Visualização 2D

Rasterização de primitivas 2D e Pipeline 2D

Soraia Raupp Musse

Qual o problema?

Modelo 2D

Display

Qual o problema?

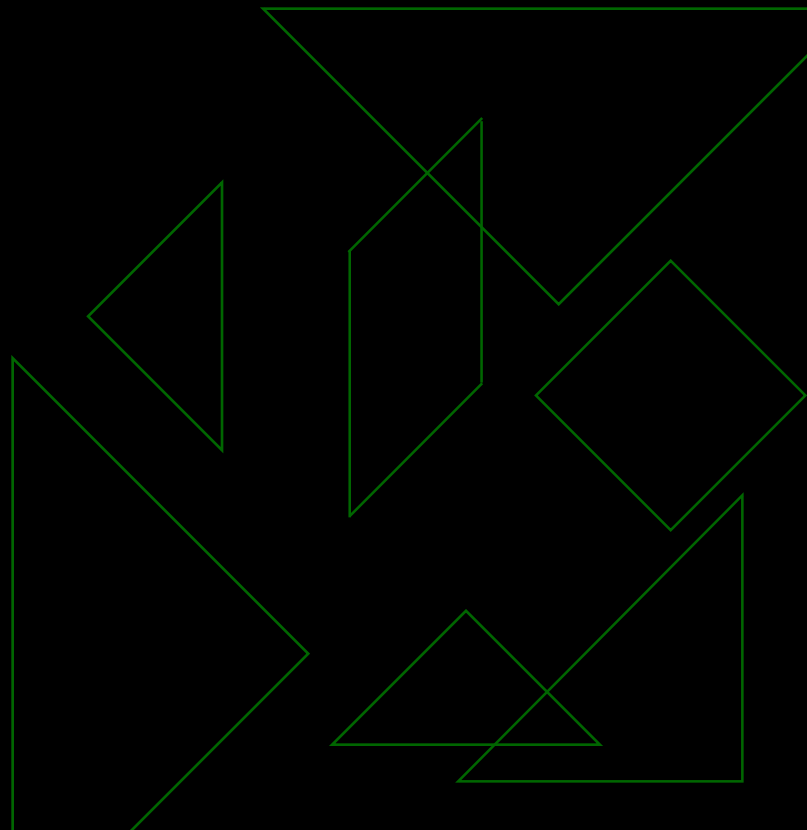
Modelo 2D

Dados matemáticos

Display

Coordenadas de pixels

Algoritmos de rasterização para primitivas 2D



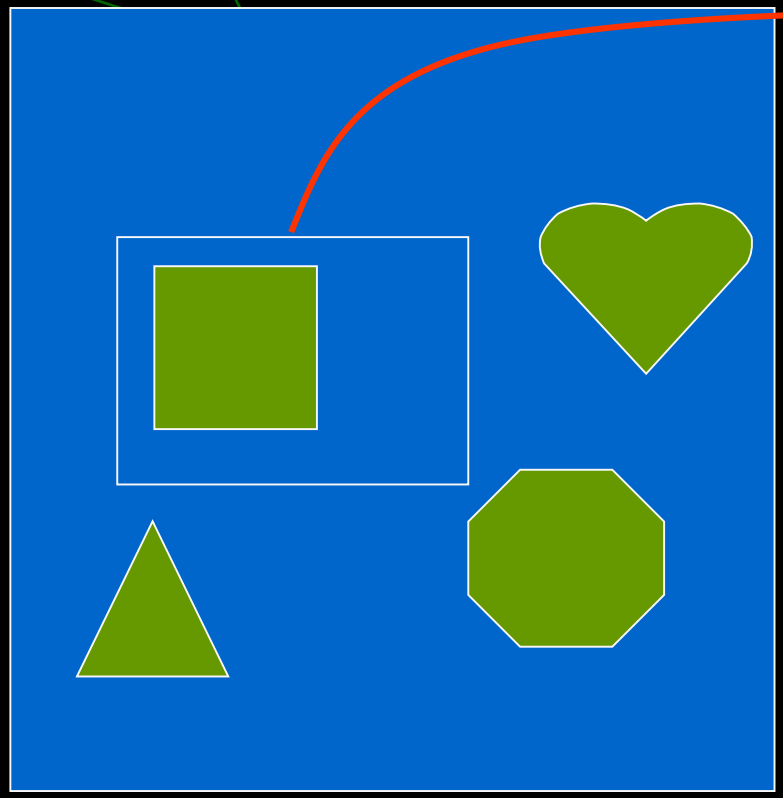
Objetivo:

Aproximar primitivas matemáticas descritas através de vértices por meio de um conjunto de pixels de determinada cor

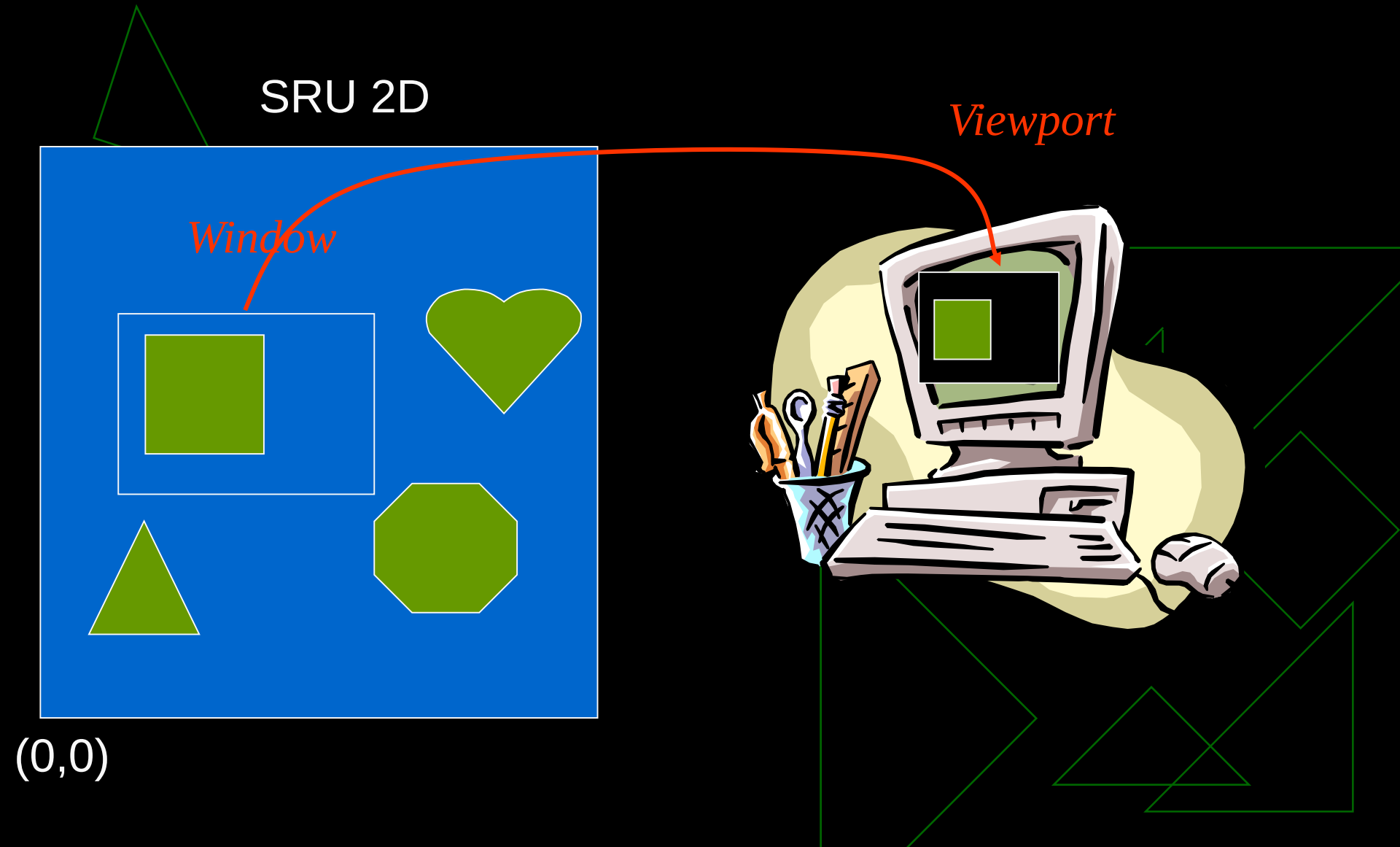
Modelo 2D

Display

Pipeline de visualização 2D



Pipeline de visualização 2D

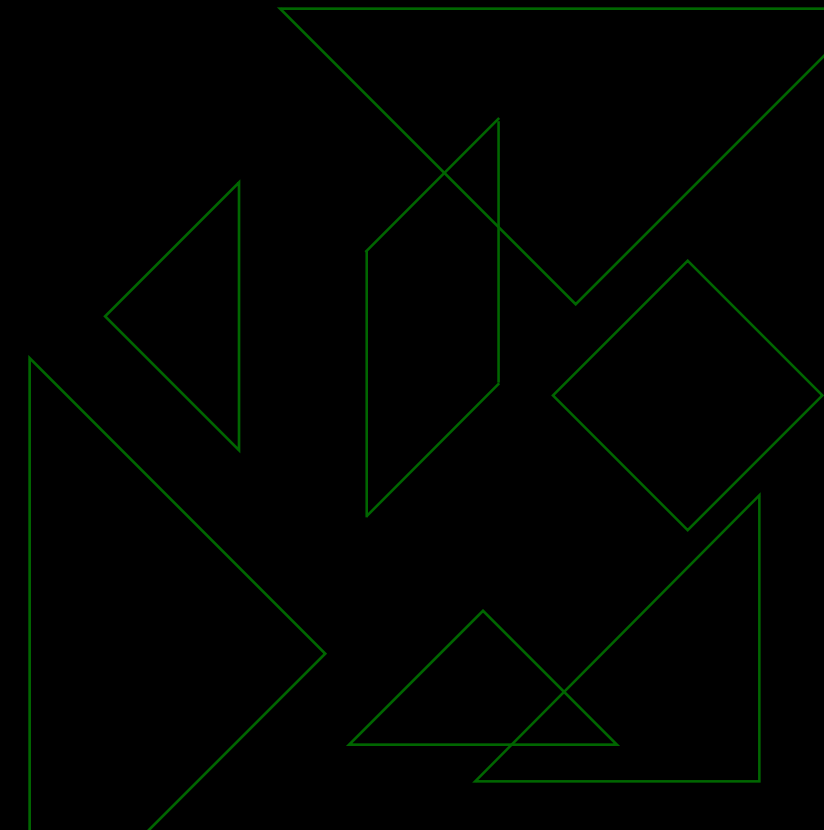


Pipeline 2D

- SRO
- SRU
- SRW

(recorte 2D)

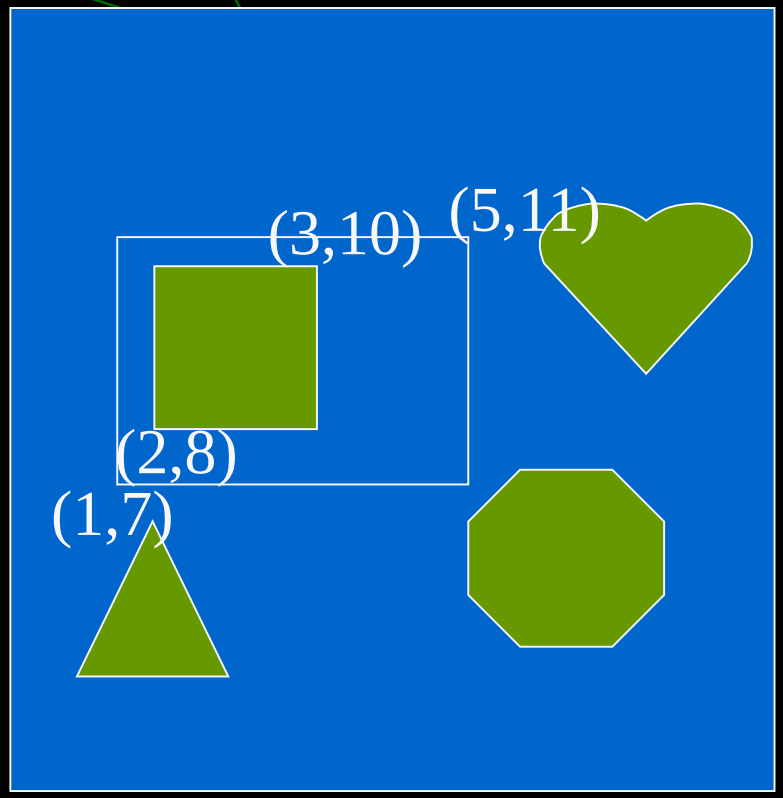
- SRV
- SRD



Pipeline 2D

- SRO – Sistema de referência do objeto
- SRU – Sistema de referência do universo
- SRW – Sistema de referência da window (recorte 2D)
- SRV – Sistema de referência da viewport
- SRD – Sistema de referência do dispositivo

Pipeline de visualização 2D

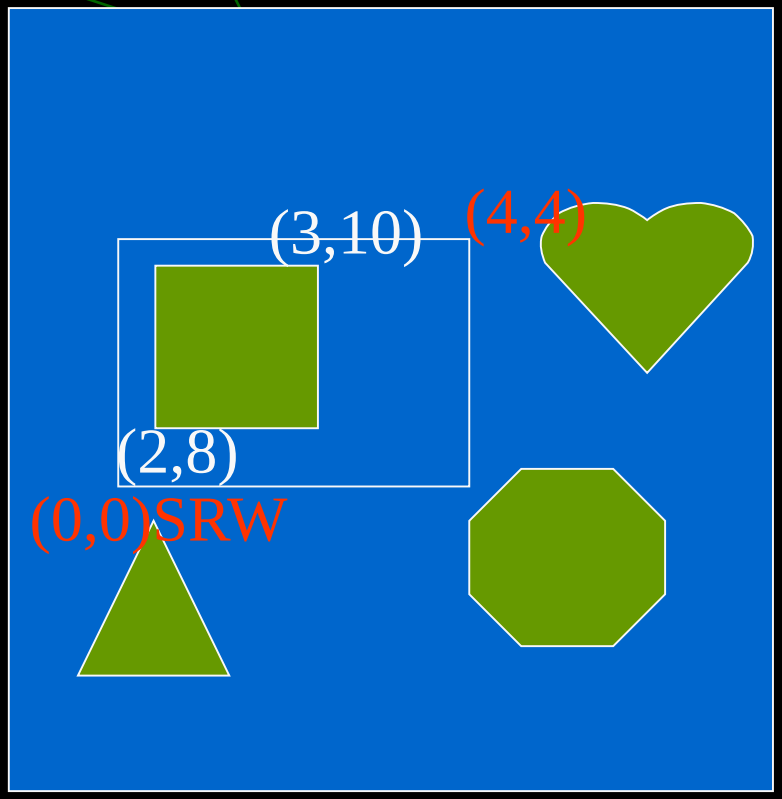


$Obj1_{vi}$ SRU = (2,8)
$Obj1_{vf}$ SRU = (3,10)

$Window_{vi}$ SRU = (1,7)
$Window_{vf}$ SRU = (5,11)

$Obj1_{vi}$ Window = ?
$Obj1_{vf}$ Window = ?

Pipeline de visualização 2D



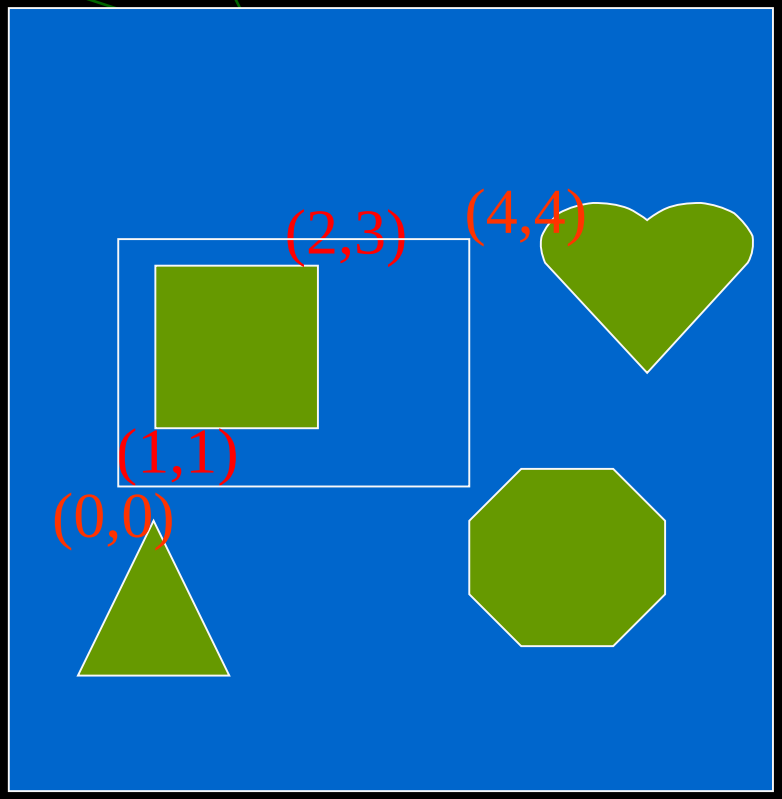
$Window_{vi}$ SRU = (1,7)
$Window_{vf}$ SRU = (5,11)

$T_{SRU-SRW}$=0 – $Window_{vi}$SRU

$T_{SRU-SRW}x$=-1
$T_{SRU-SRW}y$=-7

$Window_{vi}$ SRW = (0,0)
$Window_{vf}$ SRW = (4,4)

Pipeline de visualização 2D



$Window_{vi}$ SRU = (1,7)
$Window_{vf}$ SRU = (5,11)

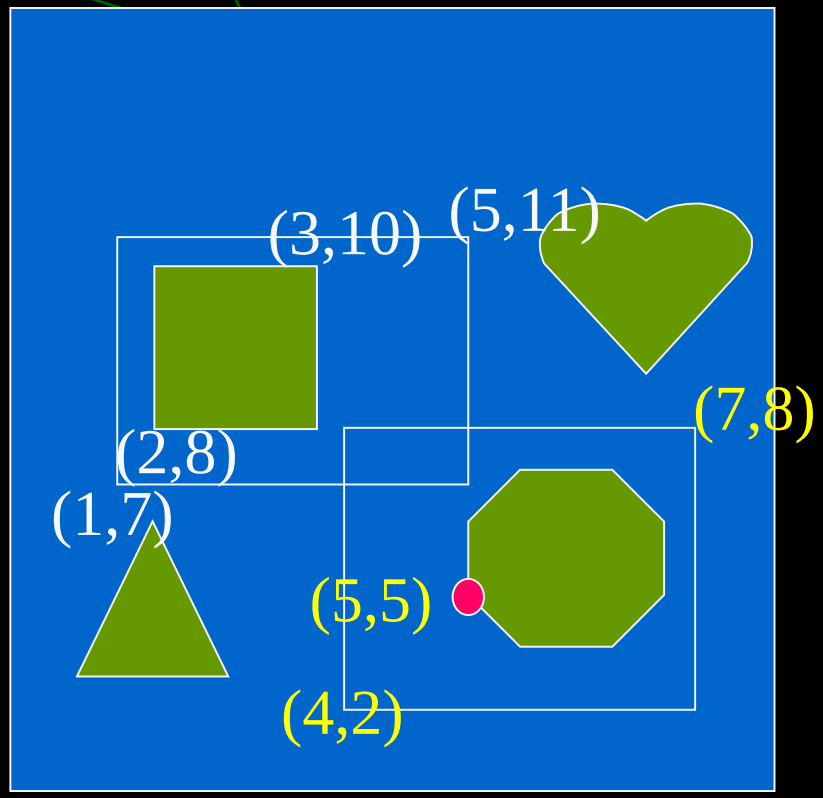
$T_{SRU-SRW}$=0 – $Window_{vi}$SRU

$T_{SRU-SRW}$x=-1
$T_{SRU-SRW}$y=-7

$Window_{vi}$ SRW = (0,0)
$Window_{vf}$ SRW = (4,4)

Obj1vi Window = (1,1)
Obj1vf Window = (2,3)

Foi feita uma mudança de SRs

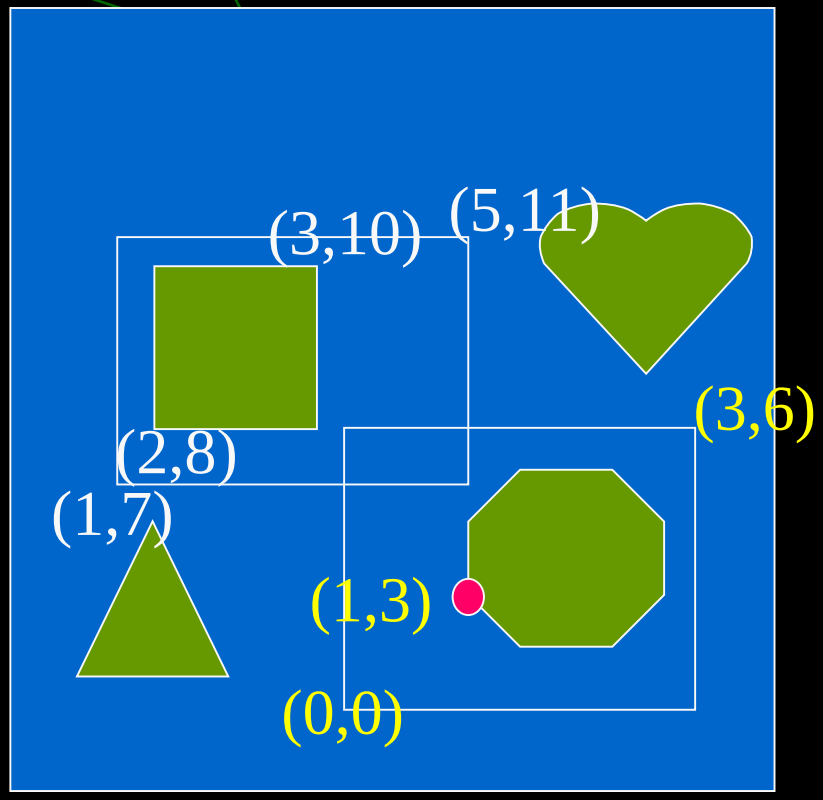


$Obj2_v$ SRU = (5,5)

$Window_{vi}$ SRU = (4,2)
$Window_{vf}$ SRU = (7,8)

$Obj2_v$ Window = ?

