

[illegible]

# CONTENTS

- **Các phép biến đổi 3D**
- **Mô hình 3D**
- **Phép chiếu**
- **Quan sát đối tượng 3D**

- **Các phép biến đổi 3D**
- Mô hình 3D
- Phép chiếu
- Quan sát đối tượng 3D

- Các phép biến đổi hình học cơ sở
- Phép biến đổi ngược
- Kết hợp các phép biến đổi

## Hệ tọa độ thuần nhất

Phép biến đổi affine 3D biến điểm  $P(x,y,z)$  thành điểm  $Q(x', y', z')$  có dạng:

$$Q=P.M$$

Trong đó, ma trận biến đổi  $M$ :

$$M = \begin{pmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ \hline tr_x & tr_y & tr_z & 1 \end{pmatrix}$$

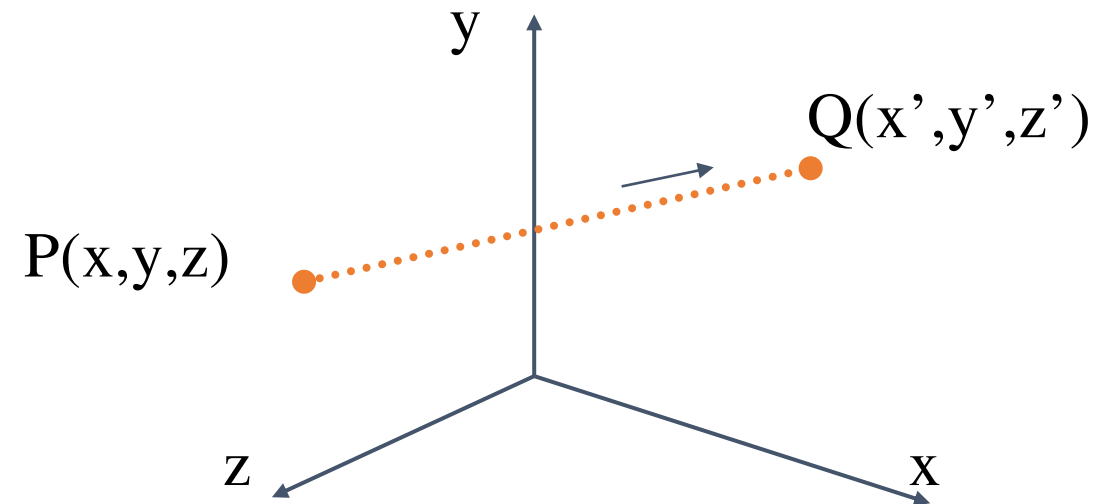
Quay , tỉ lệ

Tịnh tiến

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Ma trận của phép biến đổi tịnh tiến:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & t_z & 1 \end{pmatrix}$$



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Đối xứng qua mặt phẳng xy:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Đối xứng qua mặt phẳng xz:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Đối xứng qua mặt phẳng yz:

$$M = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Đối xứng qua gốc tọa độ:

$$M = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

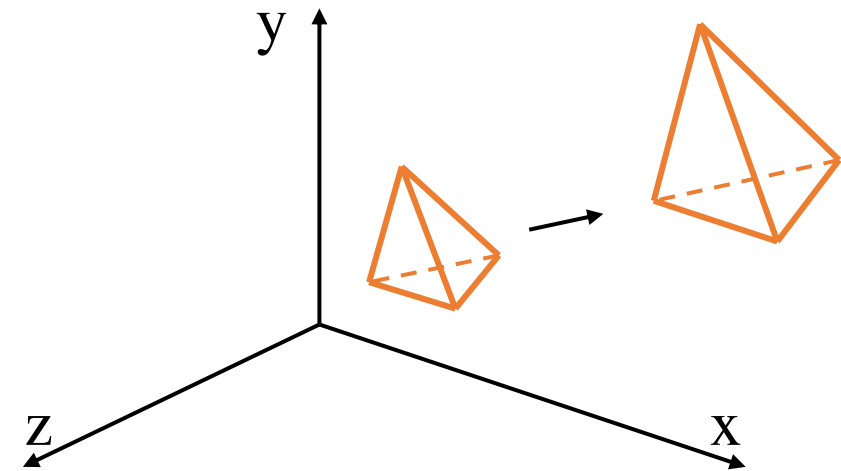
Ma trận của phép biến đổi tỉ lệ là:

$$M = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$s_x, s_y, s_z$  là các hệ số tỉ lệ

Khi  $s_x = s_y = s_z = s$  ta có phép biến đổi đồng dạng.

Trong phép biến đổi trên, gốc tọa độ O sẽ có ảnh là chính nó. Khi đó O là tâm của phép biến đổi.



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Phép biến đổi tỉ lệ theo tâm  $(x_0, y_0, z_0)$  được mô tả bằng dãy ba phép biến đổi sau:

- Tịnh tiến tâm  $(x_0, y_0, z_0)$  về gốc toạ độ.
- Biến đổi tỉ lệ có tâm ở gốc toạ độ.
- Tịnh tiến ngược tâm từ gốc toạ độ về lại vị trí ban đầu.

Ma trận của phép biến đổi theo tâm  $(x_0, y_0, z_0)$  như sau:

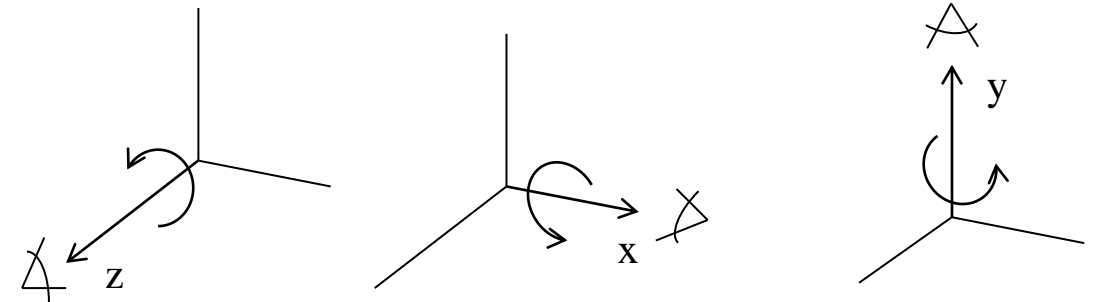
$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_0 & -y_0 & -z_0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x_0 & y_0 & z_0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ (1 - s_x)x_0 & (1 - s_y)y_0 & (1 - s_z)z_0 & 1 \end{pmatrix}$$

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục tọa độ

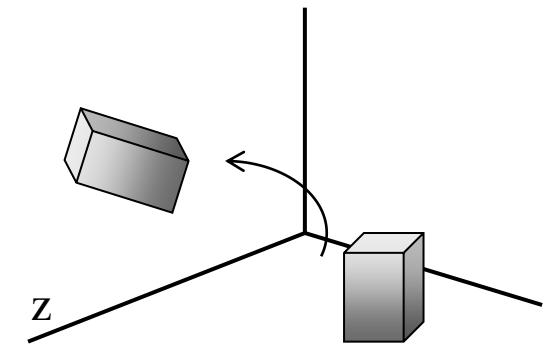
- Qui ước: Quay ngược chiều kim đồng hồ theo trục sẽ tạo thành góc dương nếu nhìn về gốc tọa độ từ nửa trục dương.



Quay quanh trục z:

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

$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & z & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục tọa độ

Các ma trận biểu diễn phép quay quanh trục x, y, z một góc  $\alpha$  lần lượt là  $R(x, \alpha)$ ,  $R(y, \alpha)$ ,  $R(z, \alpha)$  như sau:

Quay quanh trục x:

$$R(x, \alpha) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Quay quanh trục y:

$$R(y, \alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

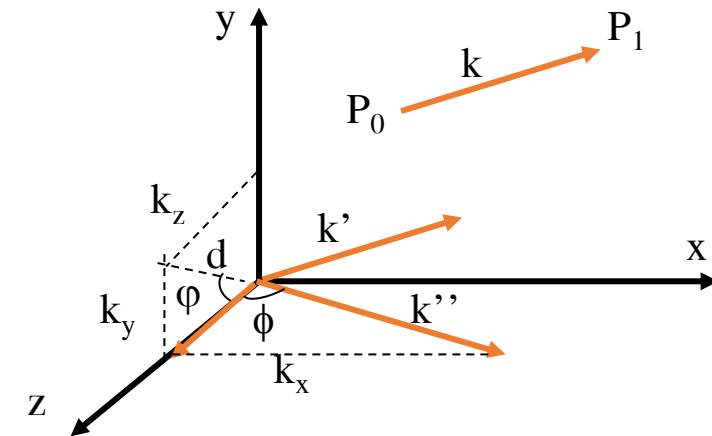
Quay quanh trục z:

$$R(z, \alpha) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục bất kỳ

Giả sử trục quay được biểu diễn bởi đường thẳng  $k$  đi qua 2 điểm  $P_0$  và  $P_1$ .



Để thực hiện phép quay quanh  $k$ , ta thực hiện một chuỗi các thao tác sau:

- Thực hiện một số phép tịnh tiến, quay để  $k$  trùng trục  $z$  như sau:
  - Tịnh tiến  $k$  về gốc toạ độ (thành trục  $k'$ ) với ma trận biến đổi là  $Tr(-P_0)$ .
  - Quay quanh trục  $x$  một góc  $\varphi$  để đặt  $k'$  lên mặt phẳng  $xy$  (thành trục  $k''$ ) với ma trận biến đổi là:  $R(x, \varphi)$ .
  - Quay quanh trục  $y$  một góc  $\theta$  để đưa  $k''$  về trục  $z$  với mt biến đổi là:  $R(y, -\theta)$ .
- Quay quanh trục  $z$  một góc  $\alpha$  với ma trận biến đổi là:  $R(z, \alpha)$ .
- Thực hiện ngược lại các phép biến đổi sao cho  $k$  trở về vị trí ban đầu, các ma trận biến đổi lần lượt là:  $R(y, \theta), R(x, -\varphi), Tr(P_0)$ .

