



Dispositivos de Entrada e Saída

Disciplina: Computação Gráfica (BCC35F)

Curso: Ciência da Computação

Prof. Walter T. Nakamura
waltertakashi@utfpr.edu.br

Campo Mourão - PR

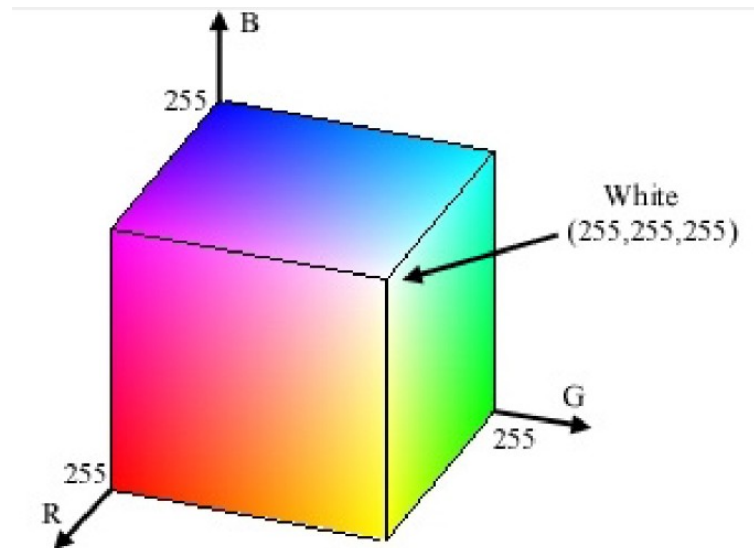
- ▣ É um sistema de computação composto por:
 - Processador
 - Memória
 - Frame Buffer
 - Dispositivos de saída
 - Dispositivos de entrada

Dispositivos de exibição

- Existem **dois tipos** de dispositivos de exibição
 - Vetorial e Matricial
- **Dispositivos vetoriais**
 - Natureza analógica
 - Formadas por elementos geométricos: pontos, curvas, linhas e polígonos.
 - Cálculo matemático com posicionamento, tamanho e forma do objeto.
 - Pode ser transformada sem distorção
- **Dispositivos matriciais**
 - Natureza digital
 - Imagens formadas pelo preenchimento de matriz de pixels
 - Geradas a partir de Frame Buffers

Geração de imagens em dispositivo matricial

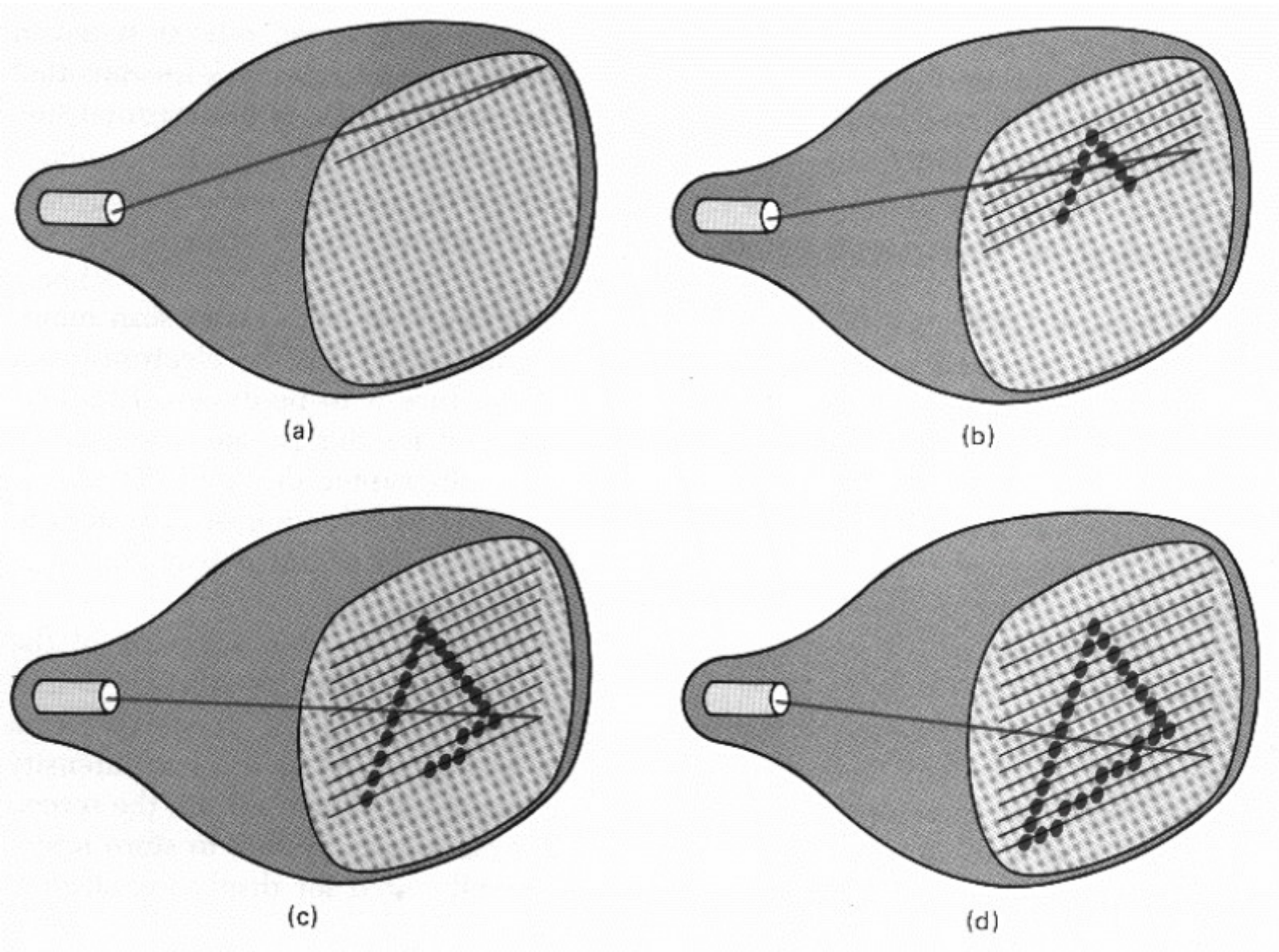
- ❑ Descrição da cena mantida no **frame buffer**, que contém uma **posição** associada a cada pixel da tela.
- ❑ Para cada pixel, o **valor** armazenado na posição correspondente define a intensidade (ou cor) com que o pixel será traçado.
- ❑ Todos os objetos são **pixels**



Geração de imagens em dispositivo matricial

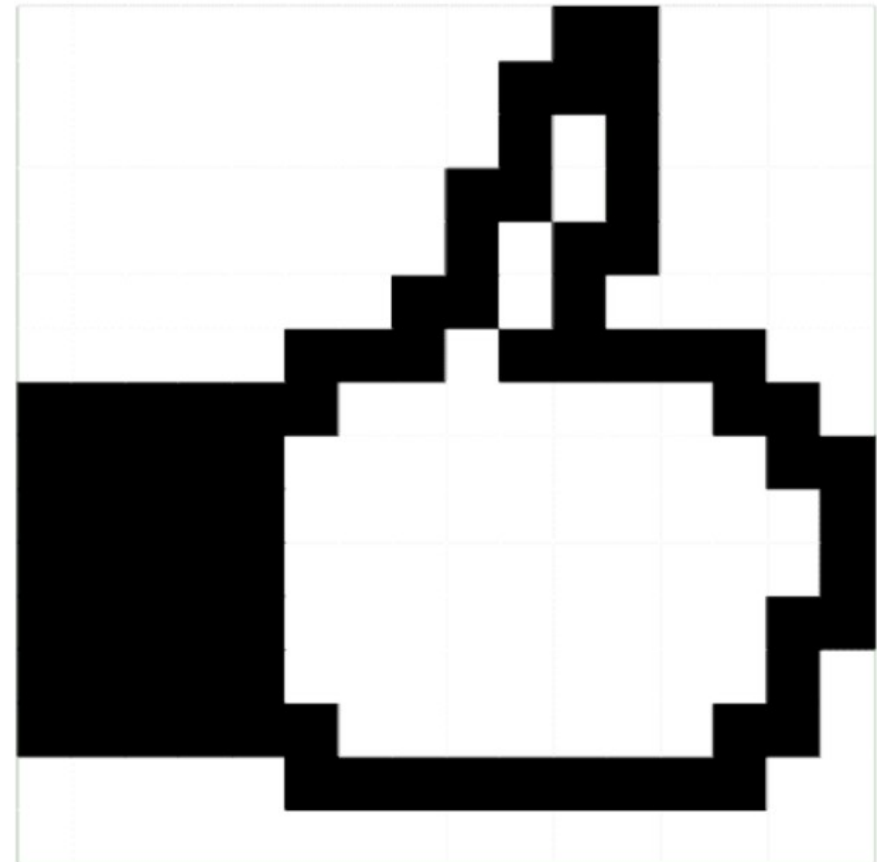
- O **processador** é responsável por transformar as primitivas gráficas (linhas, círculos, polígonos, etc.) em pixels no Frame Buffer
 - Essa conversão é conhecida como **rasterização** ou **conversão matricial**

