

MASTERCLASS

RENDERING MODERNO

El arte del realismo físico mediante pipelines programables
y computación gráfica de vanguardia.

¿QUÉ ES EL RENDERING?

A diferencia del rendering clásico, el enfoque moderno no se basa en aumentar la cuenta de polígonos, sino en la **fidelidad de la luz y los materiales**.

- > Realismo físico en tiempo real.
- > Uso intensivo de Shaders programables.
- > Importancia crítica del post-procesado.
- > Pipeline desacoplado (Deferred Shading).

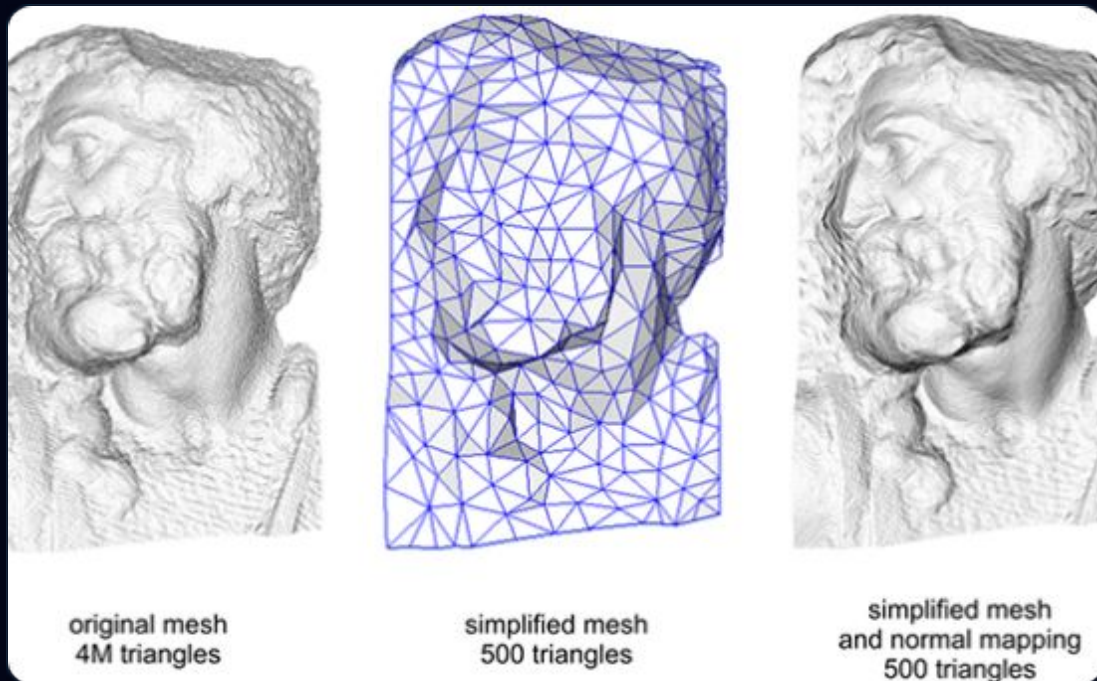


<https://www.cylind.com/articles/photorealistic-architectural-rendering>

EL PIPELINE GRÁFICO MODERNO



NORMAL MAPPING: DETALLE SUPERFICIAL



Simula detalle geométrico complejo alterando las normales de la superficie en el Fragment Shader.

Modelo Lambert:

$$I = k_d (L \cdot N')$$

- > Uso de **Matriz TBN** para cambio de espacio.
- > Optimización masiva de polígonos.
- > Soportado nativamente por Unreal y Unity.

