

Cube Mapping y Creación de Skyboxes Sin Costuras: Aplicación en SIMOA

Gabriela Numma y Emiliano Lucero,

CITEDEF, Departamento de Sistemas de Guiado y Simulación, División Computación
Gráfica y Visualización, JB de La Salle 4397, Villa Martelli, 1603 Buenos Aires, Argentina
{gnumma, [elucero](mailto:elucero@citedef.gob.ar)}@citedef.gob.ar
<https://www.argentina.gob.ar/defensa/citedef>

Abstract. Un Skybox es una solución destinada a hacer que un escenario virtual luzca más complejo al representar el cielo y el horizonte como una suerte de revestimiento que muestra cómo el mundo se ve más allá de la geometría de la escena. En este trabajo se desarrolla la generación de skyboxes, por la técnica de cube mapping, para su empleo posterior en los escenarios para el simulador SIMOA (Simulador de Observador Adelantado) basados en la plataforma gráfica P3D. En este proyecto y ante la imposibilidad de encontrar imágenes panorámicas libres de derechos que cumplieran con las características necesarias, se modificó el procedimiento tradicional, que se realiza con una imagen de tipo panorámica. Se comenzó con una imagen estándar que luego de intervenirla con un editor de imágenes se obtuvo de esta forma una imagen sin costuras (seamless) con una relación de aspecto 2:1 e idénticas características que una imagen panorámica.

Keywords: skybox, cube mapping, simulación

1. Introducción

En el campo de la simulación gráfica, la representación de entornos distantes y complejos es crucial para la inmersión y realismo de los escenarios virtuales. Este trabajo aborda el procedimiento para la generación de skyboxes mediante la técnica de cube mapping (CM), una herramienta fundamental en el diseño de entornos visuales para simuladores como el SIMOA, que opera sobre la plataforma gráfica P3D.

La técnica de CM consiste en un cubo que utiliza seis texturas conectadas para representar el cielo y el paisaje en las seis direcciones del horizonte: arriba, abajo, derecha, izquierda, frente y atrás.

Ante la dificultad de encontrar imágenes panorámicas libres de derechos que cumplieran con las especificaciones necesarias para el método de CM, se optó por modificar el método tradicional. En lugar de utilizar imágenes panorámicas completas, se realizó una alteración del procedimiento clásico utilizando imágenes

estándar. A través de la edición con Adobe Photoshop, se crearon imágenes seamless (sin costuras) con una relación de aspecto equivalente a las panorámicas (2:1).

Este trabajo detalla la metodología empleada para generar skyboxes, destacando el uso de imágenes seamless en lugar de panorámicas de 360°, y la aplicación de la técnica de CM. A través de este enfoque, se busca proporcionar una solución efectiva y adaptable para la representación visual del cielo en el simulador SIMOA.

2. Metodología

La metodología empleada para la generación de skyboxes se desarrolla a través de una serie de pasos estructurados que garantizan la creación de texturas adecuadas y sin costuras para su integración en escenarios virtuales. A continuación, se detallan los procedimientos utilizados:

2.1 Adquisición de las Texturas

El primer paso es la adquisición de las texturas que formarán las caras del cubo del skybox. Las texturas fueron obtenidas de bases de datos de fotografías libres de derechos, asegurando así el cumplimiento de las normativas de uso. Las imágenes adquiridas debían cumplir con una proporción de 2:1 (el ancho de la imagen es el doble del alto). Aunque el formato preferido en este estudio fue PNG, no se impuso restricción sobre otros formatos posibles.

2.2 Creación de Texturas Sin Costuras (Seamless)

La creación de texturas seamless es fundamental para evitar cortes visibles en el skybox. El proceso se llevó a cabo utilizando Adobe Photoshop y se desarrolló en las siguientes etapas:

Verificación y Ajuste de Proporciones. La imagen se cargó en Photoshop, y se verificó que cumpliera con la proporción 2:1 mediante el menú de *Imagen > Tamaño de imagen*.

Equilibrio del Color y la Iluminación. Se buscó igualar el color y la iluminación de la imagen para obtener una apariencia uniforme. Esto se logró duplicando la capa de fondo y aplicando filtros para ajustar la luminosidad y el color, siguiendo la secuencia de filtros: *Desenfocar > Media*, colocando en la caja Opacidad el valor de 50 y en la opción Modo de fusión > Luz lineal y *Paso alto* para igualar el color de la imagen. Este filtro otorga mayor o menor luminosidad a la imagen y elegimos los valores que más se ajusten al efecto deseado.