Geração de imagens em dispositivo matricial

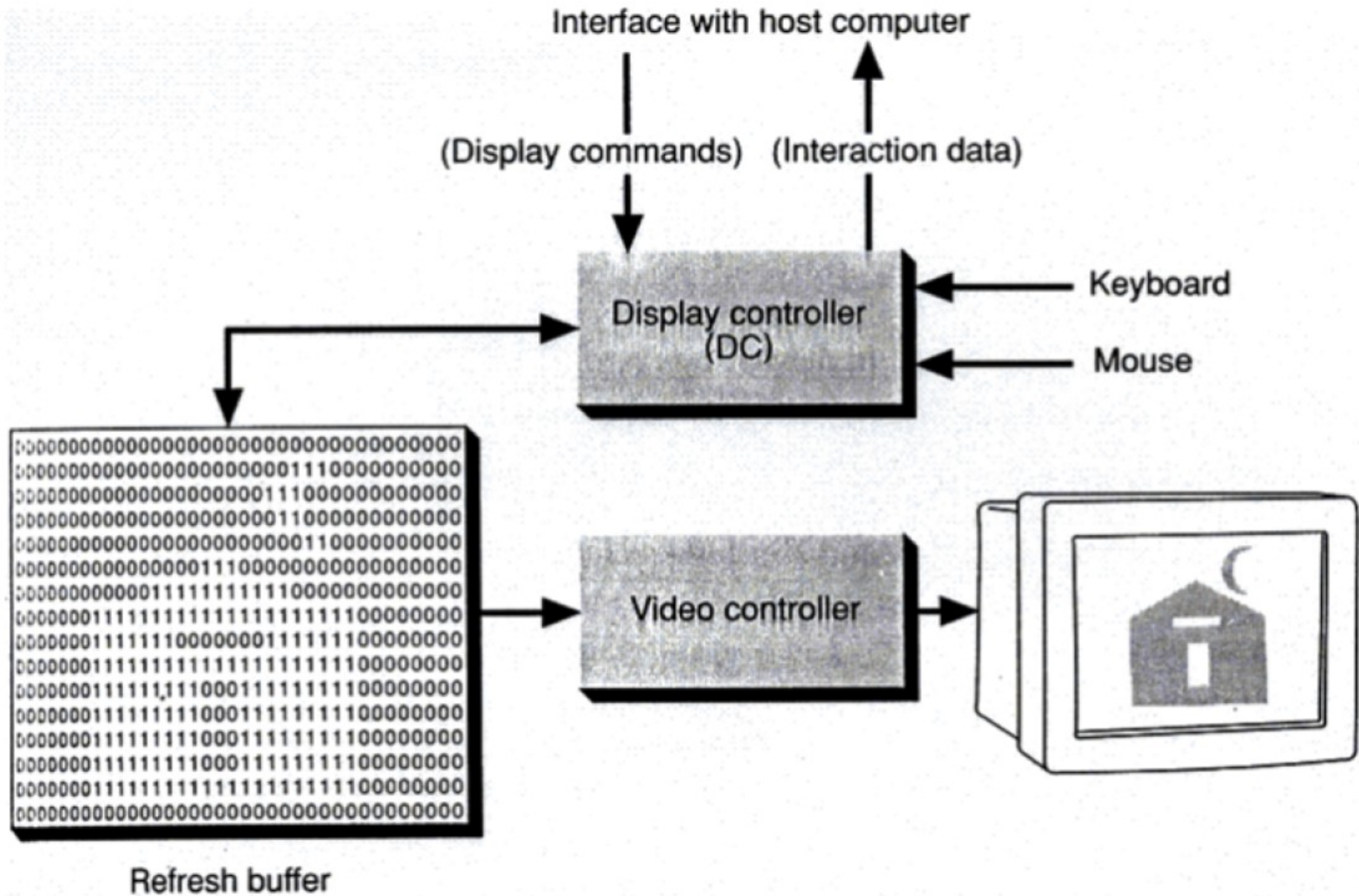


Geração de imagens em dispositivo matricial

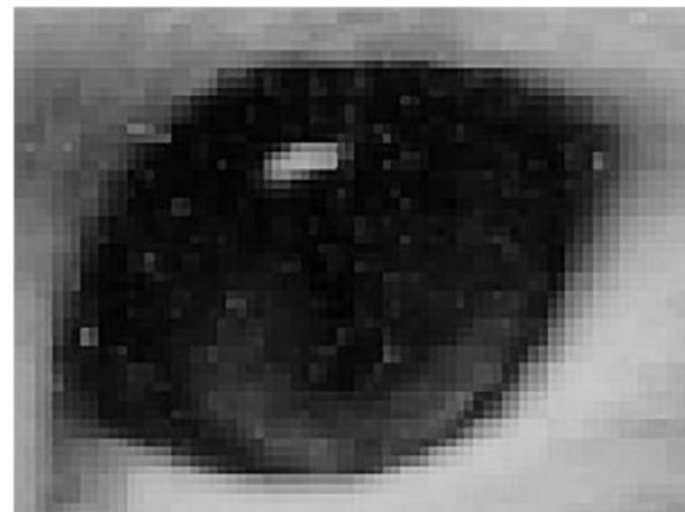
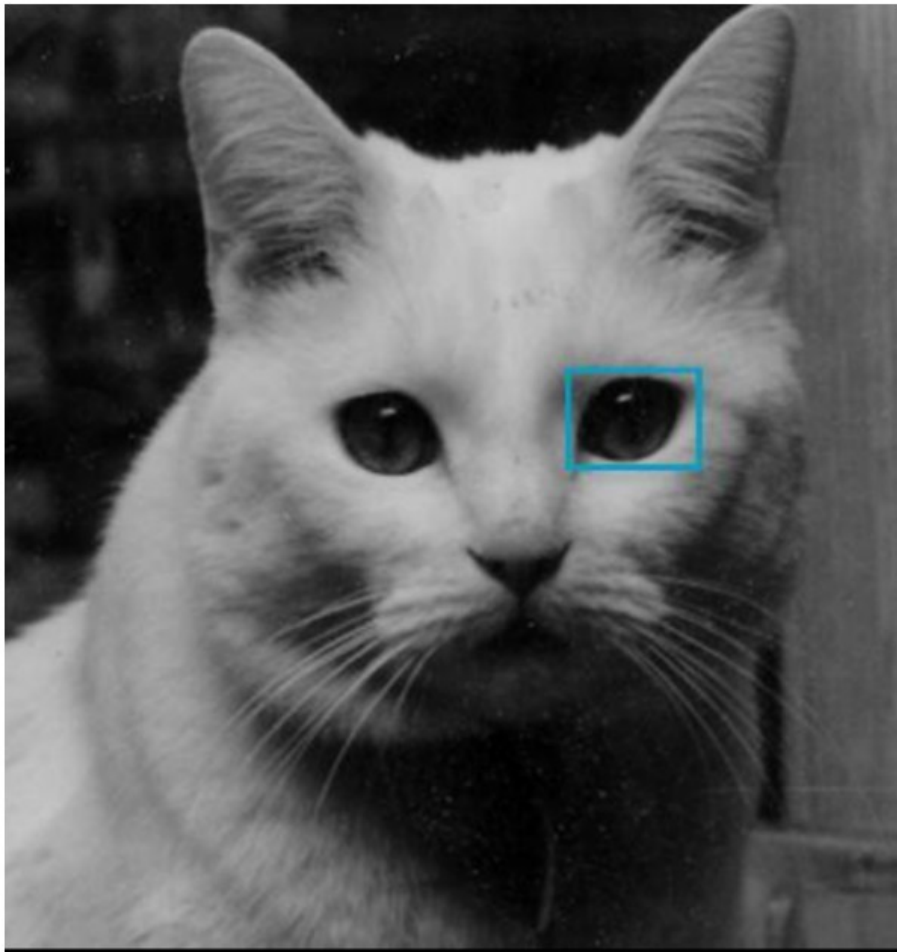
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



