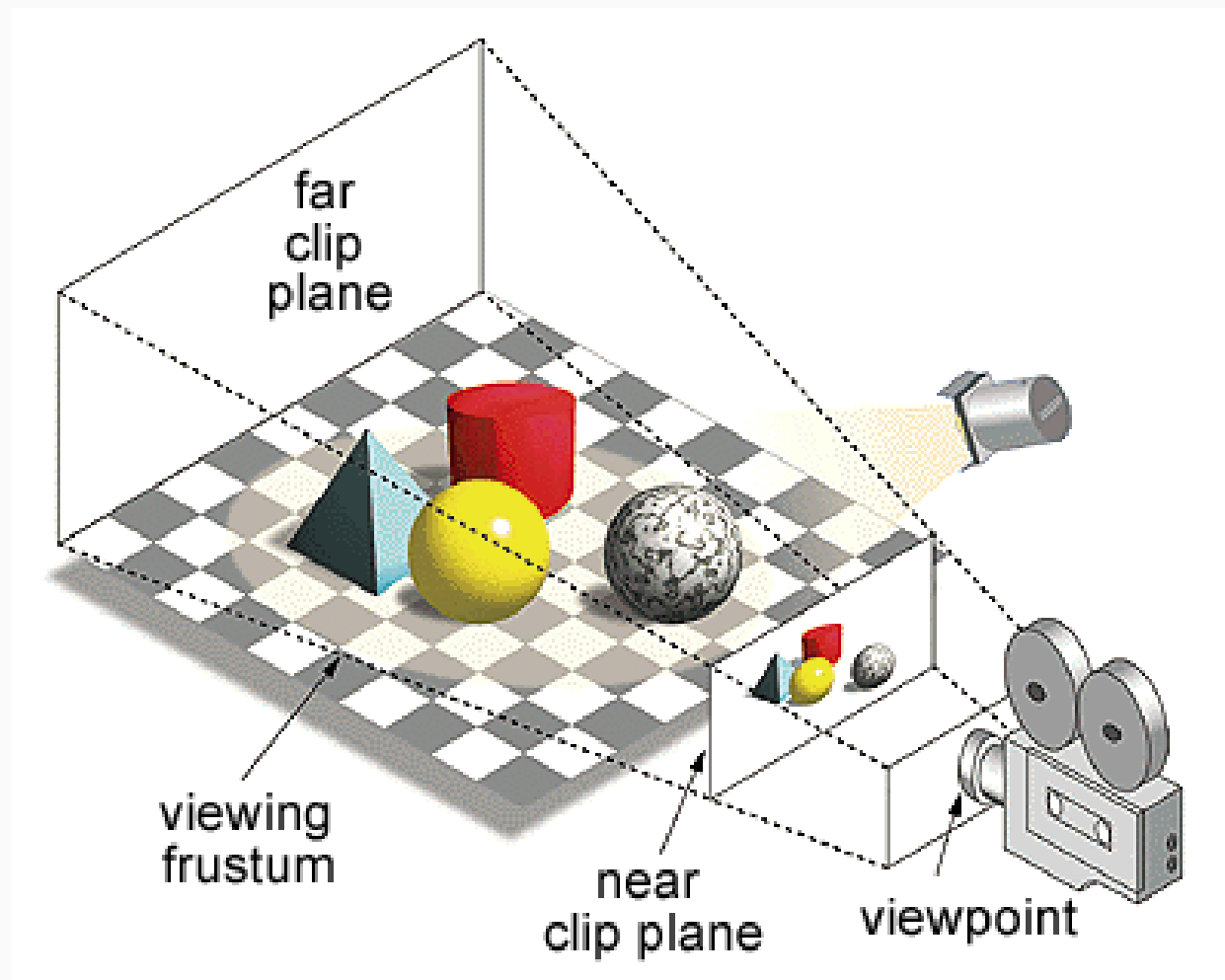
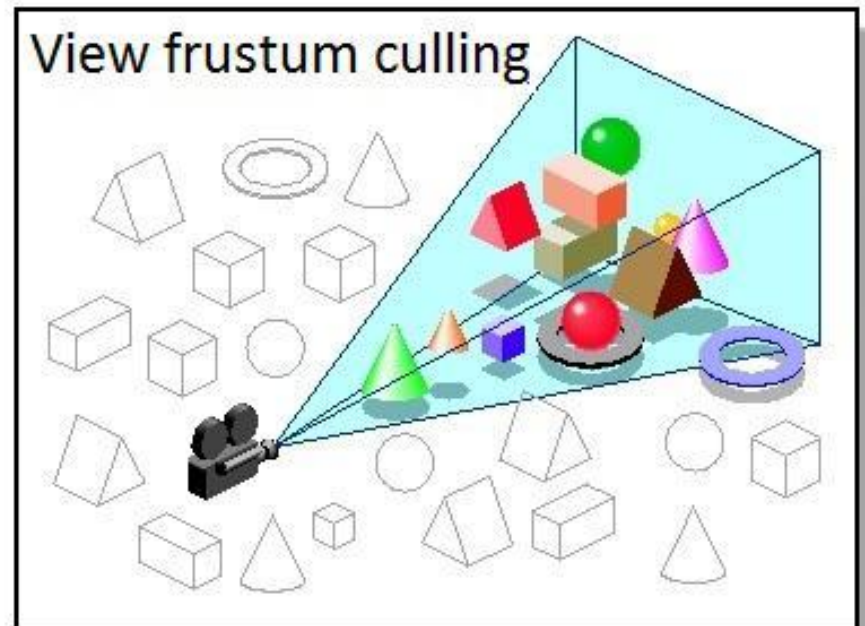
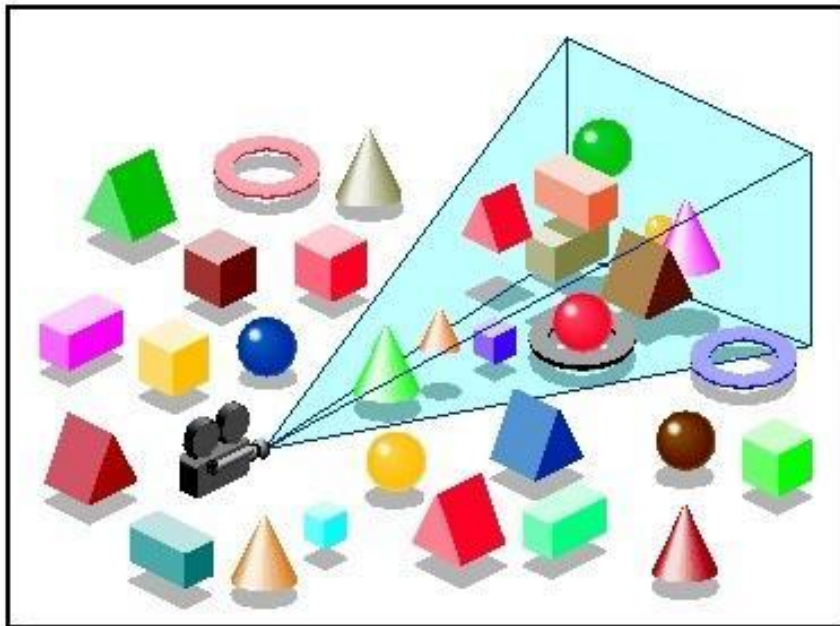




CS113 - ĐỒ HỌA MÁY TÍNH VÀ XỬ LÝ ẢNH

Clipping

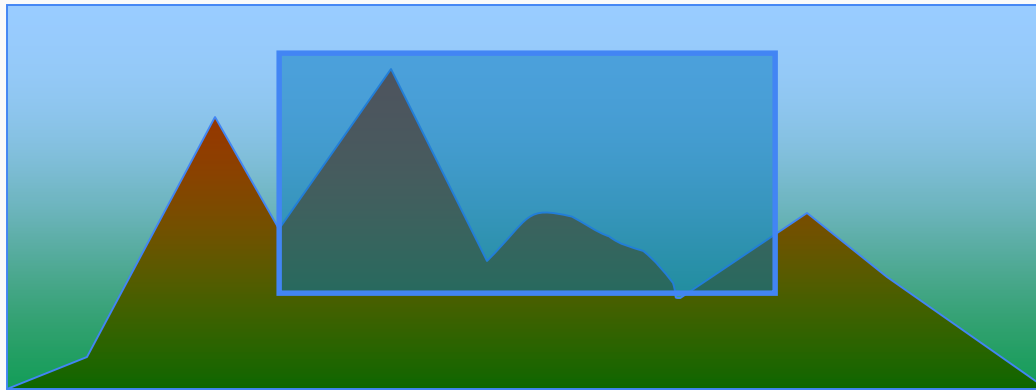




Giới thiệu

Thao tác loại bỏ các phần hình ảnh nằm ngoài một vùng cho trước được gọi là xén hình.