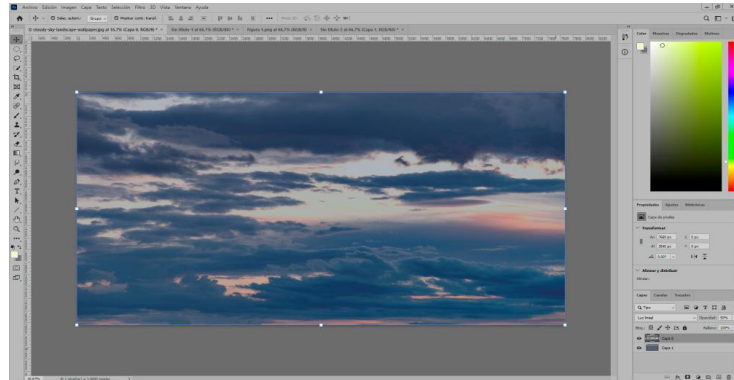


Fig. 1. Resultado del equilibrio de color e iluminación

Creación de la Textura Seamless. Se realizó el proceso de desplazamiento de la imagen mediante el filtro *Desplazamiento* para identificar y corregir cortes visibles. Para aplicar este filtro, primeramente se consulta el tamaño de la imagen y luego se aplica el desplazamiento con la mitad de los valores. Las herramientas empleadas para la corrección de los cortes incluyeron el *Pincel Corrector Puntual* y el *Tampón de Clonar*. Luego de realizar las correcciones, se volvió a aplicar el filtro de desplazamiento para verificar que la textura quedara sin cortes y se exportó en formato PNG.

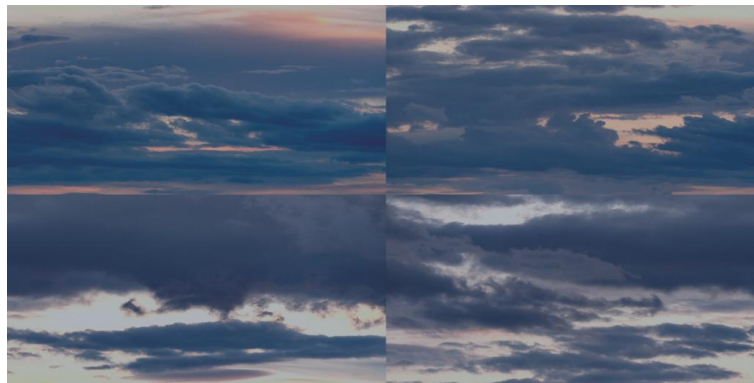


Fig. 2. Filtro Desplazamiento con los cortes a corregir

2.3 Método de Cube Mapping (CM)

El CM es una técnica que utiliza un cubo con seis caras para proyectar un entorno tridimensional y se almacena como seis texturas cuadradas. [1]. El CM fue propuesto

por primera vez en 1986 por Ned Greene en el artículo Environment Mapping and Other Applications of World Projections [2] y fue perfeccionado en años posteriores.

Actualmente, el CM se utiliza ampliamente en aplicaciones gráficas, incluyendo videojuegos, para crear entornos complejos sin un impacto significativo en el rendimiento. En la Figura 3 [3] se expone cómo una textura de cubo indexa seis mapas de texturas del 0 al 5 en el siguiente orden: Positivo X, Negativo X, Positivo Y, Negativo Y, Positivo Z, Negativo Z. Las imágenes se almacenan con el origen en la parte inferior izquierda.

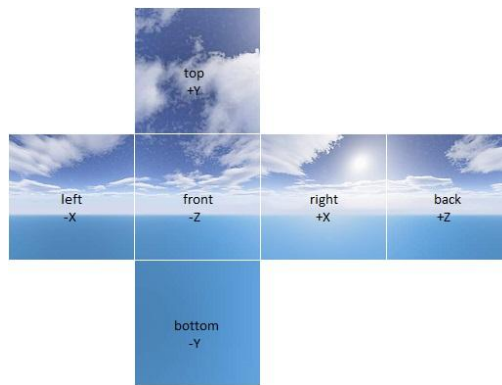


Fig. 3. Textura de cubo

Generación de Texturas para el CM. La imagen seamless obtenida o la panorámica de 360° se transformó en seis imágenes que representan las caras del cubo. Para esta conversión, se utilizó una herramienta en línea disponible en: <http://cphoto.uji.es/grafica/demos/panoramaCubemap/> que convierte imágenes panorámicas en texturas de 1024x1024 píxeles para cada cara del cubo. También se encuentra el código fuente en GitHub: <https://github.com/jaxry/panorama-to-cubemap>.

