OGRE 3D

Textures

Multitexturing and RenderTextures

http://www.ogre3d.org

Ana Gil Luezas
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Complutense de Madrid

Multitexturing

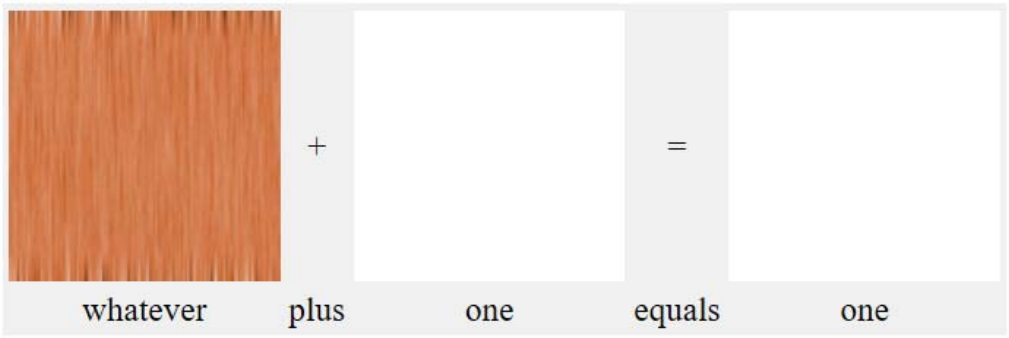
- **Multitexturing**: se pueden utilizar varias unidades de texturas simultáneamente para generar efectos (iluminación, sombras, …) mezclando los colores de las distintas imágenes (y con el color obtenido por la iluminación).

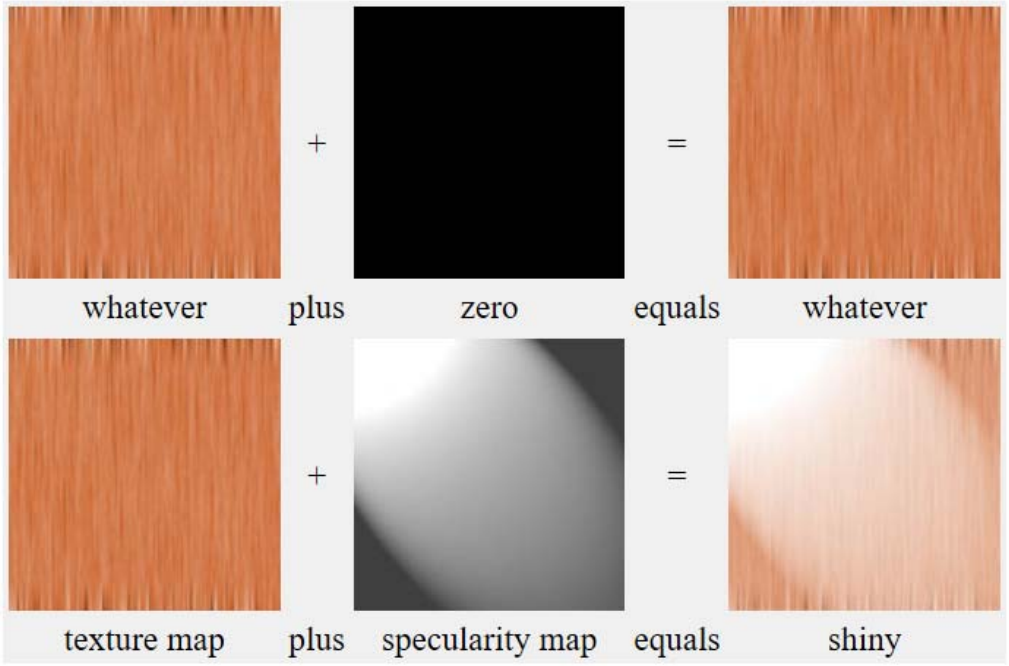
  Los colores de las texturas se mezclan entre si: **add**, **modulate**, **blending**

  Ejemplo: Light map (imagen en grises que se utiliza para simular la intensidad de luz por pixel)

- **Modulate:** El producto oscurece la imagen (tiende a negro)

- **Add:** La suma tiende a blanco (aumenta el brillo)





El resultado de la suma hay que ajustarlo (clamp) a los valores 0 y 1:

```
min(max(C, 0), 1)
Si (C < 0) -> 0
Si (C > 1) -> 1
```

