



Comparison of GPU-based methods for handling point cloud occlusion

Alfonso López¹, Juan M. Jurado¹, Emilio J. Padrón², Carlos J. Ogayar¹, Francisco R. Feito¹

¹ Departamento de Informática, Universidad de Jaén

² Departamento de Informática, Universidad de A Coruña


CEIG21

Málaga - 22-24 de septiembre



(Incluye narración) 

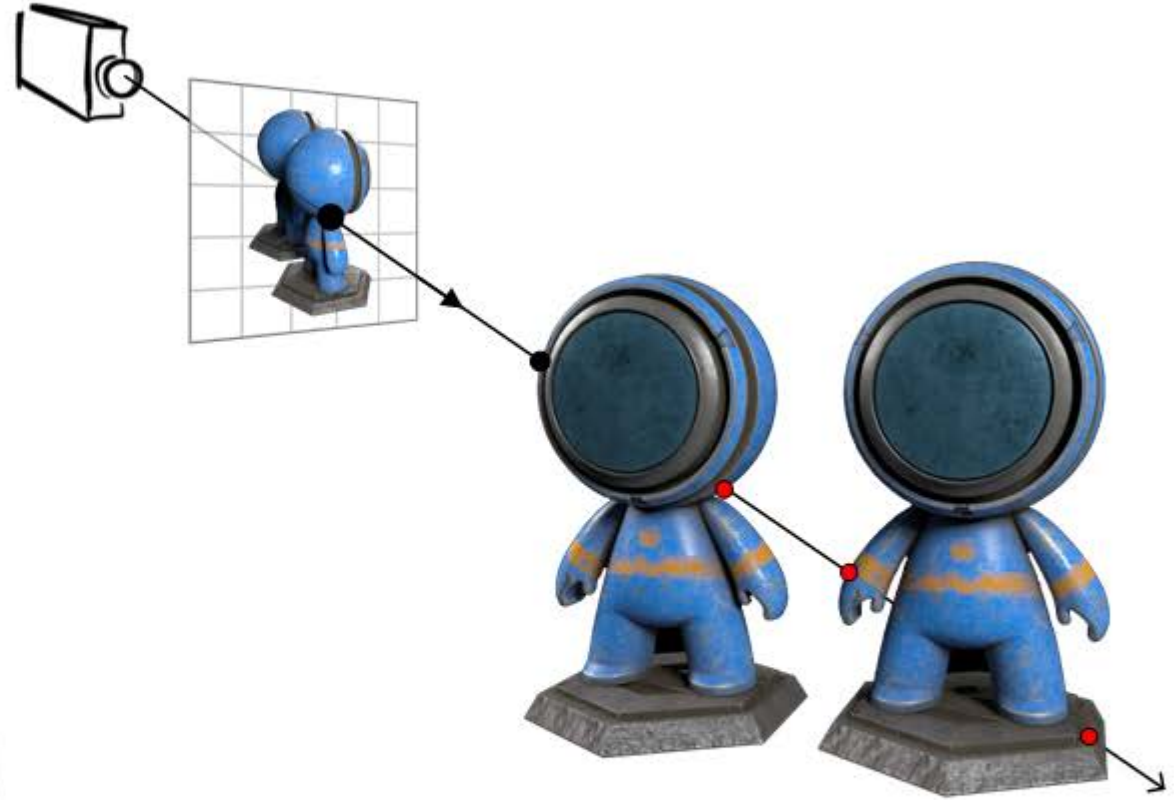
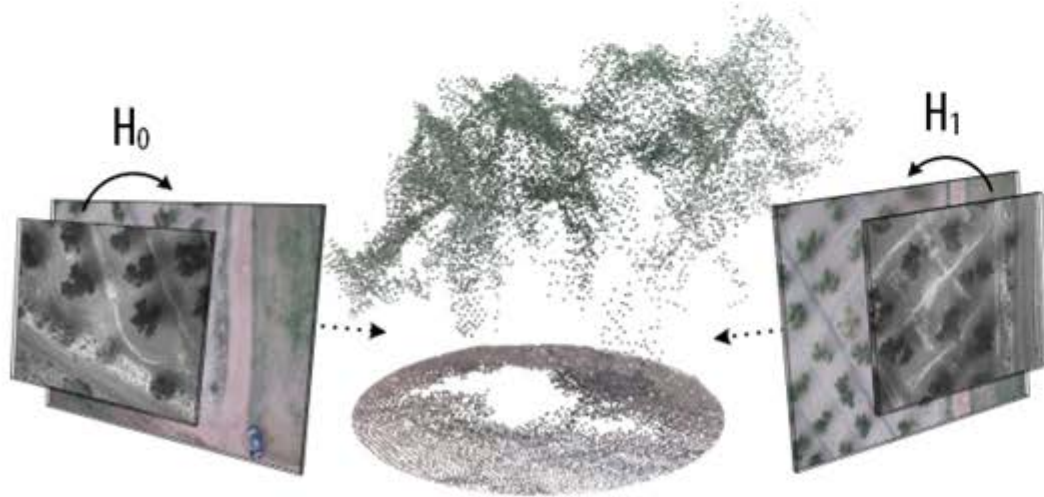
► Detección de oclusión en nubes de puntos

► Fusión de múltiples fuentes de datos en teledetección

- ▷ Nube de puntos 3D
- ▷ Imágenes multispectrales, térmicas, etc

► Proyección de puntos 3D a píxeles 2D

- ▷ Punto 3D $\leftarrow$ Información adicional
 - ▷ Puntos ocluidos pueden recibir información incorrecta



► Diversos enfoques para hallar si un punto se encuentra ocluido desde un punto de visión:

► 2D. Depth buffer

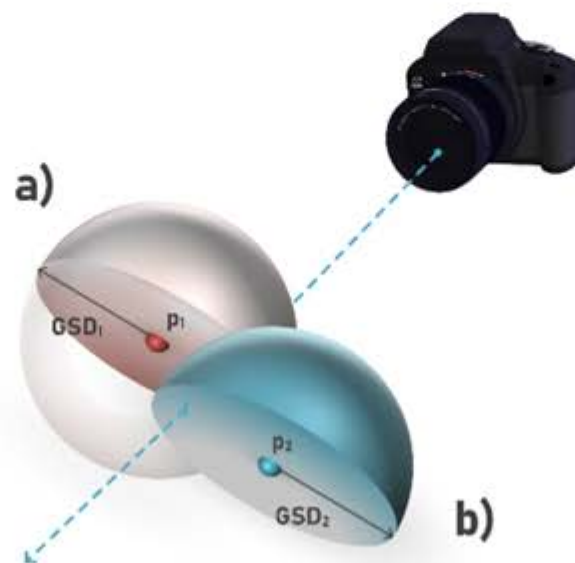
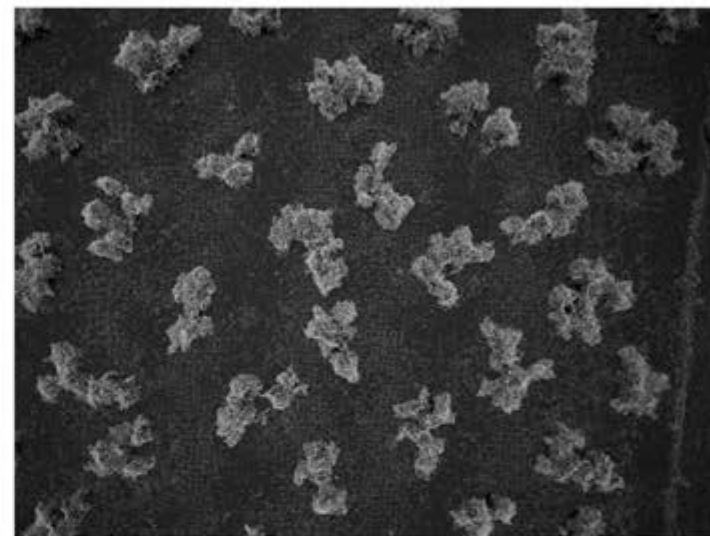
▷ Píxel → Punto 3D