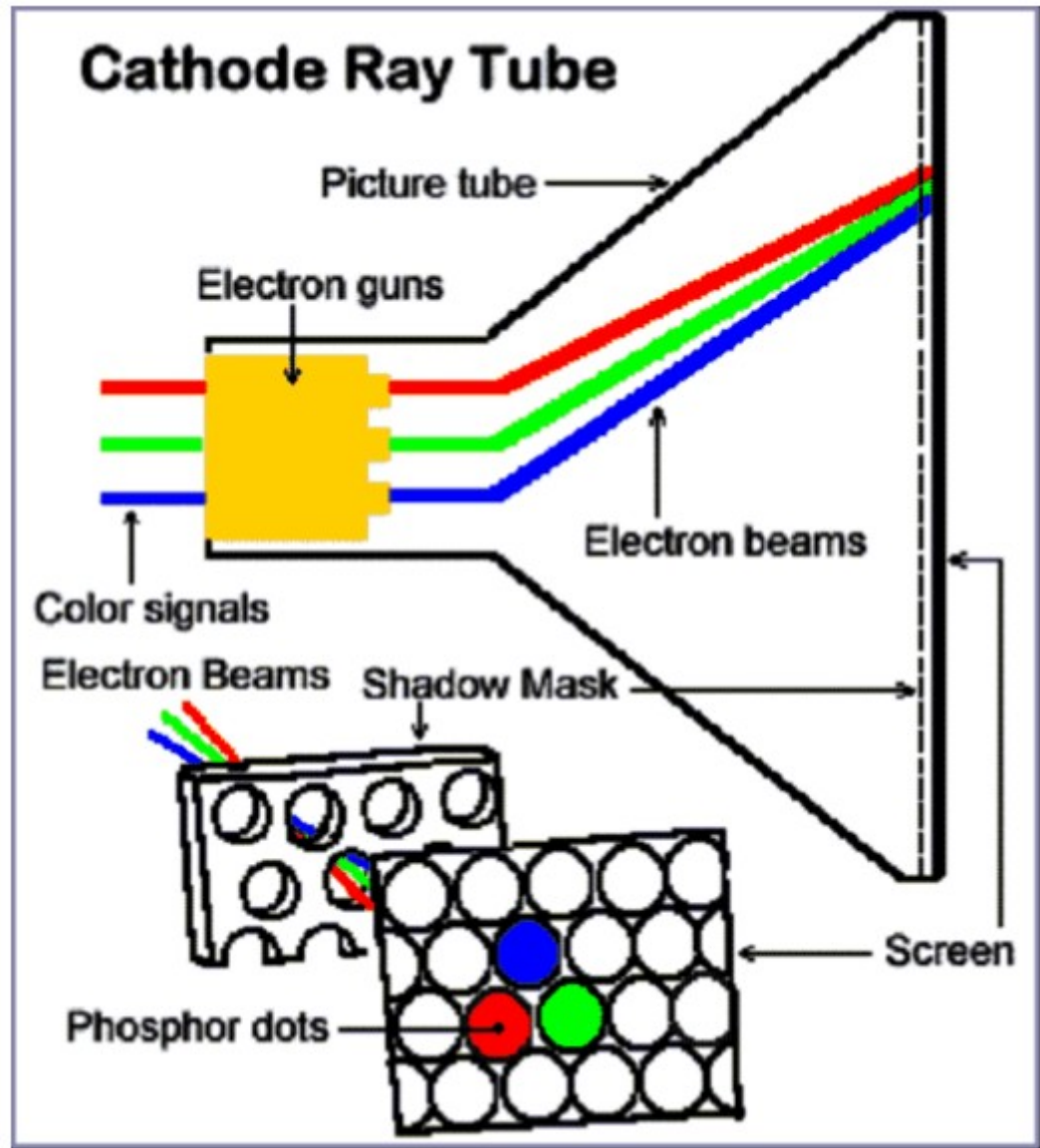
Arquitetura de dispositivo de exibição matricial



- Cada **pixel** corresponde a uma pequena área da imagem
– armazenados no **frame buffer**

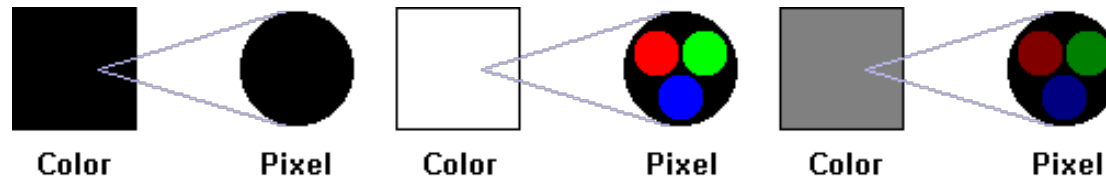


Estrutura de um CRT colorido

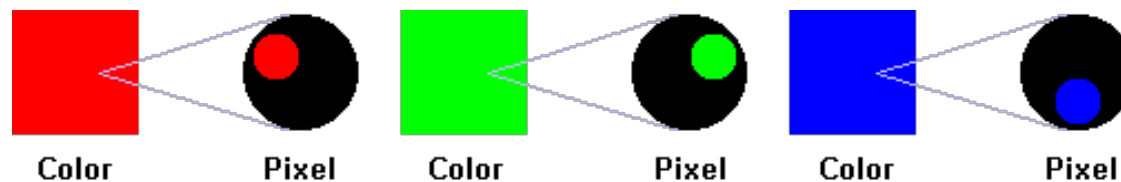


Formação de cores em um monitor

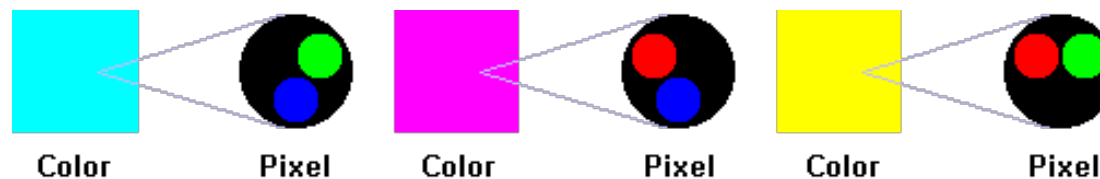
- Preto, branco e cinza



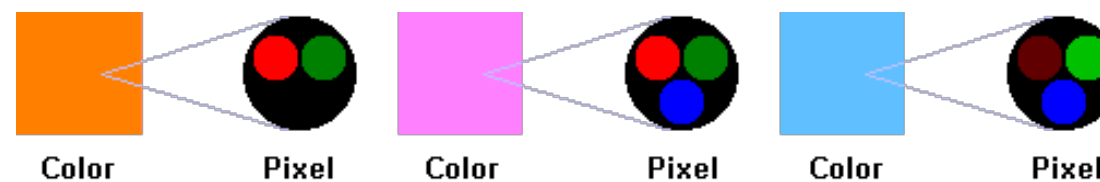
- Vermelho, verde e azul



- Ciano, roxo e amarelo



- Mistura das três cores



Estrutura de um CRT colorido

- Intensidade dos feixes determina a cor do pixel
 - **Exemplo:** Pixel com 3 bits (pixel depth = 3, ou bit planes = 3) permite representar 8 cores distintas.
 - Pixel depth = $d \rightarrow 2^d$ cores distintas.

Cores RGB em 3 bits

- Quantidade de cores possíveis em RGB por pixel depth
 - $2^1 (R) \times 2^1 (G) \times 2^1 (B) = 3 \times 1\text{bit} = 3 \text{ bits} = 2^3 \text{ cores} = 8 \text{ cores}$

Valores			Valor Binário	Cor
R	G	B		
0	0	0	0	BLACK
0	0	1	1	BLUE
0	1	0	2	GREEN
0	1	1	3	CYAN
1	0	0	4	RED
1	0	1	5	MAGENTA
1	1	0	6	YELLOW
1	1	1	7	

Cores RGB em outras taxas de bits

- Quantidade de cores possíveis em RGB por pixel depth
 - $2^2 (R) \times 2^2 (G) \times 2^2 (B) = 3 \times 2\text{bits} = 6 \text{ bits} = 2^6 \text{ cores} = 64 \text{ cores}$
 - $2^3 (R) \times 2^3 (G) \times 2^3 (B) = 3 \times 3\text{bits} = 9 \text{ bits} = 2^9 \text{ cores} = 512 \text{ cores}$
 - $2^8 (R) \times 2^8 (G) \times 2^8 (B) = 3 \times 8\text{bits} = 24 \text{ bits} = 2^{24} \text{ cores} = 16.777.216 \text{ cores}$

- **Profundidade do frame buffer (depth)**
 - Número de bits para cada pixel, determina o número de cores que o sistema consegue exibir:
 - 1 bit = 2 cores; 8 bit-deep = $2^8 = 256$ cores
 - 24 bit = $2^{24} \approx 16$ milhões de cores (sistema true color)
 - Modelo de Cor **RGB** – Modelo de cor aditivo de luz muito usado em monitores, composto por três cores primárias: Red, Green, Blue