Material Scripts

```
material IG2/ejemploMT1
{
   technique
   {
      pass  // this is a multitexture pass
      {
         ambient 0.5 0.5 0.5   // coeficientes de reflexión para Luz ambiente
         diffuse 1.0 1.0 1.0    // coefs. de reflex. para la componente difusa de la Luz
         texture_unit   // Texture unit 0
         {
            texture wibbly.jpg   // nombre del archivo de la imagen
            color_op modulate   // valor por defecto: Los colores se multiplican con …
         }
         texture_unit   // Texture unit 1 (this is a multitexture pass)
         {
            texture wobbly.png   // nombre del archivo de la imagen
            colour_op add          // Los colores de esta imagen se suman con …
         }
} } }
```

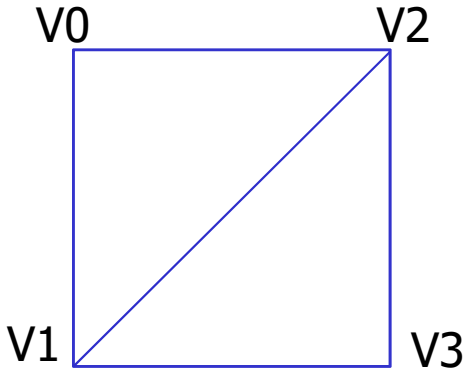
Mezcla de colores resultante:
Luz x TU0 + TU1

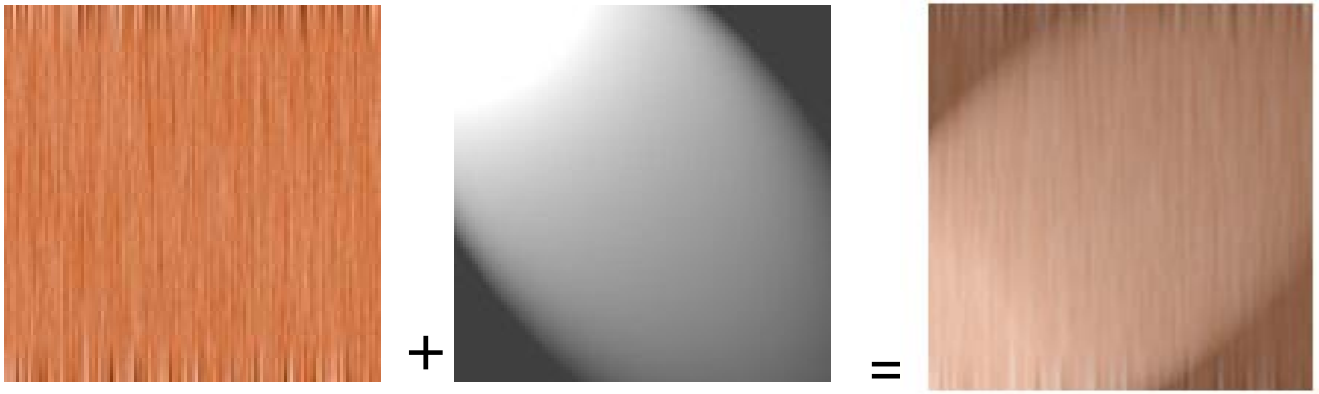
¿Todas las unidades de textura utilizan las mismas coordenadas?

Multitexturing

- **Texture Mapping**: asignar coordenadas de textura (u,v) a una malla para obtener el color a partir de una imagen y las coordenadas (u,v)
- En una malla se pueden dar varios juegos coordenadas de textura para utilizarlas en distintas unidades de textura:

```
Vertex:     (-1, 1, 0), (-1, -1, 0), (1, 1, 0), (1, -1, 0)
Normal:     ...
TexCoord0: (0,  1), (0, 0), (1,  1), (1,  0)
TexCoord1: (1,  1), (0, 1), (1,  0), (0,  0)  // 90º
TexCoord2: (0,  2), (0, 0), (2,  2), (2,  0)
```





TexCoord0 TexCoord1

Multitexturing

- **Coordenadas de textura:** ¿Todas las unidades de textura utilizan las mismas coordenadas?
  - Varias texturas pueden utilizar las mismas coordenadas de textura.
  - Cada unidad de textura puede utilizar distintas coordenadas de textura:
    - Incluyendo en la malla varios juegos de coordenadas de textura
    - Generando coordenadas a partir de los vértices o normales (env_map).
    - Transformando las coordenadas de textura antes de utilizarlas

