

© Professors d'IDI – Curs 2013-2014

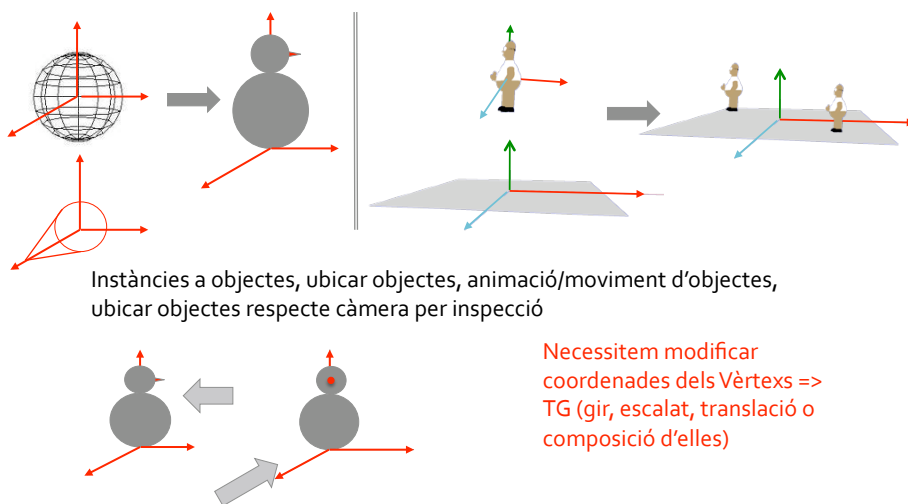
Bloc_2: Transformacions Geomètriques i Models

Sessions i Objectius

- Sessió 1 –seccions 1 a 3- : Transformacions Geomètriques
 - Objectes glut
 - Entendre el funcionament de les transformacions geomètriques per: posicionar i animar objectes.
 - Utilització en OpenGL.
 - Exercici.
- Sessió 2 –seccions 4 i 5-:
 - Carregar models geomètrics (OBJ) i visualitzar en OpenGL.
 - Aplicació resum de conceptes: crear una escena concreta, poder girar l'escena, poder moure un dels objectes.

IDI- Q1 2013-2014

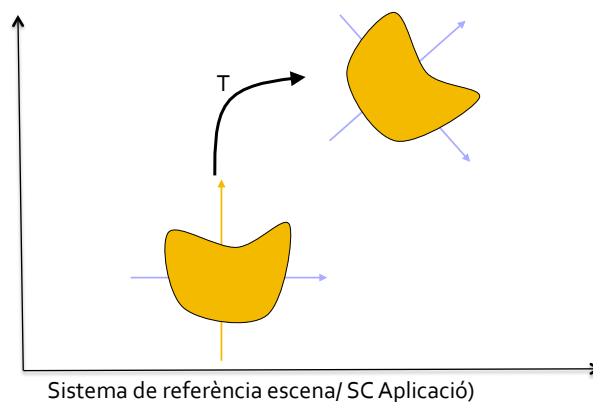
Secció 2: TG. Necessitat



IDI- Q1 2013-2014

Secció 2: TG. Repàs (mireu apunts racó)

- Transformacions geomètriques bàsiques: escalat, rotacions, translació

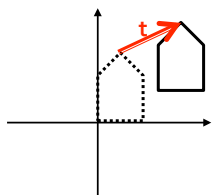


IDI- Q1 2013-2014

Exemples 2D de Transformacions

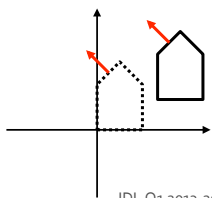
■ Translació de punts

$$\begin{aligned}x' &= x + t_x \\ y' &= y + t_y\end{aligned}$$



$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x + t_x \\ y + t_y \\ 1 \end{pmatrix}$$

