

Introdução à Computação Gráfica

Uéliton Freitas

Universidade Católica Don Bosco - UCDB

freitas.ueliton@gmail.com

19 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
 - Exemplo de Visão Computacional

Introdução

- O que é Computação Gráfica?



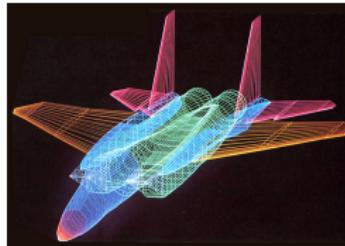
(a) Dota 2



(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

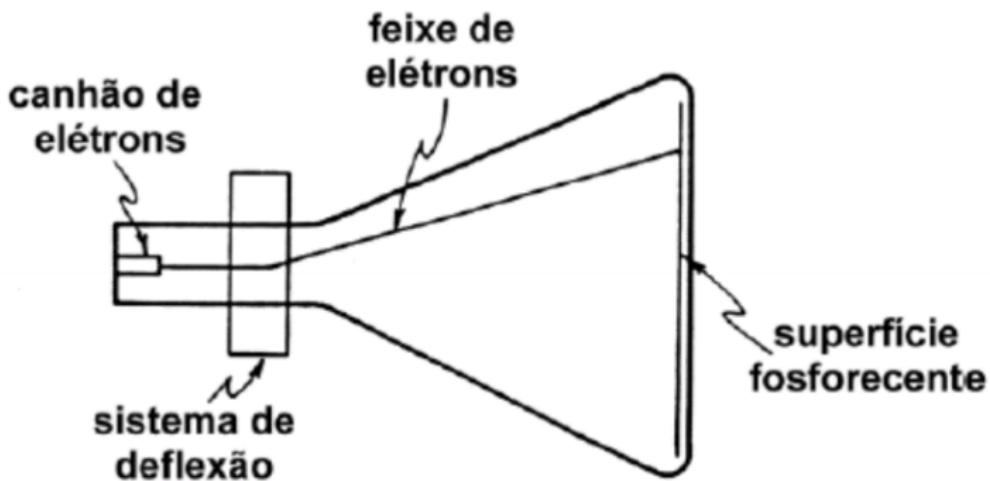


Figura : CRT.

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

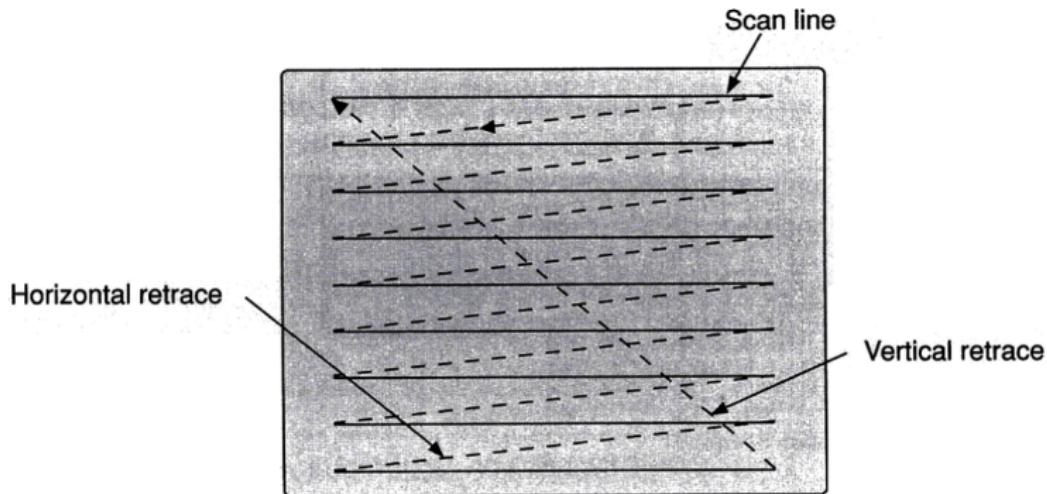


Figura : CRT Matricial.

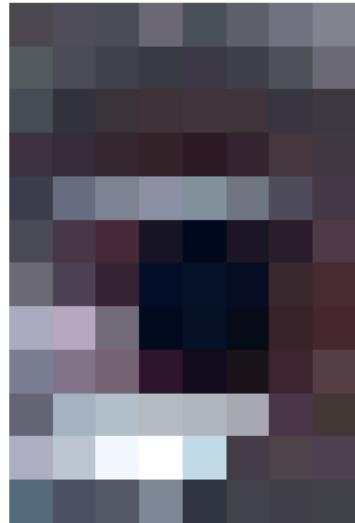
Evolução da Computação Gráfica

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**.

