

# Introdução à Computação Gráfica

Uéliton Freitas

Universidade Católica Don Bosco - UCDB

*freitas.ueliton@gmail.com*

20 de agosto de 2014

# Sumário

## 1 Introdução

## 2 Evolução da Computação Gráfica

- História

## 3 Hardware

- Dispositivos de Exibição
  - Dispositivo de Exibição Vetorial
  - Dispositivo de Exibição Matricial
  - Outros Tipos de Tecnologia de Exibição

## 4 Áreas Relacionadas

- Computação Gráfica
- Processamento de Imagens
- Visão Computacional

# Introdução

- O que é Computação Gráfica?



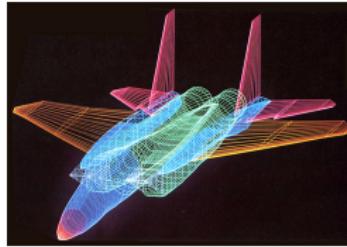
(a) Dota 2



(b) Battle Field 4



(c) Como Treinar seu Dragão 2



(d) Projeto de um Avião

# Introdução

- O que é Computação Gráfica?

**Computação Gráfica** é a ciência e arte da comunicação visual via display de um computador e integração dos dispositivos envolvidos.



(e) Periféricos utilizados em Computação gráfica.



(f) Simulador de Voo da NASA.

# Introdução

## O que é Computação Gráfica?

- **Computação Gráfica** é a ciência e arte da comunicação visual via display de um computador e integração dos dispositivos envolvidos.

## O que a Computação Gráfica Aborda?

## Tipos de Usuários

## Maiores Informações Sobre a Área

# Introdução

## O que é Computação Gráfica?

- **Computação Gráfica** é a ciência e arte da comunicação visual via display de um computador e integração dos dispositivos envolvidos.

## O que a Computação Gráfica Aborda?

- Técnicas para geração, exibição e manipulação e interpretação de modelos de imagens utilizando o computador.

## Tipos de Usuários

## Maiores Informações Sobre a Área

# Introdução

## O que é Computação Gráfica?

- **Computação Gráfica** é a ciência e arte da comunicação visual via display de um computador e integração dos dispositivos envolvidos.

## O que a Computação Gráfica Aborda?

- Técnicas para geração, exibição e manipulação e interpretação de modelos de imagens utilizando o computador.

## Tipos de Usuários

- Ciência, engenharia, medicina, arte, publicidade, ...

## Maiores Informações Sobre a Área

# Introdução

## O que é Computação Gráfica?

- **Computação Gráfica** é a ciência e arte da comunicação visual via display de um computador e integração dos dispositivos envolvidos.

## O que a Computação Gráfica Aborda?

- Técnicas para geração, exibição e manipulação e interpretação de modelos de imagens utilizando o computador.

## Tipos de Usuários

- Ciência, engenharia, medicina, arte, publicidade, ...

## Maiores Informações Sobre a Área

- ACM SIGGRAPH (<http://www.siggraph.org/>)

# Evolução da Computação Gráfica

## Sketchpad - 1963

- Ivan Sutherland apresenta um sistema de que desenvolvia em seu Ph.D no MIT.
- Programa de manipulação e criação de elementos 2D em um monitor de vídeo.
- Utilizava uma **caneta óptica** como dispositivo de entrada e o monitor como dispositivo de saída.
- Primeira tentativa de usar dispositivo de vídeo como dispositivo de integração assim como o computador para gerar e exibir figuras.

## Evolução da Computação Gráfica



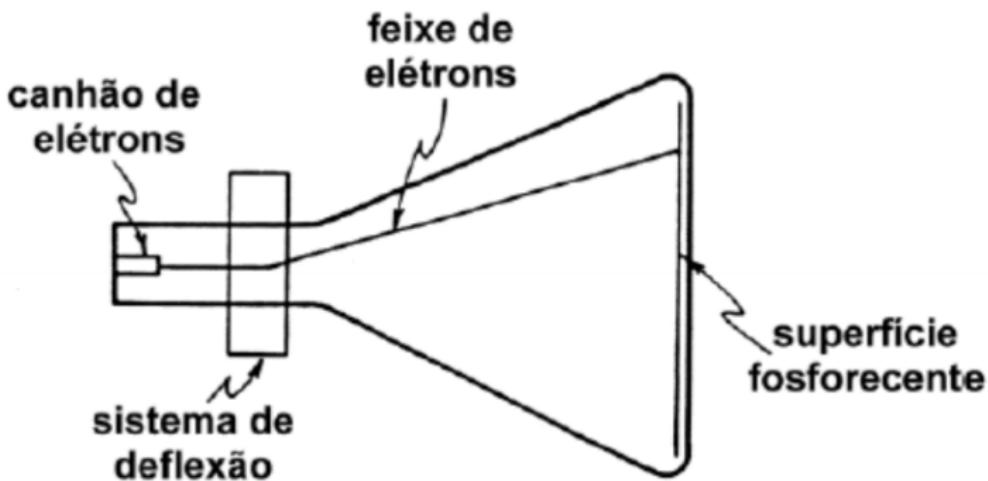
Figura : Ivan Sutherland no console TX-2.

## Evolução da Computação Gráfica

História

- Dispositivos de Exibição:
    - Natureza analógica:vector graphics.
    - Os desenhos eram formados por segmentos de retas.
    - Tecnologia cara e sem cores.
  - Primeiros programas CAD (Computer Aided Design).
  - Pouca interação com o usuário e a tecnologia como um todo era muito cara.

## Evolução da Computação Gráfica



## Figura : CRT.

# Evolução da Computação Gráfica

## Década de 70

- Disseminação de aplicativos.
- Evolução da Computação Gráfica de *hardware*.
  - Surgimento da **tecnologia matricial** (*raster graphics*).
  - Imagens formadas por matrizes de pontos ou *pixels*.
  - Tecnologia mais **barata**.
  - Possibilita o uso de cores e preenchimento das figuras.
  - **Aliasing**.
- Aumento da capacidade gráfica.
- Melhores dispositivos de integração (Mouse 1968).
- Novos paradigmas em IHC (criação de janelas).

