Entidades compuestas

A. Gavilanes
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Las entidades compuestas

- La clase de las entidades compuestas es una clase llamada **`CompoundEntity`** que hereda de **`Abs_Entity`**
- Dispone de un vector donde se coleccionan las entidades que forman la entidad compuesta:

```
std::vector<Abs_Entity*> gObjects;
```

- Dispone de un método para añadir a la entidad compuesta las entidades que la forman:

```
void addEntity(Abs_Entity* ae);
```

- La destructora vacía **`gObjects`** tal como lo hace **`free()`** de la clase **`Scene`**

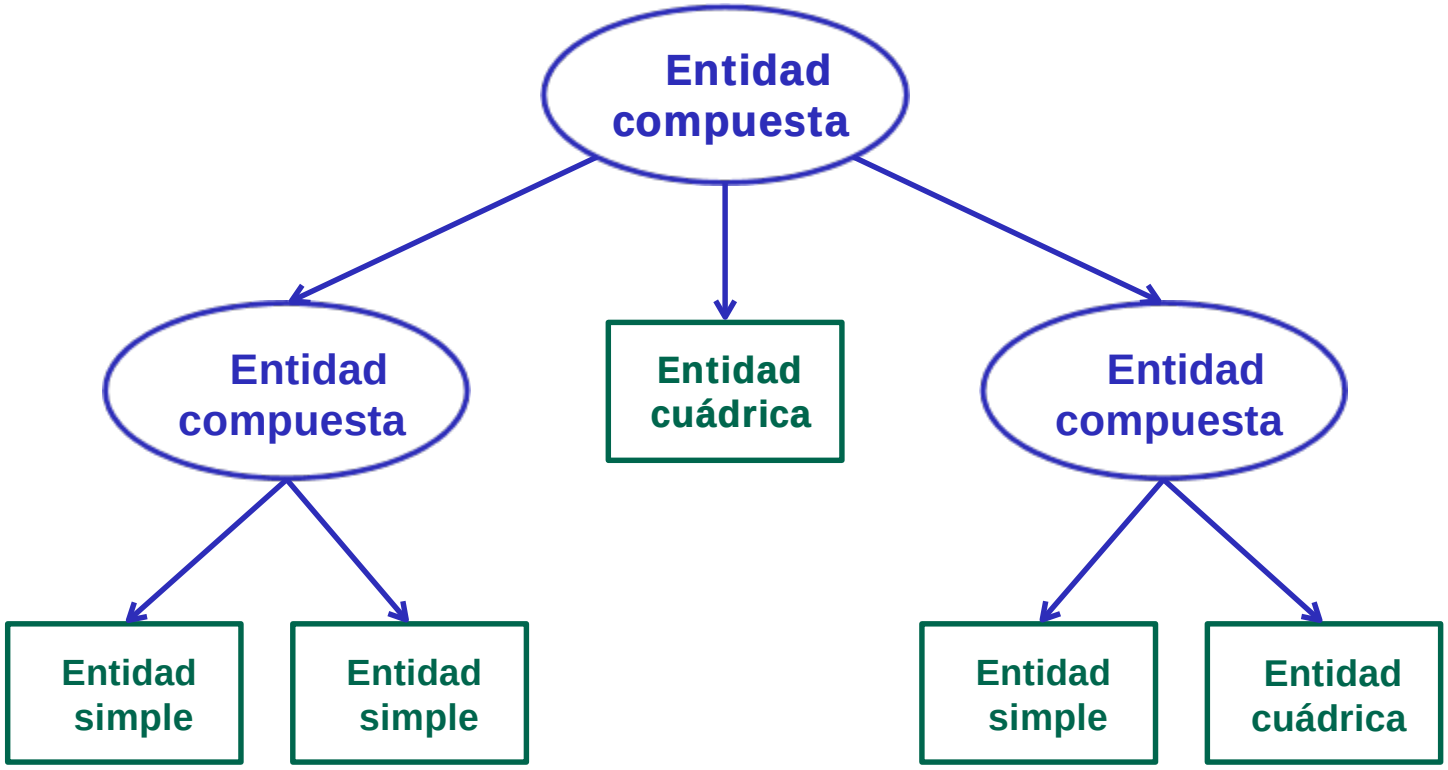
El modelo jerárquico

