

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).

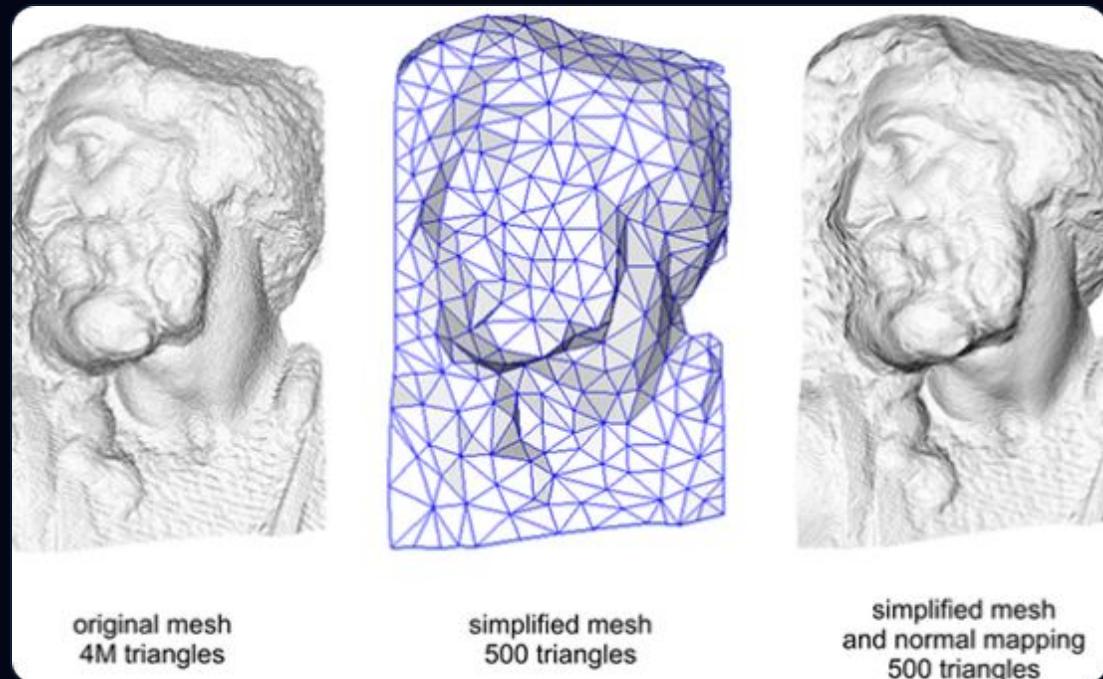


<https://www.cylind.com/articles/photorealistic-architectural-rendering>

EL PIPELINE GRÁFICO MODERNO



NORMAL MAPPING: DETALLE SUPERFICIAL



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

Modelo Lambert:

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

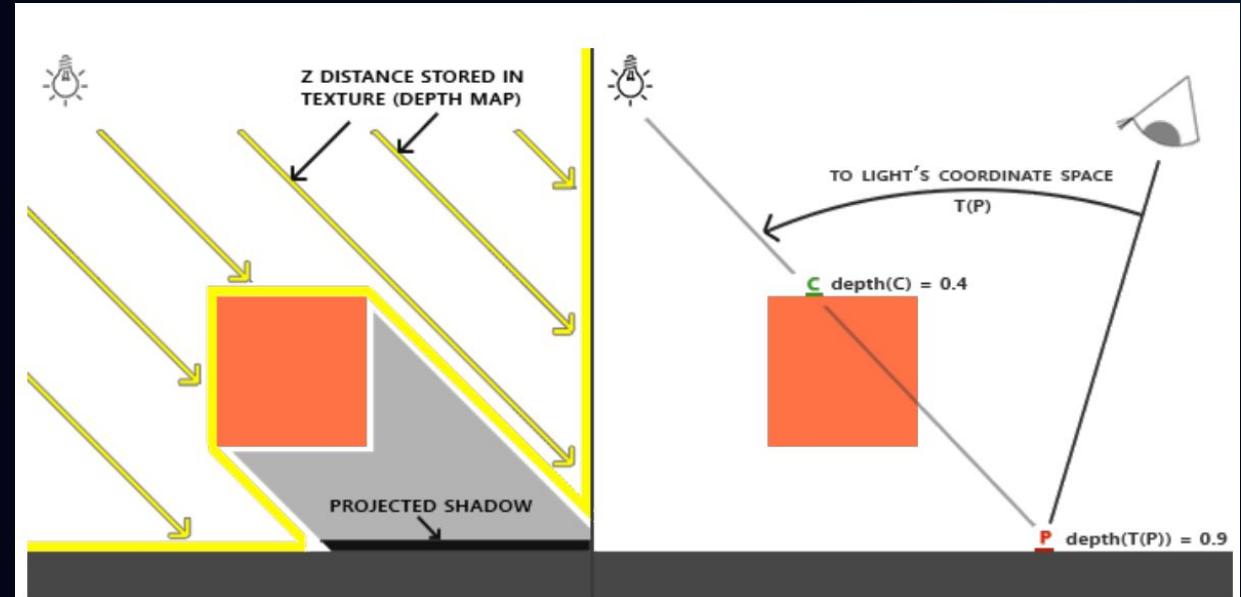
- > Uso de **Matriz TBN** para cambio de espacio.
- > Optimización masiva de polígonos.
- > Soportado nativamente por Unreal y Unity.

SHADOW MAPPING

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

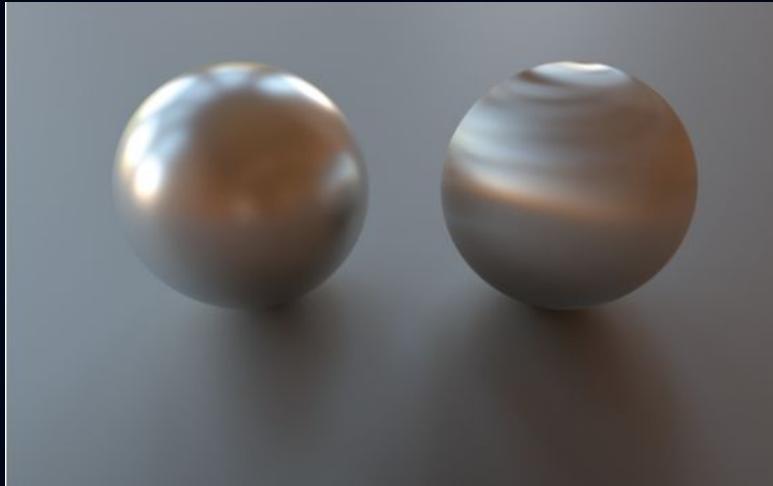
$$\left\{ \begin{array}{l} z_{\text{fragment}} > z_{\text{shadow}} \Rightarrow \text{Sombra} \\ \end{array} \right.$$

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

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

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.

