Esplorare L'API Grafica Vulkan

Emanuele Franchi

Vulkan

- API grafica sotto forma di specifica
- Non ne esiste un'unica implementazione
- Implementata attraverso il driver della propria scheda grafica
- Sviluppata usando come modello l'architettura delle GPU odierne
- API di basso livello
- Richiede un certo know how da parte del programmatore
- Se il programmatore la utilizza in modo coscienzioso, può risultare in performance migliori rispetto alle API di vecchia generazione
- Multithreaded first

Inizializzare Vulkan

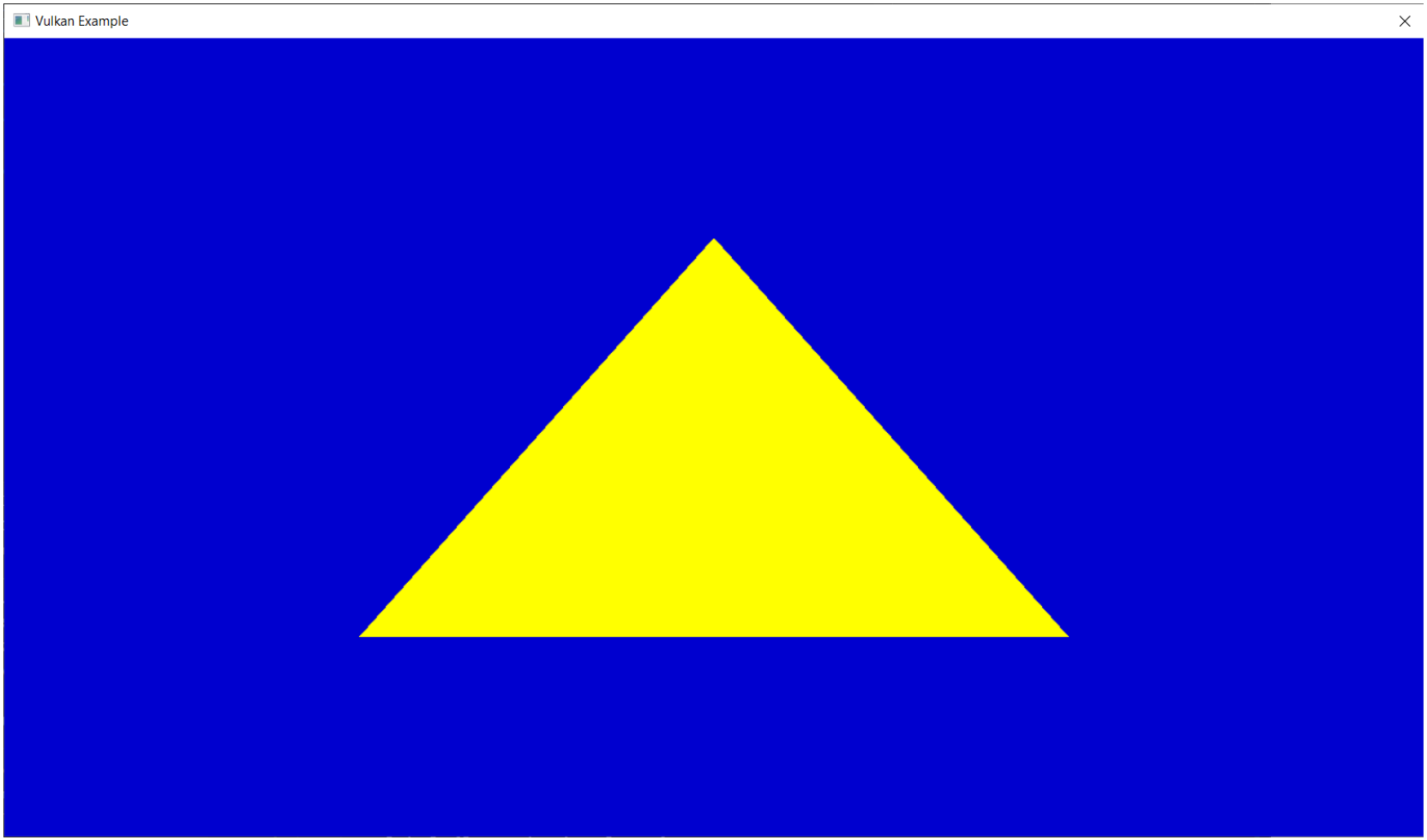
- Creiamo una Vulkan instance
- Creiamo una finestra (OS)
- Creiamo una presentation surface
- Selezioniamo una GPU (device fisico)
- Creiamo un device logico per interfacciarsi con la GPU
- Creiamo una swapchain per gestire la presentazione d'immagini sulla presentation surface