Descrição das cores por números em RGB

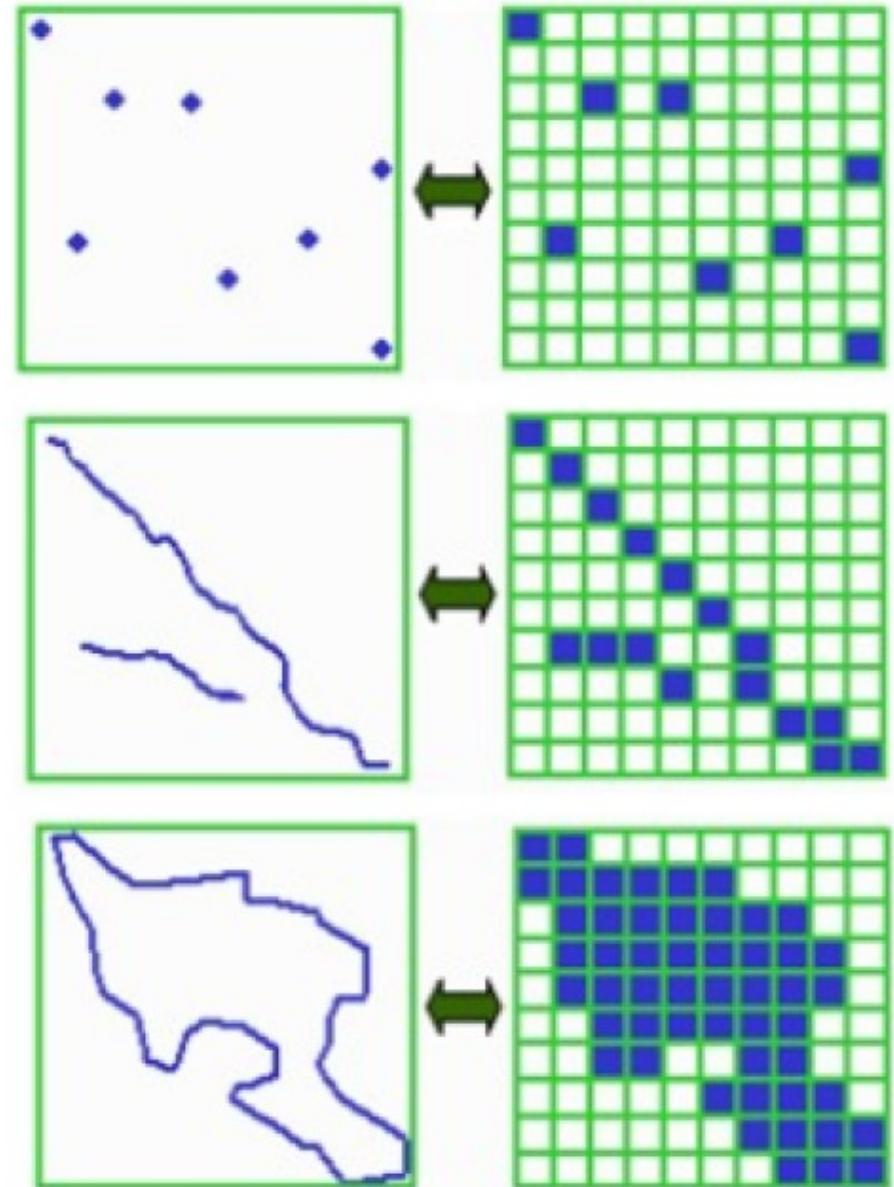
- ❑ Mixer de cores – RGB e CMYK
 - <https://www.csfieldguide.org.nz/en/chapters/data-representation/images-and-colours/>
- ❑ Visualizador interativo de pixels
 - <https://www.csfieldguide.org.nz/en/interactives/pixel-viewer/>

Dispositivos matriciais: vantagens

- ❑ Adequados para monitores coloridos
- ❑ Baixo custo
- ❑ Processo de restauração independe da complexidade da cena (rastreo fixo)
- ❑ Possibilidade de preenchimento de interiores com cores ou padrões
- ❑ Permitem operações sobre blocos de pixels

Dispositivos matriciais: desvantagens

- ❑ **Conversão Matricial** – O processador é responsável por transformar as primitivas gráficas (linhas, círculos, polígonos, etc.) em pixels no frame buffer
- ❑ A conversão matricial causa aliasing



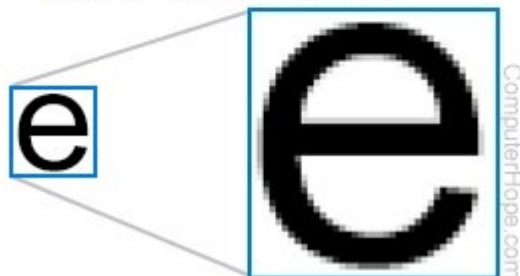
Dispositivos matriciais: desvantagens

- Aliasing gerado por conversão matricial, requer técnicas **anti-aliasing**
- **Transformações geométricas** tem que ser aplicadas antes da conversão matricial para serem mais eficientes
- Requer **muita memória** e capacidade de **processamento**

Without anti-alias



With anti-alias



Aliased



Anti-Aliased

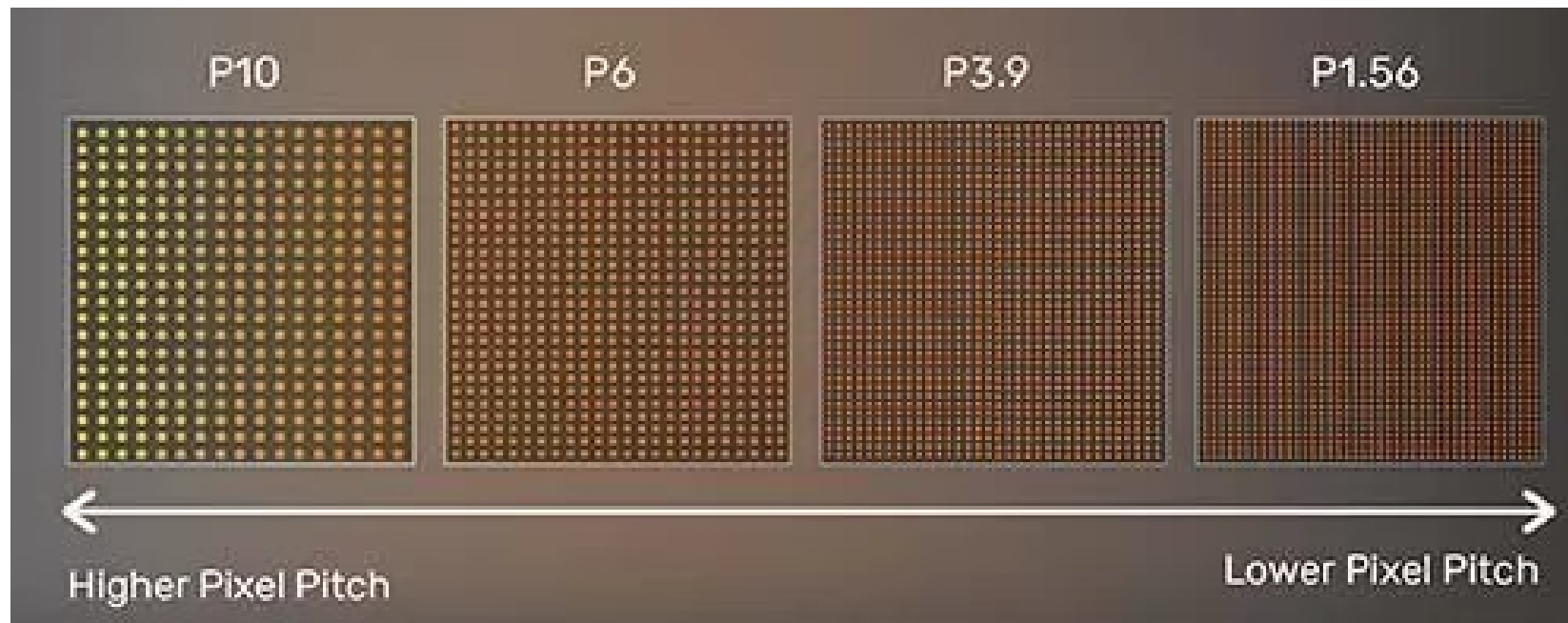


Outras características dos monitores

- O que diferencia os inúmeros modelos a venda?
 - Tamanho, dot pitch (ou pixel pitch), resolução, taxa de restauro...
- **Tamanho:**
 - Entre 12 e 27 polegadas (14, 15, 17, 20, 27,...), ou +
 - Medida da diagonal da área da tela
 - Em geral, tamanhos maiores implicam também em resoluções e taxas de restauro maiores, e...
 - Custos maiores

