

Computação Gráfica

Clipping em 2D

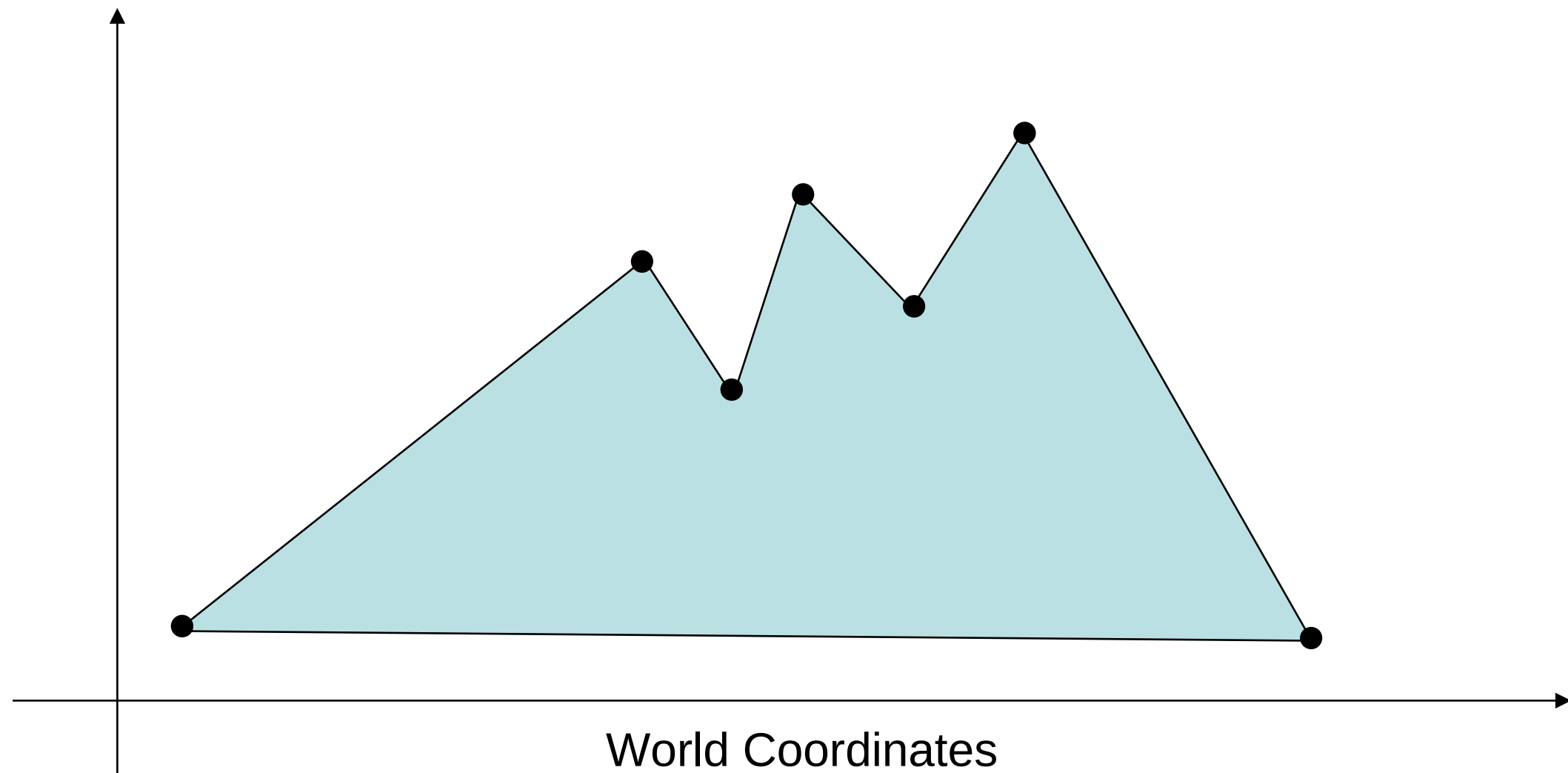
Moisés Henrique Ramos Pereira

Sumário

- Janela de Clipping
- Clipping (recorte)
 - introdução
 - força bruta
 - algoritmo Cohen-Sutherland
- Area clipping (recorte de polígonos)
 - algoritmo Sutherland-Hodgman

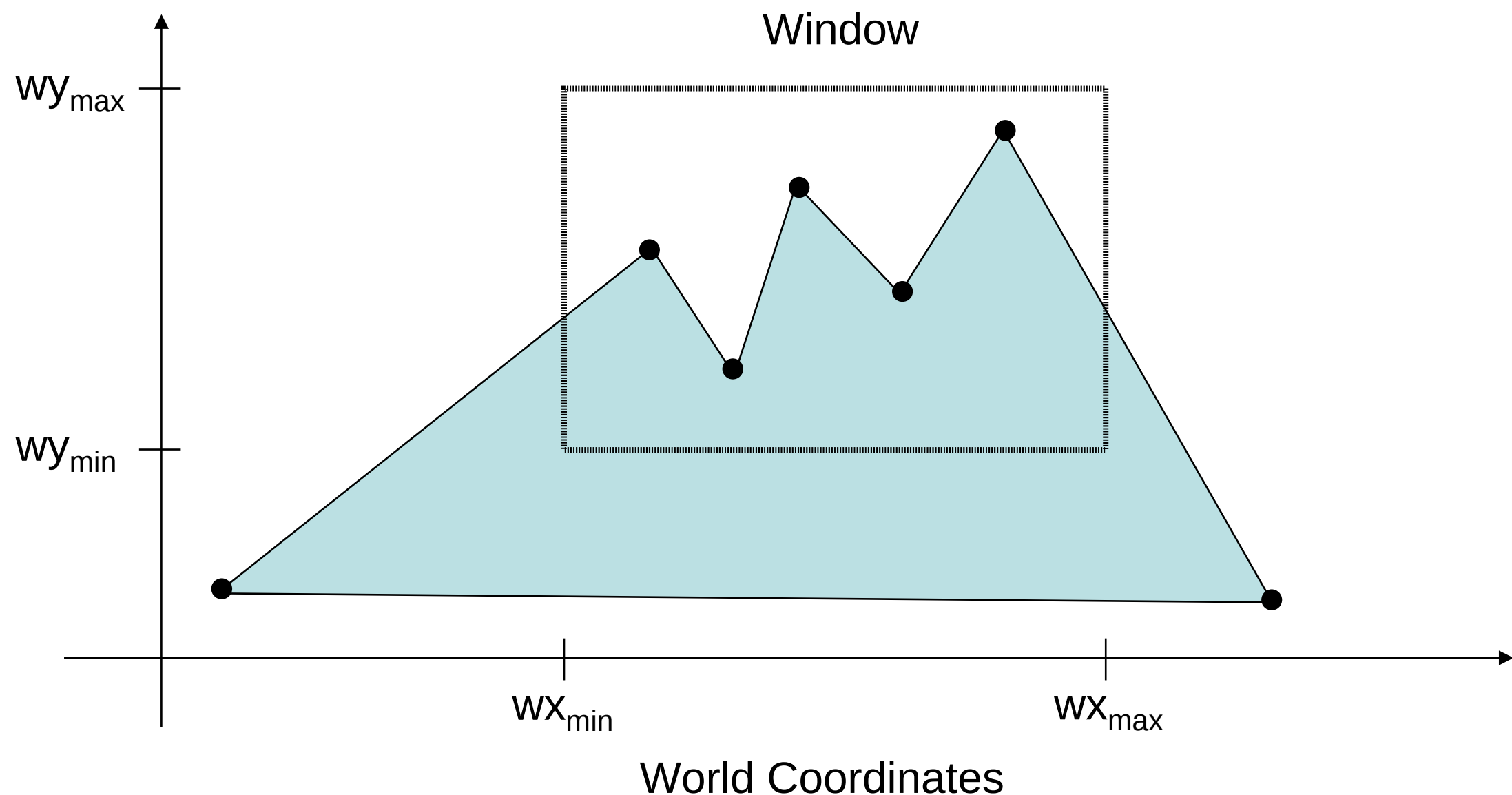
Janela de Clipping

- Uma cena é composta por uma coleção de objetos especificados em coordenadas do mundo (*world coordinates*)



