

Nom i cognoms:

Temps: 1h 45'

Normativa:

- Responen l'examen en els mateixos fulls de l'enunciat.
- No es poden usar apunts ni calculadores ni cap dispositiu electrònic.
- Les preguntes de tipus test en cas de contestar-se de forma errònia, tenen **penalització del 33%**
- Les respostes de totes les preguntes que no siguin de tipus test **han de ser raonades**.

1. (2.5 punts) El mètode `pintaModel()` envia a pintar un model amb la geometria d'un Patricio, que té com a caps mínima contenidora els punts ( $X_{min}, Y_{min}, Z_{min}$ ) i ( $X_{max}, Y_{max}, Z_{max}$ ) i que inicialment té el davant mirant cap a les  $Z+$ . Es vol pintar una escena formada per dos Patricios situats formant un pilar. El primer Patricio (que li diem Pat1) ha de fer d'alçada 3 (un cop escalat uniformement) i es troba amb el centre de la base de la capsa contenidora al punt (5,0,0) i mirant cap a les  $Z+$ . I el segon Patricio (que li diem Pat2) ha de fer d'alçada 2 (també un cop escalat uniformement) i es troba amb el centre de la base de la seva capsa coincidint amb el centre de la cara del damunt de la capsa del primer Patricio (és a dir el petit "damunt" del gran) i mirant cap a les  $Z-$ .
  - a) Indica quin seria el pseudocodi d'una funció `pintaEscena()` que permeti enviar a visualitzar l'escena descrita especificant el codi (o pseudocodi) que permet trobar les TGs requerides per a cada Patricio i utilitzant el mètode `pintaModel()`.
  - b) Indica clarament què modificaries del codi anterior per a què donat un vector (tx,ty,tz) el pilar dels dos Patricios es traslladi sencer respecte a aquest vector. Pots suposar que en altres parts del codi aquest vector es modifica adientment (per exemple, en prémer certes tecles).

**Solució:**

- a) Una possible combinació de transformacions que es pot fer al Patricio Pat1 són: Traslladar el centre de la base de la seva capsa contenidora a l'origen; escalar el model per a que faci alçada 3 i traslladar-lo segons el vector (5,0,0).

De la mateixa manera, el que es pot fer al Patricio Pat2 és: Traslladar el centre de la base de la capsa contenidora a l'origen; rotar el model respecte l'eix Y per a què miri cap a les  $Z-$ ; escalar-lo per a que faci alçada 2 i traslladar-lo segons el vector (5,3,0) per a posar-lo al damunt de Pat1. El centre de la base de la capsa contenidora és:

$$CBP = ((X_{min} + X_{max})/2, Y_{min}, (Z_{min} + Z_{max})/2)$$

I els factors d'escala dels dos Patricios són:

$$EscPat1 = 3/(Y_{max} - Y_{min}) \quad EscPat2 = 2/(Y_{max} - Y_{min})$$

El codi, doncs, del mètode `pintaEscena` serà:

```
void pintaEscena () {
1)  TGPat1 = Translate (5,0,0);
    TGPat1 = TGPat1 * Scale (EscPat1, EscPat1, EscPat1);
    TGPat1 = TGPat1 * Translate (-CBP);
    modelMatrix (TGPat1);
    pintaModel ();
2)  TGPat2 = Translate (5,3,0);
    TGPat2 = TGPat2 * Scale (EscPat2, EscPat2, EscPat2);
    TGPat2 = TGPat2 * Rotate (180, 0,1,0);
    TGPat2 = TGPat2 * Translate (-CBP);
    modelMatrix (TGPat2);
    pintaModel ();
}
```

- b) El que cal fer en aquest cas és traslladar els dos Patricios segons el vector  $(tx,ty,tz)$  un cop s'hagin posat inicialment en els punts establerts, per tant substituiríem les dues translacions de les línies 1) i 2) per les translacions següents:

```
1) TGPat1 = Translate (tx+5,ty,tz);  
2) TGPat2 = Translate (tx+5,ty+3,tz);
```

2. (1 punt) Pensant en l'escena de l'exercici 1, quins dels següents paràmetres d'una càmera axonomètrica serien adients per a poder veure, en la posició inicial dels Patricios i en un viewport quadrat, únicament el Patricio de dalt del pilar (Pat2) i de manera que aquest estigui dret i de cara a la càmera?