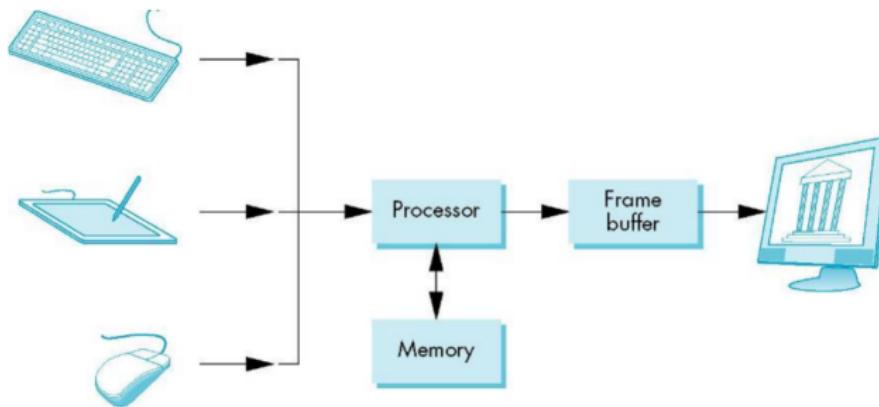


Figura : Representação do Frame Buffer.

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

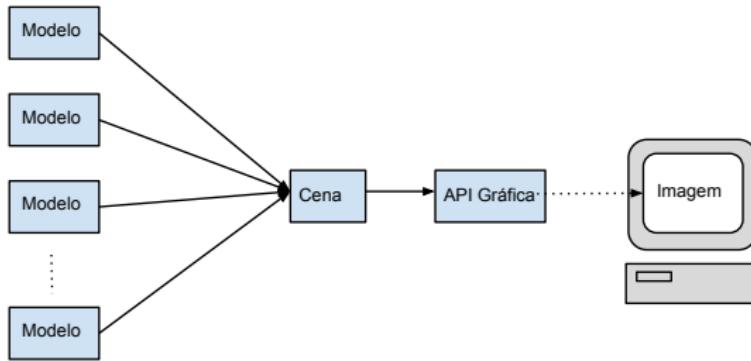


Figura : Sistema Gráfico.

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

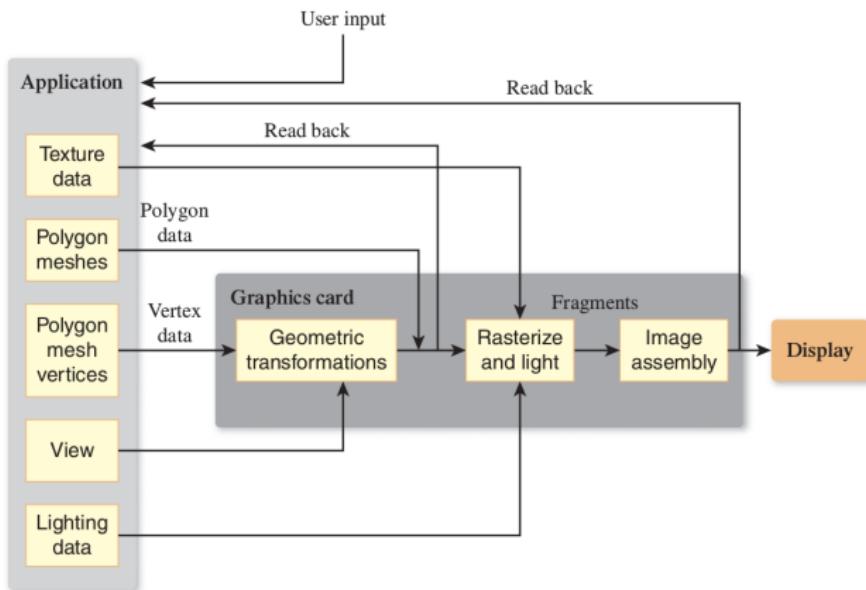


Figura : Pipeline Gráfico.

