



ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG VIỆT - HÀN  
VIETNAM - KOREA UNIVERSITY OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

한-베정보통신기술대학교

Nhân bản – Phụng sự – Khai phóng

# 3D Graphics

## Computer Graphics

- 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

Pheùp bieán ñoãi affine 3D bieán ñieãm  $P(x,y,z)$  thaønh ñieãm  $Q(x', y', z')$  coù daïng:

$$Q = P \cdot M$$

Trong ñoù, ma traän bieán ñoãi  $M$ :

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

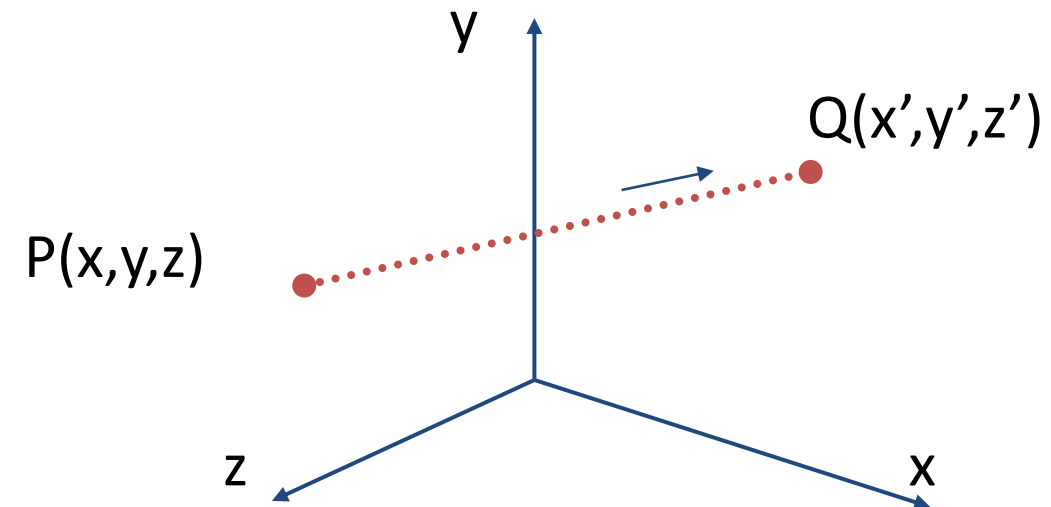
Quay, tæ leä

Tòngh tieán

## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Ma trận của phép biến đổi đồng dạng:

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



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Ńoái xöùng qua maät phaúng xy:

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

Ńoái xöùng qua maät phaúng xz:

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

Ńoái xöùng qua maät phaúng 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

Nhân xoay qua trục 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

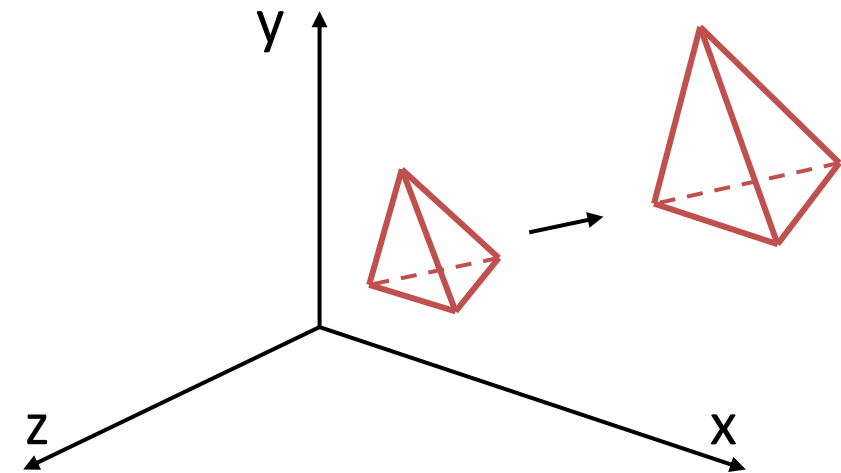
Ma trận của phép biến đổi tỉ lệ là:

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

$s_x, s_y, s_z$  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 luôn luôn chính nó. Khi đó  $O$  là tâm của phép biến đổi.



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

Phép biến đổi tæ læ, tâm  $(x_0, y_0, z_0)$  ñöôïc mô taû baøng daõy ba phép biến ñöäi sau:

- Tønh tieán tâm  $(x_0, y_0, z_0)$  veà goác toaï ñöä.
- Bieán ñöäi tæ læ coù tâm ôu goác toaï ñöä.
- Tønh tieán ngöôïc tâm töø goác toaï ñöä veà laïi vò trí ban ñầu.

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

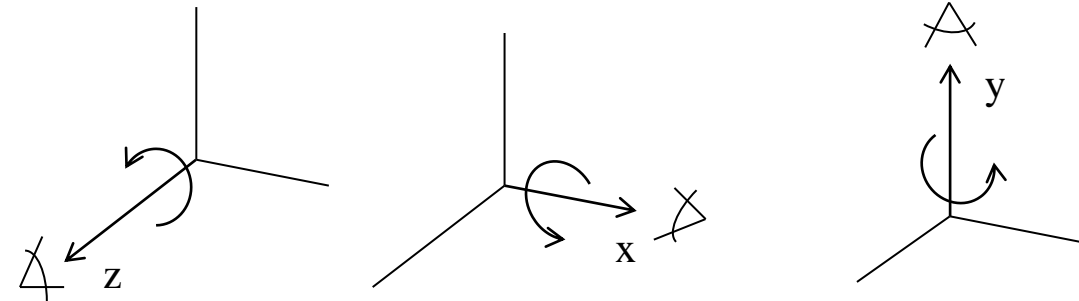
$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_0 & -y_0 & -z_0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ x_0 & y_0 & z_0 & 1 \end{pmatrix}$$

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

## 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.



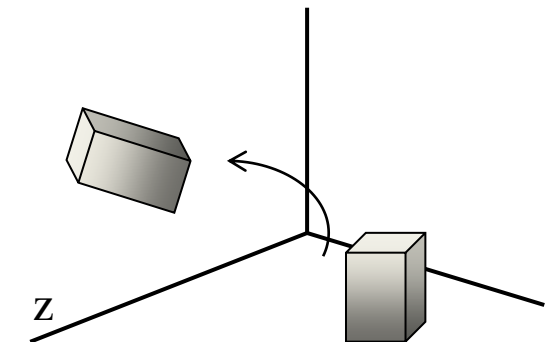
$$x' = x \cos \theta - y \sin \theta$$

$$y' = x \sin \theta + y \cos \theta$$

$$z' = z$$

Quay quanh trục z:

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



## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục toạ 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:

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

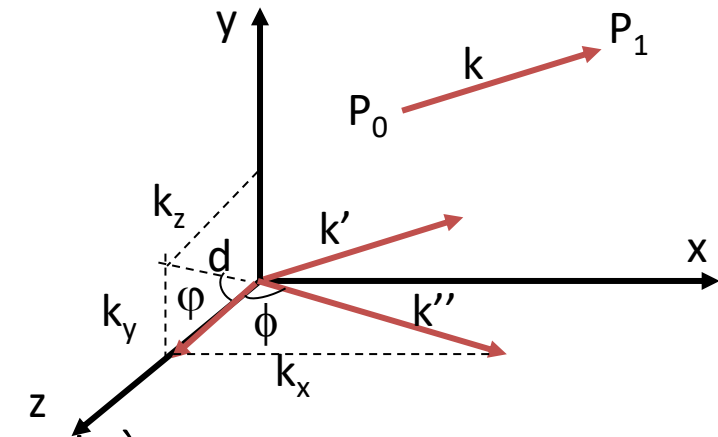
## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục bất kỳ

Giaû sôû trưíc quây ñöôïc biểủ dieãn bôûi ñöôøng thaúng  $k$  ñi qua 2 ñieãm  $P_0$  và  $P_1$ .

Ñeẽ thöïc hieãn pheùp quây quanh  $k$ , ta thöïc hieãn möt chuoãi caùc thao taùc:

- Thöïc hieãn möt soá pheùp tòngh tieán, quây ñeẽ  $k$  truøng trưíc  $z$  nhö sau:
  - Tòngh tieán  $k$  veà goác toaï ñoä (thaønh trưíc  $k'$ ) vòu ma traën bieán ñoãi laø  $Tr(-P_0)$ .
  - Quây quanh trưíc  $x$  möt goùc  $\varphi$  ñeẽ ñaët  $k'$  leân maët phaúng  $xy$  (thaønh trưíc  $k''$ ) vòu ma traën bieán ñoãi laø:  $R(x, \varphi)$ .
  - Quây quanh trưíc  $y$  möt goùc  $\theta$  ñeẽ ñoã  $k''$  veà trưíc  $z$  vòu mt bieán ñoãi laø:  $R(y, -\theta)$ .
- Quây quanh trưíc  $z$  möt goùc  $\alpha$  vòu ma traën bieán ñoãi laø:  $R(z, \alpha)$ .
- Thöïc hieãn ngöôïc laïi caùc pheùp bieán ñoãi sao cho  $k$  trôu veà vò trí ban ñaàu, caùc ma traën bieán ñoãi laàn löôit laø:  **$R(y, \theta)$ ,  $R(x, -\varphi)$ ,  $Tr(P_0)$** .

