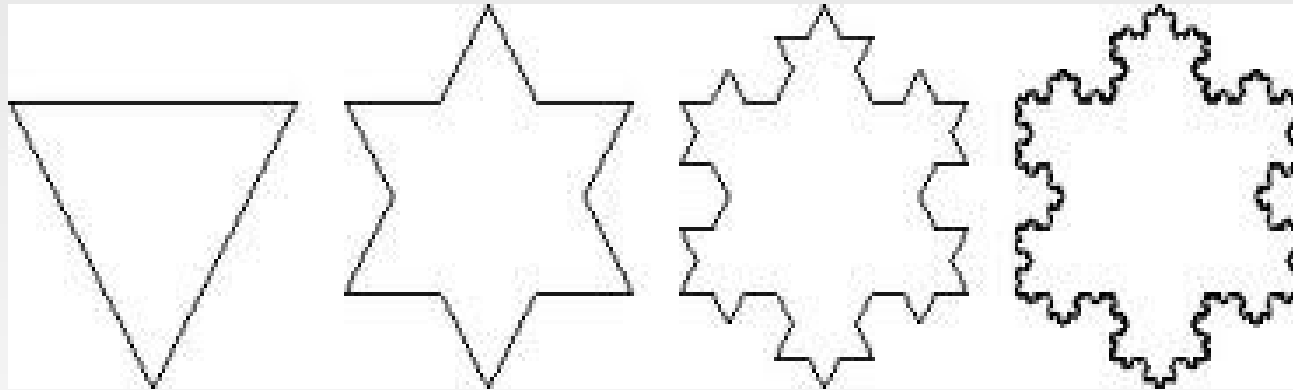


UNIP

UNIVERSIDADE PAULISTA

Computação Gráfica



Primitivas Gráficas

Professora Sheila Cáceres

Primitivas Gráficas em 2D

- São elementos básicos dos gráficos/desenhos a partir dos quais são construídos outros objetos mais complexos.
- Também são os comandos e funções que manipulam e alteram os elementos gráficos de uma imagem.