► 3D. Ray-casting

▷ Construcción de BVH a partir de nube de puntos

▷ Representación de puntos 3D como volúmenes

▷ Esfera, OBB, etc



Solución secuencial

► Comportamiento

- ▷ Proyección de cámara: 3D $\rightarrow$ 2D
- ▷ Eliminación de distorsión radial y tangencial
 - ▷ Fisheye distortion

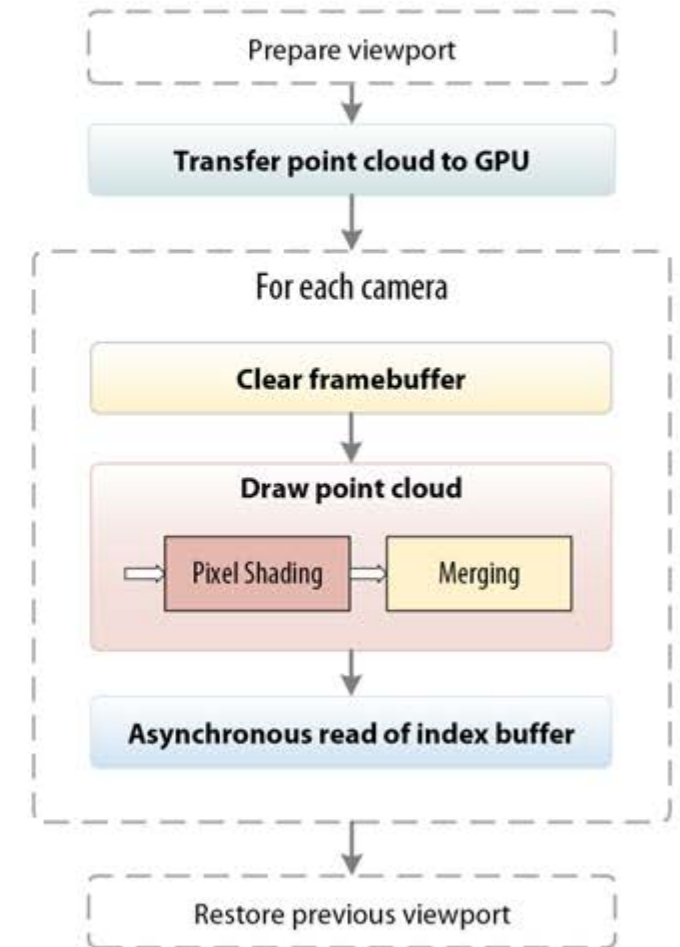
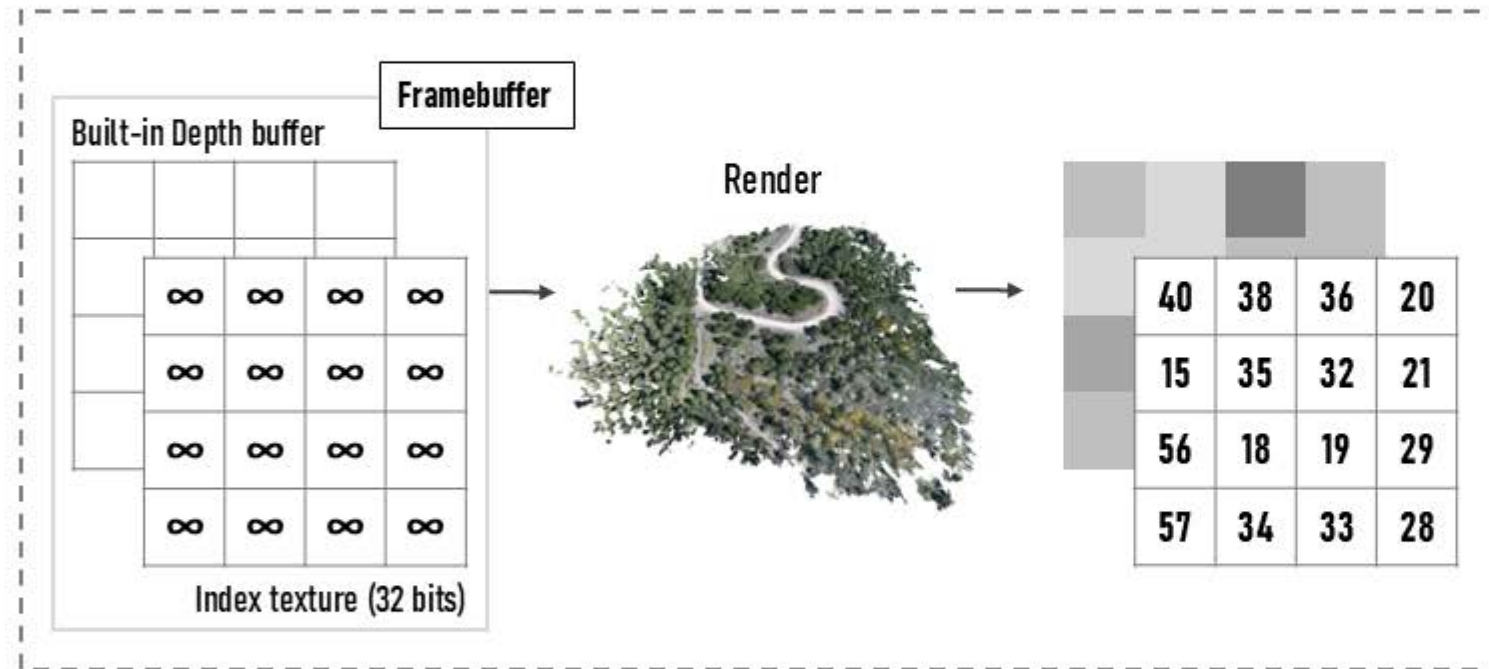
► Obtención de índices de puntos 3D visibles en los píxeles de cada imagen



