

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT – CÔNG NGHỆ CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

ĐỒ HỌA MÁY TÍNH

MÃ SỐ HỌC PHẦN: TT083

SỐ TÍN CHỈ HỌC PHẦN: 03 TÍN CHỈ

SỐ TIẾT HỌC PHẦN: 30 TIẾT LÝ THUYẾT, 30 TIẾT THỰC HÀNH

Cần Thơ, năm 2023



1. Các phép biến đổi hình học cơ sở: tịnh tiến, quay, đối xứng, biến đổi ngược
2. Vẽ các hình đặc biệt trong OpenGL

Chương 4

PHÉP BIẾN ĐỔI TRONG ĐỒ HỌA 2D

PHÉP BIẾN ĐỔI TRONG ĐỒ HỌA 2D

Bản chất của phép biến đổi hình học là thay đổi các mô tả về tọa độ của đối tượng như thay đổi về hướng, kích thước, hình dạng.

Các phép biến đổi sẽ giới thiệu: phép tịnh tiến, phép biến đổi tỉ lệ, phép quay, phép đối xứng, phép biến dạng.

1. Các phép biến đổi hình học cơ sở: tịnh tiến, quay, đối xứng, biến đổi ngược.
2. Vẽ các hình đặc biệt trong OpenGL

Chương 4

PHÉP BIẾN ĐỔI TRONG ĐỒ HỌA 2D

CÁC PHÉP BIẾN ĐỔI HÌNH HỌC CƠ BẢN

Có 2 quan điểm về phép biến đổi hình học:

- **Biến đổi đối tượng:** Thay đổi tọa độ của các điểm mô tả đối tượng theo quy tắc nào đó.
- **Biến đổi hệ tọa độ:** Tạo ra hệ tọa độ mới và tất cả các điểm mô tả đối tượng sẽ dịch chuyển về hệ tọa độ mới.

Các phép biến đổi hình học cơ sở là: Tịnh tiến, quay, biến đổi tỉ lệ

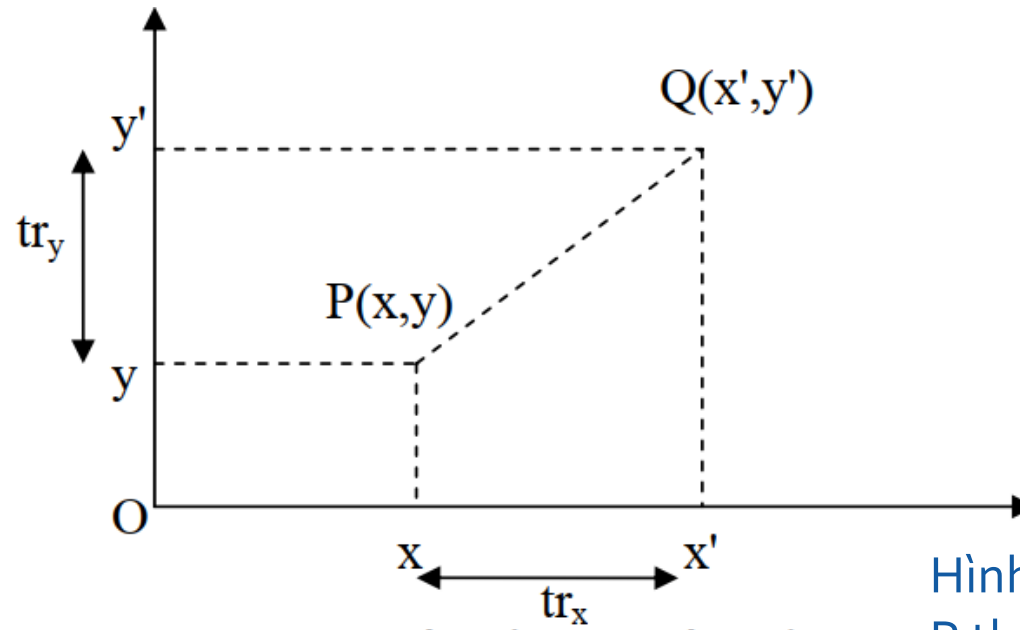
PHÉP TÍNH TIẾN (TRANSLATION)

- Tịnh tiến một điểm trong không gian hai chiều là cộng thêm một độ dời tr_x và tr_y vào hai toạ độ tương ứng của điểm (x,y) .
- Kết quả sẽ thu được vị trí mới của điểm (x',y') :

$$\begin{cases} x' = x + tr_x \\ y' = y + tr_y \end{cases}$$

Cặp (tr_x, tr_y) gọi là vector tịnh tiến (translation vector) hay vector dịch chuyển (shift vector).

PHÉP TỊNH TIẾN (TRANSLATION)