Chúng ta xén hình trước khi vẽ hay tính toán: **không cần thiết tính toán cho các vùng nằm ngoài**



Mô hình bài toán xén đường thẳng

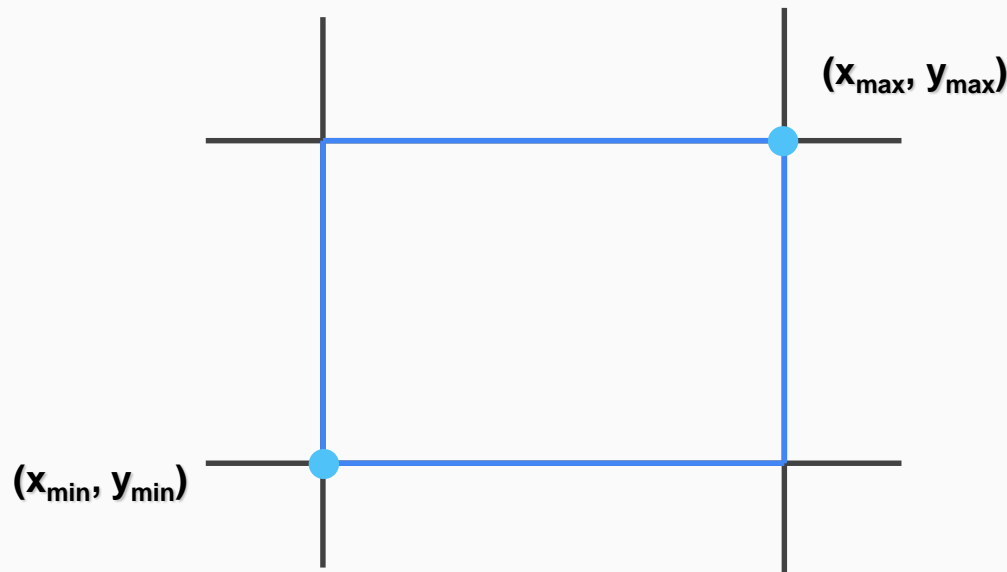
Clipping Window - cửa sổ xén: được định nghĩa bởi 2 điểm

Phía dưới bên trái: (x_{\min}, y_{\min})

Phía trên bên phải: (x_{\max}, y_{\max})

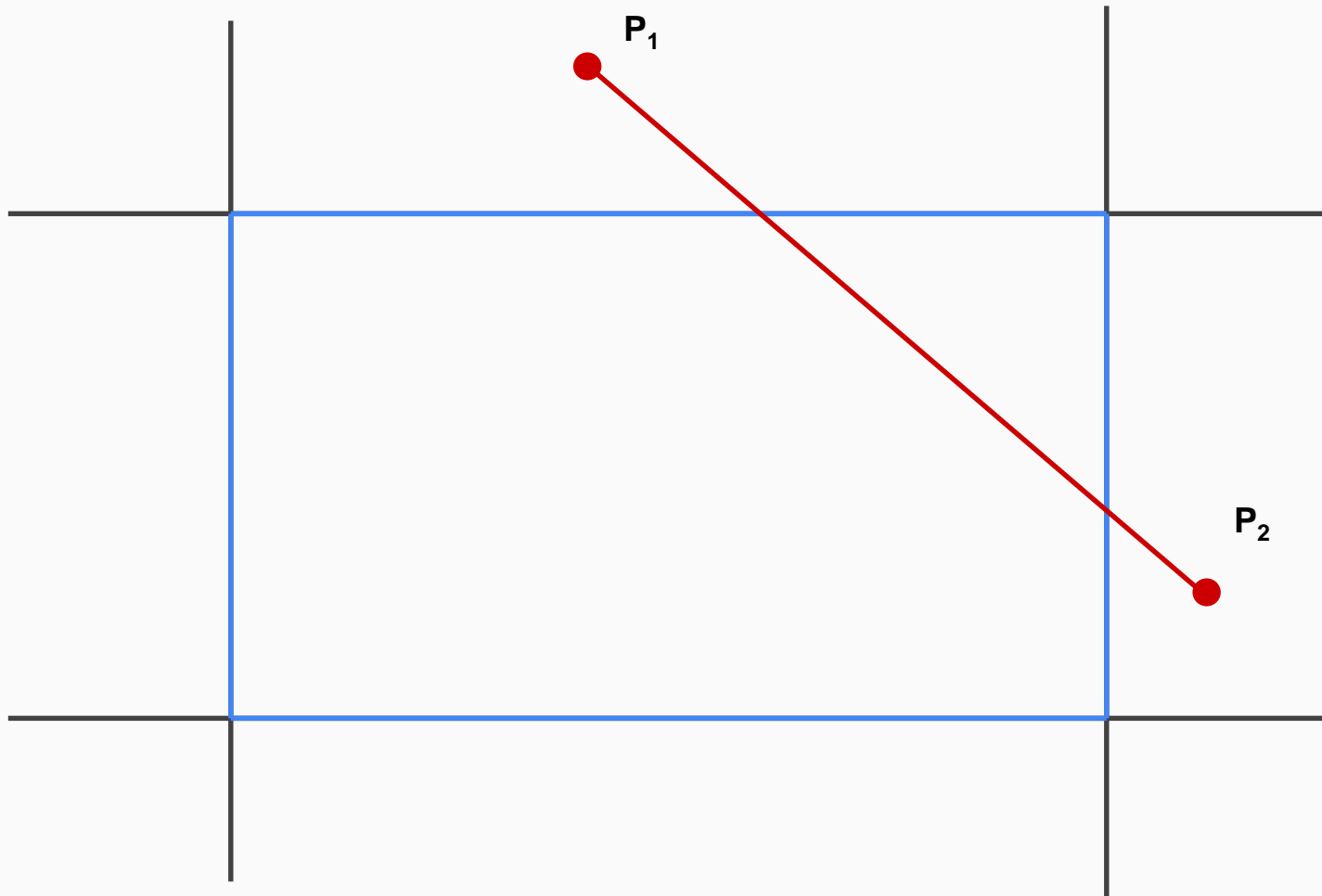
Điểm $P(x,y)$ thuộc Clipping Window :

$$\begin{cases} x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \\ y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \end{cases}$$



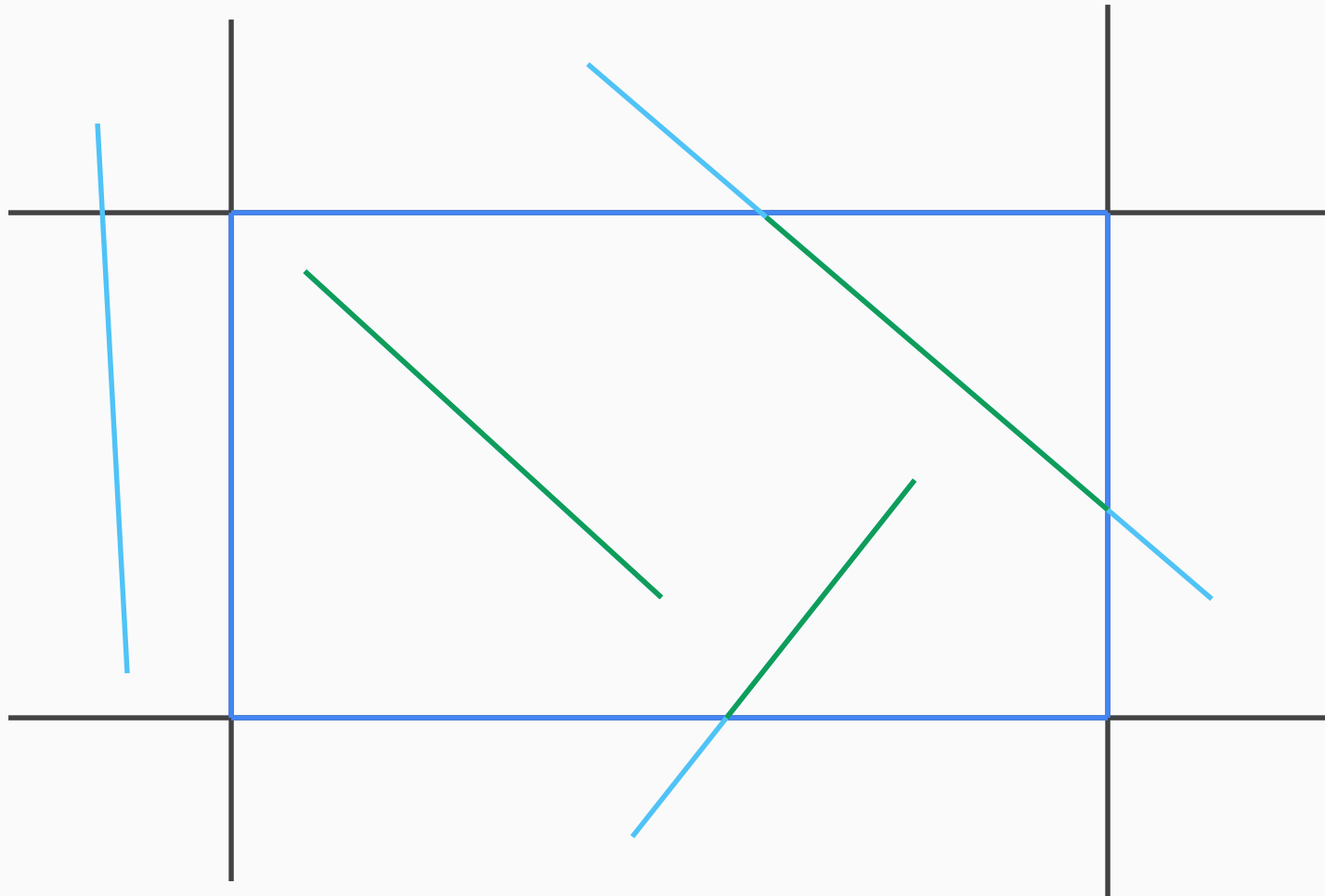
Mô hình bài toán xén đường thẳng (cont.)