► OpenGL Rendering Pipeline

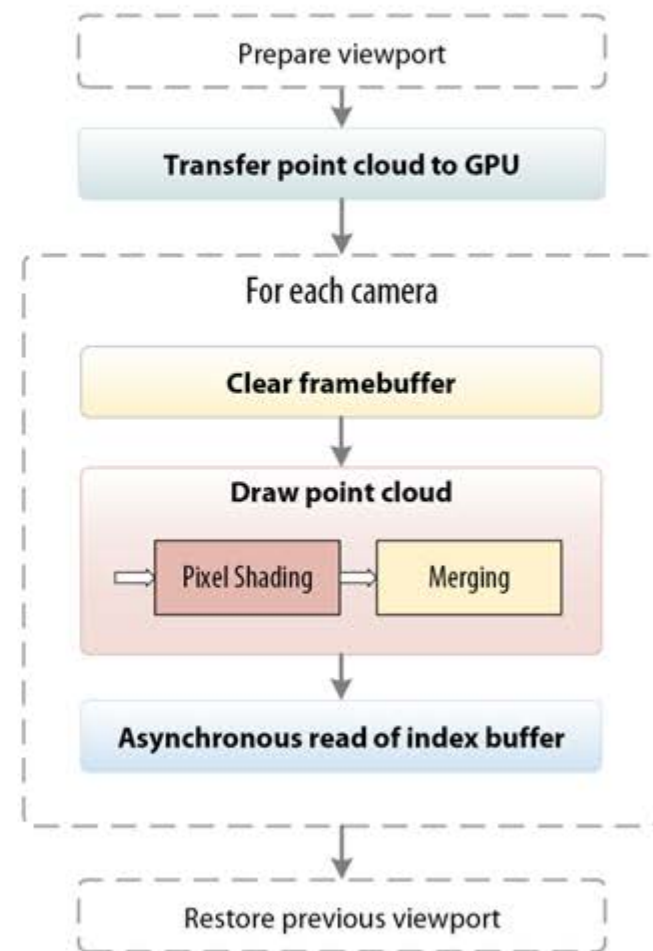
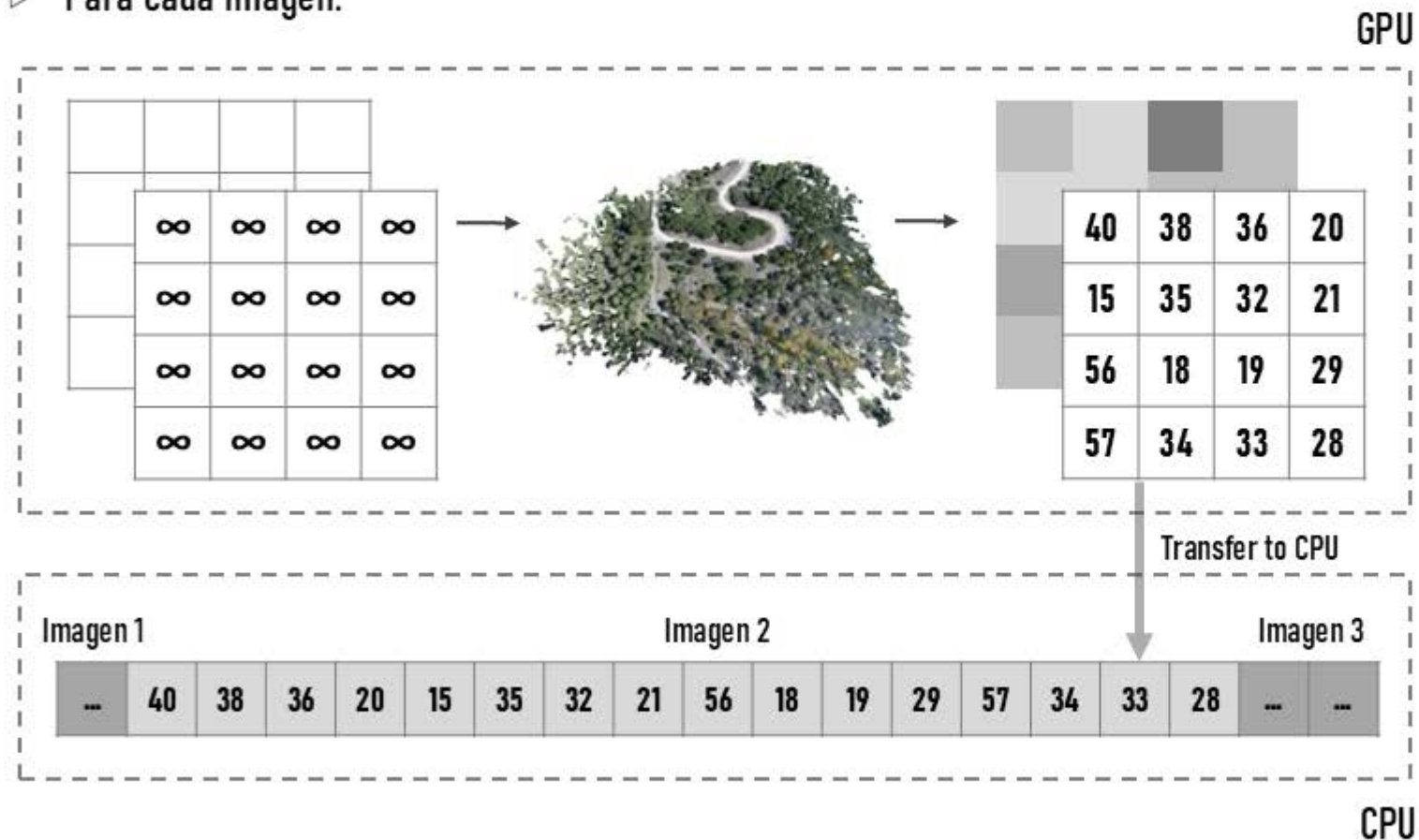
▷ Para cada imagen:

GPU



► OpenGL Rendering Pipeline

▷ Para cada imagen:



Solución GPU

► OpenGL Rendering Pipeline

- ▷ Nubes de gran tamaño no pueden ser almacenadas en GPU como un único buffer
- ▷ Tamaño máximo de VBO muy inferior a memoria de tarjeta gráfica

► For each batch → For each viewpoint

- ▷ Sube cada división de la nube una única vez
- ▷ Tamaño de subdivisión » Tamaño de buffers

► For each viewpoint → For each batch

- ▷ Requiere subir cada división de la nube para cada cámara

For each batch → For each viewpoint

Indexing Texture

...	40	38	2	20	15	4	32	21	8	18	19	6	57	7	33	40	...	...
-----	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----	---	----	----	-----	-----

Depth Buffer

...																	...	...
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----

CPU

Transfer to GPU



GPU

40	38	36	20
15	35	32	21
56	18	19	29
57	34	33	28

Indexing Texture

...	40	38	36	20	15	35	32	21	56	18	19	29	57	34	33	28	...	...
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Depth Buffer

