Costruzione di interfacce

Paolo Cignoni
p.cignoni@isti.cnr.it
http://vcg.isti.cnr.it/~cignoni

Obiettivi

- Progettazione e realizzazione di applicazioni interattive, con un'interfaccia utente non banale che facciano uso di grafica tridimensionale.
- basi teoriche e algoritmiche per la modellazione geometrica e il rendering di scene tridimensionali
- strumenti per realizzare sistemi basati su OpenGL.
- Requisiti
  - Interesse.
  - Conoscenza di un linguaggio OO (C++)

Programma

- Fondamenti di grafica
- Algoritmi per la modellazione geometrica e il rendering
- Librerie e framework per la grafica tridimensionale
- Progettazione e programmazione di interfacce e applicazioni grafiche interattive in ambiente OpenGL Windows
- Progettazione e realizzazione di un sistema interattivo in ambiente Windows che usi OpenGL.

Esame

- Basato su progetto
  - applicazione interattiva in ambiente Windowz che faccia uso di grafica tridimensionale tramite OpenGL
  - compitino/orale
- Corsi collegati
  - Corsi Seminariali Real Time Media (2 Sem)

Strumenti

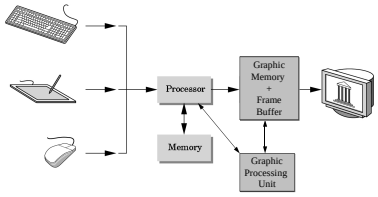
- Linguaggio C++
- IDE: Visual Studio .net 2003
- 3dAPI: OpenGL
- Libs, Toolkits, ecc
  - Qt per le interfacce
  - SDL per i primi esperimenti in opengl
  - STL per non riscrivere I soliti contenitori
  - E tutto quel che ci può servire per caricare un'immagine, un oggetto 3d ecc.

Concetti di base

- Computer Graphics:
  Settori applicativi che ne hanno in qualche modo diretto/influenzato lo sviluppo
- Design & Visualization
  - Trasformare dati in immagini per facilitarne la comprensione
- Interfacing
  - Aiutare e semplificare il processo di interfacciamento l'utente e il sw
- Entertainment
  - :-)

Architettura di base

- Semplificando al massimo in ogni sistema che può fare della grafica l'architettura hw minima è la seguente:

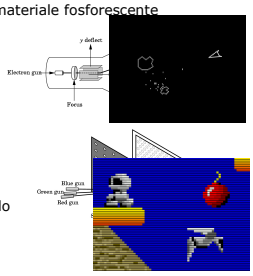


Frame buffer

- Una porzione di memoria dedicata alla memorizzazione dell'immagine come insieme di pixel da mostrare a video.
- Caratteristiche
  - Risoluzione (numero di pixel)
    - Range tipici 320x200 <->1600x1200
  - Profondità (bit per pixel)
    - Range tipici 1 <-> 32 (128)
- Perché si usa i pixel?

Display Hardware

- Il tubo catodico: un fascio di elettroni viene diretto su una superficie coperta di materiale fosforescente
- Display vettoriali il fascio veniva pilotato direttamente in maniera totalmente libera
- Display normali, raster linea per linea, dall'alto verso il basso, si spazza tutto lo schermo un certo numero di volte al secondo (refresh rate)

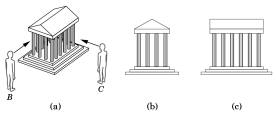


Sintesi di Immagini

- Metafora fondamentale

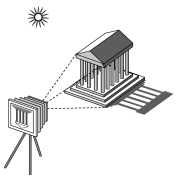
Object vs viewer

- Object (*scene*): rappresentazione digitale (forma e caratteristiche) di un oggetto reale tridimensionale
- Viewer: *strumento* che permette di otternere da un object un immagine
- *Rendering* è il processo con cui un viewer genera un immagine a partire da una scene.



Caveat

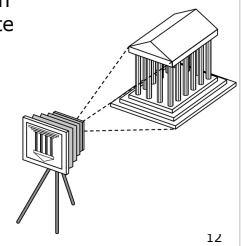
- Object e viewer, come tutte le metafore, sono entità non definite rigidamente…
  - La luce fa parte del viewer?
  - Il viewer è anch'esso un object?



Sintesi di Immagini

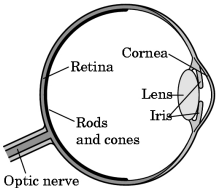
Tra le caratteristiche parametrizzabili di un viewer la più evidente è la *Camera:*

- L'insieme di quei parametri che definiscono come e dove si guarda una certa scena.



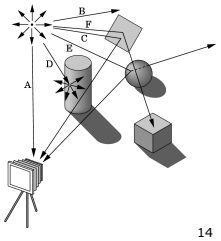
Rendering: Approccio Fisico

- Come si svolge fisicamente il processo della visione?



Simulare l'illuminazione

- Fotorealismo
- La simulazione il più dettagliata possibilie di tutte le interazioni tra la luce e gli oggetti.