- a) OBS = (5,4,5); VRP = (5,4,0); up = (0,1,0);  
left = -2; right = 2; bottom = -2; top = 2; Znear = 2; Zfar = 8;
- b) OBS = (5,4,-5); VRP = (5,4,0); up = (0,1,0);  
left = -2; right = 2; bottom = -2; top = 2; Znear = 2; Zfar = 8;
- c) OBS = (5,4,-5); VRP = (5,4,1); up = (0,1,0);  
left = -1; right = 1; bottom = -1; top = 1; Znear = 2; Zfar = 8;
- d) OBS = (5,4,-5); VRP = (5,4,0); up = (1,0,0);  
left = -1; right = 1; bottom = -1; top = 1; Znear = 3; Zfar = 7;

**Solució: c)**

3. (1 punt) Tenint en compte l'escena dels dos Patricios en la seva posició inicial (escena de l'exercici 1) i una càmera posicionada i orientada amb el VRP al centre de l'escena i l'observador a distància  $d = 6.0$  del VRP en una certa direcció, indica quins paràmetres d'una òptica perspectiva serien adients per a veure l'escena (és a dir el pilar dels dos Patricios) sencera, sense deformar i optimitzant el viewport amb una càmera en tercera persona (per inspecció). Considereu que el radi de l'esfera contenidora és  $R = 3.0$  i que el viewport és de 600x400 píxels.

- a) raw = 1.5; FOV =  $\text{atan}(\tan(R/2)/\text{raw})$ ; ZNear = 3; ZFar = 9;
- b) FOV =  $2 * \text{asin}(R/6)$ ; raw = 1.5; ZNear = 3; ZFar = 9;
- c) FOV =  $2 * \text{asin}(R/6)$ ; raw = 1; ZNear = 3; ZFar = 9;
- d) FOV =  $2 * \text{atan}(R/6)$ ; raw = 1.5; ZNear = 6; ZFar = 9;

**Solució: b)**

4. (0.5 punts) Dos estudiants discuteixen respecte a la implementació del zoom amb òptica axonomètrica (ortogonal) i perspectiva. Quina de les seves afirmacions és certa?

- a) En òptica ortogonal només es pot obtenir un efecte de zoom modificant OBS i VRP en la direcció de visió.
- b) En òptica perspectiva cal modificar FOV, Znear i Zfar.
- c) En les dues òptiques es pot fer zoom modificant el window de la càmera.
- d) En òptica perspectiva si avancem OBS i VRP en la direcció de visió cal anar amb compte amb la ra.

**Solució: c)**

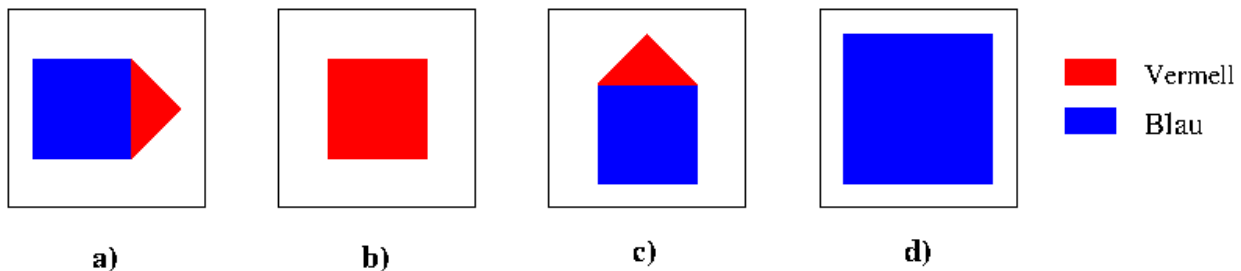
Nom i cognoms:

Temps: 1h 45'

5. (1 punt) Tenim una escena amb una caseta formada per:

- un cub de color blau de costat 20 amb les cares paral·leles als plans coordenats i amb el centre de la seva cara inferior situat en el punt (10,0,0).
- una piràmide de color vermell de base quadrada d'aresta 20 i alçada 10, ubicada just a sobre del cub, amb la base de la piràmide coincidint amb la cara superior del cub.

Al pintar la caseta en un viewport quadrat amb els paràmetres de càmera: OBS = (10,40,0); VRP = (10,-30,0); up = (1,0,0); FOV = 90 (graus); ra = 1.0; Znear = 10; Zfar = 45; Quina de les següents figures representa la imatge resultant?



**Solució: b)**

6. (1 punt) Quin dels següents codis per a inicialitzar la *viewMatrix* generaria la mateixa matriu que la càmera descrita a la pregunta 5?