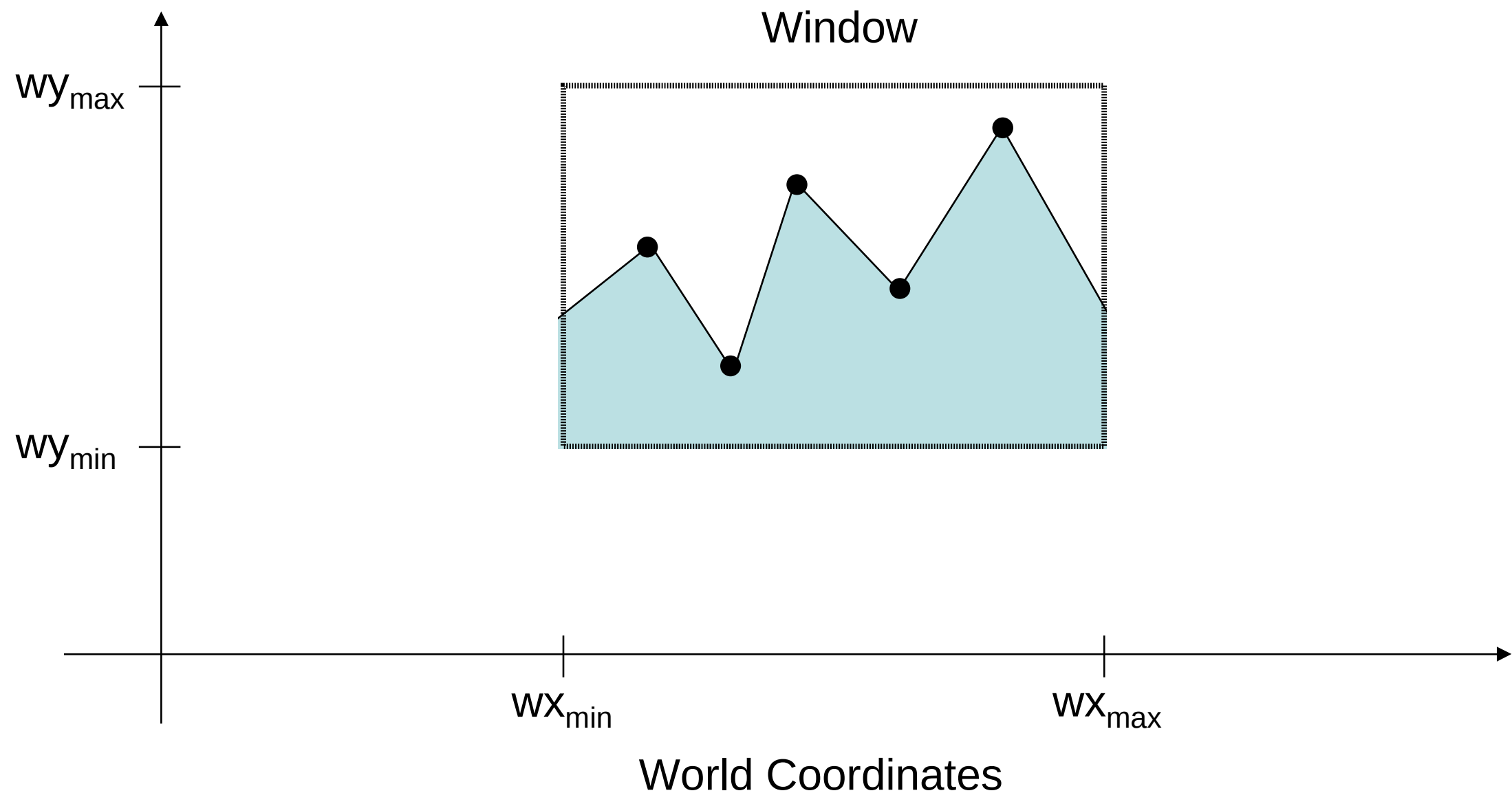
Janela de Clipping

- Quando esta cena é renderizada, apenas os objetos que estejam dentro de uma janela particular são mostrados



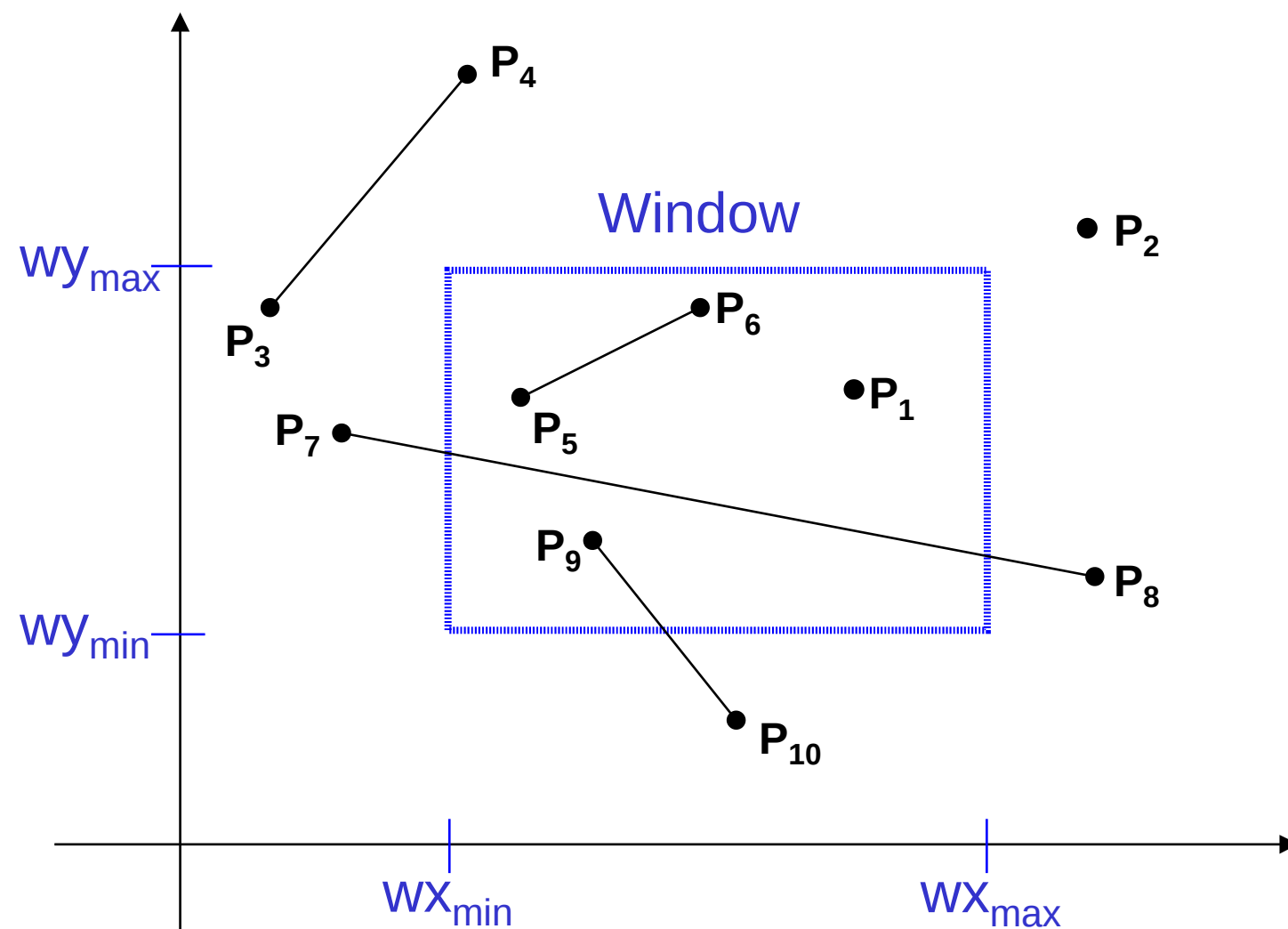
Janela de Clipping

- E, uma vez que o processo de renderização é demorado, todo o conteúdo que esteja fora desta janela deve ser recortado (clipped).



Clipping

- *Clipping* é o processo de retirar da imagem objetos ou parte de objetos que não são visíveis devido ao volume de visualização.
- evita a renderização de objetos que não estão dentro da *janela de clipping*.