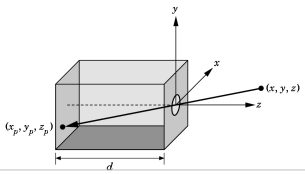


Rendering Approccio Non fisico

- *NPR (non photorealistic rendering)*
- Simulare il processo con cui un artista genera un immagine
- Settore piuttosto nuovo e di ricerca

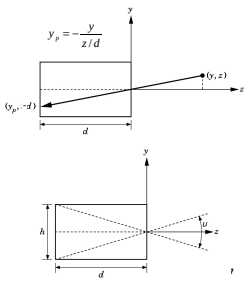
Pin hole Camera

- Il processo con cui si formano le immagini può essere simulato da una scatola chiusa con un foro infinitesimamente piccolo sul davanti
- minima macchina fotografica



Pin hole Camera

- In un una pinhole camera è facile determinare come si forma l'immagine sul fondo della camera (piano della pellicola)
- Il pinhole è detto il centro di proiezione



Pin Hole camera

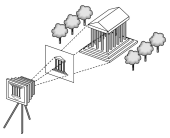
- La pinhole camera e'un modello astratto
  - Fuoco infinito
  - Luminosità infinitesima
- In realtà (cioè nelle macchine fotografiche e nell'occhio) si sostituisce il pin hole con una lente
  - Profondità di campo limitata
  - Maggior luminosità
  - Distorsioni varie

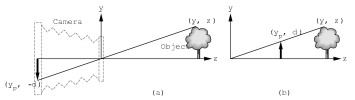
Pin Hole Camera

- Nelle prossime lezioni assumeremo sempre che stiamo utilizzando una pin hole camera.
- Cio' non toglie che si possano usare modelli più sofisticati che simulino tutte le altre caratteristiche delle camere reali (occhio e macchine fotografiche)

Modello standard della PIC

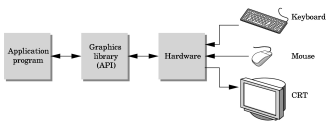
- Si sposta il piano della pellicola di una distanza d di fronte al pin hole.
  - L'immagine è ben orientata





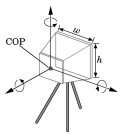
Definire una camera?

- Definire i parametri di una camera é necessario perché un viewer possa generare un'immagine di una scene
- Interattivamente (implicitamente) a (CAD, Games)
- Seguendo una API (esplicitamente)
  - E.g. using an interface between a program and a graphic system
  - Opengl, Directx Java3d etc



Definire una camera

- Di solito si deve specificare
  - Posizione (del centro di proiezione)
  - Orientamento
  - Lunghezza focale: determina la grandezza sul piano immagine



Definire una Camera

OpenGL

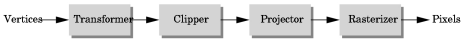
- gluLookAt(center_of_projection,
  look_at_point,
  up_direction)

+

- glPerspective(Field_of_view, …)

Architettura di un renderer

- La pipeline di rendering; assumendo che
  - La scena è composta di entita' geometriche semplici (primitive) descritte per mezzo di vertici
  - L'algoritmo di rendering che voglio usare è strutturato in maniera da processare e disegnare tutte le primitive una alla volta abbastanza indipendentemente (object order)
- Allora per ogni primitiva le operazioni da fare sono, in sequenza, le seguenti



Pipeline di rendering

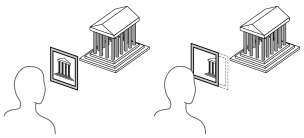
- Il fatto di strutturare il rendering
  - Indipendemente per primitiva
  - Per ogni primitiva in una pipeline ben determinata
- Permette di progettare hw grafico che espliciti il parallelismo nei due livelli
  - Multiple rendering pipelines
  - I passi piu lenti della pipeline possono essere parallelizzati più massicciamente

Transformazioni di modellazione

- Ogni oggetto nella scena ha, di solito il proprio sistema di riferimento
- I vertici della scena da rendere devono essere trasformati in un unico sistema di riferimento: quello della camera.

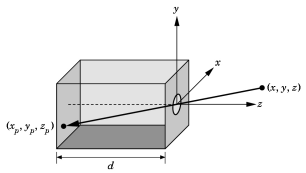
Lighting e Clipping

- Dopo la trasformazione di modellazione si può decidere che cosa è visibile per la camera corrente (e quindi interrompere la pipeline per ciò che non è visibile)



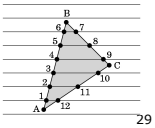
Proiezione

- Si calcola dove ogni vertice cade nel piano di proiezione



Rasterizzazione

- Per ogni primitiva a questo punto sappiamo dove finiscono nel frame buffer i suoi vertici.
- Il processo di trovare tutti i pixel che nel frame buffer appartengono alla primitiva è detto rasterizzazione.



Caveat

- Sulla pipeline di rendering torneremo più volte
- Gli step possono essere ben più dettagliati
- Questa pipeline di rendering NON è l'unica esistente
- Non tutti gli step, non su tutti gli hw, sono implementati effettivamente in hw