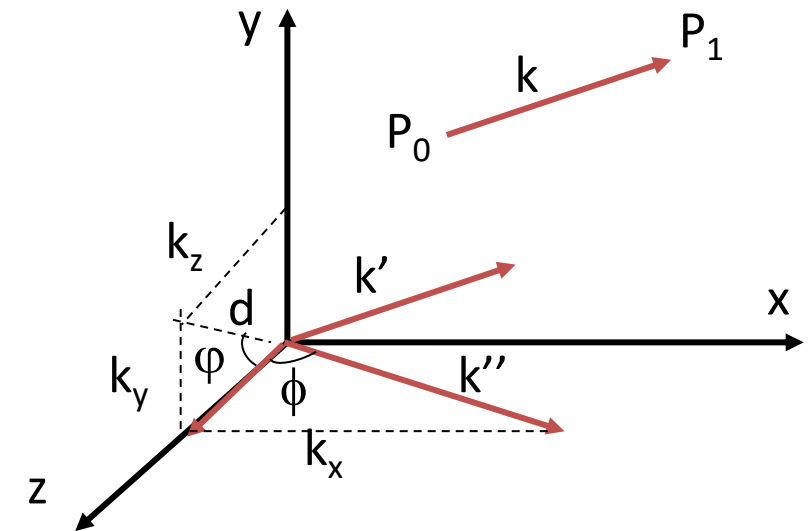


## Các phép biến đổi hình học cơ sở

### Quay quanh một trục bất kỳ

Vậy phép quay một lần quanh trục  $k$  bất kỳ với một góc  $\alpha$  nên 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  $\varphi$ ,  $\theta$  nên xác định trên cô sô chiếu  $k'$  lên mặt phẳng  $yz$ , ta có:

$$d = \sqrt{k_y^2 + k_z^2}$$

$$k = P_0 P_1 ;$$

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

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

## 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 thể tìm 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 thể tìm 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 thể tìm được bằng cách thay góc  $\alpha$  bằng  $-\alpha$ .

## Kết hợp các phép biến đổi

Tổng thì nhỏ trong trường hợp biến đổi 2D.

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

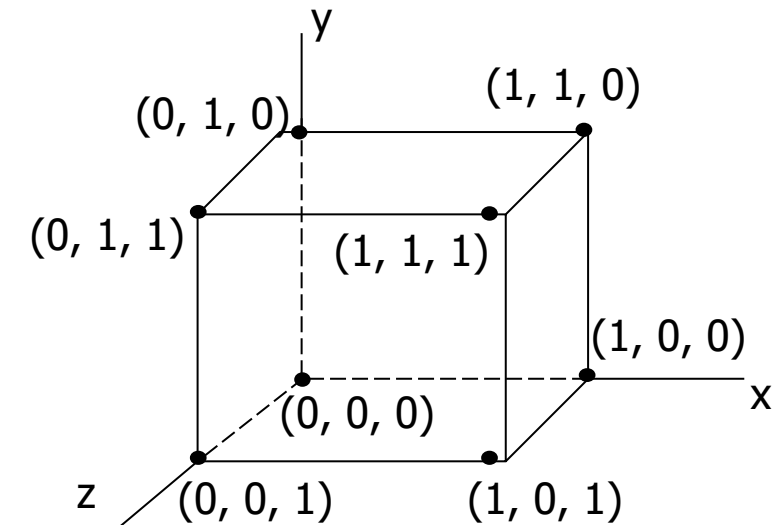
⇒ Ma trận của phép biến đổi kết hợp có thể được tính tổng tích các ma trận của các phép biến đổi thành phần.



## 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  $V = j + k$  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

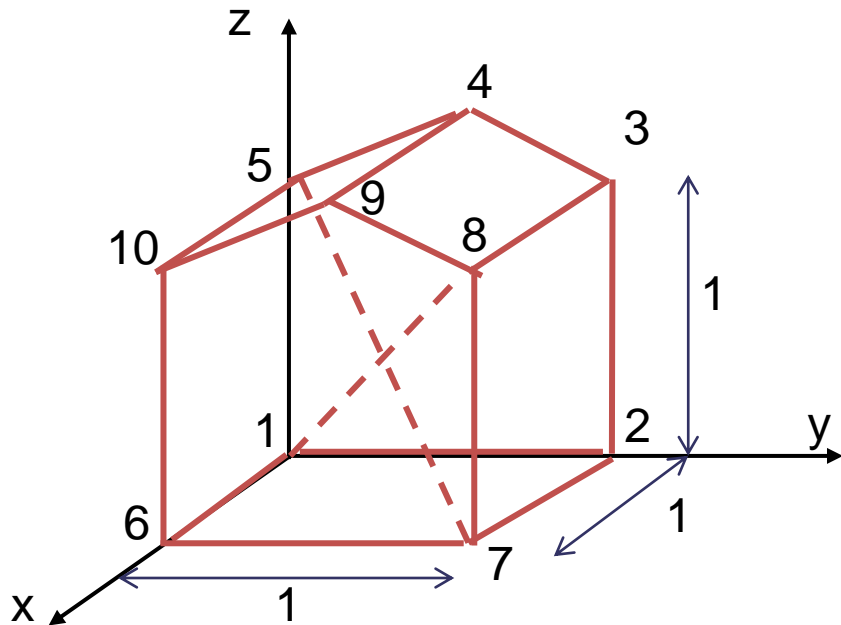
- Mô hình khung kết nối
- Mô hình các mặt đa giác

## Mô hình khung kết nối

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

- **Danh sách các đỉnh (vertices):** lưu tọa độ của các đỉnh.
- **Danh sách các cạnh (edges):** lưu 2 đỉnh nối vào cuối của tổng cạnh.

# Mô hình khung kết nối



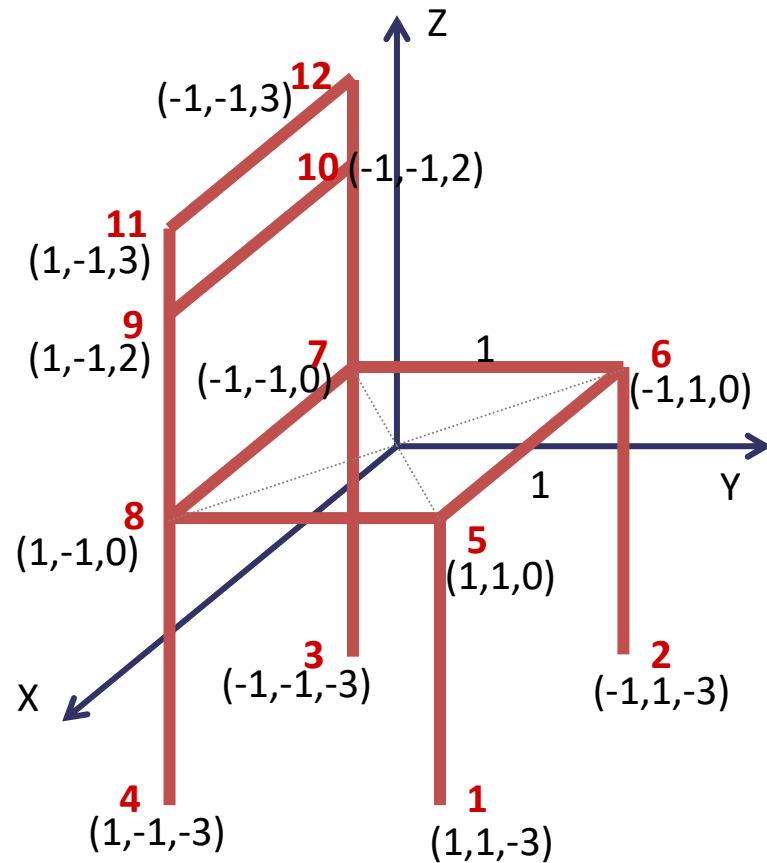
Danh sách đỉnh

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 caùc maët ña giaùc (Polygon Mesh model) theå hieän hình daùng cuõa moät ñoái töôïng 3D bôûi 2 danh saùch:

- **Danh saùch caùc ñænh:** löu toãi ñoã caùc ñænh.
- **Danh saùch caùc maët:** löu thöù töï caùc ñænh taïo neân maët ñoù.

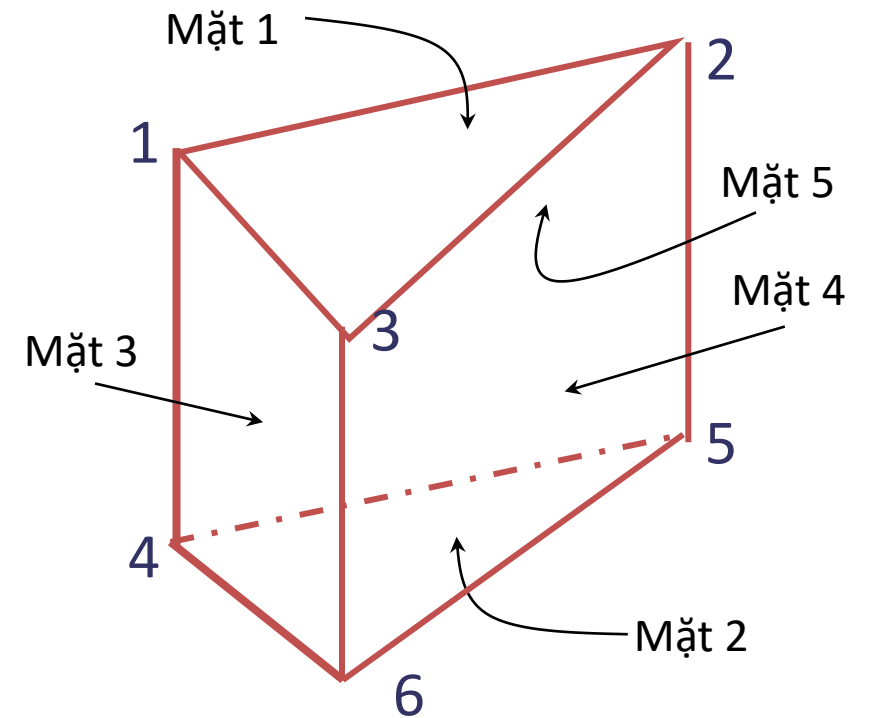


## Mô hình mặt đa giác

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];
};