Hình 2.1. Phép biến đổi tịnh tiến điểm P thành điểm Q

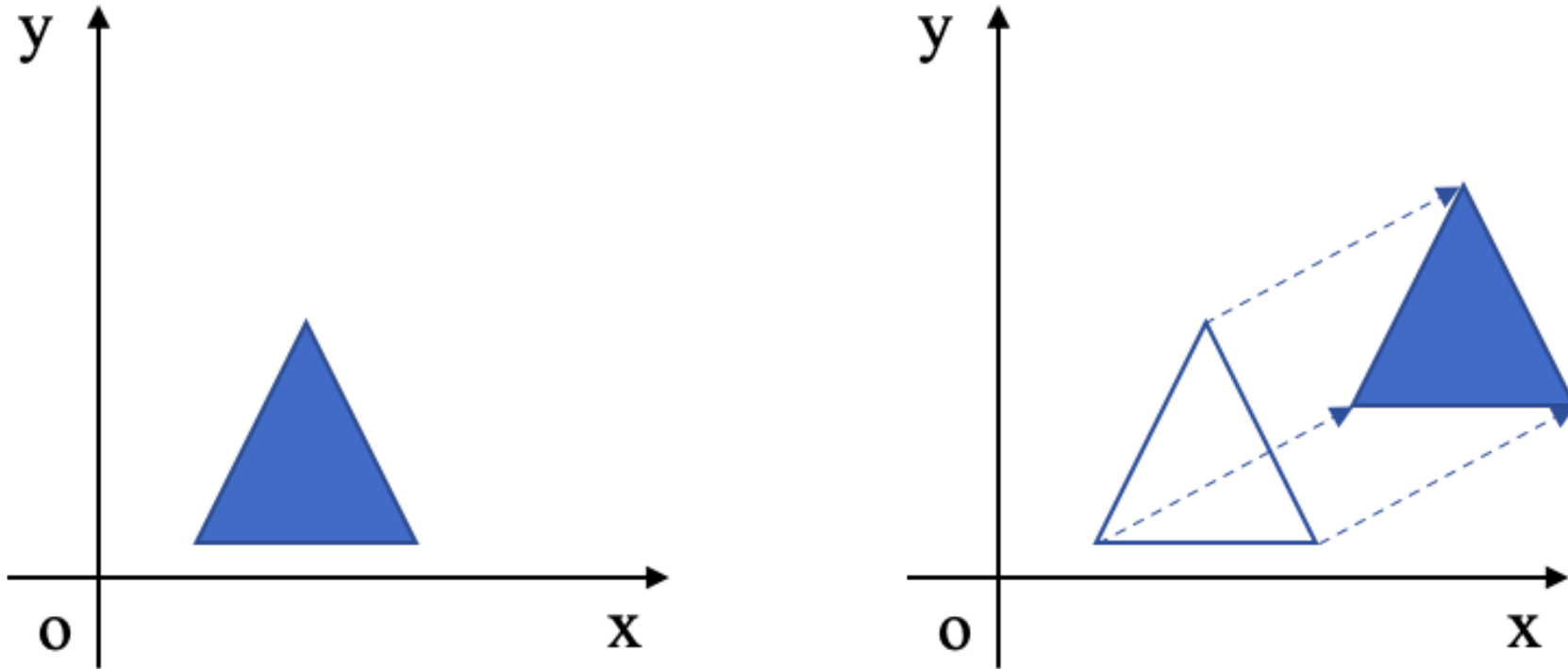
- Đặt $P = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$, $Q = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$, $T = \begin{bmatrix} tr_x \\ tr_y \end{bmatrix}$

Phép biến đổi tịnh tiến thể hiện dưới dạng ma trận như sau:

$$Q = P + T$$

PHÉP TỊNH TIẾN (TRANSLATION)

Phép biến đổi tịnh tiến chỉ di dời đối tượng mà không làm biến dạng đối tượng đó



Hình 2.2. Di chuyển hình tam giác bằng phép tịnh tiến

PHÉP BIẾN ĐỔI TỈ LỆ

- Phép biến đổi tỉ lệ làm thay đổi kích thước đối tượng.
- Phép biến đổi tỉ lệ được thực hiện bằng cách nhân các toạ độ (x,y) của đối tượng với **hệ số tỉ lệ** (s_x, s_y) tương ứng để nhận được toạ độ mới.

$$x' = x \cdot s_x$$

$$y' = y \cdot s_y$$

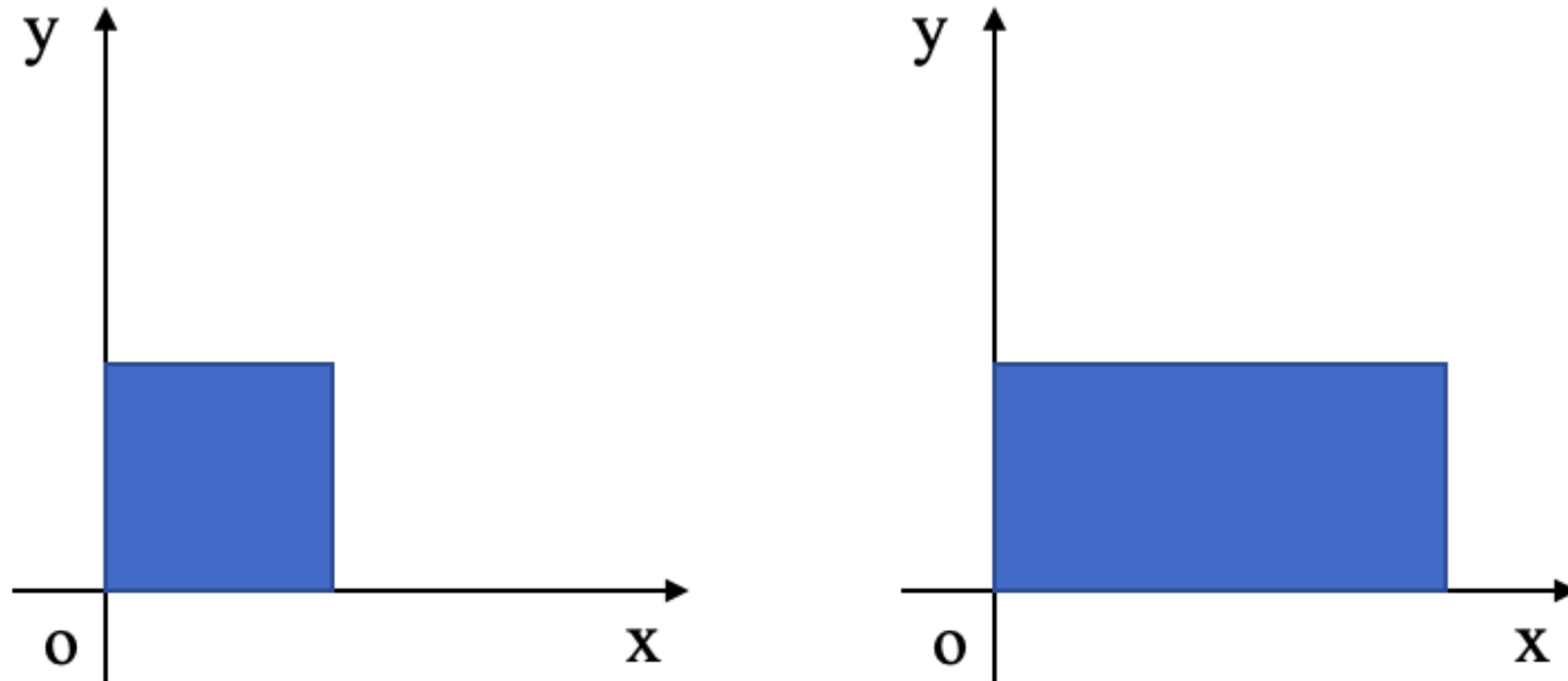
- **Hệ số s_x** : thay đổi đối tượng theo hướng x
- **Hệ số s_y** : thay đổi đối tượng theo hướng y