Renderizzare Un Colore: Demo

Renderizzare Un Colore

- Creiamo un render pass
- Un render pass descrive gli attachment che vengono utilizzati durante il rendering
- Un render pass raggruppa i comandi grafici in uno o più subpass in base a come e quali attachment utilizzano
- Creiamo un framebuffer
- Un reamebuffer è l'insieme di attachment utilizzati da un'istanza di un render pass
- Creiamo un command buffer
- Scriviamo comandi sul command buffer
- Inviamo il command buffer alla GPU
- Presentiamo un'immagine della swapchain sulla presentation surface

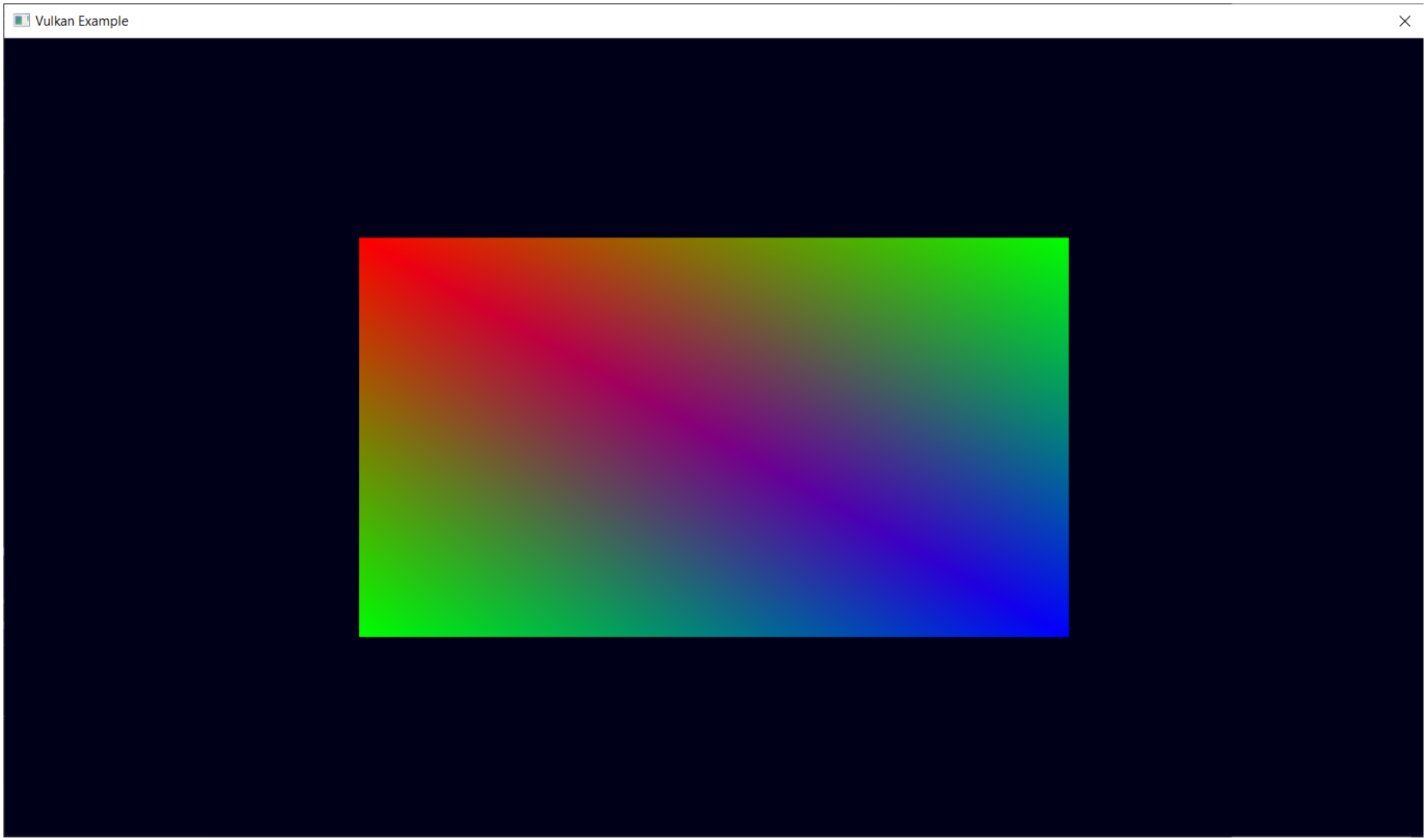
Renderizzare Un Triangolo: Demo



Renderizzare Un Triangolo

- Creiamo un pipeline state object
- Un pipeline state object descrive l'intero stato della pipeline grafica
- Shader: programmi eseguiti dalla GPU
- In particolare vertex shader e un fragment shader
- La GPU riceve come input una sequenza di vertici
- La GPU esegue il vertex shader per ogni vertice
- Il vertex shader genera della geometria
- La GPU esegue il fragment shader per ogni pixel coperto dalla geometria