- El modelo jerárquico consiste en definir la escena como un grafo (para nosotros, un árbol) donde cada nodo es una entidad que puede ser de tres tipos:
  - Entidad simple: las formadas por una sola entidad. Son ejemplos de entidades simples las clases **`EjesRGB`** o **`Estrella3D`**, entre otras. Sus clases heredan directamente de **`Abs_Entity`**
  - Entidad cuádrica: las que permiten dibujar objetos cuádricos usando la librería **`GLU`**. Es una entidad cuádrica la clase **`Sphere`** (y las definidas para las demás cuádricas) que hereda directamente de **`QuadricEntity`**:

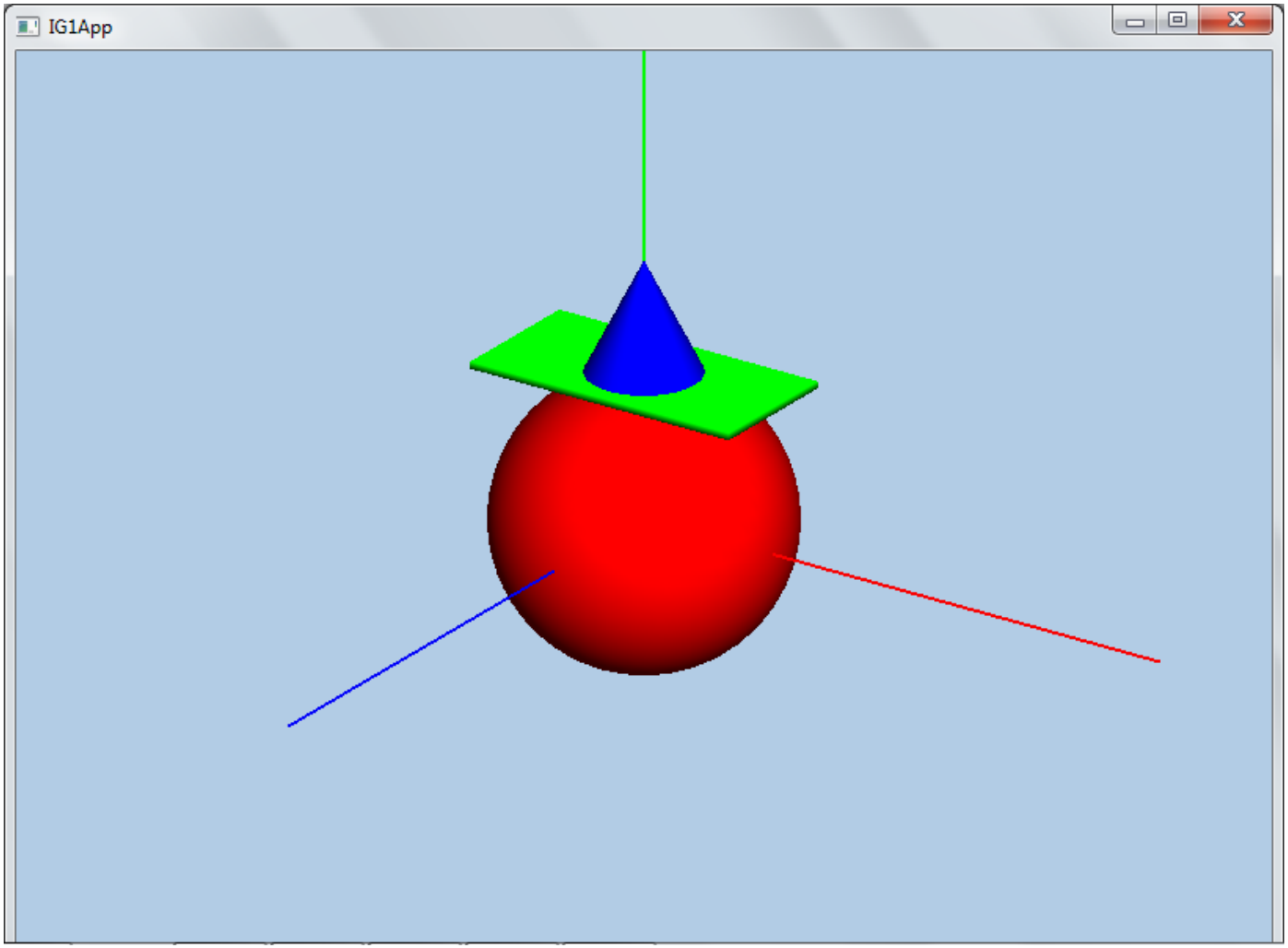
```
class QuadricEntity : public Abs_Entity ...
class Sphere : public QuadricEntity ...
```