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ

- **Giá trị hệ số s_x, s_y nhỏ hơn 1:** thu nhỏ đối tượng.
- **Giá trị hệ số s_x, s_y lớn hơn 1:** phóng to đối tượng.
- **Hệ số tỉ lệ = 1:** không làm thay đổi kích thước đối tượng.
- **Hệ số $s_x = s_y$:** ta có phép biến đổi tỉ lệ đồng nhất (uniform scaling) → **Bảo toàn tỉ lệ chiều ngang, rộng của đối tượng.**
- **Hệ số $s_x \neq s_y$:** ta có phép biến đổi tỉ lệ không đồng nhất (differential scaling).
- **Hệ số s_x hoặc s_y bằng 1:** ta có phép căng (strain).

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ

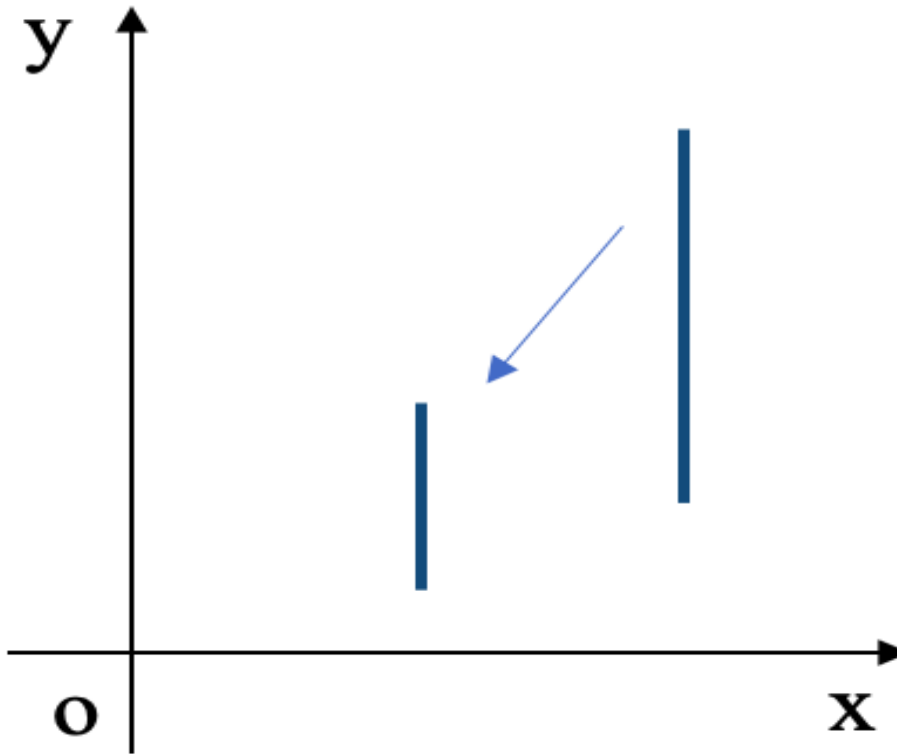
Hình 2.3 biến đổi hình vuông thành hình chữ nhật bằng phép biến đổi tỉ lệ với $s_x = 2$ và $s_y = 1$



Hình 2.3. Biến đổi hình vuông thành hình chữ nhật bằng phép biến đổi tỉ lệ

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ

Hình 2.4 minh họa việc biến đổi tỷ lệ của một đoạn thẳng $s_x = s_y = 0.5$. Kết quả là vị trí đoạn thẳng bị thay đổi và kích thước giảm một nửa



Hình 2.4. Đoạn thẳng được biến đổi với hệ số tỷ lệ $s_x = s_y = 0.5$

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ

- Có thể điều khiển vị trí của đối tượng bị thay đổi tỷ lệ bằng cách chọn một vị trí gọi là điểm cố định (fixed point).
- Điểm cố định không bị thay đổi qua phép biến đổi tỷ lệ
- Điểm cố định thường được chọn là tâm của đối tượng
- Ta có: tọa độ đối tượng (x,y) , tọa độ sau khi thay đổi tỷ lệ (x',y') , tọa độ điểm cố định (x_f,y_f) được tính:

$$x' - x_f = (x - x_f)s_x$$

$$y' - y_f = (y - y_f)s_y$$

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ

Hay:

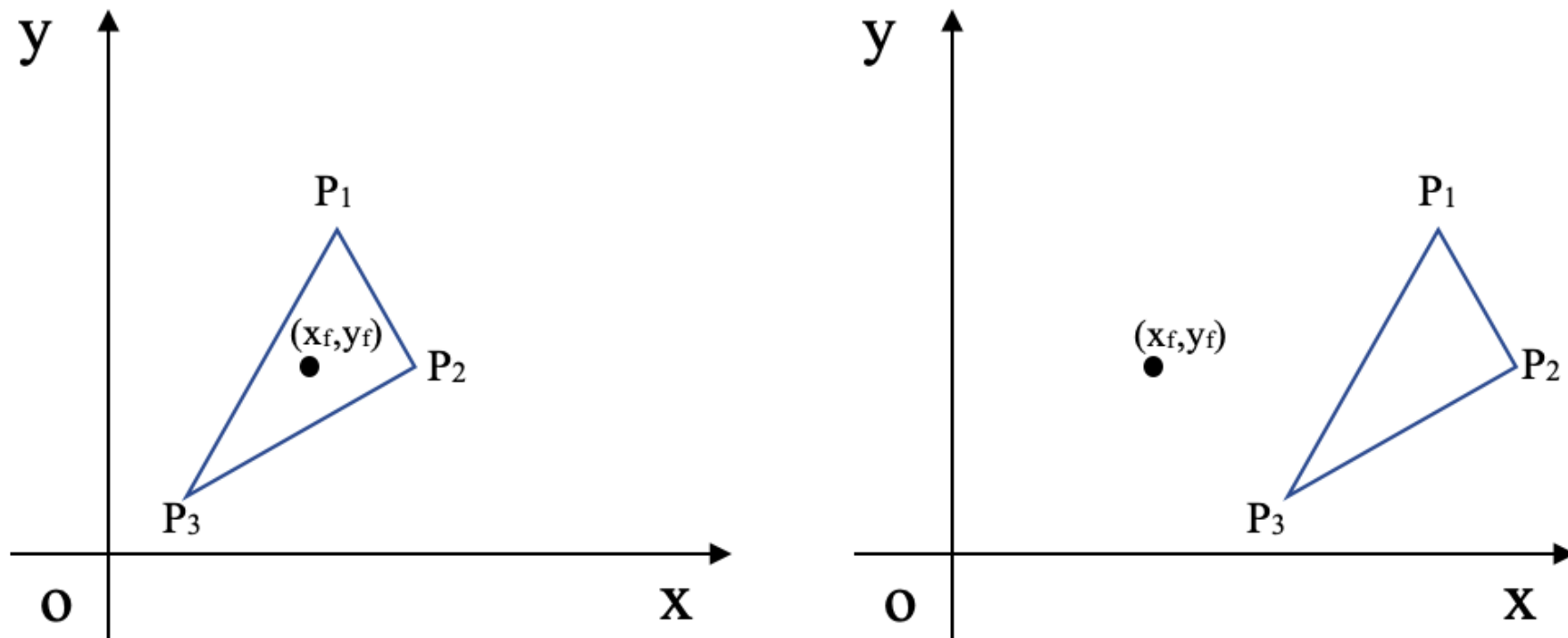
$$x' = x \cdot s_x + x_f(1 - s_x)$$

$$y' = y \cdot s_y + y_f(1 - s_y)$$

hai số hạng $x_f(1 - s_x)$ và $y_f(1 - s_y)$ là hằng số đối với tất cả các điểm của đối tượng.

Phép biến đổi tỉ lệ đối với đa giác: biến đổi tỉ lệ đối với các đỉnh của đa giác, sau đó vẽ lại đa giác theo các đỉnh mới.

PHÉP BIẾN ĐỔI TỶ LỆ



Hình 2.5. Biến đổi tỉ lệ với điểm cố định

PHÉP QUAY

- Phép quay làm thay đổi hướng của đối tượng.
- Một phép quay phải có tâm quay, góc quay.
- Góc quay dương thường được quy ước là chiều ngược chiều kim đồng hồ (counterclockwise), góc quay âm là chiều cùng chiều kim đồng hồ (clockwise).
- Phép quay làm thay đổi tất cả các điểm của đối tượng.

❖ Phép quay quanh gốc tọa độ

Trong hình 2.6:

- r là khoảng cách từ gốc tọa độ đến điểm đang xét, r giống nhau cho điểm $P(x,y)$ và $Q(x',y')$.