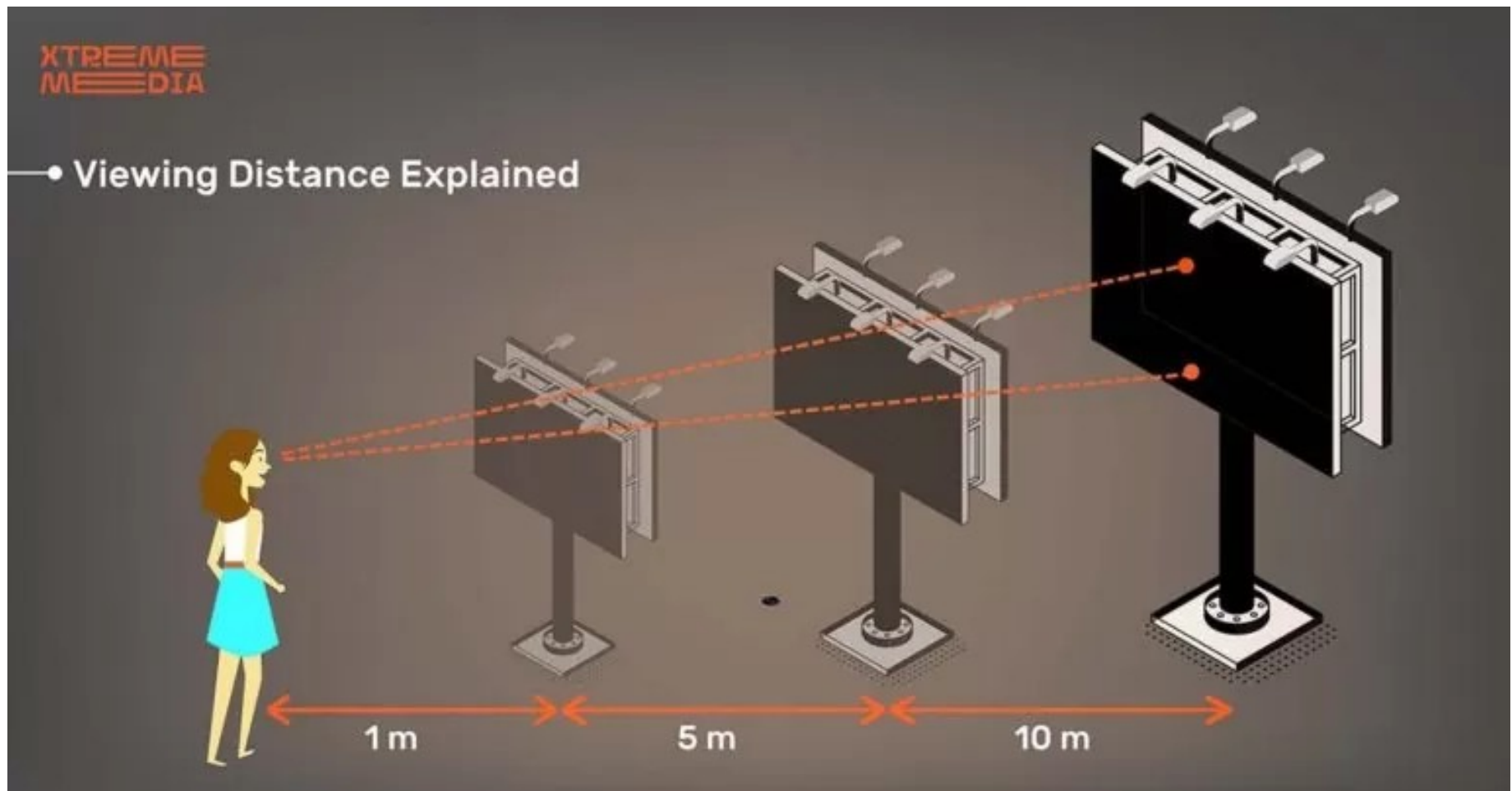
Outras características dos monitores

- Comparação entre dot pitches



Outras características dos monitores

- Dot pitch X distância do observador



■ Resoluções típicas:

- Razão de aspecto **4:3** – 800×600, 960×720, 1024×768, ...
- Razão de aspecto **16:10** – 1280×800, 1440×900, 1680×1050, ...
- Razão de aspecto **16:9** – 1920 ×1080, 2560 × 1440, ...

■ Taxa de restauro (“refresh rate”)

- **LCD:** normalmente 60Hz (capaz de atualizar a imagem pelo menos 60 vezes por segundo)
 - Taxas baixas causam o efeito de “flickering”, ou cintilação: desconfortável e prejudicial aos olhos.

- **Displays planos:**

- Volume, peso e consumo de energia reduzidos
- Espessura mínima e possibilidade de escrever na superfície
- Duas categorias:
 - **Emissivos:** convertem energia elétrica em luz: Painéis de plasma, diodos emissores de luz (LED), diodos emissores de luz orgânicos (OLED)...
 - **Não-Emissivos:** usam efeitos óticos para converter luz natural ou luz de outra fonte em padrões gráficos: LCD (Liquid Crystal Displays).

Outras tecnologias de exibição

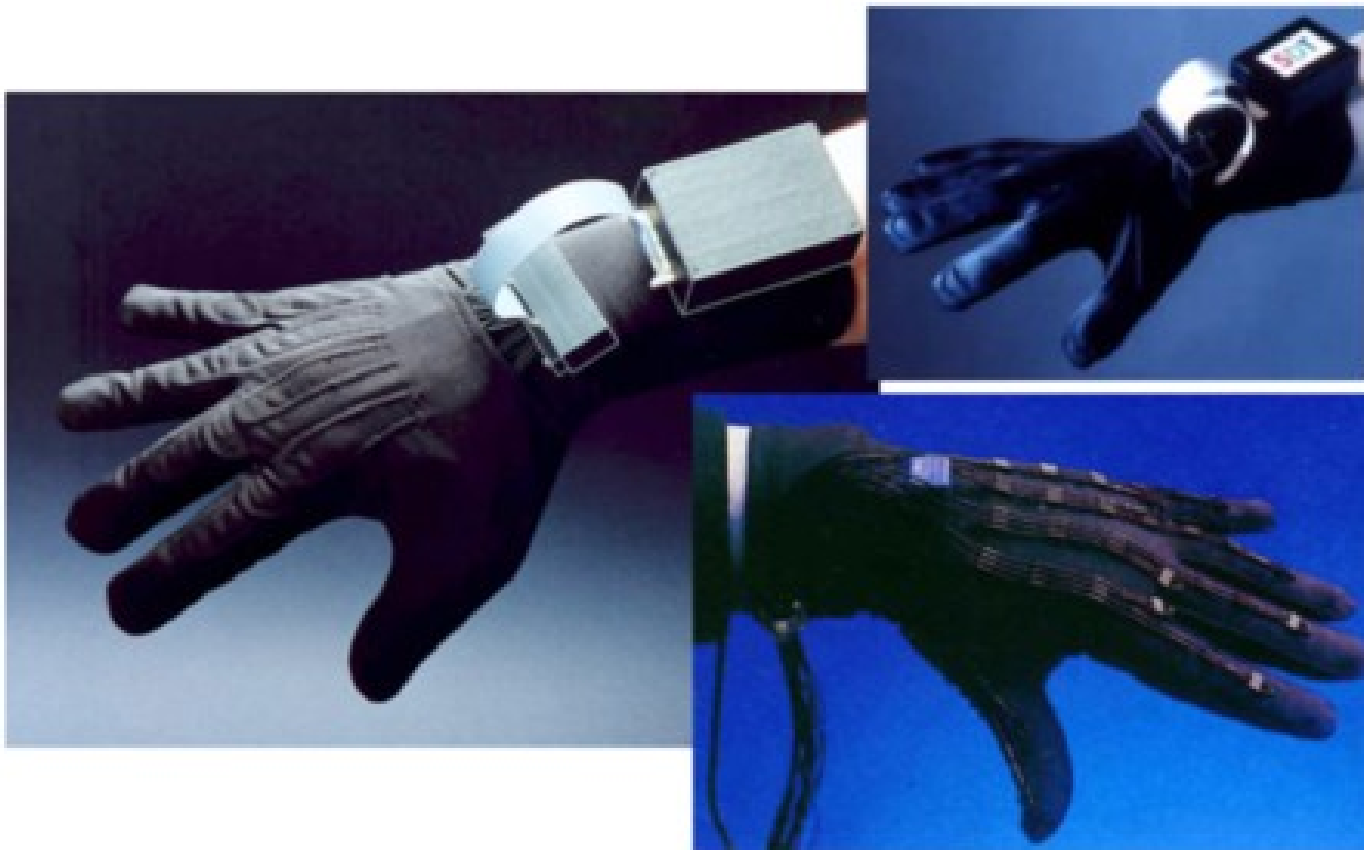
- ❑ Impressoras – matricial
- ❑ Plotters – vetorial
- ❑ Componente de ambientes de Realidade Virtual
 - Head-mounted displays: visão 3D e rastreamento → imersão
- ❑ ...