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục bất kỳ

Vậy phép quay một điểm quanh trục  $k$  bất kỳ với một góc  $\alpha$  được phân tích thành các chuỗi biến đổi sau:

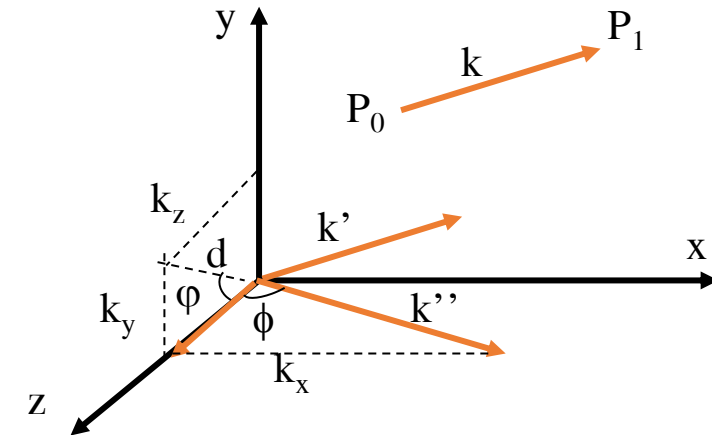
$$\text{Tr}(-P_0) \cdot R(x, \varphi) \cdot R(y, -\theta) \cdot R(z, \alpha) \cdot R(y, \theta) \cdot R(x, -\varphi) \cdot \text{Tr}(P_0).$$

Trong đó góc quay  $\varphi, \theta$  được xác định dựa trên cơ sở chiếu  $k'$  lên mặt phẳng  $yz$ , ta có:

$$k = P_0 P_1 ; \quad d = \sqrt{k_y^2 + k_z^2}$$

$$\cos(\varphi) = k_z/d ; \quad \sin(\varphi) = k_y/d$$

$$\cos(\theta) = k_z/k ; \quad \sin(\theta) = k_x/k$$



## Phép biến đổi ngược

Tất cả các phép biến đổi đều có ma trận nghịch đảo

- Ma trận nghịch đảo của phép tịnh tiến có được bằng cách thay các hệ số  $t_x, t_y, t_z$  bằng  $-t_x, -t_y, -t_z$ .
- Ma trận nghịch đảo của phép biến đổi tỉ lệ có được bằng cách thay các hệ số  $s_x, s_y, s_z$  bằng  $1/s_x, 1/s_y, 1/s_z$
- Ma trận nghịch đảo của phép quay có được bằng cách thay góc  $\alpha$  bằng  $-\alpha$ .

## Kết hợp các phép biến đổi

Tương tự như trong trường hợp biến đổi 2D.

Nếu  $M_1$  biến đổi  $P$  thành  $P'$  và  $M_2$  biến đổi  $P'$  thành  $Q$  thì  $M=M_1M_2$  sẽ biến đổi  $P$  thành  $Q$ .

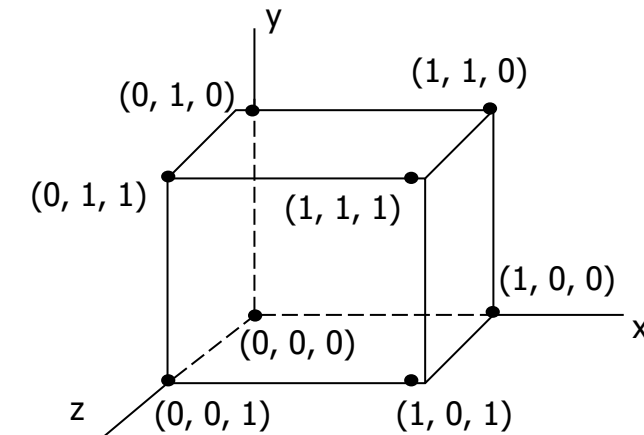
⇒ Ma trận của phép biến đổi kết hợp có thể được tính từ tích các ma trận của các phép biến đổi thành phần.



## Bài tập

1. Một hình chóp  $A(0, 0, 0)$ ,  $B(1, 0, 0)$ ,  $C(0, 1, 0)$  và  $D(0, 0, 1)$  được xoay một góc  $45^\circ$  quanh đoạn thẳng  $L$  được xác định theo hướng  $\mathbf{V} = \mathbf{j} + \mathbf{k}$  và đi qua đỉnh  $C$ . Xác định tọa độ các đỉnh sau phép xoay.

2. Tìm các tọa độ mới của khối vuông đơn vị như hình bên đây, sau khi xoay quanh một trục xác định bởi điểm  $A(2, 1, 0)$  và  $B(3, 3, 1)$ . Góc xoay là  $90^\circ$  ngược chiều kim đồng hồ.



- Các phép biến đổi 3D
- **Mô hình 3D**
- Phép chiếu
- Quan sát đối tượng 3D

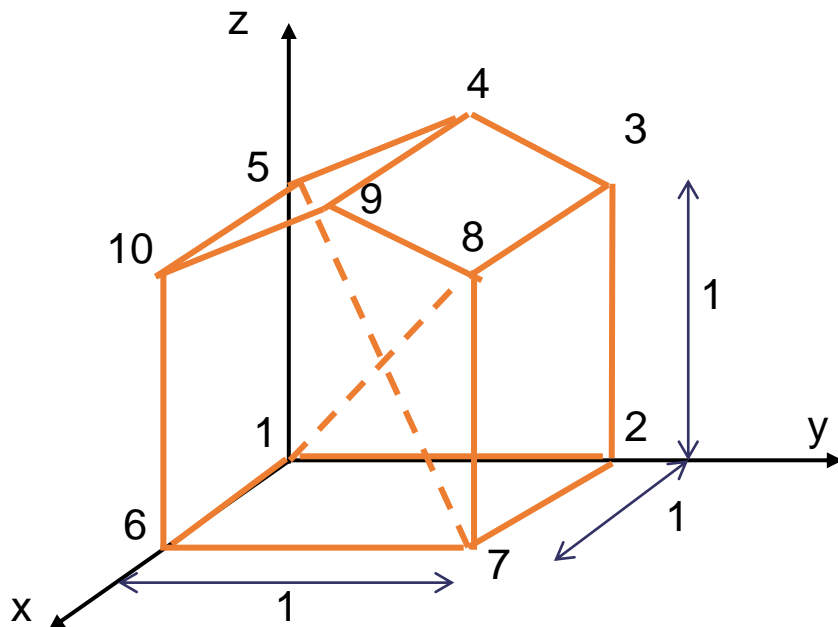
- Mô hình khung kết nối
- Mô hình các mặt đa giác

## Mô hình khung kết nối

Mô hình khung kết nối (WF-WireFrame model) thể hiện hình dáng của một đối tượng 3D bởi 2 danh sách:

- **Danh sách các đỉnh** (vertices): lưu toạ độ các đỉnh.
- **Danh sách các cạnh** (edges): lưu 2 đỉnh đầu và cuối của từng cạnh.

## Mô hình khung kết nối



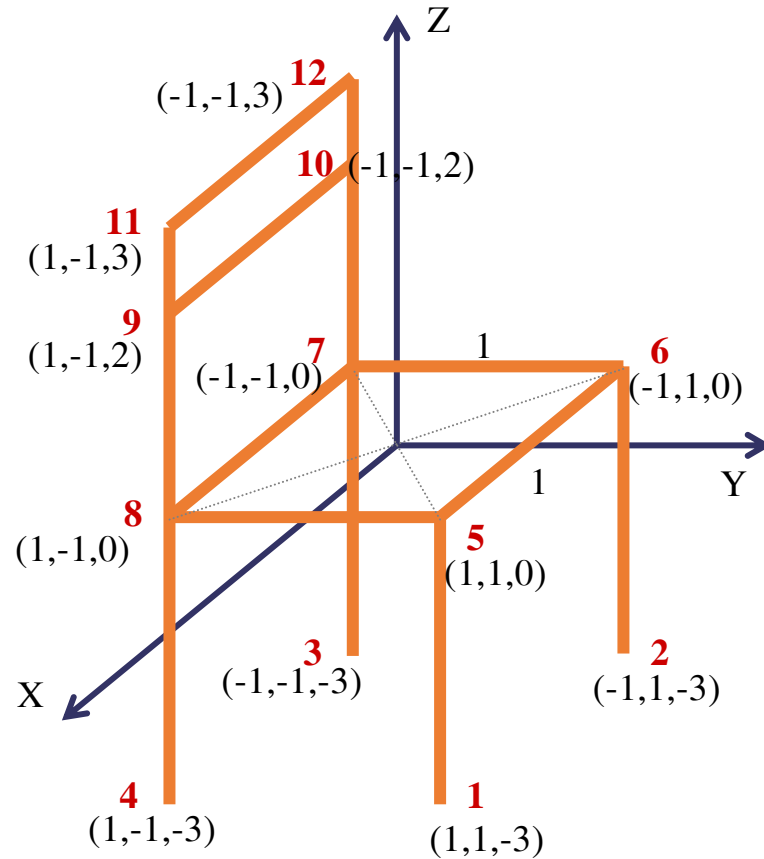
Danh sách đỉnh

Đỉnh	x	y	z
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	1	1
4	0	0.5	1.5
5	0	0	1
6	1	0	0
7	1	1	0
8	1	1	1
9	1	0.5	1.5
10	1	0	1

Danh sách cạnh

Cạnh	Đầu	Cuối
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	1
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10
10	10	6
11	1	6
12	2	7
13	3	8
14	4	9
15	5	10
16	2	5
17	1	3

## Mô hình khung kết nối



Danh sách đỉnh			
Đỉnh	X	Y	Z
1	1	1	-3
2	-1	1	-3
3	-1	-1	-3
4	1	-1	-3
5	1	1	0
6	-1	1	0
7	-1	-1	0
8	1	-1	0
9	1	-1	2
10	-1	-1	2
11	1	-1	3
12	-1	-1	3

Danh sách cạnh		
Cạnh	Đầu	Cuối
1	1	5
2	2	6
3	3	12
4	4	11
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	5
9	9	10
10	11	12

## Mô hình khung kết nối

```
typedef struct 3DPoint{
    int x;  int y;  int z;
};
typedef struct EdgeType{
    int  beginP;
    int  endP;
};

typedef struct WireFrame{
    int          numVertex, numEdge;
    3DPoint      vertex[MAX];
    EdgeType     edge[MAX];
};
```

## Mô hình mặt đa giác

Mô hình các mặt đa giác (Polygon Mesh model) thể hiện hình dáng của một đối tượng 3D bởi 2 danh sách:

- **Danh sách các đỉnh:** lưu toạ độ các đỉnh.
- **Danh sách các mặt:** lưu thứ tự các đỉnh tạo nên mặt đó.