Primitivas Gráficas em 2D

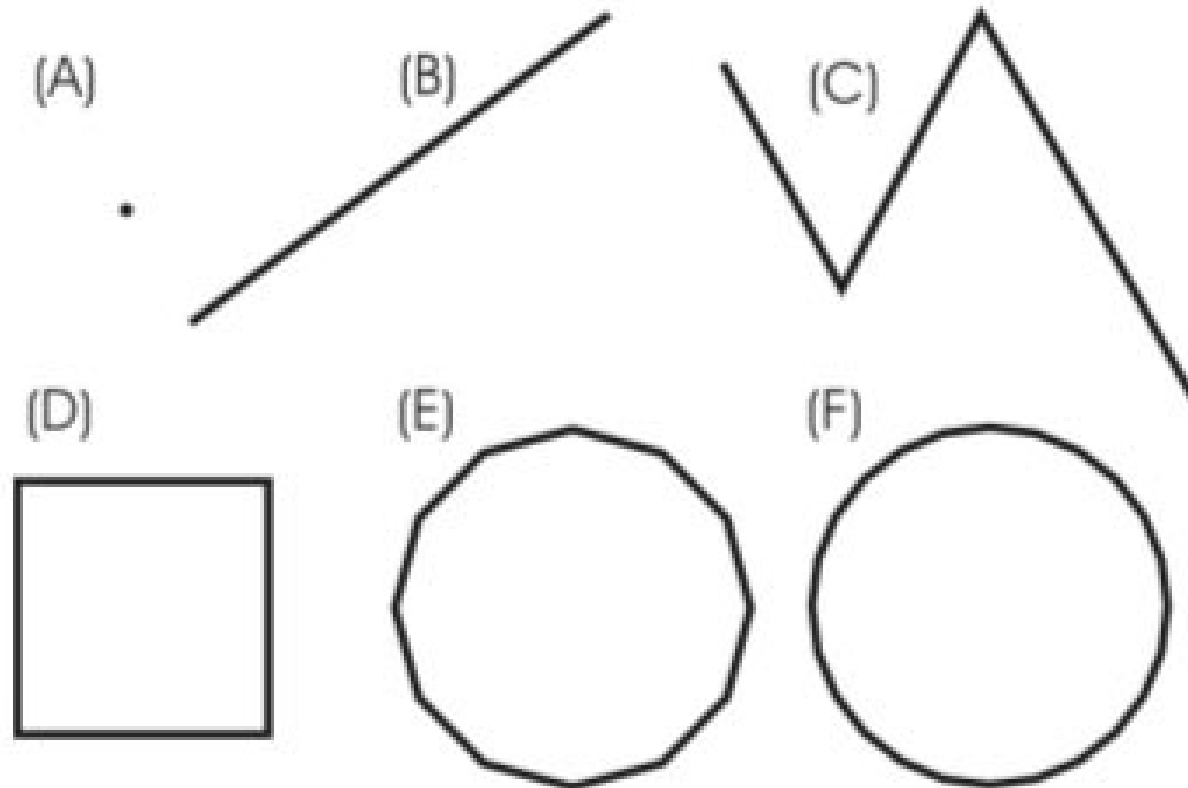


Figura 1. Primitivas Gráficas 2D: (A) ponto, (B) linha, (C) polilinha, (D) retângulo, (E) dodecágono, (F) circunferência (polilinha c/ 24 lados ou linhas). ¶

- A modelagem de objetos por meio de primitivas dá-se por instanciamento:
 - uma linha é uma sequência de pontos,
 - uma polilinha é uma sequência de linhas, etc.
 - Já uma circunferência PODE ser vista como uma polilinha fechada, onde o número de linhas define a qualidade da curva.

Primitiva gráfica PONTO

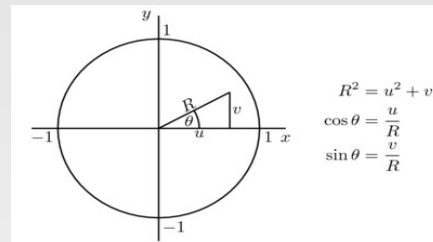
- Em matemática, um ponto não tem dimensão.
- Em Computação Gráfica (doravante CG), um ponto é representado por um PIXEL.
- PIXEL (Picture Element) é a menor unidade gráfica manipulável.
- Ao contrário do PONTO, o PIXEL tem forma e dimensão, mas estes atributos não são, em geral, manipuláveis diretamente através de funções e dependem do hardware.
- Matemática: o ponto está imerso no espaço \mathbb{R}^2
- CG: O pixel é um elemento de uma matriz de tamanho W (Width: largura) x H (Height: altura). Essa matriz é do dispositivo gráfico de saída cujas coordenadas pertencem ao \mathbb{N}^2 .
- Propriedades fundamentais do pixel
 - Cor
 - Posição

SISTEMAS DE COORDENADAS

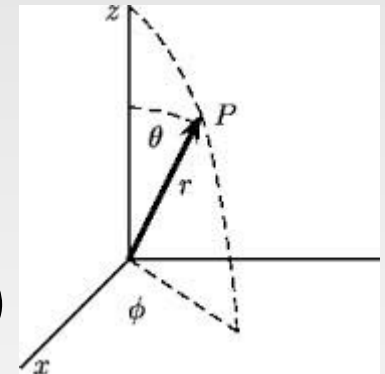
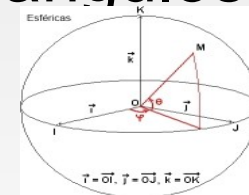
- Podemos usar os sistemas de coordenadas para descrever os objetos modelados em um sistema 2D.
- Servem para nos dar uma referência em termos de medidas do tamanho e posição dos objetos dentro de nossa área de trabalho.