■ Translacions no afecten als **vectors**

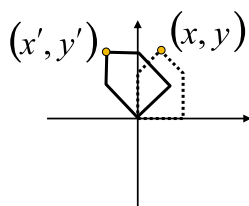


IDI- Q1 2013-2014

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix}$$

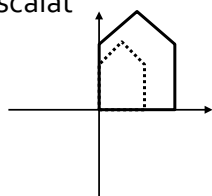
Exemples 2D (en coord, homogènies)

■ Rotacions



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

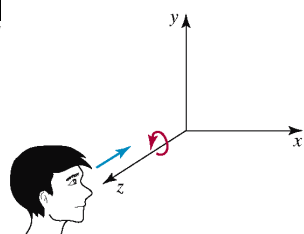
■ Escalat



$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_x x \\ s_y y \\ 1 \end{pmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Matriu de rotació sobre l'eix Z



(a)

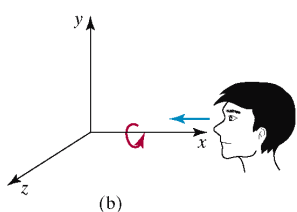
$$\begin{aligned}x' &= x \cos \alpha - y \sin \alpha \\y' &= y \sin \alpha + x \cos \alpha \\z' &= z\end{aligned}$$

`glRotatef(angle, 0, 0, 1);`

$$R_Z(\alpha) \cdot P = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cos \alpha - y \sin \alpha \\ x \sin \alpha + y \cos \alpha \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Matriu de rotació sobre l'eix X



(b)

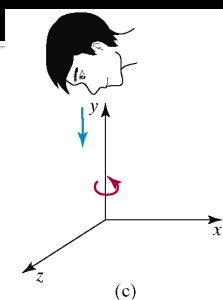
$$R_X(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

`glRotatef(angle, 1, 0, 0);`

$$R_X(\alpha) \cdot P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \cos \alpha - z \sin \alpha \\ y \sin \alpha + z \cos \alpha \\ 1 \end{bmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Matriu de rotació sobre l'eix Y



$$R_y(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

`glRotatef(angle, 0, 1, 0);`

$$R_y(\alpha) \cdot P = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cos \alpha + z \sin \alpha \\ y \\ -x \sin \alpha + z \cos \alpha \\ 1 \end{bmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Matriu d'escalat 3D

$$S(s_x, s_y, s_z) = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

`glScalef(sx, sy, sz);`

$$S(s_x, s_y, s_z) \cdot P = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xs_x \\ ys_y \\ zs_z \\ 1 \end{bmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Matriu de translació

$$T(t_x, t_y, t_z) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

`glTranslatef(tx,ty,tz);`

$$T(t_x, t_y, t_z) \cdot P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x + t_x \\ y + t_y \\ z + t_z \\ 1 \end{bmatrix}$$

IDI- Q1 2013-2014

Transformations geomètriques i OpenGL

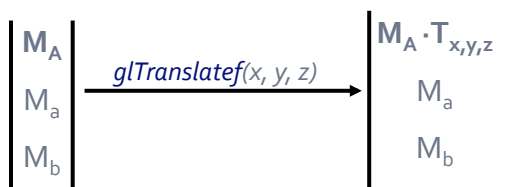
- OpenGL manté *dues piles de matrius* (la MODELVIEW i la PROJECTION). Només una pot estar activa per a ser modificada. Per defecte: la pila MODELVIEW

- La matriu *activa* M_A és sempre la del top de la *pila activa*

- Té instruccions per a **crear matrius de TG que afecten a la M_A** :

- void `glTranslatef`(TYPE x, TYPE y, TYPE z);
- void `glRotatef`(TYPE angle, TYPE x, TYPE y, TYPE z);
- void `glScalef`(TYPE x, TYPE y, TYPE z);

M_A
 M_2
 M_3



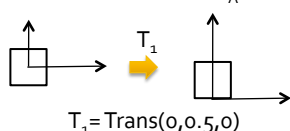
$M_A = M_A * TG$
Noteu l'ordre de la multiplicació!!!