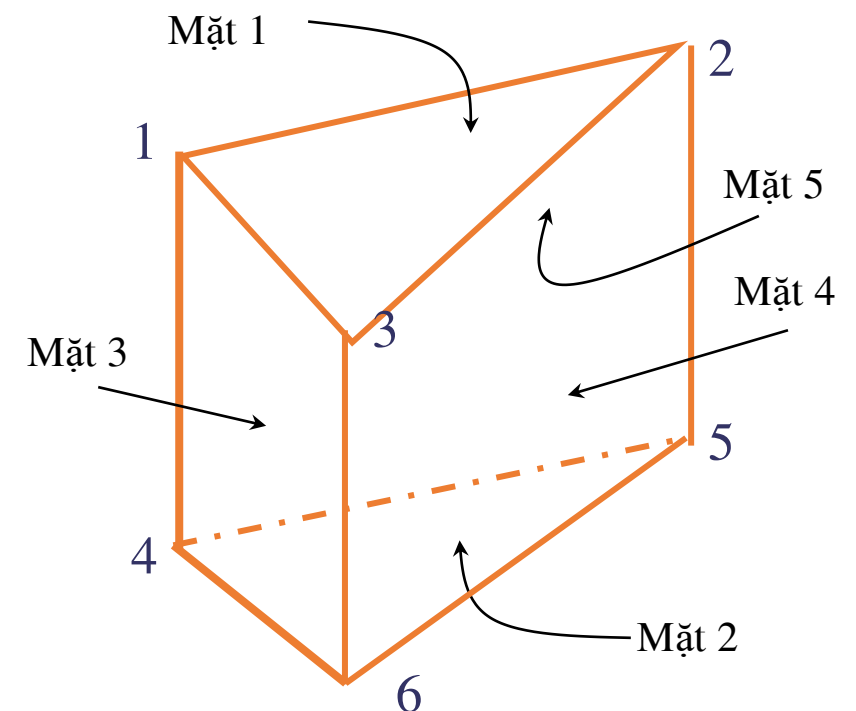


## Mô hình mặt đa giác

Ví dụ: Mô tả vật thể như trong hình vẽ sau:

Danh sách đỉnh			
Đỉnh	X	Y	Z
1	x1	y1	z1
2	x2	y2	z2
3	x3	y3	z3
4	x4	y4	z4
5	x5	y5	z5
6	x6	y6	z6

Danh sách mặt	
mặt	
1	1,3,2
2	4,5,6
3	1,4,6,3
4	3,6,5,2
5	1,2,5,4



## Mô hình mặt đa giác

```
typedef struct 3DPoint{
    int x;  int y;  int z;
};
typedef struct FaceType{
    int      nFace;
    int      indexFace[MAX];
};

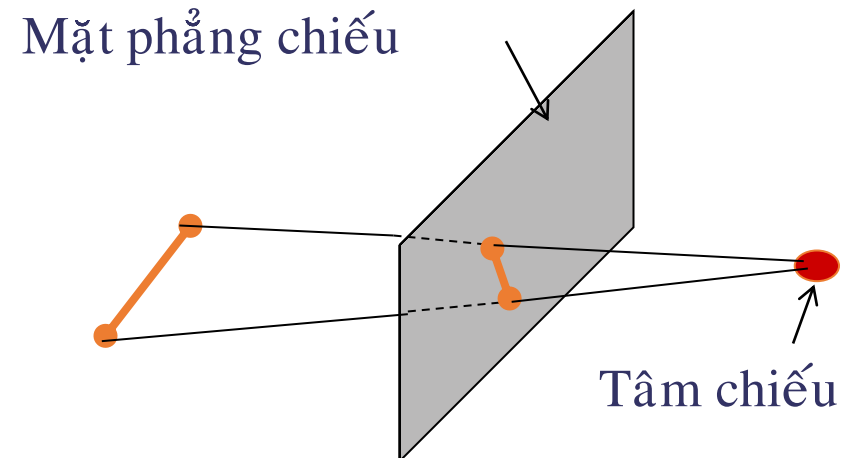
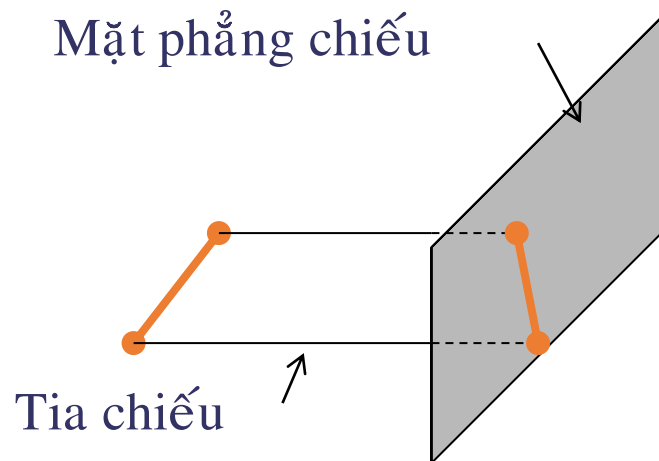
typedef struct FaceModel{
    int          numVertex, numFace;
    3DPoint      vertex[MAX];
    FaceType      face[MAX];
};
```

- Các phép biến đổi 3D
- Mô hình 3D
- **Phép chiếu**
- Quan sát đối tượng 3D

- **Chiếu** (Projection) là biến đổi hệ tọa độ  $n$ -chiều sang hệ tọa độ  $m$ -chiều, trong đó  $m < n$ .
  - Trong đồ họa máy tính thường sử dụng biến đổi  $3D \rightarrow 2D$
- Các khái niệm liên quan
  - **Tia chiếu**: đi qua các điểm trên đối tượng đến mặt phẳng để tạo ảnh 2D
  - **Mặt phẳng chiếu**: nơi hình thành ảnh 2D của các đối tượng 3D

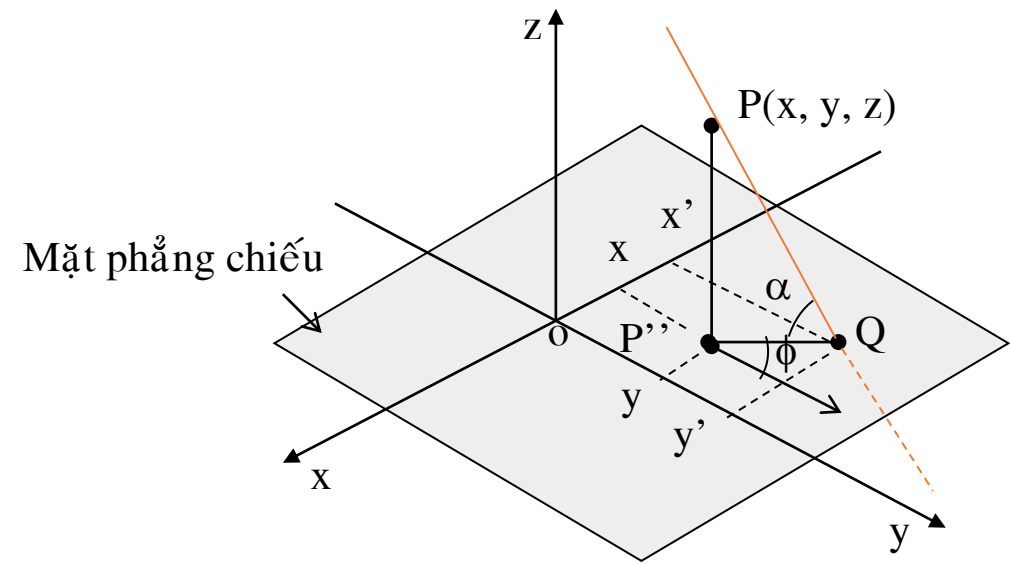
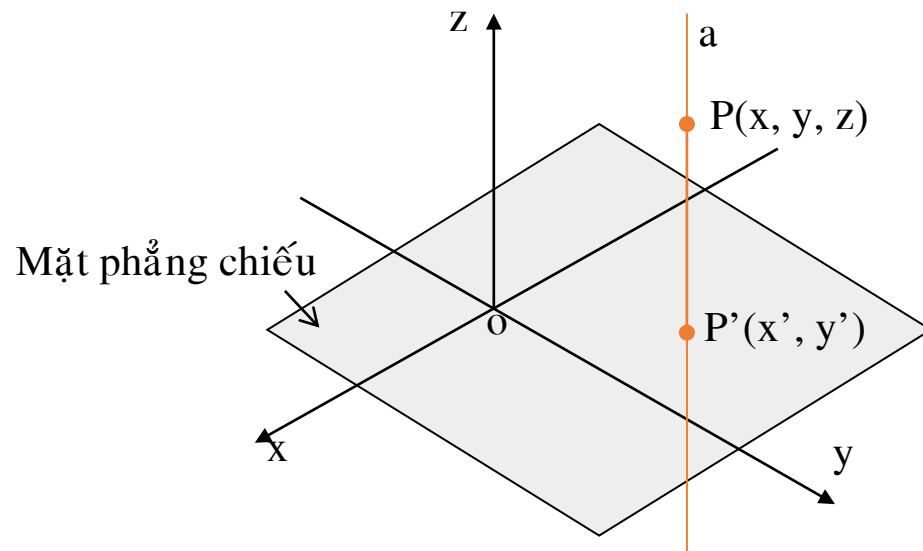
Hai nhóm phép chiếu đối tượng 3D sang 2D cơ bản

- **Chiếu song song** (parallel projection)
  - Chiếu các điểm trên đối tượng theo đường song song
  - Sử dụng nhiều trong đồ họa máy tính, vẽ kỹ thuật
- **Chiếu phối cảnh** (perspective projection)
  - Chiếu các điểm trên đối tượng theo đường hội tụ đến tâm chiếu
  - Sử dụng nhiều trong các trò chơi (cảm giác thực hơn)