Foi feita uma mudança de SRs

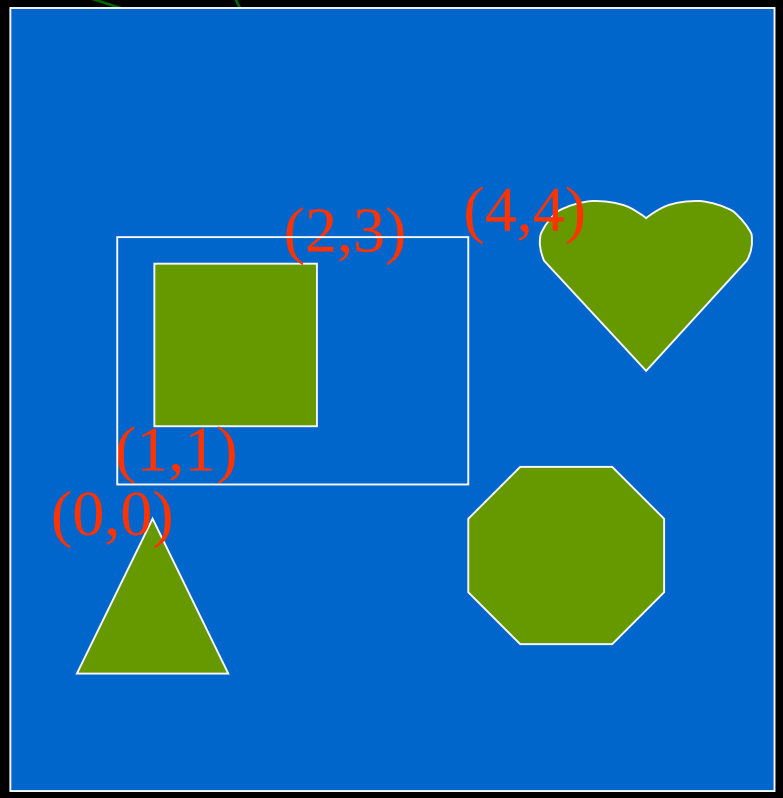


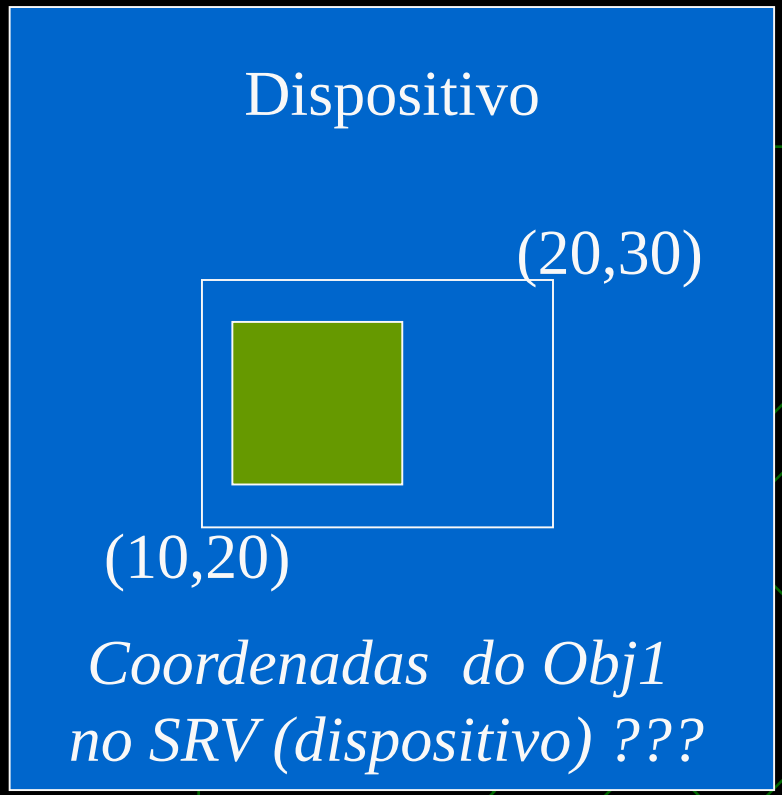
$Obj2_v$ SRU = (5,5)

$Window_{vi}$ SRU = (4,2)
$Window_{vf}$ SRU = (7,8)

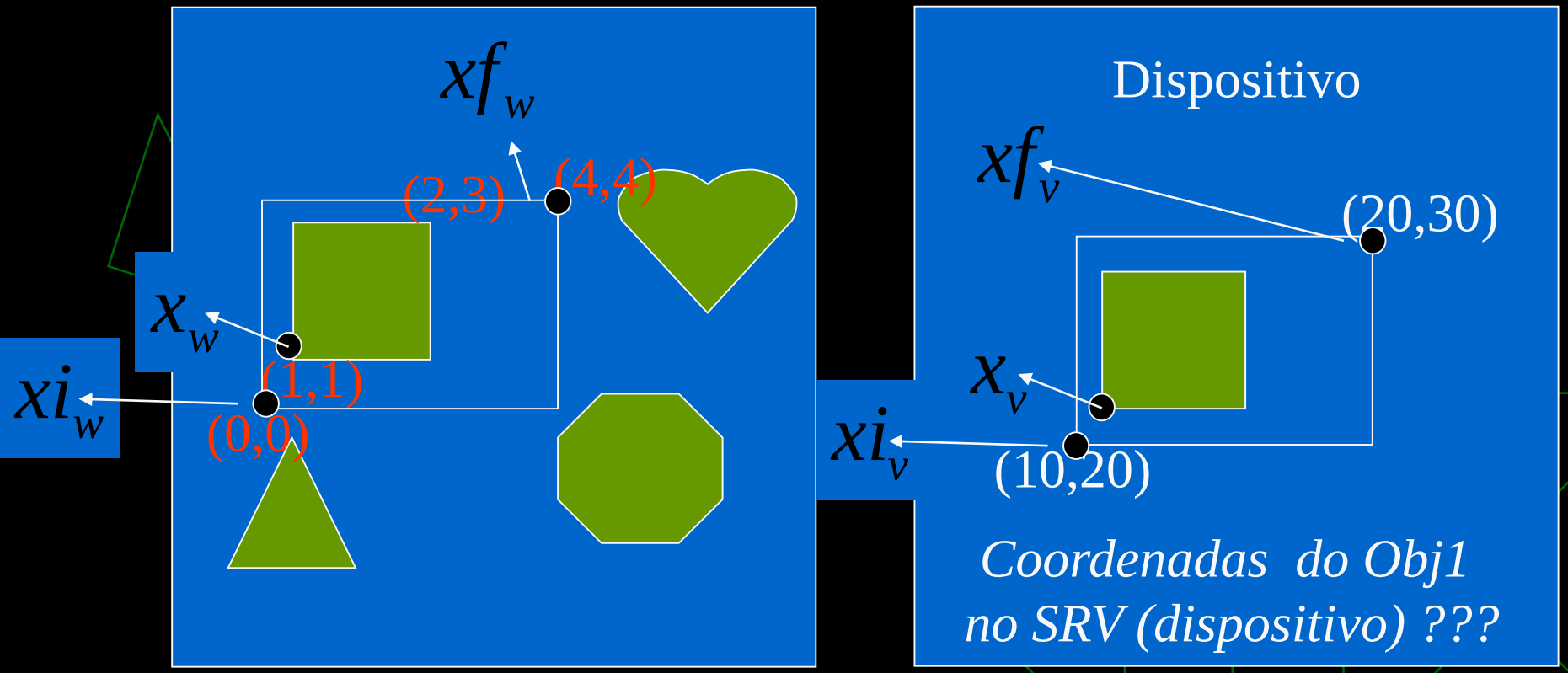
$Obj2_v$ Window = (1,3)

Pipeline de visualização 2D





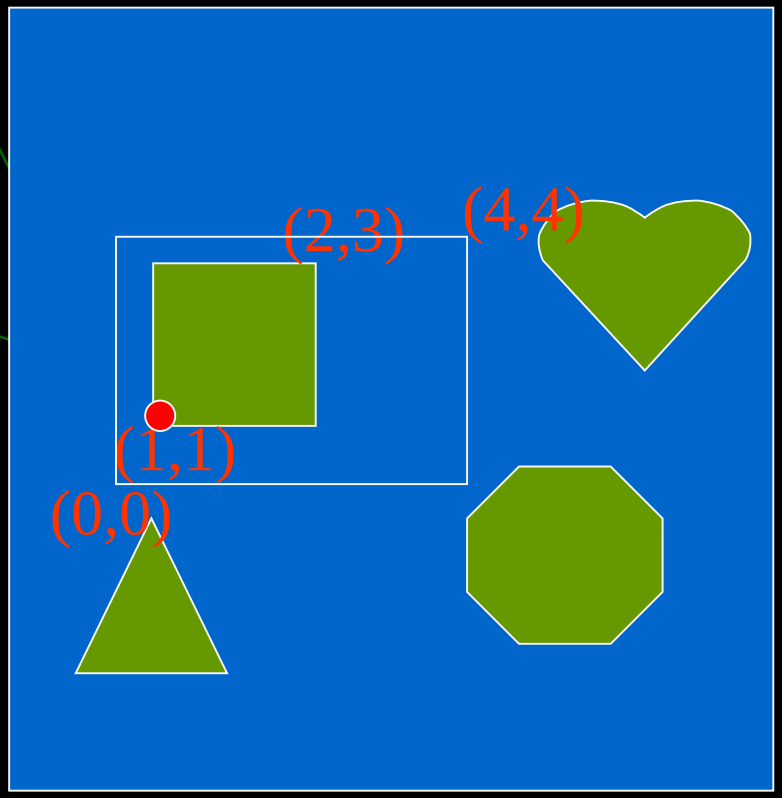
Transformação SRU->SRD

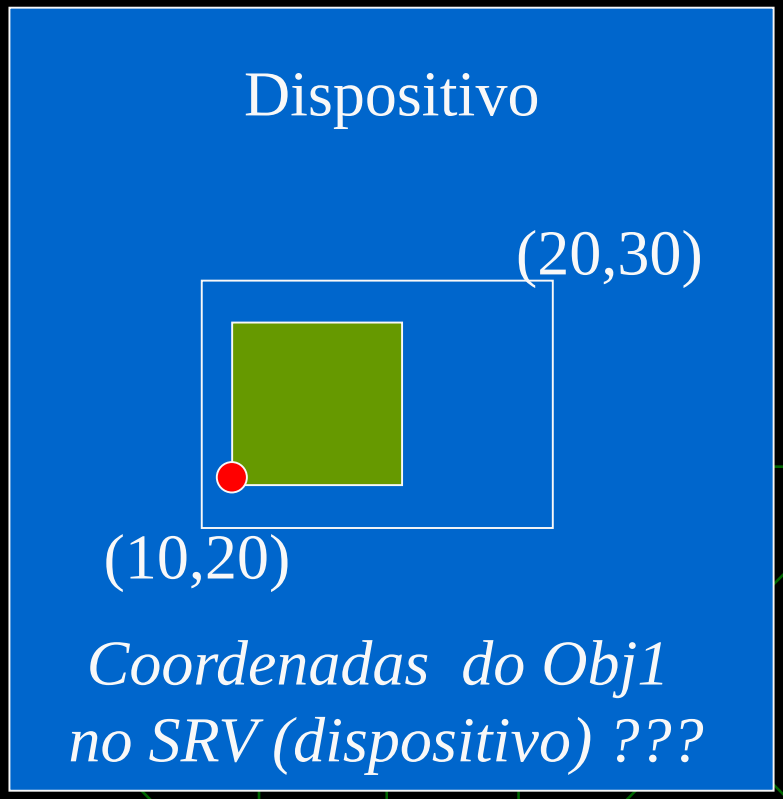


$$x_v = xi_v + \frac{(x_w - xi_w)}{(xf_w - xi_w)}(xf_v - xi_v)$$

>>>Proporcionalidade

Você calcula....

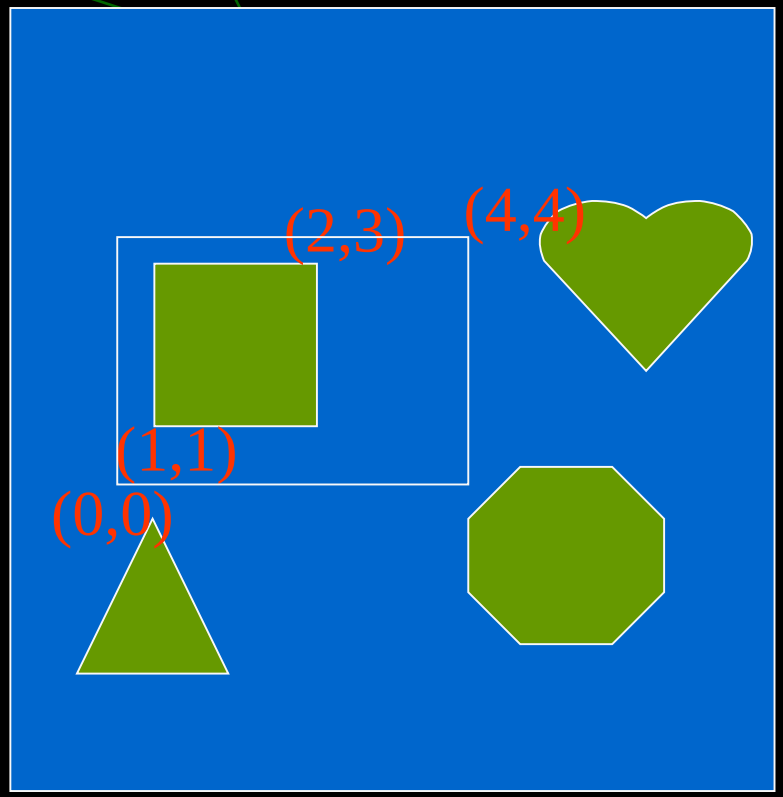


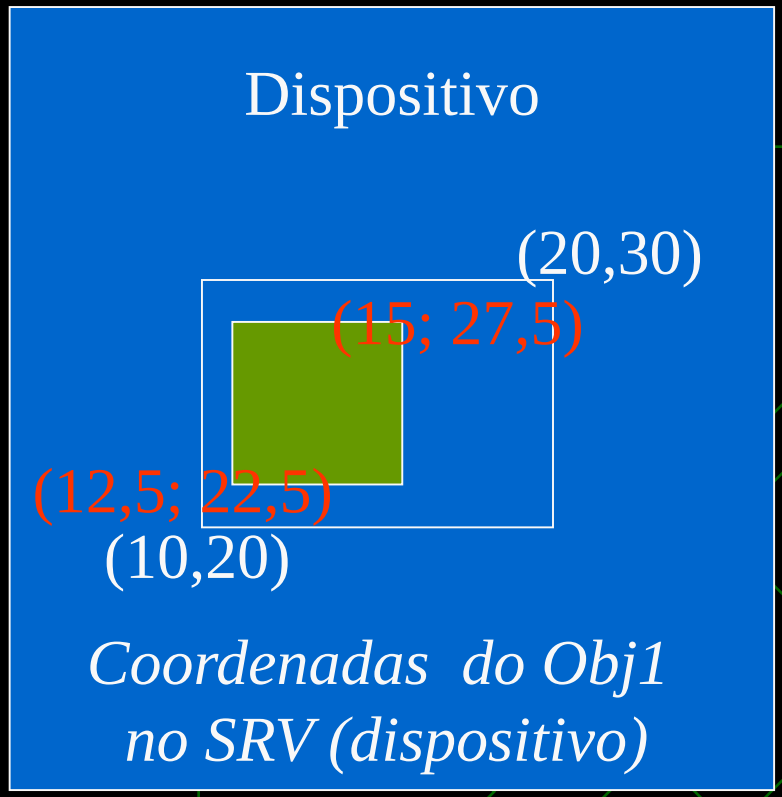


$$x_v = xi_v + \frac{(x_w - xi_w)}{(xf_w - xi_w)}(xf_v - xi_v)$$

>>>Proporcionalidade

Mapeamento:


(2,3)
(4,4)
(1,1)
(0,0)