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Exibição

Dispositivos de Exibição de Natureza Analógica

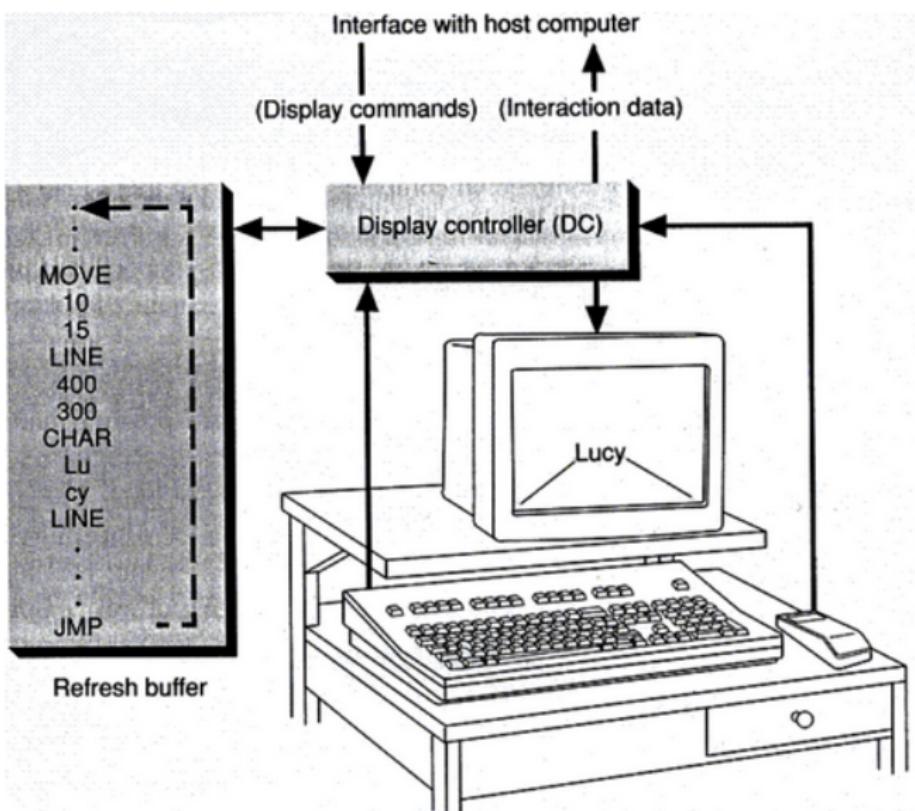
- Gráficos vetoriais.
- Imagens formadas a partir de segmentos de retas.
- Gerados por meio dos “*Display Files*” .

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

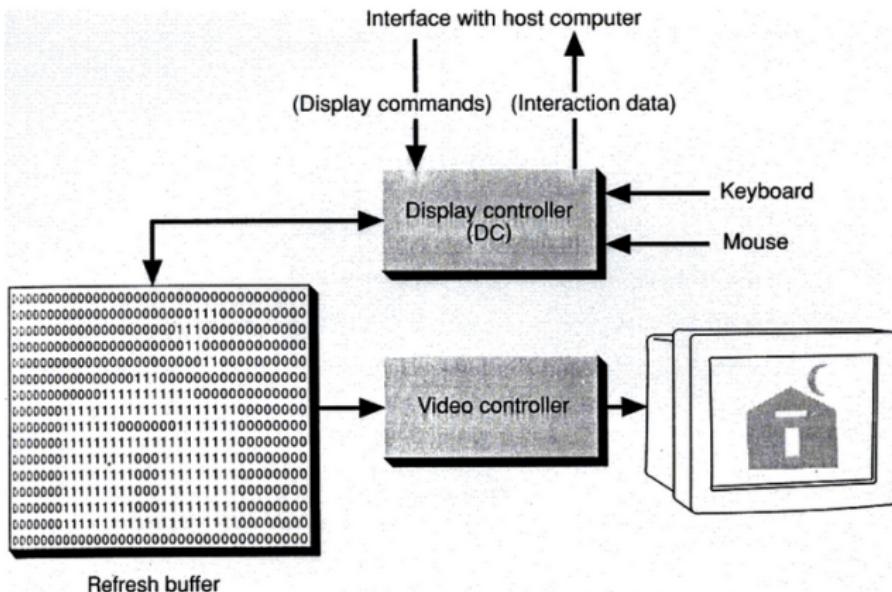
- As operações podem ser aplicadas diretamente nos objetos.
- Transformações podem ser aplicadas apenas aos pontos externos.
- Pouca memória para cenas complexas.
- Não contém cerrilhamento (*Aliasing*).