# Evolução da Computação Gráfica

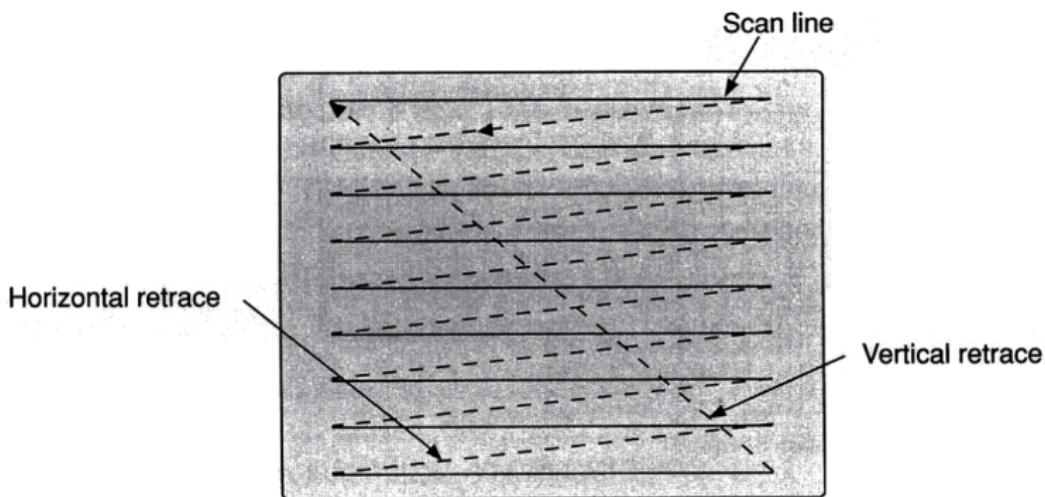


Figura : CRT Matricial.

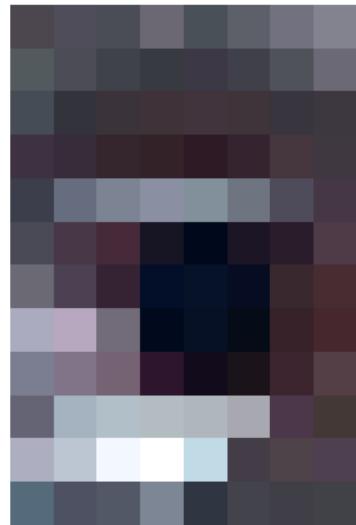
# Evolução da Computação Gráfica

## Pixel

O **Pixel** é uma pequena área da imagem armazenada no **Frame Buffer**.



(a) Imagem original.



(b) Imagen aumentada.

# Evolução da Computação Gráfica

## Pixel

O **Pixel** é uma pequena área da imagem armazenada no **Frame Buffer**.

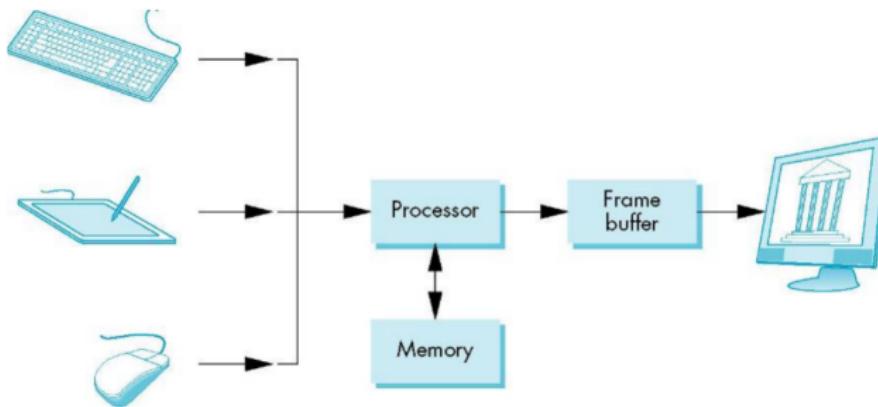


Figura : Representação do Frame Buffer.

# Evolução da Computação Gráfica

## Década de 80

- Pacotes Gráficos.
  - **Portabilidade** (Independência de dispositivos).
  - Reutilização.
  - API's: OpenGL. Aplicativos independentes de SO (sistemas de janelas etc.).
- **Computação Gráfica 3D**
  - Representação dos objetos no espaço 3D.

# Evolução da Computação Gráfica

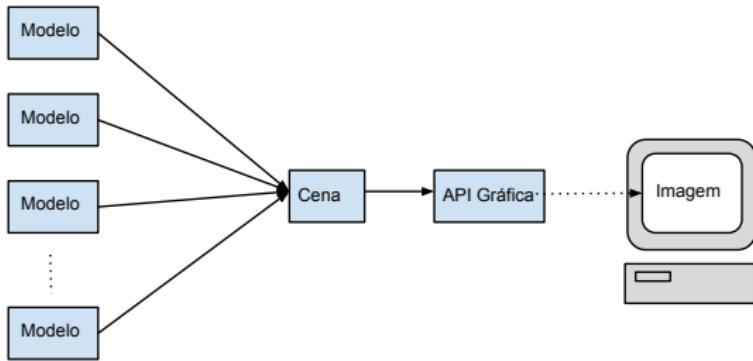


Figura : Sistema Gráfico.

# Evolução da Computação Gráfica

## Outras Inovações

- Técnicas de criação de mundo 3D:
  - **Modelagem** - Criação da representação de um objeto.
    - Informações geométricas.
    - Informações sobre as fontes de luz e observador.
    - Informações sobre os materiais do objeto.
    - Poligonização: Aproximação de uma forma de um objeto por meio de uma malha de faces poligonais (como triângulos).
  - **Renderização** e Animação - Meios de se exibir o objeto
    - Geração de uma imagem a partir dos modelos.
    - Simulações da iteração de fontes de luz.

# Evolução da Computação Gráfica

## Década de 90

- Gama de técnicas em síntese de imagens.
  - Estratégias clássicas de modelagem: fronteiras, CSG, octrees...
  - Estratégias para descrições de modelos: varreduras, formulações matemáticas para definições alternativas para curvas e superfícies.
  - Estratégias alternativas de modelagens: fractais, partículas..
  - Estratégias de rendering sofisticadas: ray tracing, mapeamento de textura.
- As áreas relacionadas amadureceram.

