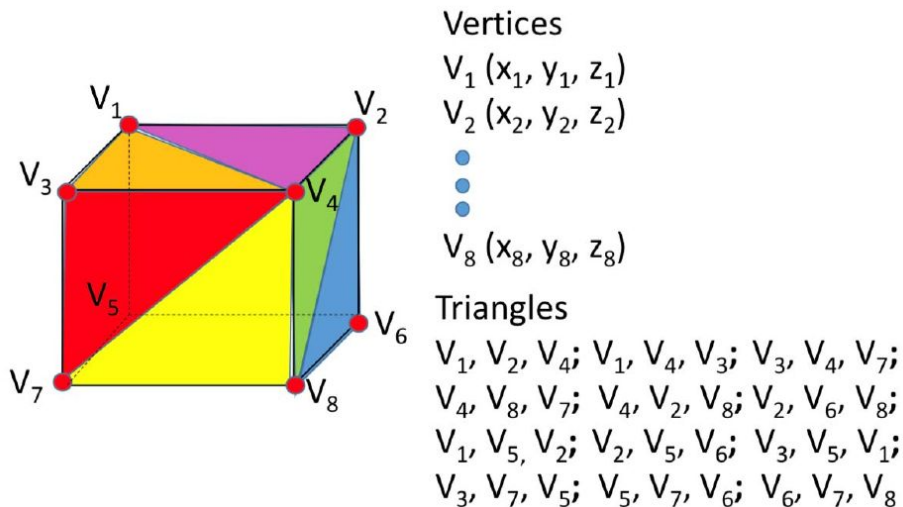
# Representação

- Representação Explícita
  - $y = mx + c$
- Representação Implícita
  - $ax + by + c = 0$
- Equação Paramétrica
  - Usando um ou mais parâmetros
  - Exemplo: o ponto  $p$  em um segmento de linha entre dois pontos  $P$  e  $Q$

$$p = P + t(Q - P), \quad 0 \leq t \leq 1$$

# Representação Discreta

- Um cubo 3D definido por um conjunto de quadriláteros ou triângulos
  - Isto é chamado ***Mesh***
- As entidades que compõe o mesh (p.expl, linhas, triângulos ou quadriláteros) são chamados ***primitivas***

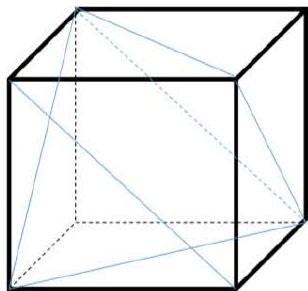


# Propriedades

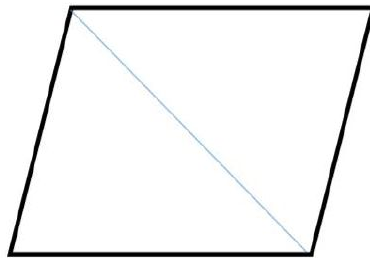
- Propriedades geométricas:
  - Posição
  - Normal
  - Curvatura
- Propriedades Topológicas: permanece invariante a mudanças nas propriedades geométricas
  - Conectividade ou Adjacência
  - Dimensão
  - Coletor / Não coletor (*manifold / non-manifold*)
  - Característica Euler/Genus

# Definições Manifold

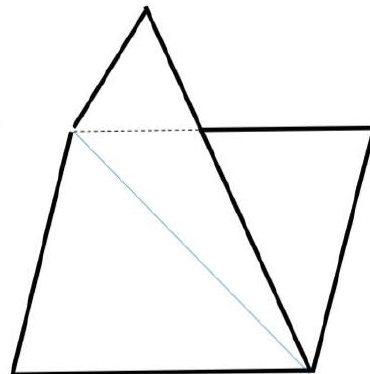
- Manifold
  - Cada aresta tem exatamente dois triângulos incidentes
- Manifolds com limites
  - Cada aresta tem ou um ou dois triângulos incidentes
- Não manifold
  - Não tem as restrições acima