Dispositivos Vetoriais

Desvantagens dos Dispositivos Vetoriais

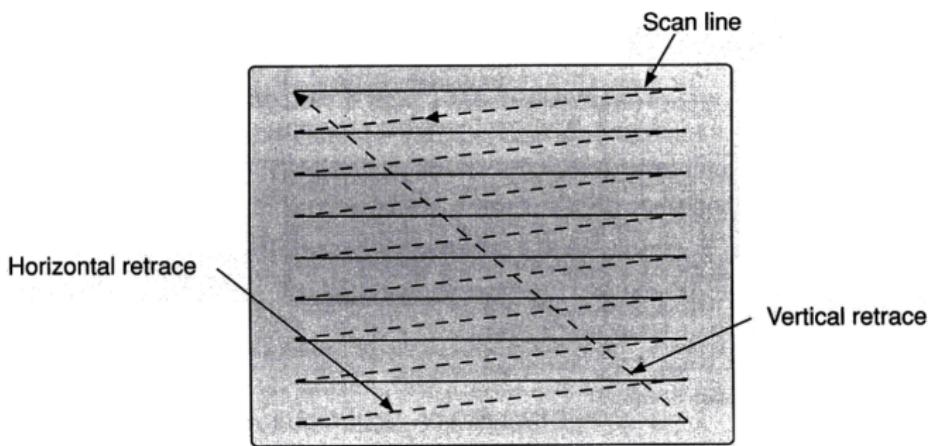
- Difícil preencher o interior dos objetos.
- *Flicker* (a imagem fica “Piscando”) nas imagens.
- A restauração da tela depende da complexidade da cena.
- Alto custo.
- Tecnologia ultrapassada.