# Hardware

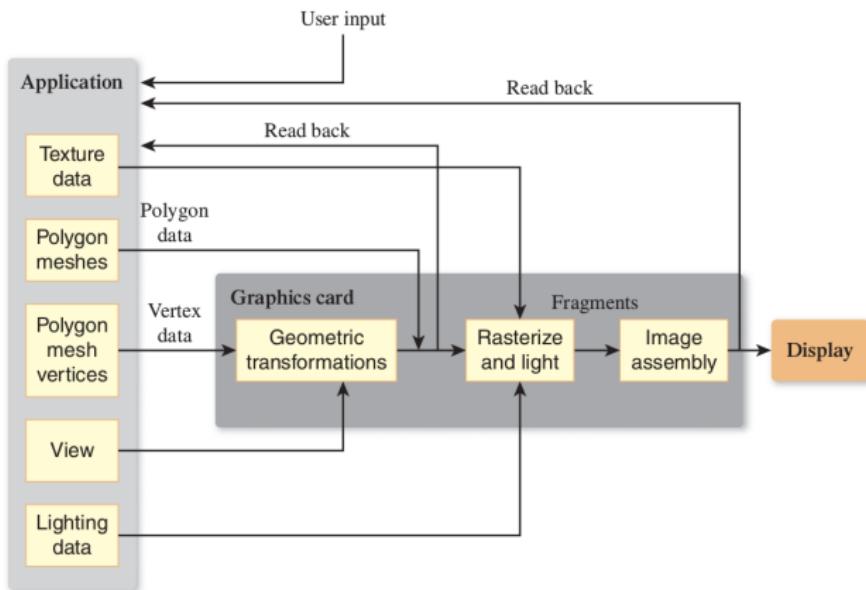


Figura : Pipeline Gráfico.

## Dispositivos de Exibição

# Dispositivos de Exibição

## Dispositivos de Exibição de Natureza Analógica

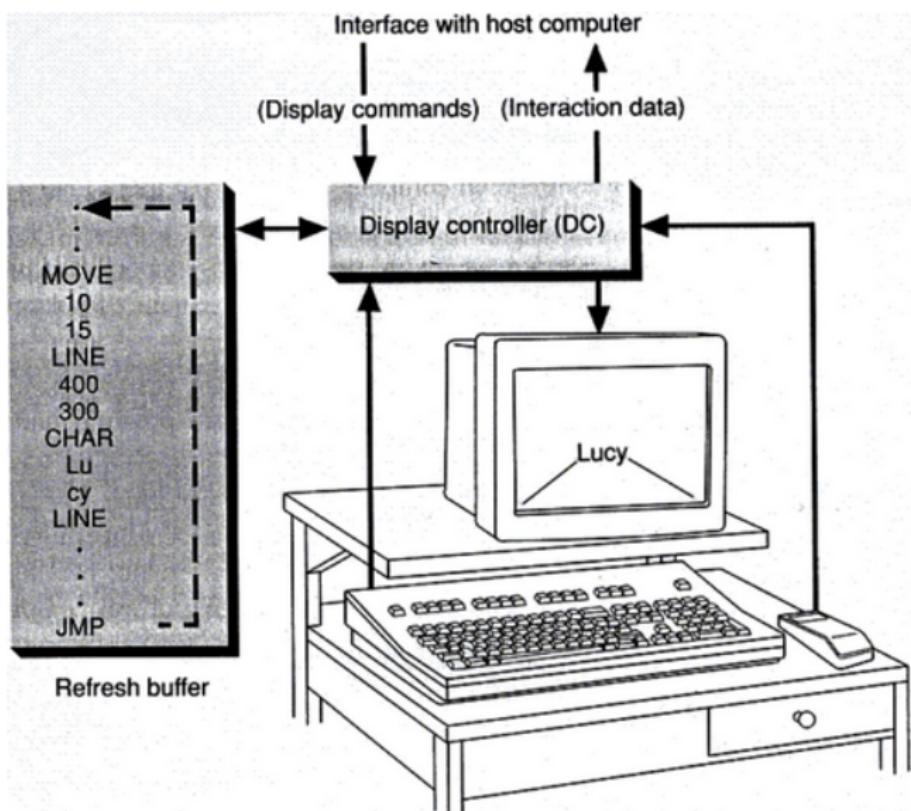
- Gráficos vetoriais.
- Imagens formadas a partir de segmentos de retas.
- Gerados por meio dos “*Display Files*” .

## Dispositivos de Exibição de Natureza Digital

- Gráficos Matriciais.
- Imagens formadas a partir do preenchimento de matrizes de pixels.
- Geradas a partir do *Frame Buffer*.

## Dispositivos de Exibição

# Dispositivo de Exibição Vetorial



# Dispositivos Vetoriais

## Geração de Imagens Vetoriais

- As cenas das imagens são mantidas nos “*Display Files*” .
- O interpretador de vídeo interpreta os dados contidos nos “*Display Files*” .
- Há vários comandos como:
  - Posiciona ponto (x,y).
  - Traçar linha do ponto atual até o ponto (x,y).

# Dispositivos Vetoriais

## Características dos Dispositivos Vetoriais

- Representação, manipulação e visualização da cena são representadas por formas geométricas dos objetos.
- A restauração da tela é feita retraçando os vetores que definem os objetos.