Dispositivos de entrada

- ❑ Teclado
- ❑ Mouse
- ❑ Trackball e Spaceball
- ❑ Joystick
- ❑ Digitalizador (tablet)
- ❑ Touchpanel
- ❑ Light pen
- ❑ Data Glove
- ❑ Voz

Data Glove

- Permitem **pegar** um objeto virtual
- Conjunto de **sensores** detectam os movimentos da mão e dos dedos, bem como posição e orientação da mão

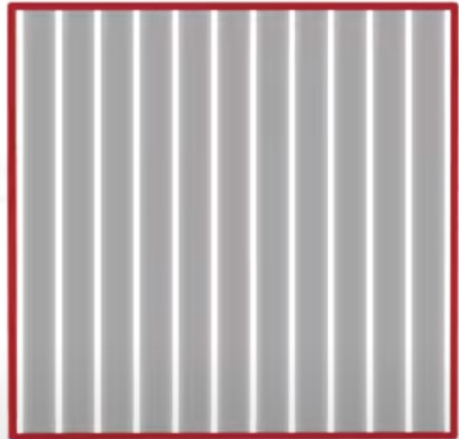


Scanners 3D

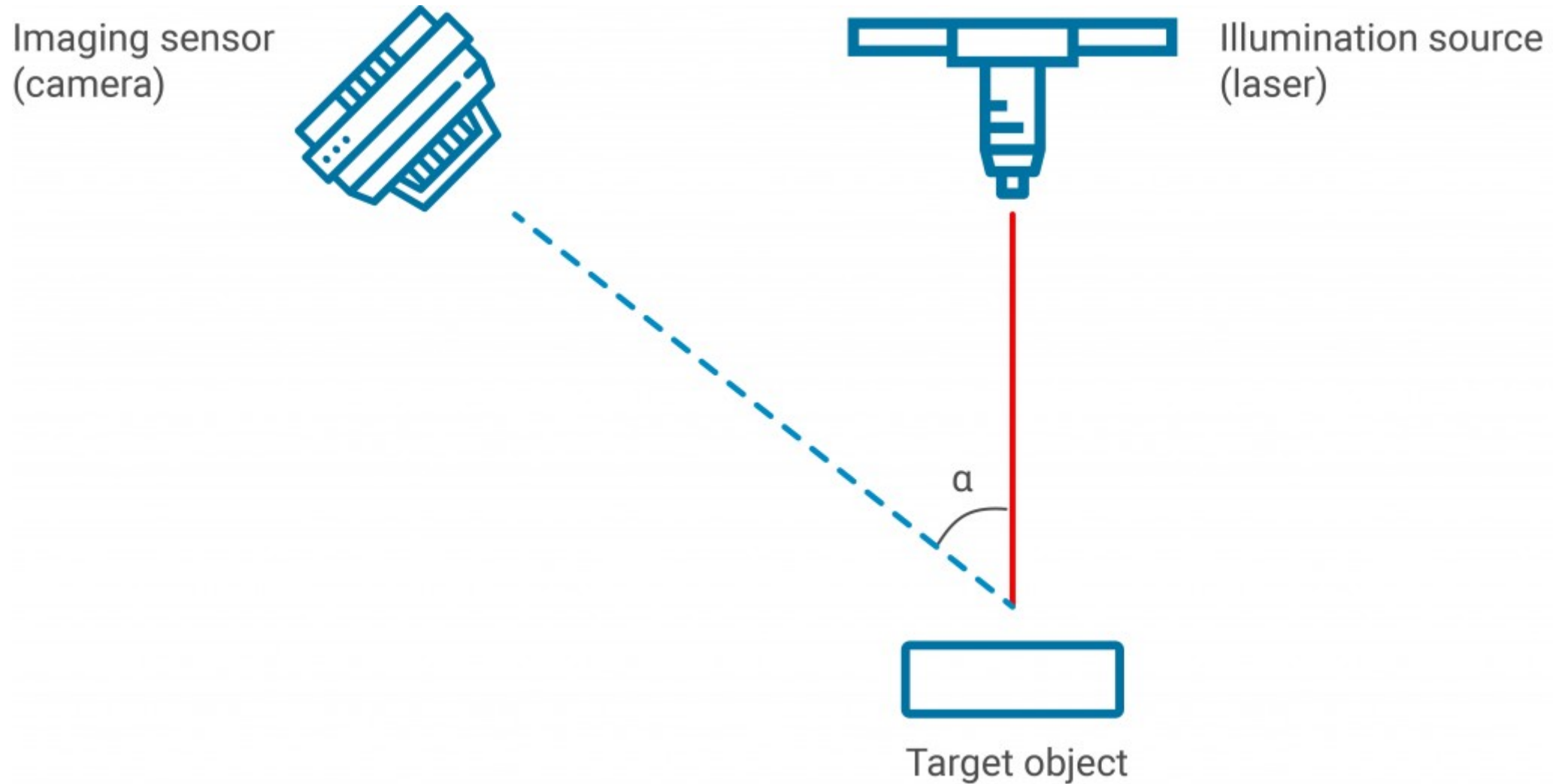
- A partir dos **pontos de entrada** é reconstruído um modelo da superfície do objeto definido no espaço 3D.