Manifold



Manifold with Boundaries



Non-Manifold

# Característica de Euler

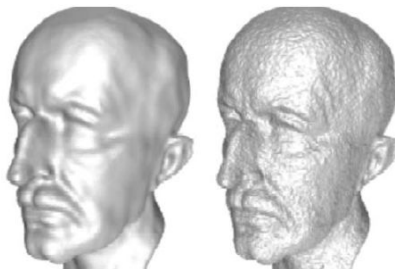
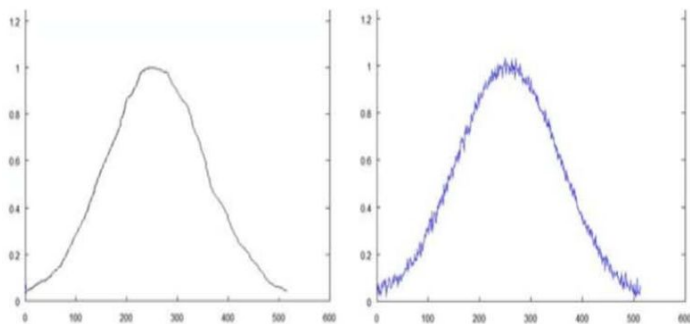
- $e = V - E + F$  (V: Vertices, E: Edges, F: Faces)
- Cubo tem 8 vértices, 12 edges (arestas) e 6 faces.
  - $e = V - E + F = 8 - 12 + 6 = 2$
- Mudando propriedades geométricas mantém a característica de Euler invariante
  - Por exemplo, reposicionar arestas ou vértices, como na mudança de um cubo em um paralelepípedo.

# Genus

- (Naïve) Número de “handles”
- Relacionamento entre **e** e **g**:  **$e = 2.2g$** 
  - Esfera, cubo  $g = 0$
  - Torus, xícara de café  $g = 1$
- Ir da xícara de café para o torus
  - Muda apenas propriedades geométricas == mesmo *genus*
  - Mudança na topologia do mesh muda de um *genus* para outro.

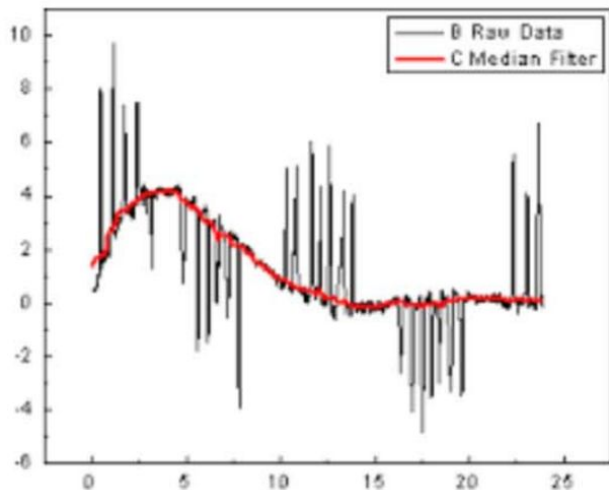
# Ruído

- Adição de valores aleatórios em localizações aleatórias nos dados
  - Ruído aleatório



# Ruído

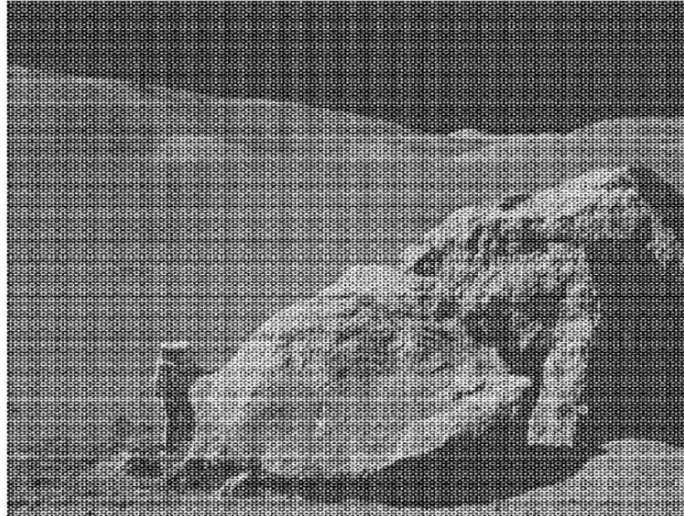
- Ruído outlier
- Um exemplo de tal ruído é o *ruído sal e pimenta*.
- Pode ser resolvido por um filtro de Mediana





