



Julio 2011

Realidad Aumentada  
Curso Presencial – Consorcio Identic



# S.1.4

## Introducción a OpenGL para RA

**Carlos González Morcillo**

Carlos.Gonzalez@uclm.es  
Http://www.esi.uclm.es/www/cglez

Profesor Titular de Visualización  
Escuela Superior de Informática  
Universidad de Castilla-La Mancha



**Identic**

consorcio  
www.identic.es

Identic Realidad Aumentada Introducción Modelo Conceptual Pipeline Matrices Ejercicios

UCLM

### Contenidos

1. Introducción
2. Modelo Conceptual
  - 2.1. Cambio de Estado
  - 2.2. Dibujar Primitivas
3. Pipeline de OpenGL
  - 3.1. Transf. de Visualización
  - 3.2. Transf. de Modelado
  - 3.3. Transf. de Proyección
4. Composición Matricial
5. Ejercicios



Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 2]

Identic Realidad Aumentada Introducción Modelo Conceptual Pipeline Matrices Ejercicios

UCLM

### ¿Qué es OpenGL?

«OpenGL es una buena API de gráficos 3D»

- Muy eficiente.
- Ampliamente soportada.
- Multiplataforma Hardware y Software.
- Abierta: ARB formada por varias empresas.
- Fácil de aprender.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 5]

Identic Realidad Aumentada Introducción Modelo Conceptual Pipeline Matrices Ejercicios

UCLM

### Otras APIs...

Os suenan estos nombres?

Java 3D	GLSL
Direct 3D (D3D)	OpenGL ES
Cg (Nvidia)	Ogre
HLSL	Crystal Space

*OpenGL == **NAPITA** :-P*

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 6]

Identic Realidad Aumentada Introducción Modelo Conceptual Pipeline Matrices Ejercicios

UCLM

### Not A Pain In The Ass

<p><b>OpenGL</b></p> <pre>glBegin (GL_TRIANGLES);   glVertex (0,0,0);   glVertex (1,1,0);   glVertex (2,0,0); glEnd ();</pre>	<p><b>Direct 3D</b></p> <pre>v = &amp;buffer.vertexes[0]; v-&gt;x = 0; v-&gt;y = 0; v-&gt;z = 0; v++; v-&gt;x = 1; v-&gt;y = 1; v-&gt;z = 0; v++; v-&gt;x = 2; v-&gt;y = 0; v-&gt;z = 0; c = &amp;buffer.commands; c-&gt;operation = DRAW_TRIANGLE; c-&gt;vertexes[0] = 0; c-&gt;vertexes[1] = 1; c-&gt;vertexes[2] = 2; IssueExecuteBuffer (buffer);</pre>
---	---

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 7]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Prototipos Funciones

**Convenio:**  
El **nombre** de la función define los **parámetros**

**glVertex4dv (v);**

Componentes	Tipo de Datos	Vector (o escalar)
2 (x,y)	<b>b</b> (byte) <b>ub</b> (unsigned byte)	<b>v</b> implica vector. Si no aparece, los parámetros son escalares.
3 (x, y, z)	<b>s</b> (short) <b>us</b> (unsig. short)	
4 (x, y, z, h)	<b>i</b> (int) <b>ui</b> (unsigned int)	
	<b>f</b> (float) <b>d</b> (double)	

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 8]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Módulos

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 9]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Modelo Conceptual

**Operaciones**

Dibujar ↔ Cambiar Estado

- Dibujar: Primitiva Geométrica, Primitiva de Imagen

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 10]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Cambiar Estado

- Gestión de Vértices:** Cambiar color (`glColor()`), el vector normal (`glNormal()`), o las coordenadas de textura (`glTexCoord()`).
- Activación de Modos:** `glEnable` y `glDisable`. Modo interruptor.
- Características Específicas.**

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 11]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Dibujar primitivas

- Definidas entre `glBegin (PRIMITIVA)` y `glEnd()`.
- Hay 10 primitivas básicas (de tipo *punto, línea y polígono*).

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 12]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Pipeline OpenGL

**Analogía con Cámara Real**

- Transformación de Modelado:** Coordenadas Universales.
- Transformación de Visualización:** Coordenadas de Cámara.
- Transformación de Proyección:** Cubo unitario.
- Transf. de Recorte y Pantalla:** Coordenadas 2D.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 13]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Tr. Visualización

- Antes que cualquier otra transformación** de modelado.
- En OpenGL se realizan en **orden inverso** al código!
- Posicionar la cámara:
  - `gluLookAt`
  - Traslación y Rotación
  - Carga de Matriz (manualmente)

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 14]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Tr. Modelado

Tres operaciones básicas mediante llamadas a funciones (que multiplican las matrices asociadas)

- Traslación** (`glTranslate`)
- Rotación** (`glRotate`). El ángulo se especifica en grados sexagesimales en contra a las agujas del reloj.
- Escalado** (`glScale`)

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 15]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Tr. Proyección

2 formas básicas de especificar el frustum de proyección perspectiva:

- `GLFrustum` parámetros (t,b,r,l,f,n)
- `GluPerspective` (fov, aspect, near, far)

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 16]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Matrices

OpenGL utiliza matrices 4x4 por columnas!

$$\begin{bmatrix} m_0 & m_4 & m_8 & m_{12} \\ m_1 & m_5 & m_9 & m_{13} \\ m_2 & m_6 & m_{10} & m_{14} \\ m_3 & m_7 & m_{11} & m_{15} \end{bmatrix}$$

`glLoadMatrix()`  
`glMultMatrix()`

4 Pilas Matrices `glMatrixMode(PILA)`

- **Modelview** (32): Modelado y Visualización.
- **Projection** (2): Matrices de proyección.
- **Color**: Modificación de colores.
- **Texture**: Coordenadas de textura. `GLPushMatrix()` y `glPopMatrix()`

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 17]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Orden Correcto?

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 18]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Orden Correcto?

**Código OpenGL**

```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
GLLoadIdentity();
glRotatef(45,0,0,1);
glTranslatef(5,0,0);
dibujar_objeto();
```

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 19]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Idea SR Universal

**Idea de Sistema de Referencia Fijo Universal.**  
La composición ocurre en orden inverso del que aparece en el código fuente.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 20]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Idea SR Local

**Idea de Sistema de Referencia Local.**  
Imaginar un sistema de referencia local al objeto que va cambiando. La composición se realiza en el mismo orden que aparece en el código fuente.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 21]

Realidad Aumentada | Introducción | Modelo Conceptual | Pipeline | Matrices | Ejercicios

# Ejercicios

- Modifica el ejemplo del planetario para que dibuje una esfera de color blanco que representará a la Luna, de radio 1cm y separada 4cm del centro de la Tierra. Este objeto tendrá una rotación completa alrededor de la Tierra cada 2.7 días (10 veces más rápido que la rotación real de la Luna sobre la Tierra. Supondremos que la luna no cuenta con rotación interna.
- Modifica el ejemplo del robot para que una base (añadida con un toroide `glutSolidTorus`) permita rotar el brazo robótico en el eje Z mediante las teclas d y c. Además, añade el código para que el extremo cuente con unas pinzas (creadas con `glutSolidCone`) que se abran y cierren empleando las teclas f y v.

Carlos González Morcillo (Carlos.Gonzalez@uclm.es) [Trp 22]