  - Entidad compuesta: las formadas por varias entidades. Por ejemplo, el objeto **`capAndHat`** que veremos a continuación es una entidad compuesta. Son ejemplos de estas clases las que heredan directamente de **`CompoundEntity`**

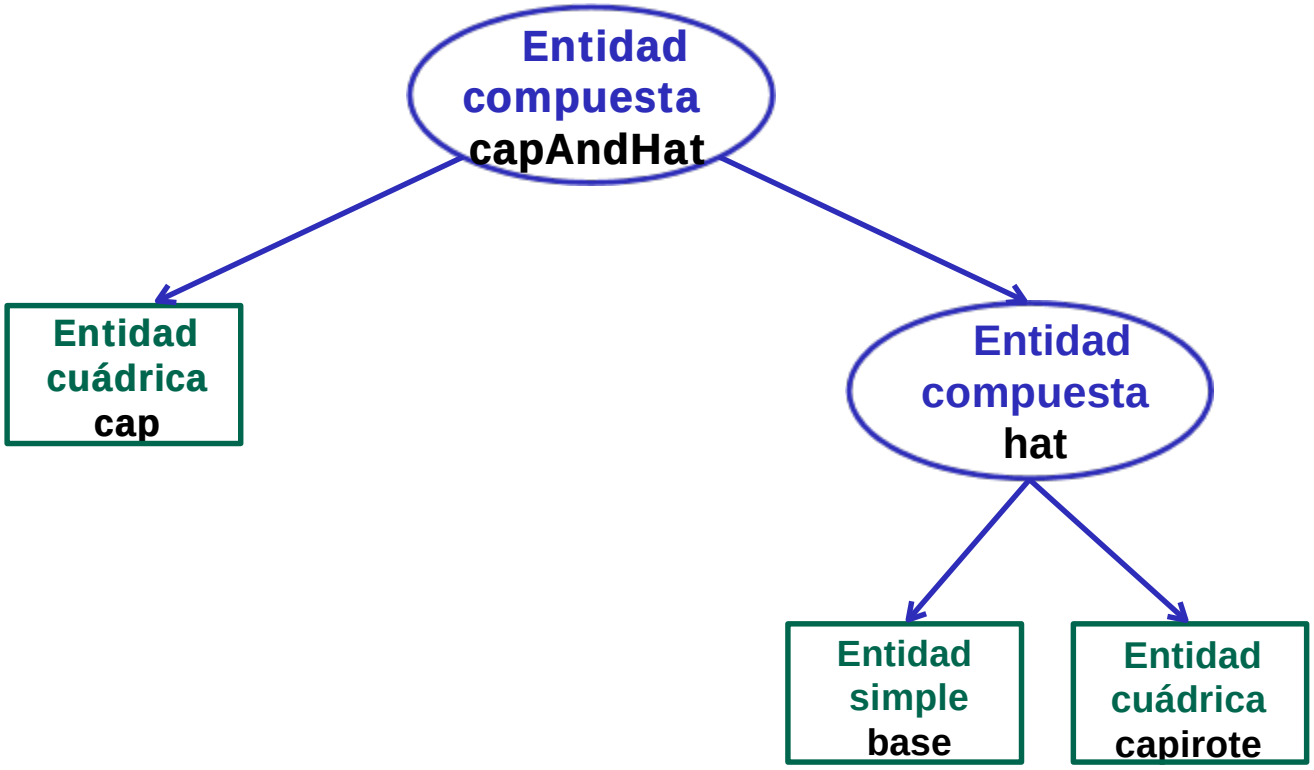
El modelo jerárquico como árbol



Ejemplo de entidad compuesta. La cabeza con sombrero



La cabeza con sombrero como entidad compuesta



Ejemplo

- La cabeza con sombrero es pues una entidad compuesta que se construye así

1. Se construye la entidad compuesta **capAndHat** y se añade a la escena

```
CompoundEntity* capAndHat = new CompoundEntity();
gObjects.push_back(capAndHat);
```

2. Se construye la cabeza **cap** como una esfera roja y se añade a la entidad compuesta **capAndHat**

```
Sphere* cap = new Sphere(100.0);
capAndHat->addEntity(cap);
```

3. Se construye el sombrero **hat** y se añade a la entidad compuesta **capAndHat**

```
CompoundEntity* hat = new CompoundEntity();
capAndHat->addEntity(hat);
```

3. (continuación) El sombrero es una entidad compuesta por:

- una base que es la malla de un cubo verde indexado y convenientemente escalado

```
Cubo* base = new Cubo(100);
// Se fija el color verde, se escala y estará colocado
// como parte de un sombrero centrado en el origen
hat->addEntity(base);
```

- un capirote que es un cono

```
Cylinder* capirote = new Cylinder(80.0, 40.0, 0);