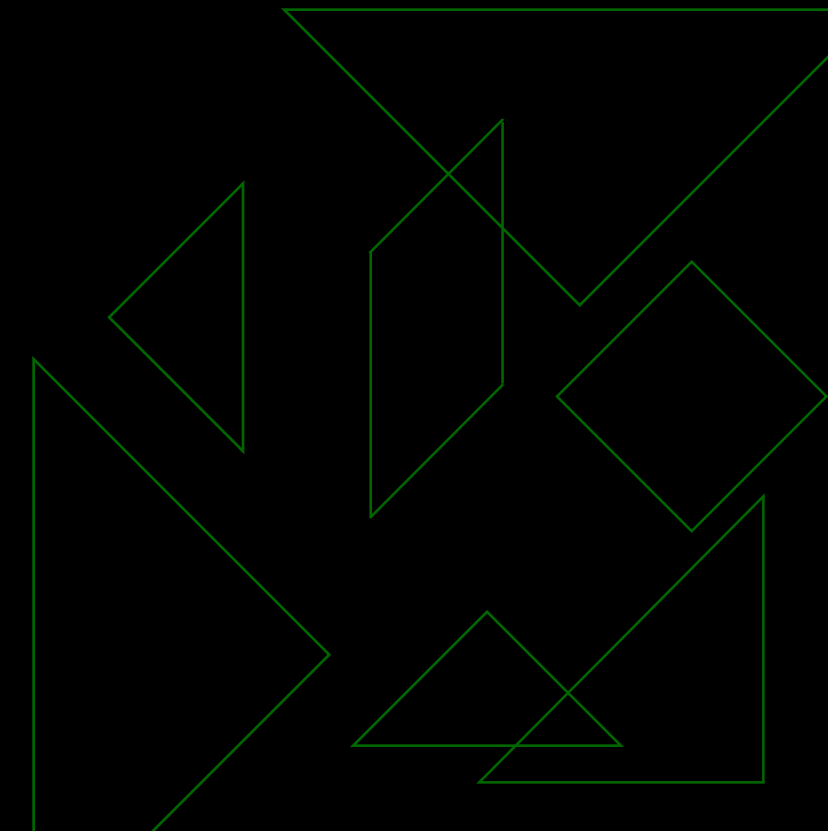

Dispositivo
(20,30)
(15; 27,5)
(12,5; 22,5)
(10,20)
Coordenadas do Obj1
no SRV (dispositivo)

SR´s 2D

- SRO
- SRU
- SRW

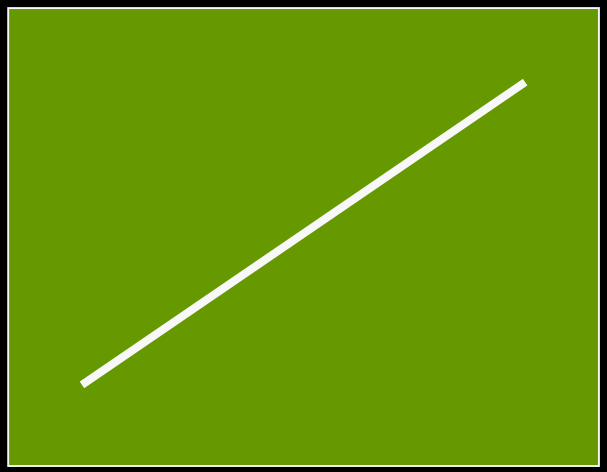
(recorte 2D)

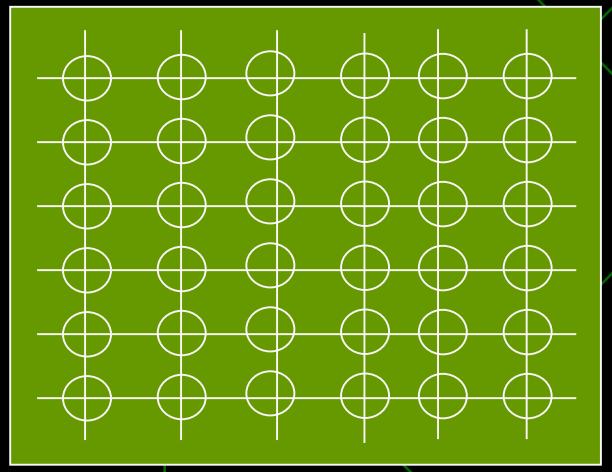
- SRV
- SRD



Algoritmos de rasterização

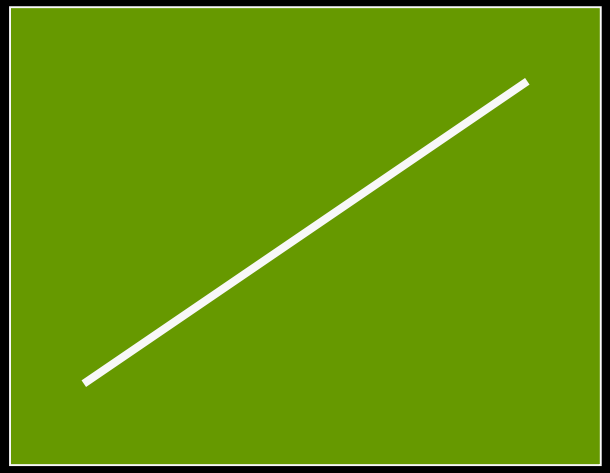
- Algoritmos de varredura (Qual o problema?)

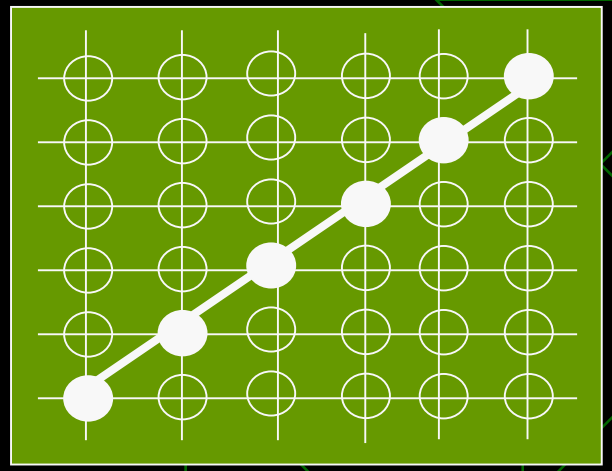




Algoritmos de rasterização

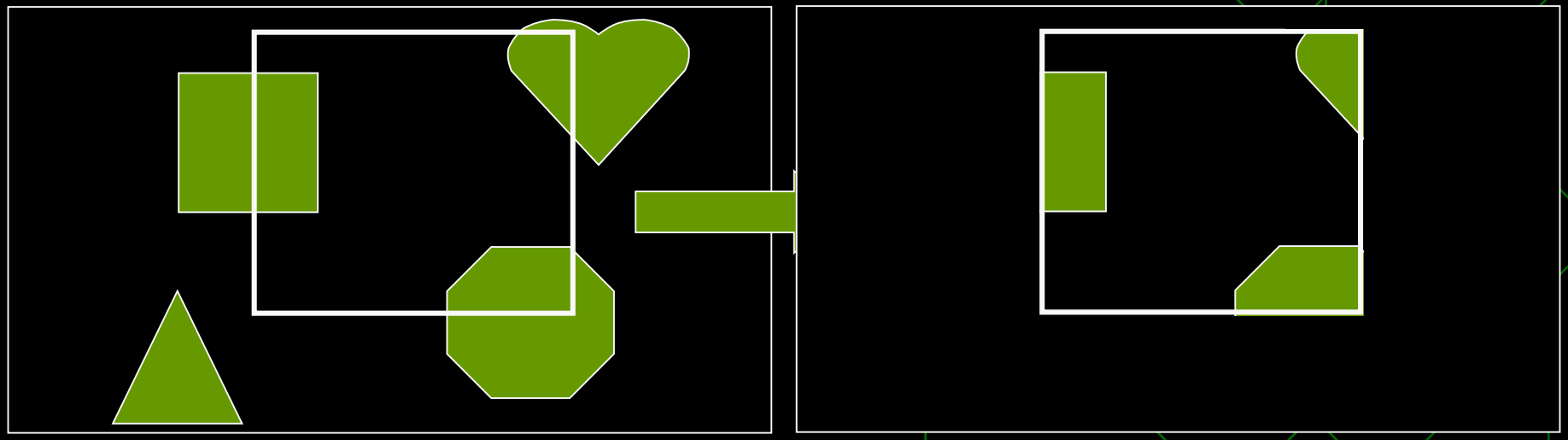
- Algoritmos de varredura





Algoritmos de rasterização

- Algoritmos de varredura
- Algoritmos de recorte

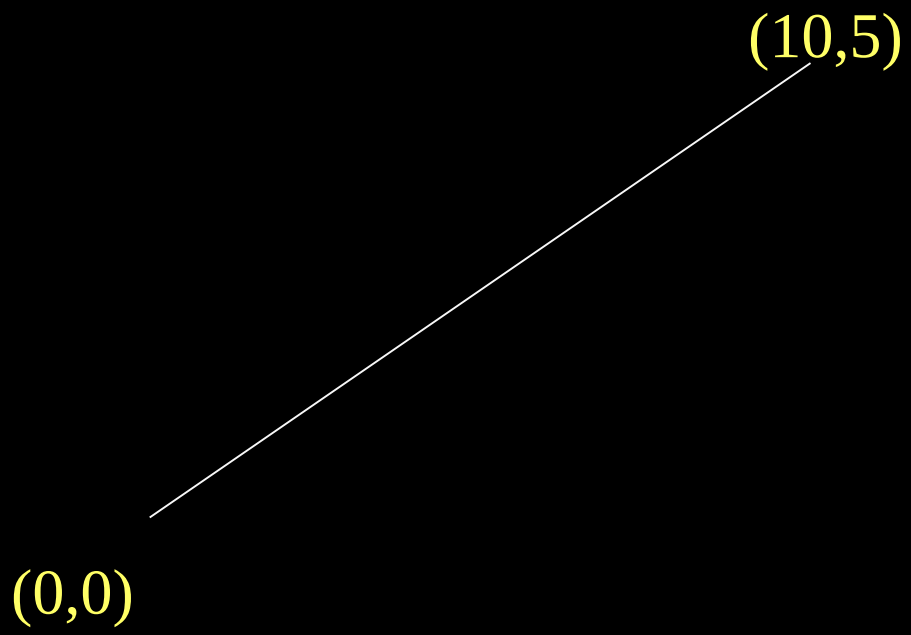


Algoritmos de varredura (Desenho de retas)

- Resolução por Método incremental
  - Maneira para resolver equações diferenciais através de métodos numéricos
  - Sucessivas operações de incremento baseado no ponto atual

Algoritmos de varredura

- Método incremental

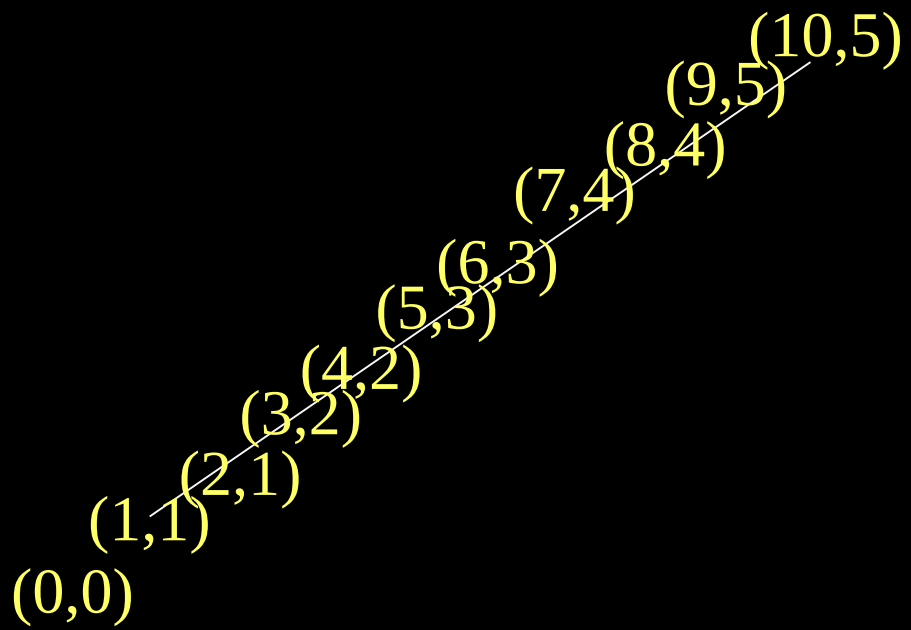



```
{ Dx=xf-xi;
  Dy=yf-yi;
  M=Dy/Dx;
  y=yi;
  For (x=xi;x<=xf;x++)
  {
      Write(x,int(floor(y+0,5), value);
       y+=M;
  }
}
```

Coordenadas dos pixel escritos?

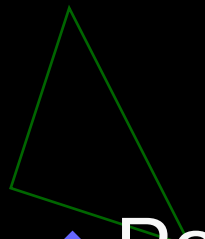
Algoritmos de varredura

- Método incremental

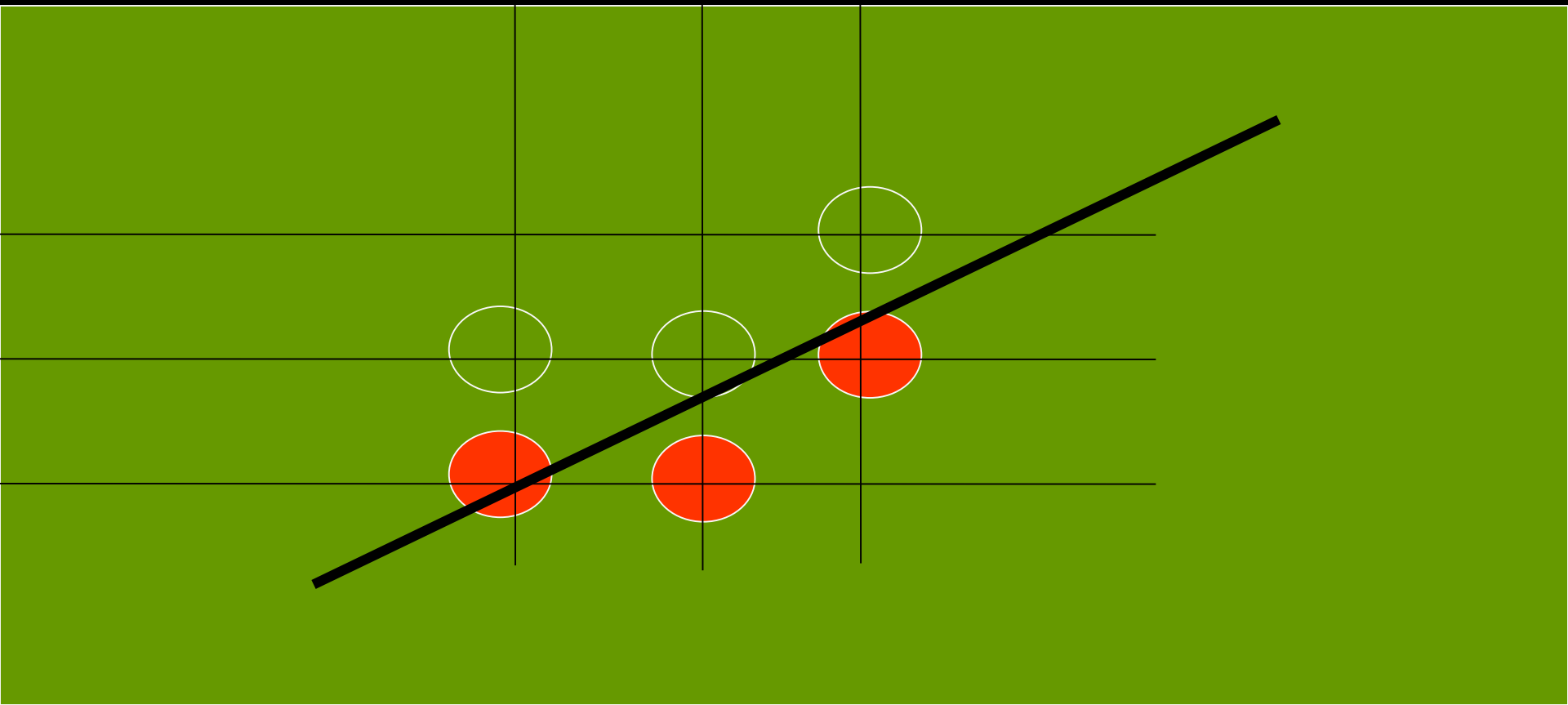



```
{ Dx=xf-xi;
  Dy=yf-yi;
  M=Dy/Dx;
  y=yi;
  For (x=xi;x<=xf;x++)
  {
      Write(x,int(floor(y+0,5), value);
       y+=M;
  }
}
```

Algoritmos de varredura



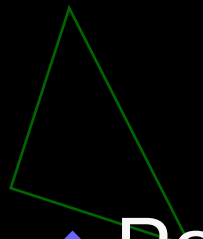
- Porque usar floor?



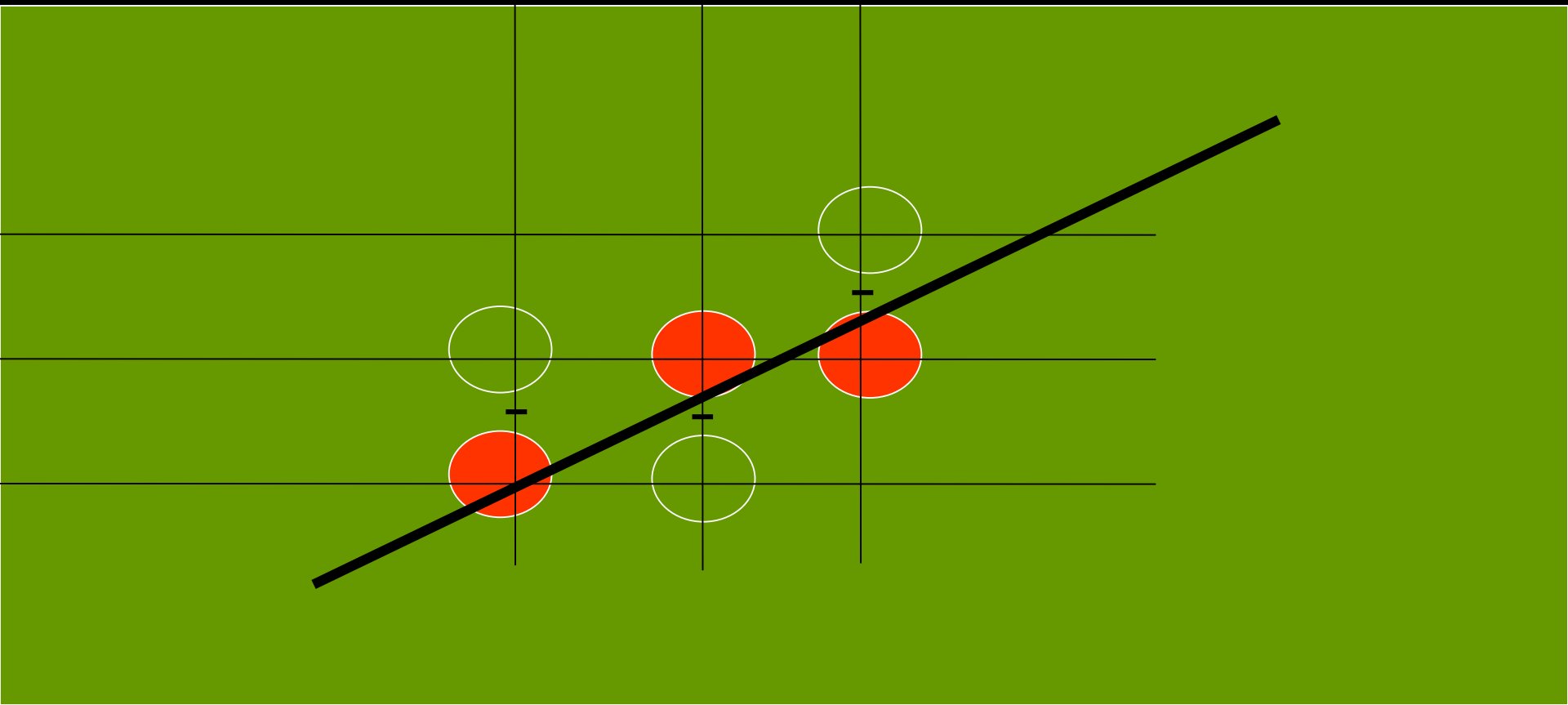
Algoritmos de varredura

- O **algoritmo de Bresenham** — em homenagem a Jack Elton Bresenham — é um algoritmo criado para o desenho de linhas, em dispositivos matriciais (como por exemplo, um monitor), que permite determinar quais os pontos numa matriz de base quadriculada que devem ser destacados para atender o grau de inclinação de um ângulo.
- Também conhecido como algortimos do ponto médio
  - Atrativo porque usa somente operações aritméticas (não usa round ou floor)
  - É incremental

Algoritmos de varredura



- Porque ponto médio?