## Phép chiếu song song (Parallel projective)

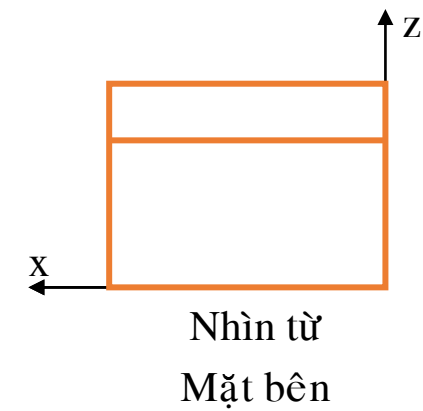
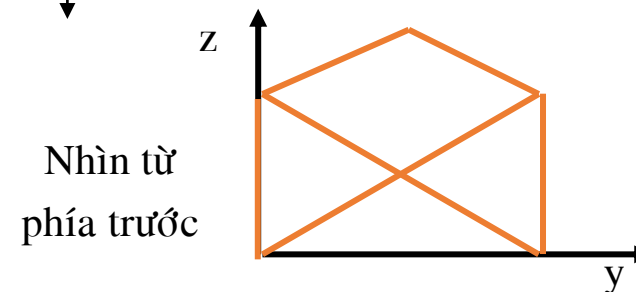
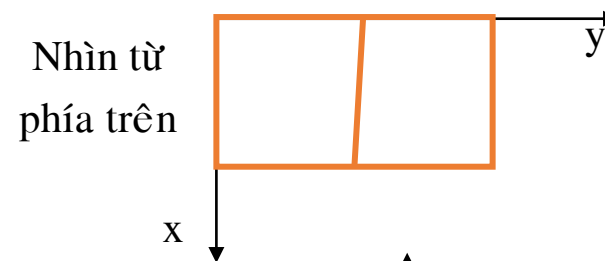
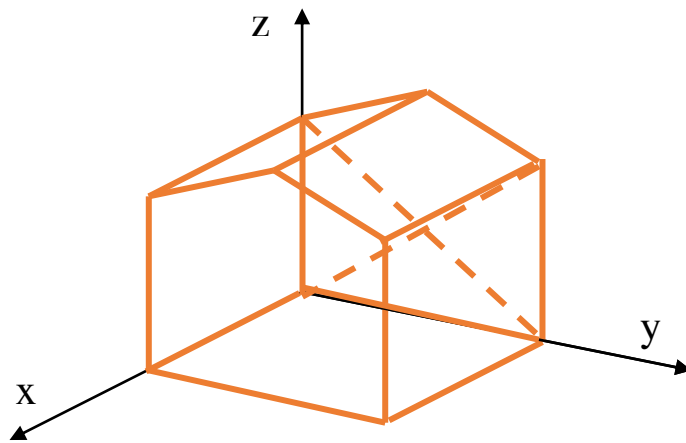
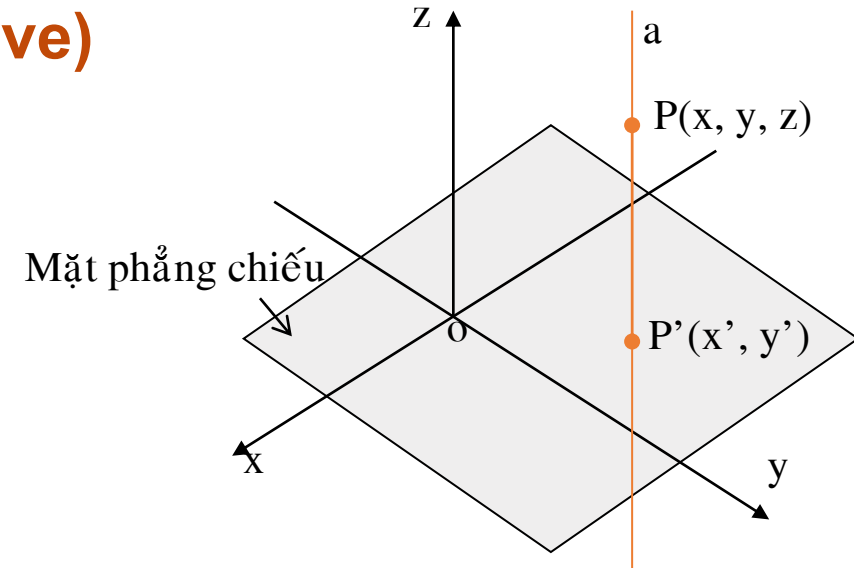
Hướng của tia chiếu vuông góc với mặt phẳng chiếu ta có **phép chiếu trực giao** (orthographic projection), Ngược lại, ta có **phép chiếu xiên** (oblique projection).



## Phép chiếu song song (Parallel projective)

### Phép chiếu trực giao

để chiếu điểm  $P(x, y, z)$  lên mặt phẳng chiếu thành  $P'(x', y')$ , cách đơn giản là bỏ đi thành phần  $z$ .



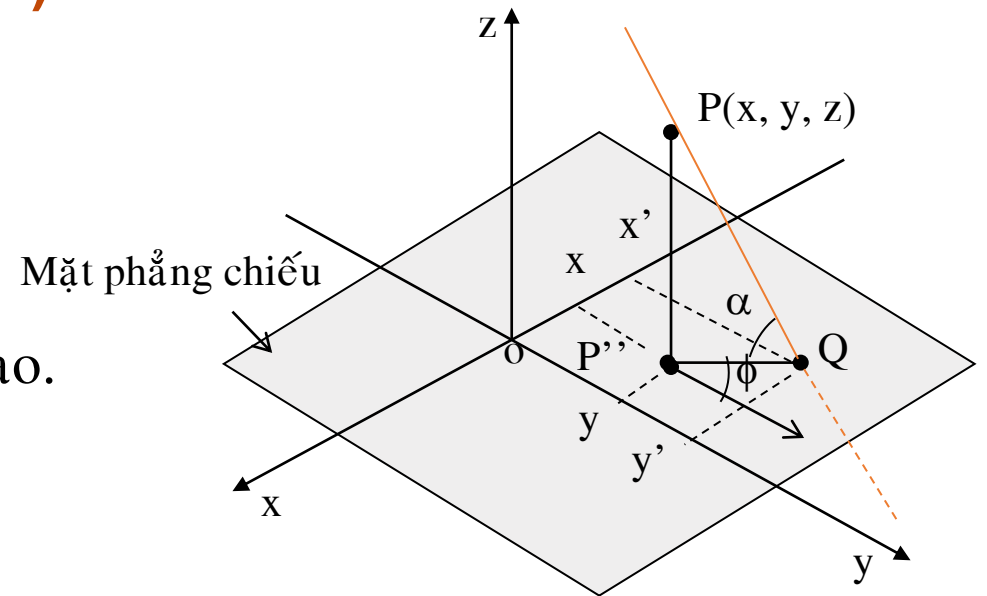
## Phép chiếu song song (Parallel projective)

### Phép chiếu xiên

Điểm  $P(x,y,z)$  sẽ có ảnh là điểm  $P'$ . Trong đó:

- $P''$  là hình chiếu của  $P$  qua phép chiếu trực giao.
- $\alpha$  là góc tạo bởi tia chiếu và  $P'P''$
- $\phi$  là góc tạo bởi  $P'P''$  với trục  $y$ .

Biết  $P$ ,  $\alpha$ ,  $\phi$  ta có thể xác định được điểm chiếu  $P'(x',y',z')$ .



- ☞ Phép chiếu song song bảo toàn được mối quan hệ giữa các chiều của đối tượng.  
Tuy nhiên phép chiếu song song không biểu diễn thực của đối tượng ba chiều.



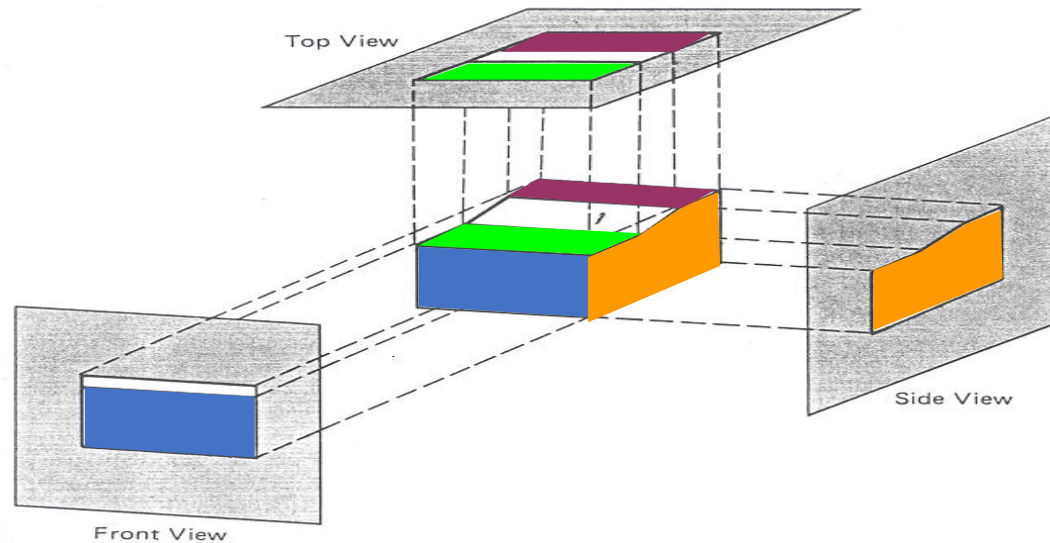
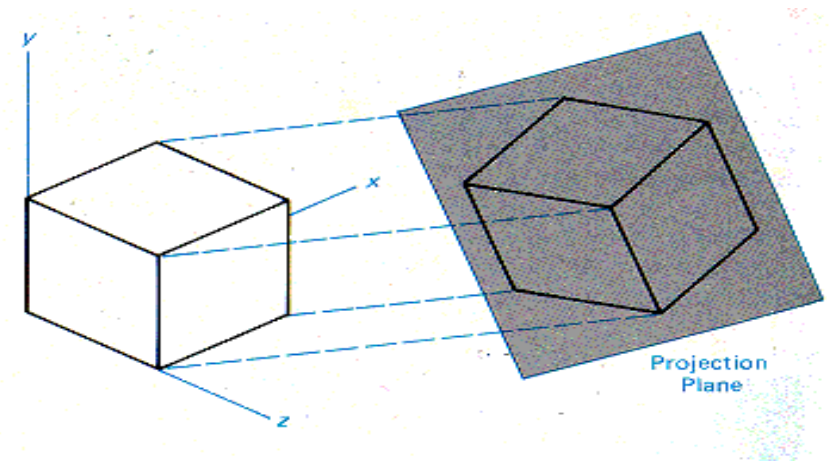
## Phép chiếu song song (Parallel projective)

**Chiếu xiên:** Chiếu lên mặt xy

$$x_p = x$$

$$y_p = y$$

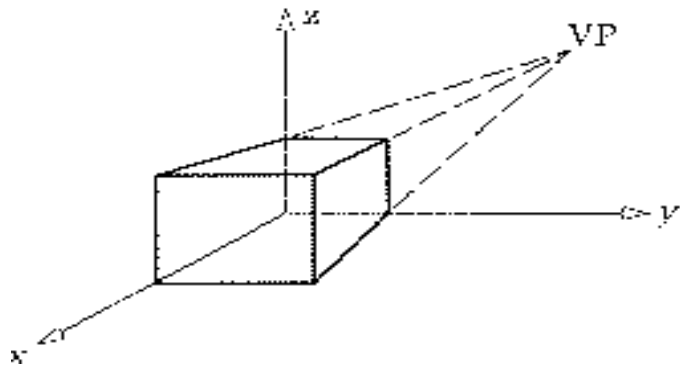
$$z = 0$$



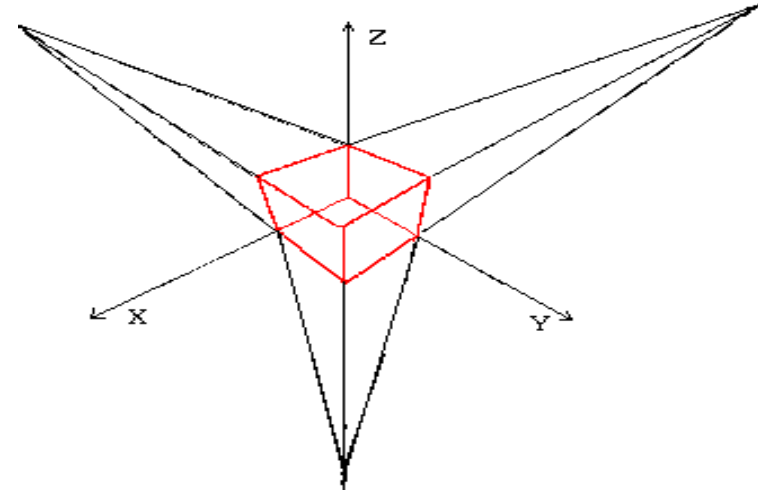
**Chiếu trực giao**

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)