A través de esta metodología, se asegura que el skybox no solo tenga una apariencia visual coherente y sin interrupciones, sino que también se ajuste a los requisitos técnicos para su implementación en simuladores y entornos virtuales.

El resultado obtenido se muestra en la Figura 4.

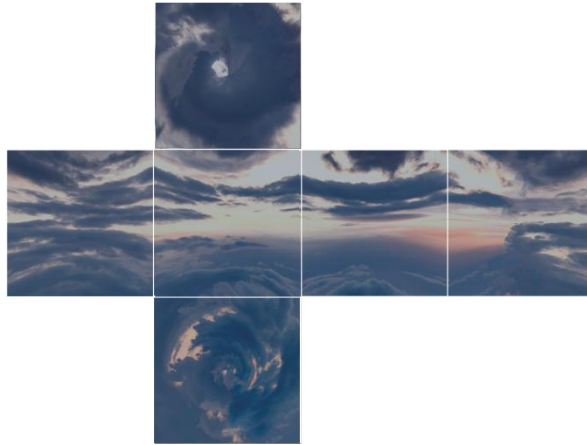


Fig. 4. Skybox con textura seamless

3. Resultados

Para integrar las imágenes generadas en el motor gráfico P3D, desarrollado por la División Computación Gráfica, fue necesario llevar a cabo varias tareas técnicas específicas. Éstas incluyeron la implementación de texturas mediante la API DirectX11, la creación de shaders adecuados y la modificación del formato de recursos gráficos para soportar skyboxes basados en cubemaps. Los shaders son programas que permiten definir cómo se deben renderizar las texturas en el motor gráfico, creando así una envoltura visual que simula un entorno tridimensional.

El primer paso en el proceso de integración consistió en adaptar las texturas generadas a la API DirectX11. Este ajuste permitió que las texturas fueran correctamente interpretadas y aplicadas en el motor gráfico P3D, luego se desarrollaron shaders específicos para el dibujo del skybox.

Durante la integración, se identificó la necesidad de rotar las imágenes que componen el cubemap para alinearlas con la orientación esperada por la API. Las rotaciones se realizaron de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Lado Top: No se realizó ninguna rotación.

Lado Bottom: Rotación de 180°.

Lado Left: Rotación de 90° hacia la derecha.

Lado Right: Rotación de 90° hacia la izquierda.

Lado Front: No se realizó ninguna rotación.

Lado Back: Rotación de 180°.

Estos ajustes garantizaron que las imágenes se alinearan correctamente dentro del motor gráfico, asegurando que el skybox se visualizara de manera precisa y sin distorsiones.

Con estos pasos completados, el skybox basado en cubemaps fue integrado con éxito en el motor gráfico P3D, mejorando la representación visual de entornos distantes y enriqueciendo la experiencia del simulador con una mayor inmersión y realismo.

4. Conclusiones

La modificación de la técnica CM con una imagen seamless ha producido resultados satisfactorios, destacando la eficacia en la creación de texturas para skyboxes y la conversión adecuada de imágenes panorámicas. El proceso de ajuste de color e iluminación permitió que las imágenes adquiridas, que inicialmente presentaban variaciones en la iluminación, pudieran integrarse sin problemas en el skybox.

La implementación en el simulador SIMOA ha permitido crear una representación visual convincente de entornos distantes generando una ilusión efectiva de profundidad y entorno tridimensional, mejorando la inmersión y la experiencia visual del simulador mostrando un horizonte continuo y coherente desde el punto de vista del observador.

El uso de esta técnica ha demostrado ser una solución eficiente en términos de rendimiento. Ha permitido añadir complejidad visual al entorno virtual sin un impacto significativo en el rendimiento del simulador, lo que reduce la necesidad de renderizar detalles complejos en tiempo real.

En resumen, los resultados obtenidos confirman la efectividad de la metodología tradicional modificada con una imagen seamless para la generación de skyboxes mediante cube mapping. Esto ha permitido una integración exitosa en el simulador SIMOA, ofreciendo una experiencia visual enriquecida y de alta calidad.

Referencias

1. Fernando, R. & Kilgard M. J.: The CG Tutorial: The Definitive Guide to Programmable Real-Time Graphics. Chapter 7: Environment Mapping Techniques. 1st Ed Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA. (2003)
2. Greene, N.: Environment mapping and other applications of world projections. IEEE Comput. Graph. Appl. 6 (11): 21–29. doi:10.1109/MCG.1986.276658. S2CID 11301955 (1986)
3. Microwerx - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48935423>