// Se fija el color azul, se rota y estará colocado
// como parte de un sombrero centrado en el origen
hat->addEntity(capirote);
```

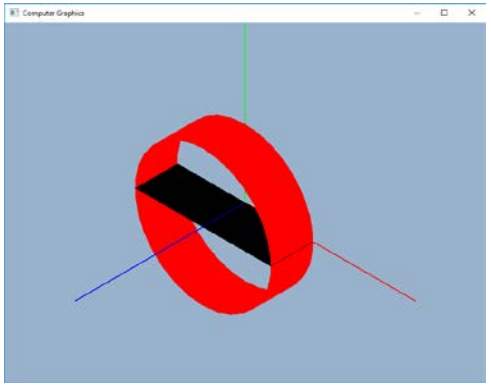
Renderización de entidades compuestas

- Las entidades compuestas heredan su método **`render(modelViewMat)`**, pero lo reescriben a fin de que sus entidades constituyentes se rendericen no con respecto a la matriz de vista sino con respecto a la matriz de modelado-vista, siendo la matriz de modelado la de la entidad compuesta
- El proceso para renderizar una entidad compuesta es pues el siguiente:
  - Se multiplica la matriz **`modelViewMat`** (matriz de vista) por la matriz de modelado que la entidad compuesta tiene por ser una entidad
  - Se carga la matriz resultante **`aMat`** con **`upload(aMat)`**
  - Se renderizan las entidades constituyentes de **`gObjects`** con respecto a **`aMat`**

Entidades construidas por posicionamiento relativo

- Supongamos que un rotor es una entidad con dos atributos: un tubo **tub** (cilindro rojo) y una paleta **pal** (rectángulo negro). Estas dos entidades se posicionan para renderizarse como en la figura adjunta.

```
Rotor(GLdouble r, GLdouble h) {
    ...
    tub = new Cylinder(r, r, h);
    pal = new RectangleRGB(2*r, h);
    dmat4 m = pal->getModelMat(); //m=dmat4(1.0);
    m = translate(m, dvec3(...));
    m = rotate(m, radians(...), dvec3(...));
    pal->setModelMat(m);
}
```