Dispositivo de Exibição Matricial



Dispositivos de Exibição

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

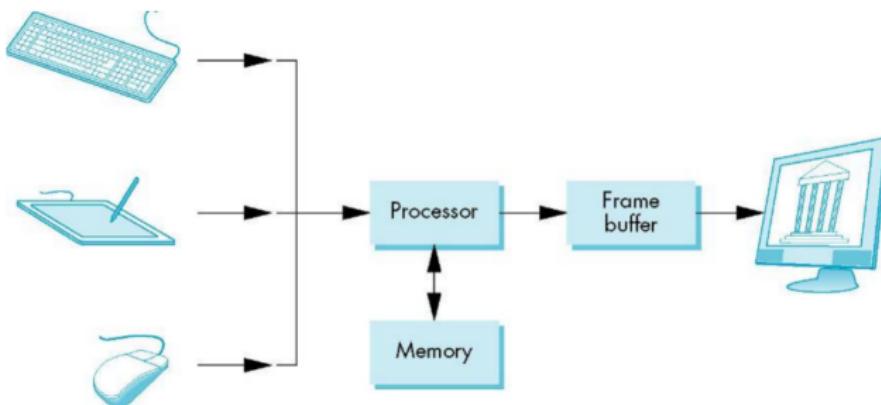


Figura : Rasterização

Dispositivos de Exibição

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

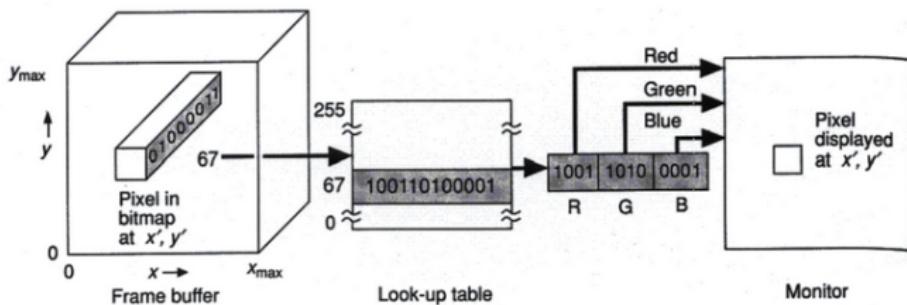
Frame Buffer

- 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

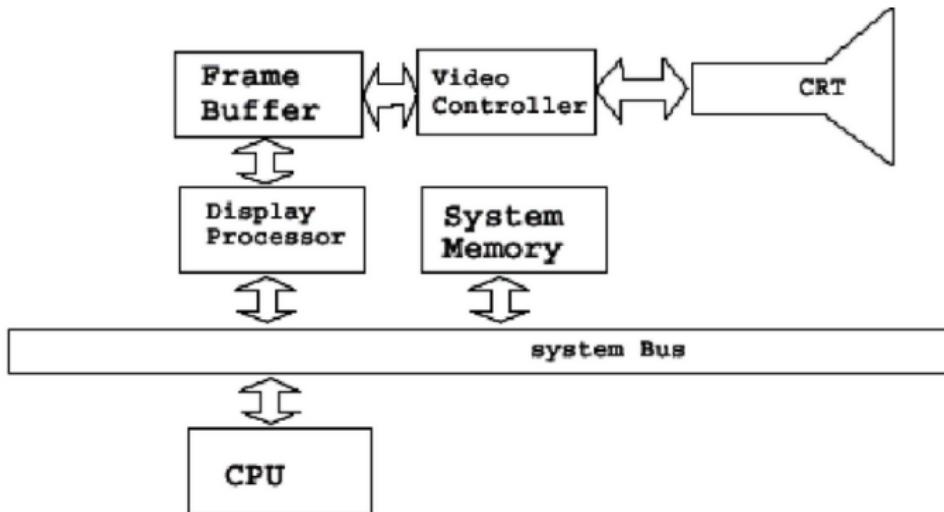


Figura : Arquitetura da Exibição Matricial.

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

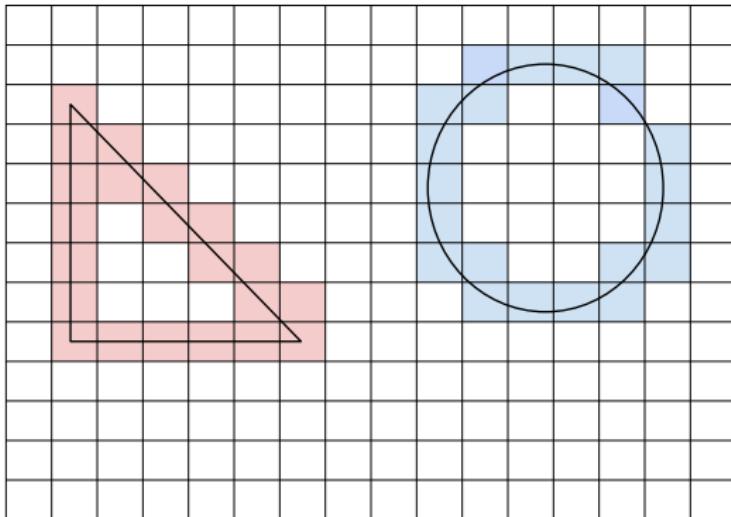


Figura : Exemplo de Aliasing.

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

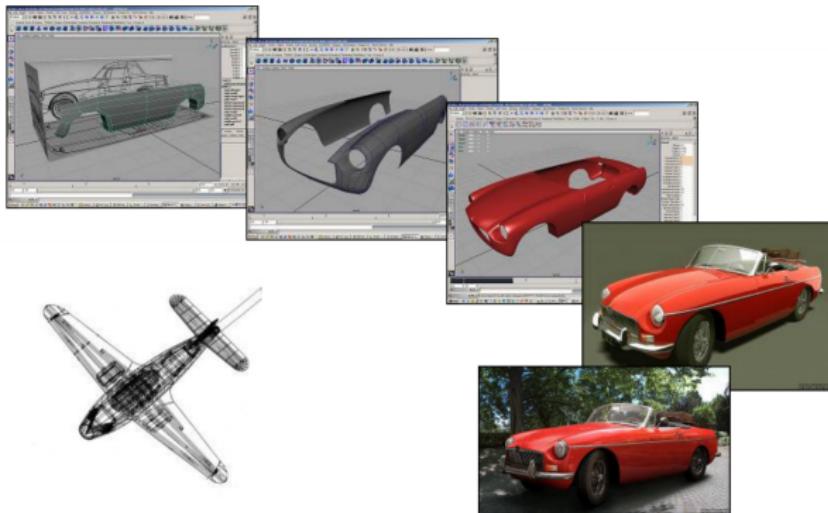


Figura : Software CAD's.

Computação Gráfica



Figura : Obra de arte feita com Computação Gráfica.

Computação Gráfica



Figura : Filme Pacific Rim.