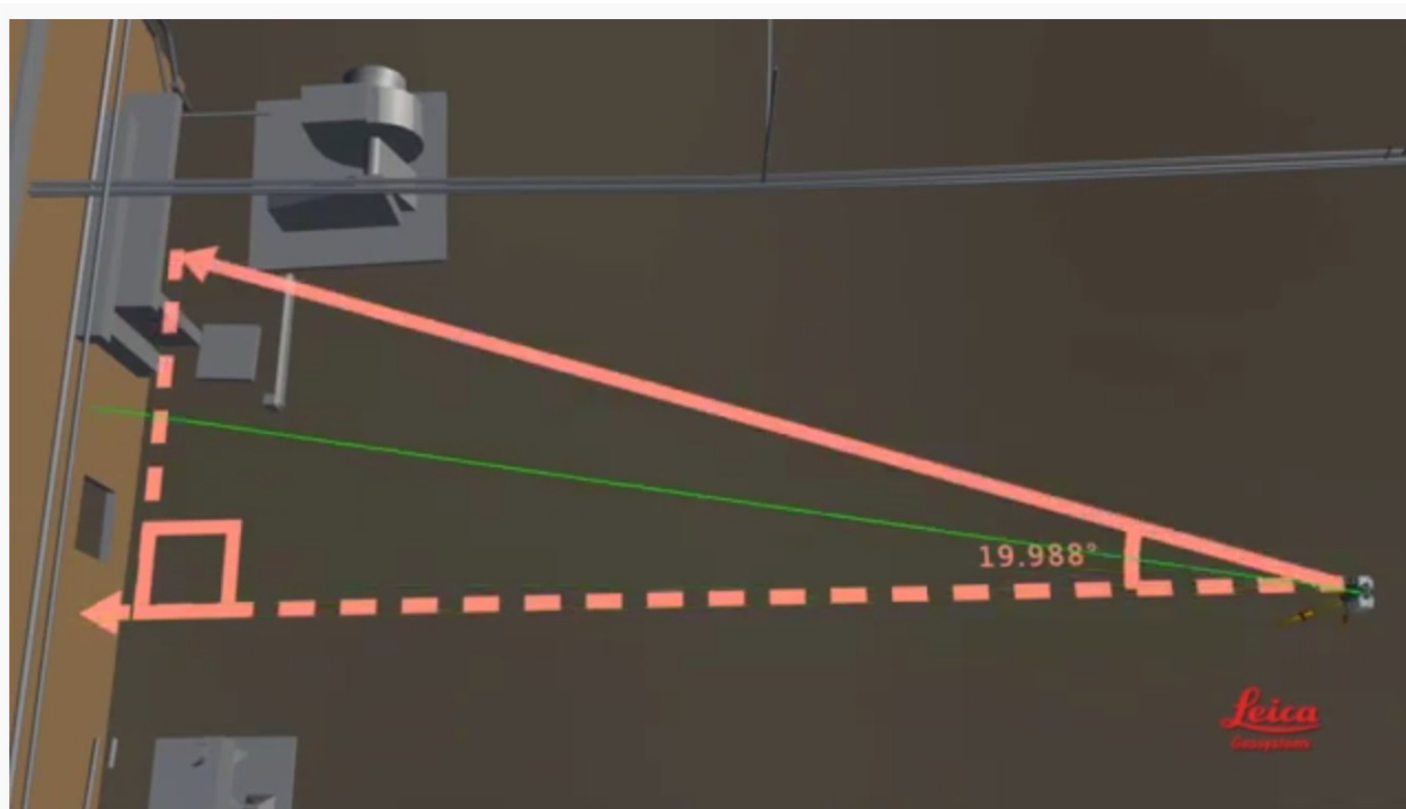
Scanners 3D



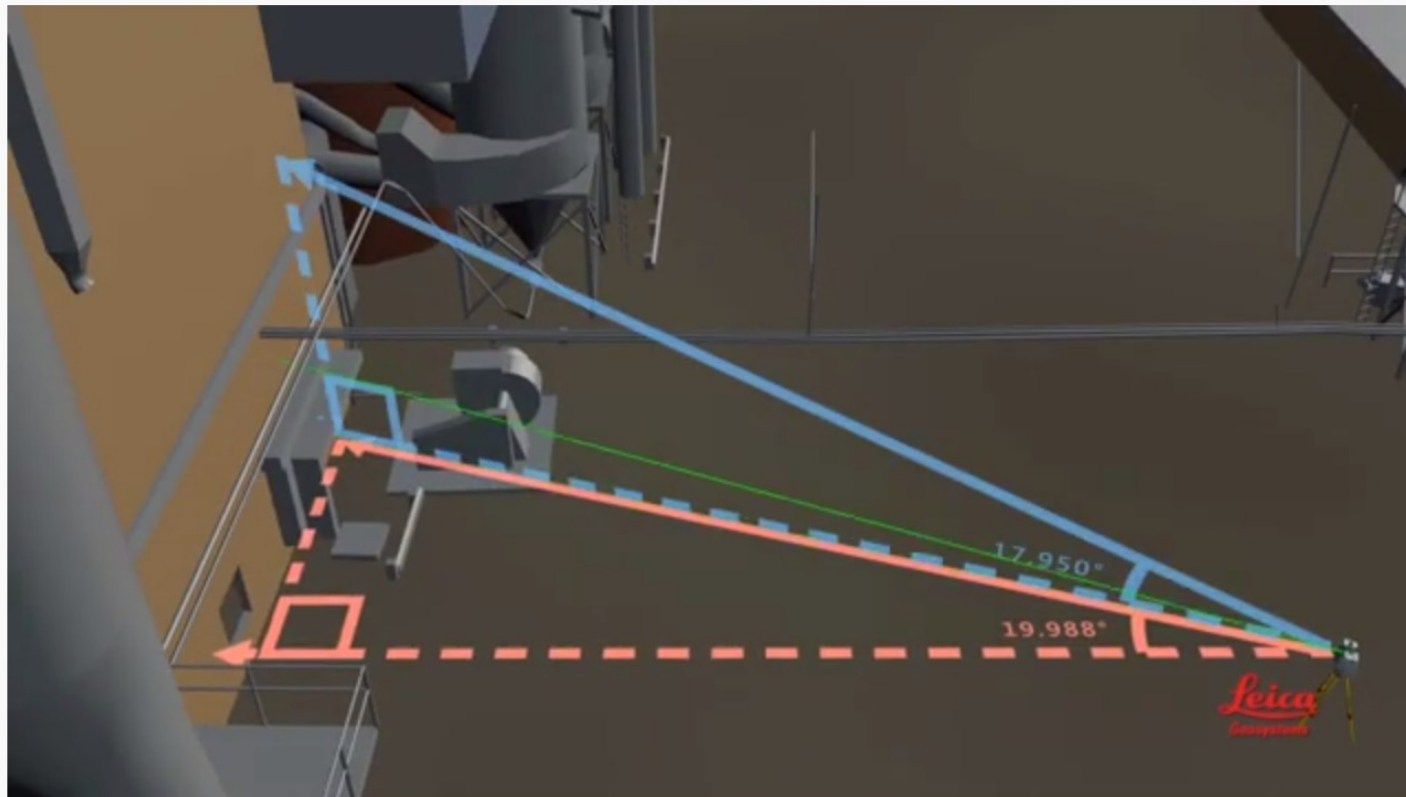
Scanners 3D



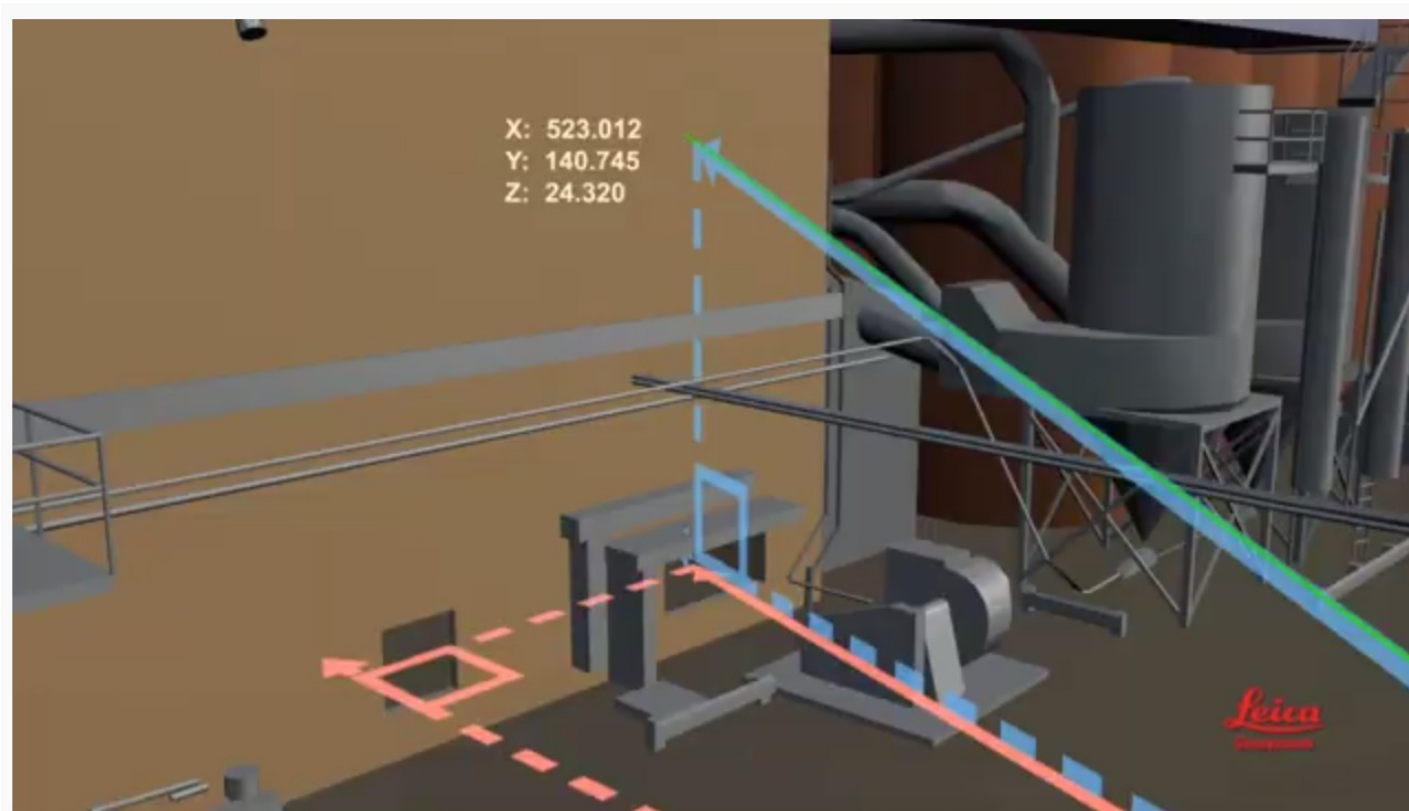
Scanners 3D



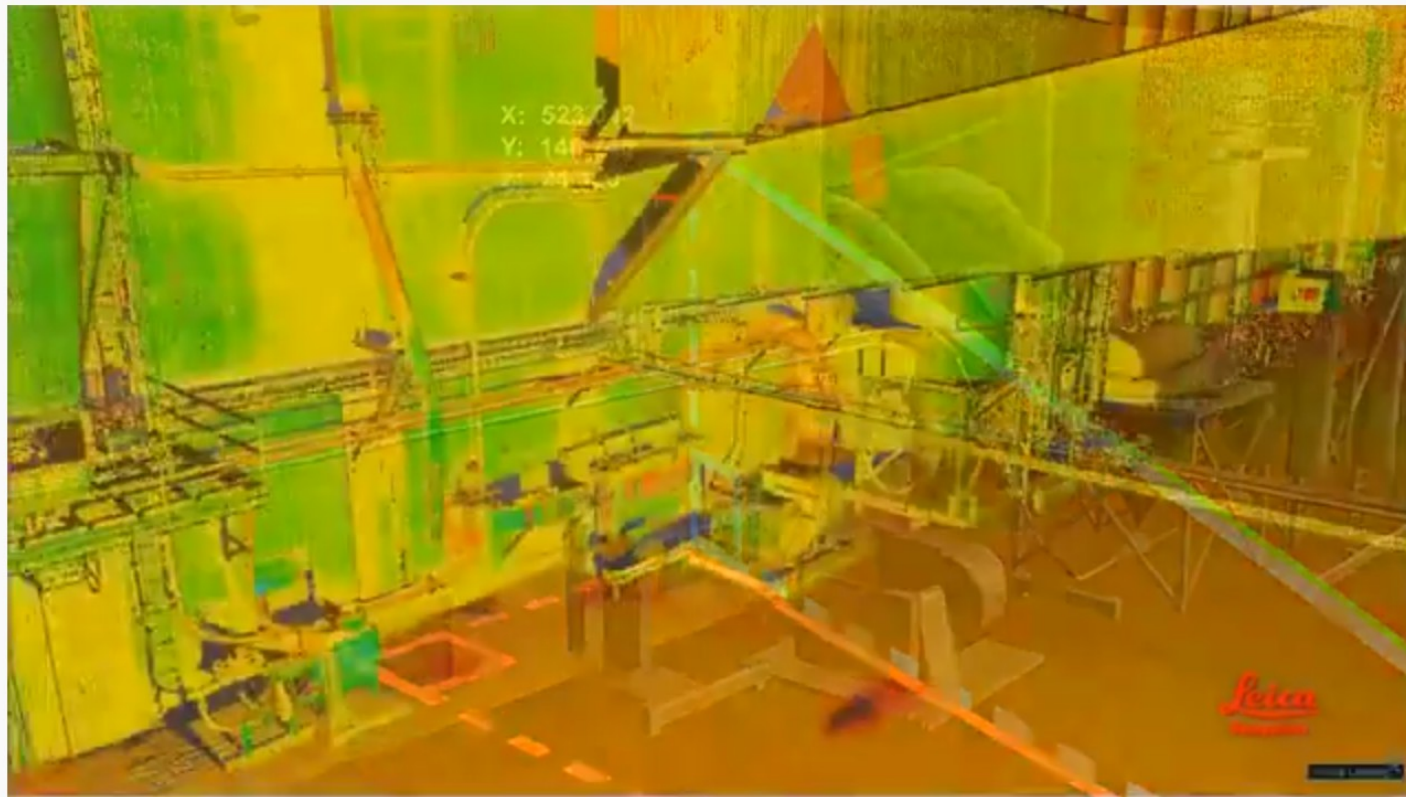
Scanners 3D



Scanners 3D



Scanners 3D



Dispositivos de Entrada 3D



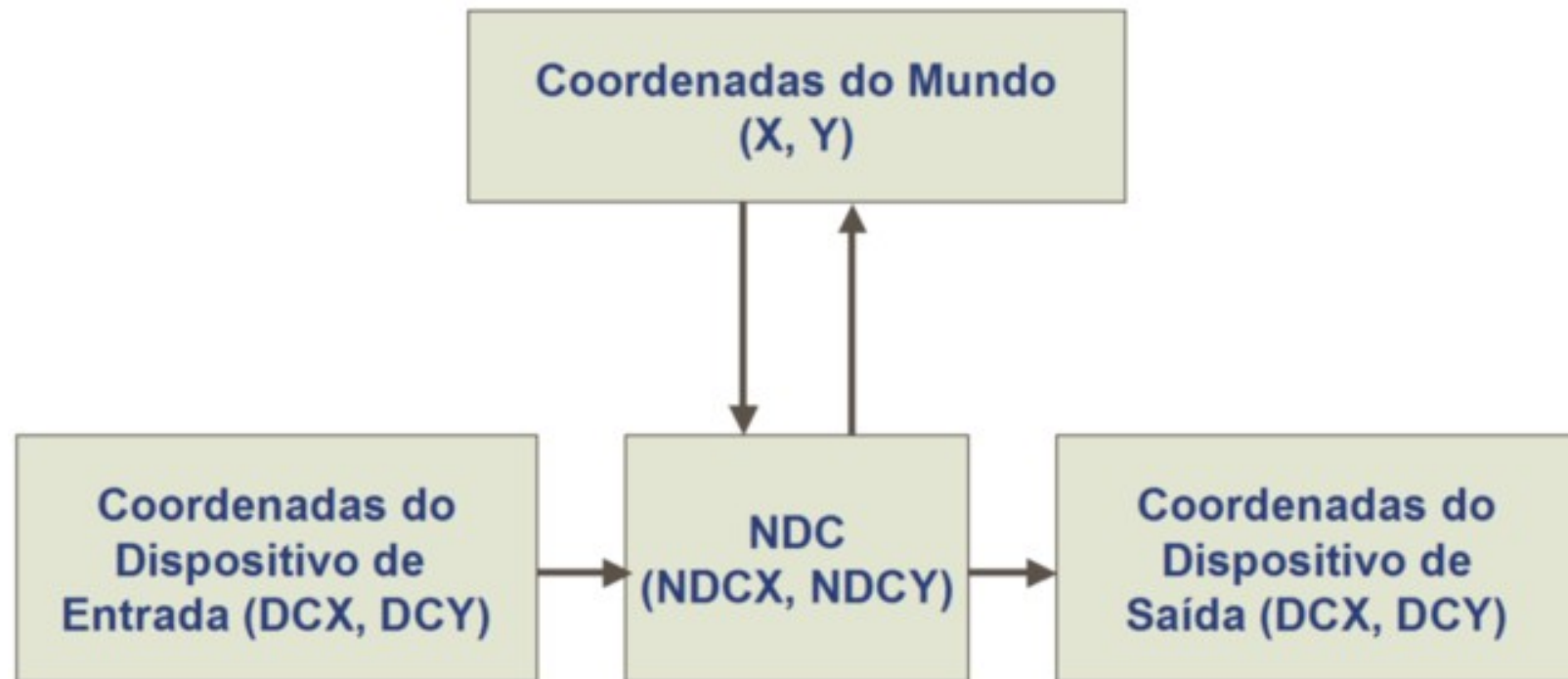