Đường thẳng bị xén P_1P_2 có tọa độ $P_1(x_1, y_1)$ và $P_2(x_2, y_2)$



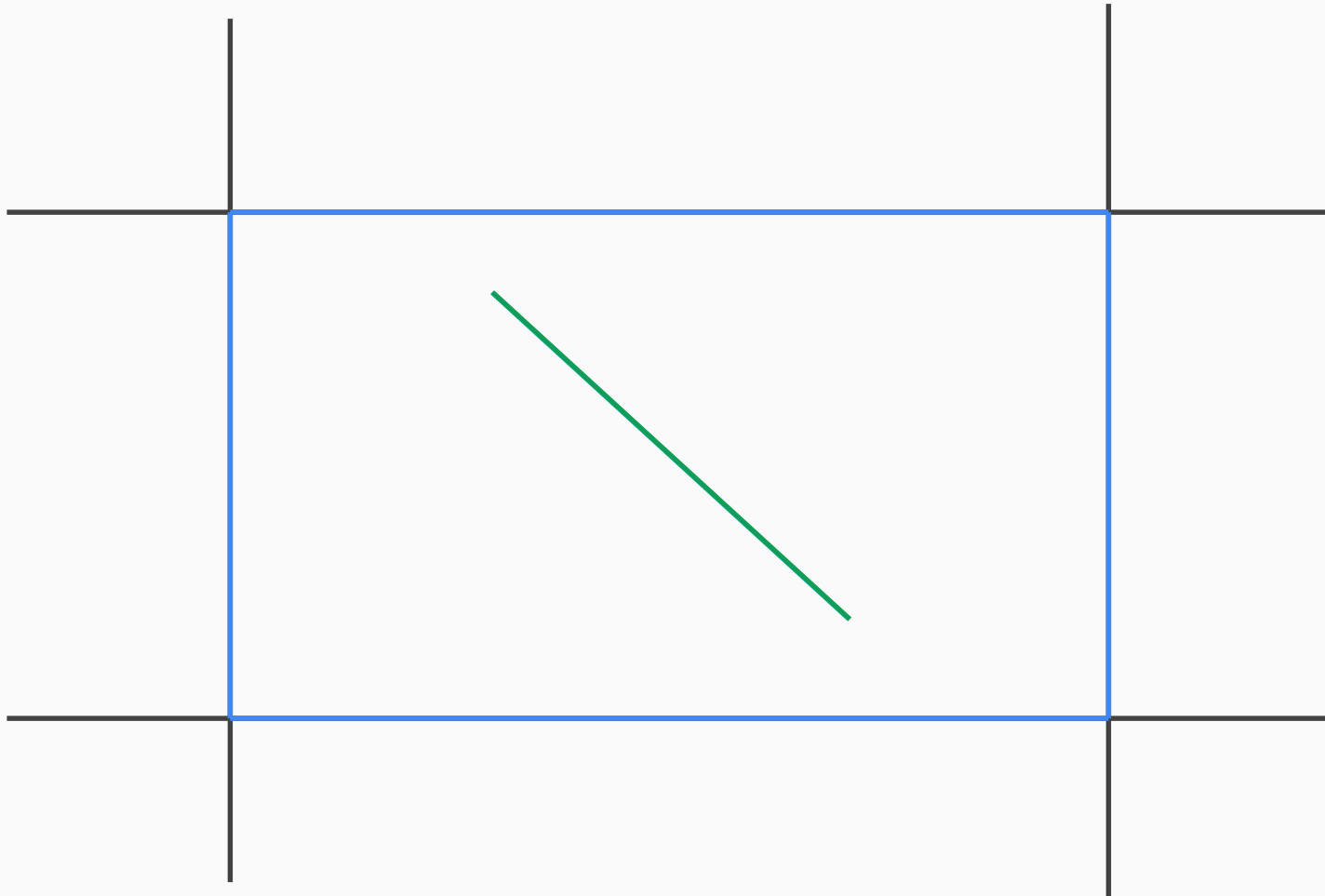
Yêu cầu của bài toán xén đường thẳng

Loại bỏ phần đường thẳng nằm ngoài cửa sổ xén



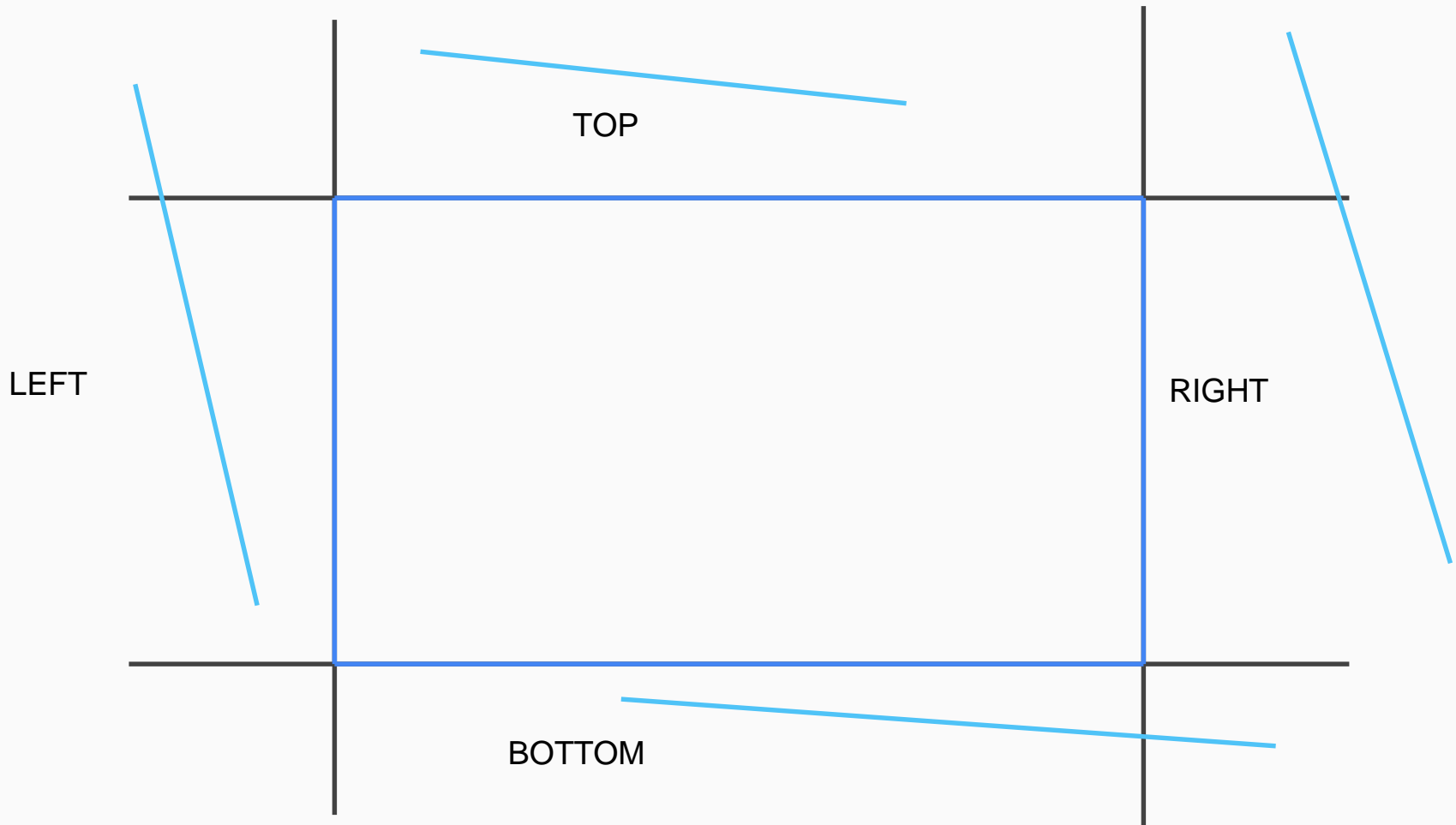
Các nhận xét

1. Các đoạn thẳng có 2 điểm hoàn toàn nằm trong cửa sổ thì cả đoạn thẳng nằm trong cửa sổ nên **không cần xén**.



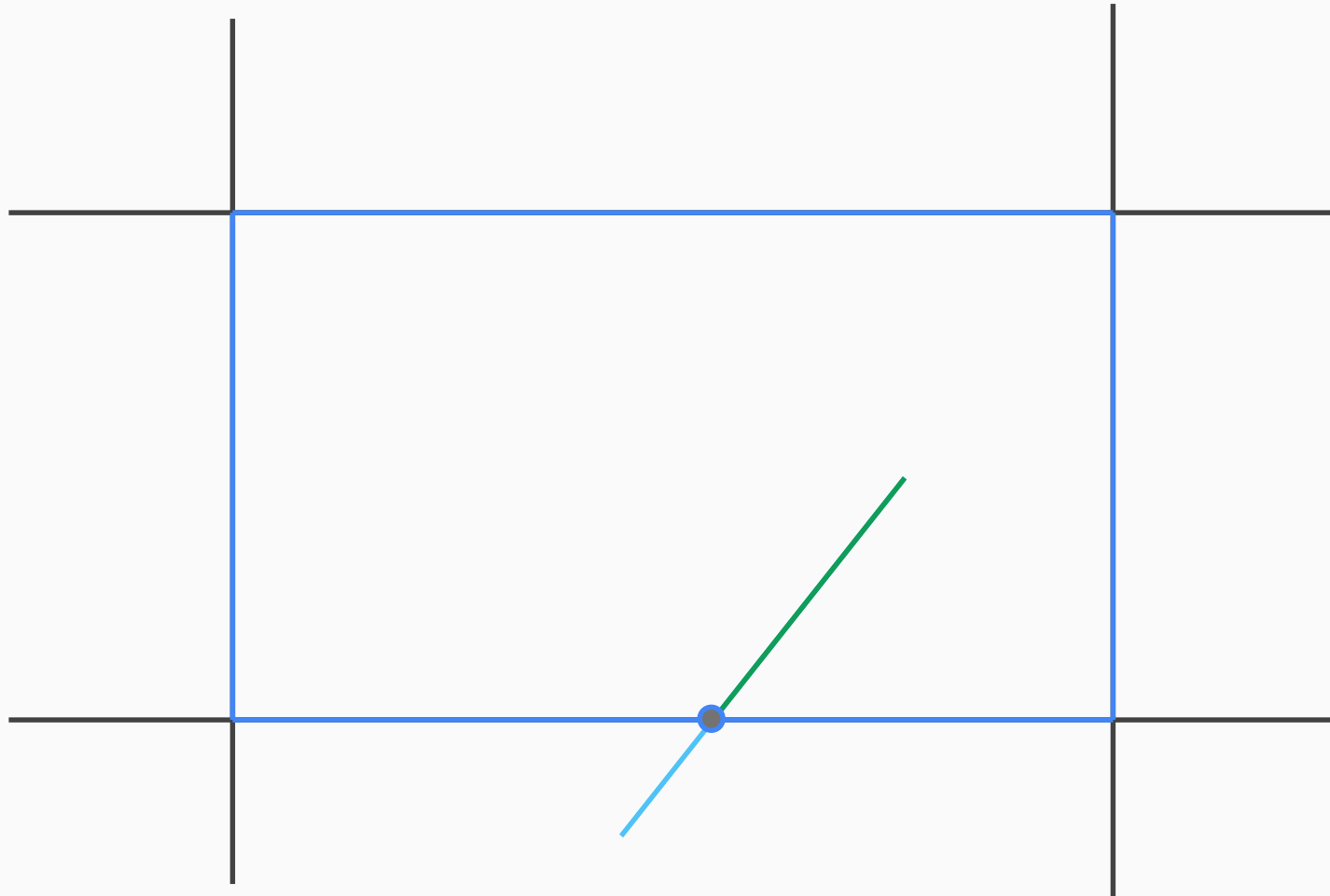
Các nhận xét (cont.)