Point Clipping

- O recorte de um ponto é determinado por 4 inequações

- um ponto (x,y) não é recortado (clipped) se

$$wx_{min} \leq x \leq wx_{max}$$

€

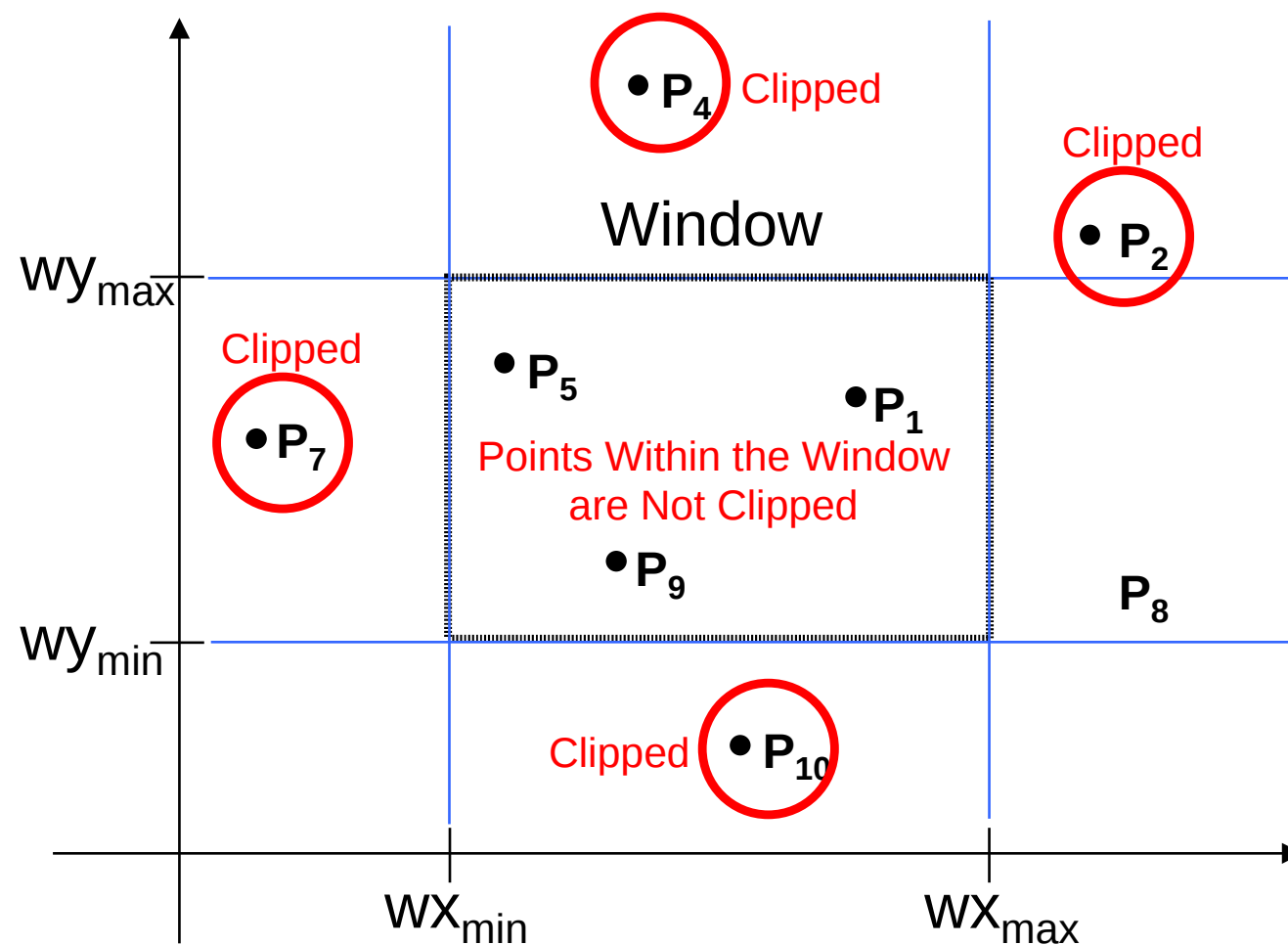
$$wy_{min} \leq y \leq wy_{max}$$

- isto é, o ponto encontra-se dentro da *janela de clipping*.

€

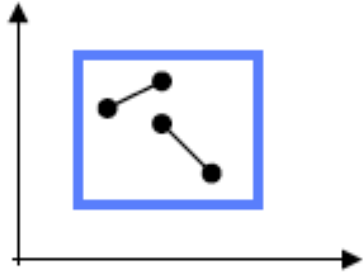
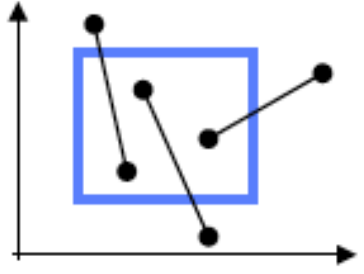
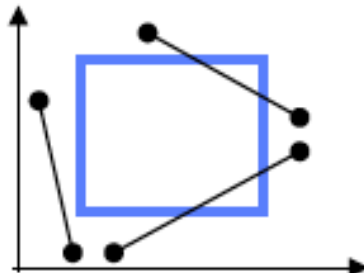
Point Clipping

- O recorte de pontos é utilizado em objetos pequenos ou que são modelados como “partículas” como, por exemplo, nuvens, fumaça, explosões.
- Exemplo:



Line Clipping

- Mais complexo que o recorte de pontos
- examine as três situações abaixo e veja se as linhas encontram-se na janela ou não.

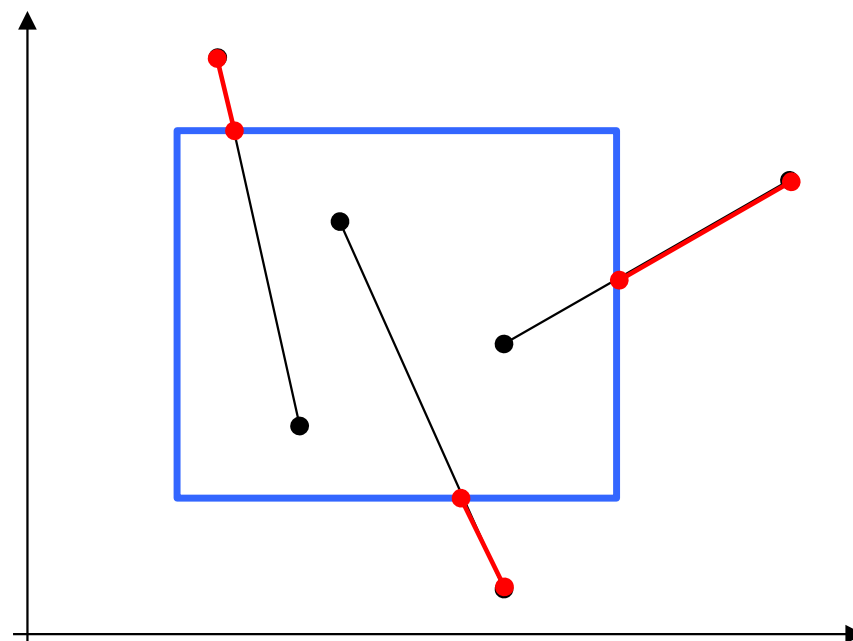
Situação	Solução	Exemplo
Ambos pontos dentro da janela	Sem recorte	
Um ponto dentro da janela e outro fora	Com recorte	
Ambos pontos fora da janela	Indeterminado!	