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| a) | VM = Translació(0,0,-40);<br>VM = VM*Rotació_z (90);<br>VM = VM*Rotació_x (90);<br>VM = VM*Translació (-10,0,0)<br>viewMatrix (VM); | c) | VM = Translació (-10,30,0)<br>VM = VM*Rotació_x (90);<br>VM = VM*Rotació_z (90);<br>VM = VM*Translació(0,0,-70);<br>viewMatrix (VM); |
| b) | VM = Translació(0,0,-40);<br>VM = VM*Rotació_z (90);<br>VM = VM*Rotació_y (90);<br>VM = VM*Translació (-10,0,0)<br>viewMatrix (VM); | d) | VM = Translació (-10,0,0)<br>VM = VM*Rotació_y (-90);<br>VM = VM*Rotació_z (90);<br>VM = VM*Translació(0,0,-40);<br>viewMatrix (VM); |

**Solució: a)**

7. (0.5 punts) Un estudiant implementa el Vertex Shader oblidant-se de multiplicar els vèrtexs per la *viewMatrix*, és a dir, el càlcul del `gl_Position` el fa fent:

```
gl_Position = proj * TG * vec4(vertex, 1.0);
```

on TG és la *modelMatrix* i proj és la *projectMatrix* d'una òptica perspectiva. Quina afirmació és la correcta?

- El volum de visió queda definit pels punts (-1,-1,-1) i (1,1,1) en coordenades de l'aplicació (SCA).
- Té el mateix efecte que tenir OBS = (0,0,0), VRP = (0,-10,0) i up = (0,1,0).
- No podem conèixer la posició de la càmera.
- Cap de les altres respostes és correcta.

**Solució: d)**

8. (1 punt) Tenim una escena amb un terra i un homer que es troba damunt del terra i volem moure el homer sobre el terra com si caminés. Tenint en compte que totes les matrius de TG es calculen i envien dins del `pintaEscena()`:

- a) Caldrà declarar dos uniforms per a les dues matrius de TG en el Vertex Shader (TG1 i TG2), i mutiplicar per una o l'altra depenent del VAO que estem pintant.
- b) Si tenim un mètode `modelTransform()` que calcula la matriu de translació del homer i l'envia al Vertex Shader, el pseudocodi del `pintaEscena()` seria:

```
pintaEscena() {  
    modelTransform();  
    pintaHomer();  
    pintaTerra();  
}
```

- c) Si tenim un únic mètode `modelTransform()` que calcula la matriu de translació del homer i l'envia al Vertex Shader, el pseudocodi del `pintaEscena()` seria:

```
pintaEscena () {  
    pintaTerra();  
    modelTransform();  
    pintaHomer();  
}
```

- d) Cap de les altres respostes és correcta.

**Solució: d)**

9. (0.5 punts) Quin efecte tindria en la imatge resultant si en la càmera descrita en l'exercici 5 canviéssim el vector up i poséssim  $up = (0,0,1)$ ?

- a) Sempre que modifiquem el vector up cal també modificar OBS.
- b) Per poder veure la caseta hauríem de modificar també l'òptica de la càmera.
- c) Veuríem una cara lateral del cub.
- d) La imatge resultant seria idèntica a la de la pregunta 5.

**Solució: d)**

10. (0.5 punts) En l'escena de la caseta de la pregunta 5, en enviar-la a pintar amb una altra càmera, es veu la caseta allargada, és a dir, el cub, per exemple, es veu com un prisma amb la base el doble d'amplada que l'alçada. Què és el que ho provoca?

- a) La ra del viewport (rav) és  $< 1$  i no s'ha modificat el FOV.
- b) La ra del window (raw) i la del viewport (rav) no són iguals.
- c) La ra del window (raw) és  $> 1$  i la del viewport (rav) és 1.
- d) La ra del window (raw) és  $> 1$  i la del viewport (rav) és  $> 1$ .

**Solució: b)**

11. (0.5 punts) Per a què el procés de visualització funcioni correctament pel que respecta a la projecció de la geometria de l'escena, hem de programar obligatòriament els VS (Vertex Shader) i FS (Fragment Shader) de manera que:

- a) En el VS es calculin les coordenades de clipping del vèrtex i en el FS les de dispositiu.
- b) En el VS es calculin les coordenades d'observador del vèrtex i en el FS les de clipping.
- c) En el VS es calculin les coordenades de clipping del vèrtex.
- d) En el VS es calculin les coordenades de clipping i en el FS les d'observador.

**Solució: c)**