- Exemplos

- Coordenadas polares



- Coordenadas esféricas (radio e dois ângulos)



- Um sistema de coordenadas é denominado Sistema de Referencia se for um sistema de coordenadas para alguma finalidade específica.

Sistema de Referência do Universo (SRU)

- Descreve as **Coordenadas do Universo (ou do Mundo)**.
- Coordenadas usadas normalmente na modelagem de objetos matemáticos.
- Representado por **XR** e **YR** (R de reais) e representam as coordenadas reais de um ponto pertencente a R^2

Sistema de Referência do Dispositivo (SRD)

- Descreve as **Coordenadas do Dispositivo** gráfico de saída.
- Exemplo: 800x600 em cada frame de uma tela.
- Utilizaremos **XP** e **YP** (P de Pixel) para representar as coordenadas do pixel correspondente (inteiros positivos) na matriz gráfica (tela ou canvas).
- Especificamente, **XP** e **YP** representam os valores de determinada linha e coluna no dispositivo gráfico.
- Caso essas coordenadas expressem os **VALORES REAIS** de seus respectivos pontos no SRU, serão referidas como **COORDENADAS LÓGICAS**.

Sistema de Referência do Objeto (SRO)

- Cada objeto pode ser modelado em um miniuniverso individual.
- Muitas vezes coincide o centro do sistema de coordenadas com o centro de gravidade do objeto.

Sistema de Referência Normalizado (SRN)

- Trabalha com as coordenadas normalizadas no intervalo $[0, 1]$ ou $[-1, 1]$.
- Serve como um sistema de referencia intermediário entre o SRU e o SRD.
- Coordenadas do universo são convertidas para um sistema de coordenadas padrão normalizado.
- Aplicação: Tornar as imagens/objetos independente do dispositivo.

SRU para SRD

Processo de conversão de pontos/objetos no espaço real para um pixel (elemento de uma matriz) com coordenadas inteiras positivas no dispositivo.

Rasterização

SRU para SRD

Processo de conversão de pontos/objetos no espaço real para um pixel (elemento de uma matriz) com coordenadas inteiras positivas no dispositivo.

Rasterização

Domínio (Window) no SRU

- O plano cartesiano onde localizamos as coordenadas reais (X_R , Y_R) é **infinito**.
- Para representarmos qualquer modelo matemático deste espaço no interior da viewport, devemos definir um **DOMÍNIO**.
- O **Domínio (Window)** contém todos os objetos a serem representados.
- A **window** tem o mesmo papel de uma janela através da qual vemos uma cena que queremos representar.
- Cada elemento primitivo descrito no interior da window será, então, **MAPEADO** na viewport.

Janela de Visualização (viewport) no SRD

- O espaço disponível para desenho no dispositivo de saída é limitado pela **matriz de pixels**.
- Portanto devemos especificar os valores mínimos e máximos de uma JANELA DE VISUALIZAÇÃO (viewport) na qual visualizaremos o nosso modelo matemático (desenho, função, etc...)
- A viewport corresponde a uma área no interior da matriz de pixels do dispositivo de saída gráfica.
 - A viewport pode corresponder a toda a matriz,
 - Podem haver várias viewports no dispositivo, sobrepostas ou não...

Transformação entre o SRU e o SRD (Window to Viewport)