# Dispositivos Vetoriais

## Vantagens dos Dispositivos Vetoriais

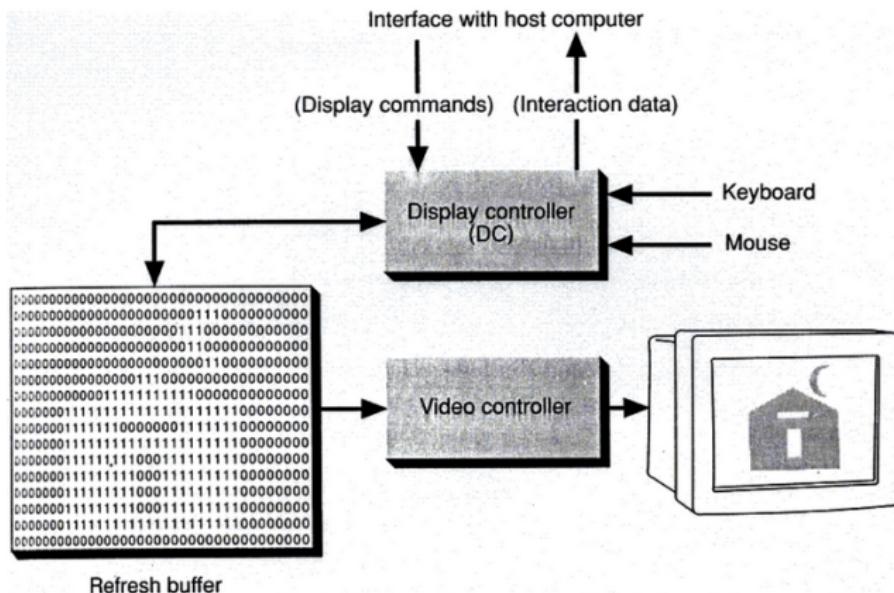
- As operações podem ser aplicadas diretamente nos objetos.
- Transformações podem ser aplicadas apenas aos pontos externos.
- Pouca memória para cenas complexas.
- Não contém cerrilhamento (*Aliasing*).

# Dispositivos Vetoriais

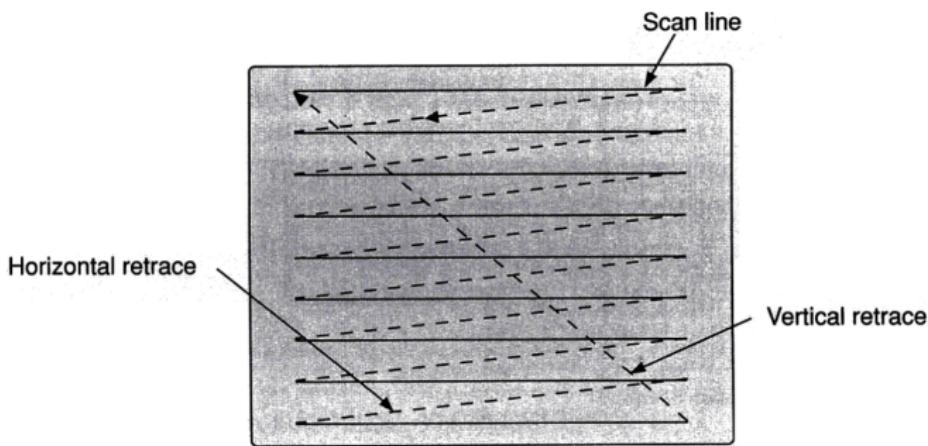
## Desvantagens dos Dispositivos Vetoriais

- Difícil preencher o interior dos objetos.
- *Flicker* (a imagem fica “Piscando”) nas imagens.
- A restauração da tela depende da complexidade da cena.
- Alto custo.
- Tecnologia ultrapassada.

## Dispositivo de Exibição Matricial



# Dispositivo de Exibição Matricial



## Modo de Atualização de Tela

- Não entrelaçado: linha por linha (50-80 Hz).
- Entrelaçado: linhas pares e ímpares (60 Hz).

# Dispositivo de Exibição Matricial

## Geração de Imagens Matriciais

- As cenas são armazenadas no *Frame Buffer*, que contém uma posição associada a cada pixel.
- Para cada pixel há um valor associado que contém a intensidade e a cor com que mesmo será traçado.
- Todos os objetos são pixels.

## Dispositivos de Exibição

## Dispositivo de Exibição Matricial

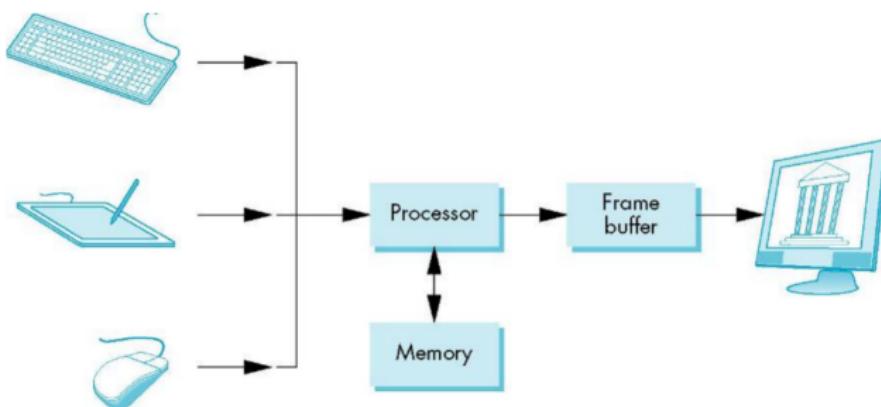


Figura : Rasterização

# Dispositivo de Exibição Matricial

## *Frame Buffer*

- A resolução é o número de pixels.

# Dispositivo de Exibição Matricial

## *Frame Buffer*

- A resolução é o número de pixels.
- Implementado com VRAM/DRAM
  - Video Random-access Memory.
  - Dynamic Random-access Memory.
  - Acesso rápido para a re-exibição da imagem.

## Dispositivos de Exibição

# Dispositivo de Exibição Matricial

## *Frame Buffer*

- A resolução é o número de pixels.
- Implementado com VRAM/DRAM
  - Video Random-access Memory.
  - Dynamic Random-access Memory.
  - Acesso rápido para a re-exibição da imagem.
- O *Frame Buffer* armazena também outras informações:
  - Informações de camadas.
  - Informações sobre múltiplos buffers.