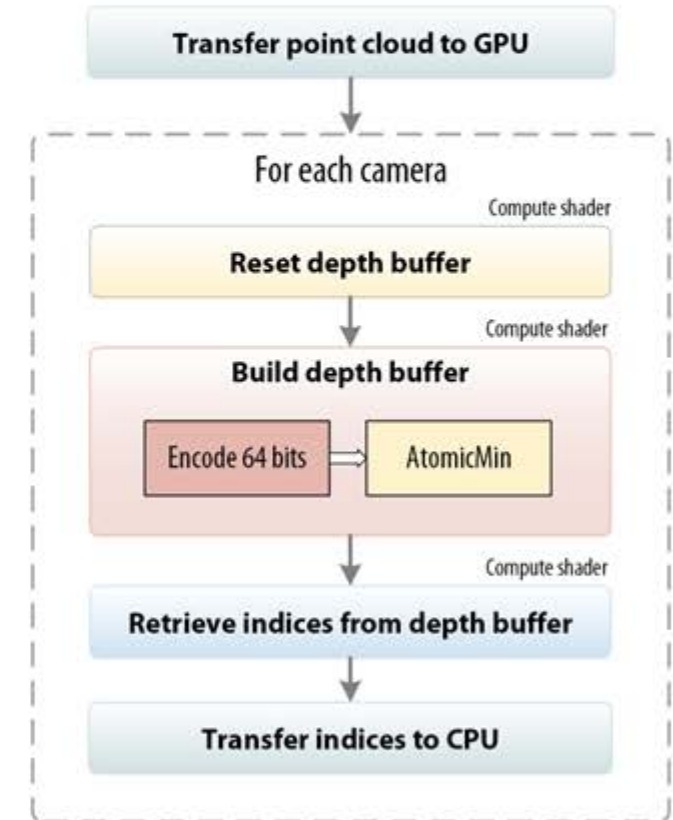
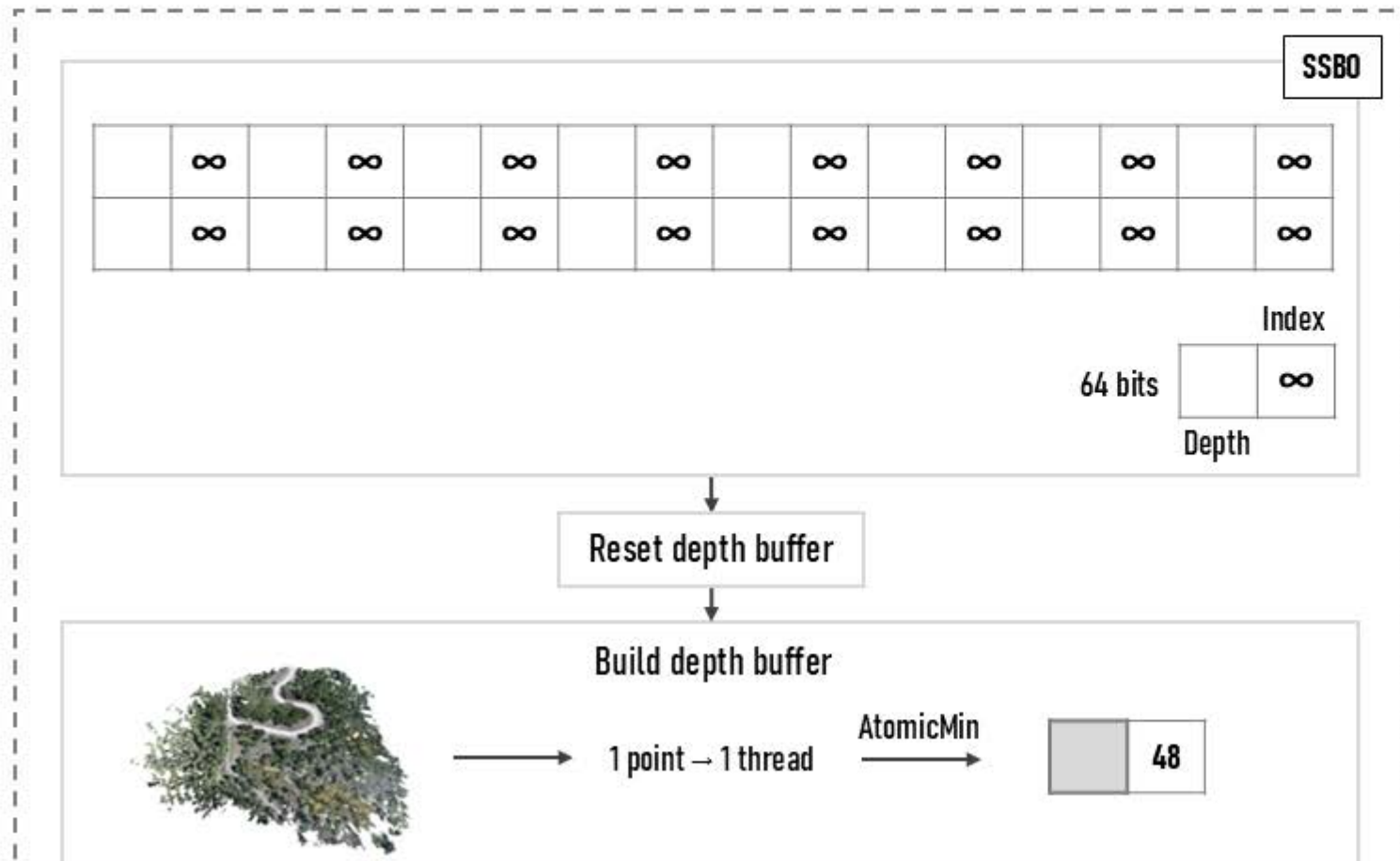
...																	...	...
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----