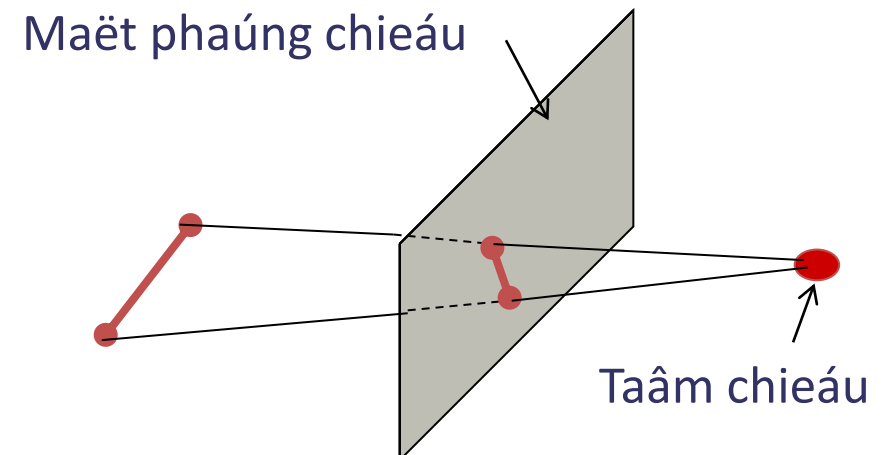
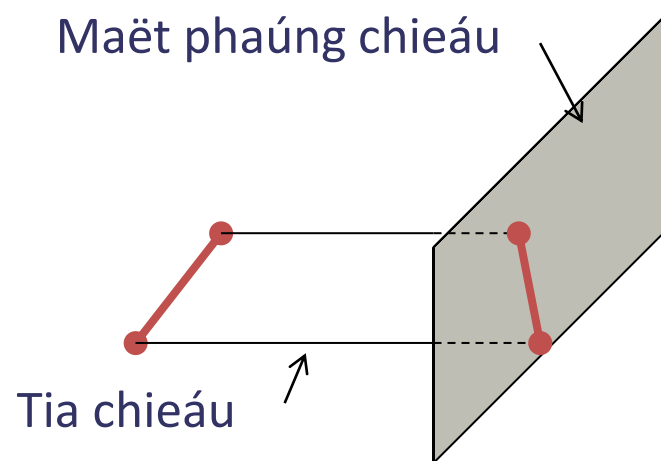
typedef struct FaceModel{
    int      numVertex, numFace;
    3DPoint  vertex[MAX];
    FaceType face[MAX];
};
```

- 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

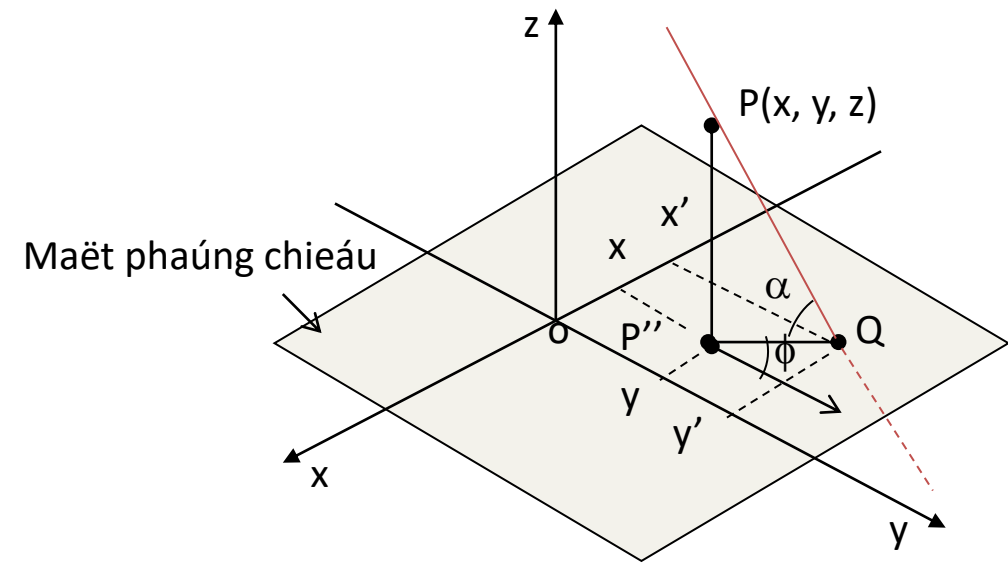
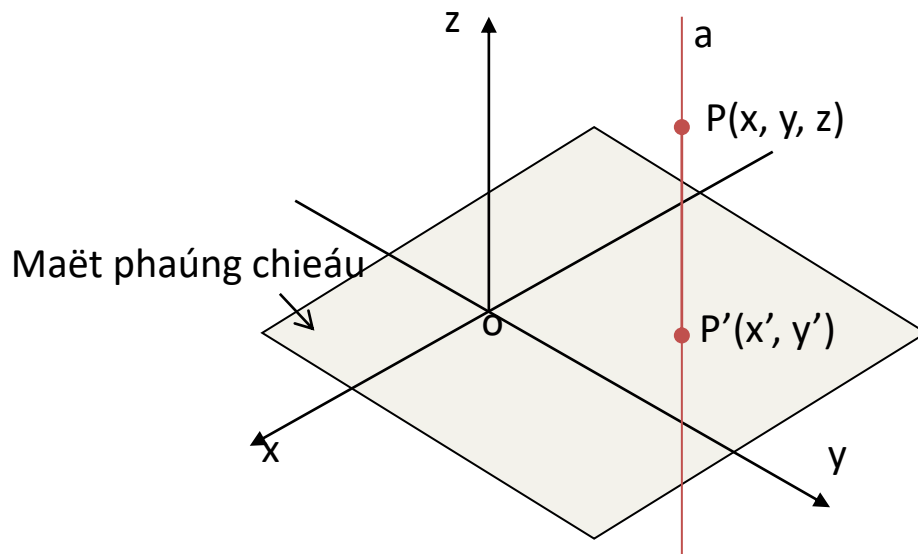
Hai nhóm phép chiếu đối tượng 3D sang 2D cơ bản

- **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)

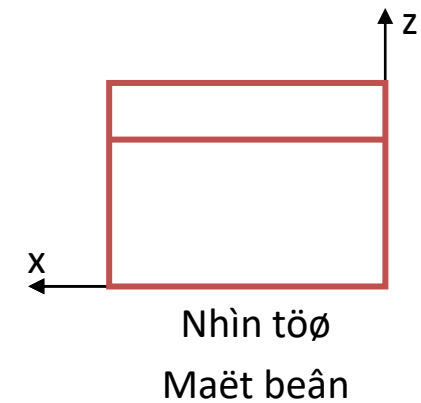
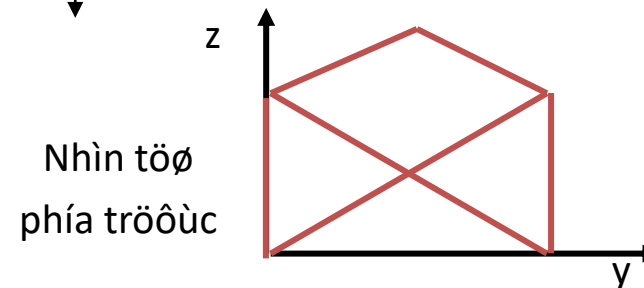
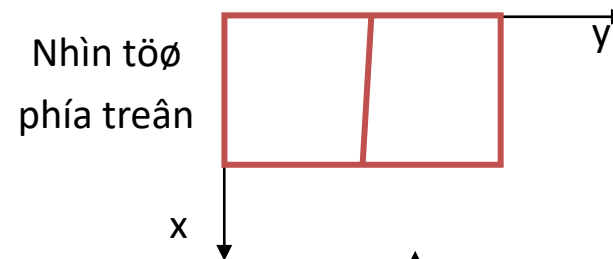
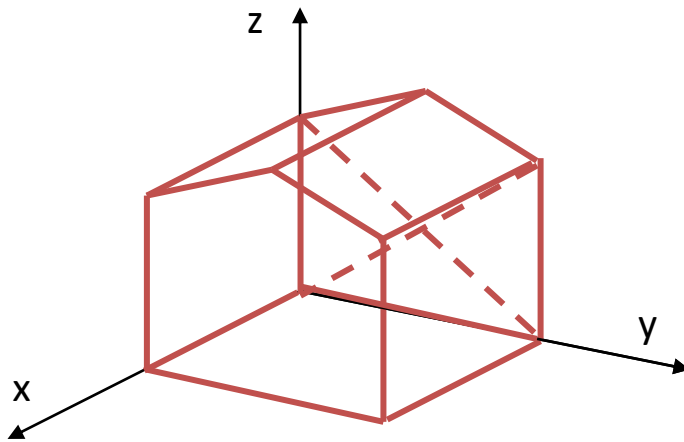
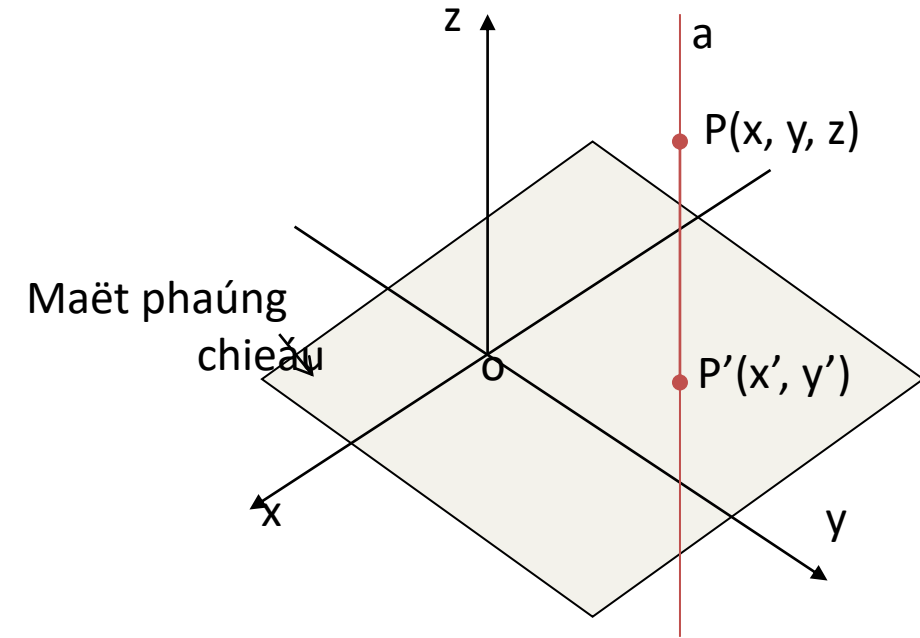
Höông cuôa tia chieáu vuông goùc vöüi maët phaúng chieáu ta coù **pheùp chieáu tröïc giao** (orthographic projection), Ngöôic laïi, ta coù **pheùp chieáu xieân** (oblique projection).



## Phép chiếu song song (Parallel projective)

### Phép chiếu trục giao

Điểm chiếu điểm  $P(x, y, z)$  lên mặt phẳng chiếu thành  $P'(x', y')$ , cách này không phụ thuộc vào khoảng cách từ trục z.