## Dispositivos de Exibição

# Dispositivo de Exibição Matricial

## *Frame Buffer*

- A resolução é o número de pixels.
- Implementado com VRAM/DRAM
  - Video Random-access Memory.
  - Dynamic Random-access Memory.
  - Acesso rápido para a re-exibição da imagem.
- O *Frame Buffer* armazena também outras informações:
  - Informações de camadas.
  - Informações sobre múltiplos buffers.
- Sistema RGB: Red, Green e Blue.
  - A profundidade do *Frame Buffer* define a quantidade de cores possíveis.
  - $1\text{ bit} = 2\text{ cores}; 2\text{ bits} = 2^2 = 4\text{ cores}; 8\text{ bits} = 2^8 = 256\text{ cores.}$

## Dispositivos de Exibição

# Dispositivo de Exibição Matricial

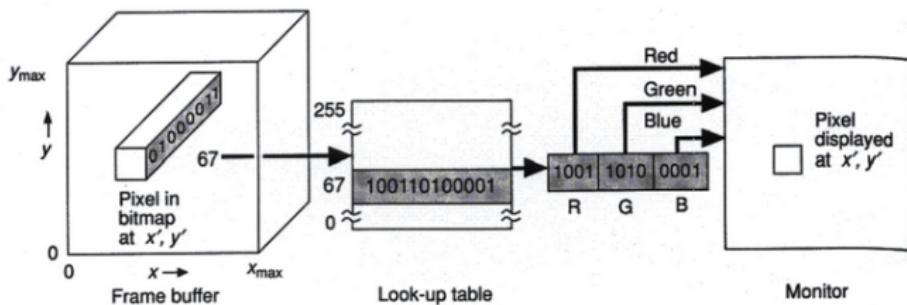
## *Frame Buffer*

- A resolução é o número de pixels.
- Implementado com VRAM/DRAM
  - Video Random-access Memory.
  - Dynamic Random-access Memory.
  - Acesso rápido para a re-exibição da imagem.
- O *Frame Buffer* armazena também outras informações:
  - Informações de camadas.
  - Informações sobre múltiplos buffers.
- Sistema RGB: Red, Green e Blue.
  - A profundidade do *Frame Buffer* define a quantidade de cores possíveis.
  - $1\text{ bit} = 2\text{ cores}; 2\text{ bits} = 2^2 = 4\text{ cores}; 8\text{ bits} = 2^8 = 256\text{ cores.}$
- O sistema em geral possui vários processadores gráficos dedicados com funções variadas.



## Dispositivos de Exibição

## Dispositivo de Exibição Matricial

Figura : *Look-up Table*

## Frame Buffer - Look-up Table

- Paleta de cores.
- Neste exemplo contém uma paleta contém 256 cores das 4096 possíveis.

# Dispositivo de Exibição Matricial

## Placa Gráfica

- Recebe os comandos para serem desenhados do processador e desenha no vídeo.
  - *Drawing (Front end)*: Recebe do processador as informações de quais pixels serão desenhados e com quais valores. Os pixels são traçados no bitmap (*Frame Buffer*).
  - *Video (back end)*: Interpreta os valores do bitmap, mapeando seus valores para serem exibidos no vídeo.

## Dispositivos de Exibição

## Dispositivo de Exibição Matricial

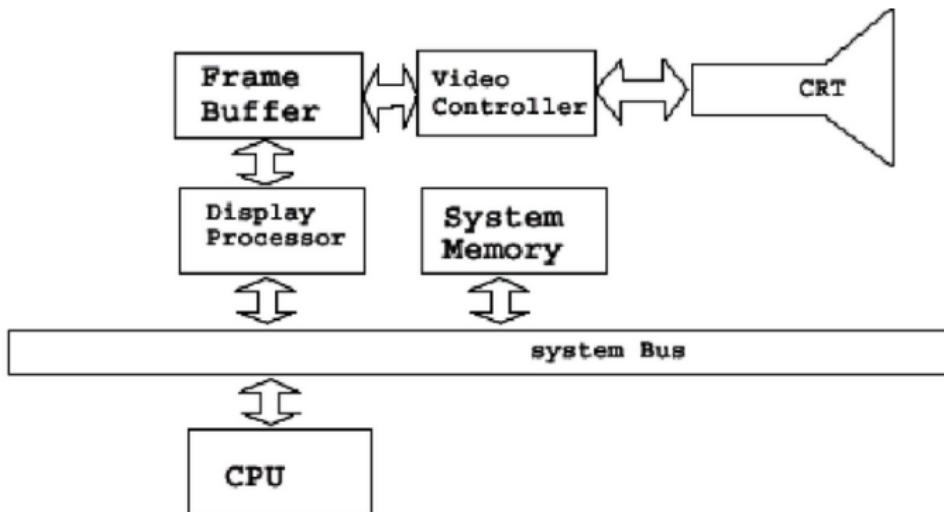


Figura : Arquitetura da Exibição Matricial.

# Dispositivo de Exibição Matricial

## Vantagens

- Adequado para imagens coloridas.
- Capacidade de integrar imagens digitalizadas e sintetizadas.
- Baixo custo.
- Rasteio fixo (Tempo de restauração independente da complexidade da cena).
- Permite preenchimento de interior de objetos com cores e padrões.
- Permite operações com blocos de pixels.

# Dispositivo de Exibição Matricial

## Desvantagens

- Requer conversão de imagens digitais para forma matricial.
- As transformações não são feitas apenas transformando os extremos do objetos.
- Requer muita memória de capacidade de processamento.
- Aliasing.

## Dispositivos de Exibição

## Dispositivo de Exibição Matricial

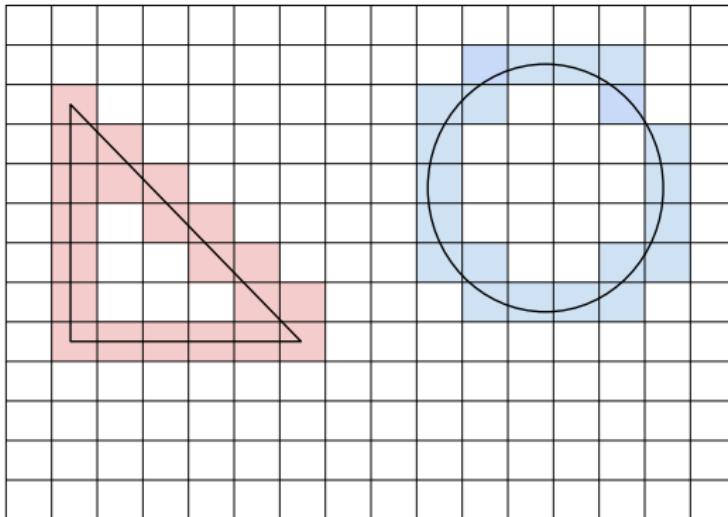


Figura : Exemplo de Aliasing.