Dispositivos de Entrada 3D



Force Feedback em 3D



Force Feedback em 3D



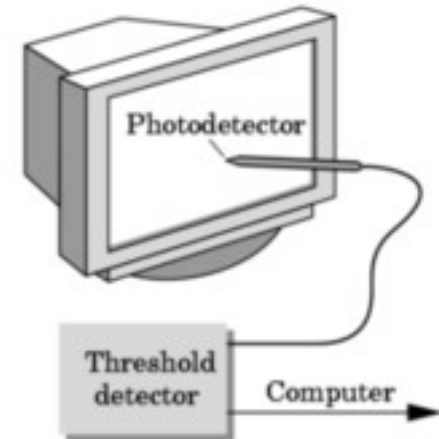
Dispositivos Físicos



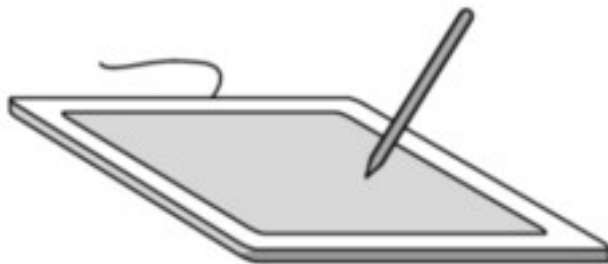
mouse



trackball



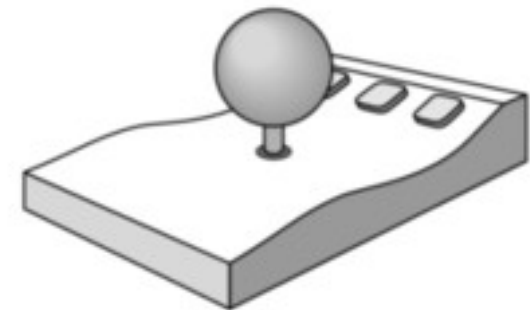
light pen



data tablet



joy stick



space ball