CPU

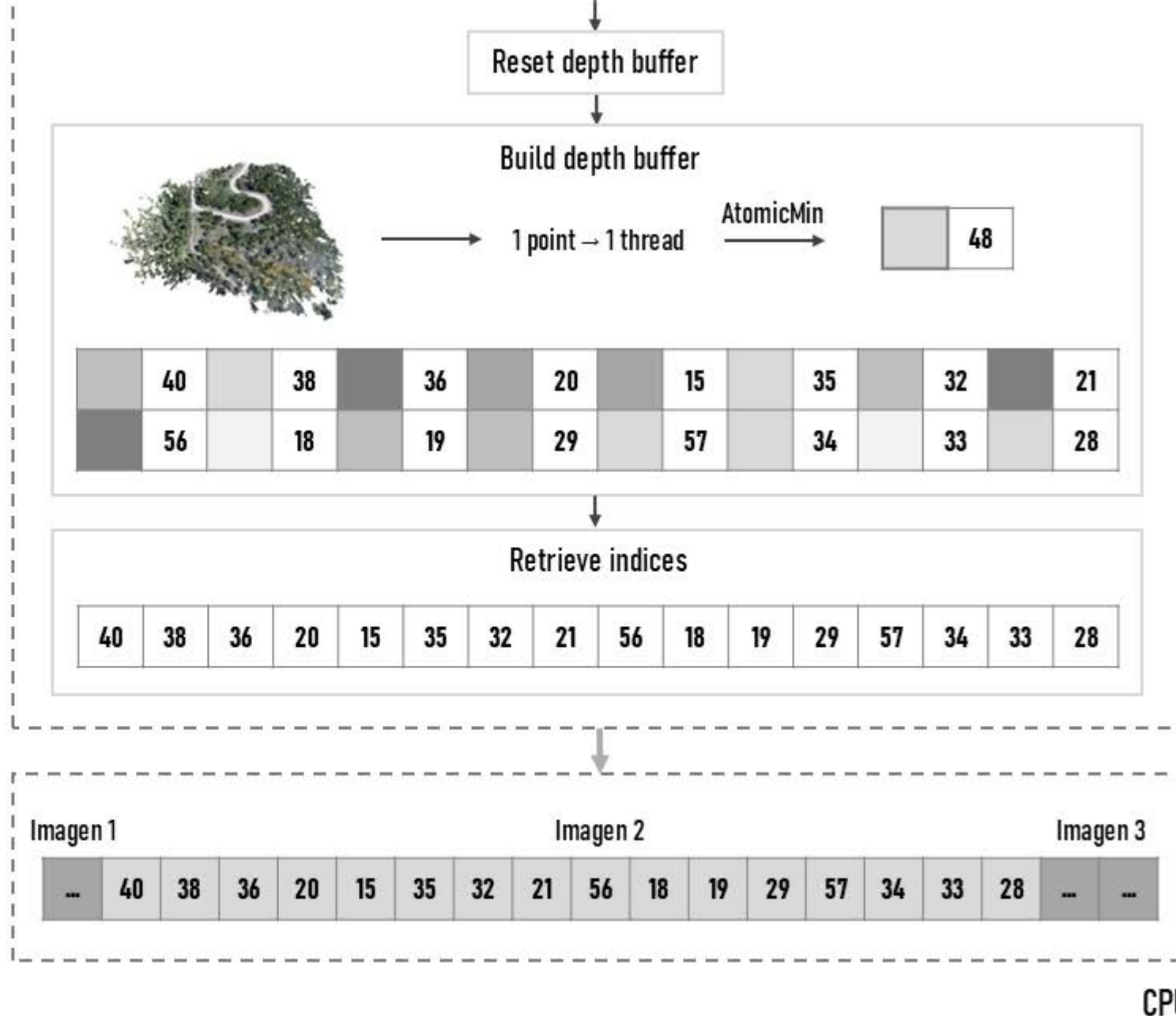
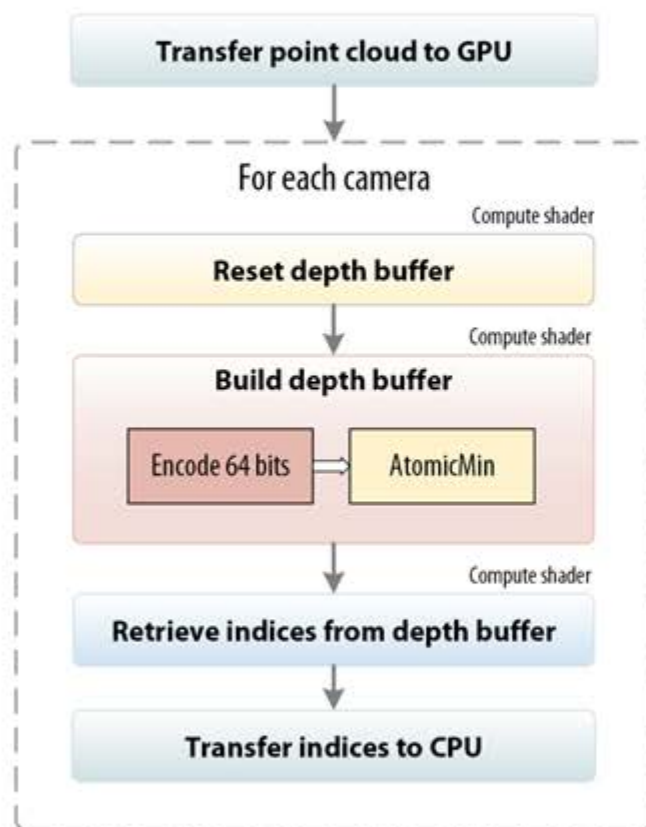
► Compute Shader.

▷ Para cada imagen:

GPU



Solución GPU



► Compute Shader

- ▷ Nubes de gran tamaño no pueden ser almacenadas en GPU como un único buffer
- ▷ Tamaño máximo de SSBO muy inferior a memoria de tarjeta gráfica