Line Clipping

- No recorte de segmentos de reta, a parte mais custosa em termos computacionais são os cálculos para determinar a interseção entre os segmentos de reta.
- Assim, algoritmos de recorte de segmentos de linha devem minimizar o número de cálculos de interseção necessários.
 - força bruta
 - *Cohen-Sutherland*

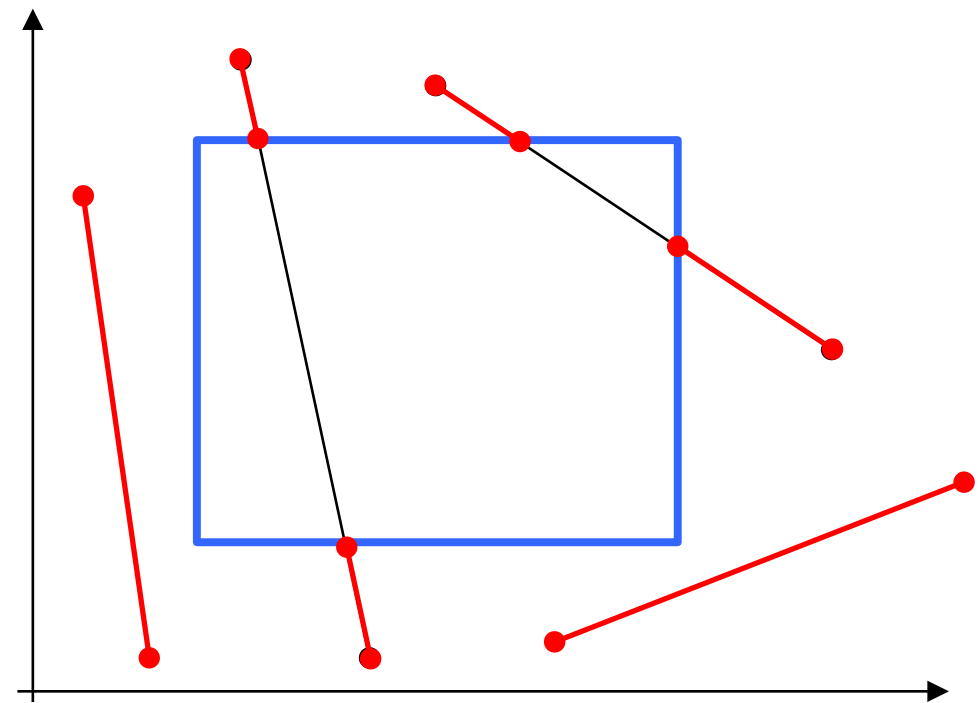
Line Clipping por Força Bruta

- O algoritmo de recorte de segmentos de linha por força bruta é executado como a seguir:
 - linhas com ambos pontos extremos dentro da janela de clipping não são Recortados.
 - linhas contendo um ponto dentro e outro fora da janela de clipping, calcula-se a interseção e o recorte é realizado a partir deste ponto.



Line Clipping por Força Bruta

- linhas com ambos pontos extremos fora da janela de clipping, teste a linha em busca de interseções contra **todas** as bordas da janela e aplique o recorte quanto necessário.
- Desvantagens:
 - calcular interseção é caro.
 - método lento se a cena contiver muitas linhas.



Line Clipping Cohen-Sutherland

- O algoritmo de Cohen-Sutherland é um eficiente método de recorte de segmento de retas.
- a chave do método está em reduzir a quantidade de cálculo de interseção de linhas que devem ser realizados.

Line Clipping Cohen-Sutherland

- No algoritmo de Cohen-Sutherland, o espaço é dividido em regiões com base nos limites da janela de clipping.
- cada região possui um código de quatro *bits* único.
- o código das regiões indicam a posição da região com relação à janela de *clipping*.

3	2	1	0
acima	abaixo	direita	esq.