Computação Gráfica

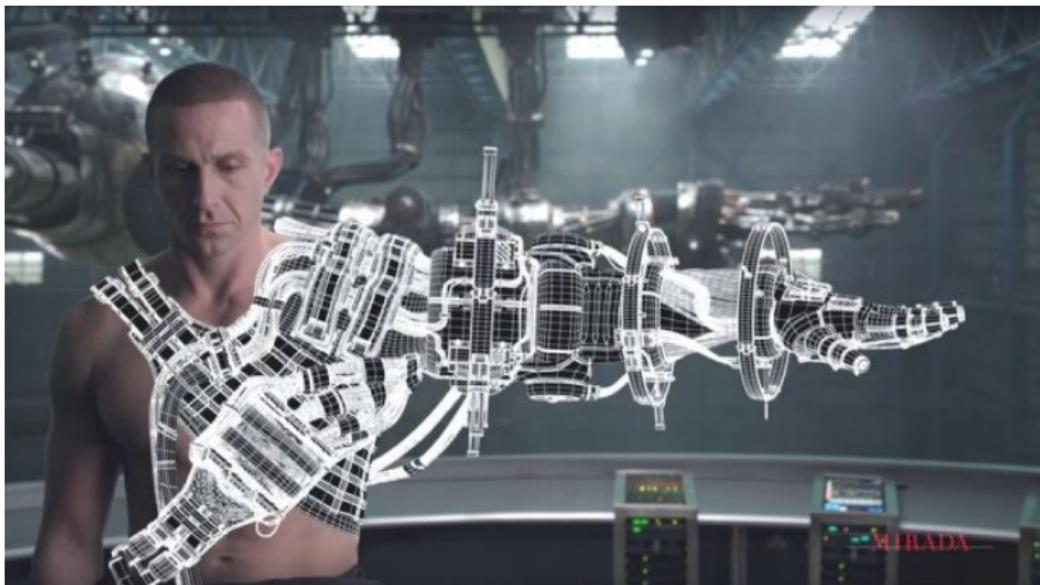


Figura : Filme Pacific Rim.

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

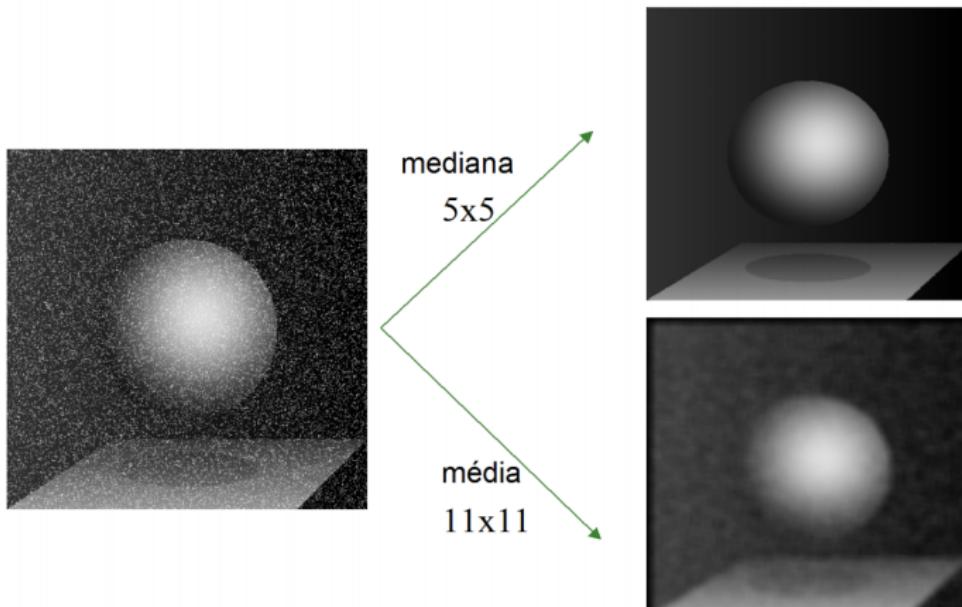


Figura : Transformações em imagens.

Processamento de Imagens

Processamento de Imagens

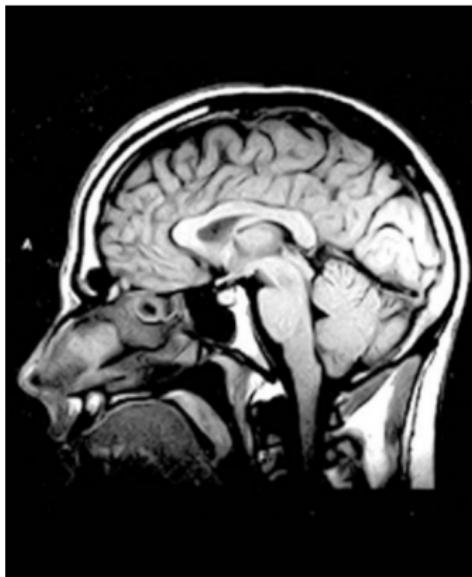


Figura : Representação de um cérebro a partir de uma radiografia.