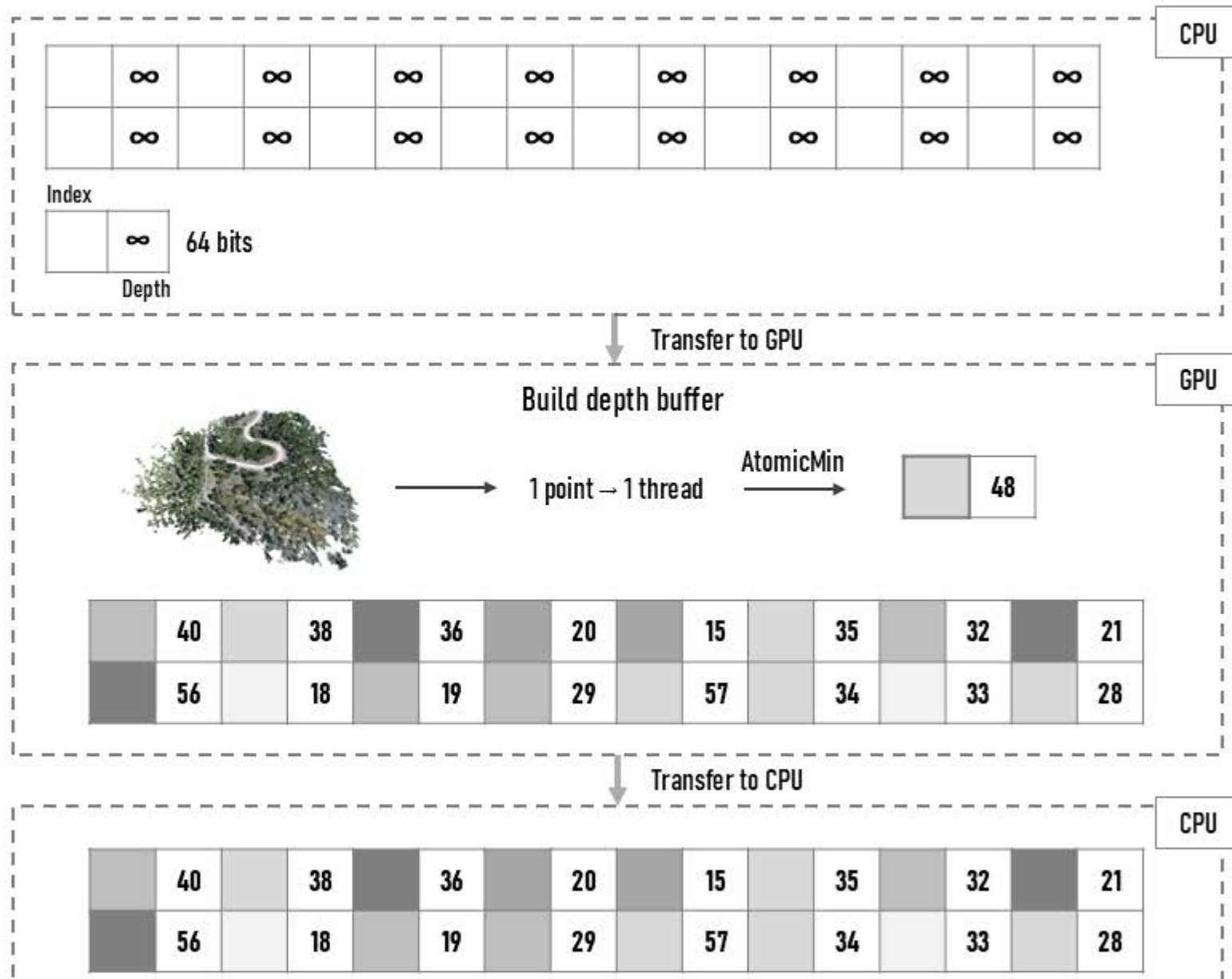
► For each batch → For each viewpoint

- ▷ Sube cada división de la nube una única vez
- ▷ Tamaño de subdivisión » Tamaño de buffers

► For each viewpoint → For each batch

- ▷ Requiere subir cada división de la nube para cada cámara

For each batch → For each viewpoint



► Compute Shader

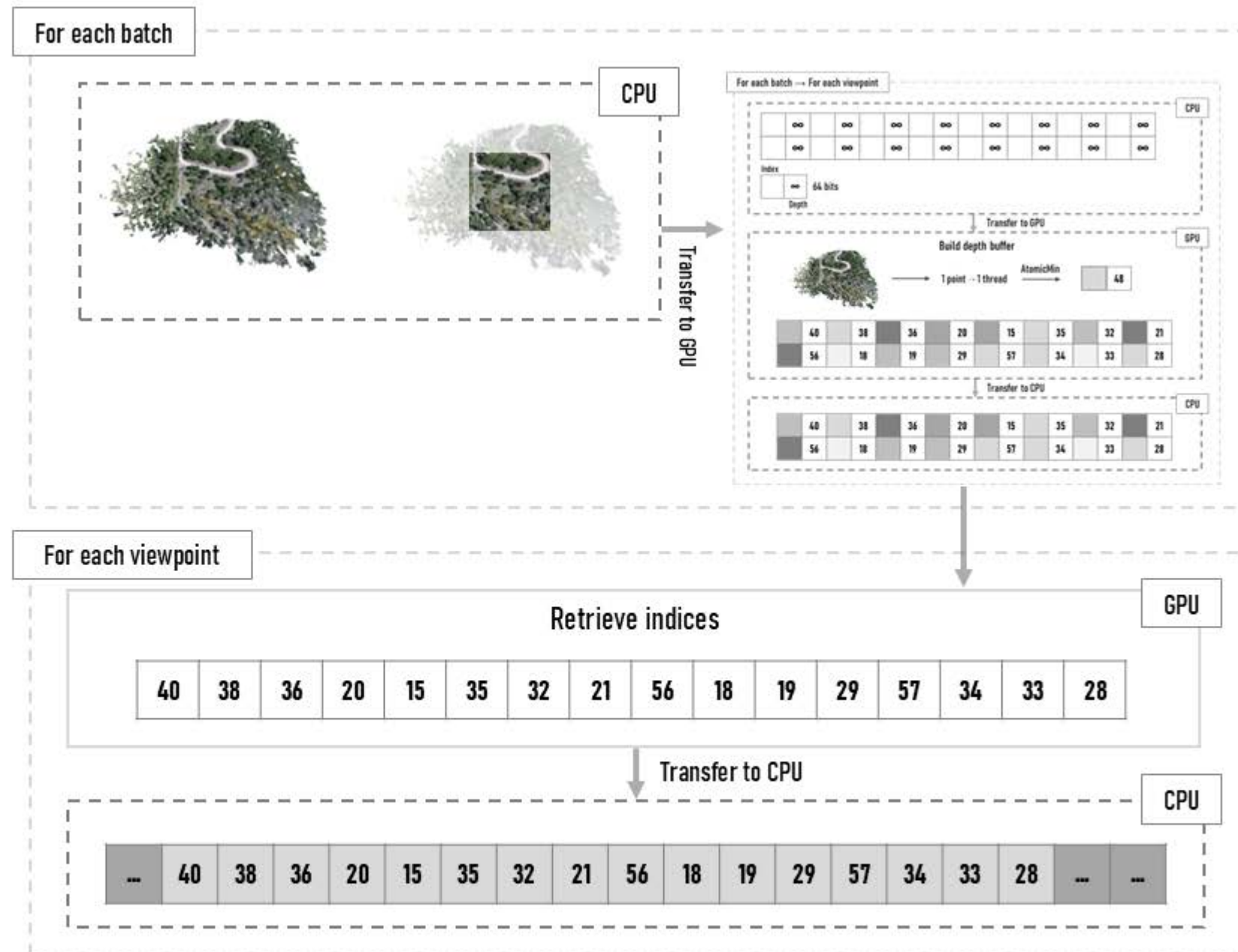
- ▷ Nubes de gran tamaño no pueden ser almacenadas en GPU como un único buffer
- ▷ Tamaño máximo de SSBO muy inferior a memoria de tarjeta gráfica

► For each batch → For each viewpoint

- ▷ Sube cada división de la nube una única vez
- ▷ Tamaño de subdivisión » Tamaño de buffers