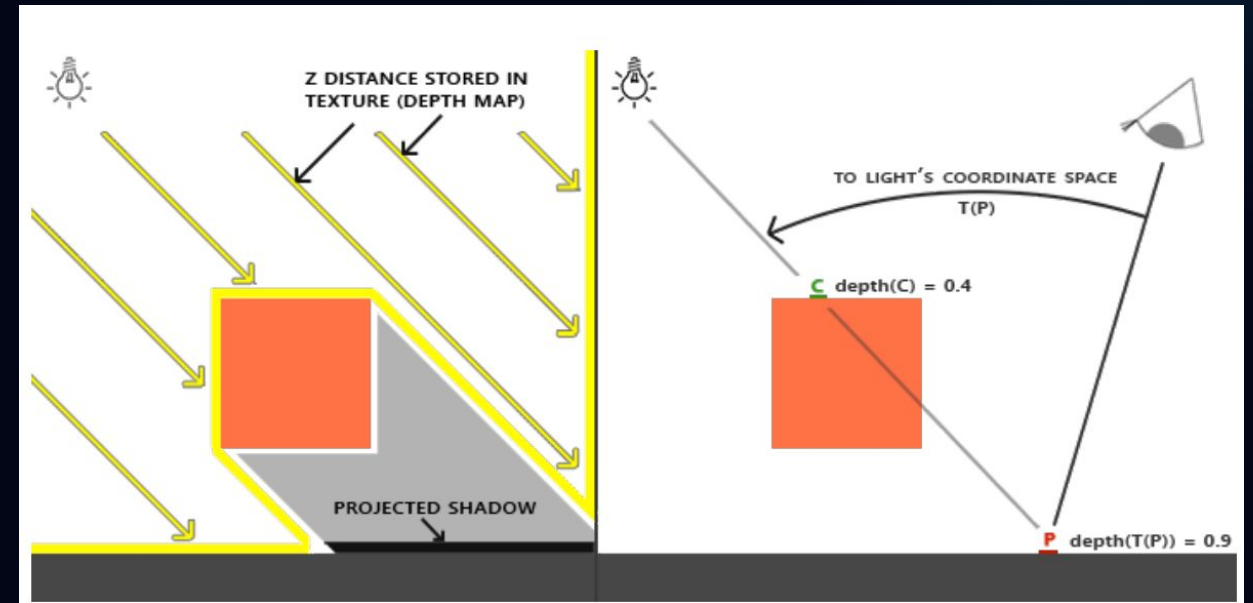
<https://gameopedia.com/blogs/the-evolution-of-3d-graphics-in-video-games-%28the-hunt-for-photorealism%29>

SHADOW MAPPING

Técnica fundamental para determinar la visibilidad de un fragmento desde la fuente de luz mediante un **Depth Map**.

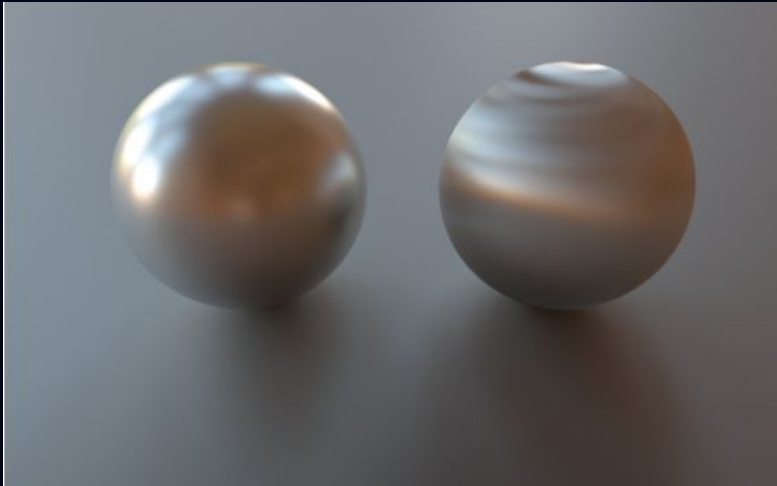
$$\left[\begin{array}{l} z_{\text{fragment}} > z_{\text{shadow}} \Rightarrow \text{Sombra} \end{array} \right.$$

Evita errores como el **Shadow Acne** y el **Peter Panning** ajustando correctamente el Bias.



<https://www.cse.iitd.ac.in/~narain/courses/2302-col781/slides/37-realtime.pdf>

PHYSICALLY BASED RENDERING (PBR)



https://pbr-book.org/3ed-2018/Reflection_Models/Microfacet_Models

Modelo Cook-Torrance

$$f_r = \frac{D \cdot F \cdot G}{4 (\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) (\mathbf{N} \cdot \mathbf{V})}$$

Basado en la conservación de energía y la distribución de microfacetas. **Roughness** y **Metallic** definen el comportamiento óptico real.

HDR Y TONE MAPPING

Permite manejar intensidades lumínicas que superan el rango estándar [0, 1], capturando detalles en zonas muy brillantes.

Reinhard operator:

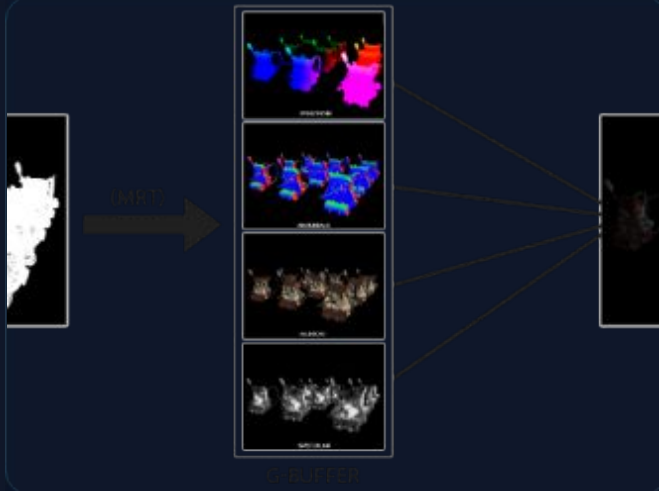
$$L_{\text{out}} = \frac{L}{1+L}$$

- > Framebuffers de punto flotante.
- > Efectos de **Bloom** atmosféricos.
- > Corrección Gamma obligatoria.