# Outros Tipos de Tecnologia de Exibição

## Outras Tecnologias de Exibição de Imagens

- Possui volume e peso menores.
- Possibilita escrever na superfície.
  - Emissivos: Convertem energia elétrica em luz (Plasma).
  - Não Emissivos: Usam efeitos ópticos para converter a luz natural em padrões gráficos (LCD, LED).

# Áreas Relacionadas a Computação Gráfica

## Áreas Relacionadas a Computação Gráfica

- Computação Gráfica.
- Visão Computacional.

# Computação Gráfica

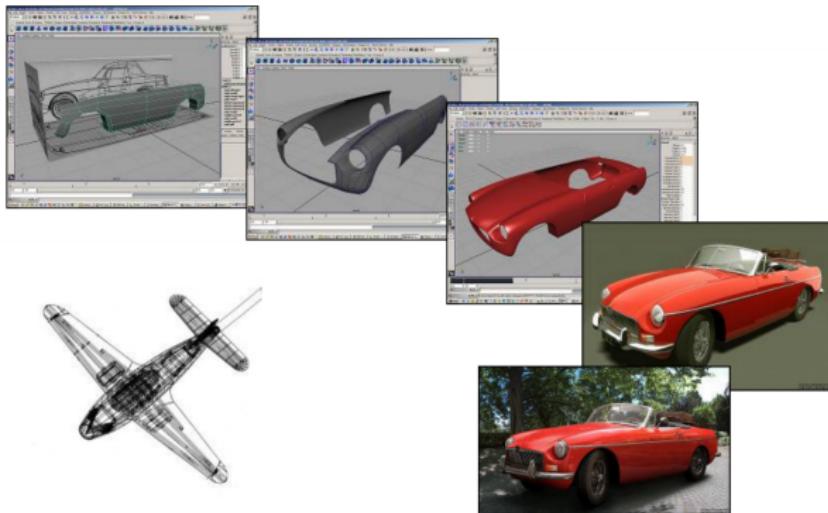


Figura : Software CAD's.

# Computação Gráfica



Figura : Obra de arte feita com Computação Gráfica.

# Computação Gráfica



Figura : Filme Pacific Rim.

# Computação Gráfica

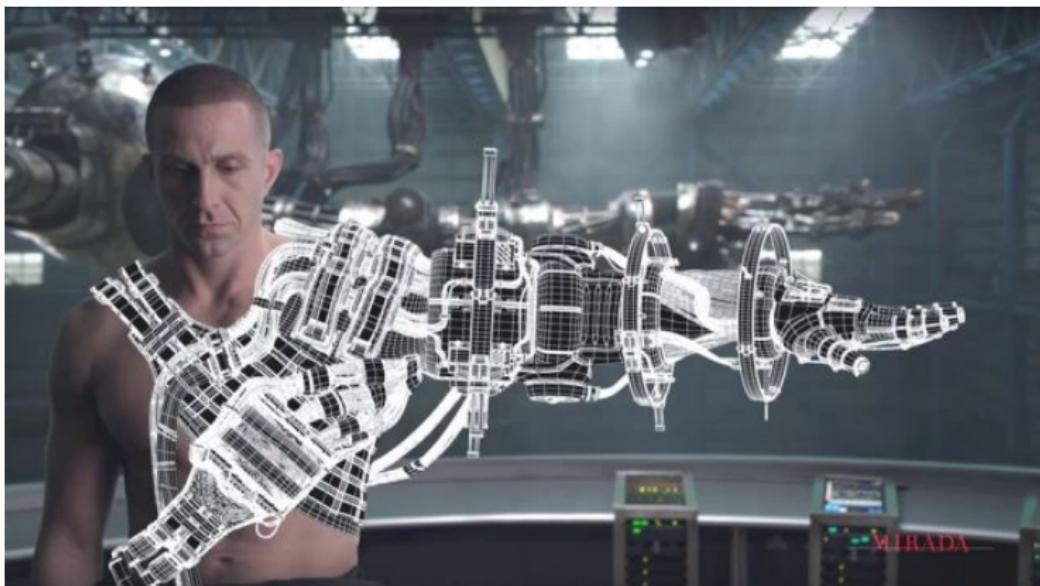


Figura : Filme Pacific Rim.

# Computação Gráfica



Figura : Filme Pacific Rim.

## Processamento de Imagens

# Processamento de Imagens

- Técnicas de processamento e transformações de imagens em forma de “matrizes” pixels.
- Melhorar características visuais (aumentar contraste, melhorar foco, reduzir ruído, etc..).
- Melhorar regiões de interesse e até mesmo “transformar” as imagens, criando efeitos visuais.

## Processamento de Imagens

## Processamento de Imagens

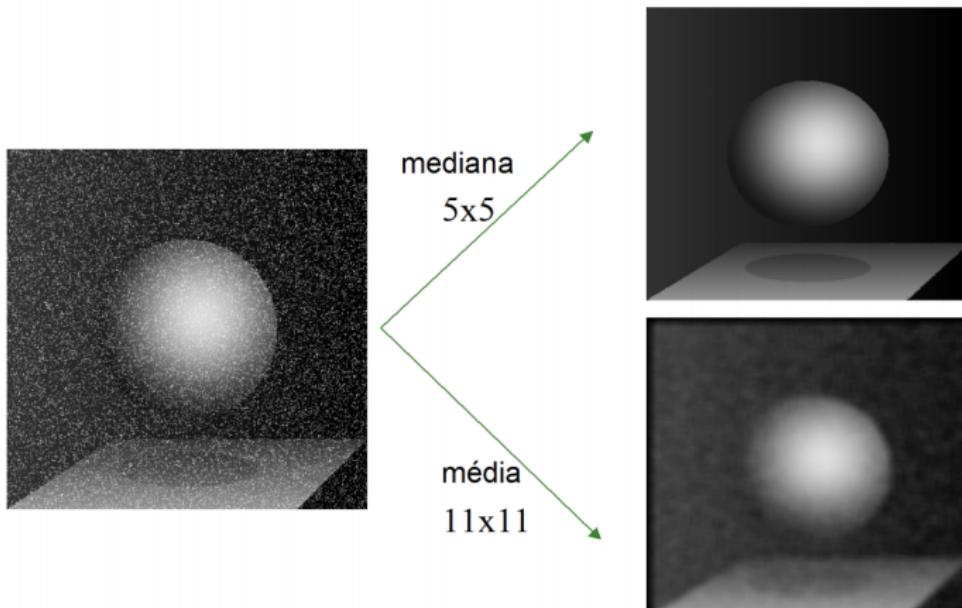


Figura : Transformações em imagens.