2. Các đoạn thẳng có 2 điểm cùng nằm ngoài về một phía của cửa sổ xén thì cả đoạn thẳng sẽ nằm ngoài cửa sổ và sẽ bị xén mất.



Các nhận xét (cont.)

3. Với các đoạn thẳng cắt biên cửa sổ xén, chúng ta phải tìm giao điểm của đoạn thẳng với biên cửa sổ để chọn phần nằm bên trong cửa sổ.



Thuận toán Cohen – Sutherland

AREA CODE – Mã vùng

Kéo dài biên của cửa sổ, ta chia mặt phẳng thành chín vùng gồm cửa sổ xén và tám vùng xung quanh

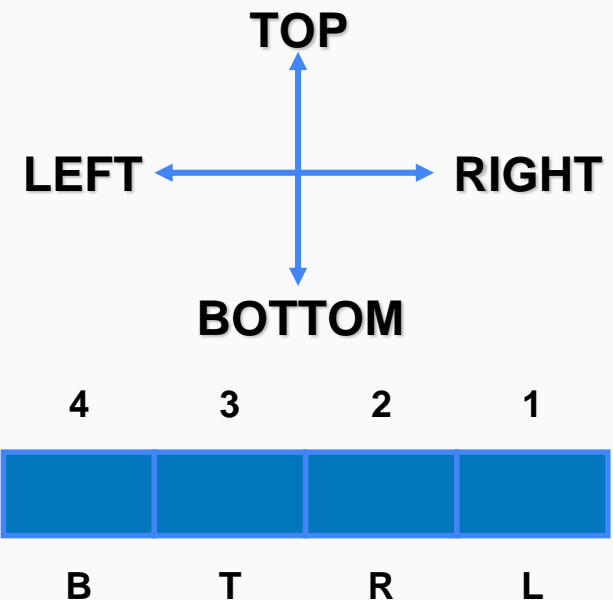
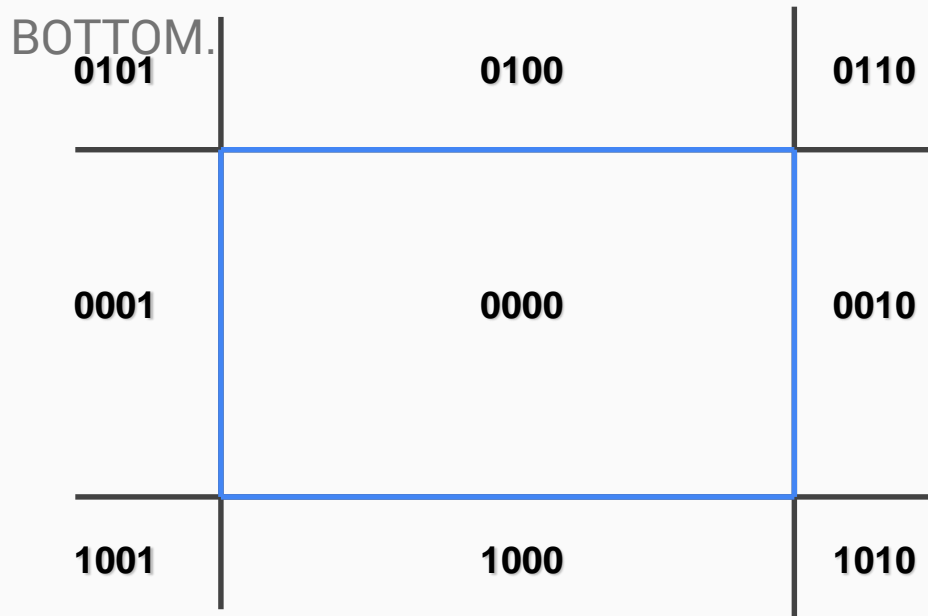


Thuận toán Cohen – Sutherland

AREA CODE – Mã vùng (cont.)

Một số nguyên gồm 4 bit nhị phân gọi là mã vùng sẽ được gán cho mỗi vùng để mô tả vị trí của vùng so với cửa sổ.

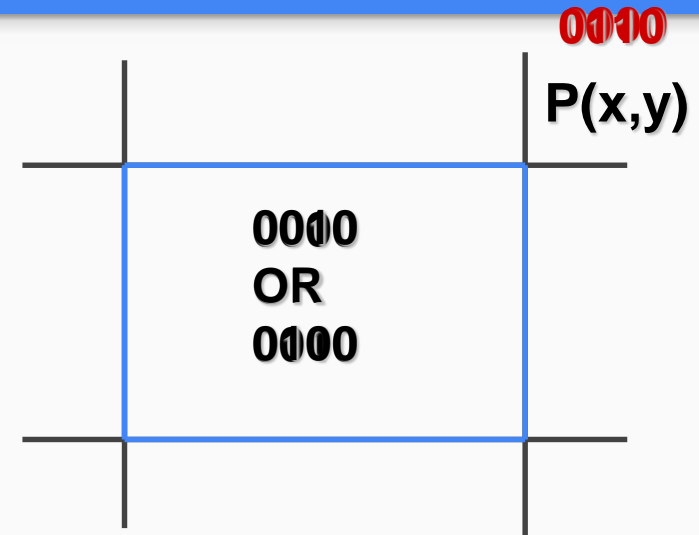
- Các vùng nằm ngoài biên trái (LEFT) của cửa sổ xén có bit 1 bằng **1**. Các vùng còn lại có bit 1 bằng **0**.
- Tương tự cho các bit từ 2 đến 4: bit 2: RIGHT; bit 3: TOP; bit 4: BOTTOM.



Thuận toán Cohen – Sutherland

Mã vùng của điểm

| | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|-----|
| LEFT | 0 | 0 | 0 | 1 | = 1 |
| RIGHT | 0 | 0 | 1 | 0 | = 2 |
| TOP | 0 | 1 | 0 | 0 | = 4 |
| BOTTOM | 1 | 0 | 0 | 0 | = 8 |



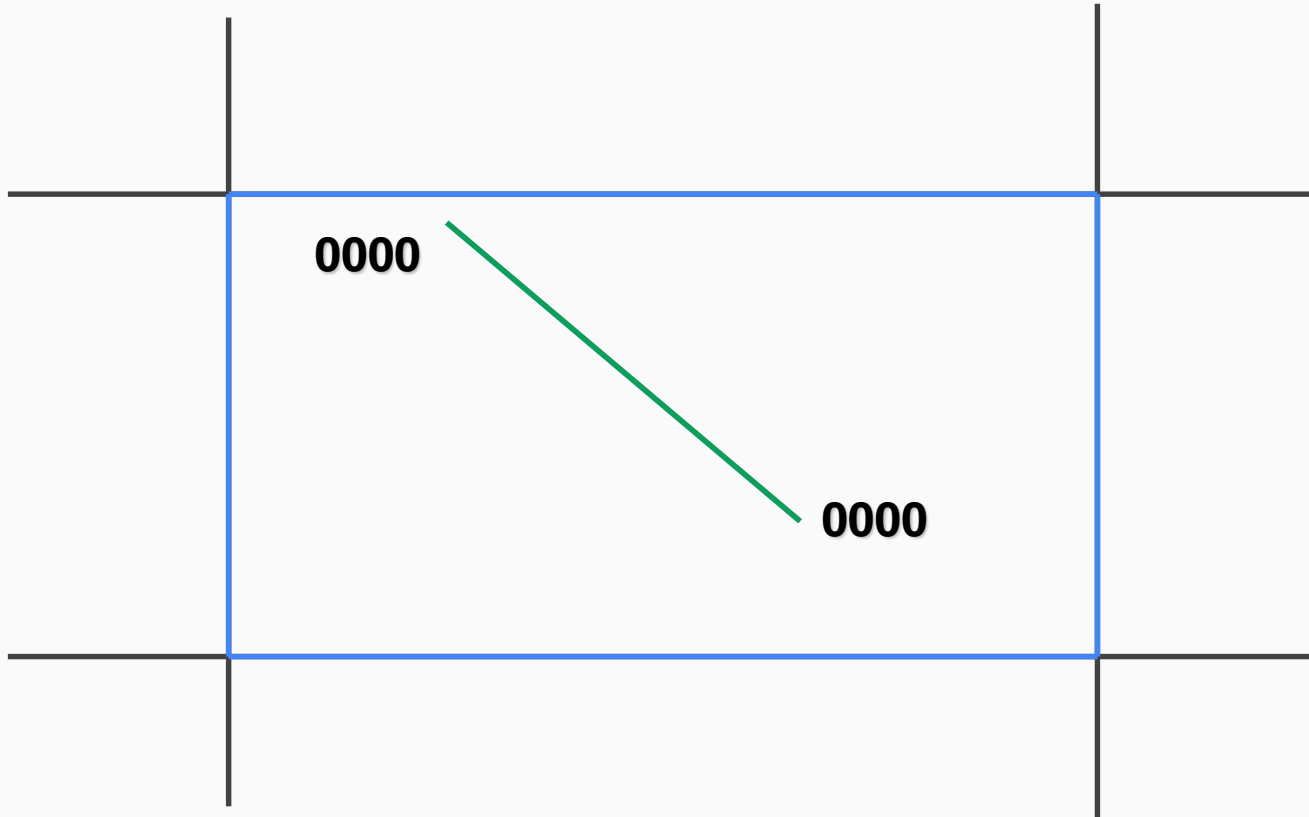
```
int Encode(Point p)
{
    int code = 0;
    if (p.x < xmin) code |= LEFT;
    if (p.x > xmax)   code |= RIGHT;
    if (p.y > ymax) code |= TOP;
    if (p.y < ymin) code |= BOTTOM;
    return code;
}
```

Các giá trị của bit trong mã vùng được tính bằng cách so sánh giá trị tọa độ của điểm $P(x,y)$ với các biên của cửa sổ. Ví dụ, bit 1 được đặt là 1 nếu $x < x_{min}$, bit 1 được đặt là 0 nếu $x \geq x_{min}$.