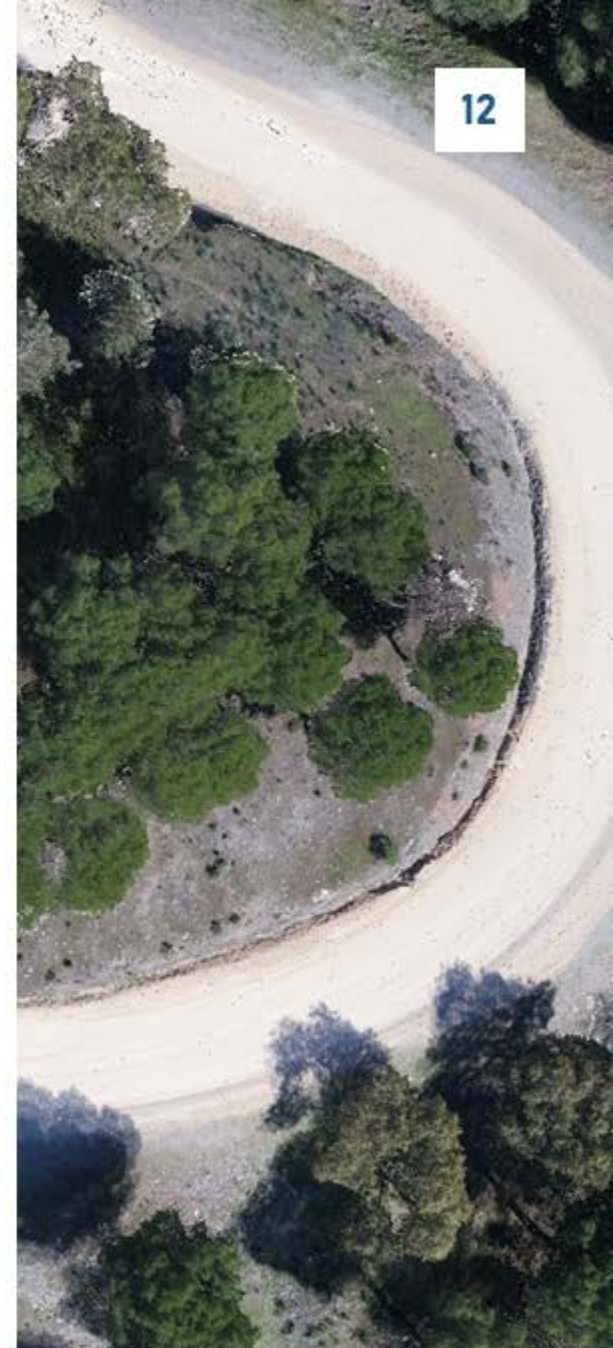
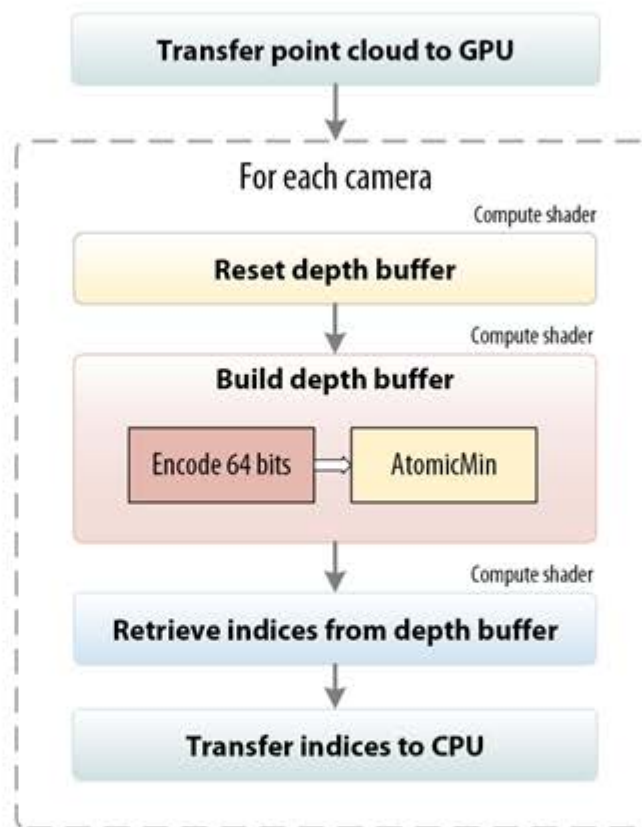
► For each viewpoint → For each batch

- ▷ Requiere subir cada división de la nube para cada cámara



► CUDA

- ▷ Flujo similar al utilizado en Compute Shader
- ▷ Especificación de operaciones asíncronas
 - ▷ Solape de operaciones de cómputo y transferencia de datos
 - ▷ Desde CPU: subdivisiones de la nube
 - ▷ Hacia CPU: índices obtenidos



► Datasets

180 viewpoints		1352 viewpoints	
66M points	271M points	66M points	271M points

1 cámara, 66M puntos

12.8 segundos

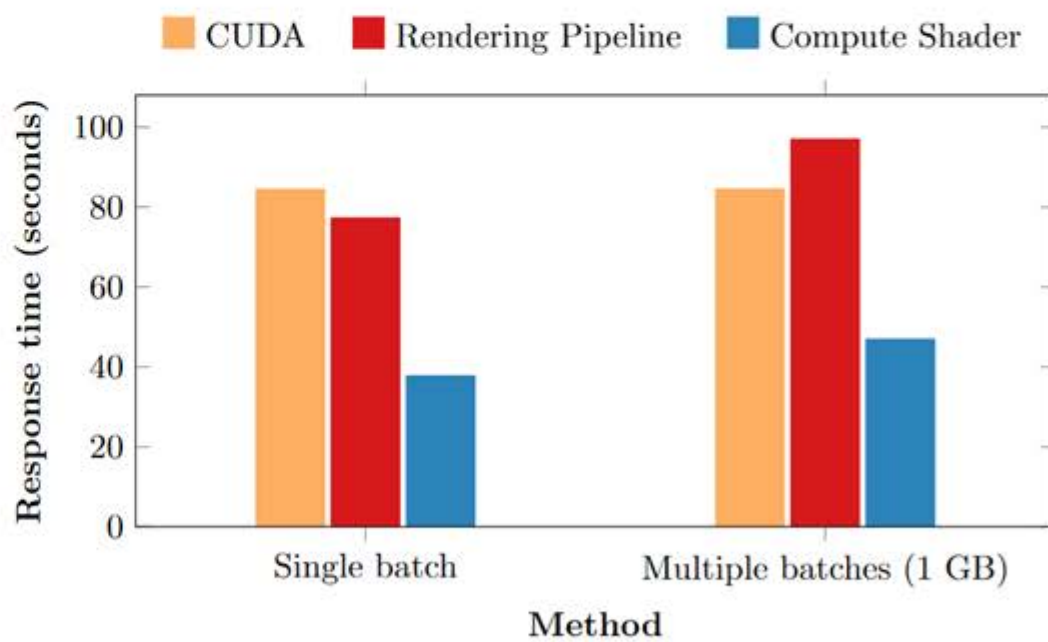
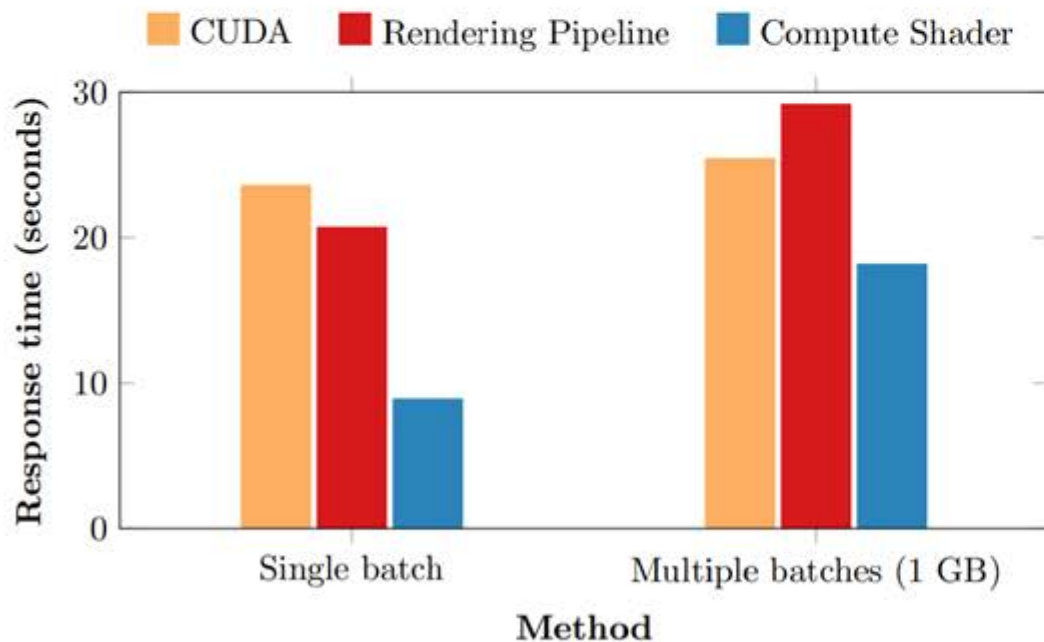
1 cámara, 271M puntos