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

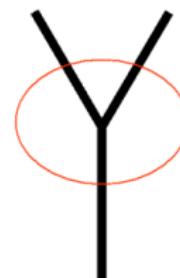
Características da Visão Computacional

- 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.

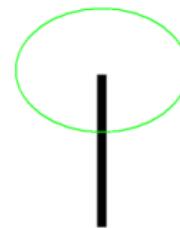
Visão Computacional

Exemplo de Visão Computacional

Exemplo de detecção de digitais.



Bifurcações

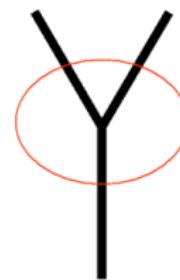


Terminações

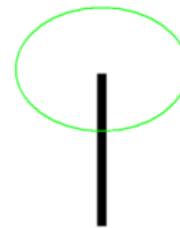
Visão Computacional

Exemplo de Visão Computacional

Exemplo de detecção de digitais.

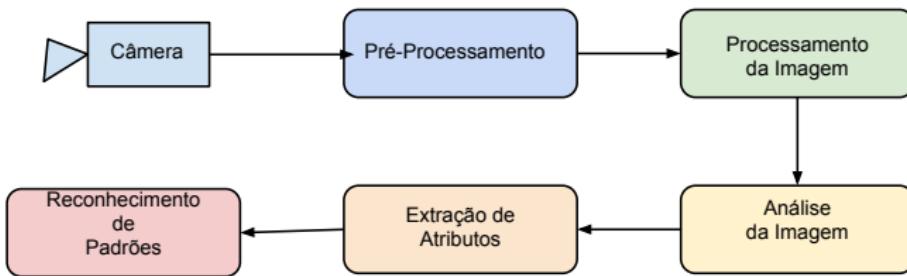


Bifurcações

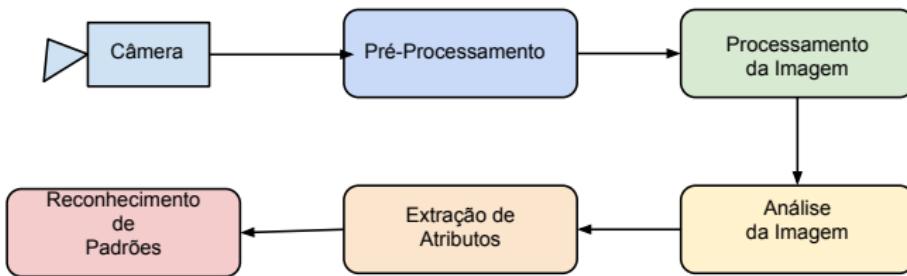


Terminações