Thuật toán

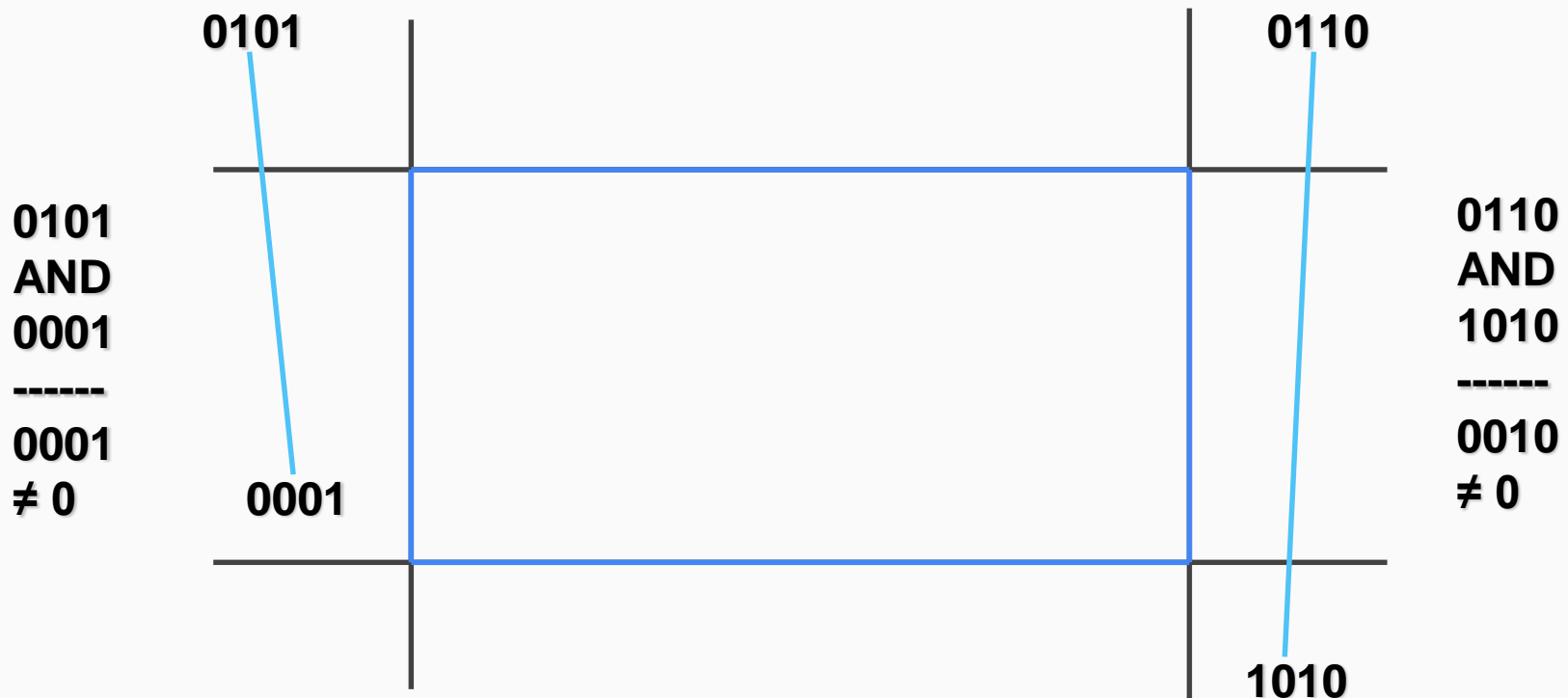
Tính mã vùng tương ứng cho các điểm đầu cuối của đoạn thẳng P_1 và P_2 của đoạn thẳng cần xén là c_1 và c_2 . Dựa vào giá trị của c_1 và c_2 , ta có các trường hợp sau:

1. Các đoạn thẳng nằm hoàn toàn bên trong cửa sổ sẽ có $c_1 == c_2 == 0000$, các đoạn thẳng này sau khi xén sẽ là chính nó nên thuật toán dừng tại đây.



Thuật toán (cont.)

2. Các đoạn thẳng nằm ngoài biên cửa sổ sẽ có đặc điểm sau : tồn tại bit thứ k ($k=1,...,4$) sao cho c_1 và c_2 cùng có giá trị 1 tại bit thứ k . Ví dụ, nếu $k = 1$ thì đoạn thẳng sẽ nằm ngoài biên trái của cửa sổ. Đoạn thẳng này sẽ bị loại bỏ sau khi xén, cho nên thuật toán dừng tại đây. Khi cài đặt, chúng ta chỉ cần sử dụng phép toán AND của bit đối với c_1 và c_2 . Nếu kết quả khác 0, đoạn thẳng sẽ nằm ngoài biên cửa sổ.

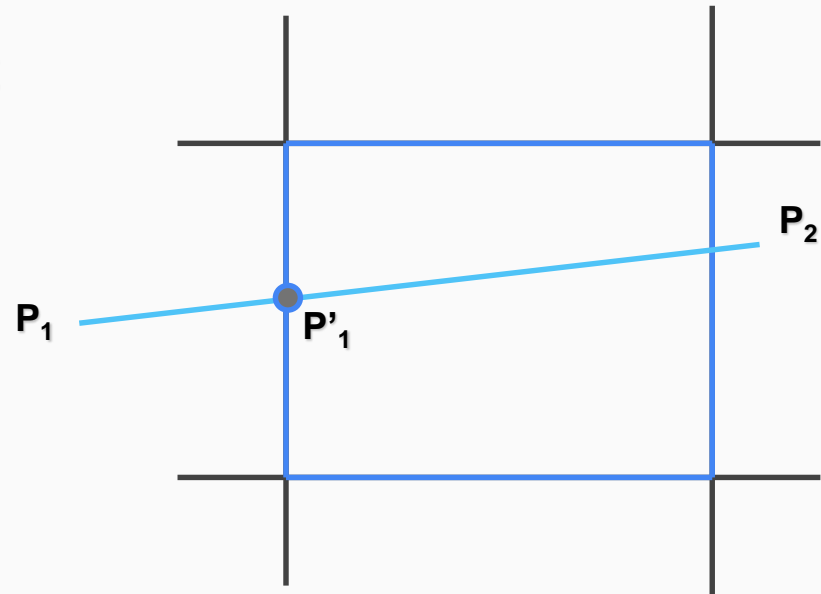


Thuật toán (cont.)

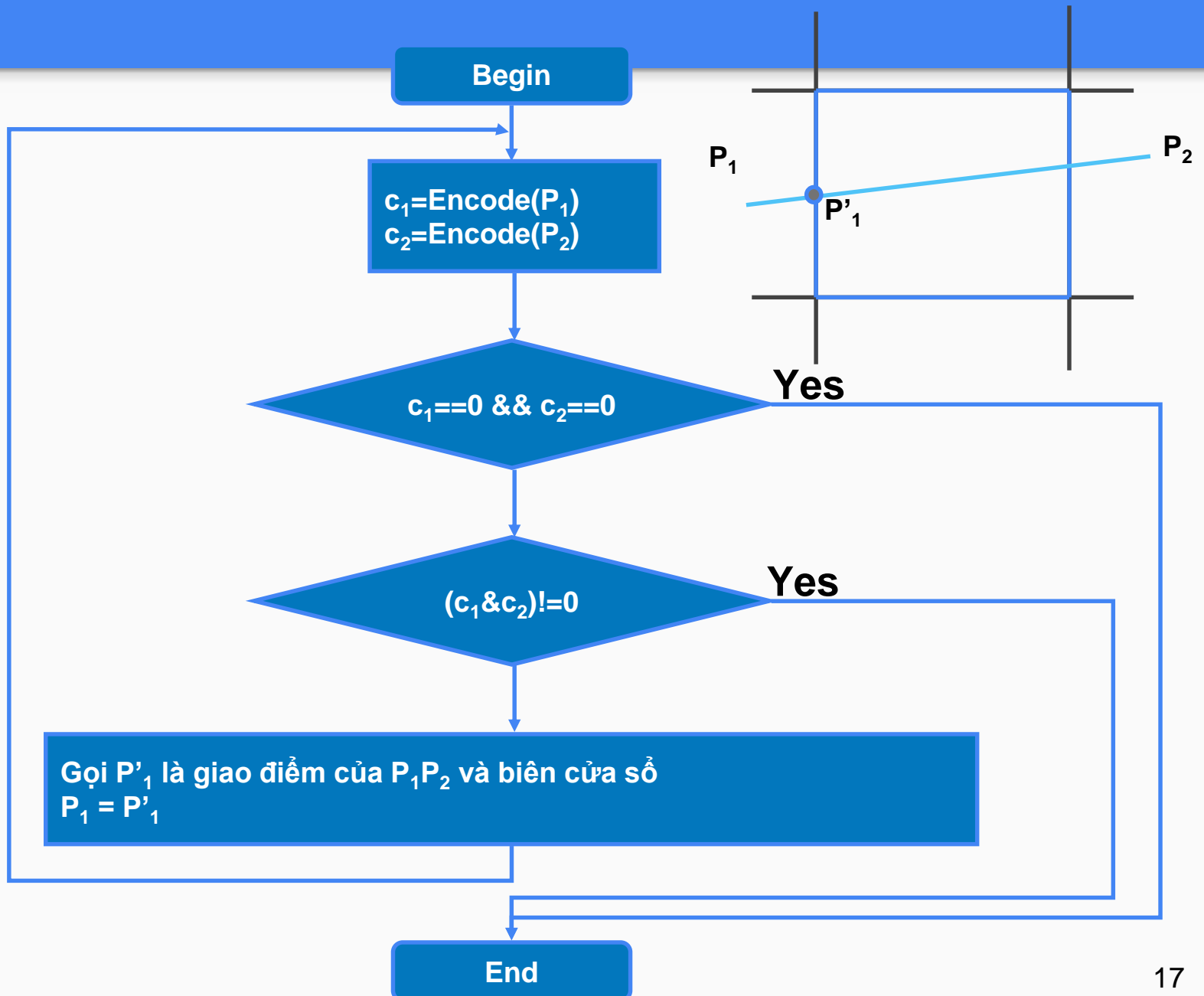
3. Nếu c_1 và c_2 không thuộc hai trường hợp trên, chắc chắn rằng đoạn thẳng sẽ cắt biên cửa sổ. Chúng ta sẽ xác định giao điểm này. Trong trường hợp này, sẽ có ít nhất 1 đầu đoạn thẳng nằm ngoài cửa sổ, không mất tính tổng quát chúng ta giả sử đó là P_1 .