PHÉP QUAY

- \emptyset là góc trước khi quay điểm P
- θ là góc quay

Ta có:

$$\begin{aligned}x' &= r\cos(\emptyset + \theta) = r\cos\emptyset\cos\theta - r\sin\emptyset\sin\theta \\y' &= r\sin(\emptyset + \theta) = r\cos\emptyset\sin\theta + r\sin\emptyset\cos\theta\end{aligned}\quad (4.1)$$

Mặt khác:

$$x = r\cos\emptyset, \quad y = r\sin\emptyset$$

Thay vào (4.1) ta được:

$$\begin{aligned}x' &= x\cos\theta - y\sin\theta \\y' &= x\sin\theta + y\cos\theta\end{aligned}$$

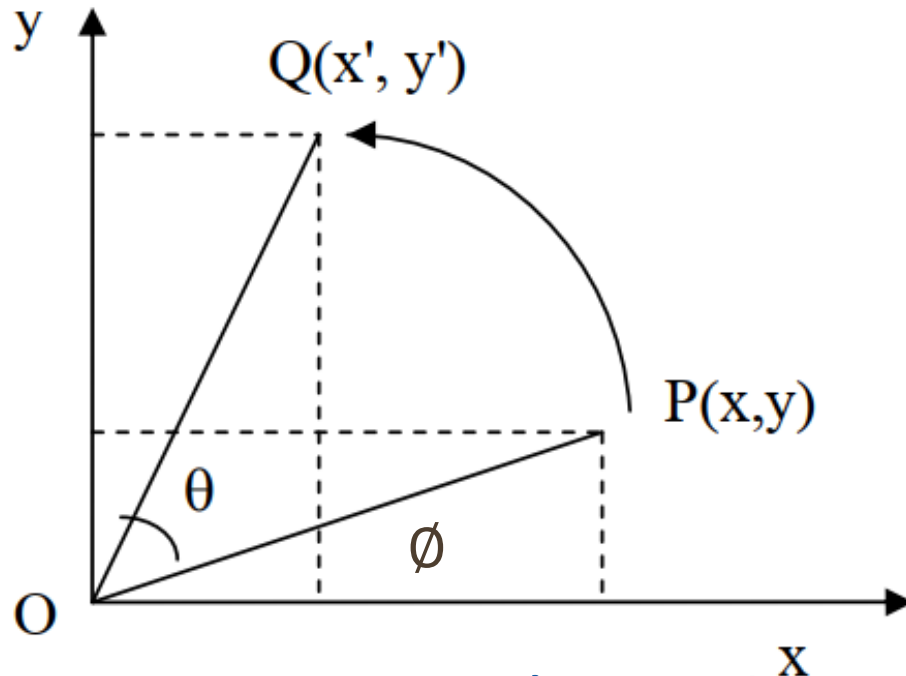
PHÉP QUAY

Biểu diễn dạng ma trận

$$Q = R.P$$

với

$$R = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$



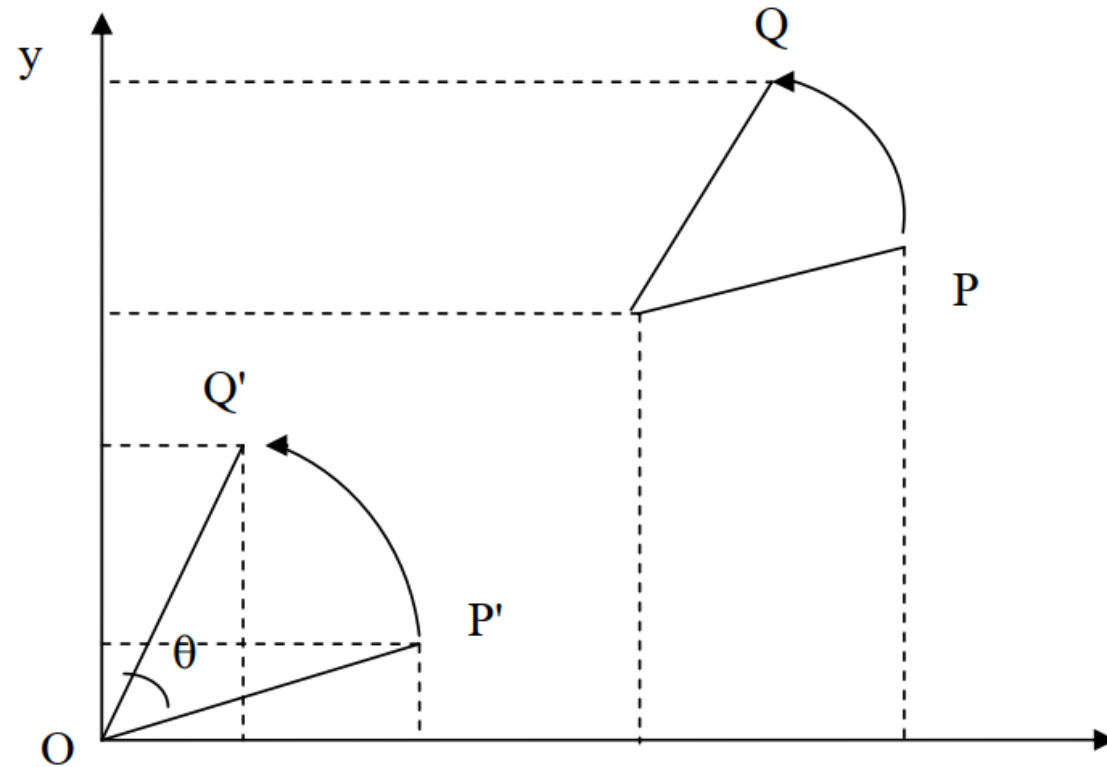
Hình 2.6. Quay điểm từ P đến Q quanh gốc tọa độ một góc θ

PHÉP QUAY

❖ Phép quay quanh một điểm bất kỳ

Xét điểm $P(P.x, P.y)$ quay quanh điểm $V(V.x, V.y)$ một góc θ được kết hợp từ các phép biến đổi sau:

- Phép tịnh tiến $(-V.x, -V.y)$ để dịch chuyển tâm quay về gốc tọa độ.
- Phép quay quanh gốc tọa độ O một góc θ .
- Phép tịnh tiến $(+V.x, +V.y)$ để đưa tâm quay về vị trí ban đầu.