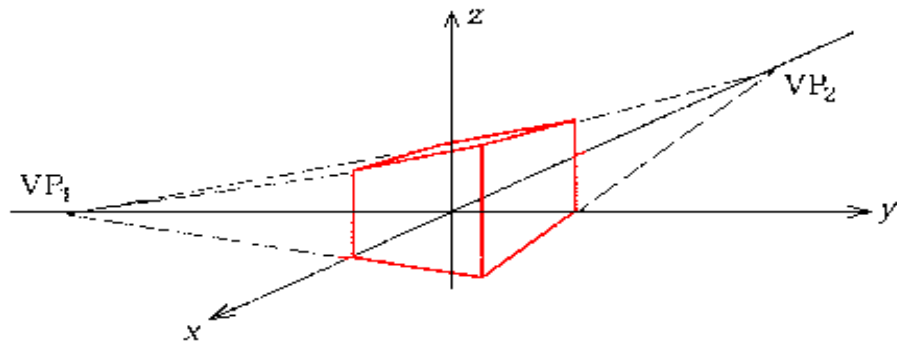
- Các tia chiếu gặp nhau tại tâm chiếu (vanishing point)



**1 tâm chiếu:** Mặt chiếu song song với hai trục tọa độ



**3 tâm chiếu:** Mặt chiếu không song song với bất kỳ trục tọa độ nào

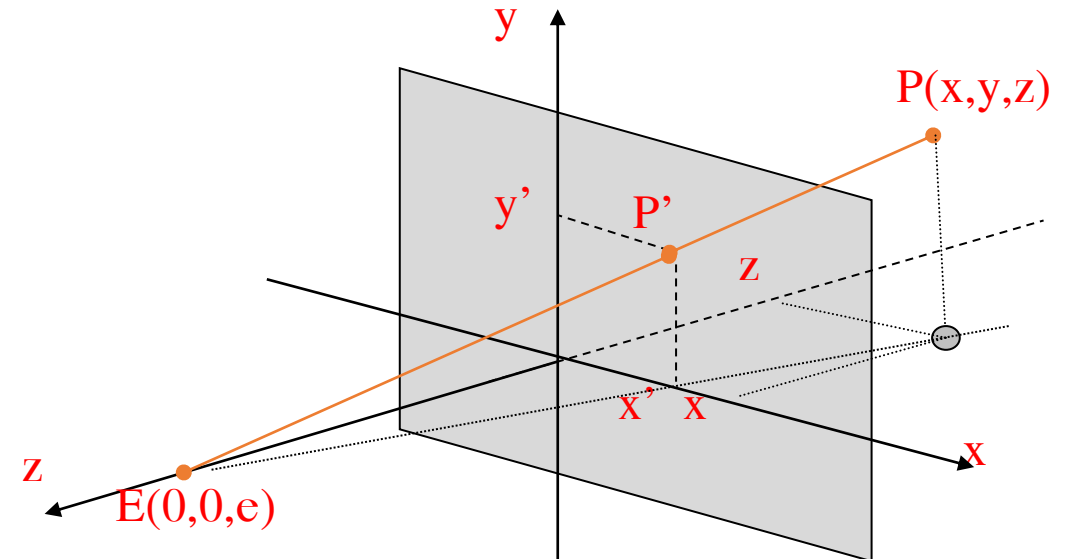


**2 tâm chiếu:** Mặt chiếu song song với một trục tọa độ

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)

Các tia chiếu hội tụ về một điểm duy nhất gọi là mắt nhìn. Phép chiếu phụ thuộc vào vị trí tương đối của mắt nhìn và mặt phẳng quan sát.

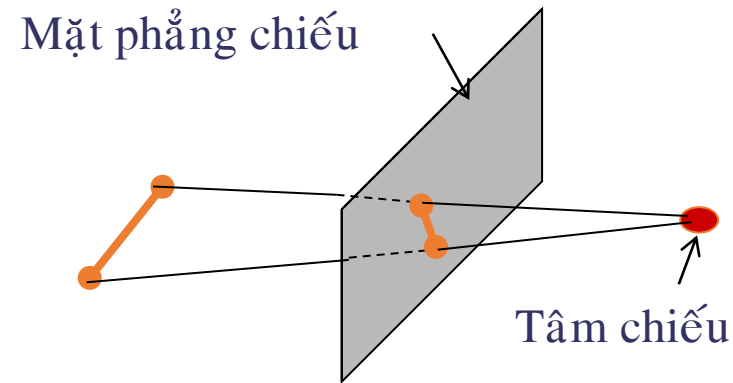
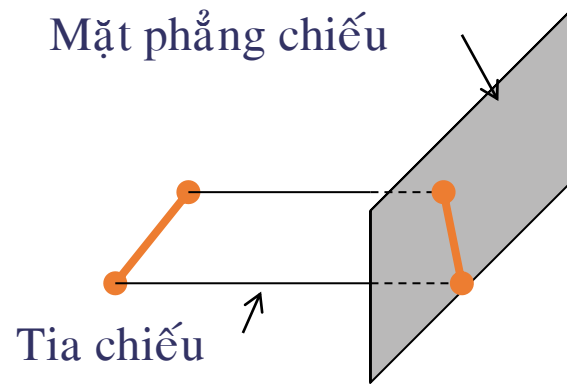
Giả sử mặt phẳng được đặt tại  $z=0$ , tâm phép chiếu được đặt trên trục  $z$  với khoảng cách  $e$  và  $P$  nằm trước mắt nhìn



Ta có: 
$$\frac{x'}{x} = \frac{e}{e + (-z)} \Rightarrow x' = \frac{x}{1 - z/e}$$

tương tự 
$$\frac{y'}{y} = \frac{e}{e + (-z)} \Rightarrow y' = \frac{y}{1 - z/e} \quad \text{và} \quad z' = 0$$

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)



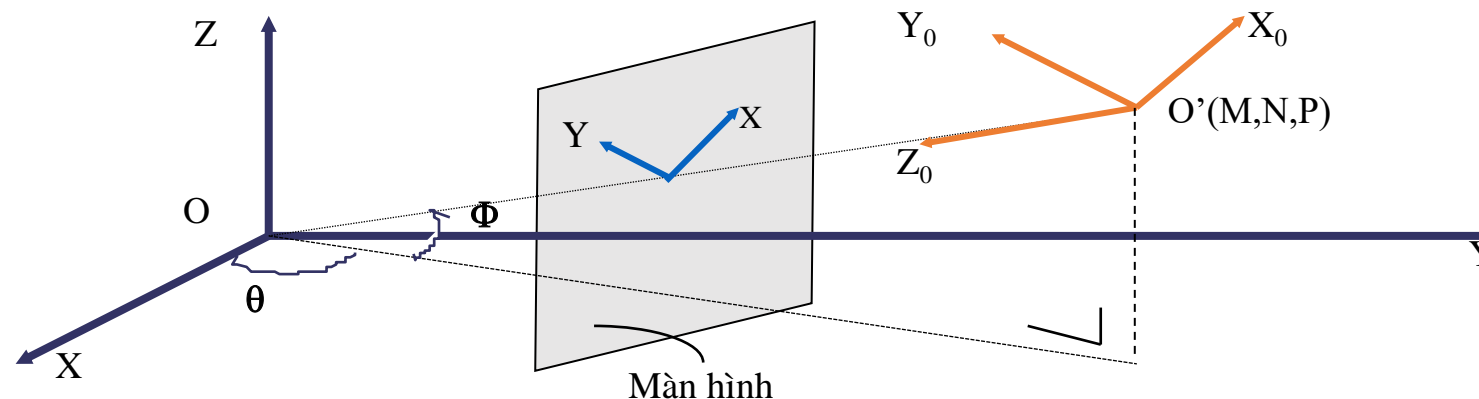
### Nhận xét:

- Phép chiếu phối cảnh không giữ nguyên hình dạng của vật thể.
- Vật ở trước mặt phẳng chiếu thì được phóng lớn, sau mặt phẳng chiếu thì bị thu nhỏ. Vật ở xa thì trông nhỏ, ở gần thì trông lớn.
- Ta có thể xem phép chiếu song song như là một phép chiếu phối cảnh nhưng có tâm chiếu ở xa vô cực

- Các phép biến đổi 3D
- Mô hình 3D
- Phép chiếu
- **Quan sát đối tượng 3D**

Khi mô tả việc quan sát một vật thể trong không gian ta cần lưu ý :

- ☞ Vật thể được chiếu lên một hệ theo quy tắc bàn tay phải ( $O, X, Y, Z$ )
- ☞ Mắt nằm ở gốc của một hệ theo quy tắc bàn tay trái ( $O', X_0, Y_0, Z_0$ )
- ☞ Mặt phẳng chiếu vuông góc với đường thẳng  $OO'$
- ☞ Trục  $Z_0$  của hệ tọa độ thứ 2 hướng vào gốc  $O$ . Hệ tọa độ thứ hai có tên là hệ tọa độ quan sát.



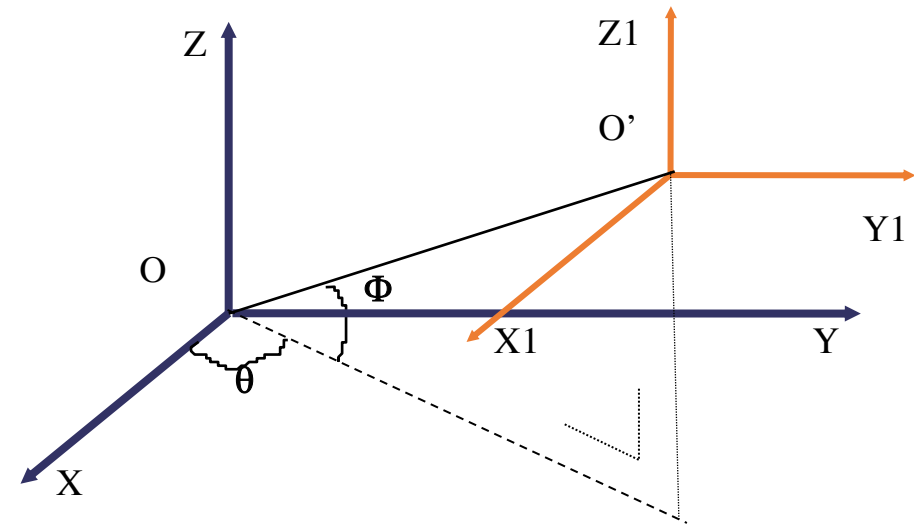
- ☞ phép biến đổi một điểm  $P(x, y, z)$  trong hệ tọa độ thứ nhất sang  $P'(x_0, y_0, z_0)$  trong hệ tọa độ thứ hai rồi chuyển sang tọa độ trên mặt phẳng quan sát ?