Algoritmos de varredura

- Ponto médio

```
{   dx= x1 – x0;
    dy = y1 – y0;
    d = dy * 2 – dx;
    /*Constante de Bresenham*/
    incrE = dy * 2;
    incrNE = (dy-dx) * 2;
    x = x0;
    y = y0;
    writepixel(x,y,value);
```

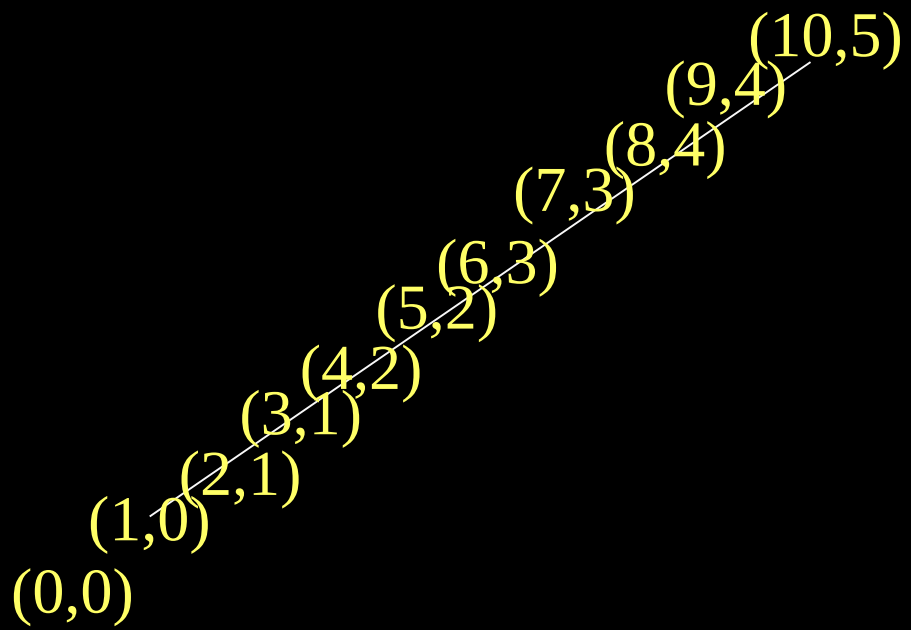
```
while (x<x1) {
    if (d<=0){
            d+=incrE; x++;}
    else {
            d+=incrNE; x++; y++}

    writepixel(x,y,value);
}
}
```

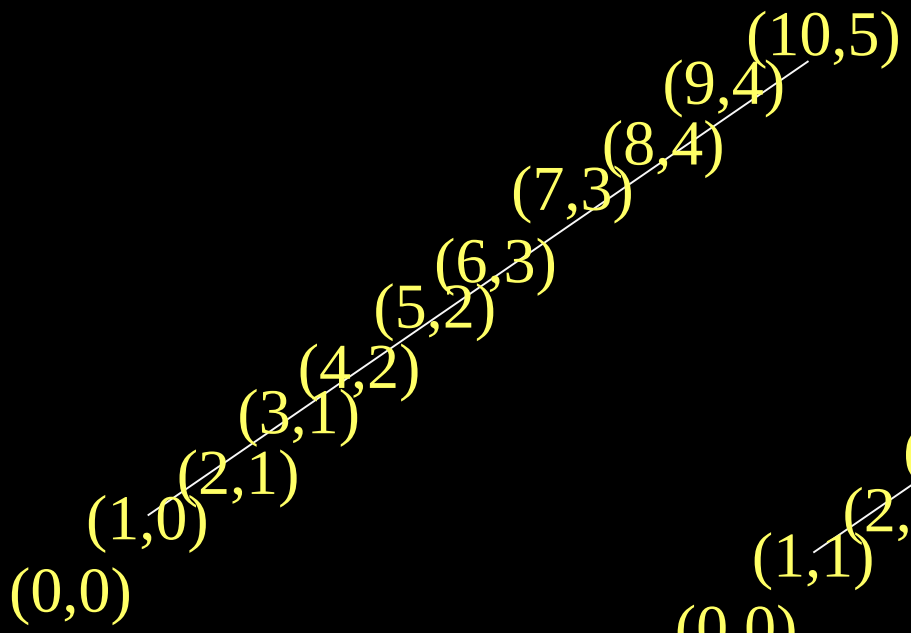
** Descubra os pixels “pintados”da reta descrita pelos vértices (0,0) e (10,5)

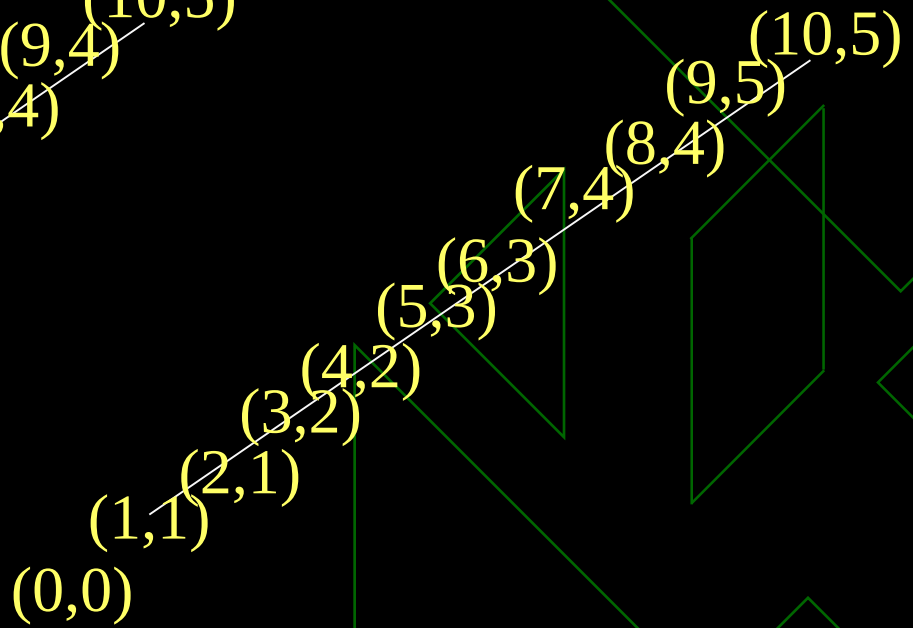
Algoritmos de varredura

- Algoritmo do ponto médio



Comparação :



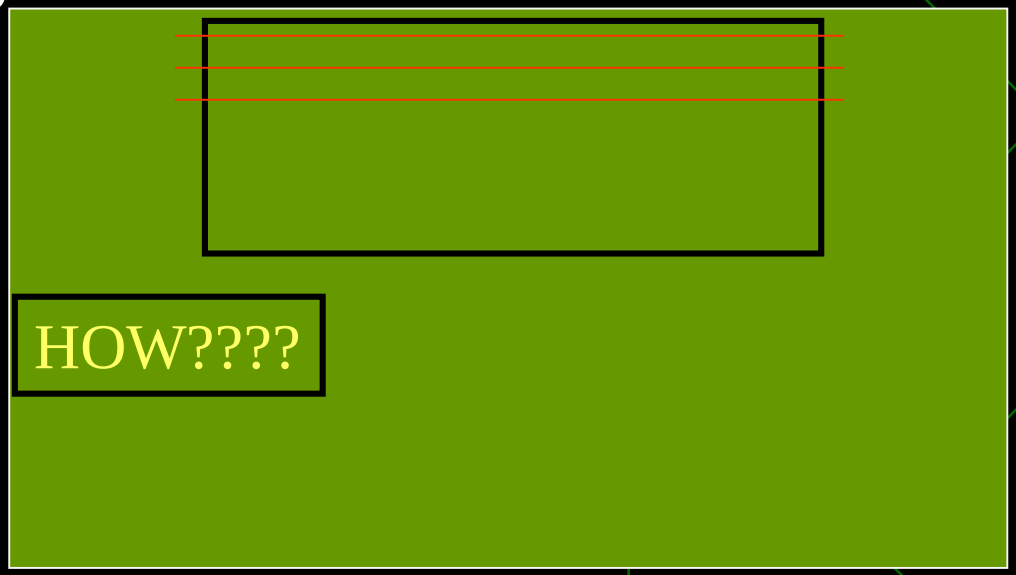


Algoritmos de varredura (Algoritmo de preenchimento)

- Dois problemas:
  - Decisão de qual pixel preencher
  - Decisão de qual valor preencher

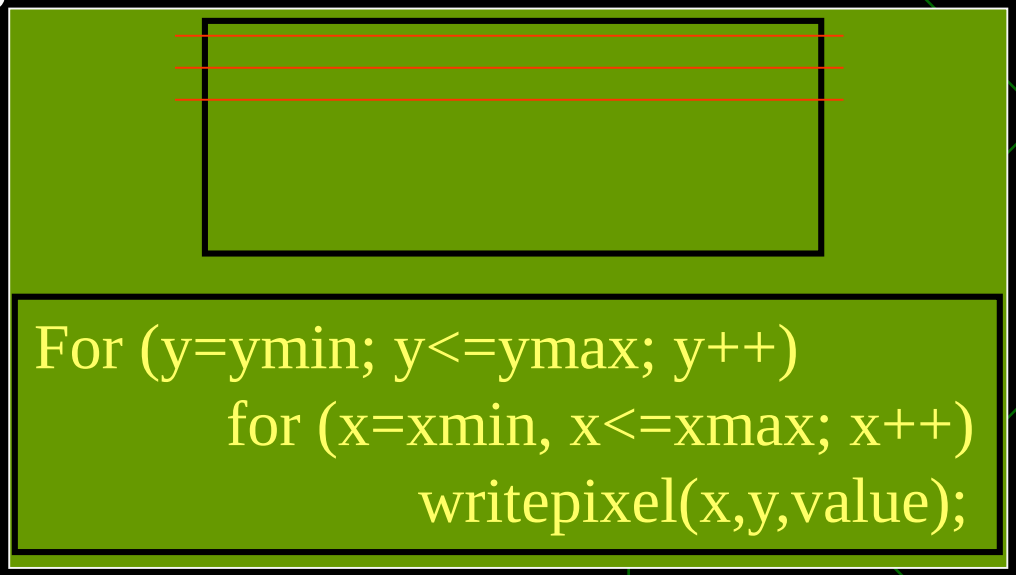
Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento: Retângulo



Algoritmos de varredura

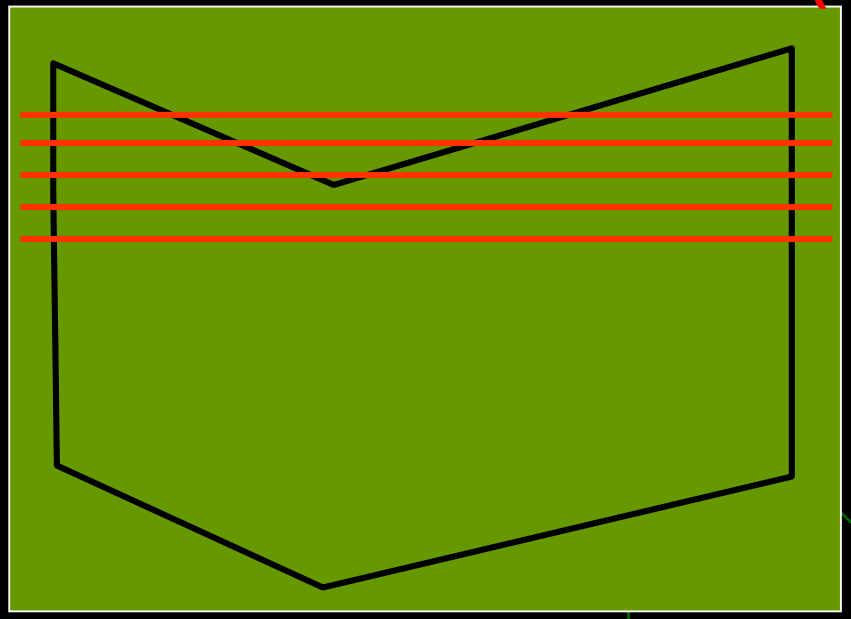
- Algoritmos para preenchimento: Retângulo



```
For (y=ymin; y<=ymax; y++)
        for (x=xmin, x<=xmax; x++)
                writepixel(x,y,value);
```

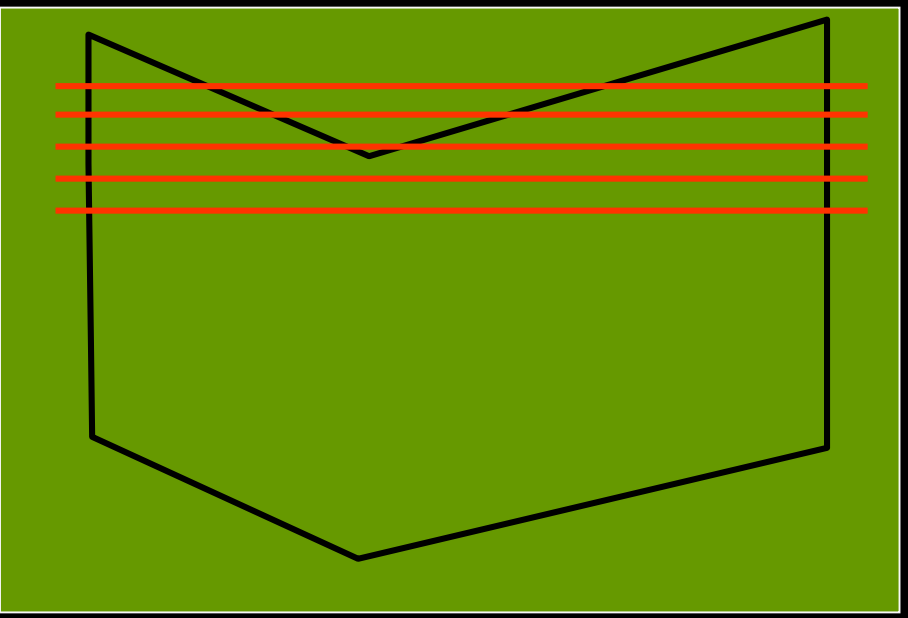
Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento: Polígonos convexos ou não *(scanline)*



Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento: Polígonos convexos ou não

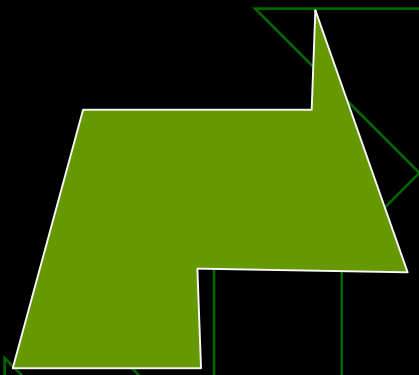


Passos:

1) Encontrar as intersecções da scan line com as arestas do polígono
2) Ordenar as intersecções
3) Preencher os pixels entre 2 intersecções (regra de paridade que inicia em par, muda quando encontra uma intersecção e escreve quando é impar)

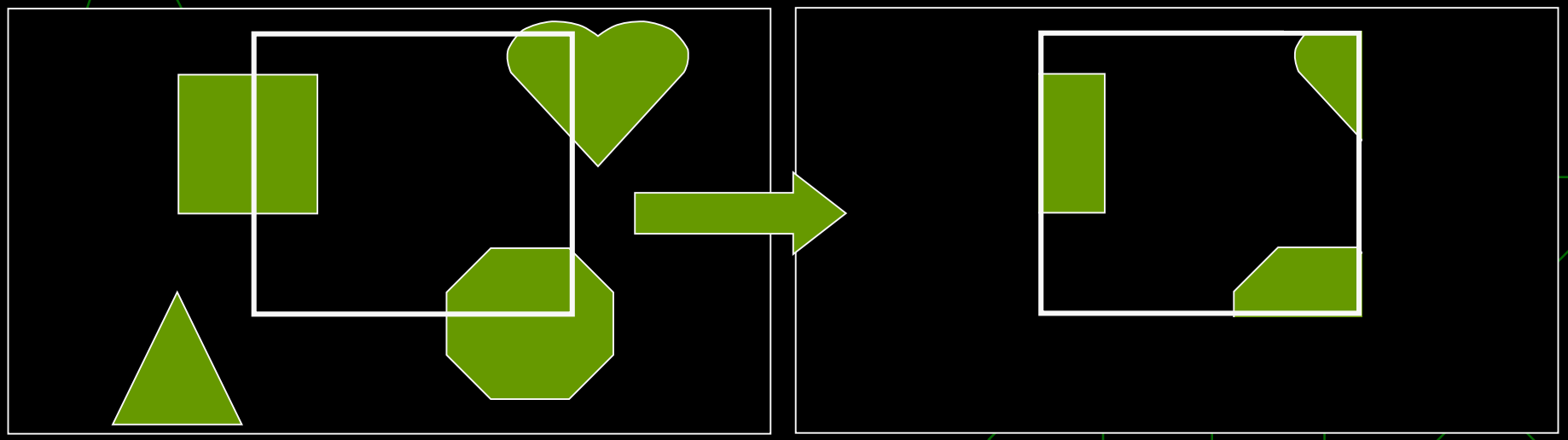
Algoritmos de varredura

- Algoritmos para preenchimento:
  - Arestas horizontais



  - Vizinhança de pixels interceptados

Algoritmos de recorte

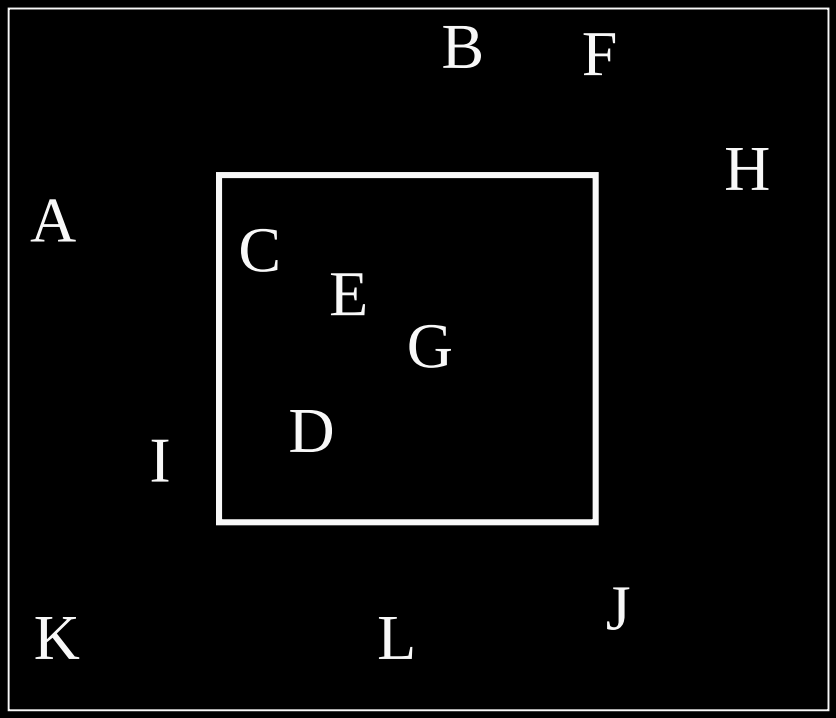


Objetivo: otimização das estruturas a serem desenhadas no dispositivo

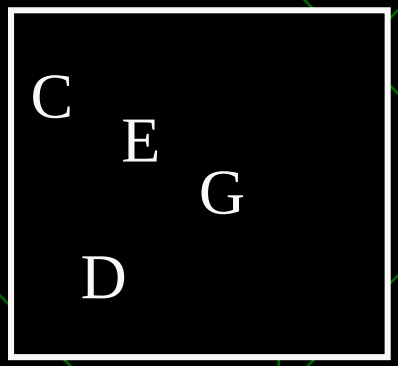
Trata o recorte contra as linhas da janela de seleção (retângulo)

Algoritmos de recorte

>>Recorte de pontos contra retângulo

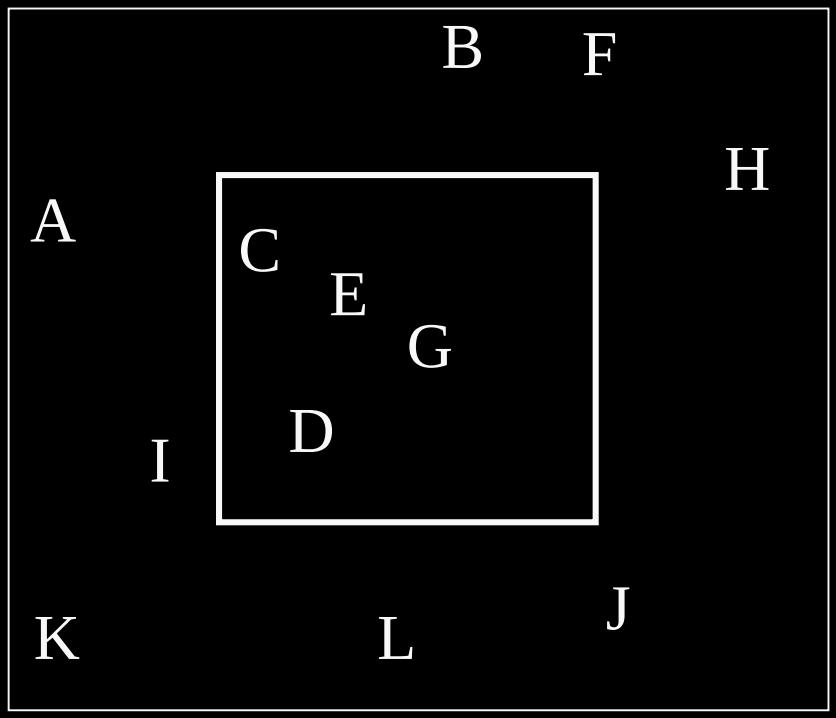


HOW?