- Renderizado de un rotor

```
void Rotor::render(dmat4 const& modelViewMat) {
    dmat4 aMat = modelViewMat*mModelMat;
    upload(aMat);
    tub->render(aMat);
    pal->render(aMat);
}
```

Renderizado de estas entidades

- Sabemos que cada entidad de la escena tiene un atributo **`glm::dmat4 mModelMat`** que permite dibujar la entidad dentro de la escena de la que forma parte
- Cuando la entidad se renderiza, primero se sitúa dentro de la escena usando su **`mModelMat`**, y luego se renderiza lo que la forma (si tiene constituyentes):

```
void Rotor::render(dmat4 const& modelViewMat) {
    dmat4 aMat = modelViewMat*mModelMat;
    upload(aMat);

    // Renderizado de los elementos del rotor
    // con respecto a la matriz aMat
    ...
}
```

Renderizado de entidades con posicionamiento relativo

- La matriz **mModelMat** de cada entidad se inicializa a **dmat4(1.0)** y se modifica según lo requiera su colocación dentro de la entidad de la que forma parte

- Ejemplo. En una escena con un rotor:
  - **mModelMat(tub) = dmat4(1.0)**, para el tubo del rotor
  - **mModelMat(pal) = dmat4(1.0)*T*R**, para la paleta del rotor

- En general, cada **entidad** de la escena con matriz de modelado **mModelMat_entidad** manda renderizar cada elemento constituyente **ent** que tenga, haciendo las llamadas

ent->render(modelViewMat*mModelMat_entidad)

lo que supondrá, a su vez, post-multiplicar el parámetro por la respectiva matriz de modelado **mModelMat_ent** de la entidad **ent**

Renderizado de entidades con posicionamiento relativo

- Por ejemplo, en la escena del rotor, si **`mModelMat_rotor`** es la matriz de modelado del rotor entonces:
  - Se hará la llamada **`tub->render(aMat)`** para renderizar el tubo y esta llamada cargará la matriz **`modelViewMat*mModelMat_rotor*dmat4(1.0)`** antes de renderizar el cilindro

Matriz de modelado de tub

  - Se hará la llamada **`pal->render(aMat)`** para renderizar la paleta y esta llamada cargará la matriz **`modelViewMat*mModelMat_rotor*dmat4(1.0)*T*R`** antes de renderizar el rectángulo

Matriz de modelado de pal

- La renderización de una entidad compuesta es igual, pero sus entidades constituyentes no son atributos (**`tub, pal`**) sino componentes del vector **`gObjects`**

Ventajas del modelo jerárquico

- Cada constituyente de una entidad compuesta debe aplicar, antes de dibujarse, la secuencia de transformaciones que la colocan en la escena

En el modelo jerárquico, cada entidad guarda una única transformación que la sitúa con respecto a la entidad de la que forma parte, por tanto el renderizado es más rápido

- Durante el proceso de *culling*: si una entidad compuesta no es visible, no es necesario dibujarla y, por tanto, tampoco es necesario dibujar las entidades que la componen

En el modelo jerárquico no es necesario codificar nada. Si la entidad compuesta no invoca el método **`render()`**, sus constituyentes tampoco lo harán

- Si una entidad compuesta se mueve, es necesario mover todas las entidades que la componen

En el modelo jerárquico, de nuevo, no es necesario codificar nada. Cuando la entidad compuesta se mueve, la matriz de modelado-vista se post-multiplica por la matriz **`mModelMat`** de la entidad y el resultado sirve de base para las post-multiplicaciones que aplican sus constituyentes al dibujarse.