En **Ogre ->**

Multitexturing

En **Ogre** podemos utilizar varias unidades de textura y determinar el juego de coordenadas que se quiere utilizar

```
pass {  // this is a multitexture pass
texture_unit  {  // Texture unit 0
    // tex_coord_set 0  // valor por defecto: Primer juego de coordenadas de la malla
       texture wibbly.jpg
}
texture_unit  {  // Texture unit 1
     // tex_coord_set 1  // si la malla tiene un segundo juego de coordenadas de
                         // textura, podríamos usarlo de esta forma.
        rotate 90        // también podemos aplicar una transformación a las coordenadas:
                         // usamos el primer juego pero girado 90º
        texture wobbly.png
}
texture_unit  {   // Texture unit 2
    env_map spherical     // planar / cubic_reflection / cubic_normal
    texture checker.jpg          // Environment maps make an object look reflective
} }
```

Material Scripts

```
material IG2/ejemploMT2 {
   technique {
      pass {
         ambient 0.5 0.5 0.5
         diffuse 1.0 1.0 1.0
         texture_unit   // Texture unit 0
          {
           tex_coord_set 2  // Tercer juego de coordenadas de la malla
            texture wibbly.jpg
            // color_op modulate // valor por defecto
          }
          texture_unit   // Texture unit 1
          {
           tex_coord_set 1 // Segundo juego de coordenadas de la malla
           texture wobbly.png
           colour_op add
          }
      }
   } }
```

En este ejemplo cada unidad de textura utiliza un juego de coordenadas diferente.

La malla tendría que tener tres juegos de coordenadas de textura.

Material Scripts

```
material IG2/ejemploMT3   {
   technique  {
      pass   {
         ambient 0.5 0.5 0.5
         diffuse 1.0 1.0 1.0
         texture_unit   {   // Texture unit 0
             texture wibbly.jpg
             // tex_coord_set 0  // utiliza el juego 0 de coordenadas de tex. de la malla
             scroll 0.5 0.0  // pero antes de utilizarlas las coordenadas se trasladan
                                // 0.5 en  horizontal
         }
         texture_unit   {   // Texture unit 1
              texture wobbly.png
             // tex_coord_set 0  // utiliza el mismo juego de coordenadas de tex.
             rotate 90              // pero ahora las coordenadas se giran 90º
            colour_op add   // Los colores de esta imagen se suman con …
          }
      }
} }
```

En este ejemplo ambas unidades de textura utilizan las mismas coordenadas (text_coord_set 0), pero se transforman antes de utilizarlas.

Texture coordinates tranformation

- **Las coordenadas de textura se pueden transformar** de la misma forma que las coordenadas de los vértices (trasladar, rotar, escalar), pero hay que tener cuidado porque el resultado puede quedar fuera de [0, 1] (-> tex_address_mode wrap (repeat) | clamp | …)

  Por ejemplo, para realizar una traslación en horizontal de 0.5 a las coordenadas de textura (u, v):

  (u, v) -> (u, v) + (0.5, 0) = (u+0.5, v) -> tex_address_mode …

  Texture animation: Las coordenadas de textura se transforman en función del tiempo transcurrido desde el último renderizado.