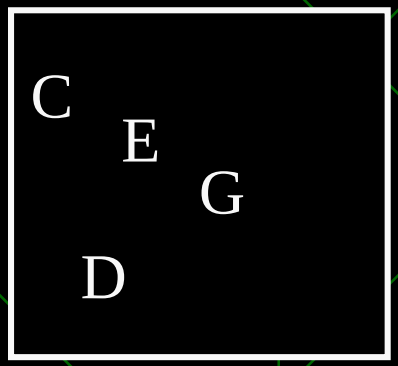


Algoritmos de recorte

>>Recorte de pontos contra retângulo

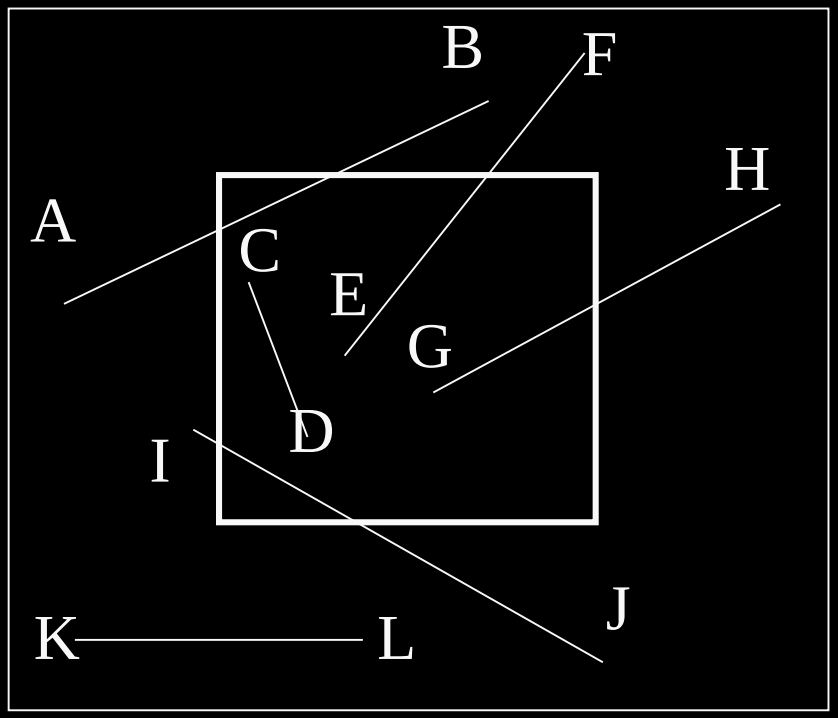


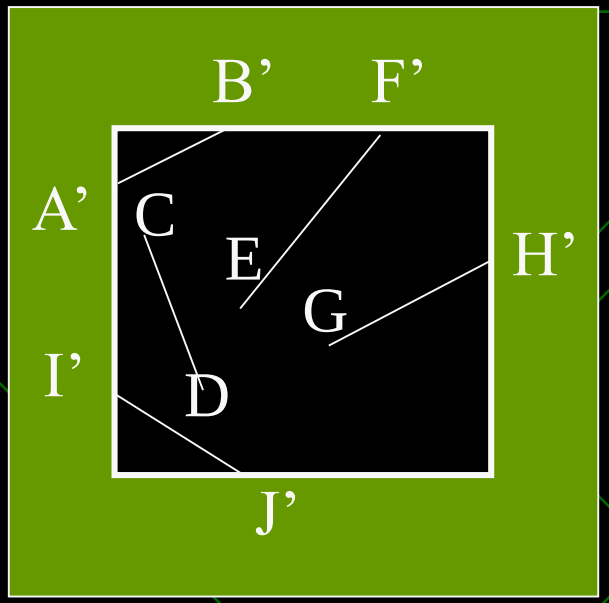
xi <= x <= xf
Yi <= y <= yf



Algoritmos de recorte

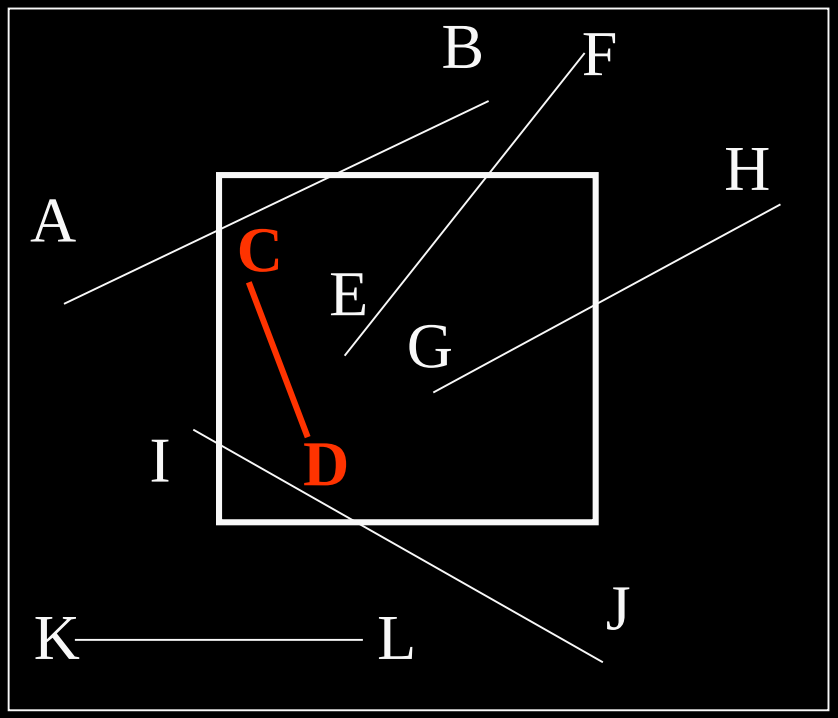
>>Recorte de arestas (linhas) contra retângulo





Algoritmos de recorte

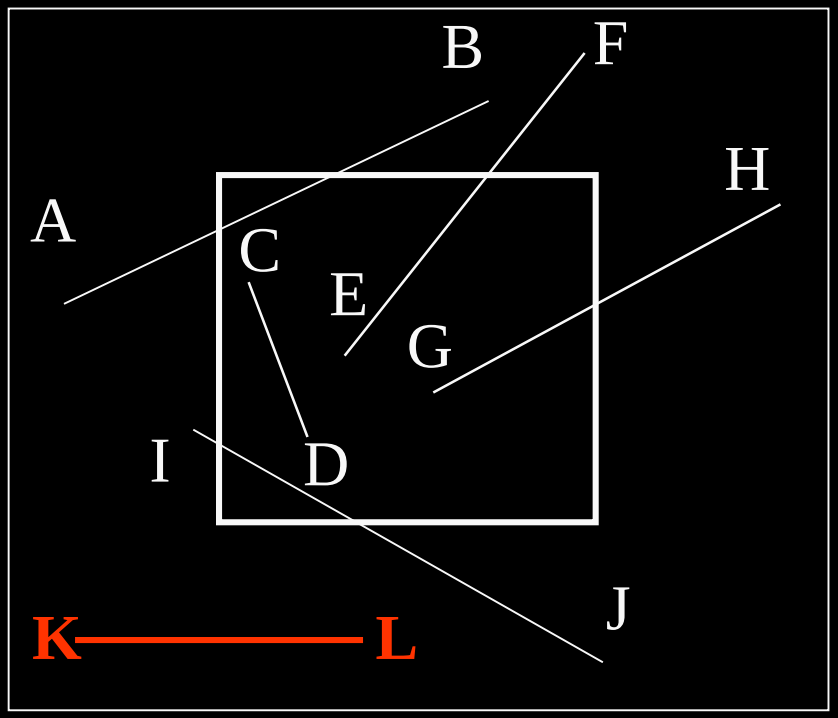
Recorte de linhas: *Trivialmente aceito*



- C e D estão dentro do retângulo de seleção

Algoritmos de recorte

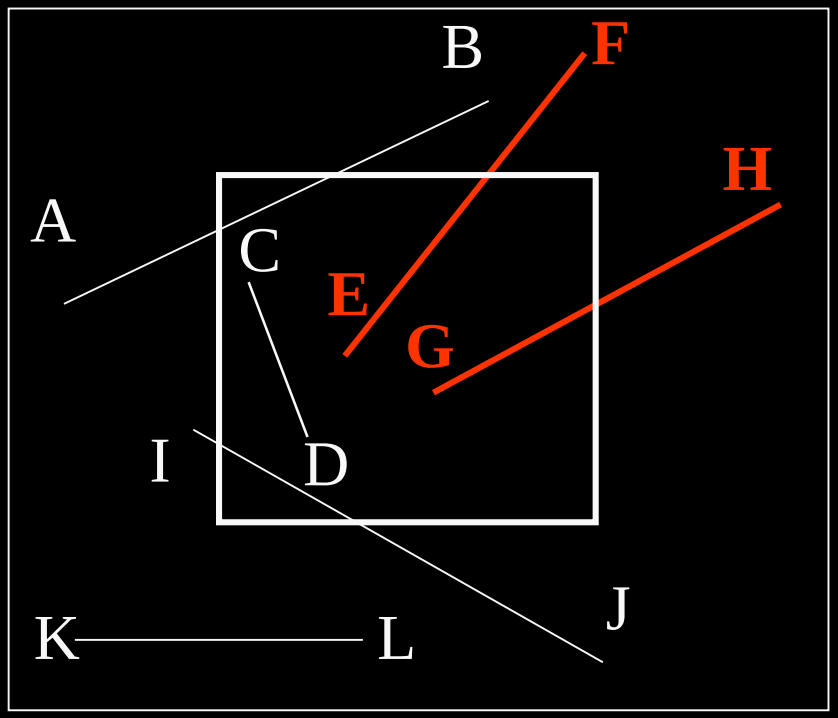
Recorte de linhas: *Trivialmente recusado*



• Os dois pontos estão fora do retângulo e tem y < yi ou y > yf e x < xi ou x > xf

Algoritmos de recorte

Recorte de linhas: *Cálculos de recorte*

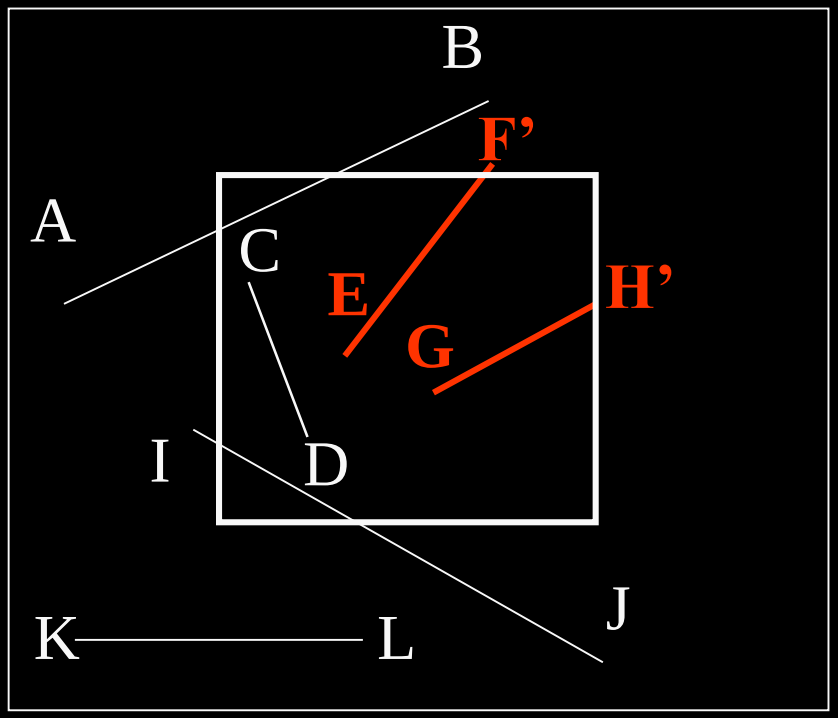


- Um dos pontos da linha está fora e outro está dentro do retângulo

- Linha deve ser recortada

Algoritmos de recorte

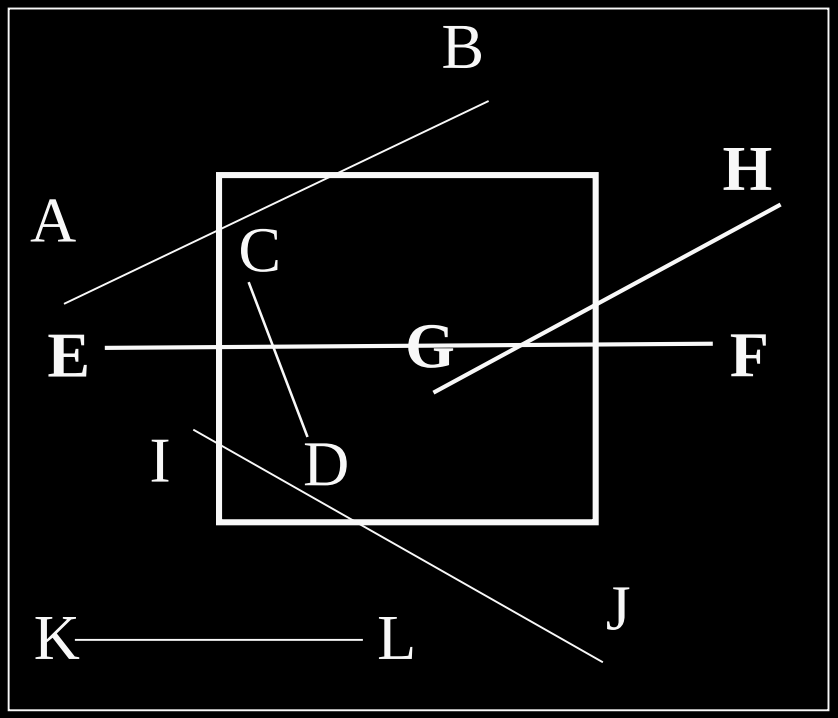
Recorte de linhas: *Cálculos de recorte*



- Um dos pontos da linha está fora e outro está dentro do retângulo
- Linha deve ser recortada
- Encontrar novos vértices

Algoritmos de recorte

Recorte de linhas: *Cálculos de recorte*



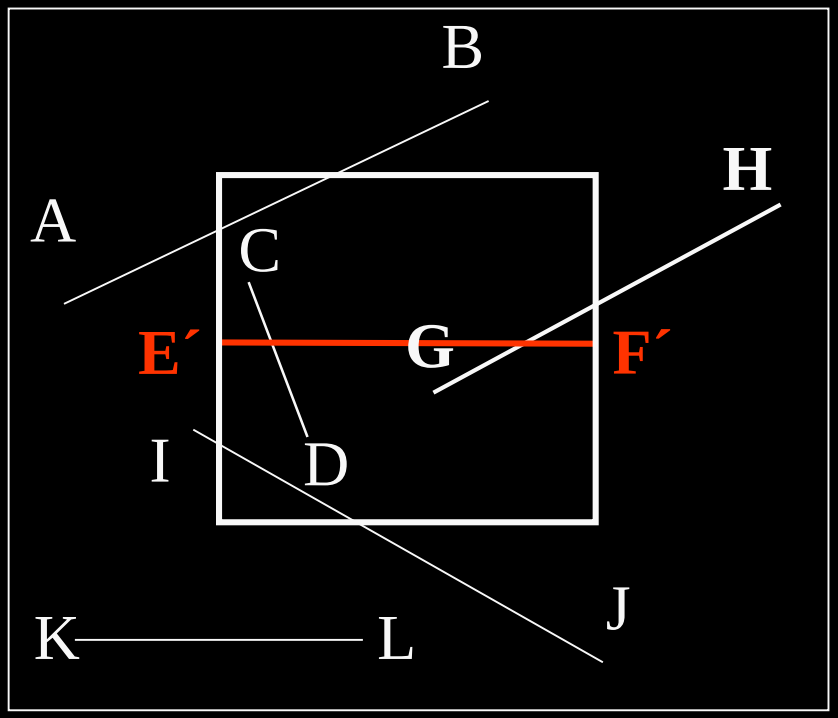
- Os dois pontos estão fora

- Os dois pontos estão fora do retângulo e *!(y < yi ou y > yf e x < xi ou x > xf)*