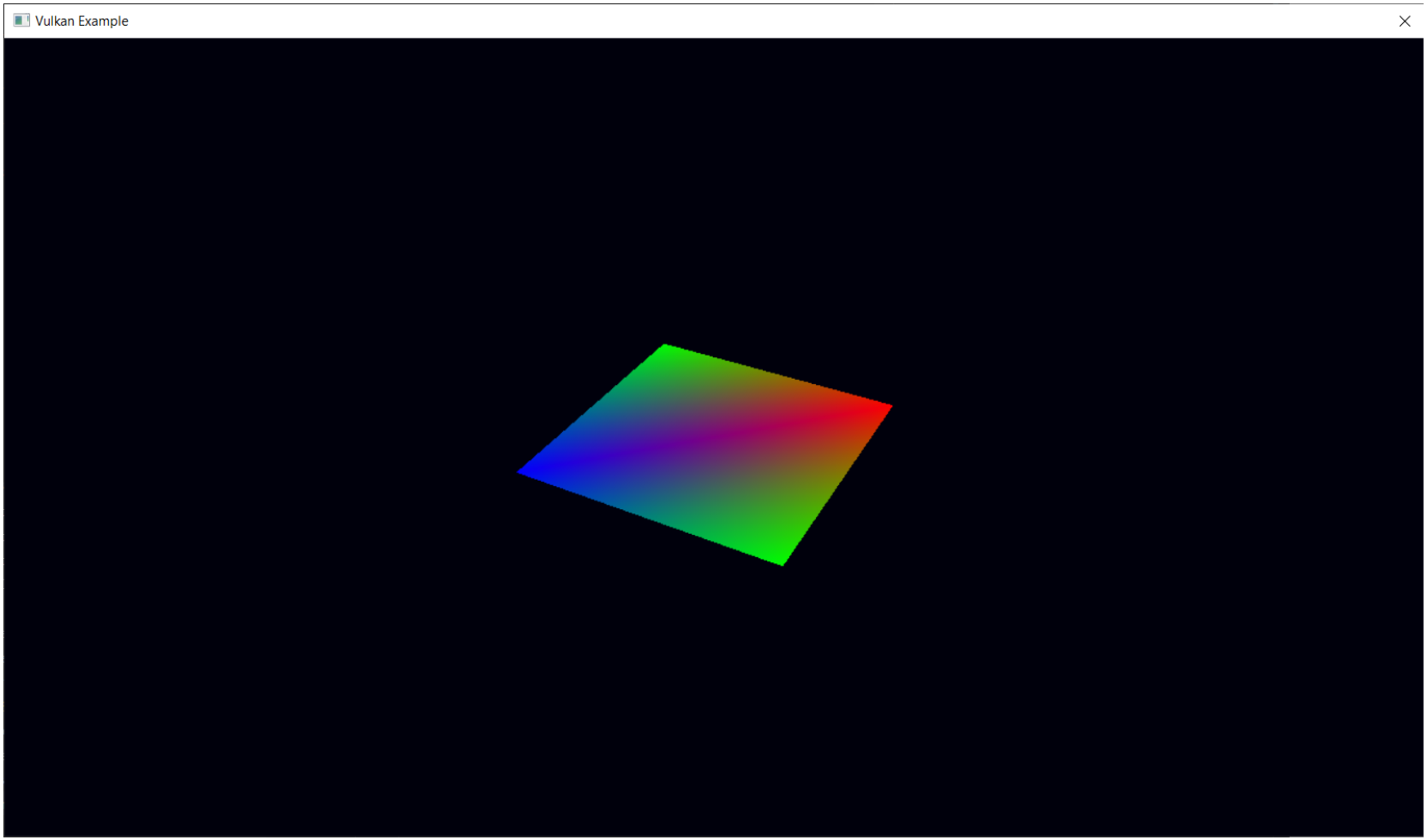
Vertex Buffer: Demo



Vertex Buffer

- I nostri vertici sono in RAM e noi dobbiamo caricarli nella memoria della GPU
- I vertici non cambiano durante l'esecuzione dell'applicazione
- Vogliamo rendere la lettura dei nostri vertici, da parte della GPU, il più veloce possibile
- Usiamo due buffer
- Uno staging buffer, allocato su memoria della GPU host visible (lenta)
- Scriviamo i dati dei nostri vertici su questo buffer
- Un vertex buffer, allocato su memoria della GPU device local (veloce)
- Inviamo un comando alla GPU per trasferire il contenuto dello staging buffer nel vertex buffer