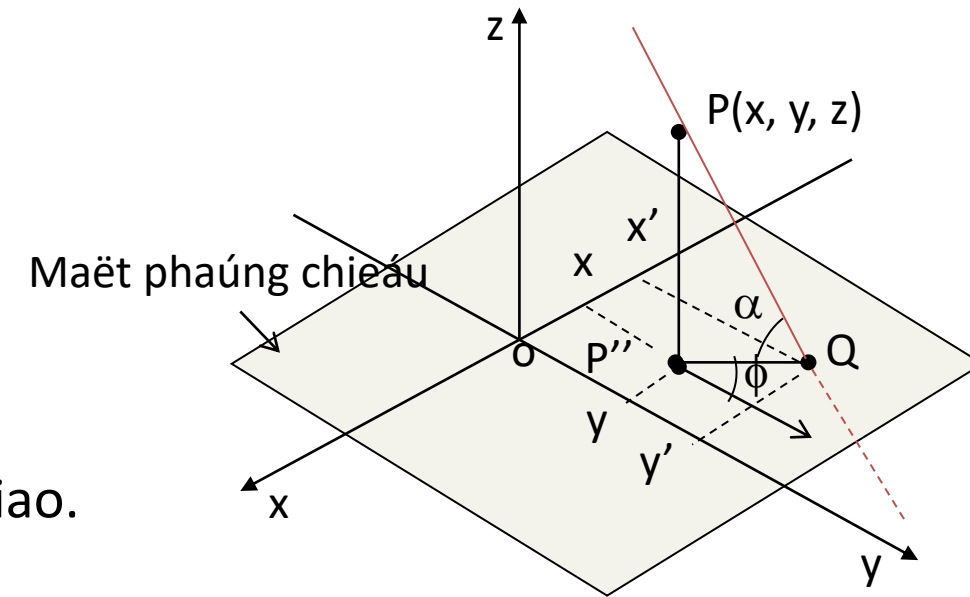
## Phép chiếu song song (Parallel projective)

### Pheùp chiếu xiên

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

- $P''$  là hình chiếu của  $P$  qua phép chiếu trục 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 hình ảnh của điểm  $P'(x', y', z')$ .



➡ Pheùp chiếu song song bảo toàn hình thức mối quan hệ giữa các chiều của đối tượng.

Tuy nhiên phép chiếu song song không biểu diễn thực của đối tượng ba chiều.



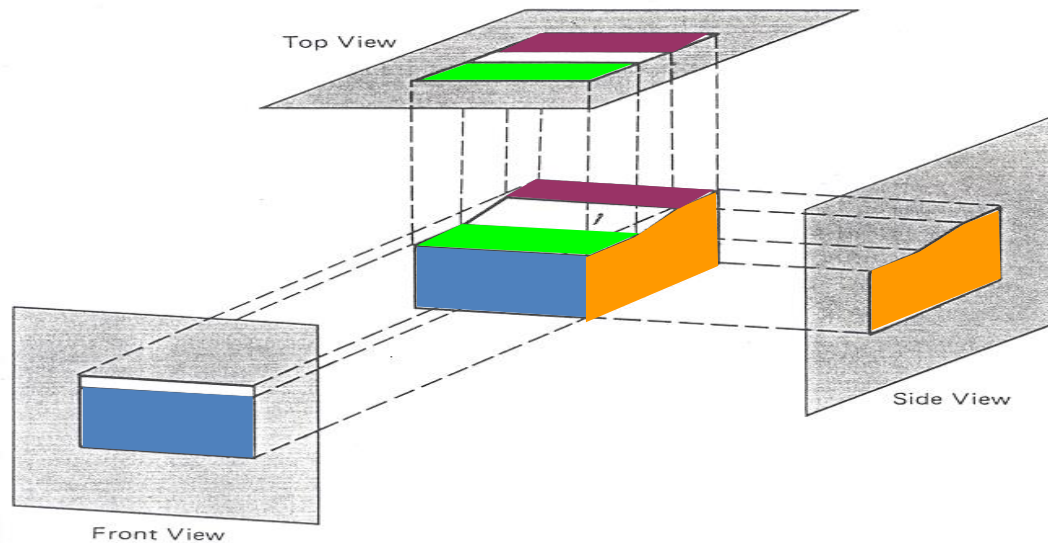
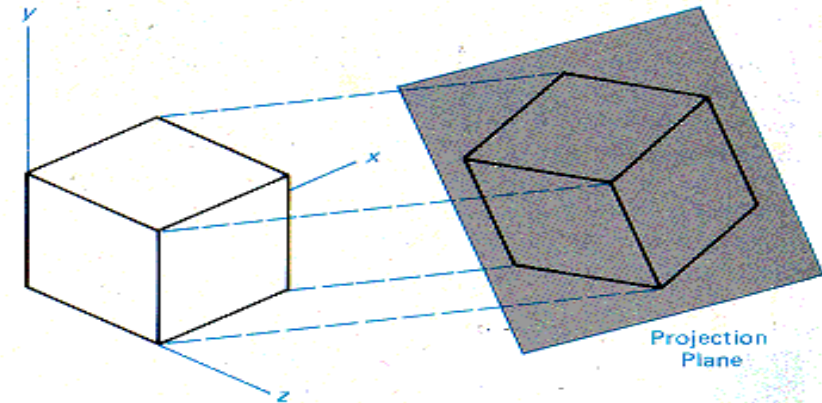
## Phép chiếu song song (Parallel projective)

**Chiếu xiên:** Chiếu lên mặt xy

$$x_p = x$$

$$y_p = y$$

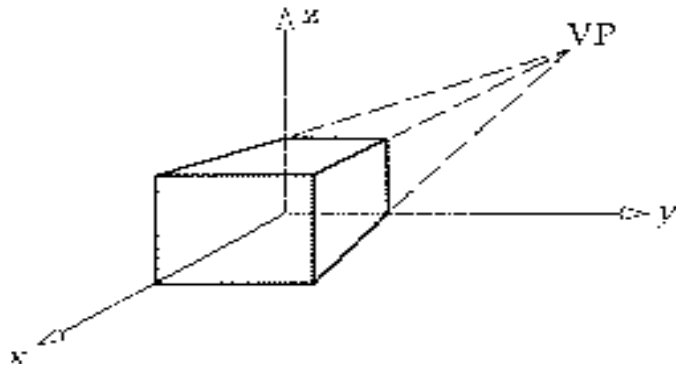
$$z = 0$$



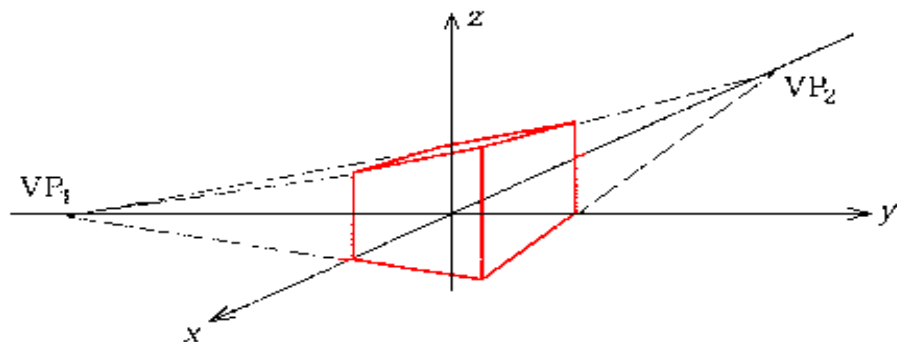
**Chiếu trực giao**

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)

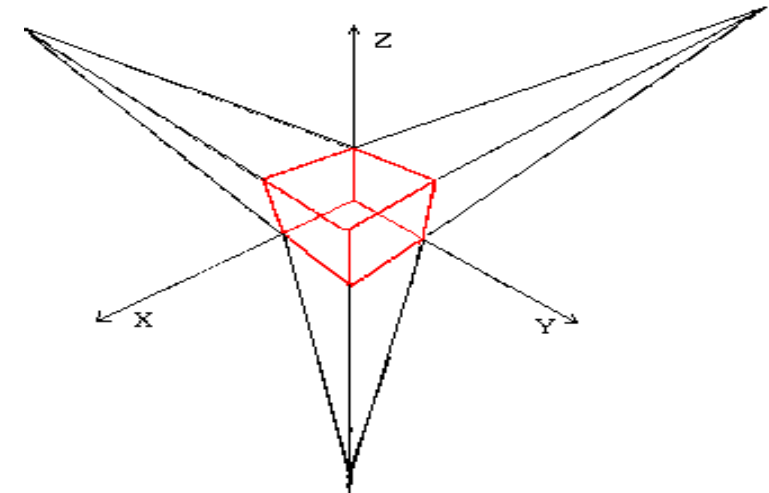
- Các tia chiếu gặp nhau tại tâm chiếu (vanishing point)