Giả sử P'_1 là giao điểm của đoạn thẳng với biên cửa sổ. Lúc này, đoạn thẳng ban đầu sẽ được xén thành P'_1P_2 .

Bây giờ, chúng ta xem P'_1P_2 là đoạn thẳng mới và sẽ áp dụng các thao tác xén trong các trường hợp trên để xén đoạn thẳng này cho tới khi đoạn thẳng được xén nằm hoàn toàn bên trong cửa sổ hay nằm ngoài biên cửa sổ.

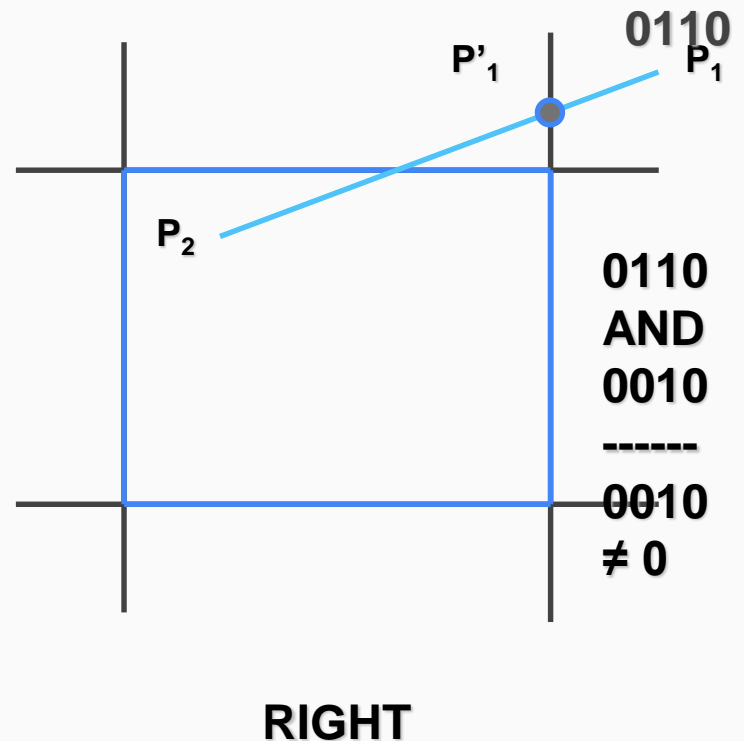
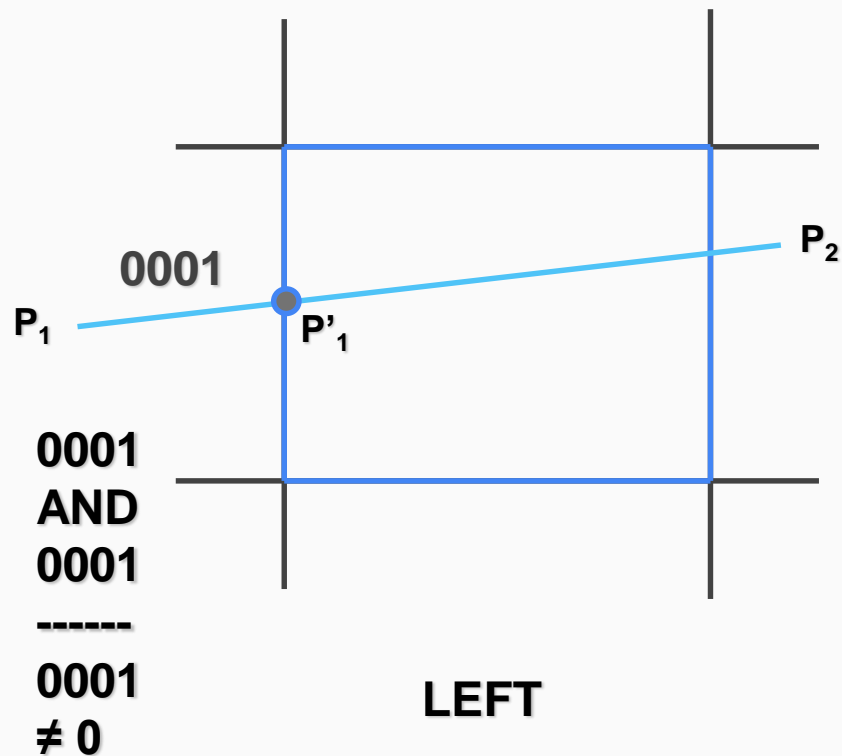


Lưu đồ



Xác định giao điểm của đoạn thẳng và cửa sổ

Bằng cách xét mã vùng c_1 của P_1 , ta xác định đoạn thẳng cắt biên nào và tiến hành xác định giao điểm P'_1 của đoạn thẳng với biên đó.



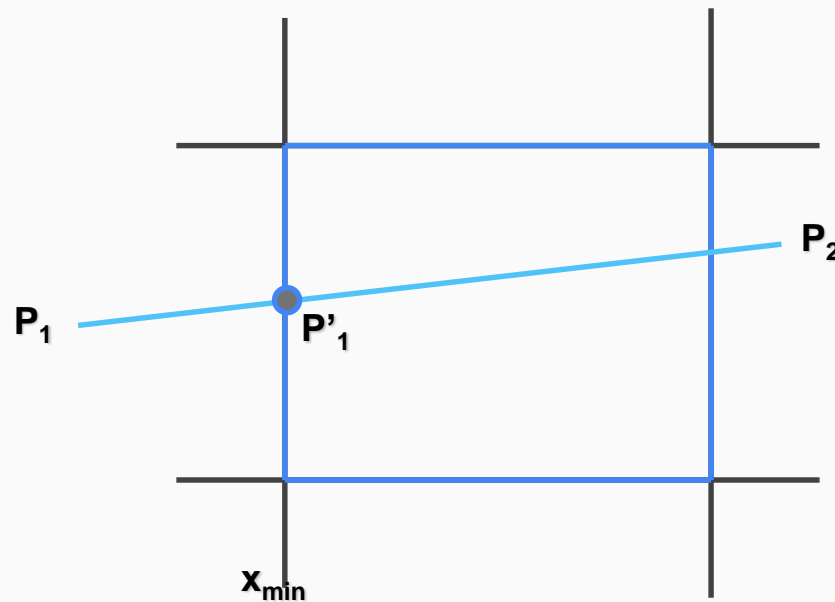
Xác định giao điểm của đoạn thẳng và cửa sổ xén (cont.)

Giao điểm của đoạn thẳng với biên trái (c_1 & LEFT $\neq 0$):

$$m = (P_2.y - P_1.y) / (P_2.x - P_1.x)$$

$$P'_1.y = P_1.y + m (x_{\min} - P_1.x)$$

$$P'_1.x = x_{\min}$$



LEFT

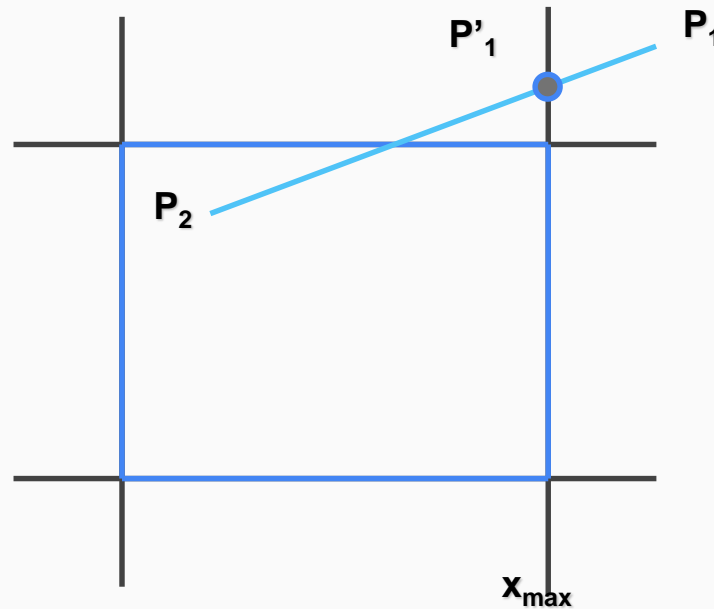
Xác định giao điểm của đoạn thẳng và cửa sổ xén (cont.)

Giao điểm của đoạn thẳng với biên phải (c_1 & RIGHT $\neq 0$):

$$m = (P_2.y - P_1.y) / (P_2.x - P_1.x)$$

$$P'_1.y = P_1.y + m (x_{\max} - P_1.x)$$

$$P'_1.x = x_{\max}$$



RIGHT

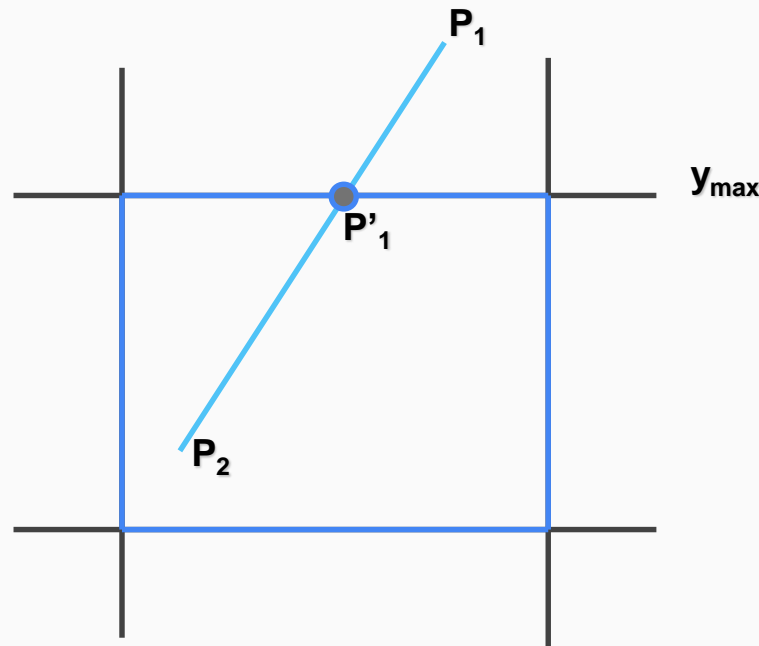
Xác định giao điểm của đoạn thẳng và cửa sổ xén (cont.)