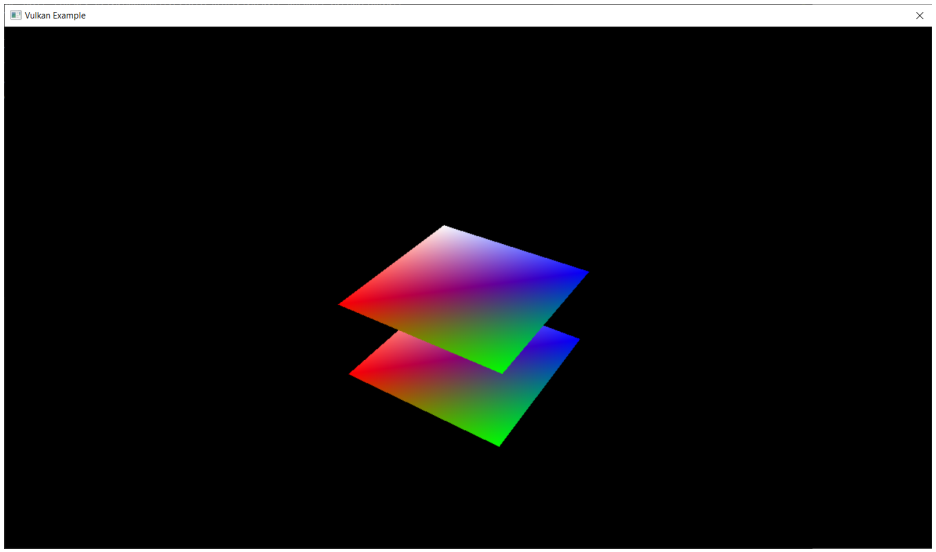
Uniform Buffer: Demo

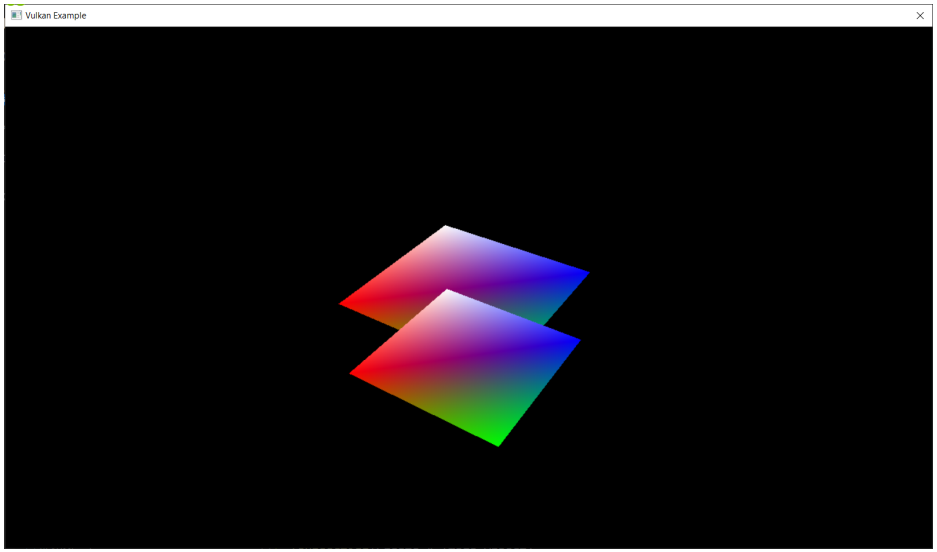


Uniform Buffer

- Una variabile globale di uno shader è detta uniform
- Passiamo le variabili globali agli shader usando uno uniform buffer
- Siccome tali variabili cambiano frequentemente, allochiamo uno uniform buffer su memoria della GPU host visible
- Creiamo un pipeline layout object
- Un pipeline layout object descrive quali descriptor sono accessibili in quali shader
- Creiamo un descriptor set layout
- Un descriptor set layout descrive il contenuto di un descriptor set
- Creiamo un descriptor set basandoci sul descriptor set layout
- Una volta allocato, un descriptor set va popolato con i descriptor appropriati