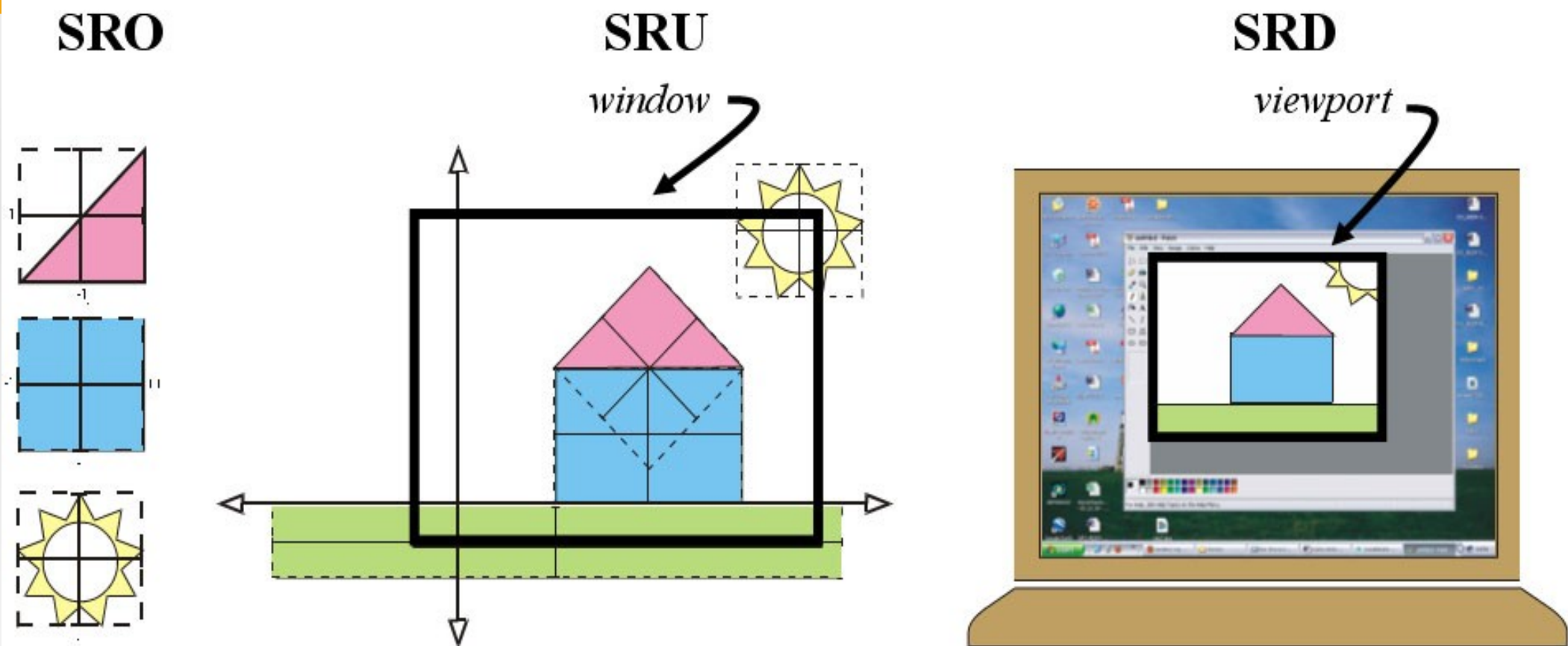
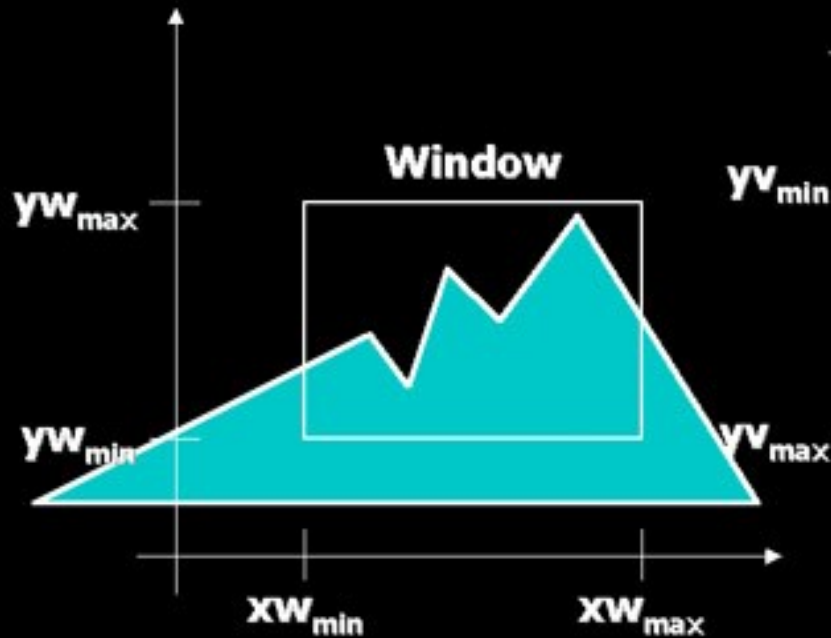