49.5 segundos



► Tiempo de respuesta para nubes de múltiples tamaños (1352 cámaras)

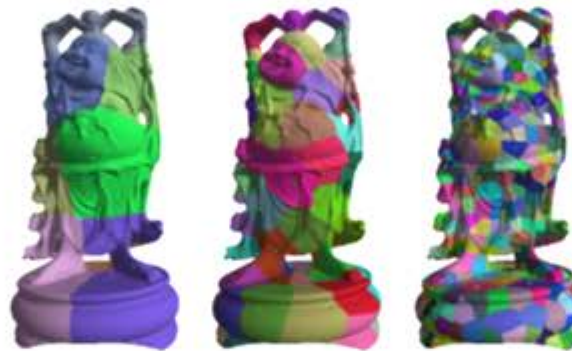
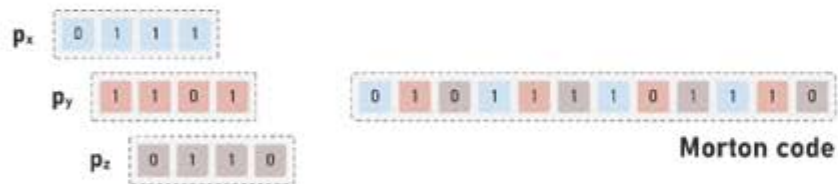
- ▷ Single batch
- ▷ Multiple batches (1 GB)



Trabajo futuro

► Reordenación de nube de puntos

- ▷ Comportamiento similar para puntos cercanos en memoria
- ▷ Morton Codes
- ▷ Actualización de datos en intervalos de memoria muy específicos
- ▷ Reducción de tiempo de respuesta: 50%

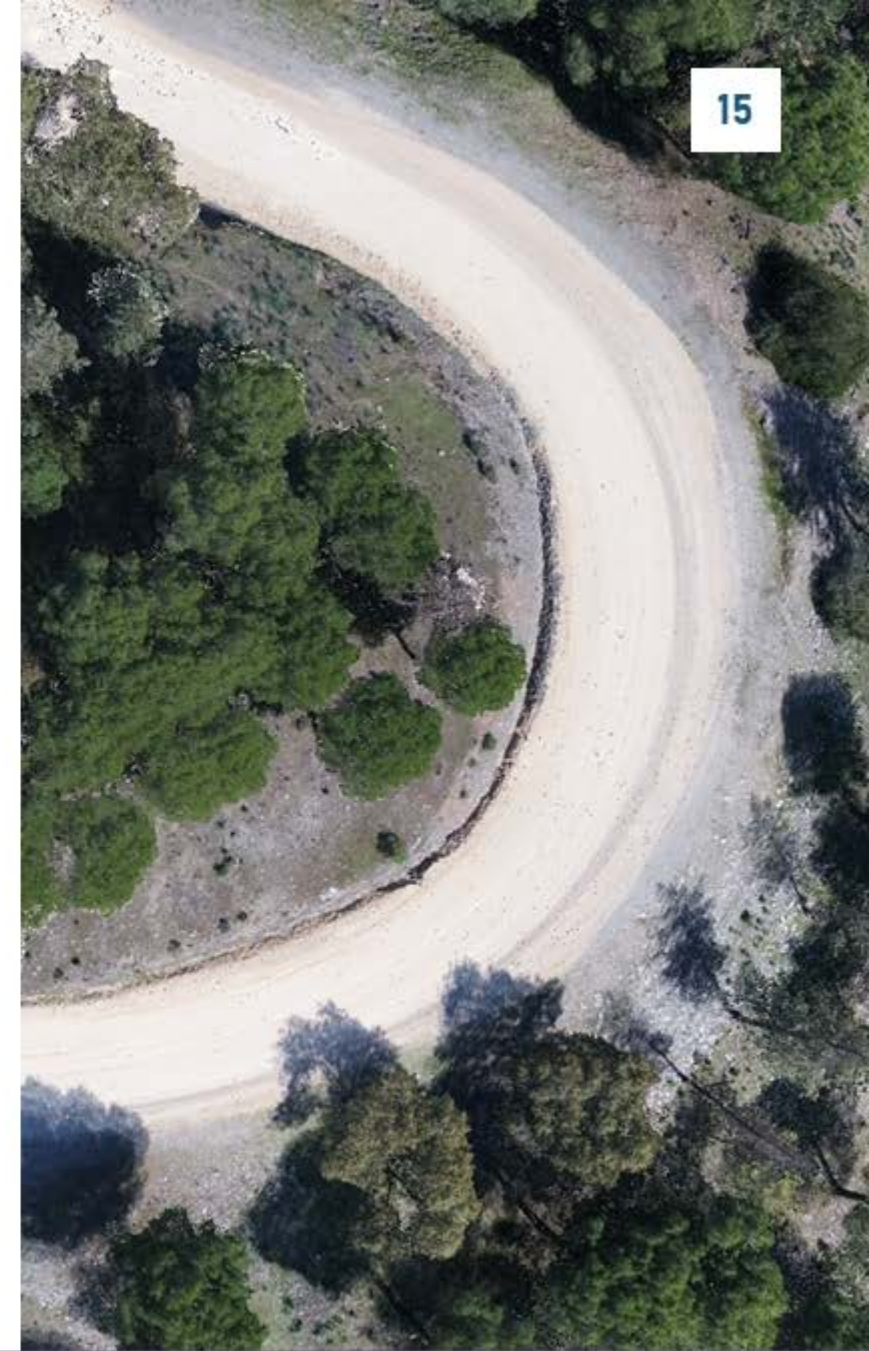


► Utilización de estructuras de datos

- ▷ Pre-procesamiento y descarte de puntos

► Evaluación de tiempo de respuesta en arquitecturas heterogéneas

- ▷ Clúster





Comparison of GPU-based methods for handling point cloud occlusion

Alfonso López¹, Juan M. Jurado¹, Emilio J. Padrón², Carlos J. Ogayar¹, Francisco R. Feito¹

¹ Departamento de Informática, Universidad de Jaén

² Departamento de Informática, Universidad de A Coruña


CEIG21

Málaga - 22-24 de septiembre