Visão Computacional



Visão Computacional



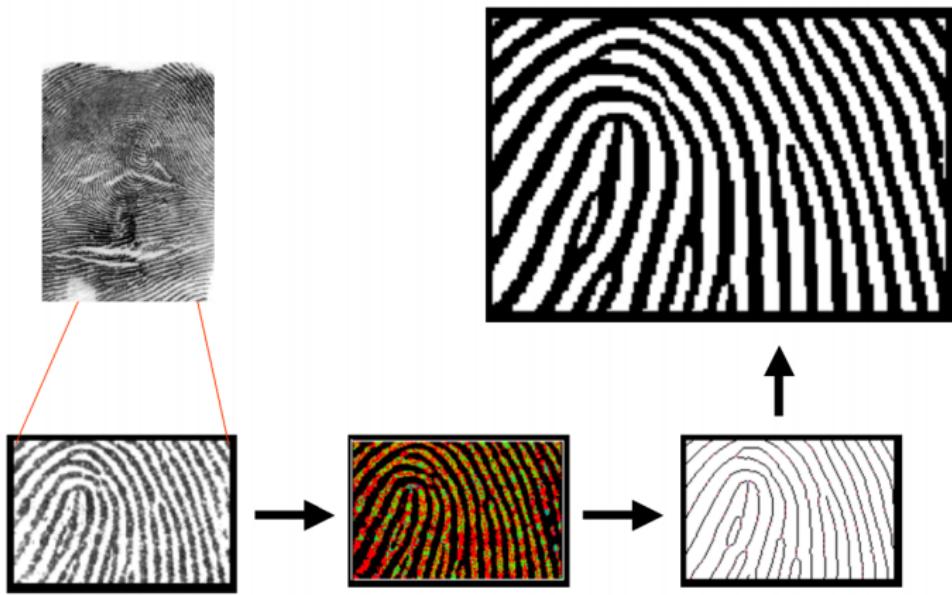
Captura da Imagem



Pré Processamento

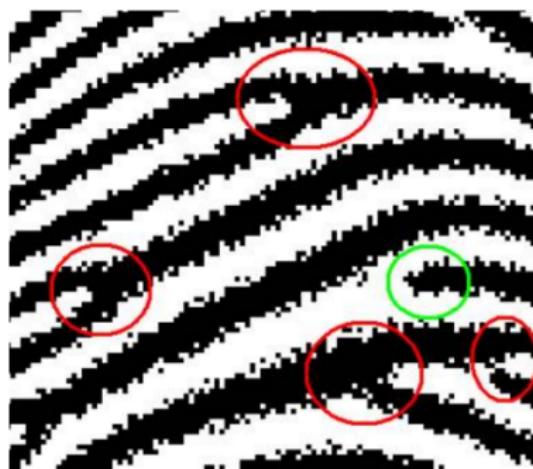


Processamento



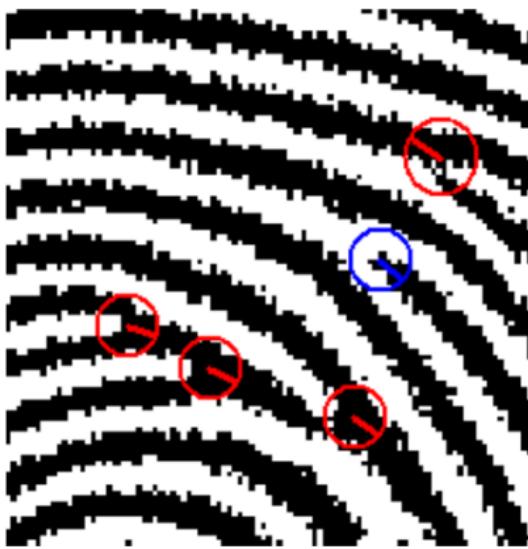
Análise

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



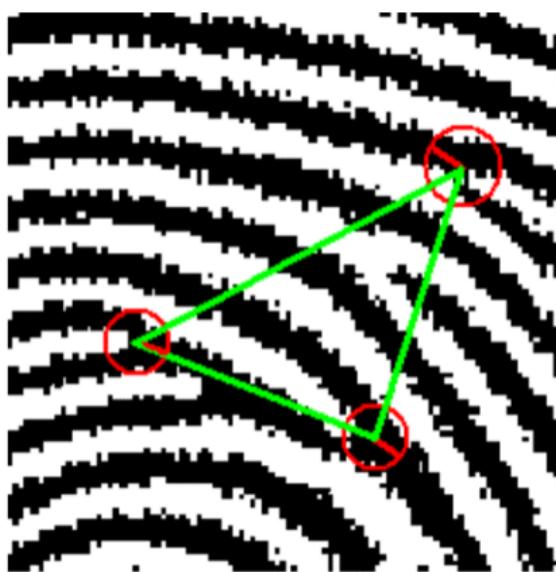
Análise

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

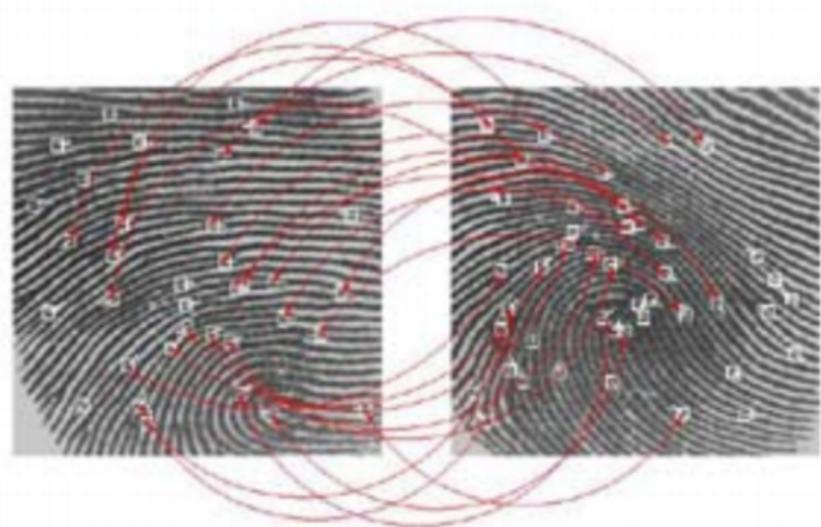


Extração de Características

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



Reconhecimento de Padrões



Extração de Características

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.