Material Scripts

- **Texture Units:**

  texture_unit [name] **{ atributos para esta unidad de textura }**

- **Atributos relativos a cada unidad de textura**

  https://ogrecave.github.io/ogre/api/latest/_material-_scripts.html

  texture <name> // nombre del archivo de la imagen + …

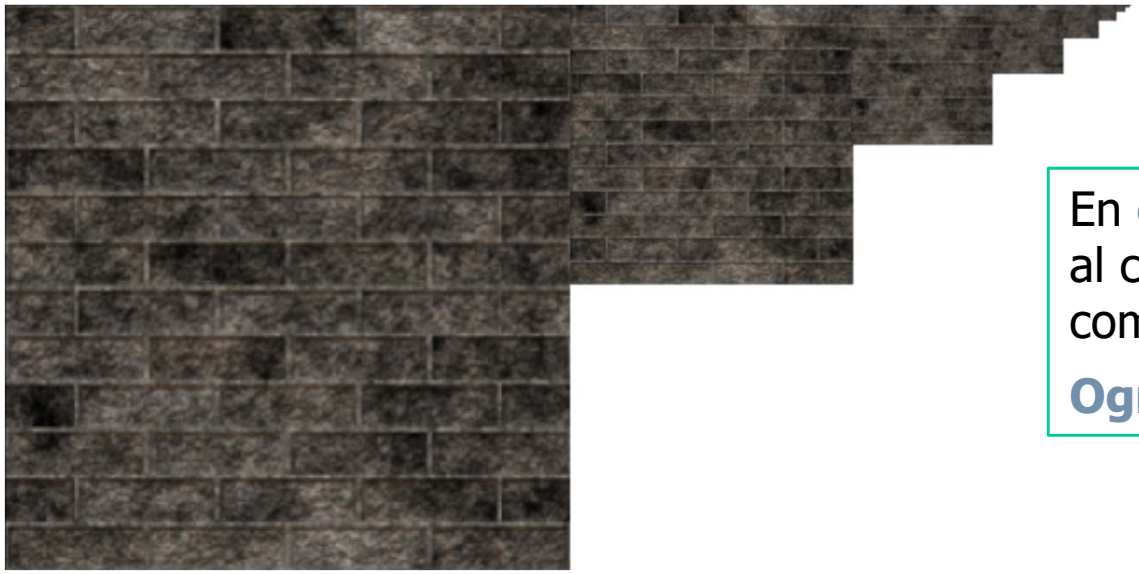
```
tex_address_mode wrap  // what happens when texture coordinates exceed 1.0:
                       // wrap, clamp, mirror, …
filtering bilinear     // the type of texture filtering used when magnifying
                       // or minifying a texture: bilinear, trilinear, anisotropic, none, …
```

```
… // ->
```

sampling state: utilizado para determinar el color asociado a unas coordenadas de texturas

Mip-Mapping

- **Mip-Mapping**: Para una imagen se utiliza una serie de imágenes (mipmaps), cada una con menor resolución que la anterior, normalmente: 2^N (level 0), 2^{N-1} (level 1), …. 2^1, 1



En **openGL** se pueden generar al carga una imagen con el comando glGenerateMipmap.

Ogre lo hace automáticamente.

Texture minifying filter: cuando la resolución de la textura (imagen original) es demasiado grande se utiliza el **mipmap** de resolución mas ajustada.

Material Scripts

Texture Units: Atributos relativos a cada unidad de textura

Only applies to the fixed-function pipeline or the RTSS

```
tex_coord_set 0  // default 0
colour_op <replace | add | modulate | alpha_blend>  // (default modulate)
// how the colour of this texture layer is combined with the one below it
// (or the lighting effect on the geometry if this is the first layer)
scroll <u> <v> // the translation offset of the texture
scroll_anim <uSpeed> <vSpeed> // number of loops per second (+/-)
rotate <angle> // anticlockwise rotation factor
rotate_anim <revs_per_second> // complete anticlockwise revolutions per second
scale <uScale> <vScale>
anim_texture <base_name> <num_frames> <duration>
transform <matrix>
wave_xform ...
...      // … _material-_scripts.html
```

Material Scripts

Atributos para cada pase

lighting <on | off> // (default on) No effect if a vertex program is used

shading <mode> // flat, Gouraud, Phong (default gouraud)

polygon_mode <solid | wireframe | points> // (default solid)

ambient 1.0 1.0 1.0 1.0 // default

diffuse 1.0 1.0 1.0 1.0 // default

specular 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 // default

emissive 0.0 0.0 0.0 0.0 // default

depth_check on // depth-buffer checking on or not (default on)

depth_write on // depth-buffer writing on or not (default on)

depth_func less_equal // (default less_equal)

alpha_rejection <function> <value> // (default always_pass)

scene_blend <blend_type> //add, modulate, color_blend, alpha_blend

scene_blend <src_factor> <dest_factor> // control over the blending operation

Material Scripts

Atributos para cada pase

normalise_normals <on | off> // (default off)

transparent_sorting <on |off | force> // (default on)

cull_hardware <clockwise | anticlockwise | none> // (default OpenGL)

cull_software <back | front | none> // (default back)

colour_write on // default

start_light 0 // default

max_lights 8 // default

point_size 1.0 // default

polygon_mode_overrideable true // da prioridad al definido en la cámara

fog_override <on | off> [<type> <colour> <density> <start> <end>]

… // … _material-_scripts.html

SkyPlane, SkyDome, SkyBox

SkyPlane: Plano curvado a una distancia fija de la cámara.