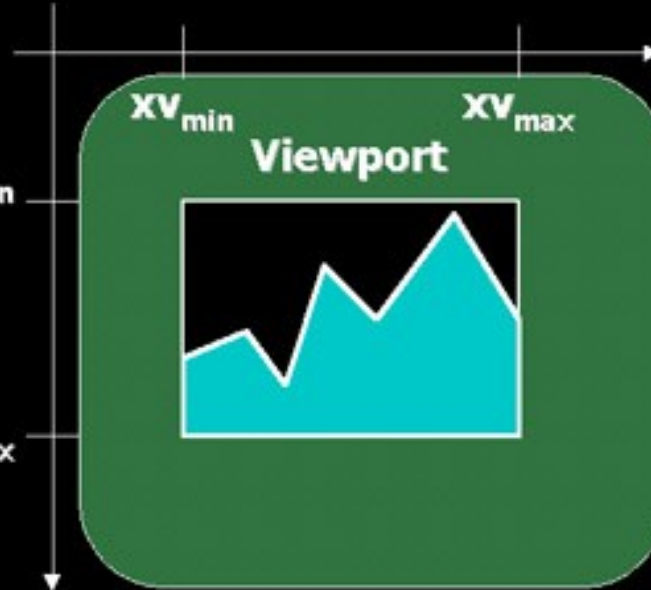