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



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

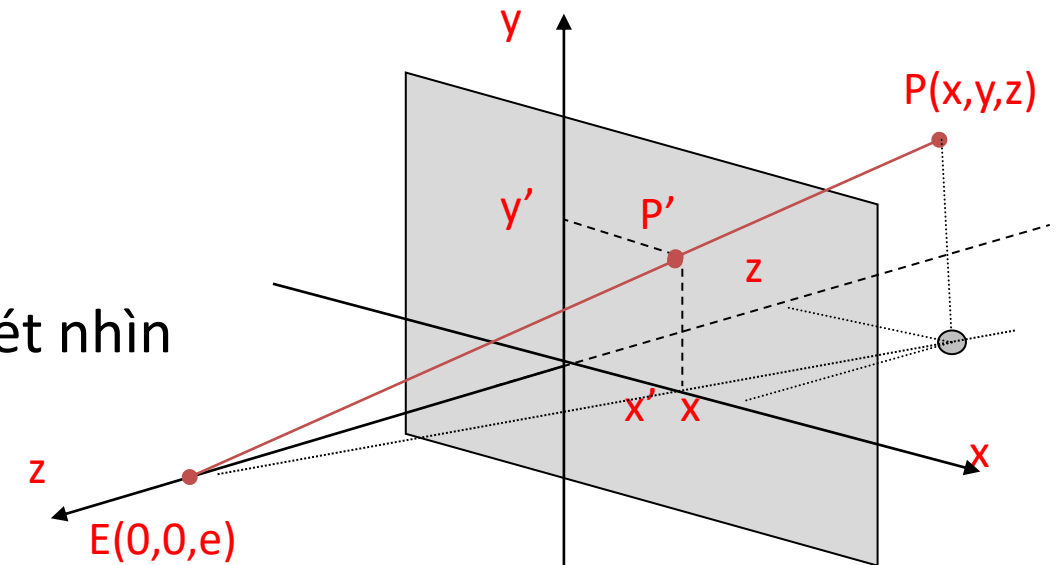


**3 tâm chiếu:** Mặt chiếu không song song với bất kỳ trục tọa độ nào

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)

Các tia chiếu hội tụ về một điểm duy nhất gọi là mắt nhìn. Phép chiếu phối cảnh vào trục tọa độ của mặt nhìn vào mặt phẳng quan sát.

Gia sử mặt phẳng nhìn ở  $z=0$ , tâm phép chiếu ở trục  $z$  với khoảng cách  $e$  và  $P$  nằm trước mặt nhìn



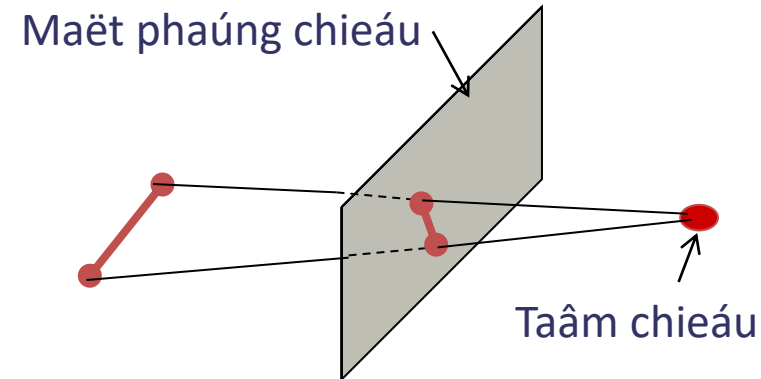
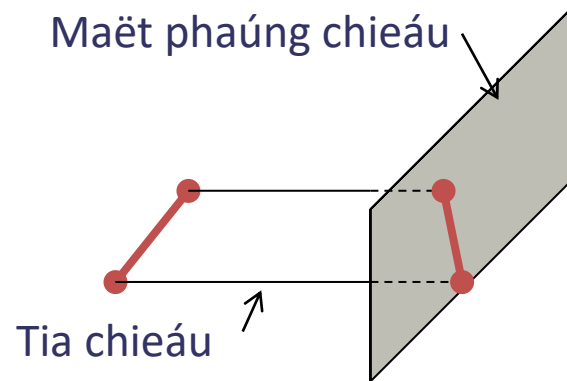
Ta có:

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

Tổng cộng

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

## Phép chiếu phối cảnh (Perspective projection)



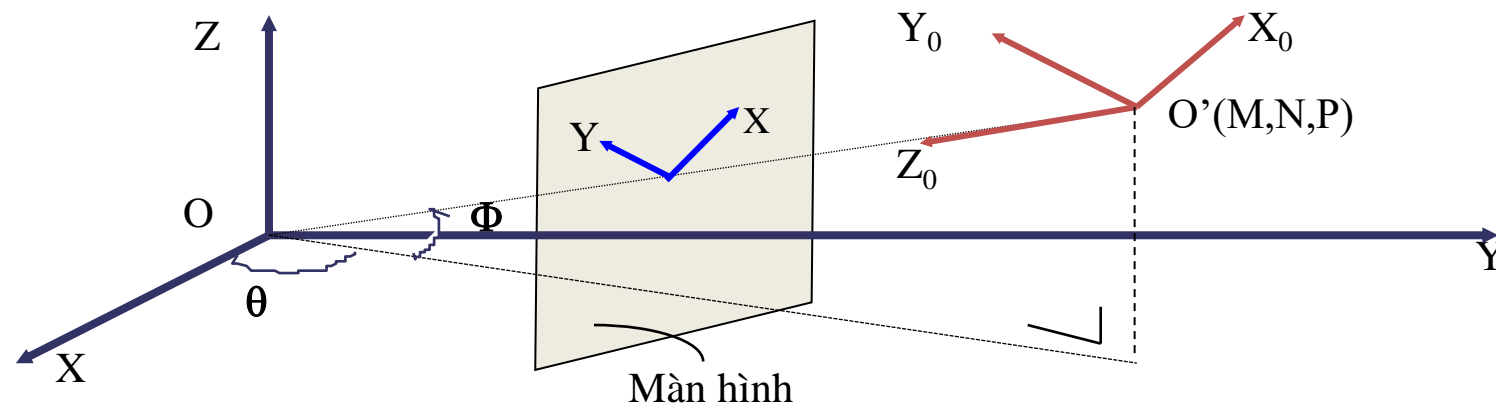
### Nhận xét:

- 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  $Z_0$  hệ toạ độ thứ 2 hướng vào  $O$ . Hệ toạ độ thứ hai gọi là hệ toạ độ quan sát.