Giao điểm của đoạn thẳng với biên trên (c_1 & TOP $\neq 0$):

$$m = (P_2.x - P_1.x) / (P_2.y - P_1.y)$$

$$P'_1.x = P_1.x + m (y_{\max} - P_1.y)$$

$$P'_1.y = y_{\max}$$



TOP

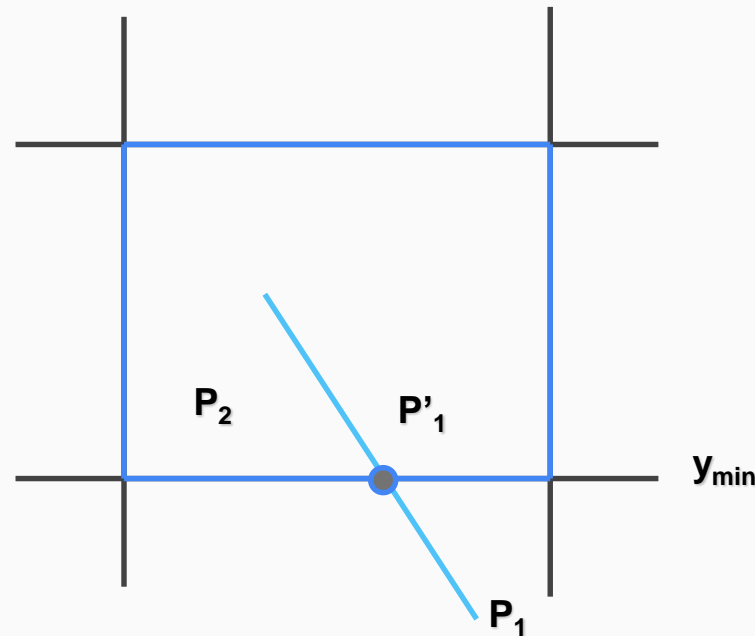
Xác định giao điểm của đoạn thẳng và cửa sổ xén (cont.)

Giao điểm của đoạn thẳng với biên dưới (c_1 & $\text{BOTTOM} \neq 0$):

$$m = (P_2.x - P_1.x) / (P_2.y - P_1.y)$$

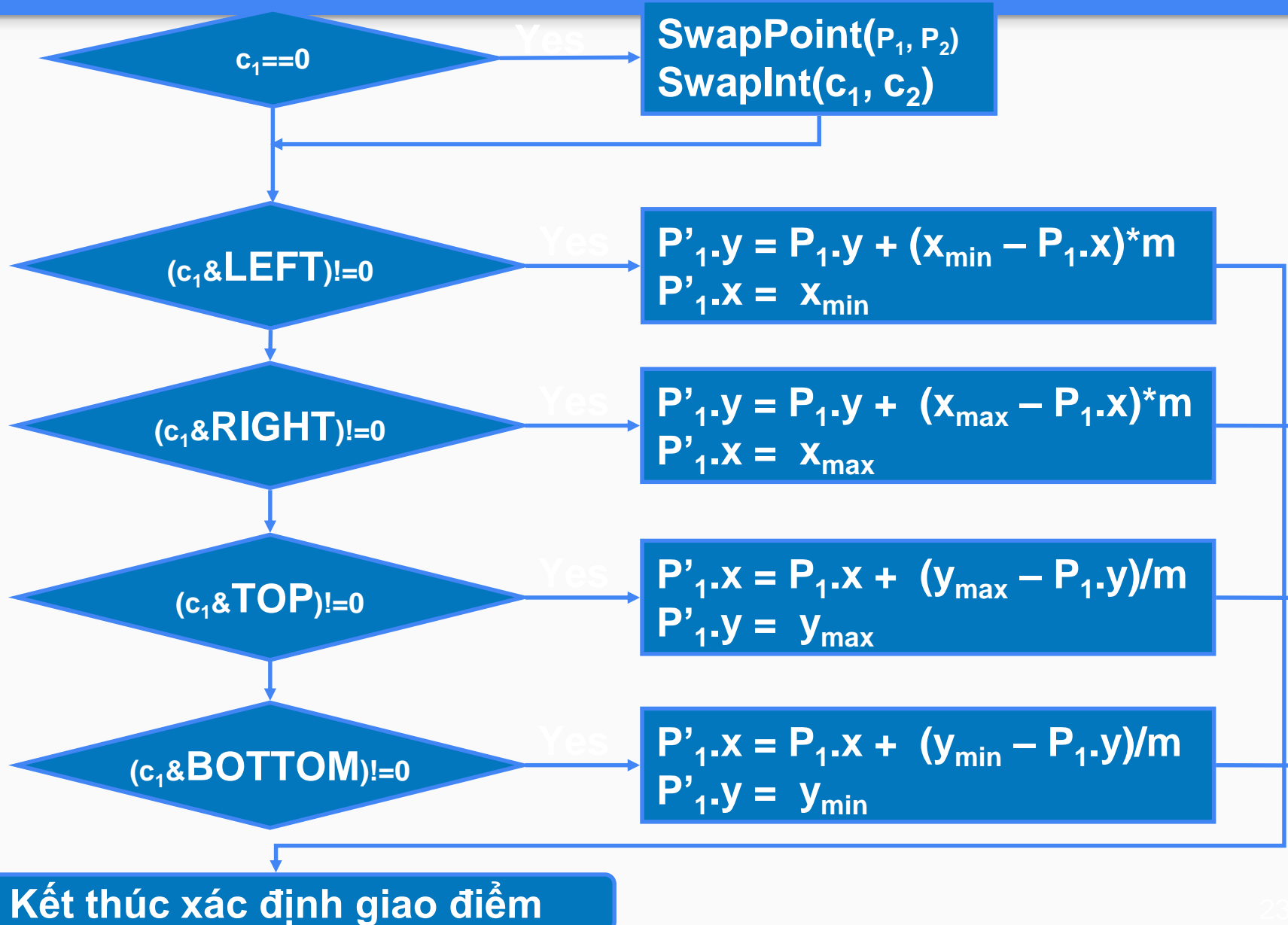
$$P'_1.x = P_1.x + m (y_{\min} - P_1.y)$$

$$P'_1.y = y_{\min}$$

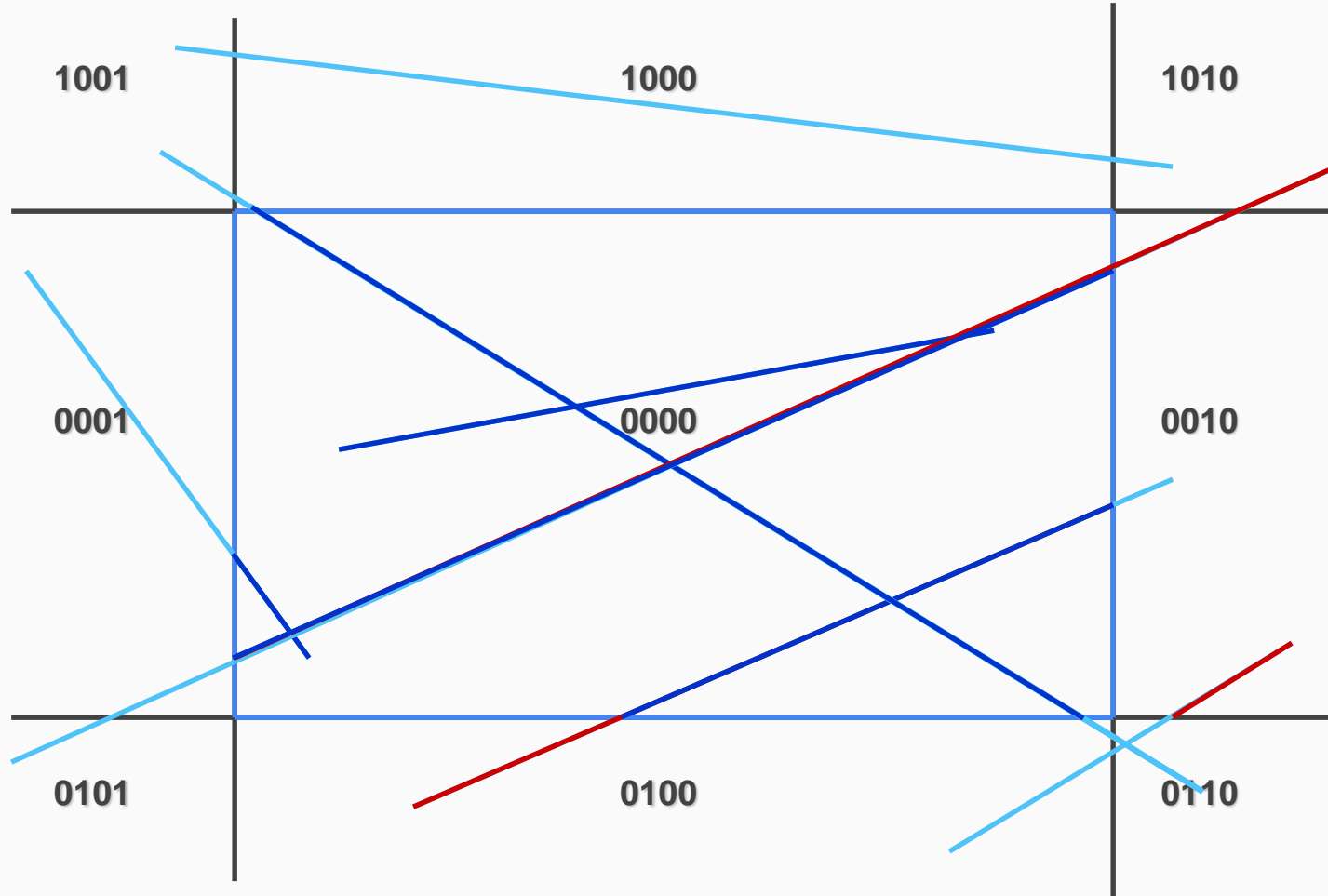


BOTTOM

Xác định giao điểm với biên cửa sổ



Ví dụ



Thuật toán Liang-Barsky

Cho hai điểm P_1, P_2 .