Códigos das regiões

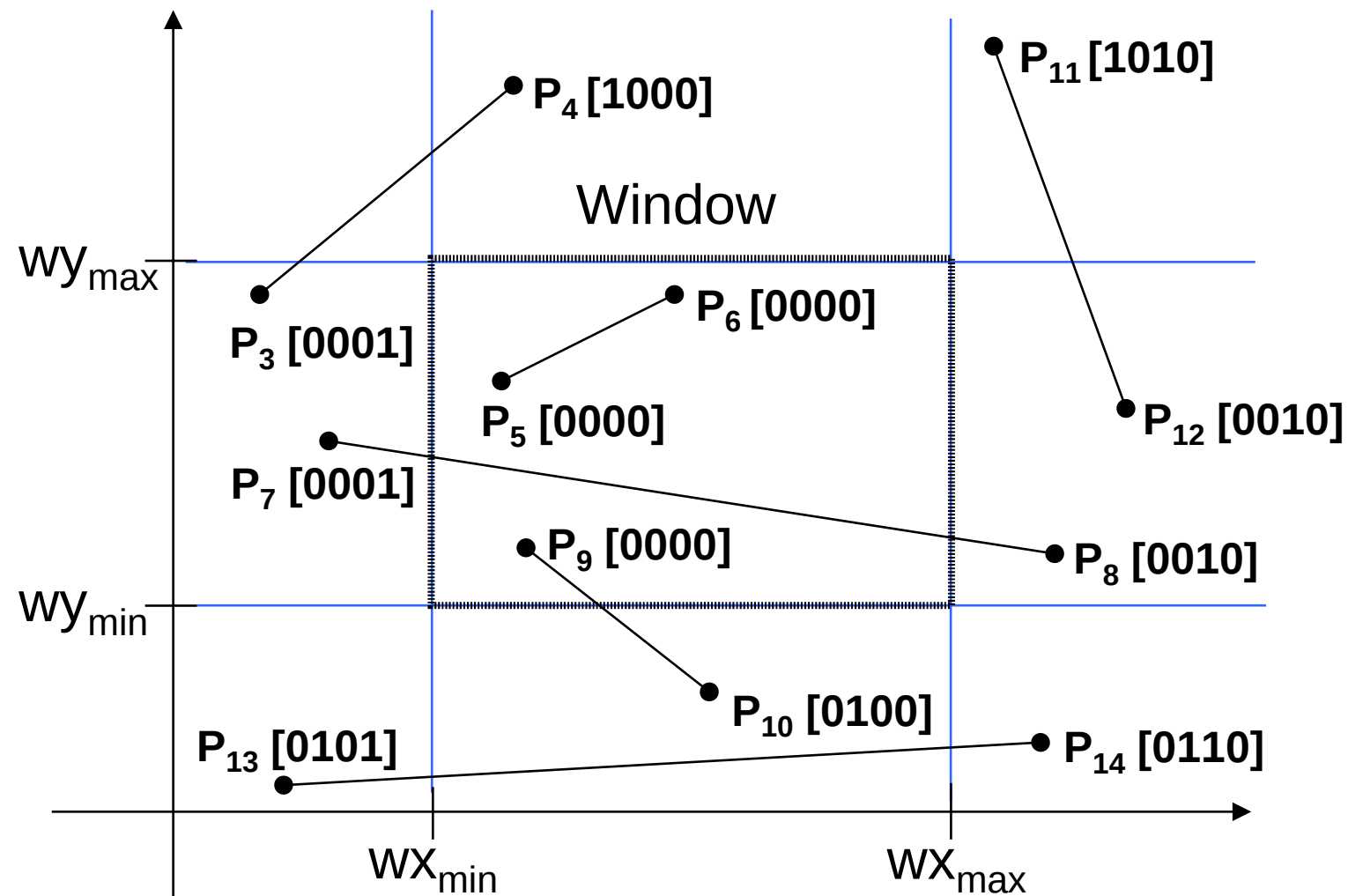
1 = fora da janela

0 = dentro da janela

1001	1000	1010
0001	0000 Window	0010
0101	0100	0110

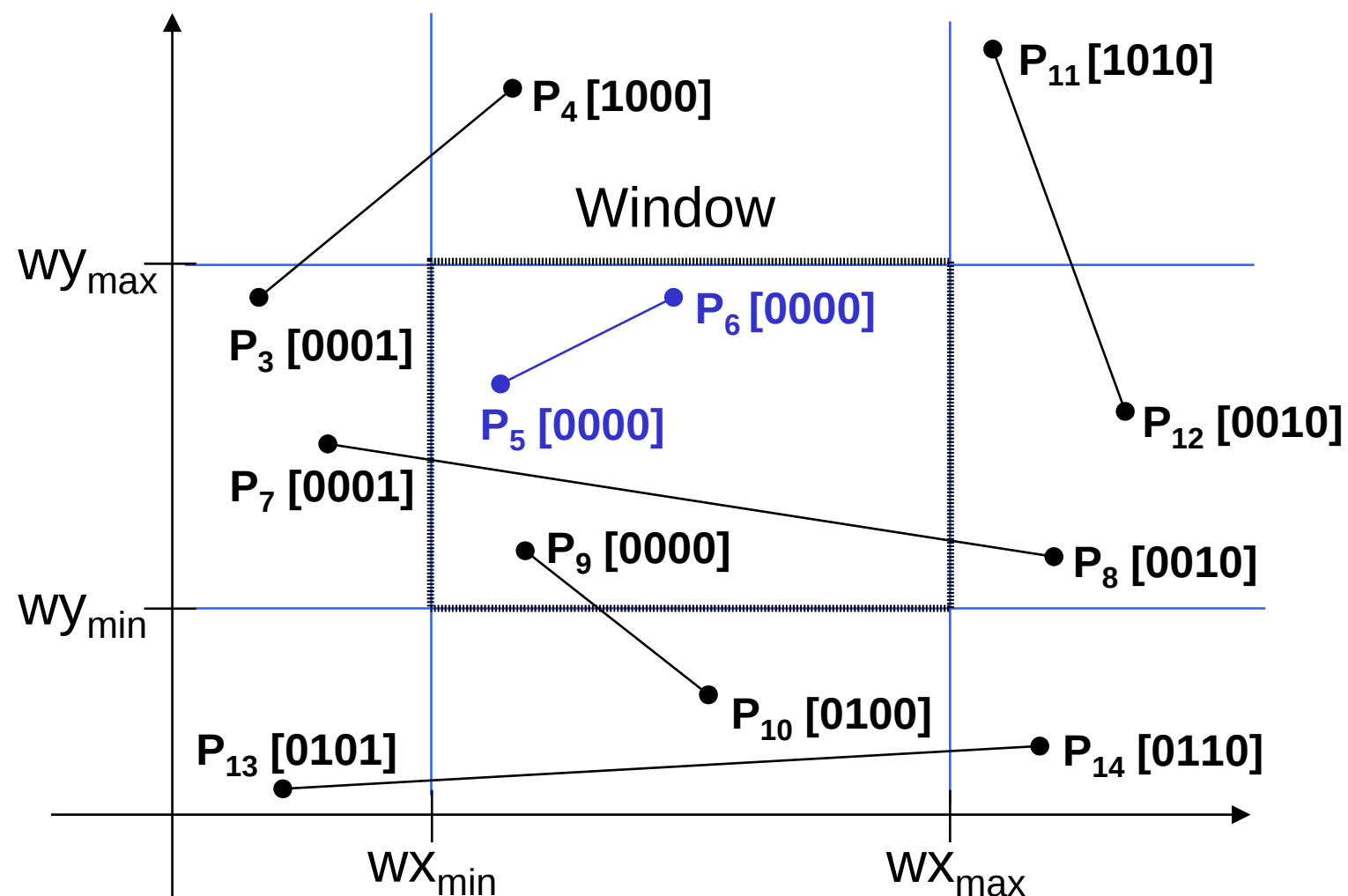
Line Clipping Cohen-Sutherland

- Cada ponto extremo, de cada uma das retas, é rotulado com um código apropriado, como no exemplo abaixo:



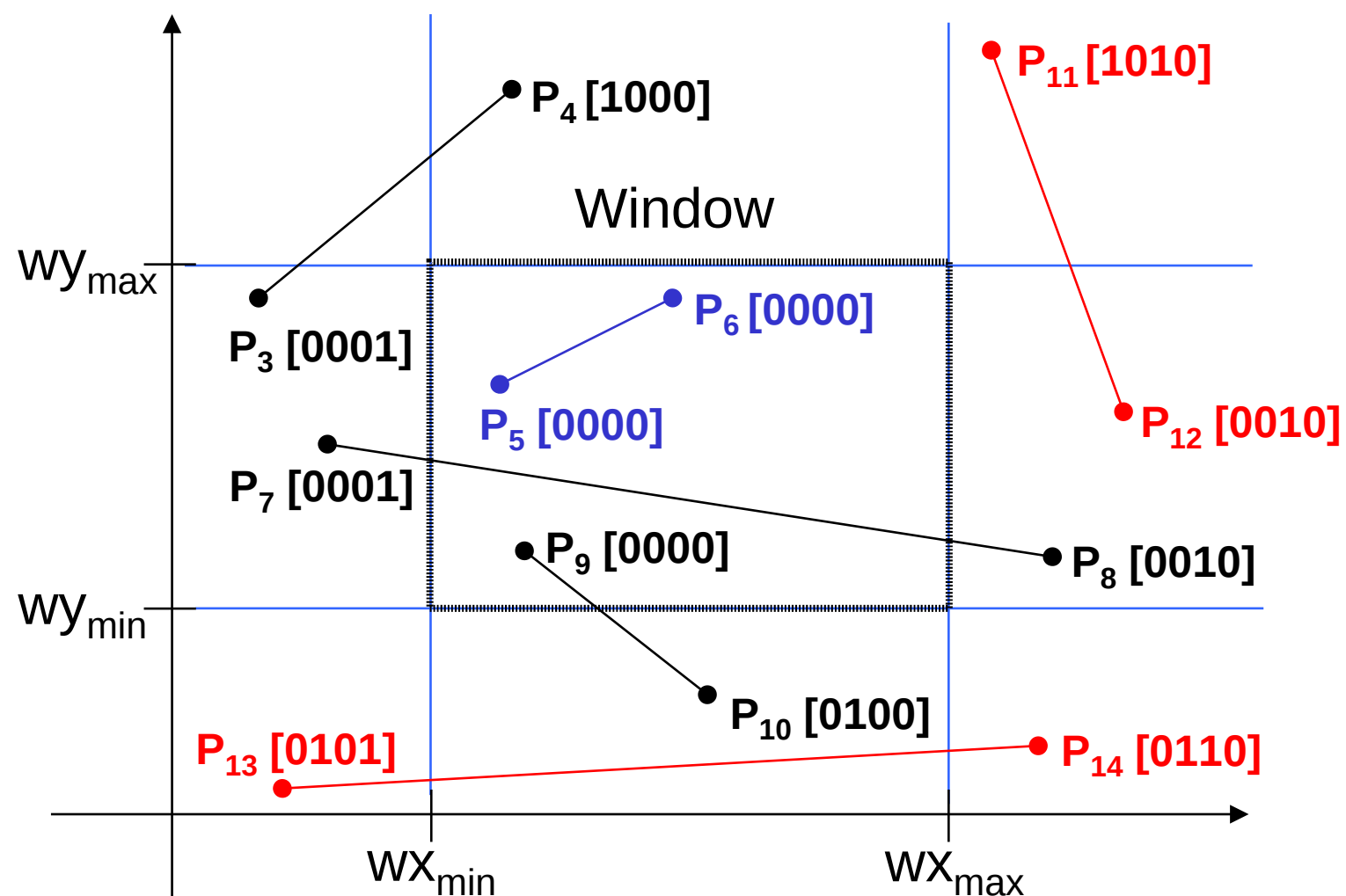
Line Clipping Cohen-Sutherland

- No algoritmo de Cohen-Sutherland, linhas dentro dos limites da janela de *clipping* possuem código [0000] para ambos os pontos.
- não sofrem recorte



Line Clipping Cohen-Sutherland

- Quaisquer linhas com pelo menos um bit igual a 1, em comum em ambos os códigos de região de seus pontos extremos, pode ser recortada.
- uma operação lógica *AND* pode verificar esta afirmativa facilmente.