. Se mueve con la cámara, pero no se orienta hacia la cámara -> …

. ¿Lo posicionamos muy lejos o muy cerca? -> … cerca

. ¿Lo renderizamos lo primero o lo último? -> … lo primero

. ¿Tapará al resto de la escena? -> configurar depth buffer

usando **Ogre**

```
mSM -> setSkyPlane(true, Plane(Vector3::UNIT_Z, -20),
        "IG2/space", 1, 1, true, 1.0, 10, 10);

// enable, plane, materialName, scale = 1000, tiling = 10, drawFirst,
// bow = 0, Xsegments = 1, Ysegments = 1, …
```

sin curvatura

Multipass Rendering

Para ciertos efectos, como por ejemplo sombras, reflejos, posprocesado, es necesario capturar el resultado de un renderizado para utilizarlo en el resultado final. En estos casos primero se renderiza directamente en texturas para después utilizar las imágenes así obtenidas (estas texturas no contienen la imagen de un archivo).

En **Ogre** tenemos la clase

- **RenderTarget:** Se puede renderizar directamente en la ventana, o en texturas (OpenGL FrameBuffer Objects). Subclases:

  RenderWindow, **RenderTexture**, …

  Cada **RenderTarget** se puede dividir en varios **Viewports**.

  Cada **Viewport**, además de sus dimensiones, tiene asociado un color de fondo, una referencia a una cámara y un orden de renderizado (Z-order para posibles superposiciones)

  Viewport* vp = getRenderWindow()->addViewport(puntero a cámara);

Ejemplo: Reflejo

- Vamos a añadir un RenderTarget de la clase **TextureRender** y una cámara para obtener el reflejo de la escena en un plano.
- Tenemos **dos RenderTargets**: primero se genera el reflejo en una textura con una cámara colocada detrás del espejo y después …

RenderTexture (renderTexture)

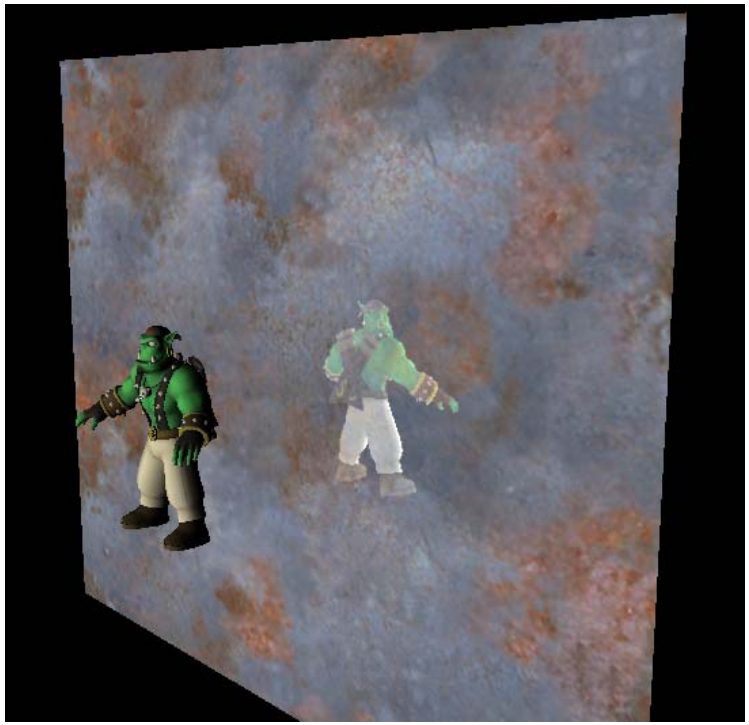
camRef (vpt)

Frame Buffer Object

RenderWindow (mWindow)