- **Bước 1:** Tịnh tiến gốc O thành O'.

Ma trận của phép tịnh tiến (Lấy nghịch đảo):

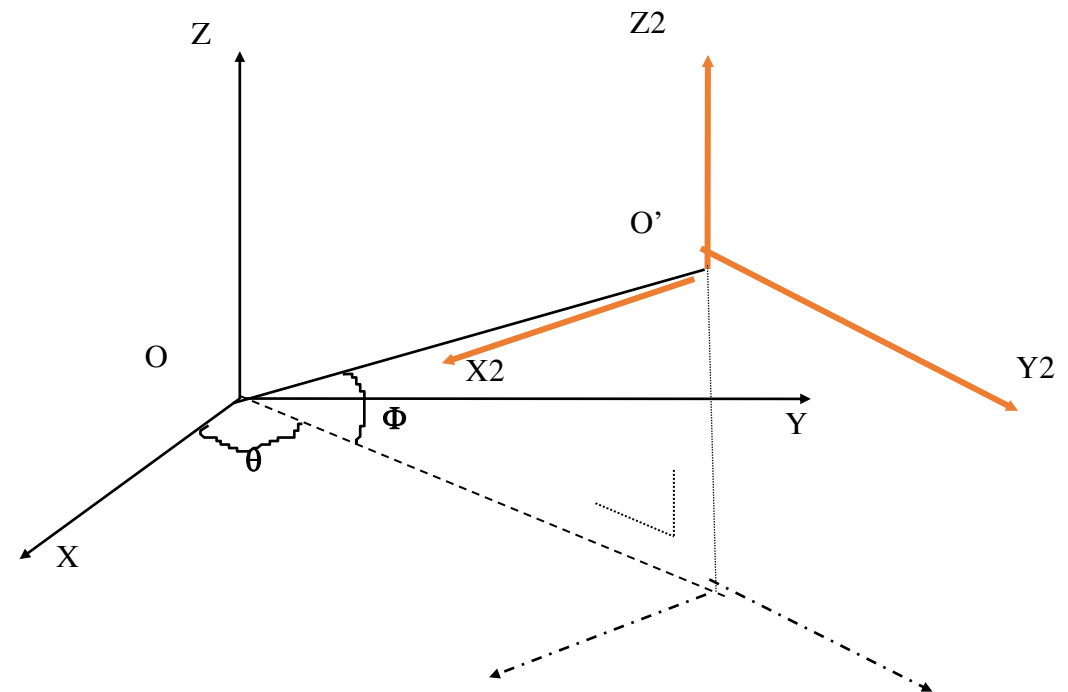
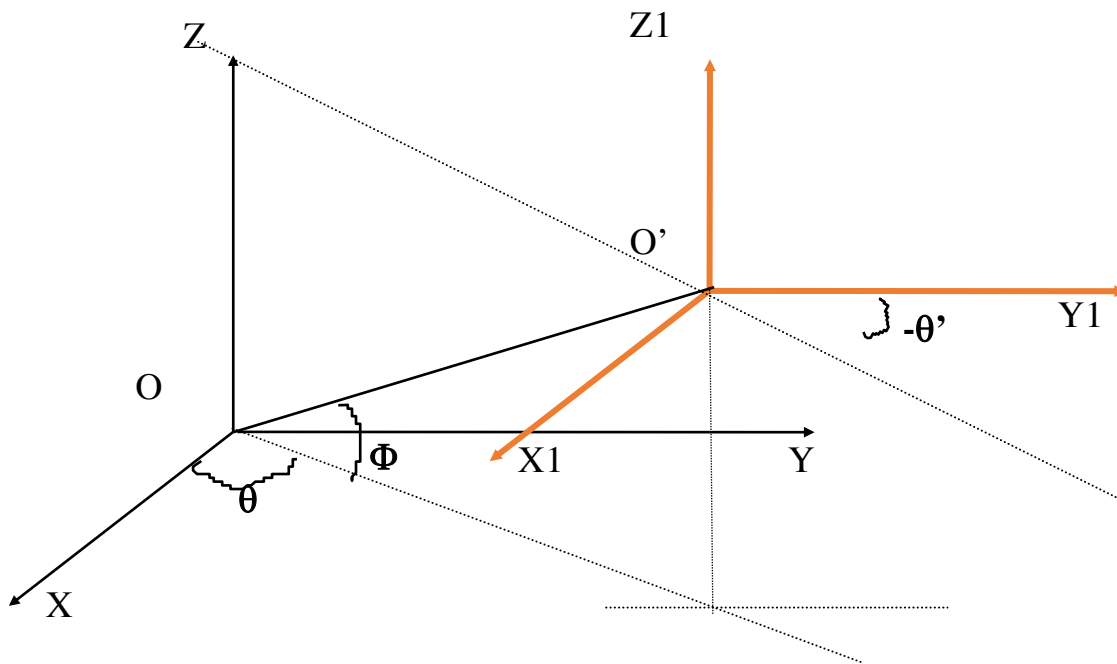
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -M & -N & -P & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -R.\cos(\theta).\cos(\phi) & -R.\sin(\theta).\cos(\phi) & -R.\sin(\phi) & 1 \end{pmatrix}$$



☞ Hệ (X,Y,Z) biến đổi thành hệ (X1,Y1,Z1).

- **Bước 2:** Quay hệ  $(X1, Y1, Z1)$  một góc  $-\theta'$  ( $\theta' = 90^\circ - \theta$ ) quanh trục  $Z1$  theo kim đồng hồ. Phép quay này làm cho trục âm của  $Y1$  cắt trục  $Z$ .





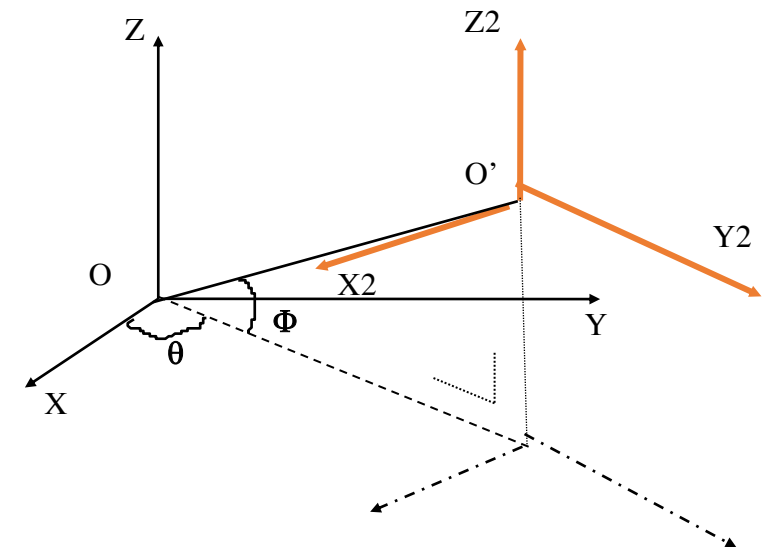
- **Bước 2:** Gọi  $R_z$  là ma trận tổng quát của phép quay quanh trục Z.  
Vì đây là phép quay hệ trục nên phải dùng ma trận nghịch đảo  $R_z^{-1}$ .

$$R_z^{-1} = \begin{pmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Thay  $a = -\theta'$ . Theo các phép toán lượng giác:

$$\sin(-\theta') = -\sin(\theta') = -\sin(90^\circ - \theta) = -\cos(\theta)$$

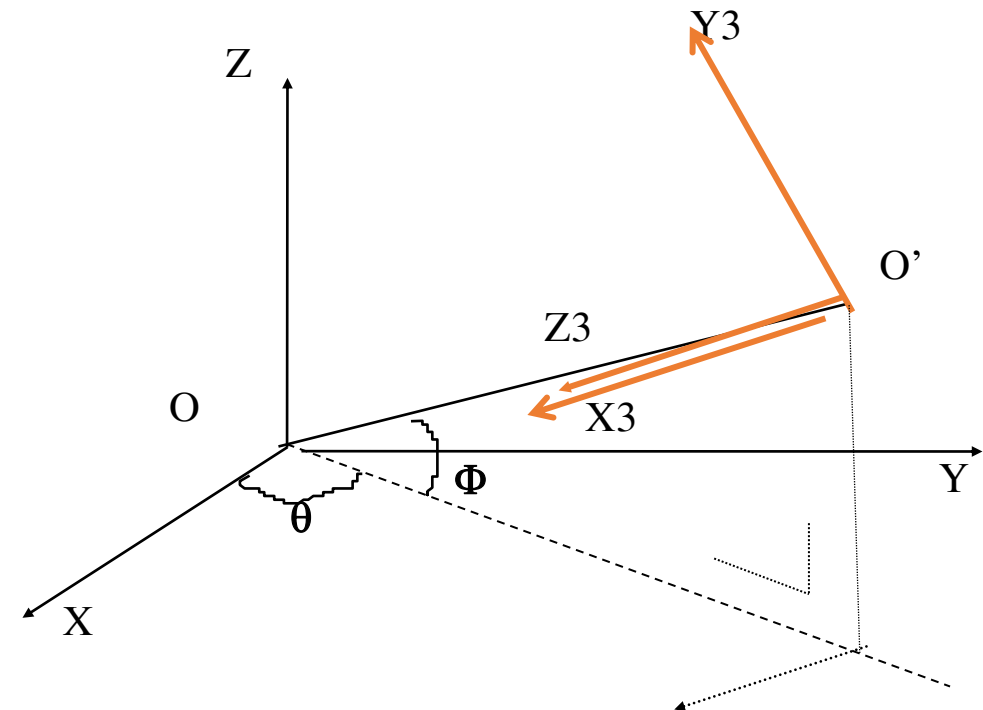
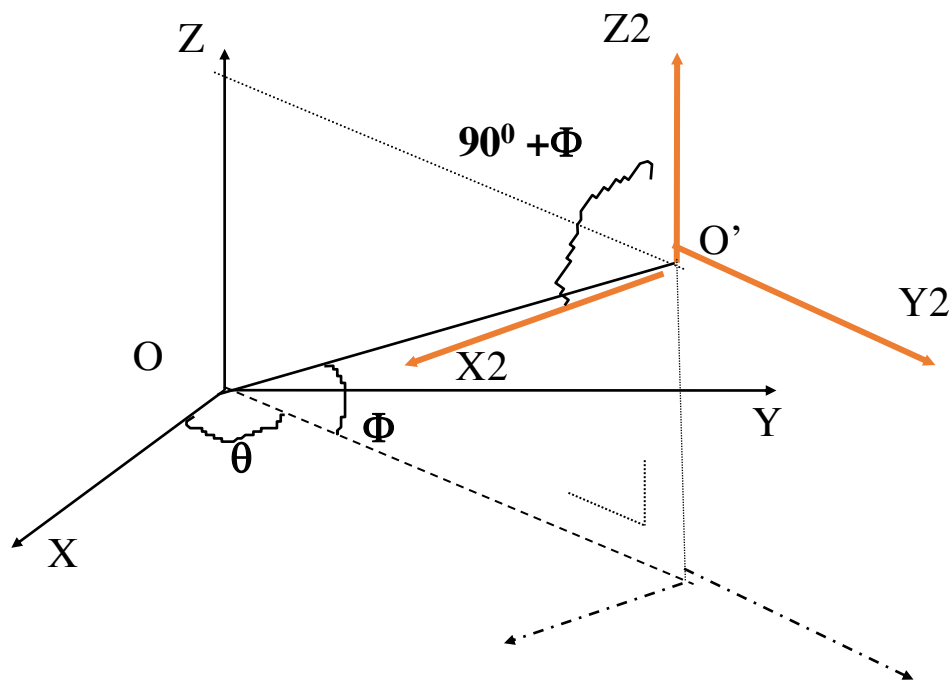
$$\cos(-\theta') = \cos(\theta') = \cos(90^\circ - \theta) = \sin(\theta)$$