Depth Buffer: Demo

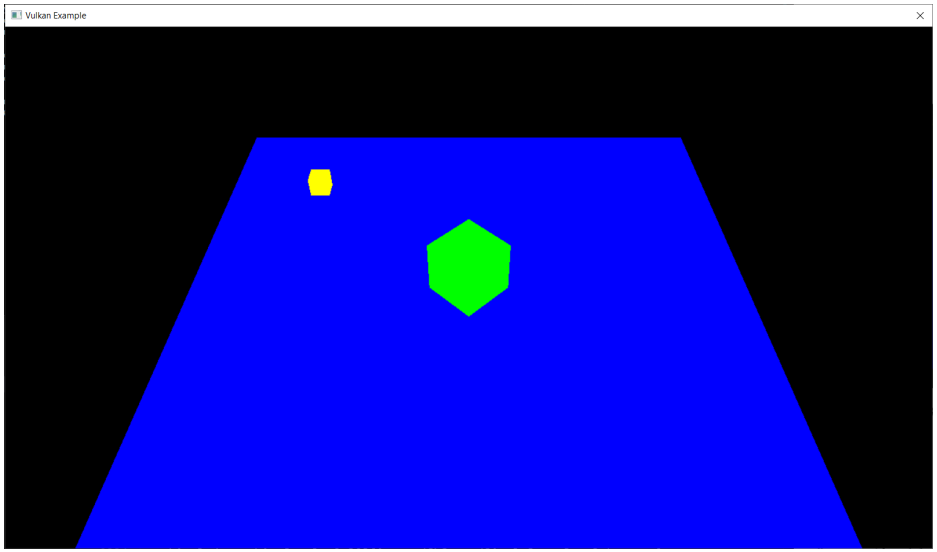


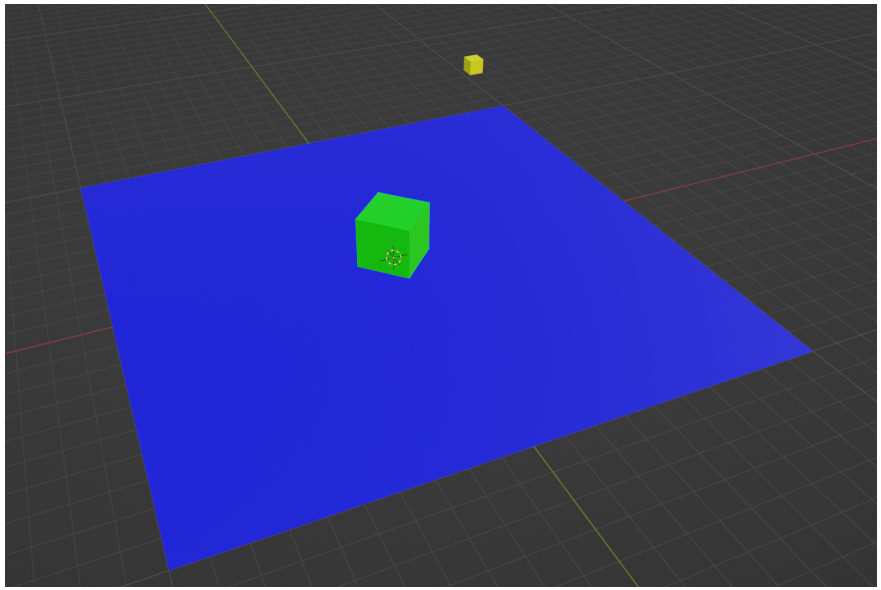


Depth Buffer

- Come renderizzare oggetti in modo tale che quelli più vicini possano nascondere quelli più lontani?
- Possiamo ordinare gli oggetti in base alla loro lontananza dalla camera
- E se due oggetti si sovrappongono?
- Se gli oggetti da renderizzare sono opachi, usiamo un depth buffer
- Un depth buffer è un'immagine che codifica informazioni riguardanti la profondità dei frammenti
- Quando un frammento viene generato, compariamo la sua profondità con quella salvata nel corrispettivo texel del depth buffer
- Se è più grande, il frammento viene ignorato
- Se è più piccola, il frammento viene utilizzato e la sua profondità viene salvata nel depth buffer
- Creiamo un'immagine da usare come depth stencil attachment
- Abilitiamo il depth testing quando creiamo il pipeline state object