- Linha deve ser recortada

Algoritmos de recorte

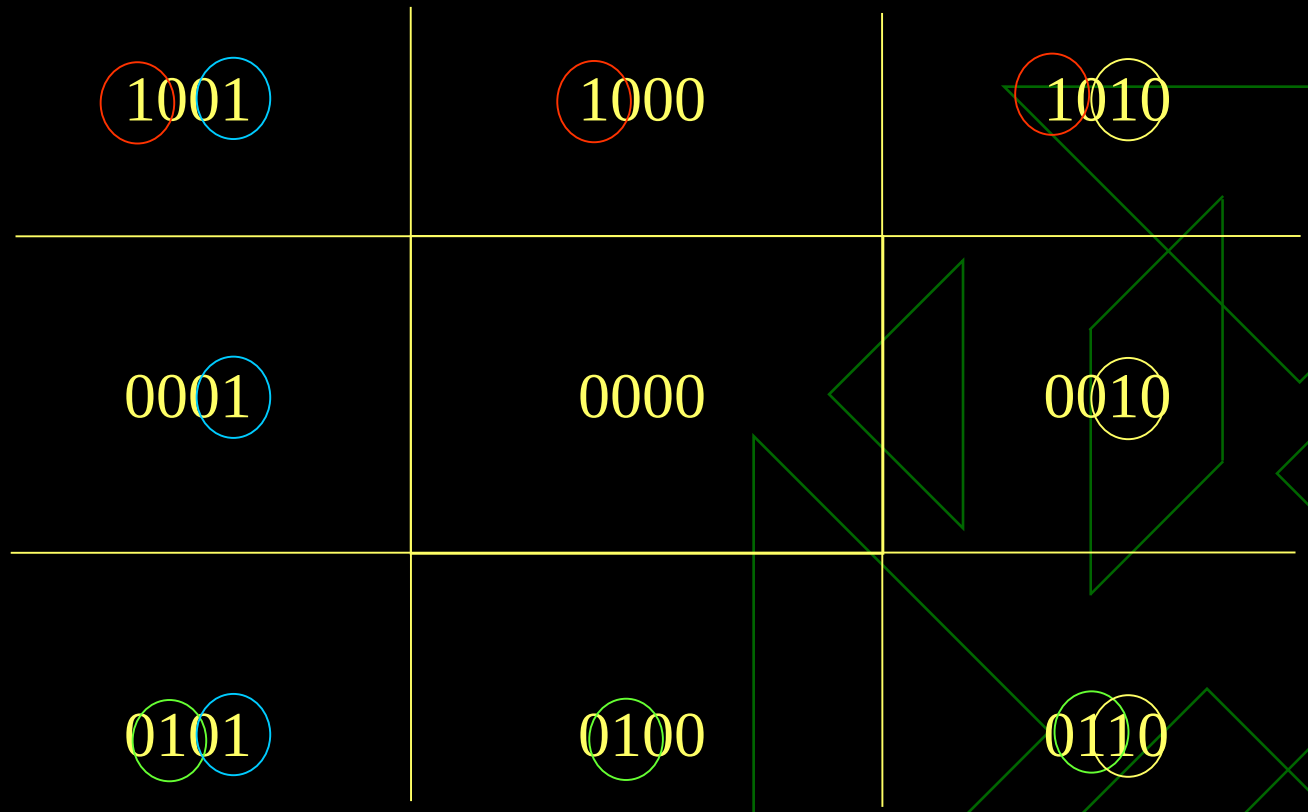
Recorte de linhas: *Cálculos de recorte*



- Os dois pontos estão fora
- Linha recortada
- Encontrar novos vértices

Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland



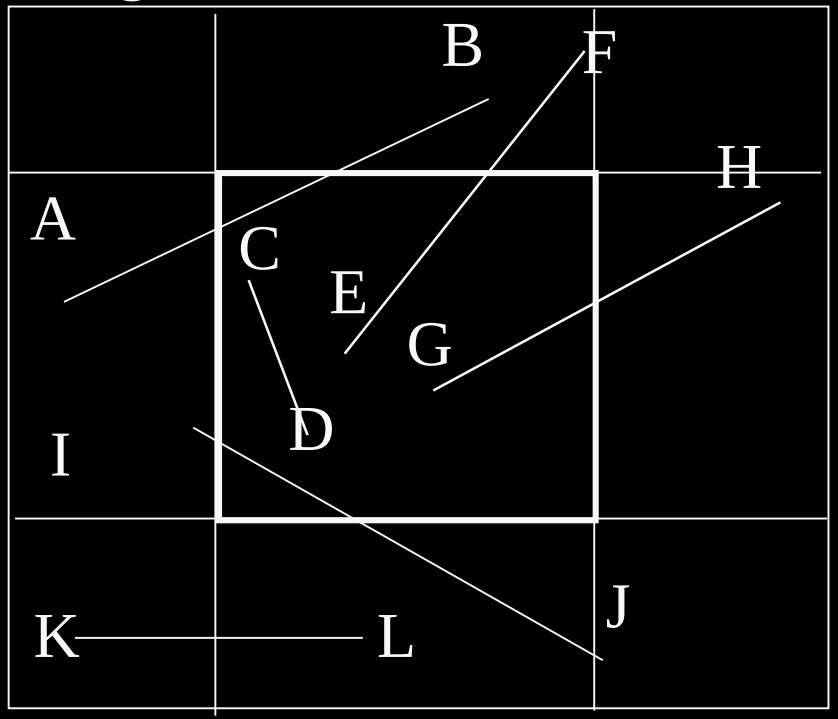
Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland

If y > yf ➔ seta primeiro bit em 1
If y < yi ➔ seta segundo bit em 1
If x > xf ➔ seta terceiro bit em 1
If x < xi ➔ seta quarto bit em 1

Algoritmos de recorte

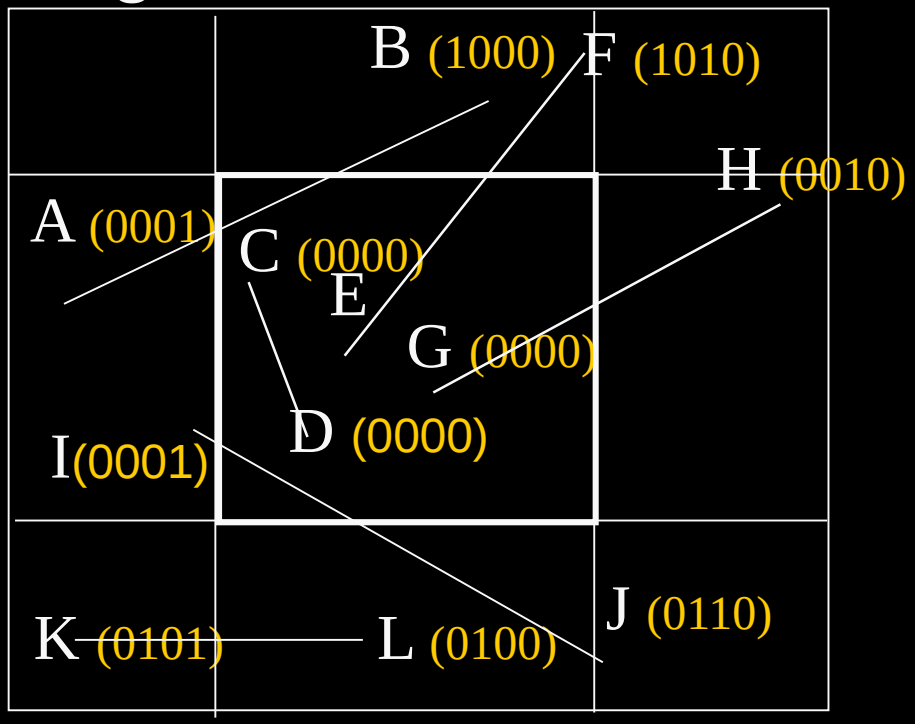
Algoritmo de Cohen-Sutherland



- Bit codes dos pontos?
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos?
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas?
- O que fazer com os que não são nem aceitos nem recusados?

Algoritmos de recorte

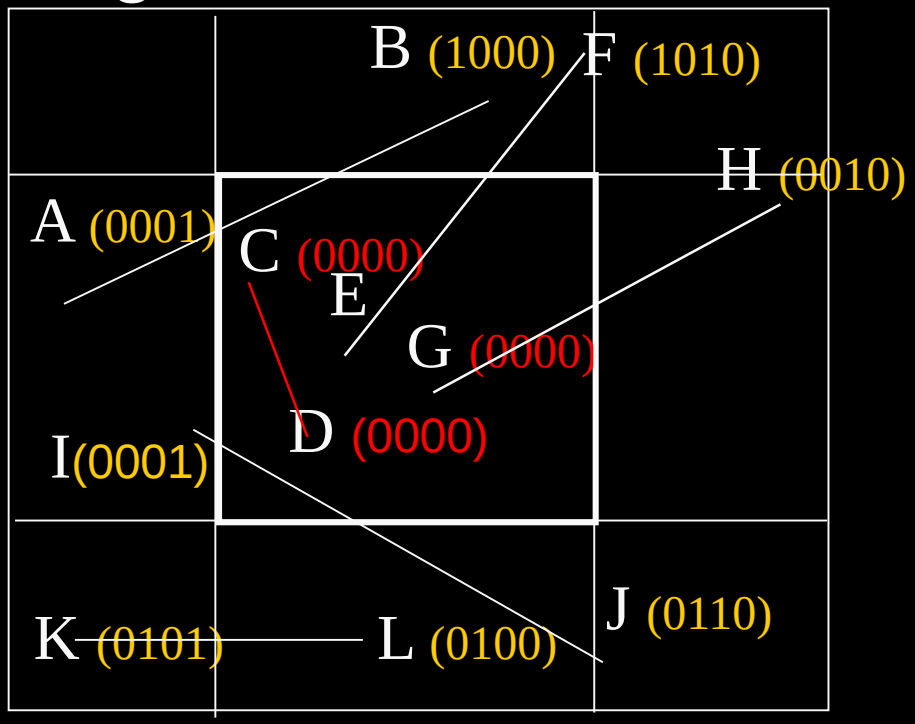
Algoritmo de Cohen-Sutherland



- Bit codes dos pontos?

Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland



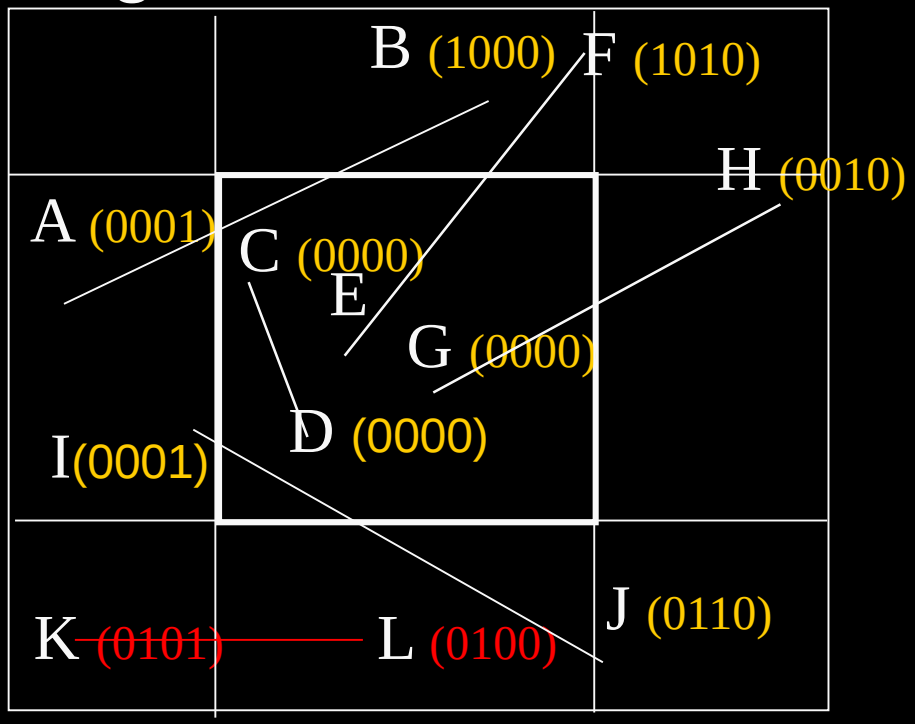
- Bit codes dos pontos?
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos?

0000

- Arestas formadas por pontos trivialmente aceitos são trivialmente aceitas

Algoritmos de recorte

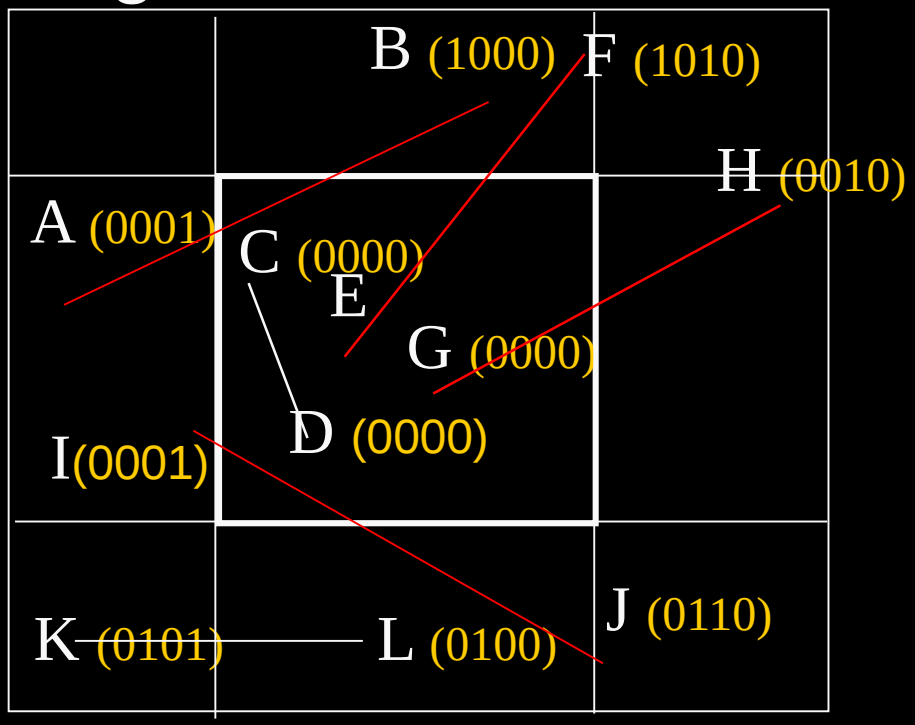
Algoritmo de Cohen-Sutherland



- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos? 0000
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas? AND entre bit codes dos pontos deve ser != 0

Algoritmos de recorte

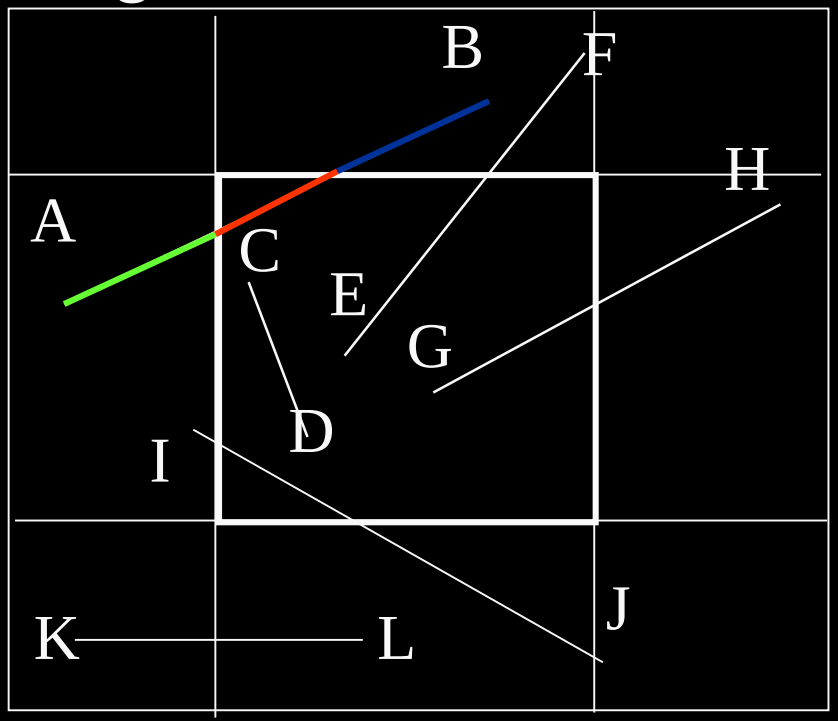
Algoritmo de Cohen-Sutherland



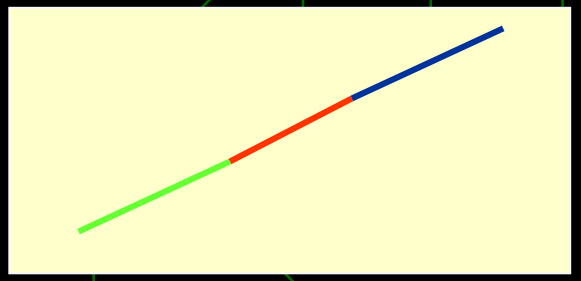
- Como devem ser os bit codes dos pontos trivialmente aceitos? 0000
- Como devem ser os bit codes das arestas trivialmente recusadas? AND entre end points deve ser != 0
- O que fazer com os que não são nem aceitos nem recusados?