Figura 2. Esquema $SRO \rightarrow SRU \rightarrow SRD$. À esquerda, três primitivas gráficas (triângulo, quadrado, sol) modeladas no sistema de referência do objeto (SRO), normalizado no intervalo $[-1, 1]$. Ao centro, uma composição com essas primitivas, devidamente transformadas, (rotação, escala e translação) inseridas no sistema de referência do universo (SRU) com a respectiva *window*. À direita um exemplo de dispositivo de saída gráfica com uma *viewport* exibindo a cena contida na *window*. Observe as distorções e recortes da cena. O piso é formado pela mesma primitiva quadrado repintada de verde.

Coordenadas do Mundo

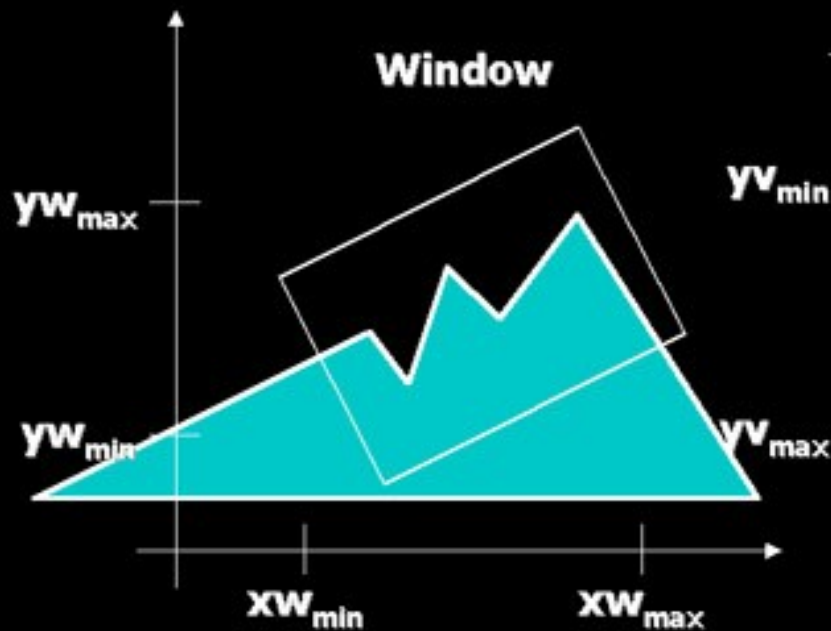


Coordenadas do Dispositivo

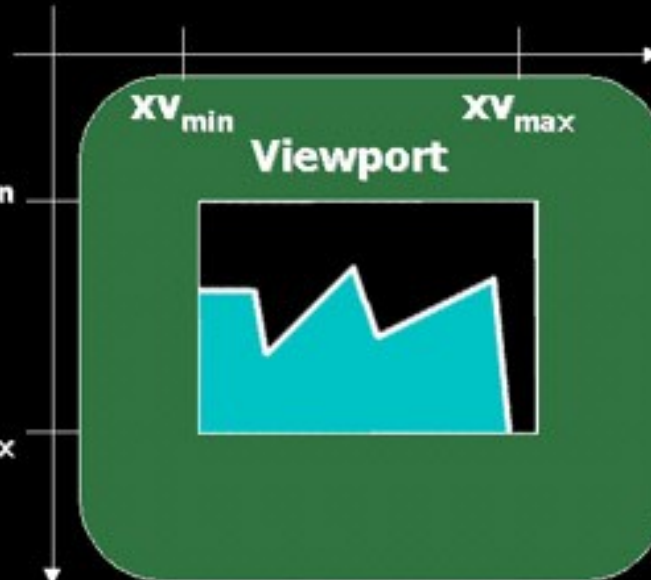


Geração da visualização de um objeto geométrico complexo

Coordenadas do Mundo



Coordenadas do Dispositivo



Navegação com a Window através de rotação e resultado na Viewport.¹⁶

- Duas visões de uma cena.
Em (a) a Window encontra-se distante e em (b) próxima.



Transformação entre o SRU e o SRD (Window to Viewport)

Considerando:

- X_{RMIN} e X_{RMAX} : valores mínimos e máximos horizontais da janela no espaço cartesiano (window)
- X_{PMIN} e X_{PMAX} : os valores correspondentes em pixel (viewport).
- Y_{RMIN} , Y_{RMAX} , Y_{PMIN} e Y_{PMAX} serão os respectivos valores limites na vertical.

Precisamos **transformar** um ponto (X_R, Y_R) para (X_P, Y_P) .

Transformação entre o SRU e o SRD (Window to Viewport)