IDI- Q1 2013-2014

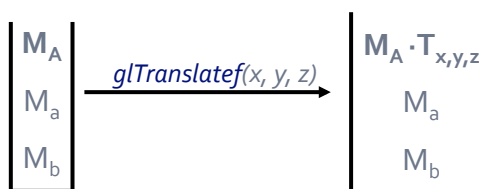
Transformations Geomètriques i OpenGL: exemple 1

- Quan s'envia a pintar un vèrtex V , li aplica primer la matriu del top de la pila MODELVIEW (el "mou") i després "el pinta".

- $V_transformat = M_A * V$



```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glTranslatef(0, 0.5, 0);
glutWireCube(1);
```



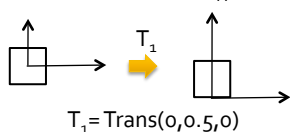
Segur? Quin valor M_A ?

IDI- Q1 2013-2014

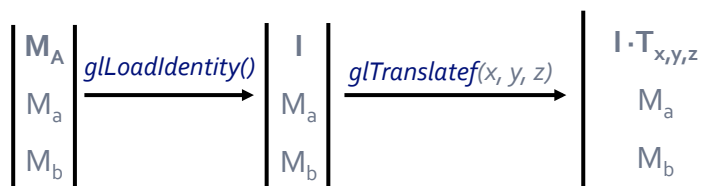
Transformations Geomètriques i OpenGL

- Quan s'envia a pintar un vèrtex V , li aplica primer la matriu del top de la pila MODELVIEW (el "mou") i després "el pinta".

- $V_transformat = M_A * V$



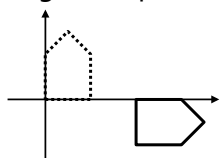
```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glTranslatef(0, 0.5, 0);
glutWireCube(1);
```



IDI- Q1 2013-2014

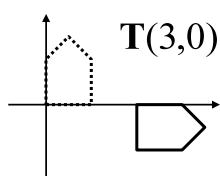
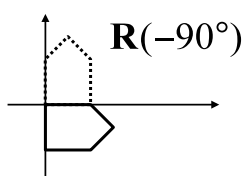
Composició de Transformacions

- Imaginem que volem



No es pot fer amb cap de les matrius anteriors

- Cal composar/efectuar dues transformacions (moviments)



$$M = T(3,0) \cdot R(-90^\circ)$$

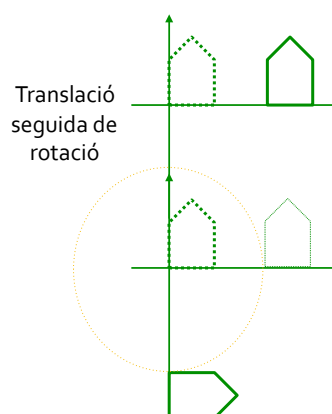
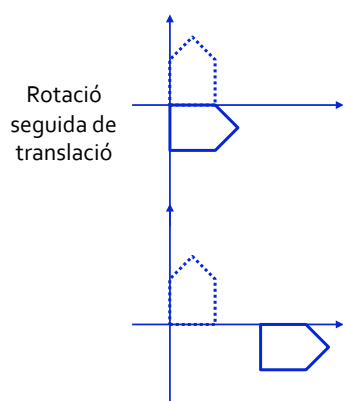
$$P' = T(3,0) \cdot (R(-90^\circ) P) = (T(3,0) \cdot R(-90^\circ)) P = M \cdot P$$

IDI- Q1 2013-2014

Composició de Transformacions

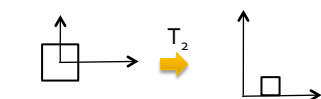
$$T(3,0) \cdot R(-90^\circ) \neq R(-90^\circ) \cdot T(3,0)$$