Hình 2.7. Phép quay quanh một điểm bất kỳ

PHÉP QUAY

Cần xác định tọa độ của điểm Q

– Từ phép tịnh tiến $(-V.x, -V.y)$ biến đổi điểm P thành P' ta được:

$$\mathbf{P'} = \mathbf{P} + \mathbf{V}$$

$$\text{hay} \quad \begin{cases} P'.x = P.x - V.x \\ P'.y = P.y - V.y \end{cases}$$

– Phép quay quanh gốc tọa độ biến đổi điểm P' thành Q':

$$Q' = P'.M.$$

$$\begin{cases} Q'.x = P'.x * \cos\theta - P'.y * \sin\theta \\ Q'.y = P'.x * \sin\theta + P'.y * \cos\theta \end{cases}$$

PHÉP QUAY

– Phép tịnh tiến $(+V.x, +V.y)$ biến đổi điểm Q' thành Q ta được:

$$Q = Q' + V$$

$$\text{hay } \begin{cases} Q.x = Q'.x + V.x \\ Q.y = Q'.y + V.y \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q.x = (P.x - V.x)\cos\theta - (P.y - V.y)\sin\theta + V.x \\ Q.y = (P.y - V.y)\sin\theta + (P.x - V.x)\cos\theta + V.y \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q.x = P.x\cos\theta - P.y\sin\theta + V.x(1 - \cos\theta) + V.y\sin\theta \\ Q.y = P.x\sin\theta + P.y\cos\theta - V.x\sin\theta + V.y(1 - \cos\theta) \end{cases}$$

PHÉP QUAY

Vậy $Q = P.M + tr$

với

$$\begin{cases} M = \begin{vmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{vmatrix} \\ tr = V.x(1 - \cos\theta) + V.y\sin\theta, -V.x\sin\theta + V.y(1 - \cos\theta) \end{cases}$$

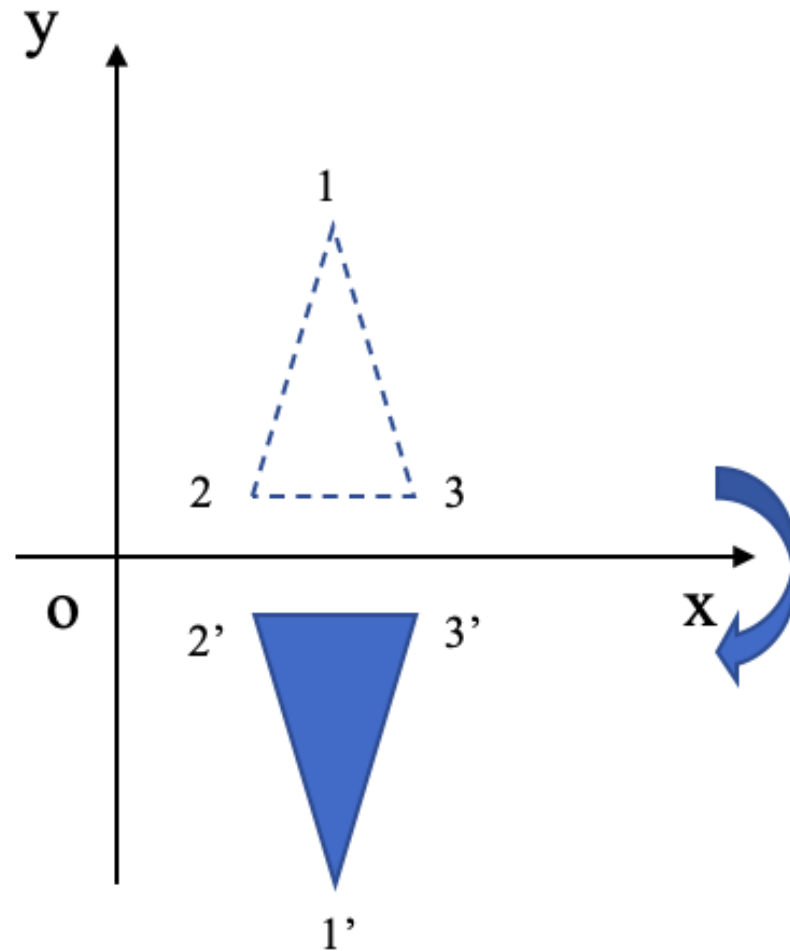
PHÉP ĐỐI XỨNG

- Phép đối xứng trục có thể xem là phép quay quanh trục đối xứng một góc 180° .
- Trục đối xứng có thể nằm trong mặt phẳng xy hoặc vuông góc mặt phẳng xy
- Đối xứng qua trục x (đường thẳng $y = 0$) được thực hiện thông qua ma trận

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix}$$

phép biến đổi này giữ nguyên giá trị x, nhưng "lật" (flip) giá trị y. Hướng của đối tượng sau khi thực hiện phép đối xứng thể hiện trong hình 2.8