Nên ma trận của phép quay tìm được sẽ có dạng:  $B = \begin{pmatrix} \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 & 0 \\ -\cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

☞ hệ  $(X1, Y1, Z1)$  biến đổi thành hệ  $(X2, Y2, Z2)$ .

- **Bước 3:** Quay hệ  $(X2, Y2, Z2)$  một góc  $90^\circ + \Phi$  quanh trục  $X2$ . Phép biến đổi này sẽ làm cho trục  $Z2$  hướng đến gốc  $O$ .



## • Bước 3:

Ta có:

$$R^{-1}_X = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ 0 & \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Thay góc  $a = 900 + \Phi$ ,

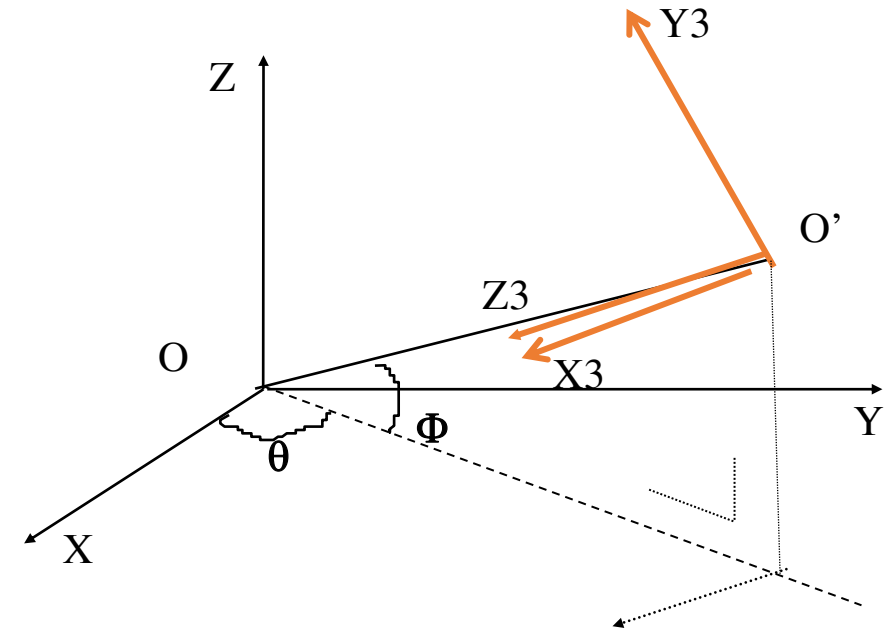
ta có:  $\cos(900 + \Phi) = -\sin(\Phi)$

và  $\sin(900 + \Phi) = \cos(\Phi)$

Nên ma trận tìm được sẽ có dạng:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\sin(\phi) & -\cos(\phi) & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

☞ hệ  $(X_2, Y_2, Z_2)$  biến đổi thành hệ  $(X_3, Y_2, Z_3)$ .

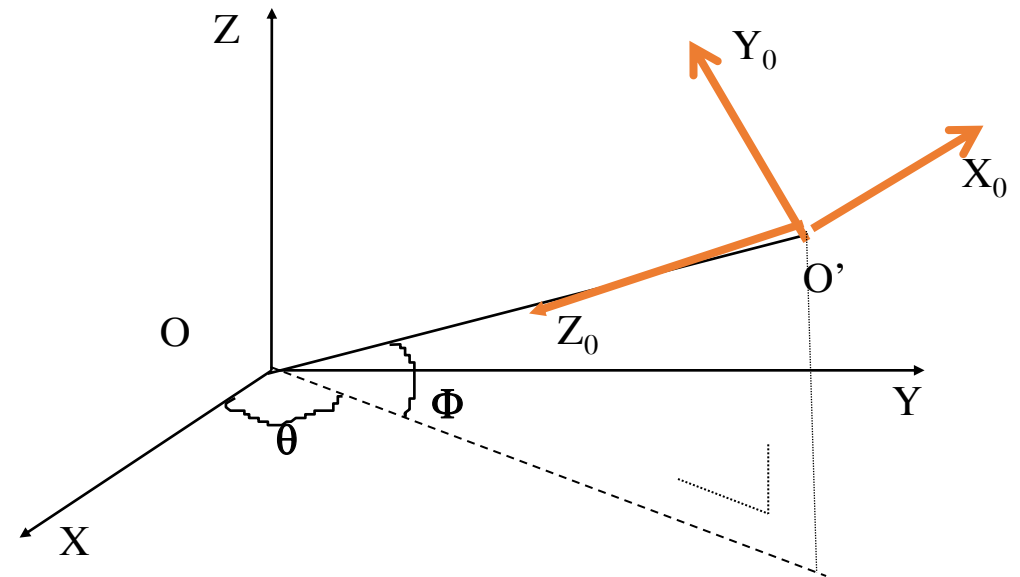


- **Bước 4:** Biến đổi hệ trục tiếp  $(X_3, Y_3, Z_3)$  thành hệ gián tiếp.

Đổi hướng trục  $X_3$  bằng cách đổi dấu các phần tử của cột  $X$ .

Ta nhận được ma trận:

$$D = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



☞ hệ  $(X_3, Y_3, Z_3)$  biến đổi thành hệ  $(X_0, Y_0, Z_0)$ .

## TÓM LẠI

Một điểm trong không gian biểu diễn trong hệ quan sát có dạng:

$$(x_0, y_0, z_0, 1) = (x, y, z, 1).A.B.C.D$$

Gọi  $T = A.B.C.D$ , ta tính được:

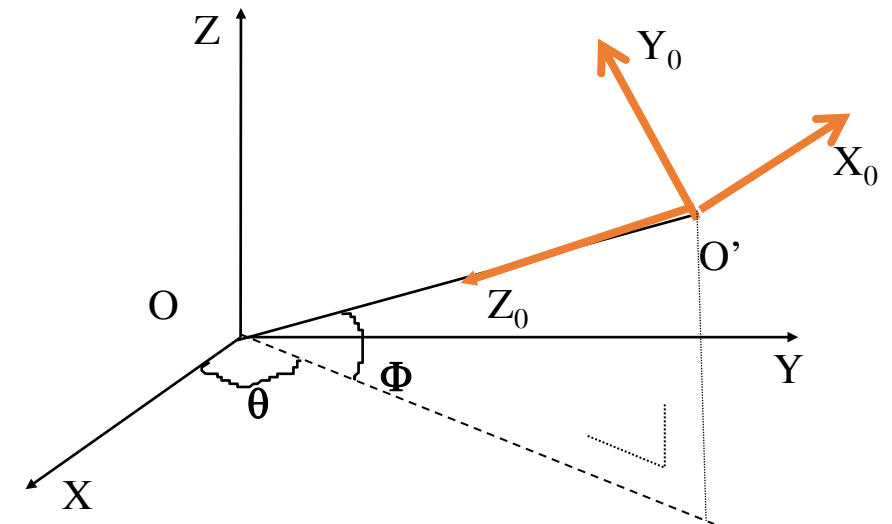
$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} -\sin(\theta) & -\cos(\theta).\sin(\phi) & -\cos(\theta).\cos(\phi) & 0 \\ \cos(\theta) & -\sin(\theta).\sin(\phi) & -\sin(\theta).\cos(\phi) & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & R & 1 \end{pmatrix}$$