- Multiplicació de matrius no és commutativa



IDI- Q1 2013-2014

Transformations Geomètriques i OpenGL: Exemple 2

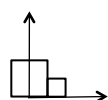


$$T_2 = \text{Trans}(0.75, 0.25, 0) * S(0.5, 0.5, 0.5)$$

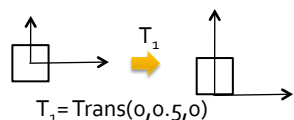
```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glTranslatef(0.75, 0.25, 0);
glScalef(0.5, 0.5, 0.5);
glutWireCube(1);
```

IDI- Q1 2013-2014

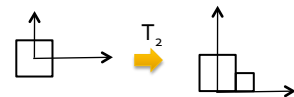
TG i OpenGL: exemple 3



Escena a pintar utilitzant instàncies de glutWireCube()



$$T_1 = \text{Trans}(0, 0.5, 0)$$



$$T_2 = \text{Trans}(0.75, 0.25, 0) * S(0.5, 0.5, 0.5)$$

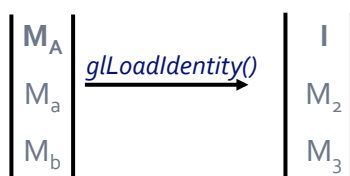
Comporta aplicar TG diferents als diferents objectes.

Com fer-ho amb OpenGL?

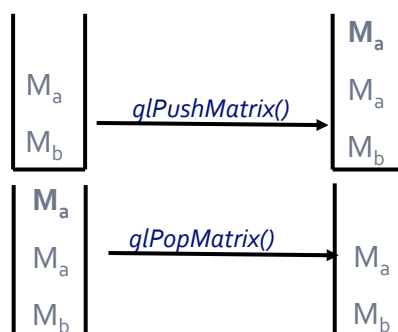
IDI- Q1 2013-2014

TG i OpenGL

- Substituir la matriu al top de la pila: (*glLoadIdentity*, *glLoadMatrix**)

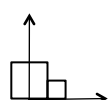


- Duplicar la matriu del top de la pila: `glPushMatrix()`
- Eliminar la matriu del top de la pila: `glPopMatrix()`

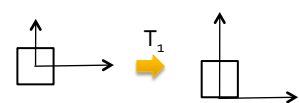


IDI- Q1 2013-2014

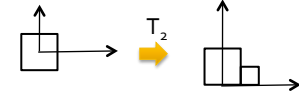
TG i OpenGL: exemple 3



Escena a pintar utilitzant instàncies de `glutWireCube()`



$$T_1 = \text{Trans}(0, 0.5, 0)$$



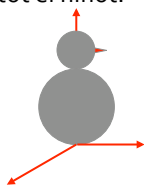
$$T_2 = \text{Trans}(0.75, 0.25, 0) * S(0.5, 0.5, 0.5)$$

```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glPushMatrix();
glTranslatef(0, 0.5, 0);
glutWireCube(1);
glPopMatrix();
glPushMatrix();
glTranslatef(0.75, 0.25, 0);
glScalef(0.5, 0.5, 0.5);
glutWireCube(1);
glPopMatrix();
```

IDI- Q1 2013-2014

Què heu de fer en 1ra sessió Bloc 2?

- Pintar algun objecte *glut* (secció 1)
- Utilitzar OpenGL per aplicar TG a un objecte (secció 2)
 - Entendre els paràmetres de les crides i composició d'operacions
 - Recordeu que aplica la matriu del top de la pila
 - Utilitzeu *callbacks* de teclat i ratolí per modificar TG; els reutilitzareu!!
- Utilitzar OpenGL per a aplicar diferents TG als diferents objectes de l'escena
 - Caldrà Push/Pop Matrius
- Crear una escena utilitzant objectes *glut* (secció 3) => TG per a crear el ninot i TG per a moure tot el ninot.



IDI- Q1 2013-2014