
Nom i Cognoms:

Tots els exercicis tenen el mateix pes.

Exercici 1

Aquí teniu una llista d'etapes/tasques del pipeline gràfic, ordenades per ordre alfabètic. Torna-les a escriure a la dreta, però ordenades segons l'ordre al pipeline gràfic. Suposa que només hi ha un VS i un FS (no hi ha GS).

- Alpha blending
- Crides a dFdx, dFdy
- Pas de coordenades a clip space
- Rasterització

Pas de coordenades a clip space

Rasterització

Crides a dFdx, dFdy

Alpha blending

Exercici 2

Hem produït un fragment amb color RGBA = (1.0, 0.5, 0.0, 0.4) corresponent al pixel (i,j). El color RGBA del pixel (i,j) al buffer de color és (0.5, 0.5, 1.0, 1.0). Si tenim activat alpha blending amb la crida

`glBlendFunc(GL_SRC_ALPHA, GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA)`

quin serà el color resultant al buffer de color (assumint que passa tots els tests)?

$$0.4 * 1.0 + 0.6 * 0.5 = 0.7$$

$$0.4 * 0.5 + 0.6 * 0.5 = 0.5$$

$$0.4 * 0.0 + 0.6 * 1.0 = 0.6$$

$$0.4 * 0.4 + 0.6 * 1.0 = 0.76 \rightarrow (0.7, 0.5, 0.6, 0.76)$$

Exercici 3

Indica quina és la matriu que aconseguix la conversió demanada (assumint que no hi ha transformació de modelat), usant aquestes abreviatures:

MV = `gl_ModelViewMatrix`

MVP = `gl_ModelViewProjectionMatrix`

MV^{-1} = `gl_ModelViewMatrixInverse`

MVP^{-1} = `gl_ModelViewProjectionMatrixInverse`

NM = `gl_NormalMatrix`

a) Pas d'un vèrtex de object space a eye space MV

b) Pas d'un vèrtex de eye space a world space MV^{-1}

c) Pas d'un vèrtex de clip space a object space MVP^{-1}

d) Pas de la normal de object space a eye space NM

Exercici 4

En una hipotètica versió de GLSL, no està definit el uniform **gl_ModelViewProjectionMatrix** (però sí la resta de matrius de GLSL). Escriu, en codi GLSL vàlid, com faries la conversió de **gl_Vertex** d'object space a clip space (assumint que no hi ha transformació de modelat).

```
gl_Position = gl_ModelViewProjectionMatrix * gl_Vertex;
```

->

```
gl_Position = gl_ProjectionMatrix * gl_ModelViewMatrix * gl_Vertex;
```

Exercici 5

Completa el següent FS per tal que calculi correctament la contribució difosa:

```
varying vec3 normal; // eye space
```

```
varying vec3 pos; // pos en eye space
```

```
vec4 lightSource( vec3 N, vec3 V, gl_LightSourceParameters light ) {
```

```
    vec3 L = normalize( light.position.xyz - V );
```

```
    vec3 R = normalize( 2.0*dot(N,L)*N-L );
```

```
    V = normalize (-V.xyz);
```

```
    float diff; // cal que el calculeu vosaltres
```

```
    diff = max( 0.0, dot( N,L ) );
```

```
return gl_FrontMaterial.diffuse * light.diffuse * diff;  
}
```

Exercici 6

Per què ens pot ser útil aquesta sentència GLSL?

```
vec3 foo = gl_ModelViewMatrixInverse[3].xyz;
```

--> Per obtenir la posició del observador, en object space (o world space, si no hi ha transf de modelat).

Exercici 7

Una textura de 1024x1024 requereix emmagatzemar en memòria, òbviament, 1M texel. Quans texels cal emmagatzemar si la textura fa servir mipmapping?

$1024 \times 1024 + 512 \times 512 + 256 \times 256 + \dots + 1 \times 1 = \sum_{i=0}^{10} 2^{2i} = 1.33 \text{ M texel}$

Exercici 8

Aquest pseudocodi implementa environment mapping:

1. Calcular el vector unitari X
2. Calcular el vector R com a reflexió de X respecte la normal al punt
3. Utilitzar R per accedir al environment map i obtenir el color de l'entorn en direcció R

Què és el vector X del pas 1, i com el podeu calcular?

Vector L: vector unitari del punt cap a l'observador

Exercici 9

Quina magnitud de radiometria (o fotometria) representa millor l'energia que arriba a cada diferencial de superfície, i que es calcula al primer pass (light pass) de la tècnica two-pass raytracing?

Irradiancia

Indica també una possible unitat de mesura d'aquesta magnitud.