# Ruído

- Alguns tipos de ruído parecem aleatórios no domínio espacial mas podem ser isolados em baixas frequências no domínio da frequência.
- Podem ser removidos por filtros de entalhe



# **Fundamentos Técnicas**

# Técnicas

- Interpolação
  - Interpolação Linear
  - Interpolação Bilinear
- Intersecções Geométricas

# Interpolação

- Estima valores da função que não foram medidos inicialmente.
- **Interpolação Linear:**
  - Assumindo uma linha entre as amostras
  - Muda abruptamente nos pontos amostrais
  - Continuidade  $C^0$



# Interpolação

- **Interpolação não-linear:**

- Uma curva suave passa através das amostras
- Continuidade de primeira derivada - continuidade  $C^1$
- Continuidade de segunda derivada - continuidade  $C^2$



# Interpolação Linear

- O ponto  $V$  no segmento de linha  $V_1V_2$  é dado por:

$$V = \alpha V_1 + (1 - \alpha)V_2, \text{ com } 0 \leq \alpha \leq 1$$

- Exemplo: Interpolação Linear de cor no ponto  $V$

$$C(V) = C(\alpha V_1 + (1 - \alpha)V_2) = \alpha C(V_1) + (1 - \alpha)C(V_2)$$

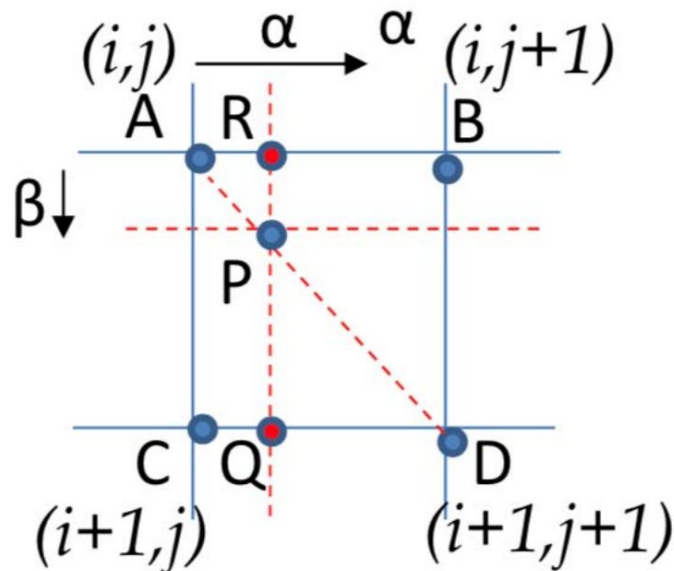
# Interpolação Bilinear

- Dados bidimensionais
- Interpolação em uma direção seguida por interpolação na segunda direção.

$$F(Q) = (1 - \alpha)C + \alpha D$$

$$F(R) = (1 - \alpha)A + \alpha B$$

$$F(P) = F(Q)\beta + F(R)(1 - \beta)$$



# Intersecções Geométricas

- Estude a seção Intersecções Geométricas
- Resolva os exercícios propostos no final do capítulo 2 do livro referência, mostrados no slide a seguir



## Exercises

1. Consider the triangle  $P_1P_2P_3$  where  $P_1 = (100, 100)$ ,  $P_2 = (300, 150)$ ,  $P_3 = (200, 200)$ . Consider a function whose values at  $P_1$ ,  $P_2$  and  $P_3$  are  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  and  $\frac{1}{4}$  respectively. Find the interpolation coefficients at  $P = (220, 160)$ . Compute them considering two different directions to verify getting the same interpolation coefficients. What is the interpolated value of the function at  $P$ ?
2. Consider two planes given by  $4x + y + 2z = 10$  and  $3x + 2y + 3z = 8$ . Consider a line given by  $2x + y = 2$ . Solve the equations to find the intersection points of these planes and the line. Next verify your result using matrix based on solution of the equation  $Ax = b$ .
3. Consider the set of linear equations given by  $x - y = 0$ ,  $2x + 5y = 10$ ,  $4x - 3y = 12$  and  $x = 5$ . Solve these using SVD.