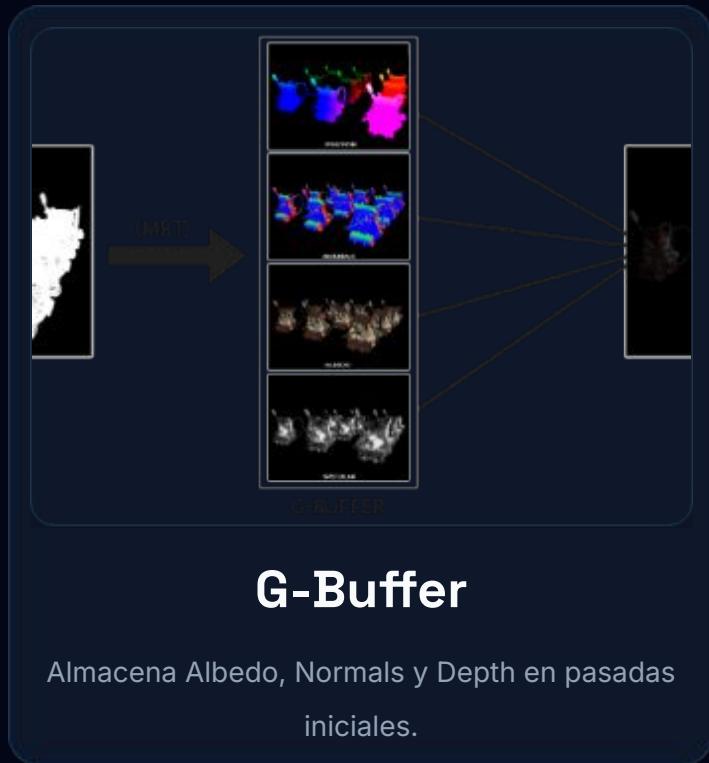
$$\left. \begin{array}{l} \text{Reinhard operator:} \\ L_{\text{out}} = \frac{L}{1 + L} \end{array} \right\}$$

- > 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



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.

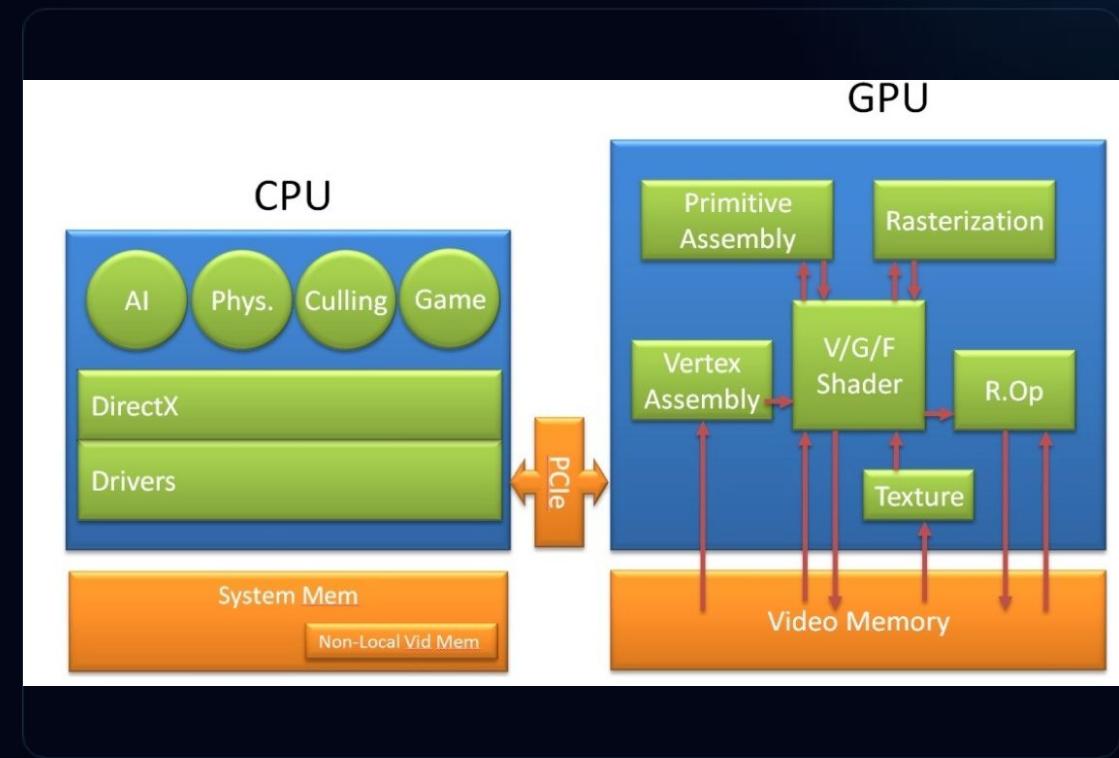


Attachments

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
Illuminación	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**.