Line Clipping Cohen-Sutherland

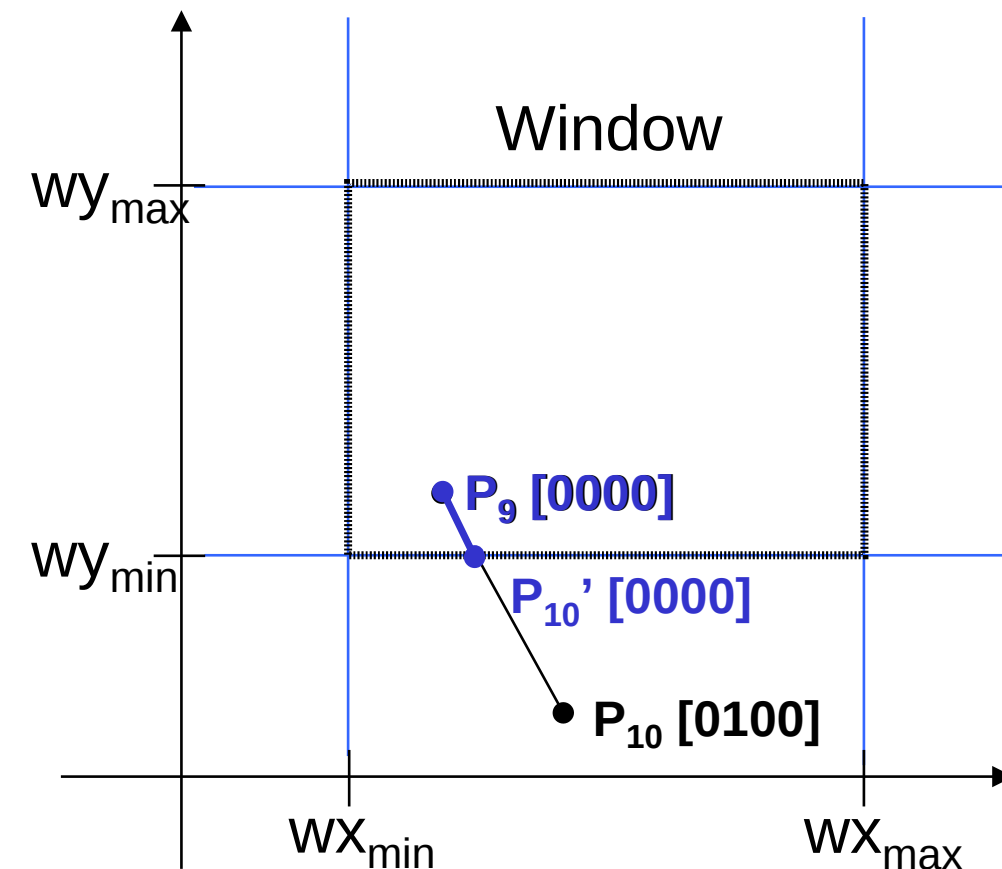
- Linhas que não podem ser identificadas como estando completamente dentro ou completamente fora da janela de *clipping*, **podem ou não cruzar o interior da mesma.**
- Tais linhas são processadas como a seguir:
 - compare um ponto extremo fora da janela com alguma borda (escolha qualquer borda, em qualquer sequência) e determine o quanto pode ser recortado.
 - se o restante da linha estiver completamente dentro ou fora da janela, mantenha a linha ou realize o recorte, respectivamente.

Line Clipping Cohen-Sutherland

- caso contrário, compare o restante da linha contra a demais bordas da Janela.
- continue até que a linha seja descartada ou um segmento dentro da janela seja encontrado.
- É possível utilizar os códigos de região para determinar quais as bordas da janela devem ser consideradas no teste de interseção.
- para verificar se uma linha cruza uma borda particular, basta comparar os *bits* correspondentes dos códigos de região de ambos pontos;
 - se o bit for 1 em um ponto e 0 em outro, a linha corta a borda.

Line Clipping Cohen-Sutherland - Exemplos

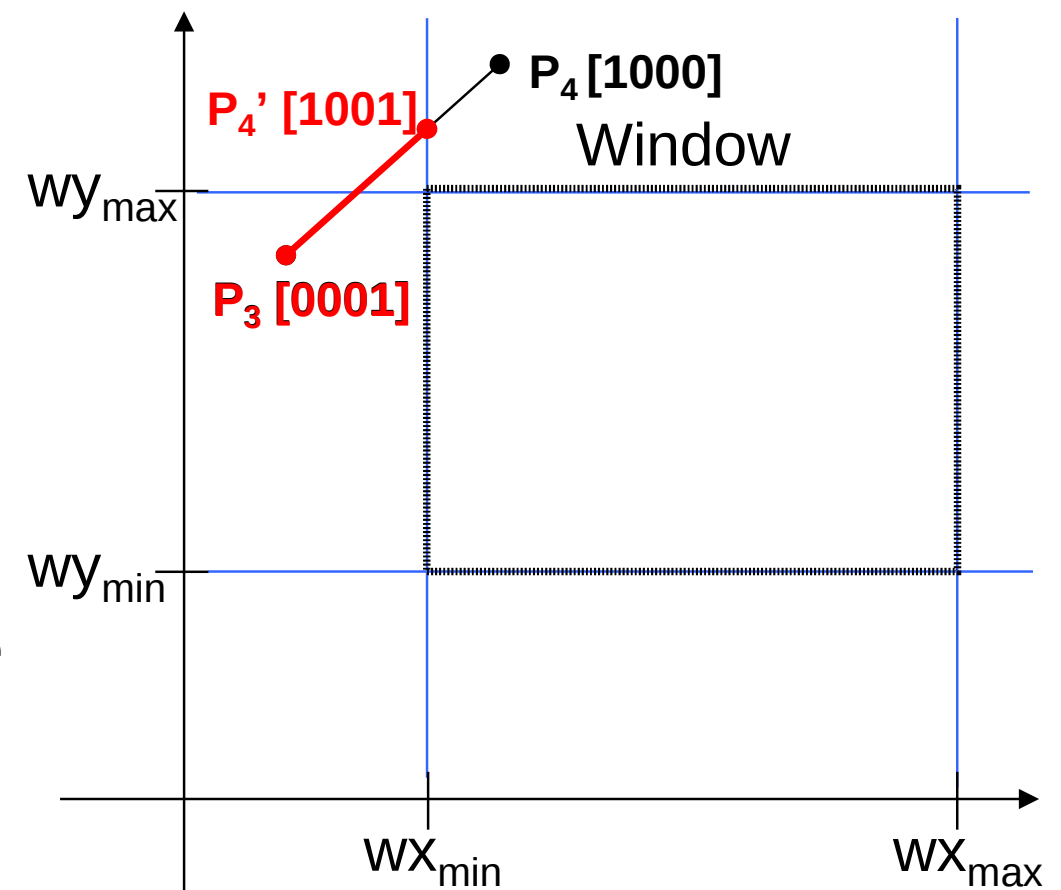
- Considere o segmento de linha P_9P_{10}
 - comece por P_{10} ;
 - pelos códigos dos pontos, sabemos que que a linha não cruza as bordas da esquerda e da direita;
 - calcule a interseção da linha com a borda inferior gerando o ponto P_{10}'
 - a linha P_9P_{10}' esta completamente dentro da janela de *clipping*, deve ser mantida então.



Line Clipping Cohen-Sutherland - Exemplos

- Considere o segmento de linha P_3P_4

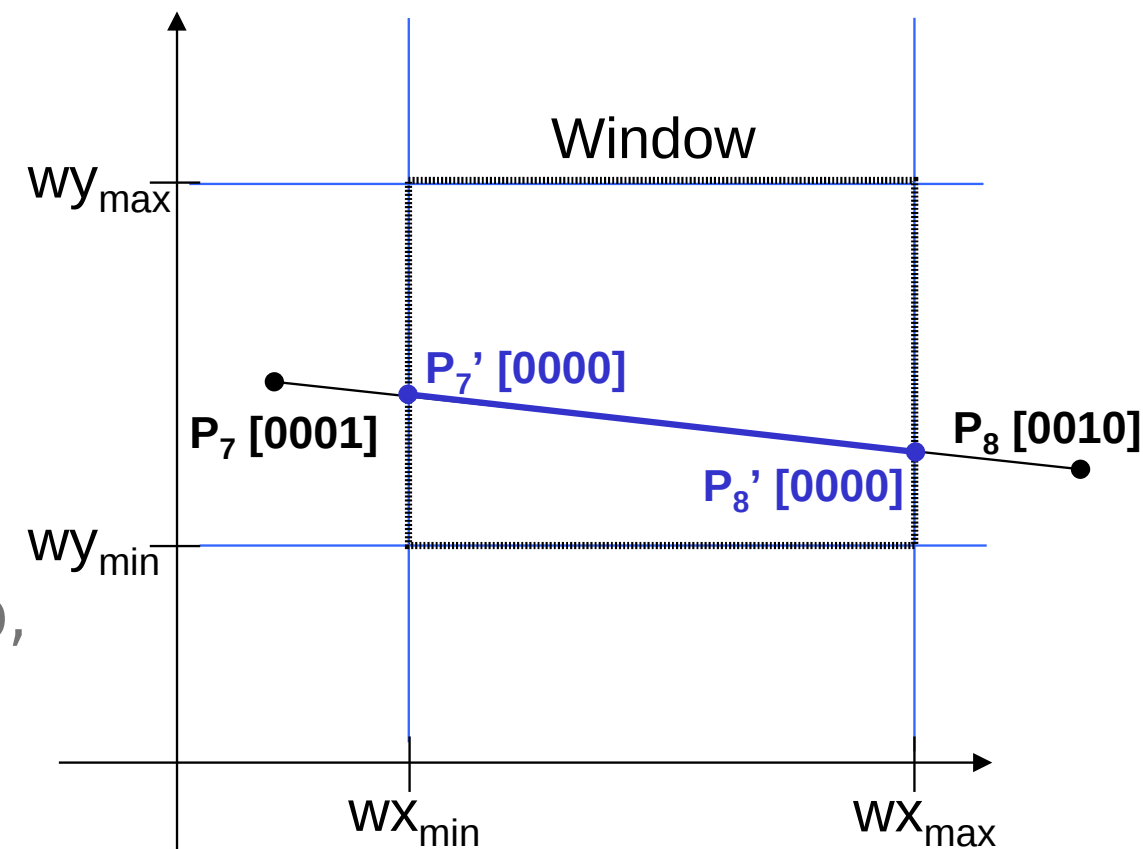
- comece por P_4
- pelos códigos dos pontos, sabemos que que a linha cruza a borda esquerda então o ponto de interseção P_4' é calculado.