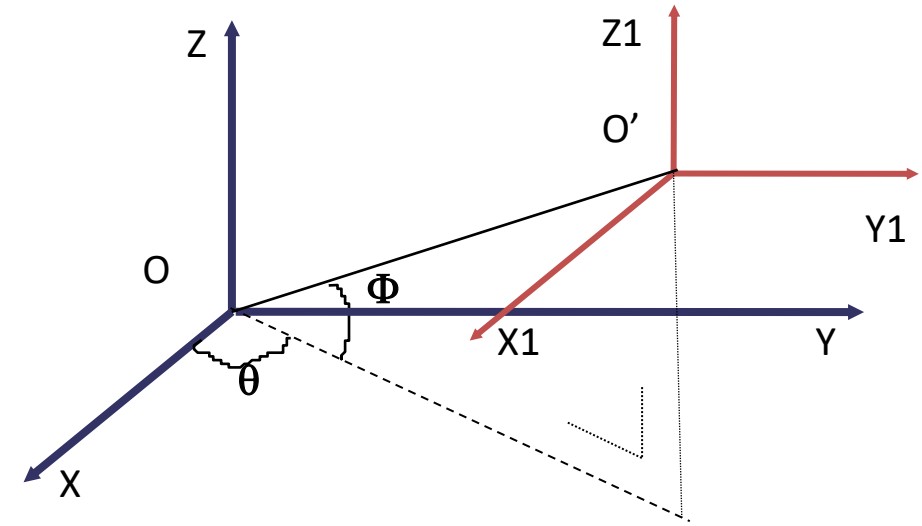
- ☞ phép biến đổi một điểm  $P(x, y, z)$  trong hệ toạ độ thứ nhất sang  $P'(x_0, y_0, z_0)$  trong hệ toạ độ thứ hai rồi chuyển sang toạ độ trên mặt phẳng quan sát ?

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

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

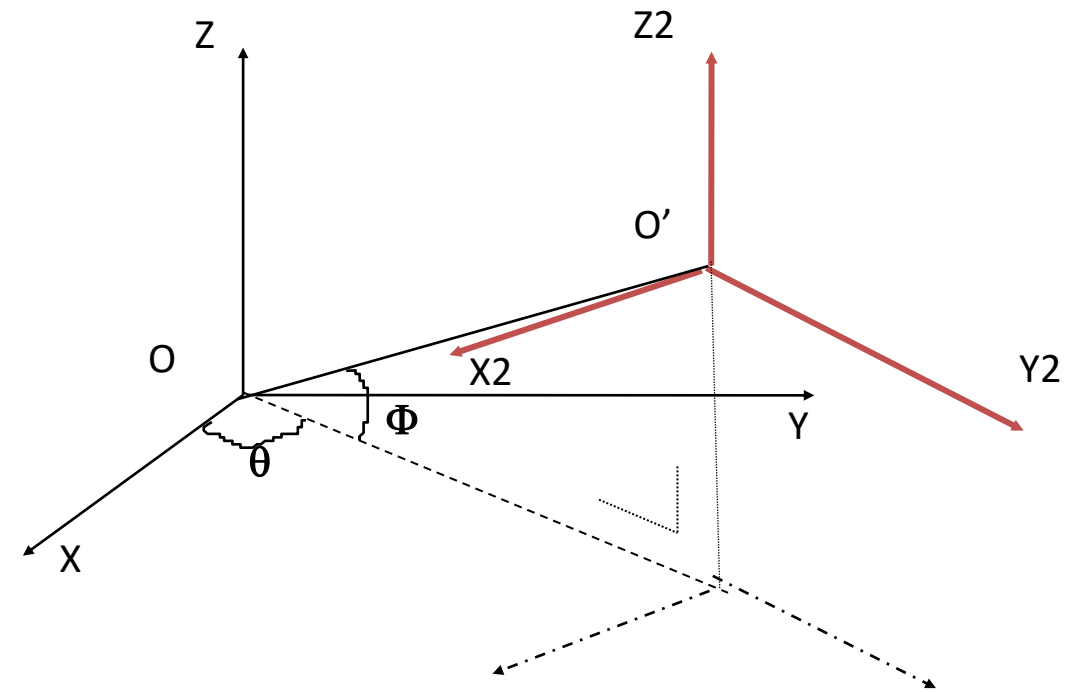
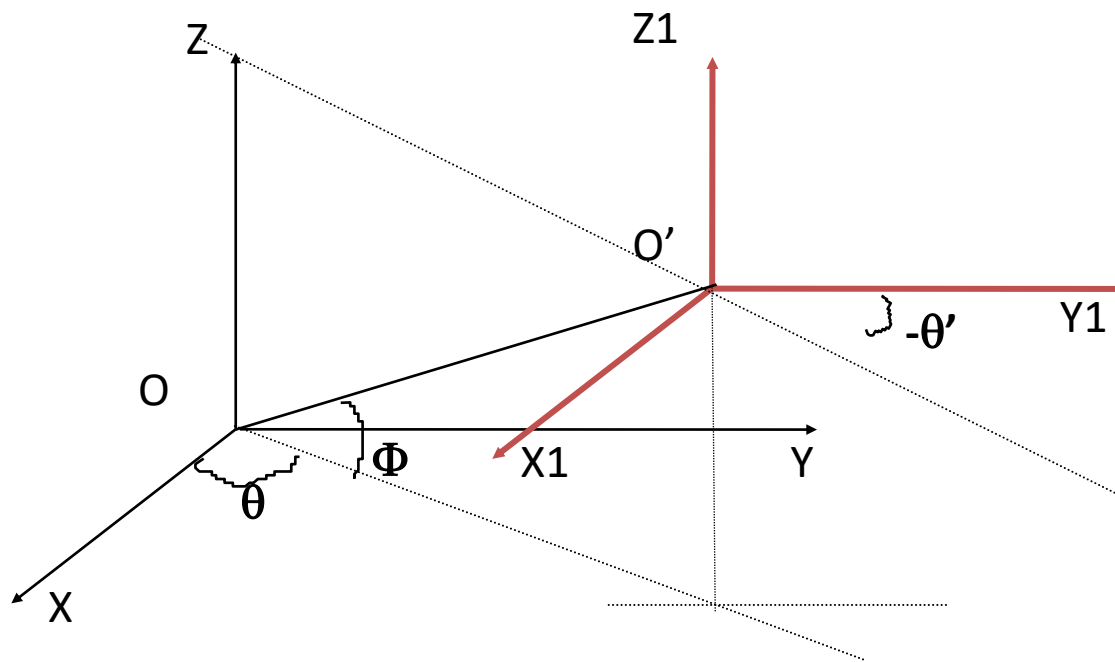
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -M & -N & -P & 1 \end{pmatrix}$$

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



☞ 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  $Z$ .

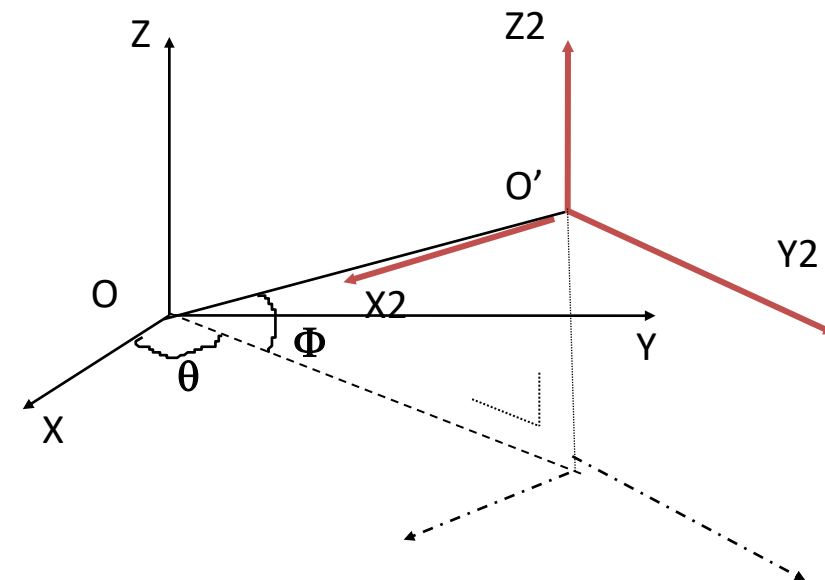




- **Bước 2:** Gọi  $R_z$  là ma trận tổng quát của phép quay quanh trục Z.  
Vì đây là phép quay hệ trục nên phải dùng ma trận nghịch đảo  $R_z^{-1}$ .

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

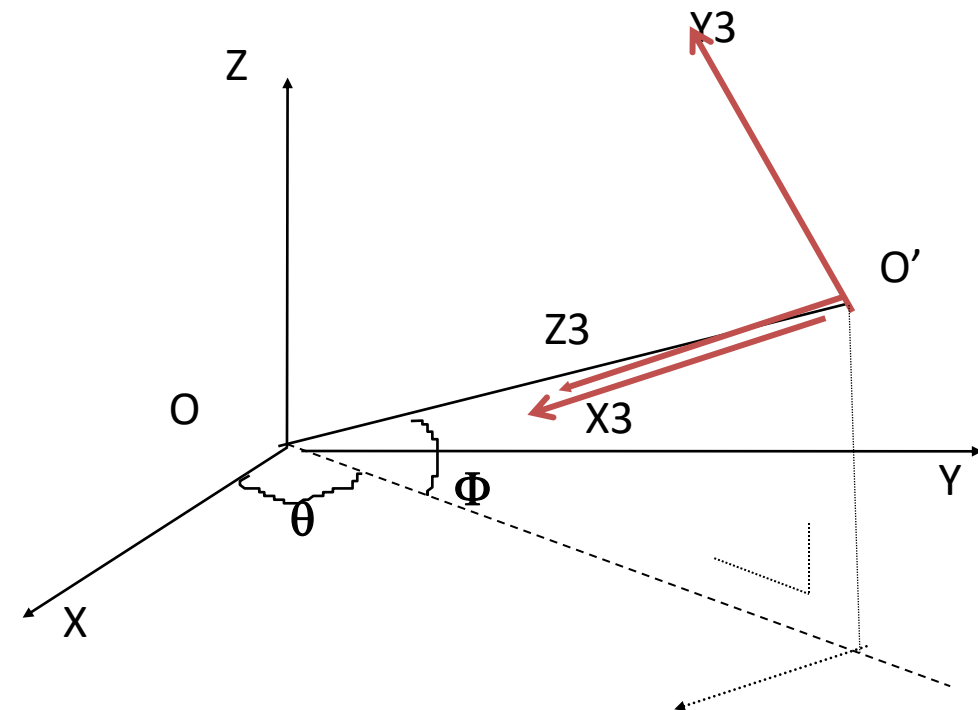
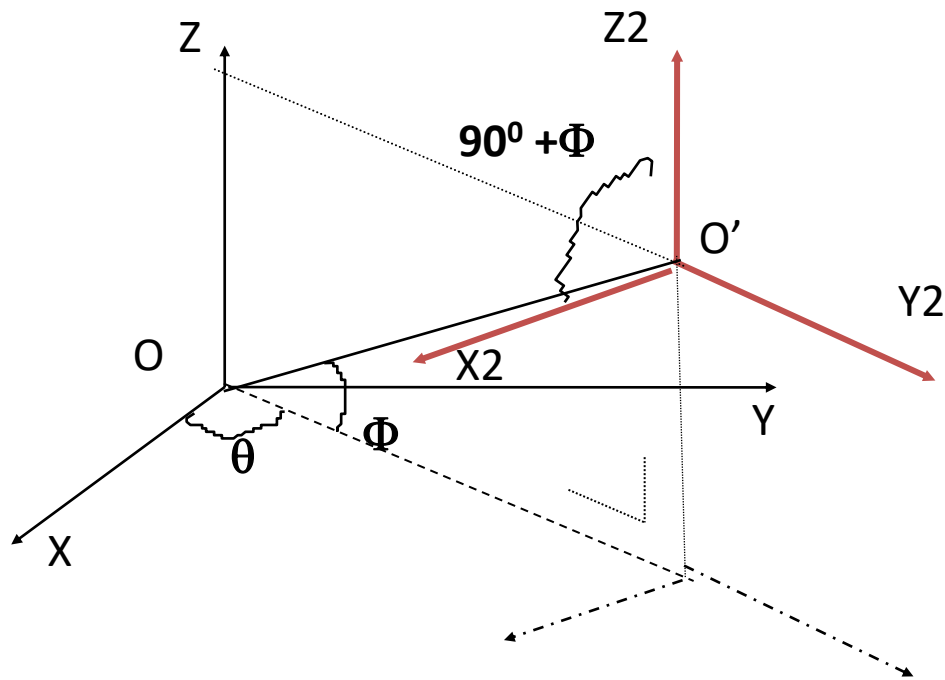
Thay  $a = -\theta'$ . Theo các phép toán lượng giác:  