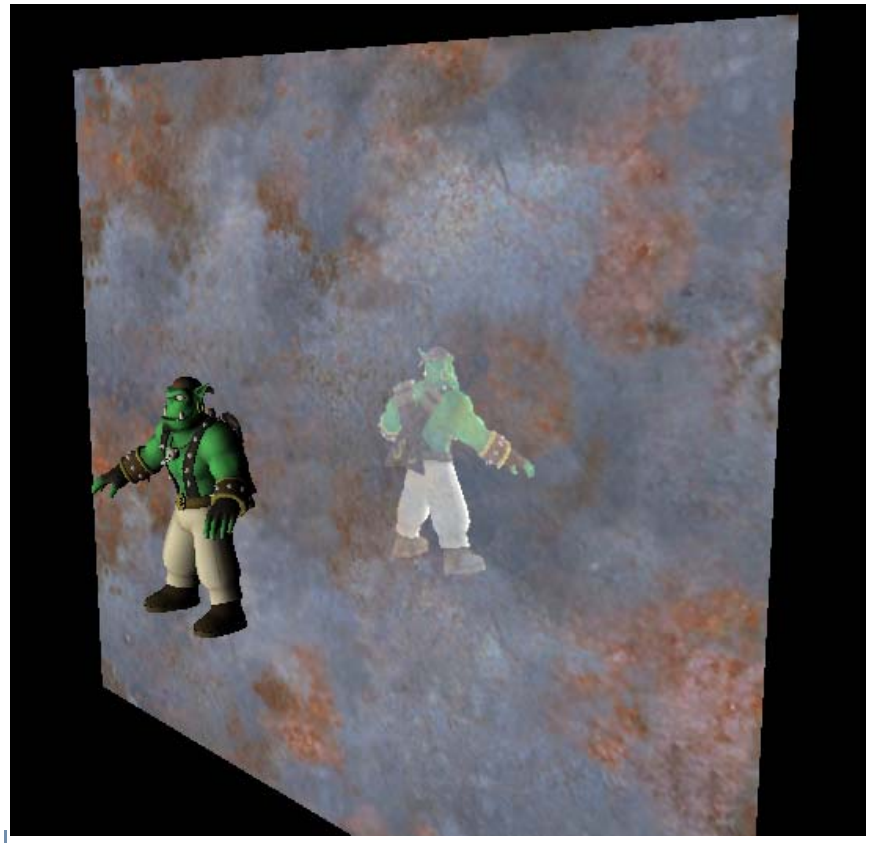
cam (vp)

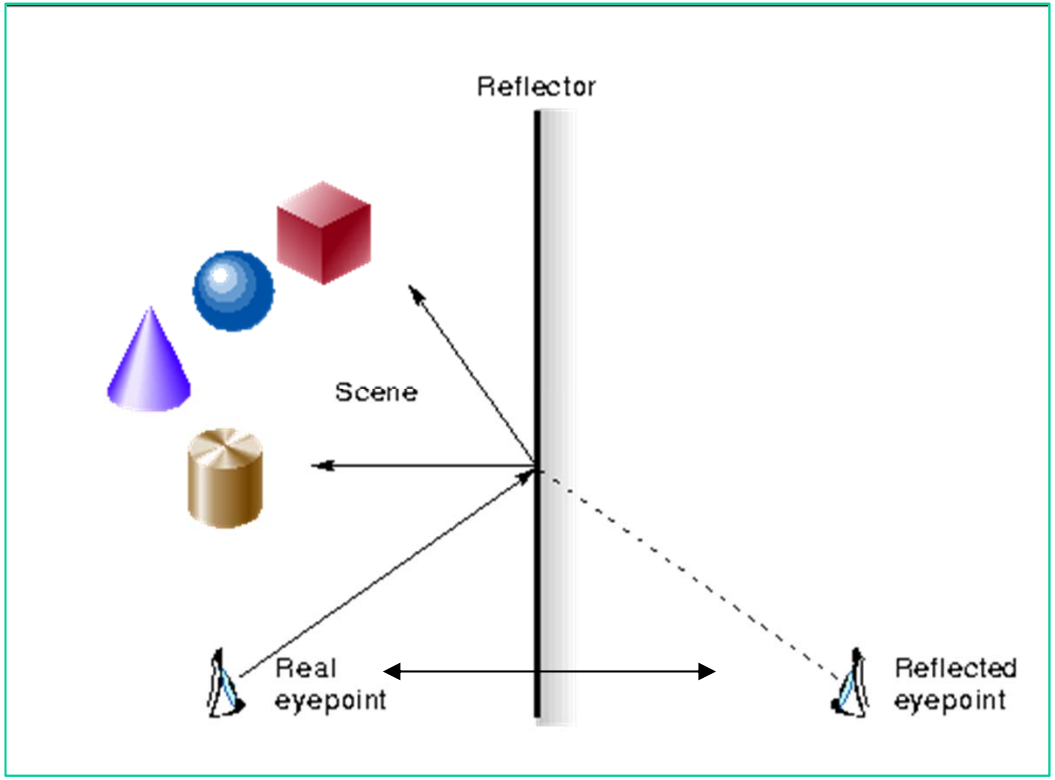
Frame Buffer



Ejemplo: Reflejo

- La cámara para el reflejo se sitúa simétrica, con respecto al plano, a la cámara de la escena.





Para posicionar la cámara del reflejo: se traza una recta paralela al vector normal que pasa por la posición de la cámara y se calcula la intersección con el plano.