Algoritmos de recorte

Algoritmo de Cohen-Sutherland



- Calcular segmentos através das intersecções

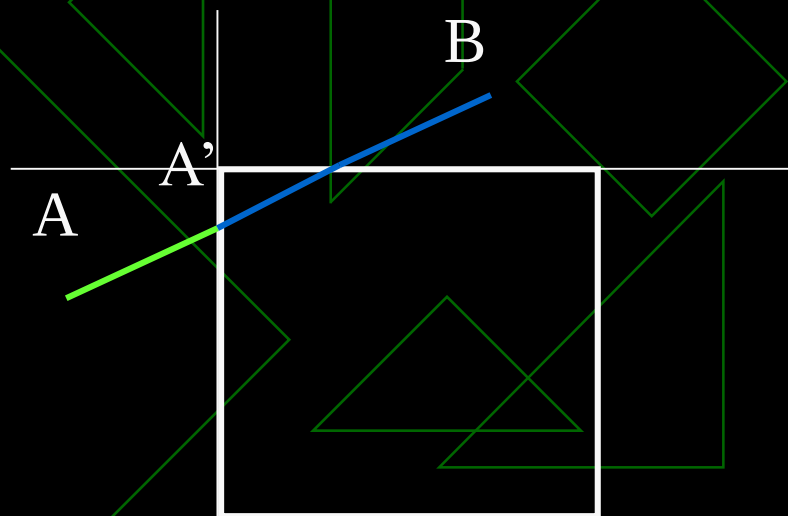


Algoritmos de recorte

Processo Iterativo:

1) Pares de pontos das arestas são testados para serem aceitos ou recusados trivialmente (slides anteriores)
2) Para as arestas A que sobram:
   i) Calcular as intersecções da aresta A_i com as arestas do polígono de recorte;
   ii) dividir a aresta em 2 segmentos: antes da primeira intersecção e depois
   iii) Testar se recusado ou aceito para cada segmento da aresta

A-B
A-A’ e A’-B

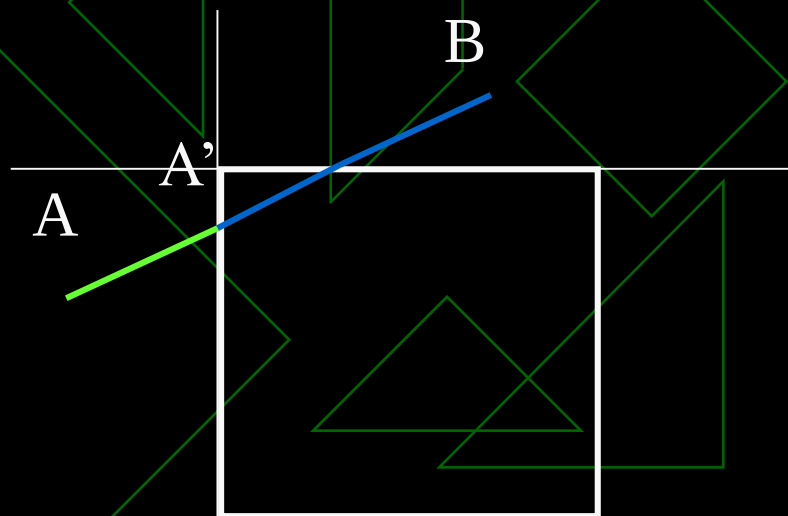


Algoritmos de recorte

Processo Iterativo:

1) Pares de pontos das arestas são testados para serem aceitados ou recusados trivialmente (slides anteriores)
2) Para as arestas A que sobram:
   i) Calcular as interações da aresta A_i com as arestas do polígono de recorte;
   ii) dividir a aresta em 2 segmentos: antes da primeira intersecção e depois
   iii) Testar se recusado ou aceito para cada segmento da aresta

A-B
A-A’ (TR) e A’-B

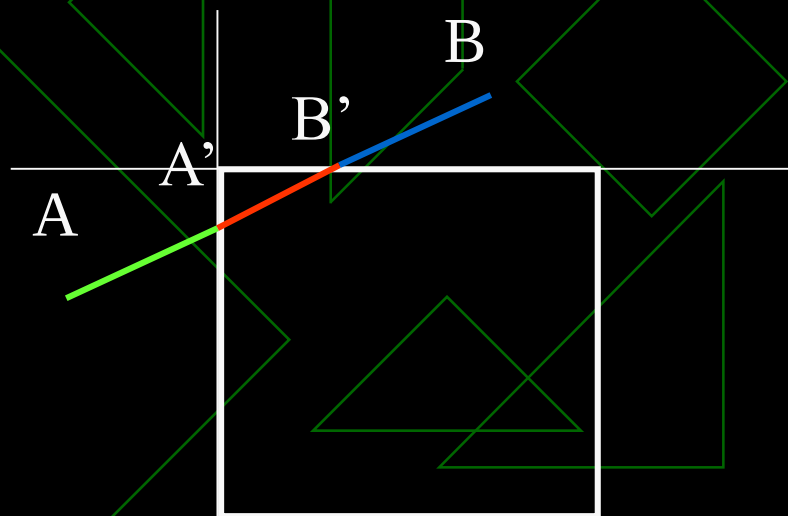


Algoritmos de recorte

Processo Iterativo:

1) Pares de pontos das arestas são testados para serem aceitados ou recusados trivialmente (slides anteriores)
2) Para as arestas A que sobram:
   i) Calcular as interações da aresta A_i com as arestas do polígono de recorte;
   ii) dividir a aresta em 2 segmentos: antes da primeira intersecção e depois
   iii) Testar se recusado ou aceito para cada segmento da aresta

A-B = deve ser recortado
A-A' (TR) e A'-B
A'-B' e B'-B

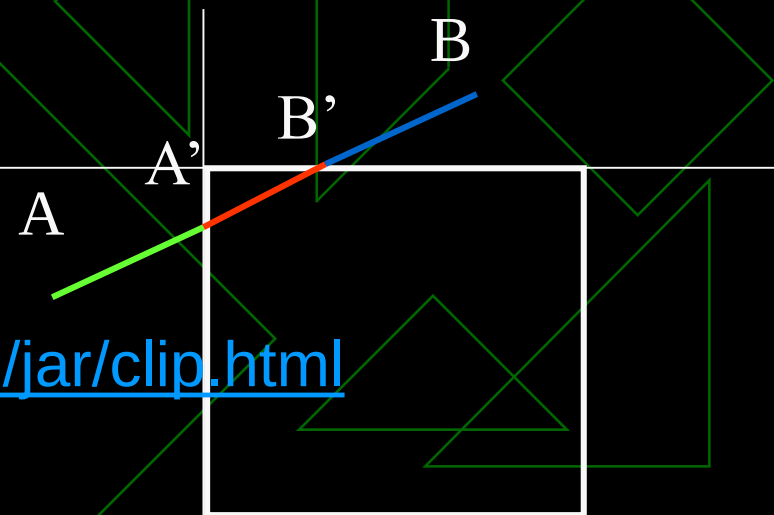


Algoritmos de recorte

Processo Iterativo:

1) Pares de pontos das arestas são testados para serem aceitados ou recusados trivialmente (slides anteriores)
2) Para as arestas A que sobram:
   i) Calcular as interações da aresta A_i com as arestas do polígono de recorte;
   ii) dividir a aresta em 2 segmentos: antes da primeira intersecção e depois
   iii) Testar se recusado ou aceito para cada segmento da aresta

A-B = deve ser recortado
A-A’ (TR) e A’-B
A’-B’ (TA) e B’-B (TR)



http://www.cs.princeton.edu/~min/cs426/jar/clip.html

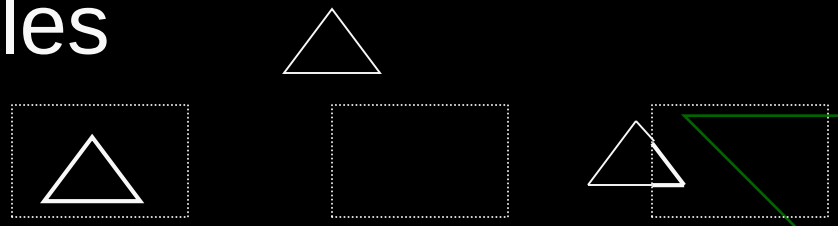
Algoritmos de recorte

>>Recorte de polígono contra retângulo

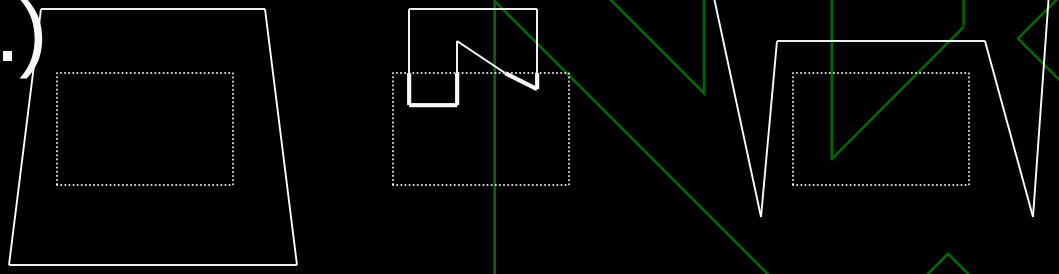
- Inclui o problema de recorte de segmentos de reta
  - Polígono resultante tem vértices que são
    - Vértices na janela,
    - Vértices do polígono original, ou
    - Pontos de interseção aresta do polígono/aresta da janela

Recorte de Polígono contra Retângulo

- Casos Simples

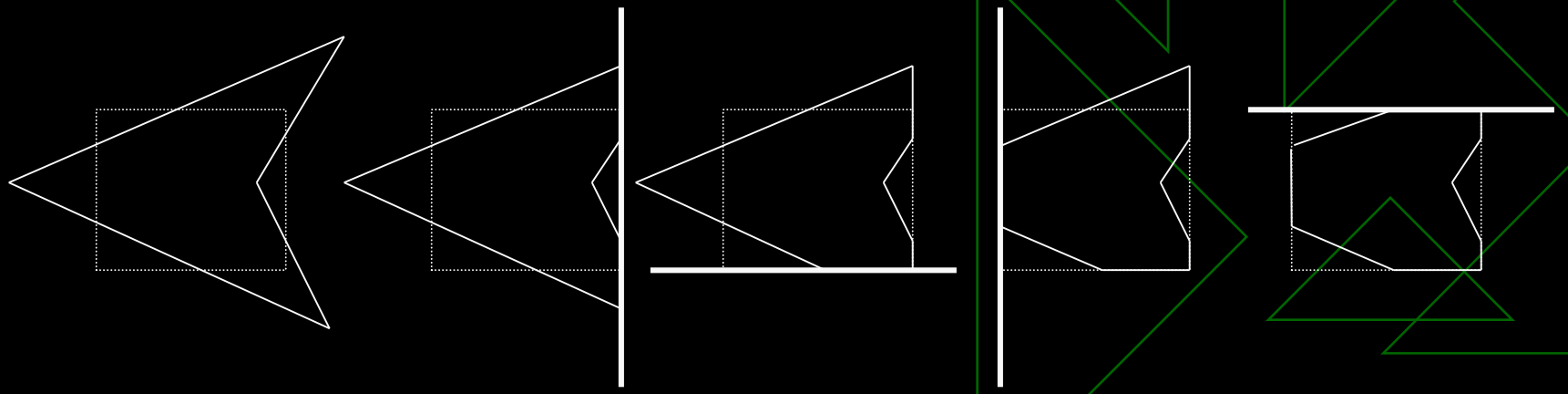


- Casos Complicados (pode mudar topologia...)



Algoritmo de Sutherland-Hodgman

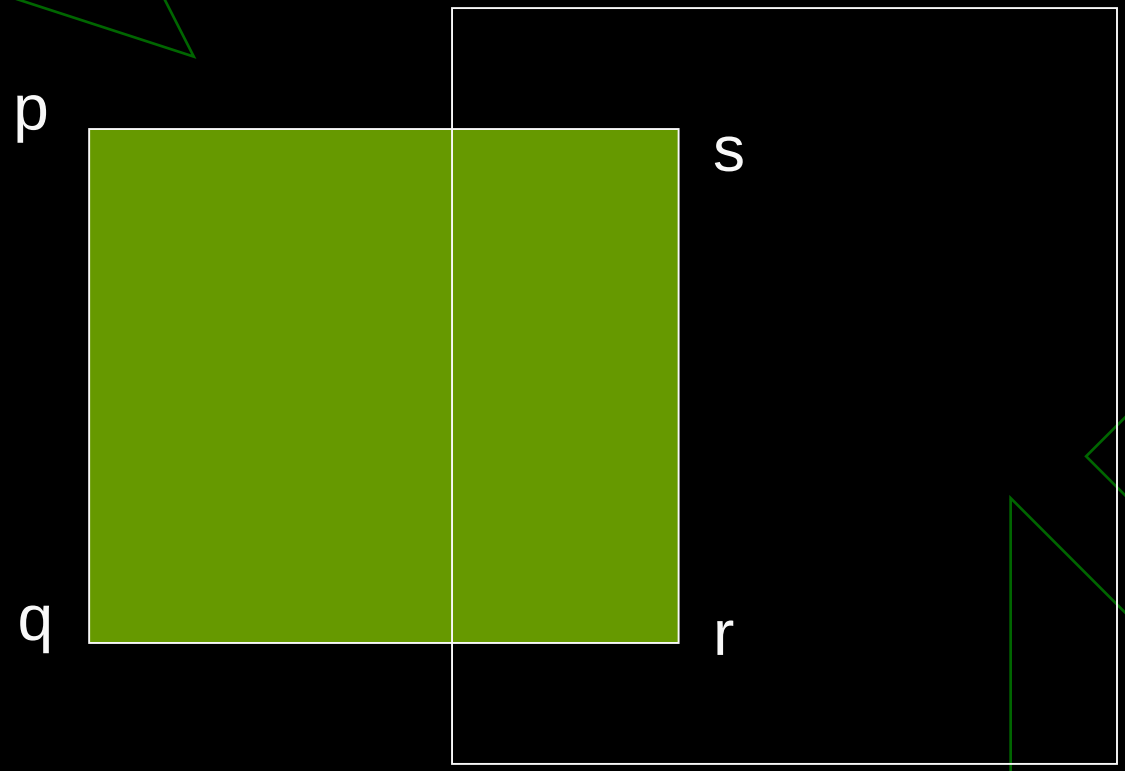
- Idéia é semelhante à do algoritmo de Sutherland-Cohen
  - Recortar o polígono sucessivamente contra todos os semi-espaços planos da figura de recorte



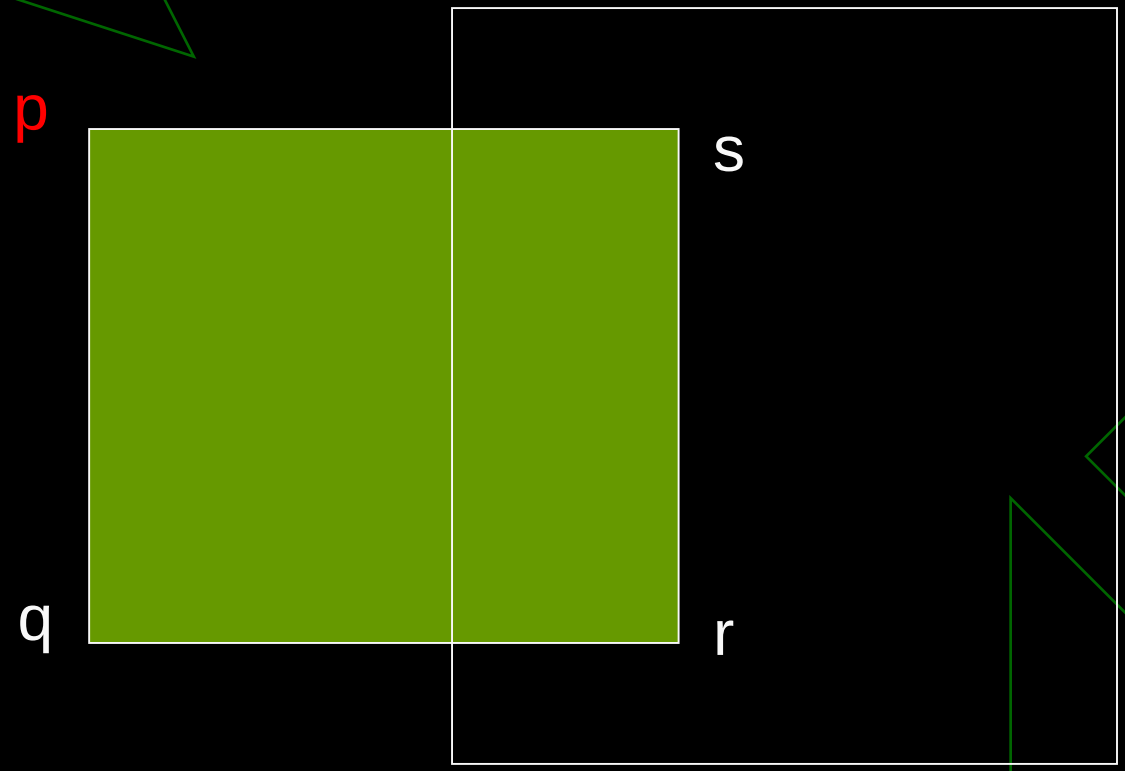
Algoritmo de Sutherland-Hodgman

- Polígono é dado como uma lista circular de vértices
- Vértices e arestas são processados em seqüência e classificados contra o semi-espaço plano corrente
  - Vértice:
    - Dentro: copiar para a saída
    - Fora: ignorar
  - Aresta
    - Intercepta semi-espaço plano (vértice anterior e posterior têm classificações diferentes) : Copiar ponto de interseção para a saída
    - Não intercepta: ignorar