Scena: Demo

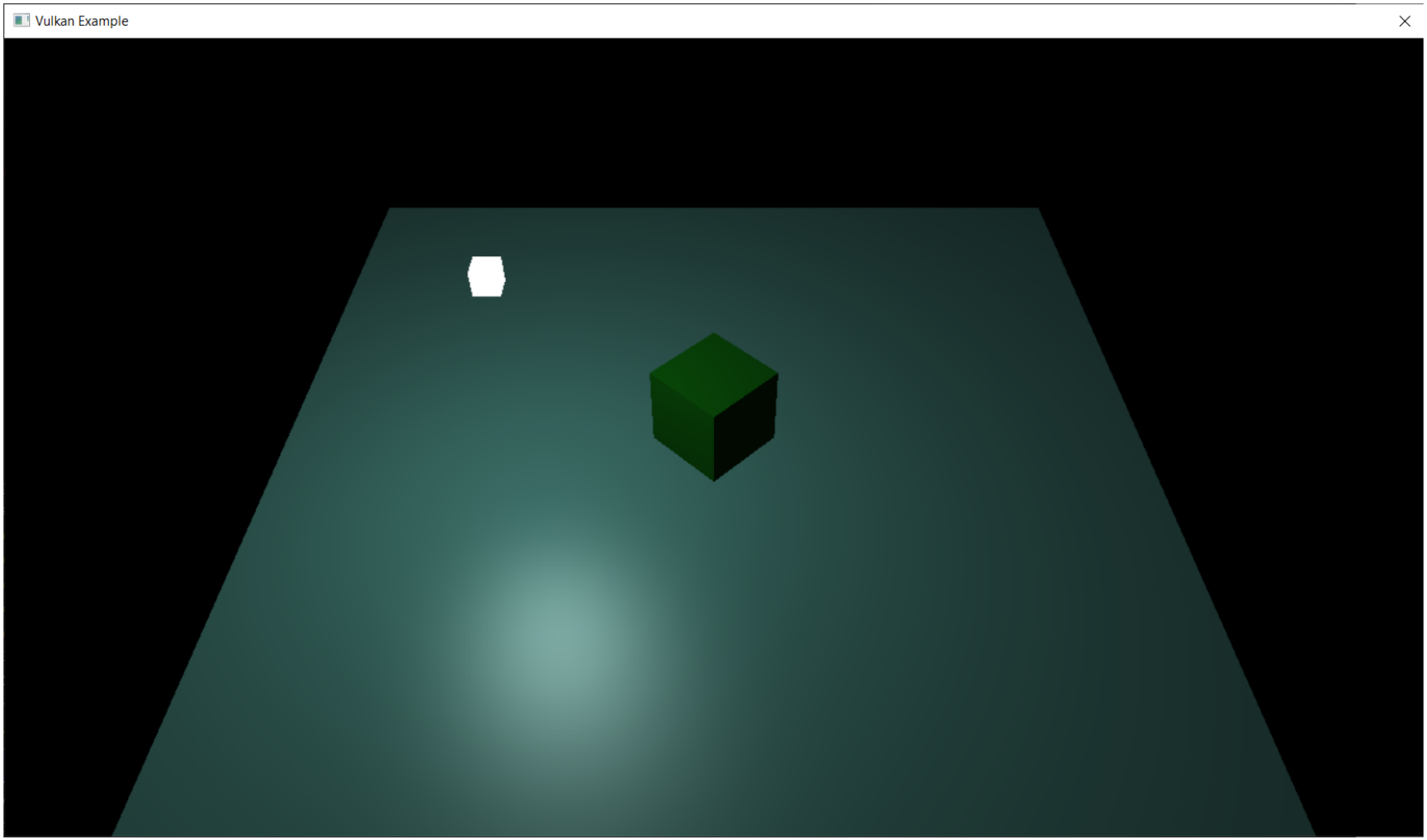




Scena

- Organizziamo gli oggetti da renderizzare in una scena
- Abbiamo una camera attraverso la quale guardiamo la scena
- Possiamo mettere uno o più oggetti all'interno della scena
- Questi oggetti possono condividere un vertex buffer e un pipeline state object
- Infatti, oggetti diversi possono usare gli stessi vertici e la stessa configurazione della pipeline
- Ogni oggetto ha un proprio uniform buffer