Phương trình tham số đường thẳng :

$$\begin{cases} x = P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t \\ y = P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t \end{cases} \text{ với } t \in (-\infty, \infty)$$

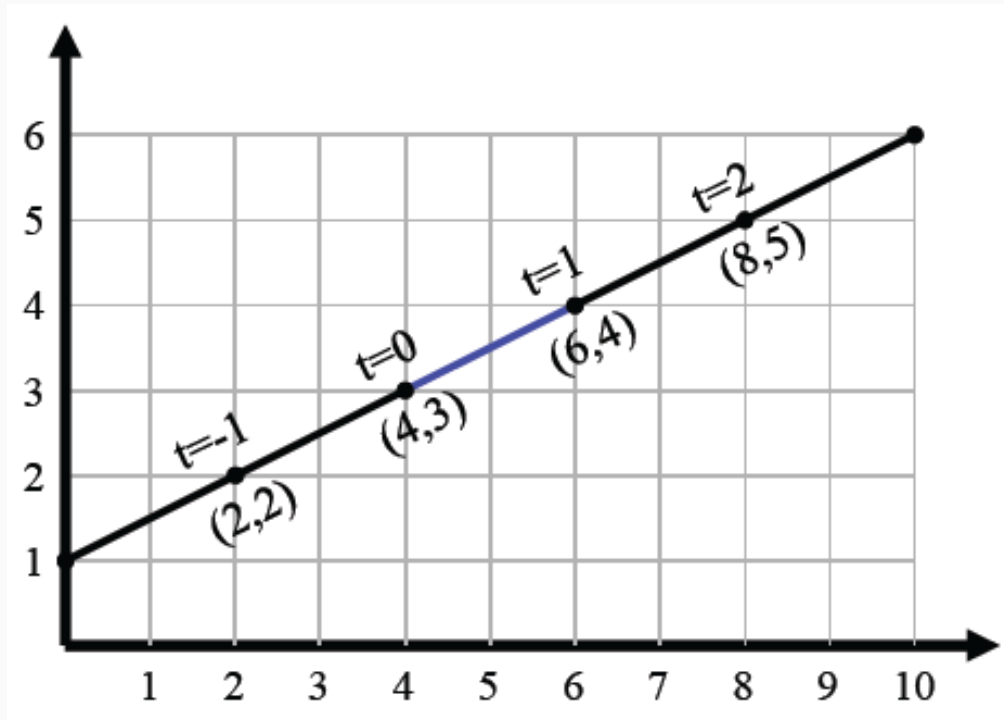
Phương trình tham số đoạn thẳng :

$$\begin{cases} x = P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t \\ y = P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t \end{cases} \text{ với } t \in [0, 1]$$

Thuật toán Liang-Barsky

Cho 2 điểm A(4,3), B(6,4). Phương trình tham số đường thẳng :

$$\begin{cases} x = 4 + 2t \\ y = 3 + t \end{cases}$$



Thuật toán Liang-Barsky

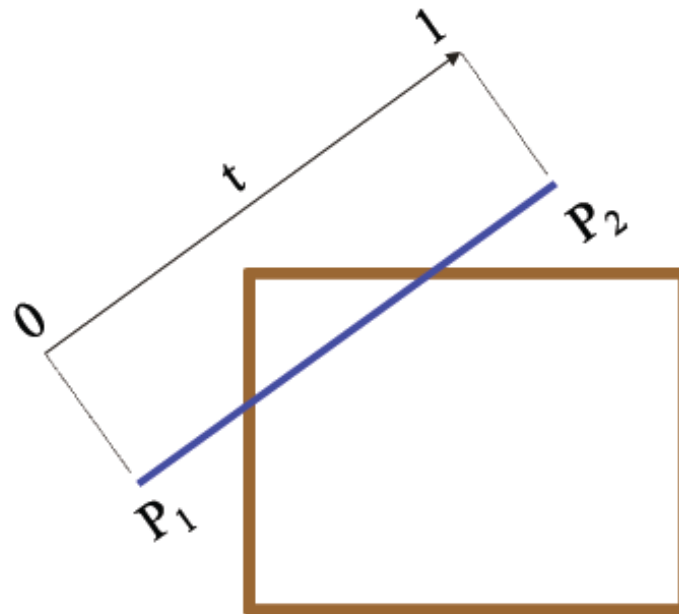
Thuật toán

- Bước 1: Lập hệ bất phương trình
- Bước 2: Giải hệ bất phương trình
- Bước 3: Nhận xét nghiệm

Thuật toán Liang-Barsky

Bước 1: Lập hệ bất phương trình

$$\begin{cases} W_l \leq P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t \leq W_r \\ W_b \leq P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t \leq W_t \\ t \in [0,1] \end{cases}$$



Thuật toán Liang-Barsky

Bước 2: Giải hệ bất phương trình

Đặt

$$\begin{aligned}p_1 &= -(P_{2x} - P_{1x}) & q_1 &= P_{1x} - W_l \\p_2 &= P_{2x} - P_{1x} & q_2 &= W_r - P_{1x} \\p_3 &= -(P_{2y} - P_{1y}) & q_3 &= P_{1y} - W_b \\p_4 &= P_{2y} - P_{1y} & q_4 &= W_t - P_{1y}\end{aligned}$$

Hệ phương trình

$$\begin{aligned}p_1 t &\leq q_1 \\p_2 t &\leq q_2 \\p_3 t &\leq q_3 \\p_4 t &\leq q_4 \\t &\in [0, 1]\end{aligned}$$

Thuật toán Liang-Barsky

Bước 2: Giải hệ bất phương trình

Bất phương trình $p \cdot t \leq q$

$$\text{th}_1 \quad p = 0$$

Nếu $q < 0$ thì
vô nghiệm

Nếu $q \geq 0$ thì
 $t \in [-\infty, \infty]$

$$\text{th}_2 \quad p > 0 \text{ thì}$$

$$t \in \left[-\infty, \frac{q}{p}\right]$$

$$\text{th}_3 \quad p < 0 \text{ thì}$$

$$t \in \left[\frac{q}{p}, \infty\right]$$

Thuật toán Liang-Barsky

Bước 2: Giải hệ bất phương trình

Hệ bất phương trình

$$\begin{cases} p \cdot t \leq q \\ t \in [t_1, t_2] \end{cases}$$

$$\text{th}_1 \ p = 0$$

Nếu $q < 0$ thì
vô nghiệm

Nếu $q \geq 0$ thì

$$\begin{cases} t_{1\text{moi}} = t_1 \\ t_{2\text{moi}} = t_2 \end{cases}$$

$$\text{th}_2 \ p > 0 \text{ thì}$$

$$\begin{cases} t_{1\text{moi}} = t_1 \\ t_{2\text{moi}} = \min(t_2, q/p) \end{cases}$$

$$\text{th}_3 \ p < 0 \text{ thì}$$

$$\begin{cases} t_{1\text{moi}} = \max(t_1, q/p) \\ t_{2\text{moi}} = t_2 \end{cases}$$

Thuật toán Liang-Barsky

Bước 3: Nhận xét nghiệm

Nếu hệ vô nghiệm

Đoạn thẳng P_1P_2 ở ngoài

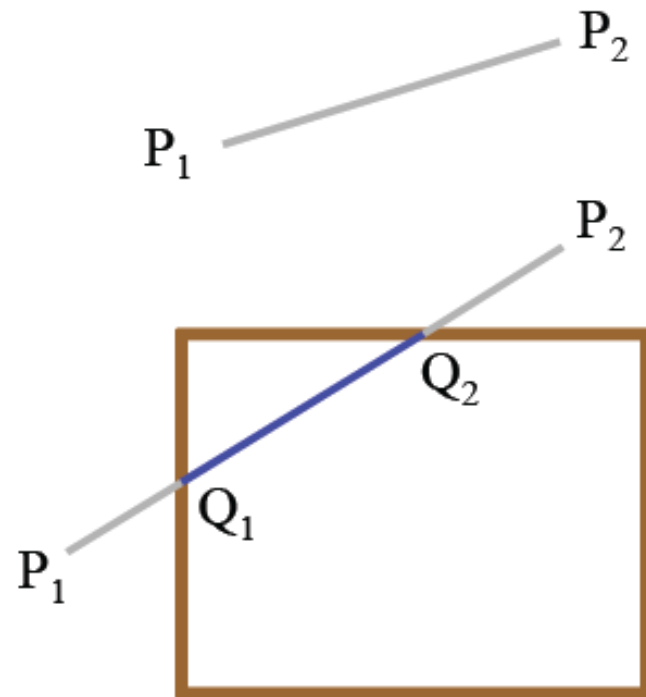
Nếu hệ có nghiệm

$$t \in [t_1, t_2]$$

$$\begin{cases} Q_{1x} = P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t_1 \\ Q_{1y} = P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_{2x} = P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t_2 \\ Q_{2y} = P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_{2x} = P_{1x} + (P_{2x} - P_{1x})t_2 \\ Q_{2y} = P_{1y} + (P_{2y} - P_{1y})t_2 \end{cases}$$



Ví dụ

Áp dụng thuật toán Liang-Barsky hoặc Cohen-Sutherland để xác định phần giao giữa đoạn thẳng AB với cửa sổ hình chữ nhật W. Biết tọa độ $A(x_1, y_1) = (120, 550)$, $B(x_2, y_2) = (135, 560)$ và $W(\text{left}, \text{top}, \text{right}, \text{bottom}) = (125, 555, 150, 100)$.

Tài liệu tham khảo

- Slide này được biên soạn được tham khảo từ một số tài liệu sau:
 - http://docview1.tlvnimg.com/tailieu/2014/20140721/hoahue91/chuong_4a_0179.pdf?rand=258146
 - <http://www.math.hcmuns.edu.vn/~hvthao/dhmt/lineclipping.ppt>