Algoritmo de Sutherland-Hodgman

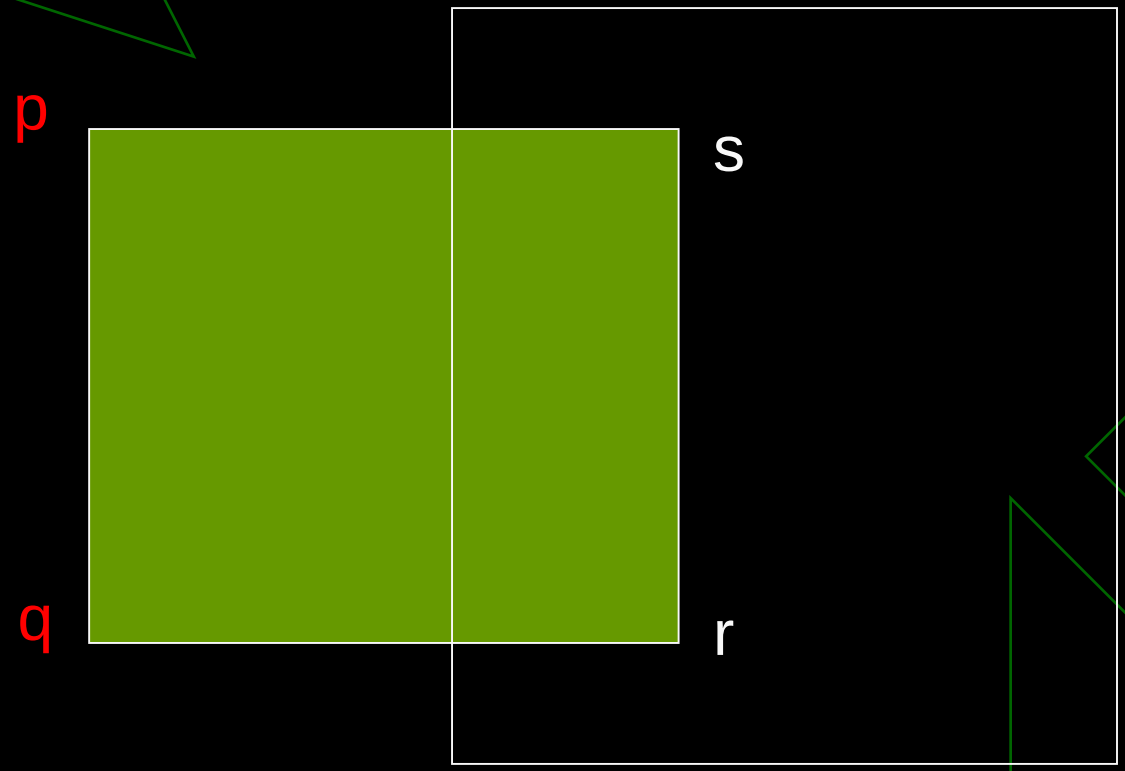


Algoritmo de Sutherland-Hodgman



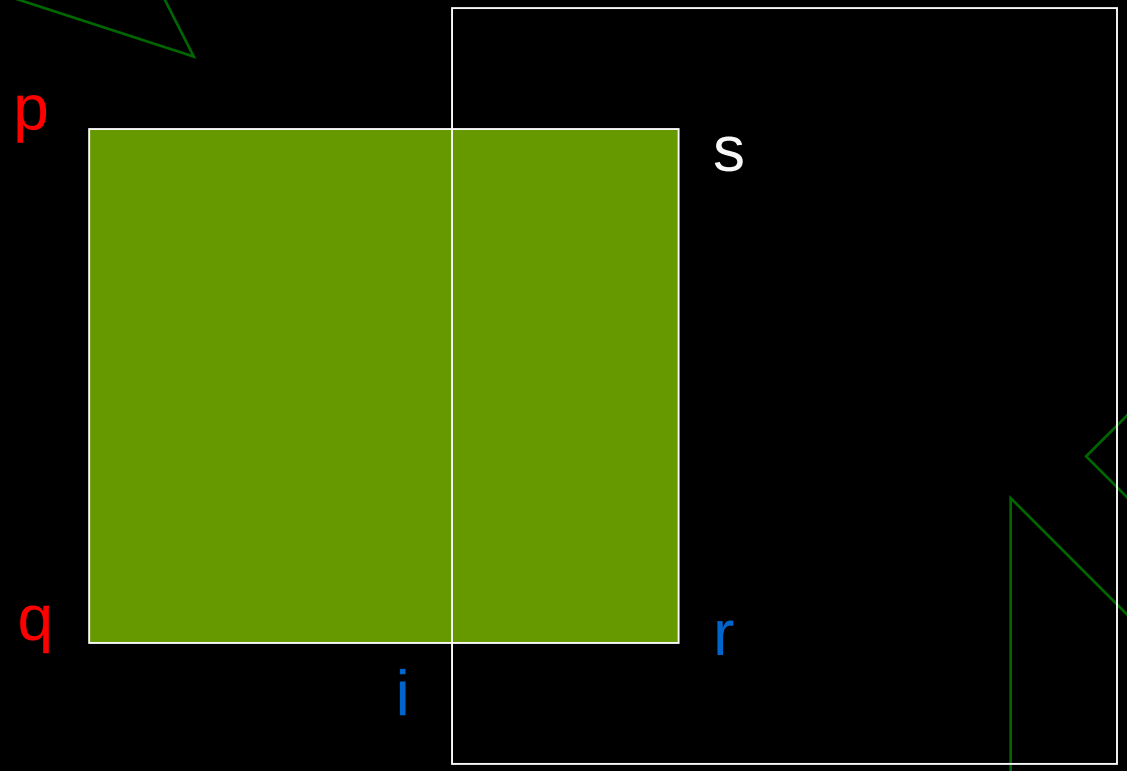
Vértice p -> fora

Algoritmo de Sutherland-Hodgman



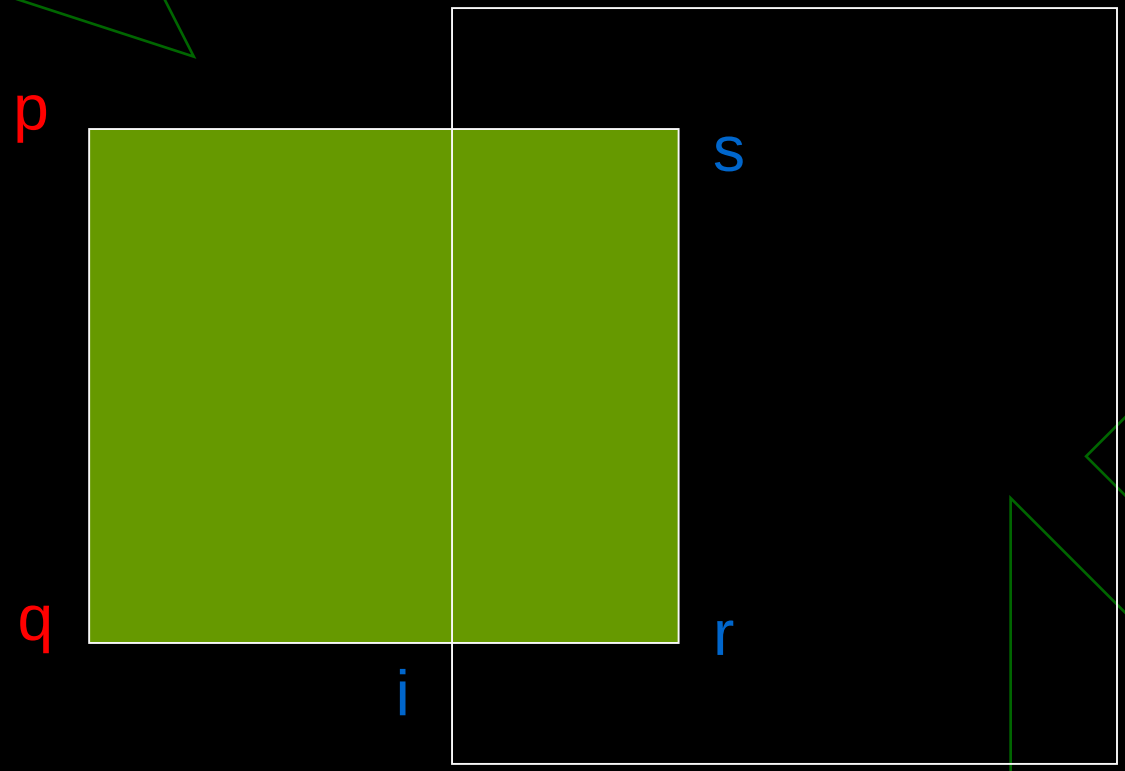
Vértice p -> fora
Vértice q -> fora

Algoritmo de Sutherland-Hodgman



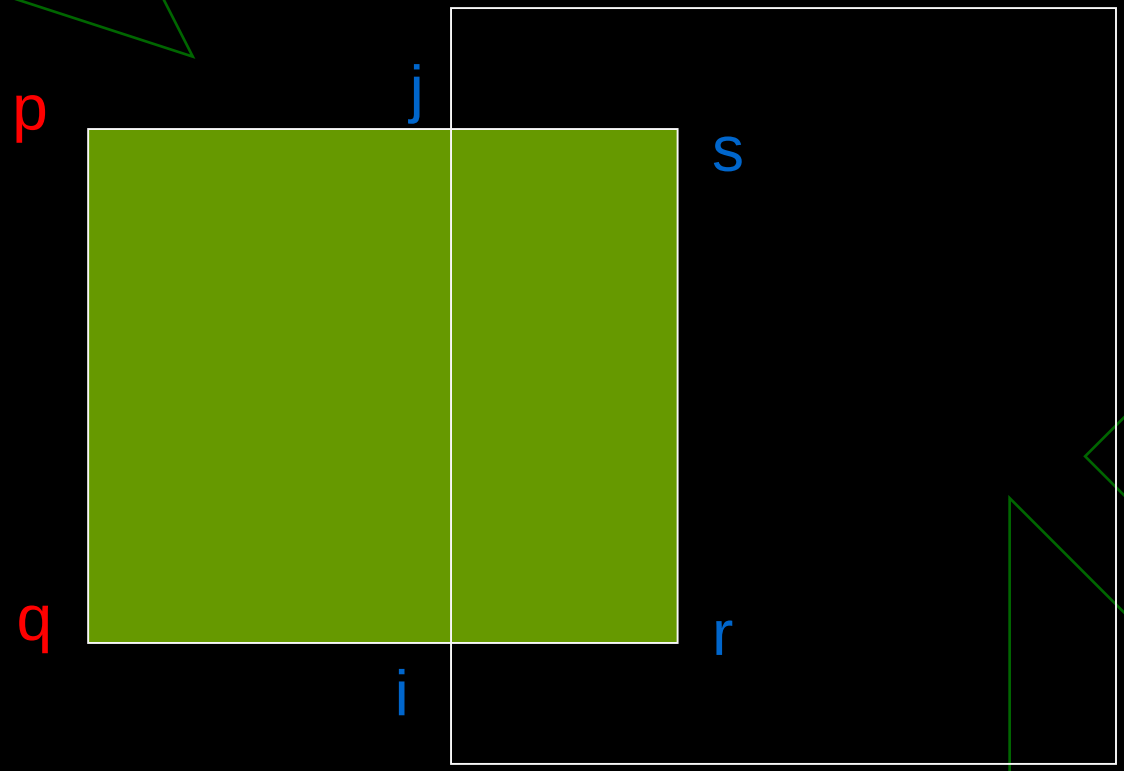
Vértice p -> fora
Vértice q -> fora
Vértice r -> dentro
Registra intersecção i entre q e r (estados diferentes)

Algoritmo de Sutherland-Hodgman



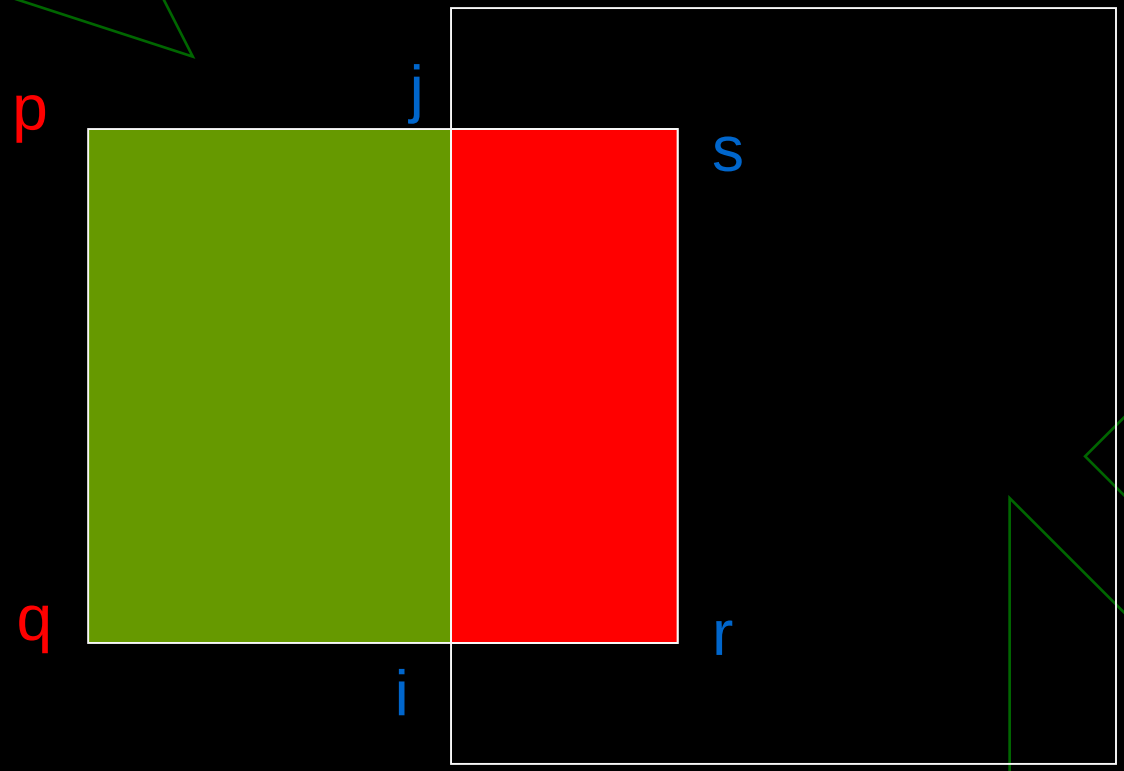
Vértice p -> fora
Vértice q -> for a
Vértice r -> dentro
Registra intersecção i entre q e r (estados diferentes)
Vértice s -> dentro

Algoritmo de Sutherland-Hodgman



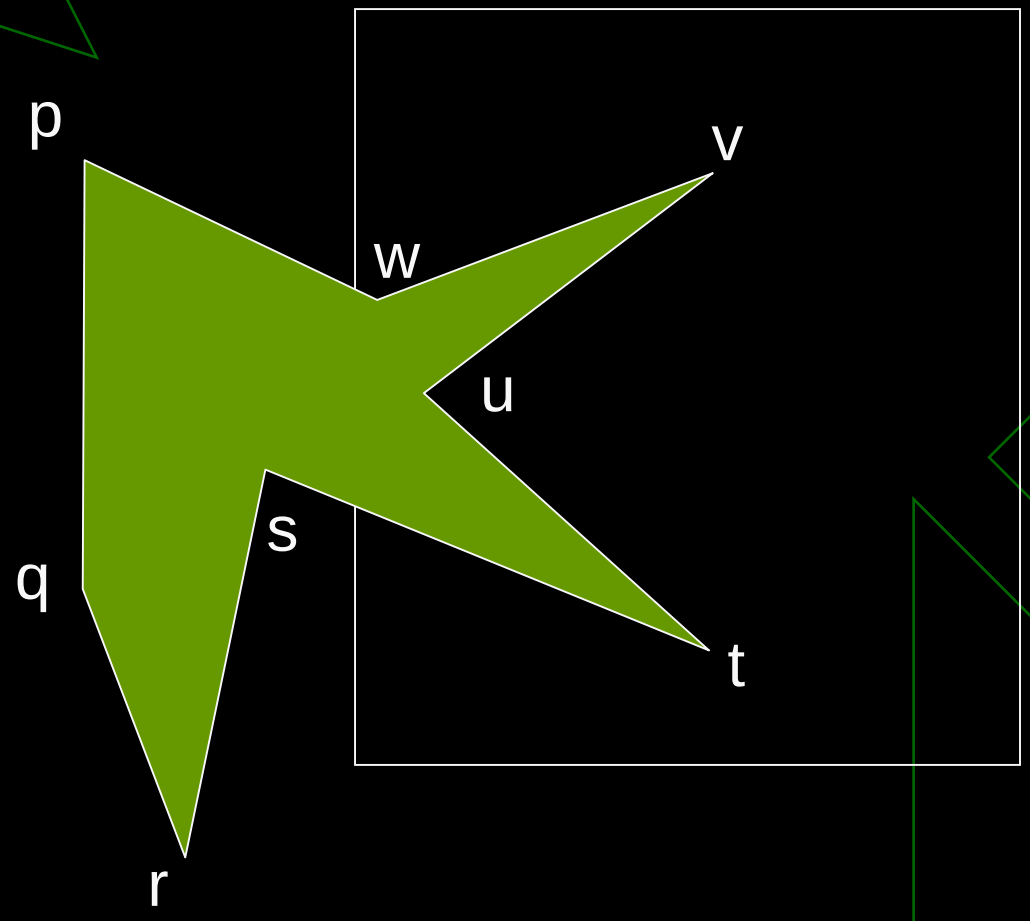
Vértice p -> fora
Vértice q -> for a
Vértice r -> dentro
Registra intersecção i entre q e r (estados diferentes)
Vértice s -> dentro
Registra j entre s e p

Algoritmo de Sutherland-Hodgman

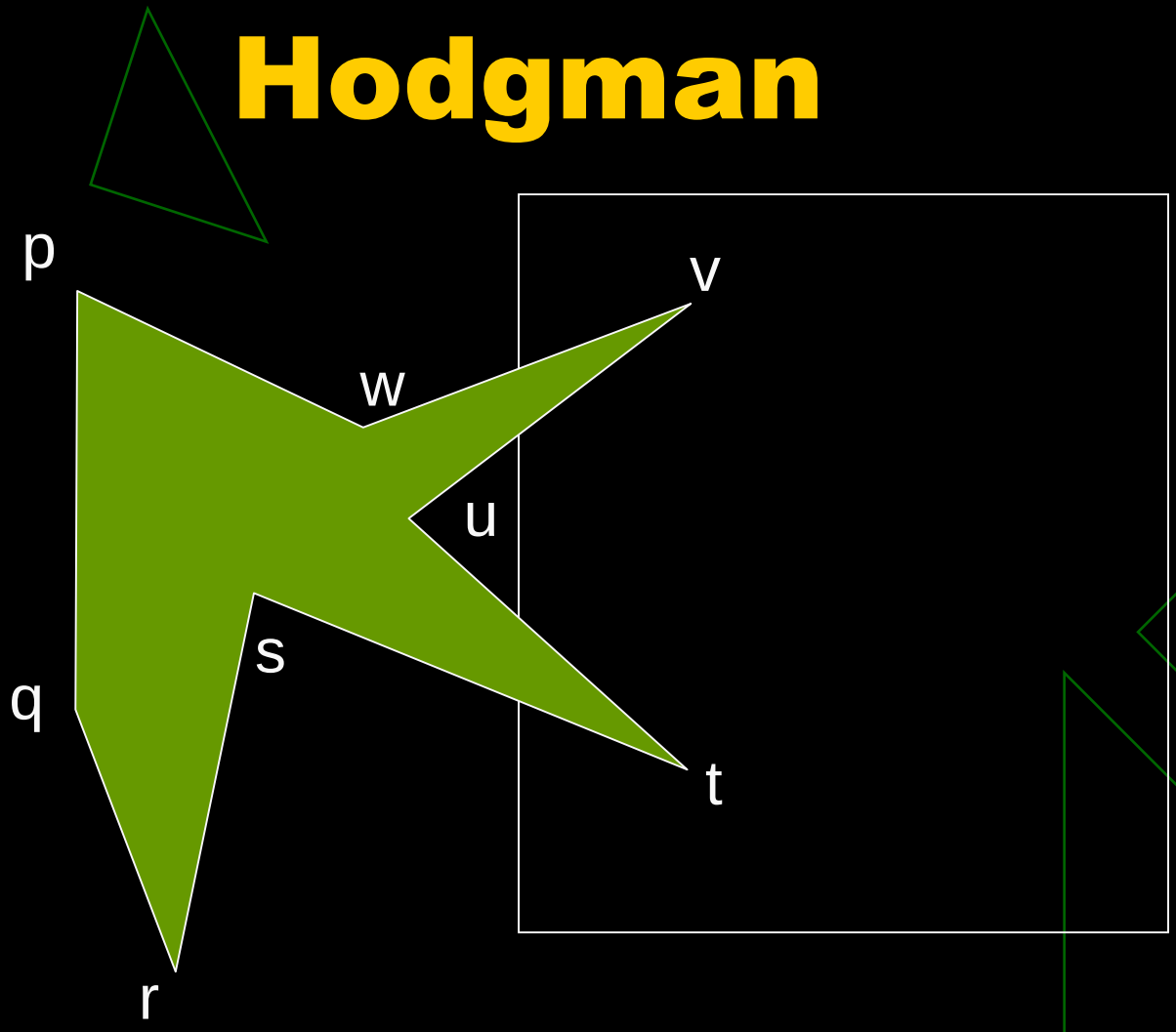


Vértice p -> fora
Vértice q -> for a
Vértice r -> dentro
Registra intersecção i entre q e r (estados diferentes)
Vértice s -> dentro
Registra j entre s e p

Execute o Algoritmo de Sutherland-Hodgman



Execute o Algoritmo de Sutherland-Hodgman

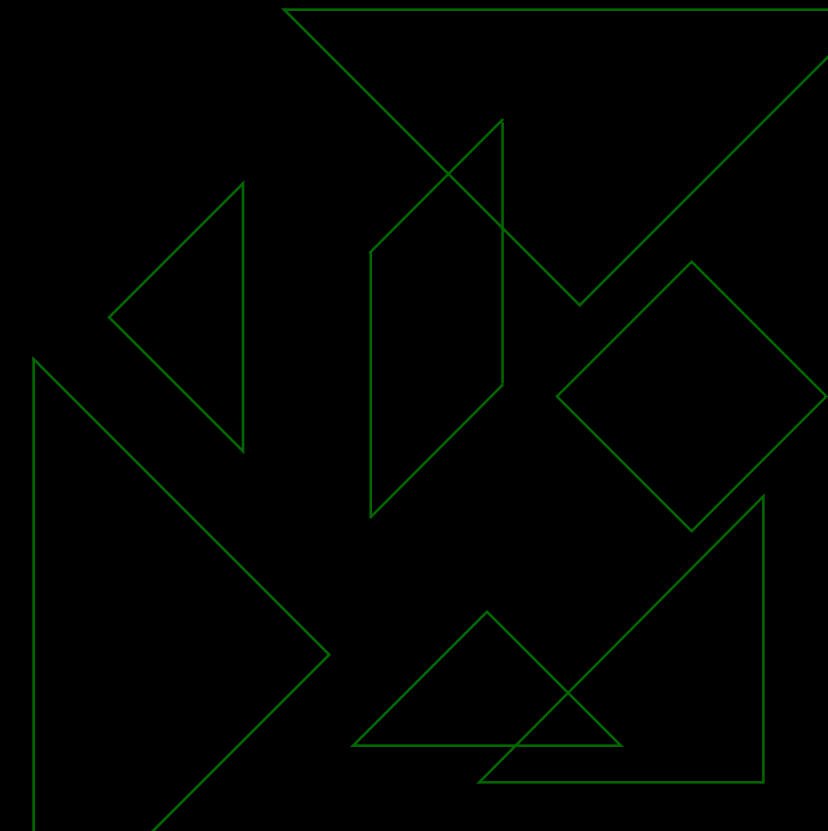


SR´s 2D

- SRO
- SRU
- SRW

(recorte 2D)

- SRV
- SRD



SR´s 3D

- SRO
- SRU
- SRC

(recorte 3D)

- SRP
- SRV-SRD