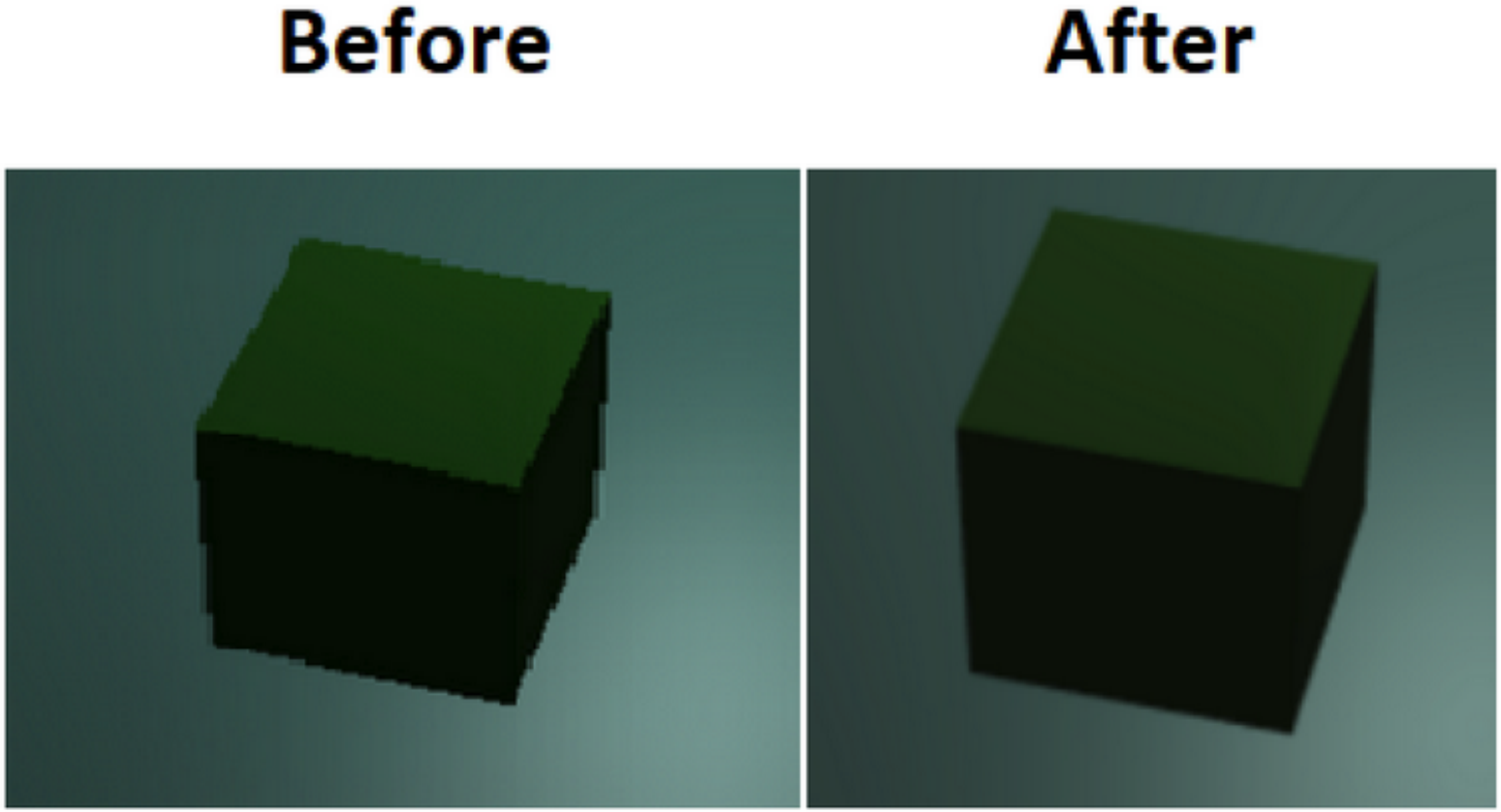
Blinn-Phong: Demo



Blinn-Phong

- L'illuminazione viene divisa in tre componenti: ambient, diffuse e specular
- La componente ambientale modella il fatto che una scena non è mai totalmente buia
- La componente diffusiva simula l'impatto che la luce ha sugli oggetti opachi
- La componente speculare simula il punto luminoso che una luce causa su oggetti lucidi (specular highlight)

MSAA: Demo



MSAA

- MSAA stà per multi sample anti aliasing
- Abilitiamo MSAA quando creiamo il pipeline state object
- Dobbiamo creare delle immagini che abbiano più di un campione per pixel

Conclusioni

- Scopo: esplorare l'API grafica Vulkan e realizzare esempi concreti
- Buona conoscenza di Vulkan trasferibile ad altre API grafiche (OpenGL, Direct3D, Metal, ...)
- Ci sono molti modi per approfondire il lavoro svolto
- Implementare tecniche di real time rendering
  - Bloom
  - Shadow mapping
  - Motion blur
  - Physically based rendering (PBR)
- Continuare lo studio dell'API
  - Multipli subpass in un render pass
  - Come renderizzare multipli frame contemporaneamente
  - Come gestire le allocazioni di memoria sulla GPU
  - Creazione e gestione di texture