 $\sin(-\theta') = -\sin(\theta') = -\sin(90^\circ - \theta) = -\cos(\theta)$   
 $\cos(-\theta') = \cos(\theta') = \cos(90^\circ - \theta) = \sin(\theta)$



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  $(X_2, Y_2, Z_2)$  một góc  $90^\circ + \Phi$  quanh trục  $X_2$ . Phép biến đổi này sẽ làm cho trục  $Z_2$  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  $a = 90^\circ + \Phi$ ,

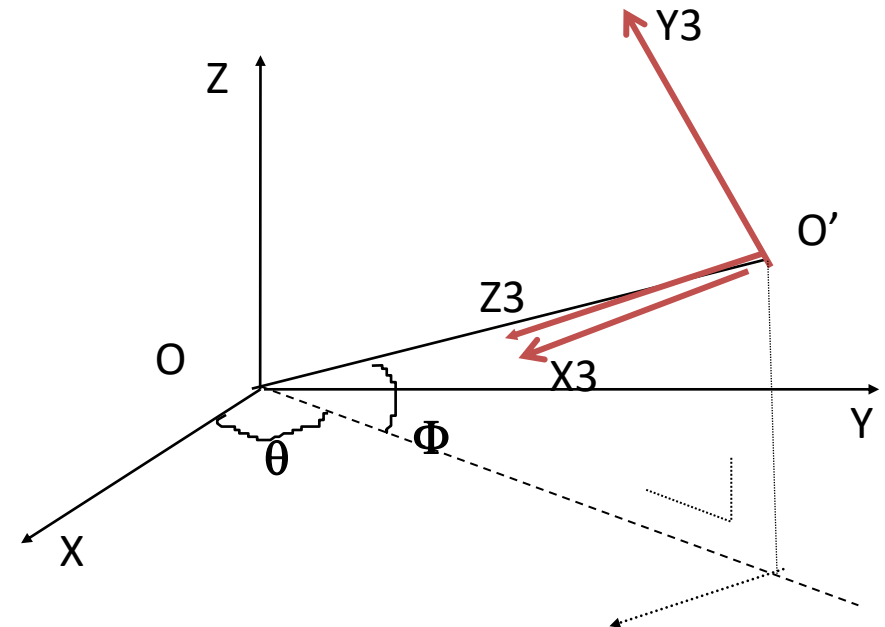
ta có:  $\cos(90^\circ + \Phi) = -\sin(\Phi)$

và  $\sin(90^\circ + \Phi) = \cos(\Phi)$

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  $(X_3, Y_2, Z_3)$ .

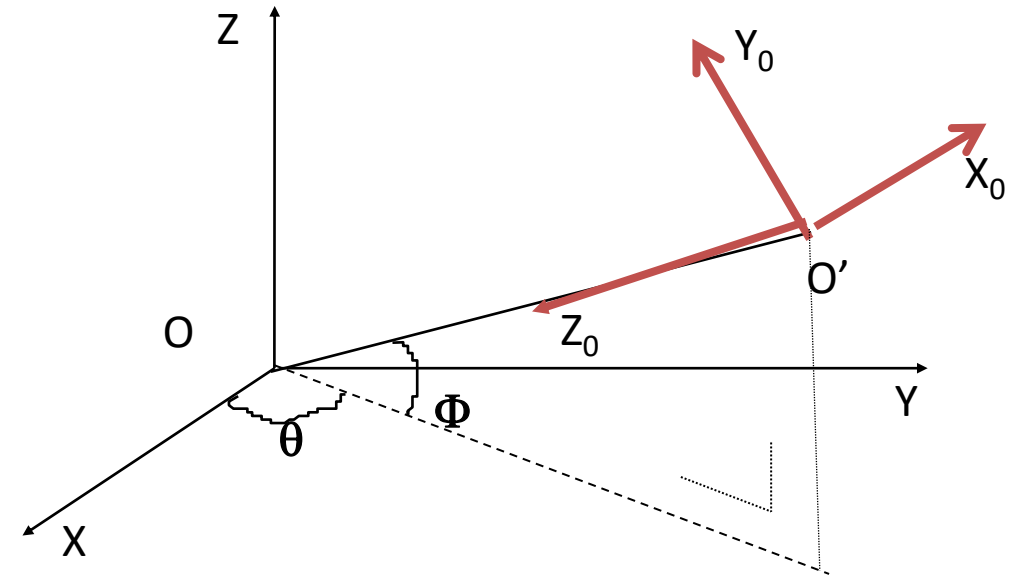


- **Bước 4:** Biến đổi hệ trục tiếp  $(X_3, Y_3, Z_3)$  thành hệ gián tiếp.

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:

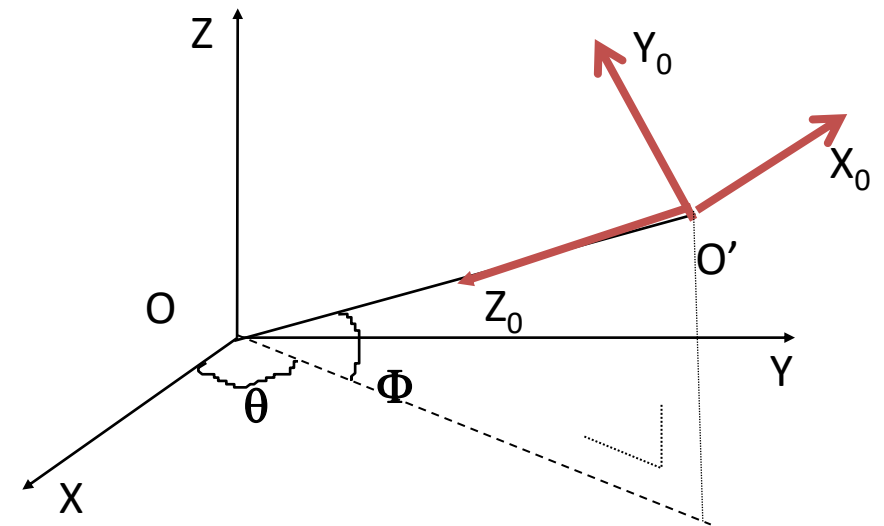
$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} -\sin(\theta) & -\cos(\theta).\sin(\phi) & -\cos(\theta).\cos(\phi) & 0 \\ \cos(\theta) & -\sin(\theta).\sin(\phi) & -\sin(\theta).\cos(\phi) & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & R & 1 \end{pmatrix}$$