## Processamento de Imagens

## Processamento de Imagens

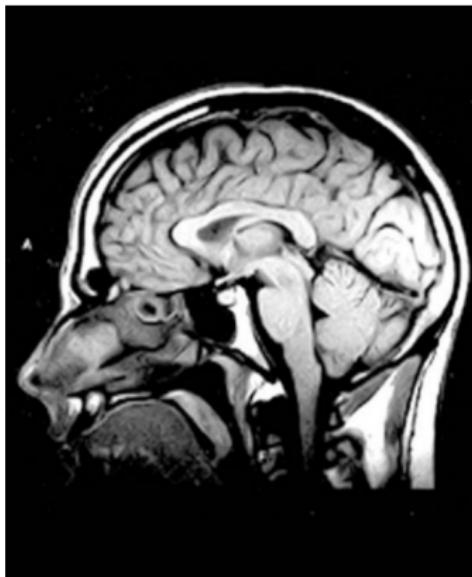


Figura : Representação de um cérebro a partir de uma radiografia.

# Visão Computacional

## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.

# Visão Computacional

## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.
- Problema complexo que envolve “inteligência” .

# Visão Computacional

## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.
- Problema complexo que envolve “inteligência” .
- Inicia-se pela análise de uma imagem.

# Visão Computacional

## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.
- Problema complexo que envolve “inteligência” .
- Inicia-se pela análise de uma imagem.
- Utiliza técnicas para extrair atributos das imagens.

# Visão Computacional

## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.
- Problema complexo que envolve “inteligência” .
- Inicia-se pela análise de uma imagem.
- Utiliza técnicas para extrair atributos das imagens.
- Implementa no computador tarefas que requerem habilidades visuais.

# Visão Computacional

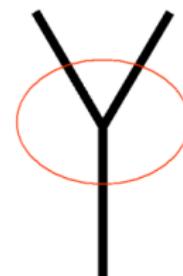
## Características da Visão Computacional

- Adiciona “sentido” a visão da máquina.
- Problema complexo que envolve “inteligência” .
- Inicia-se pela análise de uma imagem.
- Utiliza técnicas para extrair atributos das imagens.
- Implementa no computador tarefas que requerem habilidades visuais.
- Utiliza *Machine Learning* para analisar interpretar as imagens.

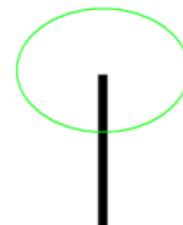
# Visão Computacional

## Exemplo de Visão Computacional

Exemplo de detecção de digitais.