(W/m², lux)

Exercici 10

Fes matching entre les magnituds/conceptes de radiometria de l'esquerra, i els conceptes de la dreta:

Flux	Energia d'un raig de llum
Radiància	Quantitat total d'energia emesa per una font de llum (per unitat de temps)
Intensitat BRDF	Propietats de reflectivitat d'un material
Flux	Quantitat total d'energia emesa per una font de llum (per unitat de temps i angle sòlid)
Radiància	Quantitat total d'energia emesa per una font de llum (per unitat de temps)
Intensitat	Energia d'un raig de llum
BRDF	Quantitat total d'energia emesa per una font de llum (per unitat de temps i angle sòlid)
	Propietats de reflectivitat d'un material

Exercici 11

Per un determinat objecte, tenim emmagatzemada la següent informació, relativa a la seva transformació de modelat: centre de l'objecte, vector de translació, matriu de rotació, paràmetres de l'escalat. Indica, **com a producte de 4 ó 5 matrius**, com calcular la transformació de modelat de l'objecte (vigileu l'ordre!). Feu servir la notació:

T(x,y,z) -> matriu de translació segons el vector (x,y,z)

R -> matriu de rotació emmagatzemada

S(x,y,z) -> matriu d'escalat segons els factors d'escalat x,y,z

T(centre)*T(trans)*R*S*T(-centre)

Exercici 12

Quin és el principal avantatge d'utilitzar VBO en comptes de VA?

Bàsicament un VBO és un VA emmagatzemat en memòria del servidor OpenGL (ex. GPU).

Per tant, estalvi en les dades que han de passar-se cada frame de RAM a memòria de la GPU.

Exercici 13

Tenim un normal map on les components RGB de cada texel codifiquen les components (nx', ny', nz') en espai tangent d'un vector unitari en la direcció de la normal pertorbada. Donats els vectors T, B, N (tangent, bitangent i normal) d'una base ortonormal, en eye space, corresponents a un fragment, indica com calcularies la normal pertorbada N' en eye space.

Simplement hem de passar la normal (nx', ny', nz') de tangent space a eye space: $[T \ B \ N] * (nx', ny', nz')$ on $[T \ B \ N]$ és una matriu 3x3 que té per columnes els tres vectors T, B, N.

Exercici 14

Quins són els sistemes de coordenades origen i destí de la transformació de projecció (projection transform), representada per la `gl_ProjectionMatrix` en GLSL?

Eye Space --> Clip Space

Exercici 15

Indica quina condició han de satisfer les coordenades (x, y, z, w) d'un vèrtex en clip space, per tal de ser interior al frustum de visió d'una càmera perspectiva.

$-w \leq x \leq w$ (el mateix per y, z)

Exercici 16

Aquesta és la declaració de la funció OpenGL `glColorMask()`:

```
void glColorMask( GLboolean red, GLboolean green, GLboolean blue, GLboolean alpha )
```

a) Quin efecte té aquesta funció?

Activar (true) / desactivar (false) l'escriptura en els buffers de color.

b) Menciona una tècnica concreta (dintre de les tècniques per simular ombres, reflexions, transparències...) en la qual es faci servir, i perquè.

Ombres per projecció amb stencil, als passos on només volem modificar el depth buffer o el stencil buffer, però no pas el color buffer.

Exercici 17

Completa (amb els uniforms apropiats) aquestes en línies en codi GLSL vàlid (assumint que només es pinten les cares frontface):

a) float shininess = `gl_FrontMaterial.shininess` // exponent de reflectivitat especular del material

float shininess = `gl_FrontMaterial.shininess`

b) vec4 posLlum = `gl_LightSource[0].position` // posició en eye space de la primera llum

vec4 posLlum = `gl_LightSource[0].position`

Exercici 18

De quin tipus GLSL (float, vec2, vec3...) és el resultat d'aquestes

expressions? a) `dot(vec3(1,0,0), vec3(0,1,0))`

float

a) `texture2d(sampler, vec2(0.5,0.5));`

vec4

b) `cross (vec3(1,0,0,), vec3(0, 1, 0))`

vec3

c) `vec3(1,0,0) * vec3(0, 1, 0)`

vec3

Exercici 19

Què està fent aquest codi i en quina tècnica s'utilitza?

```
glLoadIdentity();  
glTranslated(0.5,  
0.5,0.5); glScaled(0.5,  
0.5, 0.5);  
gluPerspective(...);  
gluLookAt(...)
```

Està definint la matriu de conversió world space -> texture space; es fa servir a proj texture mapping.

Exercici 20

En una aplicació volem reproduir l'ombra que projecten diferents globus aerostàtics sobre una pista plana i horitzontal, al vespre (sol prop de la posta), des de diferents punts de vista sobre la pista. Quin inconvenient pot tenir usar shadow mapping en aquest context?

Aliasing greu a l'ombra degut al problema "duelling frustra".

Preguntes per a l'avaluació de les competències transversals

Pregunta 1

A què fa referència el terme *haptic*?

- (a) Interacció en aplicacions mèdiques
- (b) Interacció explícita
- (c) Manipulació d'objectes deformables
- (d) Realimentació tàctil

Pregunta 2

Indica al menys un parell de tècniques d'adquisició de dades de volum en medicina.

CT, MR, ultrasons...