Vậy:

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

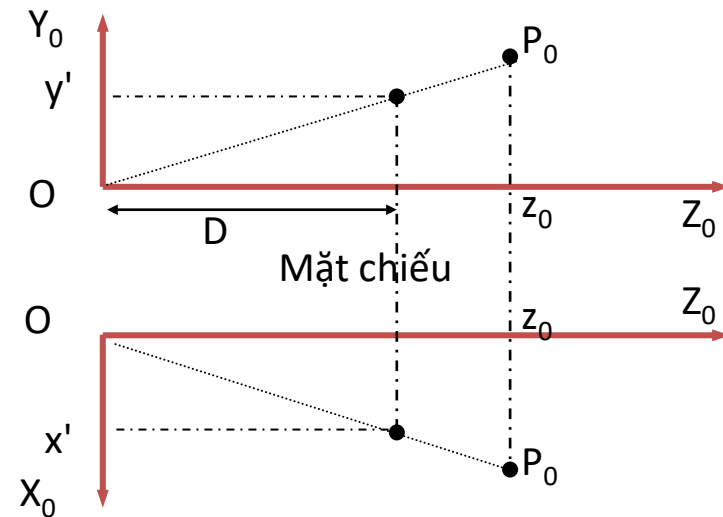
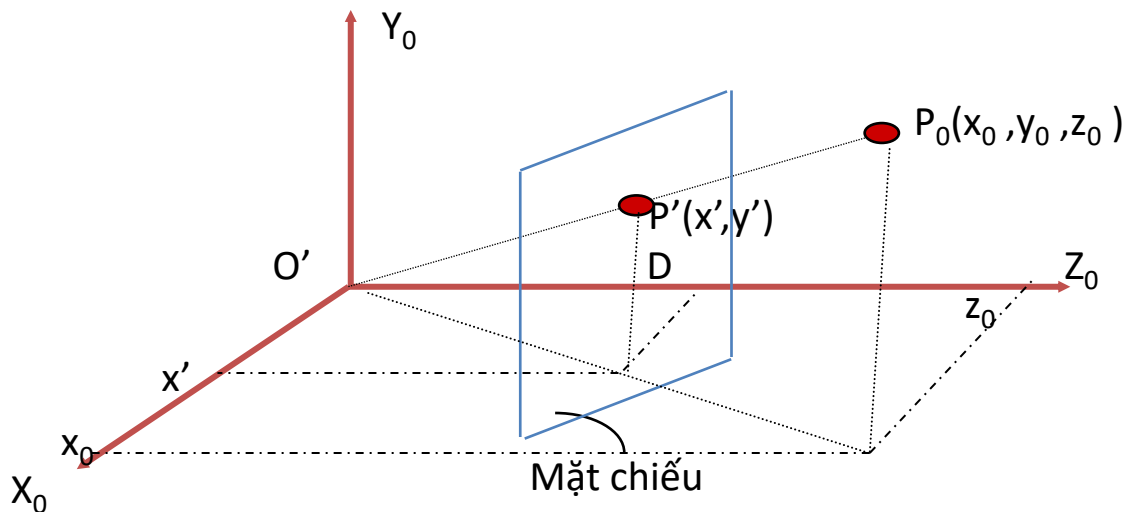
$$y_0 = -x.\cos(\theta).\sin(\Phi) - y.\sin(\theta).\sin(\Phi) + z.\cos(\Phi)$$

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



## 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).

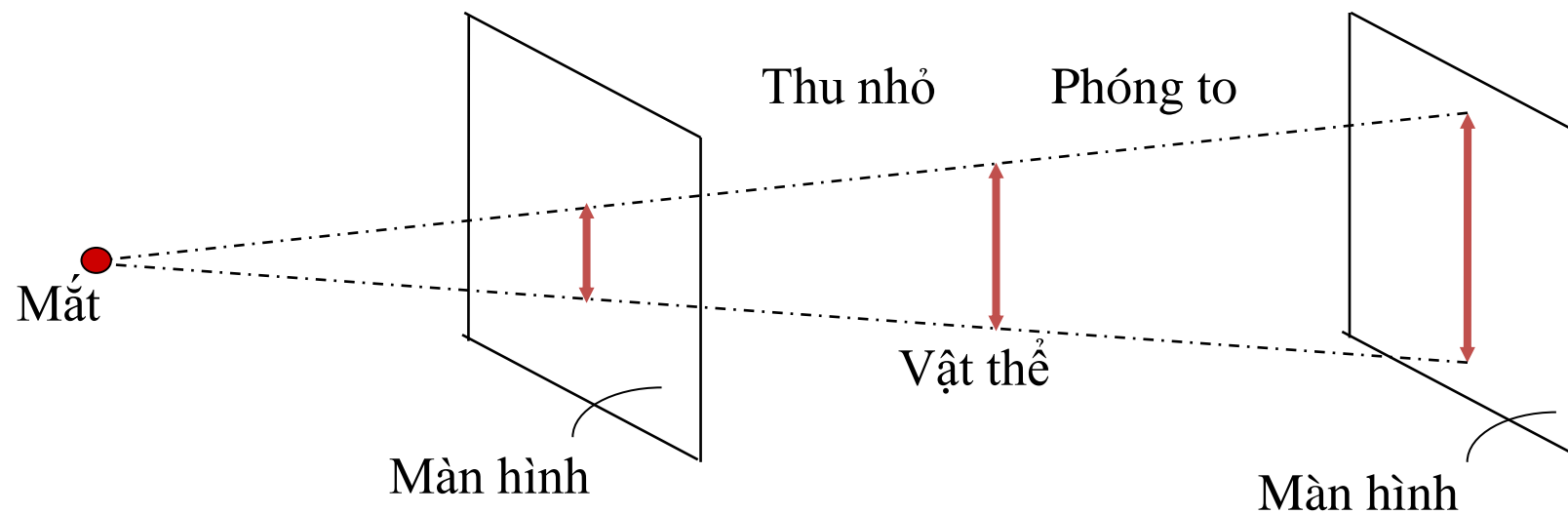
Ta có:  $x'/x_0 = D/z_0$  và  $y'/y_0 = D/z_0$

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

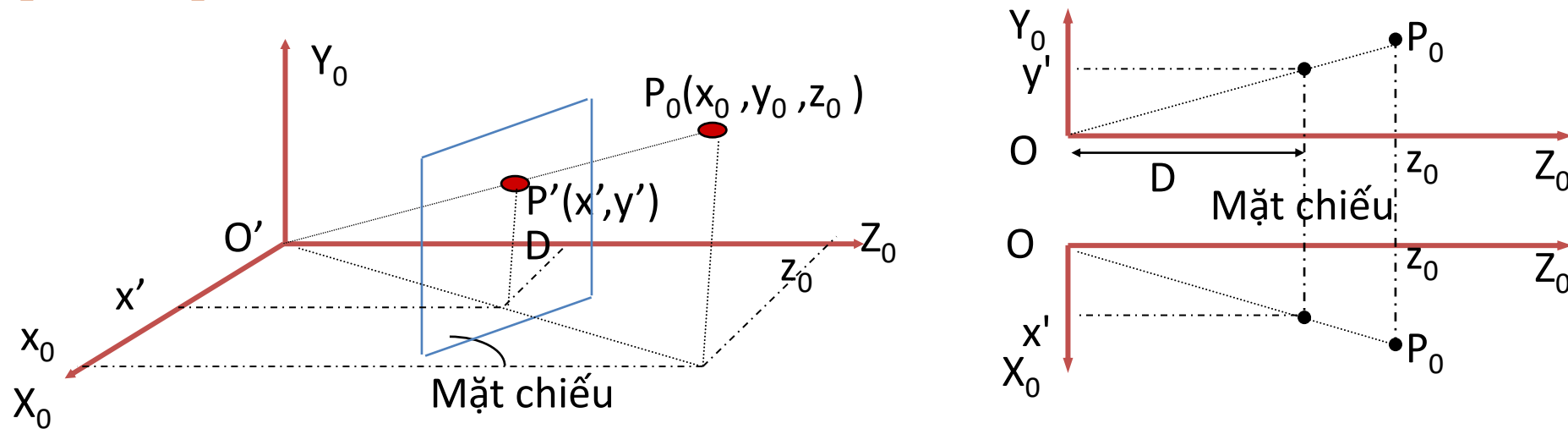
- Phép chiếu phối cảnh

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  $y'/y_0 = D/z_0$

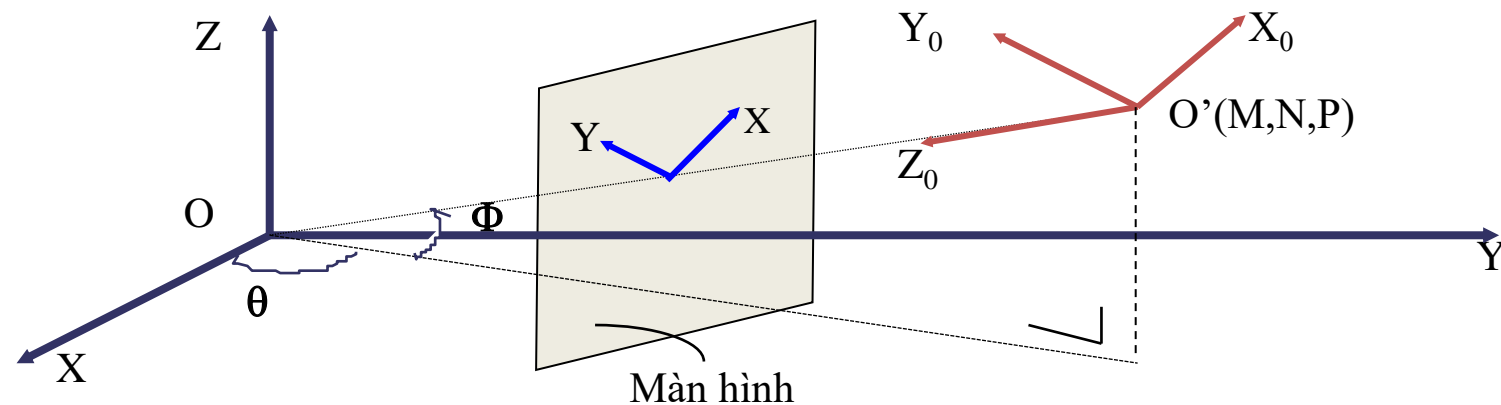
hay  $x' = x_0 \cdot D/z_0$  và  $y' = y_0 \cdot D/z_0$

- 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.

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



**Nhân bản – Phụng sự – Khai phóng**



**Enjoy the Course...!**