- realizando a operação AND entre P_3P_4' , ocorre um bit 1 em um dos campos.
- a linha P_3P_4' esta completamente fora da janela de *clipping*, deve ser recortada então.
- repetindo o procedimento para $P_4'P_4$, teremos o mesmo resultado.

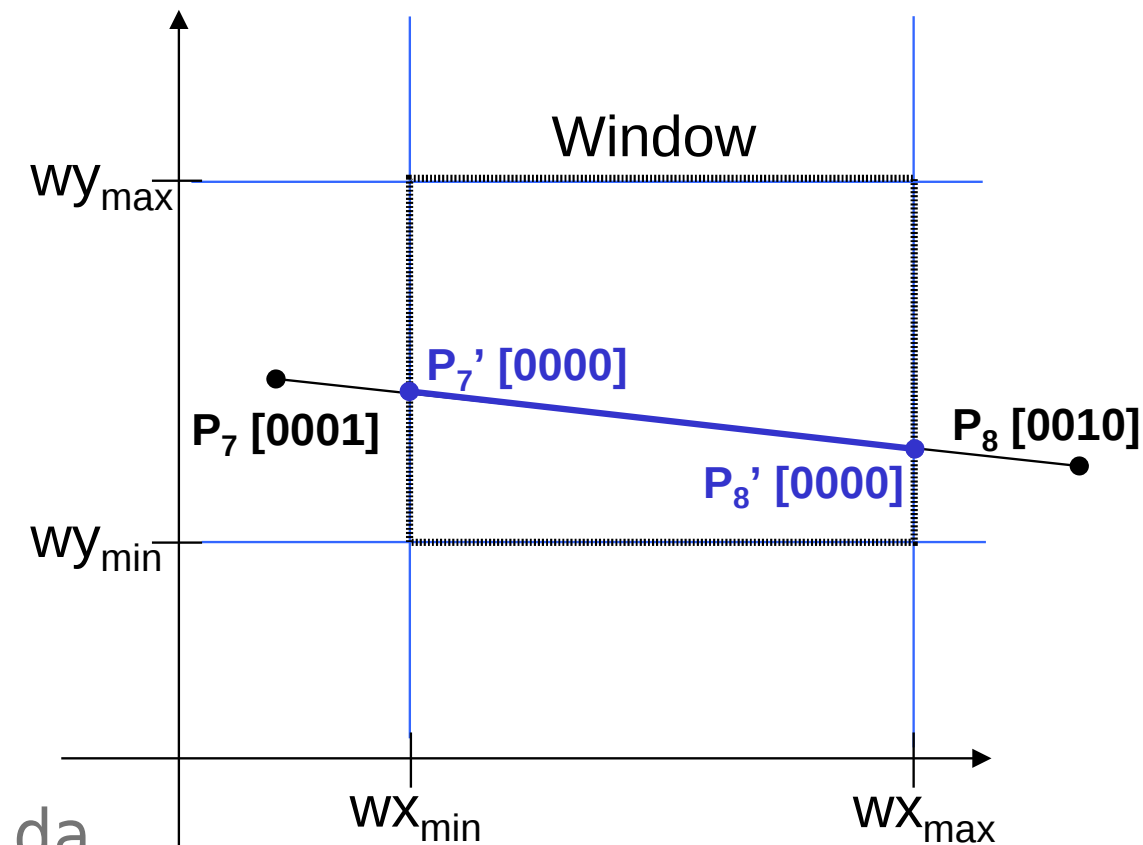
Line Clipping Cohen-Sutherland - Exemplos

- Considere o segmento de linha P_7P_8
 - comece por P_7
 - pelos códigos dos pontos, sabemos que que a linha cruza a borda esquerda então, o ponto de interseção P_7' é calculado.



Line Clipping Cohen-Sutherland - Exemplos

- Considere o segmento de linha $P_7'P_8$
 - comece por P_8
 - calcule a interseção da linha com a Borda direita gerando o ponto P_8'
 - a linha $P_7'P_8'$ esta completamente dentro da janela de *clipping*, deve ser mantida então.



Calculando Interseção entre Linhas

- Pontos de interseção com as bordas da janela de *clipping* são calculadas utilizando parâmetros da equação da reta;
- considere um segmento de reta com pontos extremos (x_1, y_1) e (x_2, y_2) .
- a coordenada y de um interseção com uma borda vertical é dada por

$$y = y_1 + m(x_{\text{borda}} - \underline{x_1})$$

onde x_{borda} pode ser tanto wx_{max} ou wx_{min} .



Calculando Interseção entre Linhas

- a coordenada y de um interseção com uma borda vertical é dada por

$$x = x_1 + \frac{(y_{borda} - y_1)}{m}$$

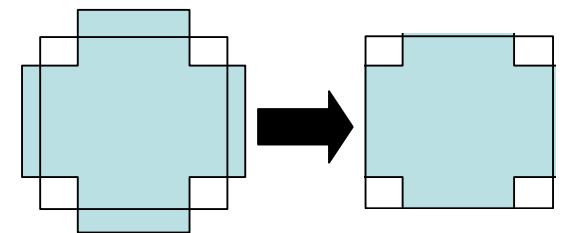
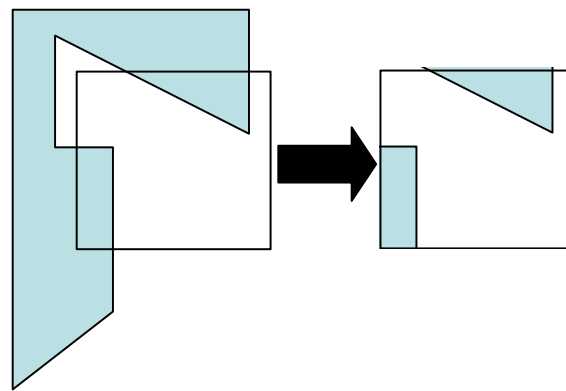
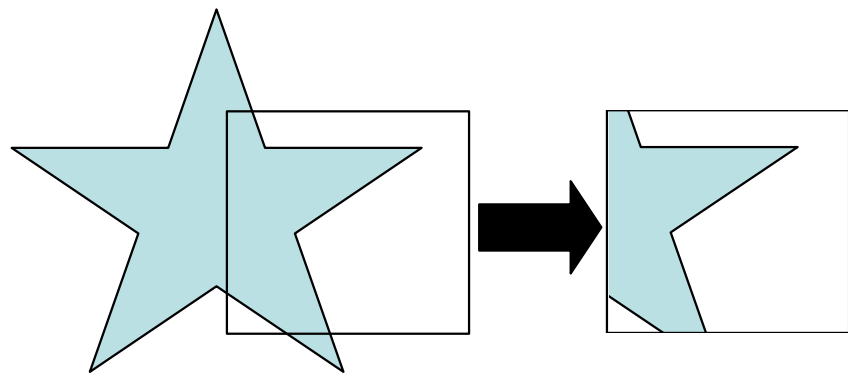
onde y_{borda} pode ser tanto $w_{x_{max}}$ ou $w_{x_{min}}$.