Ejemplo: Reflejo

1- Entidad Espejo Plano (grid con una textura dinámica)

Creamos la malla en el grupo de recursos **DEFAULT_RESOURCE_GROUP_NAME**

```
MeshManager::getSingleton().createPlane(..., 
                                        Plane(normal, distance), ...);
```

Creamos la entidad a partir de la malla:

```
Entity* entEP = mSM-> createEntity(entityName, meshName);
```

Adjuntamos la entidad al nodo de la escena (**attachObject(**entEP**)**) y le ponemos un material.

```
entEP -> setMaterialName(materialName);
```

Modificaremos el material en el código del programa para añadir la textura con el reflejo. // -> (*)

Ejemplo: Reflejo

2- Añadimos una nueva cámara para el reflejo

```
Camera* camRef = mSM->createCamera("RefCam");
```

Configuramos el frustum igual que el de la cámara que usamos para la escena y la añadimos al nodo de la cámara de la escena.

Configuramos el plano sobre el que se quiere el reflejo (el mismo que el de la entidad espejo):

```
MovablePlane* mpRef = new MovablePlane(normal, distance);

                    // recuerda liberarlo !!!
```

Adjuntamos mpRef al nodo del espejo `->attachObject(mpRef);`

Configuramos la cámara para el reflejo sobre el plano:

```
camRef->enableReflection(mpRef);

camRef->enableCustomNearClipPlane(mpRef); // near plane <->
                                          // ref. plane
```

Ejemplo: Reflejo

3- Añadimos una textura, en el mismo grupo de recursos que la malla del espejo, para usarla de RenderTarget y de textura del espejo

```
TexturePtr rttRef= TextureManager::getSingleton().createManual(
        "rttReflejo", // name ejemplo                                    -> (*)
        ResourceGroupManager::DEFAULT_RESOURCE_GROUP_NAME,
        TEX_TYPE_2D,
        (Real)mWindow->getViewport(0)->getActualWidth(), // widht ejemplo
        (Real)cam->getViewport()->getActualHeight(), // height ejemplo
        0, PF_R8G8B8, TU_RENDERTARGET);
```

Añadimos un puerto de vista al RenderTarget con la nueva cámara

```
RenderTexture* renderTexture= rttRef->getBuffer()->getRenderTarget();
Viewport * vpt = renderTexture-> addViewport(camRef);  // ocupando toda
vpt->setClearEveryFrame(true);                          // la textura
vpt->setBackgroundColour(ColourValue::…);  // black/white
```

Ejemplo: Reflejo

4- Añadimos la nueva unidad de textura al material del espejo:

```
TextureUnitState* tu = entEP -> getSubEntity(0) -> getMaterial()->
                                    getTechnique(0) -> getPass(0)->
                                createTextureUnitState("rttReflejo");   // <- (*)
tu-> setColourOperation(LBO_MODULATE);  // black/white background?
        // LBO_ADD / LBO_ALPHA_BLEND  / LBO_REPLACE
...
```

Queremos que la imagen se proyecte sobre el plano del reflejo conforme a la cámara (frustum): hay que ajustar las coordenadas de textura con el plano cercano:

```
tu-> setProjectiveTexturing(true, camRef);
// la clase Camera hereda de Frustum
```

Ejemplo: Reflejo

5- Si queremos realizar algún cambio a la escena antes de renderizar el reflejo, entonces necesitamos ser observadores del nuevo **RenderTarget** (la nueva textura), para que nos avise antes y después del renderizado.

Para eso, tenemos que implementar la clase **RenderTargetListener**, con respuestas a los eventos:

```
virtual void preRenderTargetUpdate(const Ogre::RenderTargetEvent& evt);

// modificar luz ambiente, materiales, …

virtual void postRenderTargetUpdate(const Ogre::RenderTargetEvent& evt);

// restablecer los cambios
```

Y añadir al objeto de observador del RenderTarget:

```
renderTexture->addListener(…);
```

Rendering

Scene Graph: SceneNode

Ref. a **MovableObject**:
cámara, luz, entidad
(ref. a malla y material)
Modelado: traslación,
giro y escala
Puntero al padre y
a los hijos

Cada cámara se crea con el gestor de escena y guarda una referencia ese gestor.