PHÉP ĐỐI XỨNG



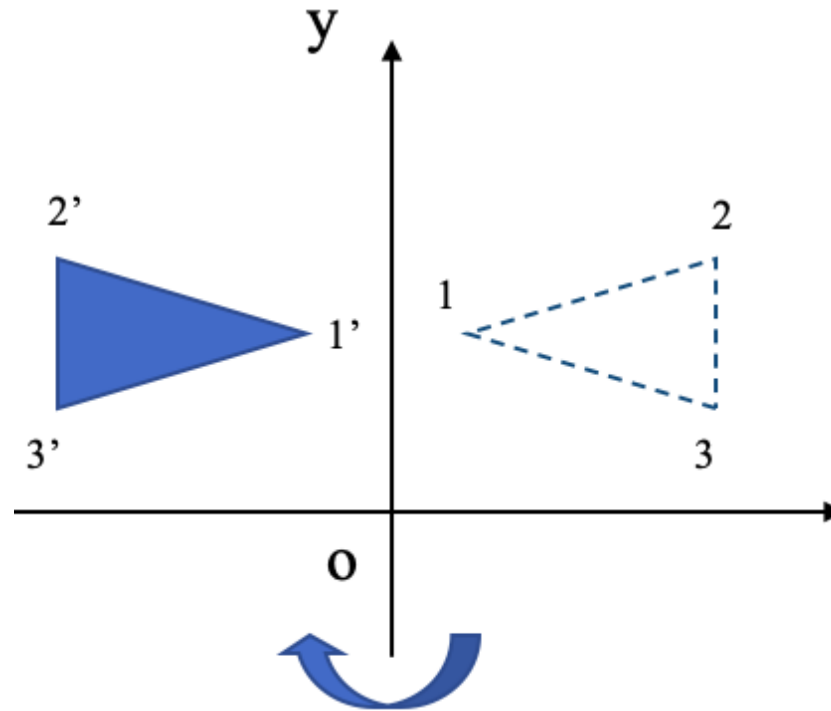
Hình 2.8. Đối xứng đối tượng qua trục x

- Phép đối xứng đối tượng qua trục y (đường thẳng $x = 0$) lật tọa độ x nhưng giữ nguyên tọa độ y. Ma trận của phép biến đổi như sau

PHÉP ĐỐI XỨNG

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

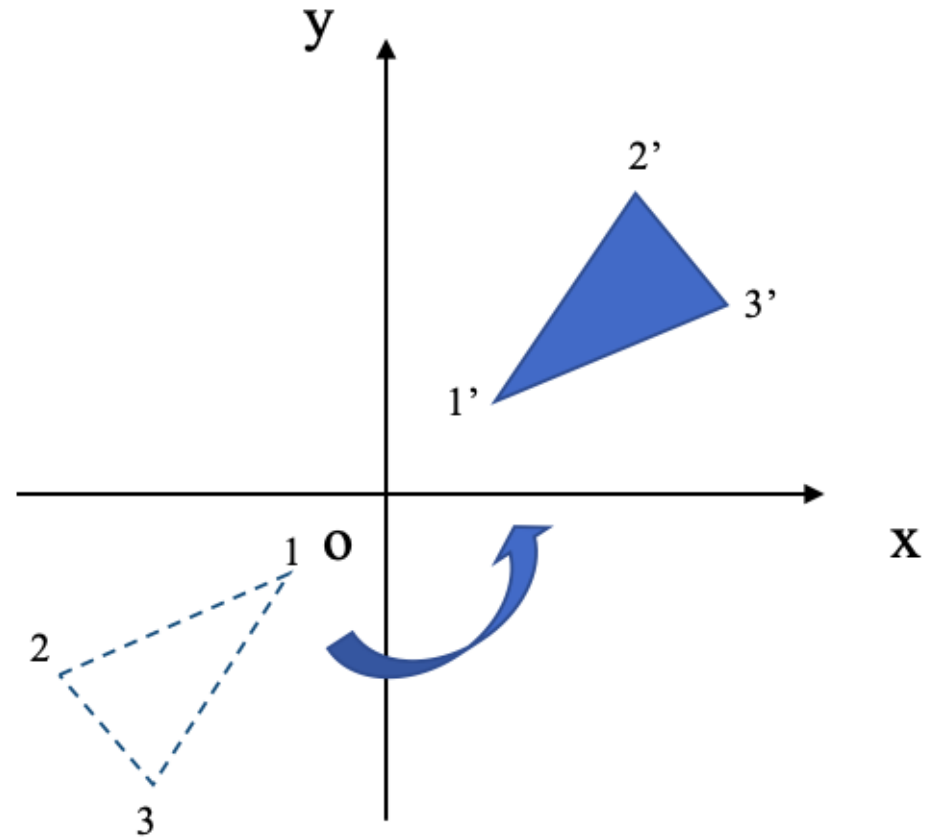
Hướng của đối tượng sau khi thực hiện phép đối xứng thể hiện trong hình 2.9



Hình 2.9. Đối xứng đối tượng qua trục Y

PHÉP ĐỐI XỨNG

- Khi lật 2 giá trị x, y của một điểm bằng cách lấy đối xứng qua một trục vuông góc mặt phẳng xy và đi qua gốc tọa độ. Đây là phép đối xứng qua gốc tọa độ.



Hình 2.10. Đối xứng đối tượng qua gốc tọa độ

PHÉP KÉO XIÊN

- Phép kéo xiên (shear) làm biến dạng đối tượng bằng cách “nắm” một phần của đối tượng và kéo nó theo hướng nào đó.
- Kéo theo trục x làm thay đổi hoành độ, tung độ giữ nguyên.
- Kéo theo trục y làm thay đổi tung độ, hoành độ giữ nguyên.
- Ma trận biến đổi:

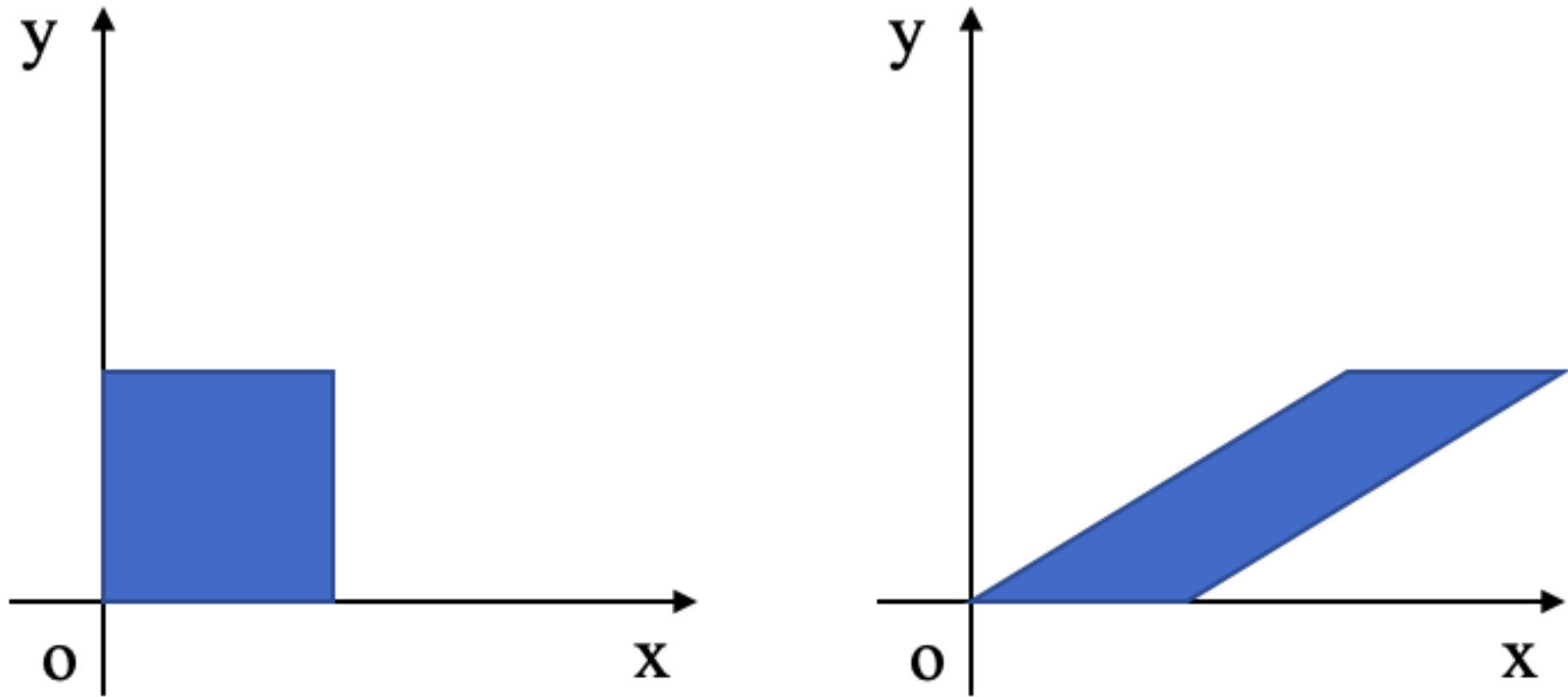
$$\begin{vmatrix} 1 & sh_x \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Phép biến đổi này sẽ biến đổi tọa độ các điểm theo công thức:

$$\begin{aligned} x' &= x + sh_x \cdot y \\ y' &= y \end{aligned}$$

PHÉP KÉO XIÊN

- Tham số sh_x có giá trị bất kỳ. Nếu đặt $sh_x = 2$, hình vuông sẽ biến thành hình bình hành như hình 2.11



Hình 2.11. Biến đổi hình vuông thành hình bình hành bằng phép kéo xiên

1. Các phép biến đổi hình học cơ sở: tịnh tiến, quay, đối xứng, biến đổi ngược.
2. Vẽ các hình đặc biệt trong OpenGL

Chương 4

PHÉP BIẾN ĐỔI TRONG ĐỒ HỌA 2D

Vẽ các hình đặc biệt trong OpenGL

```
void glutWireSphere(GLdouble radius, GLint slices, GLint  
stacks); //Hình cầu rỗng  
void glutSolidSphere(GLdouble radius, GLint slices, GLint  
stacks); //Hình cầu đặc  
void glutWireCube(GLdouble size); //Lập phương rỗng  
void glutSolidCube(GLdouble size); //Lập phương đặc  
void glutWireTorus(GLdouble innerRadius, GLdouble  
outerRadius, GLint nsides, GLint rings); //Hình xuyên  
void glutSolidTorus(GLdouble innerRadius, GLdouble  
outerRadius, GLint nsides, GLint rings);  
void glutWireIcosahedron(void); //Khối 2 mặt rỗng  
void glutSolidIcosahedron(void); //Khối 2 mặt đặc  
void glutWireOctahedron(void); //Bát diện rỗng
```

Vẽ các hình đặc biệt trong OpenGL

```
void glutSolidOctahedron(void); //bát diện đặc
void glutWireTetrahedron(void); //Tứ diện rỗng
void glutSolidTetrahedron(void); //Tứ diện đặc
void glutWireDodecahedron(GLdouble radius); //khối 12 mặt
void glutSolidDodecahedron(GLdouble radius);
void glutWireCone(GLdouble radius, GLdouble height, GLint
slices, GLint stacks); //Hình nón
void glutSolidCone(GLdouble radius, GLdouble height, GLint
slices, GLint stacks);
void glutWireTeapot(GLdouble size); //Bình trà
void glutSolidTeapot(GLdouble size);
```



Xin cảm ơn!