<https://mtnphil.wordpress.com/2014/04/30/cleaning-up-the-hdr-pipeline/>

DEFERRED SHADING ARCHITECTURE



G-Buffer

Almacena Albedo, Normals y Depth en pasadas iniciales.



Desacoplamiento

Separa la complejidad geométrica de la iluminación. Ideal para escenas con **cientos de luces dinámicas**.



Consumo de memoria

Requiere mayor ancho de banda y memoria de video, pero escala mejor en escenarios complejos.

FRAMEBUFFERS E INFRAESTRUCTURA



MRT

Multiple Render Targets
permite renderizar a varios
buffers simultáneamente
(Color0, Depth, Stencil).



Off-screen

Renderizado fuera de pantalla
para técnicas como Shadow
Maps y Reflexiones dinámicas.

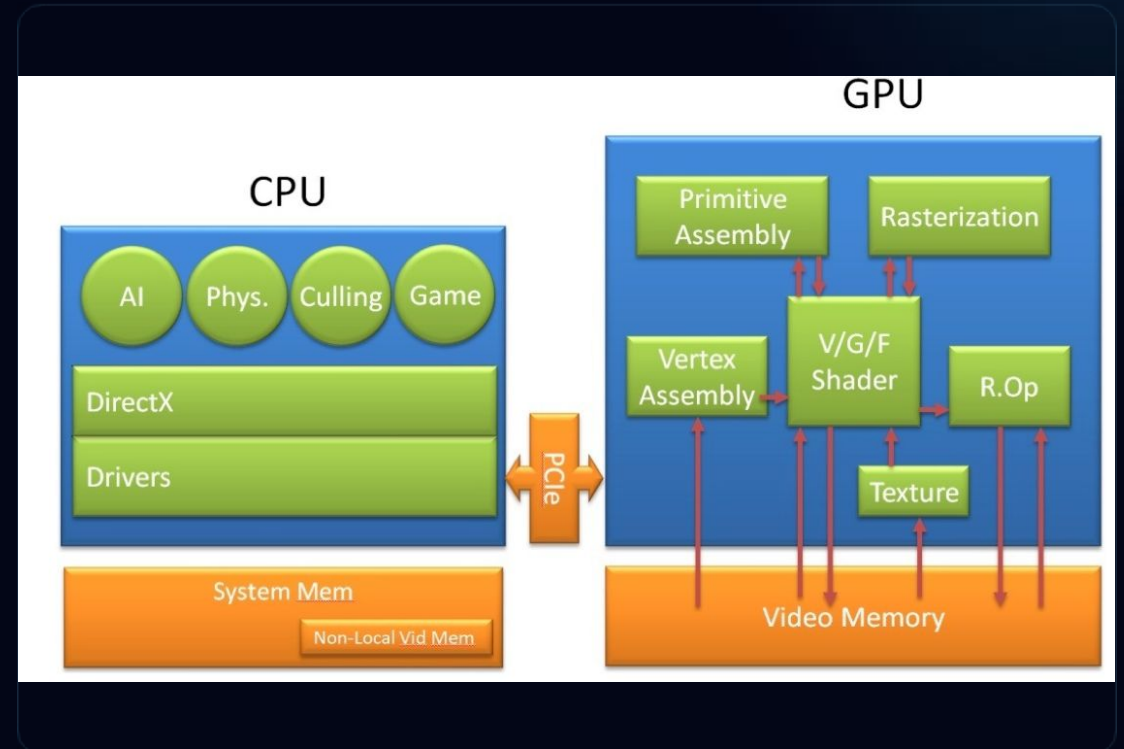


Attachments

Configuración flexible de
texturas para G-Buffer y
pipelines de post-procesado.

INTEGRACIÓN: EL FLUJO COMPLETO

- > **1. Transformación:** Vertex Shader procesa mallas.
- > **2. Rasterización:** Generación de fragmentos.
- > **3. G-Buffer:** Captura de datos superficiales (Deferred).
- > **4. Shadow Pass:** Generación de mapas de profundidad.
- > **5. Shading:** PBR aplica iluminación física.
- > **6. Post-Process:** HDR y Tone Mapping final.



RENDERING CLÁSICO VS. MODERNO

Atributo	Rendering Clásico	Rendering Moderno
Iluminación	Phong / Gouraud (Empírico)	PBR / Cook-Torrance (Físico)
Pipeline	Forward Rendering fijo	Deferred / Clustered programable
Dinámica	LDR (Low Dynamic Range)	HDR (High Dynamic Range)
Sombras	Básicas / Hard Shadows	Shadow Maps avanzados / Ray Traced

MUCHAS GRACIAS.

¿PREGUNTAS?

El futuro es el Ray Tracing Híbrido.