Render Targets:

RenderWindow con puertos de vista

RenderTexture con puertos de vista

Cada **Viewport** se añade a un **RenderTarget** indicando la cámara con la que se renderizará

Recursos:

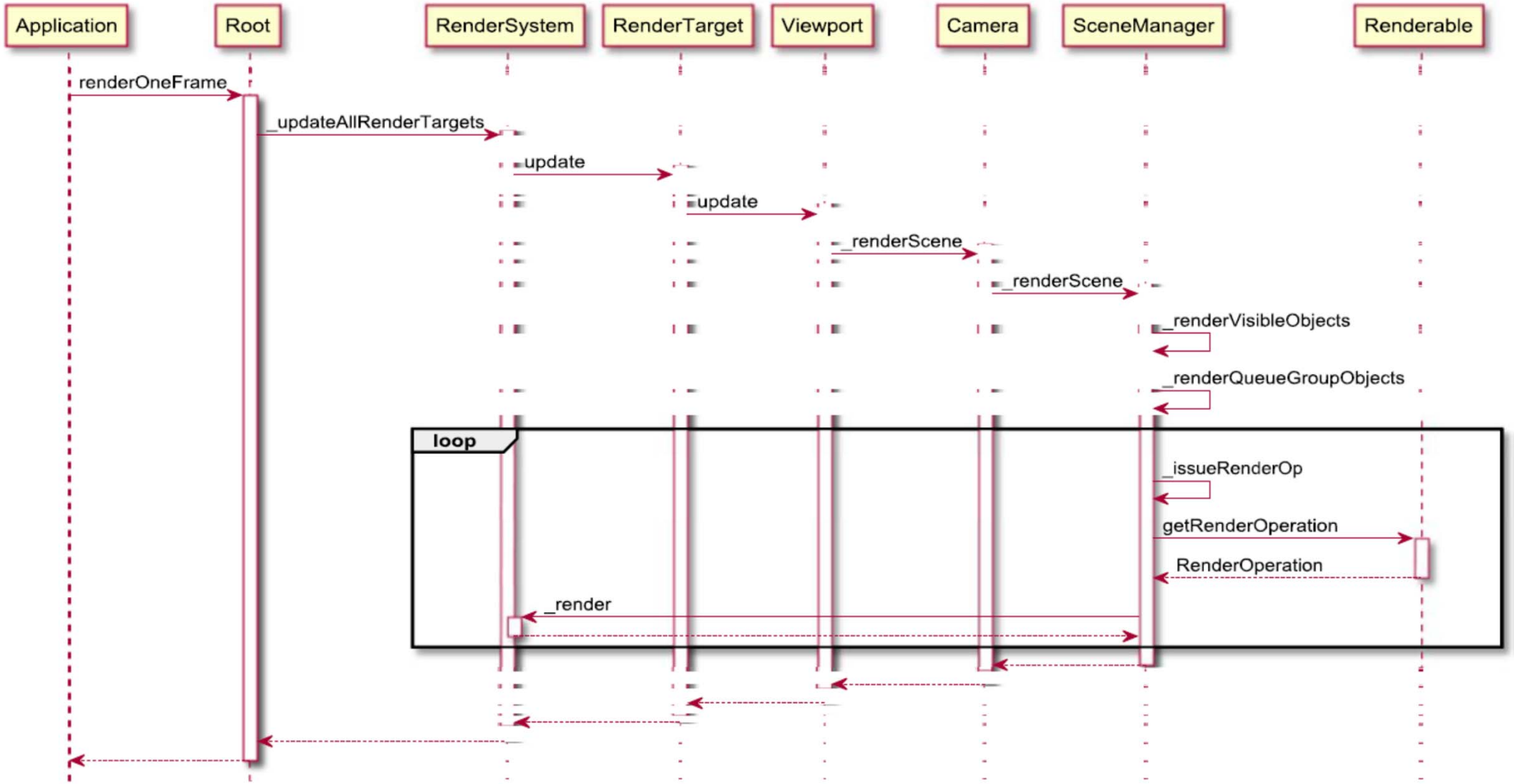
Mallas

Materiales

Rendering

- La aplicación lanza el bucle de renderizado automático con **root->startRendering();** dentro del cual se llama a **renderOneFrame()** :
  - Llama a **RenderSystem::_updateAllRenderTargets()**
    - Para todos los **RenderTarget** activos llama a **update()**
      - Para todos los **Viewport** activos llama a **update()**
        - Para su **Cámara**, llama a **_renderScene()**
          - Para su **SceneManager**, llama a **_renderScene()**
  - Avisa a los **FrameListener** suscritos, antes y después de renderOneFrame()
  - Intercambia el buffer trasero y delantero

Rendering


Application
Root
RenderSystem
RenderTarget
Viewport
Camera
SceneManager
Renderable
renderOneFrame
_updateAllRenderTargets
update
update
_renderScene
_renderScene
_renderVisibleObjects
_renderQueueGroupObjects
loop
_issueRenderOp
getRenderOperation
RenderOperation
_render