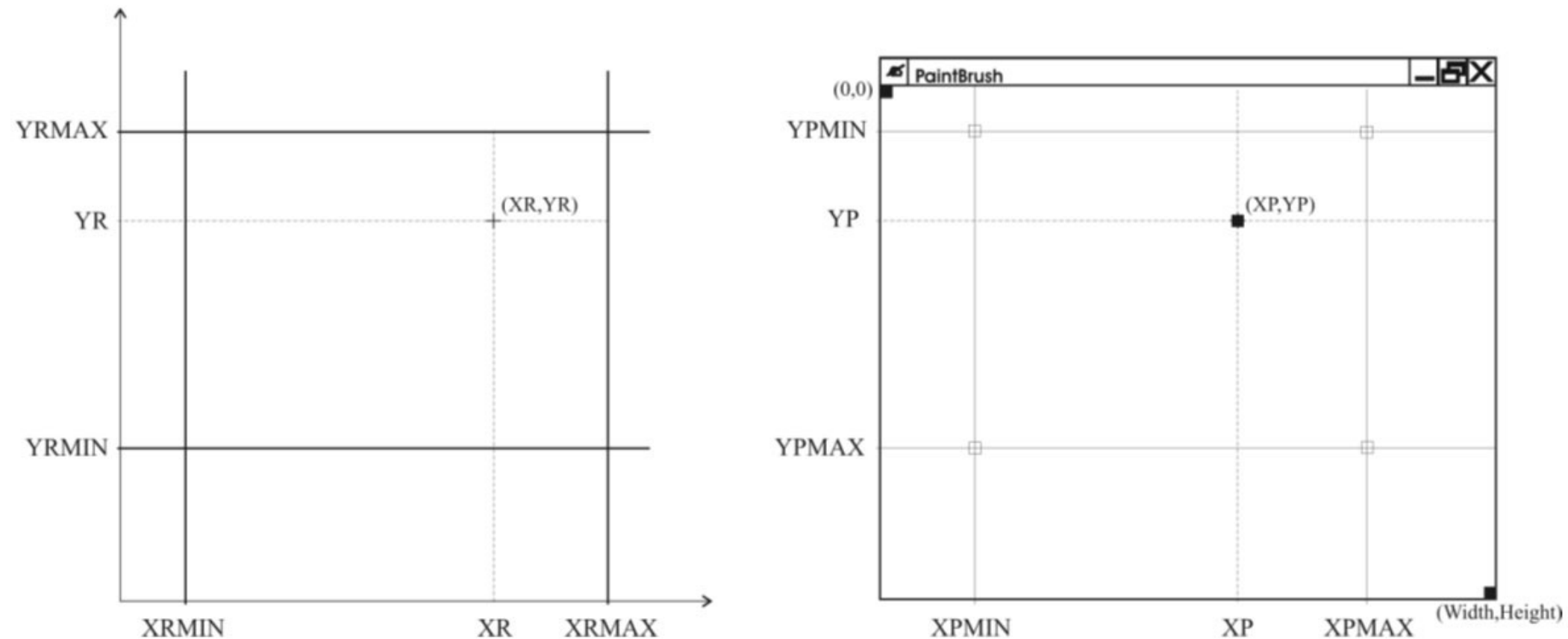


Figura 3. Rasterização de ponto

Transformação entre o SRU e o SRD (Window to Viewport)

Então:

- A transformação $(XR, YR) \rightarrow (YP, YP)$ é obtida por meio de um simples cálculo de Proporcionalidade (regra de três simples).
- **Coordenada horizontal (x)** a transformação é:

$$\frac{XP - XPMIN}{XR - XRMIN} = \frac{XPMAX - XPMIN}{XRMAX - XRMIN}$$

$$XP = \underbrace{\frac{XPMAX - XPMIN}{XRMAX - XRMIN}}_{SX \text{ (fator de Escala)}} (XR - XRMIN) + XPMIN \quad \therefore \begin{cases} XP = SX(XR - XRMIN) + XPMIN \\ XR = (XP - XPMIN) / SX + XRMIN \end{cases}$$

Exercícios

1. Obtenha Y_P em função de Y_R .
2. Obtenha Y_R em função de Y_P .

Exercícios

3. Considere o ponto U, pertencente ao SRU, cujas coordenadas (XR, YR) são $U = (-1.45, 0.32)$.
- As coordenadas que definem a window são
 - $X_{RMIN} = Y_{RMIN} = -2.0$ e
 - $X_{RMAX} = Y_{RMAX} = +2.0$,
 - Temos uma viewport de coordenadas
 - $X_{PMIN} = Y_{PMIN} = 0$,
 - $X_{PMAX} = 1023$ e
 - $Y_{PMAX} = 767$
 - Qual o valor correspondente das coordenadas (XP, YP) do pixel?

Referências

- Fundamentos da Computação Gráfica, J. Gomes e L. Velho, IMPA, 2003
- Material do Prof. Ismael H F Santos, UniverCidade
- Computação gráfica para programadores Java, Ammeraal e Zhang, segunda edição.
- Computação Gráfica, Eduardo Azevedo e Aura Conci.
- Material Unip.

- Nota: O material da apresentação foi extraído de algumas das fontes aqui apresentadas