- m é a inclinação da reta em questão e é dada por

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

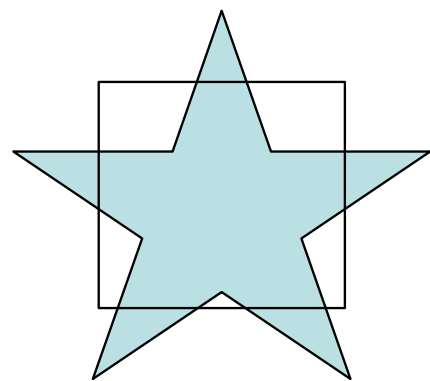
Area Clipping

- De maneira semelhante aos segmentos de linha, áreas devem ser recortadas para se ajustar às bordas da janela de *clipping*.
- Deve ser dada atenção especial a quais porções da área devem ser recortadas.
- simplesmente recortar linhas não é suficiente

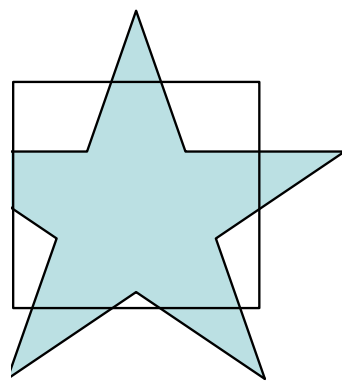


Area Clipping Sutherland-Hodgman

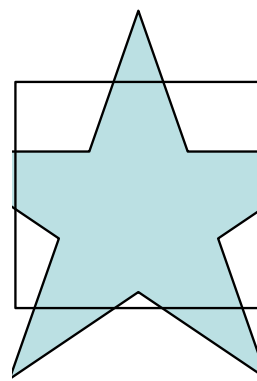
- O algoritmo de recorte de polígonos desenvolvido por Sutherland e Hodgman é uma técnica eficiente de *area clipping*.
- de maneira simples, neste algoritmo, um polígono é recortado por meio de comparações como cada uma das bordas, em turnos.



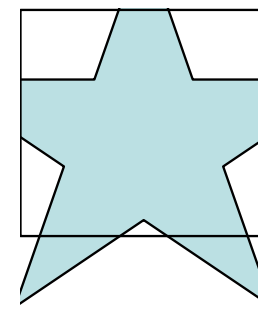
Original Area



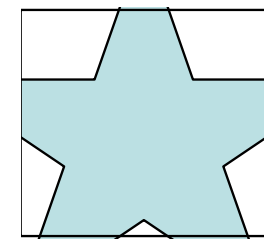
Clip Esquerdo



Clip Direiti



Clip Acima

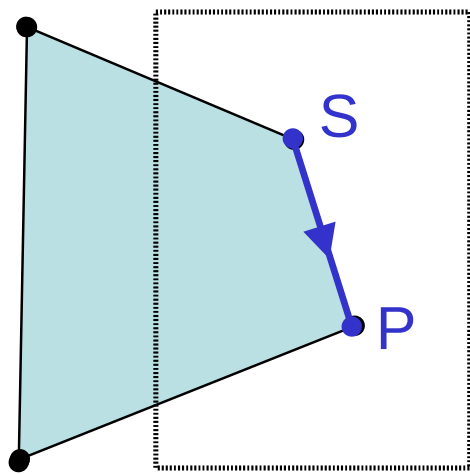


Clip Abaixo

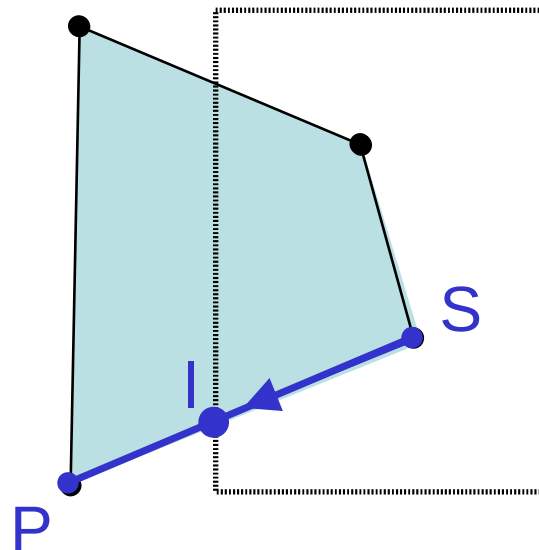
Area Clipping Sutherland-Hodgman

- Para o recorte de de uma área com relação a uma borda individual:
 - considere cada vértice
 - vértices dentro da janela de clipping são armazenados para comparação contra a próxima borda.
 - vértices fora da janela de clipping são recortados.
 - se procedemos de um vértice dentro da janela para outro fora da janela, a interseção da linha com a borda é salva.
 - se cruzamos de fora para dentro da janela, a interseção e o vértice são salvos.

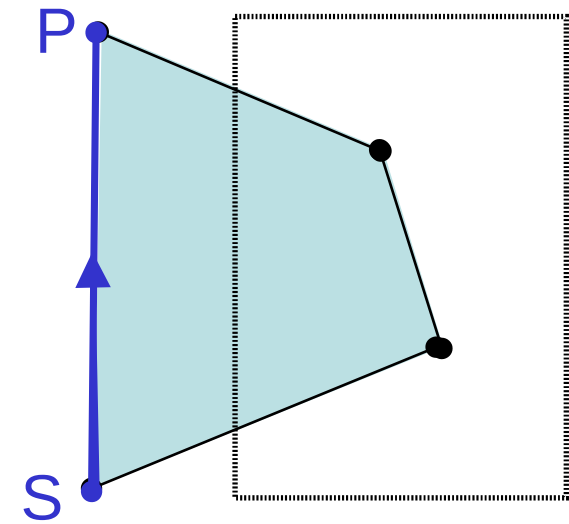
Area Clipping Sutherland-Hodgman



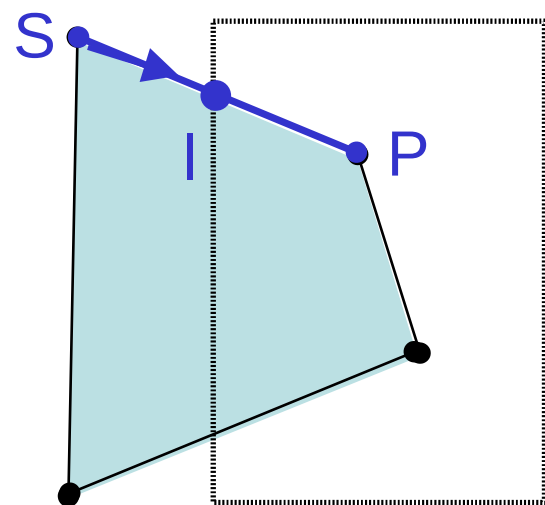
Salva vértice P



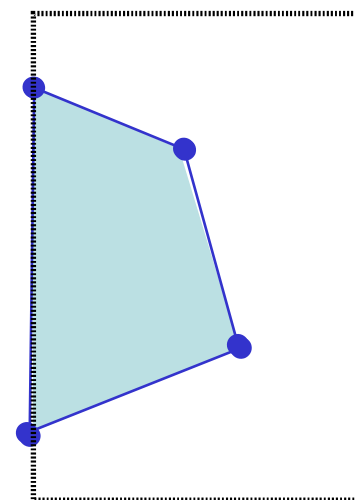
Salva vértice I



Não salva vértices



Salva vértices I e P



Revisão

- Objetos em uma cena devem ser recortados (*clipped*) para a rasterização da mesma na janela de *viewport*.
- Uma vez que podem existir diversos objetos a serem recortados, algoritmos de *clipping* devem ser extremamente eficientes.
- O algoritmo de Cohen-Sutherland pode ser utilizado para recorte de segmentos de linhas.
- O algoritmo de Sutherland-Hodgman pode ser utilizado para recorte de Polígonos.