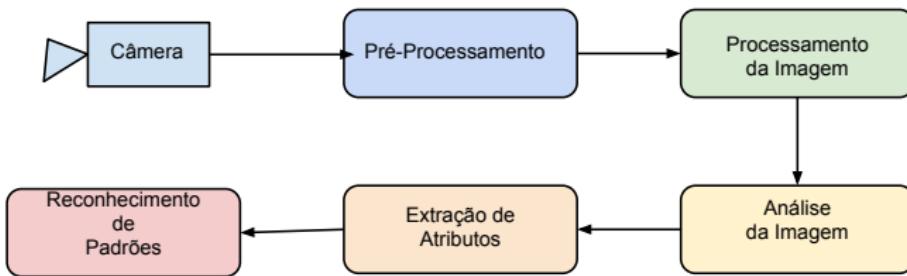


Bifurcações

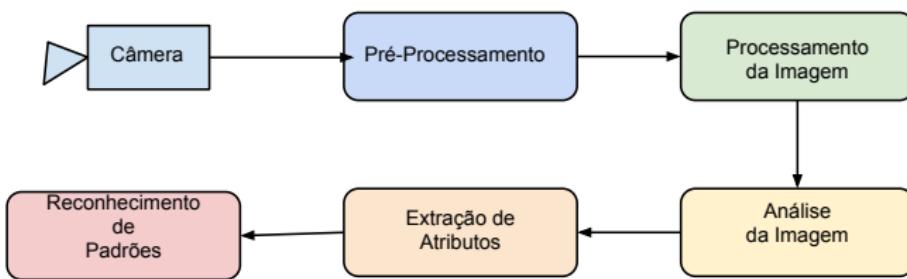


Terminações

# Visão Computacional



# Visão Computacional



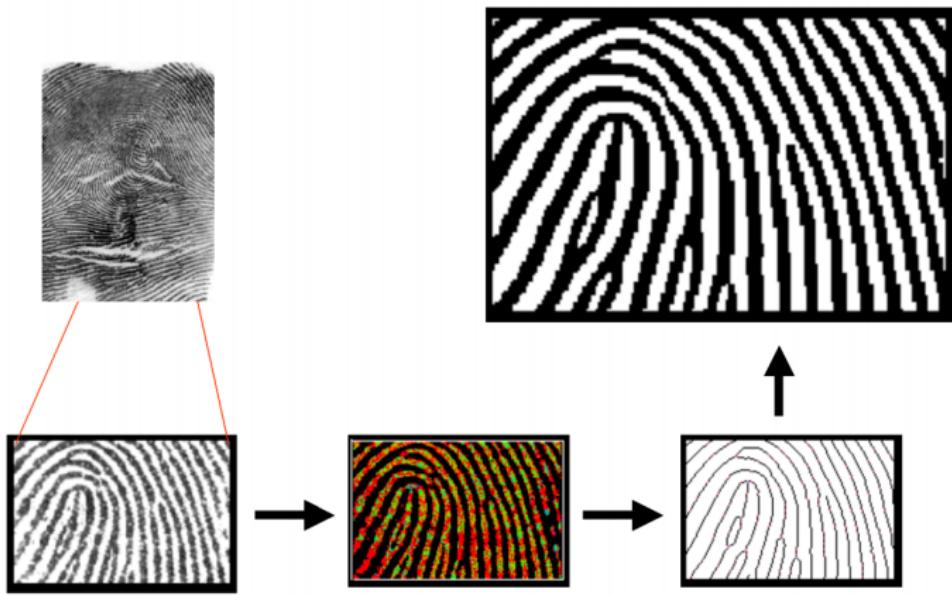
# Captura da Imagem



# Pré Processamento

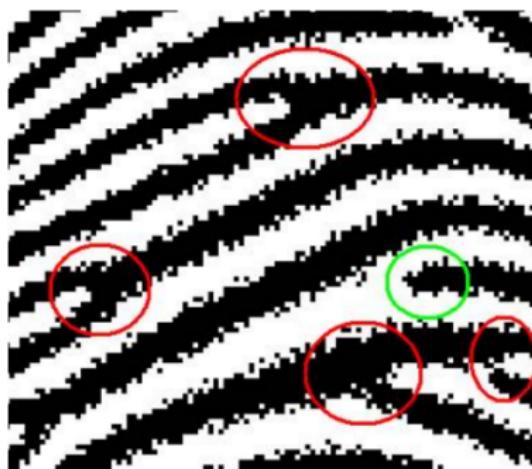


# Processamento



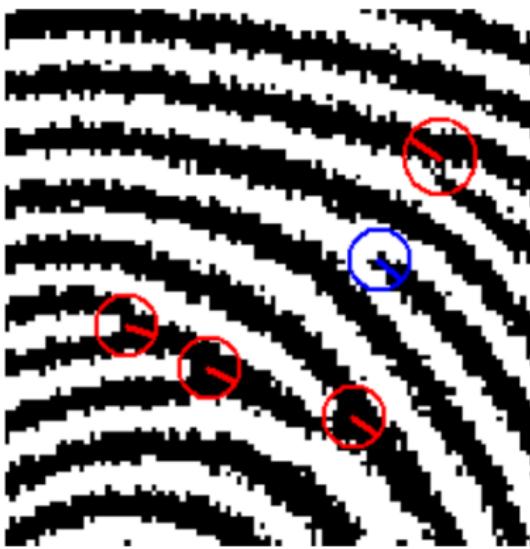
# Análise

- Encontra-se todas as bifurcações.
- Encontra-se todas as terminações.



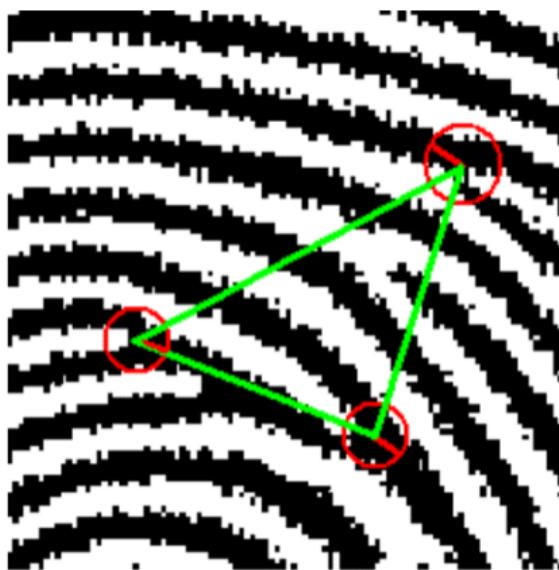
# Análise

- Encontra-se todas as orientações das bifurcações.
- Encontra-se todas as orientações das terminações.

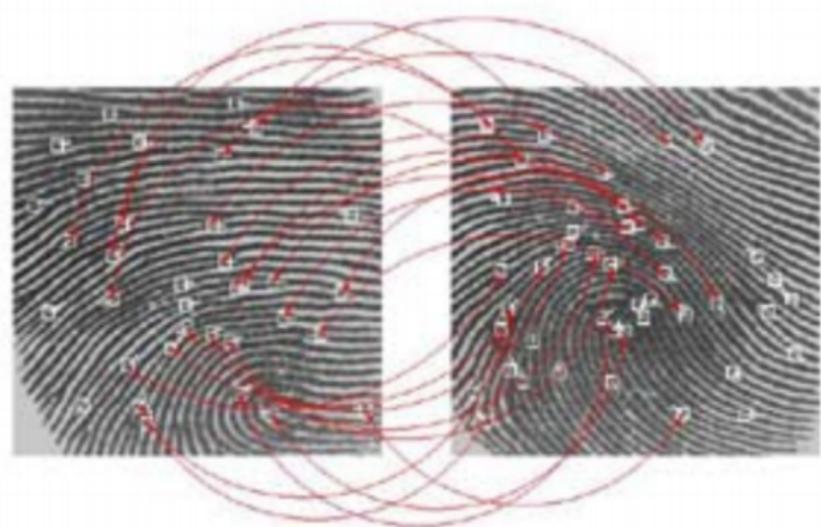


# Extração de Características

- Semelhanças de triângulos.
- Marcar as marcações três a três.



# Reconhecimento de Padrões



# Referências

## Bibliografia Básica

- FOLEY, J. D. et alii. *Introduction to Computer Graphics.* Reading: Addison Wesley, 1994.\*
- FOLEY, J. D. et. alii. *Computer Graphics: Principles and Practice.* Reading: Addison Wesley, 1990.

## Bibliografia Básica

- TORI, Romero; FILGUEIRAS, Lucia Vilela Leila; ARAKAKI, Reginaldo; MASSOLA, Antonio Marcos Aguirra. *Fundamentos de computação gráfica: compugrafia.* Rio de Janeiro: LTC, 1987. 356 p. ISBN 85-216-0506-4.
- GOMES, J. et. alii. *Fundamentos da Computação Gráfica.* IMPA: Série de Computação e Matemática, 2008.
- KLAWONN, Frank. *Introduction to Computer Graphics: Using Java 2D and 3D.* Springer London, 2008.

## Referência

Esta apresentação foi baseada na apresentação do prof. Fernando V. Paulovitch (USP - ICMC).