Vậy:

$$x_0 = -x.\sin(\theta) + y.\cos(\theta)$$

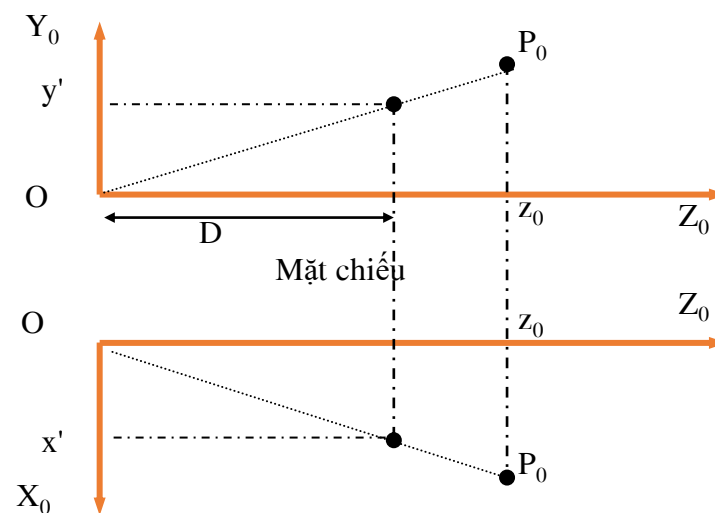
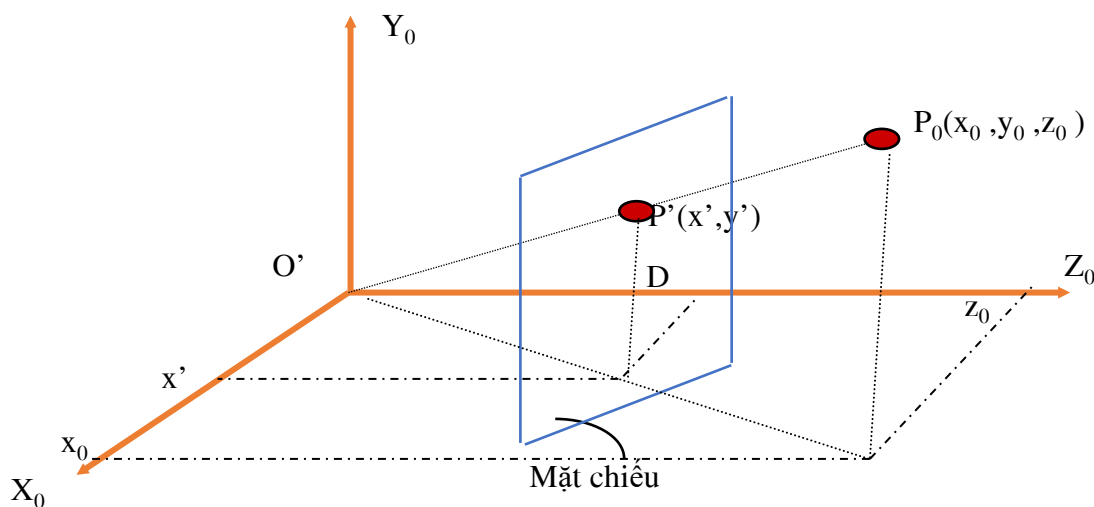
$$y_0 = -x.\cos(\theta).\sin(\Phi) - y.\sin(\theta).\sin(\Phi) + z.\cos(\Phi)$$

$$z_0 = -x.\cos(\theta).\cos(\Phi) - y.\sin(\theta).\cos(\Phi) - z.\sin(\Phi) + R$$



## Chiếu ảnh trong hệ quan sát lên màn hình

### • Phép chiếu phối cảnh



Gọi  $D$  là khoảng cách từ mặt phẳng chiếu đến mắt (gốc tọa độ).

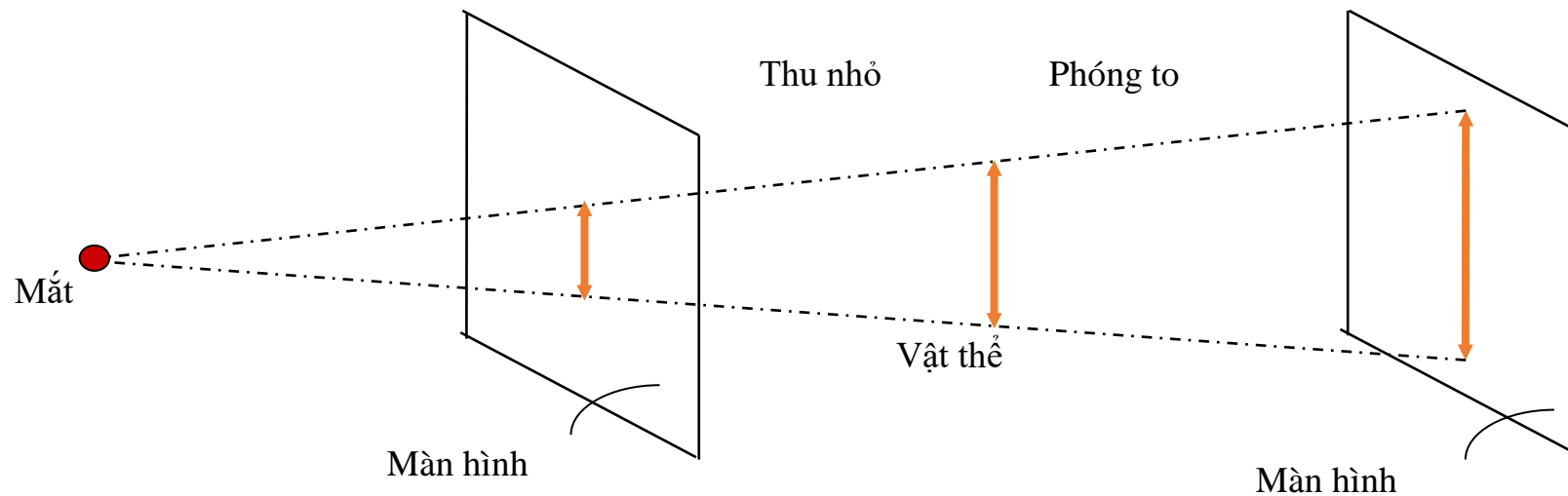
Ta có:  $x'/x_0 = D/z_0$  và  $y'/y_0 = D/z_0$

hay  $x' = x_0 \cdot D/z_0$  và  $y' = y_0 \cdot D/z_0$

## Chiếu ảnh của hệ quan sát lên màn hình

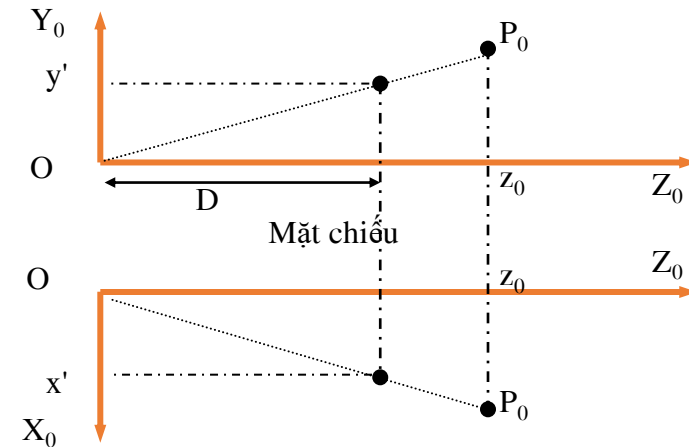
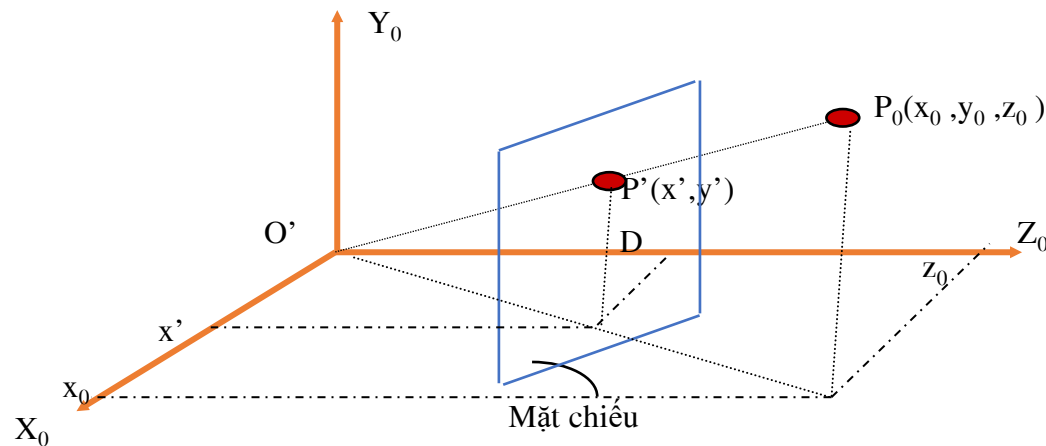
- Phép chiếu phối cảnh

Nếu  $z > D$  thì ảnh thu nhỏ (hội tụ), ngược lại ảnh được phóng lớn.



## Chiếu ảnh của hệ quan sát lên màn hình

- Phép chiếu phối cảnh



Gọi  $D$  là khoảng cách từ mặt phẳng chiếu đến mắt (gốc tọa độ).

Ta có:  $x'/x_0 = D/z_0$  và  $y'/y_0 = D/z_0$

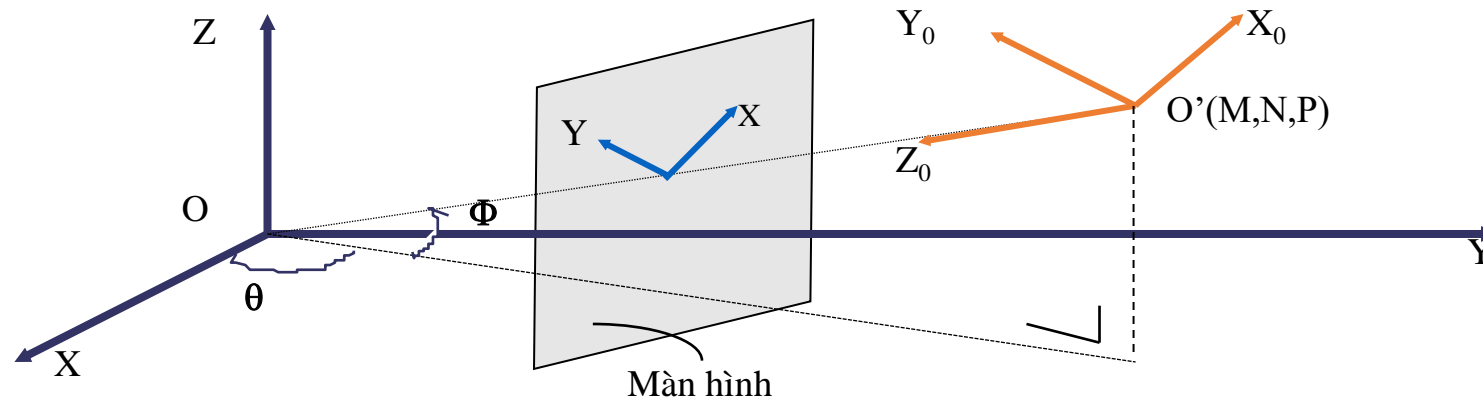
hay  $x' = x_0 \cdot D/z_0$  và  $y' = y_0 \cdot D/z_0$

- **Phép chiếu song song:** Xem như tâm chiếu ở xa vô cực, ta có:

$$x' = x_0 \quad \text{và} \quad y' = y_0$$



- 4 giá trị ảnh hưởng đến phép chiếu vật thể 3D:
  - + Các góc  $\theta$  ,  $\Phi$
  - + Khoảng cách R từ O đến O'
  - + Khoảng cách D từ O' đến mặt phẳng quan sát.



- Như vậy:
  - Tăng giảm  $\theta$  sẽ quay vật thể trong mặt phẳng (XY).
  - Tăng giảm  $\Phi$  sẽ quay vật thể lên xuống.
  - Tăng giảm R để quan sát vật từ xa hay gần.
  - Tăng giảm D để phóng to hay thu nhỏ ảnh.



# Computer Graphics



**Thank You...!**