

# Grafica Computazionale

## Presentazione del corso

Fabio Ganovelli  
fabio.ganovelli@isti.cnr.it  
a.a. 2005-2006

1

## Gli strumenti che ci servono

- ⌘ Programmazione
  - ⌘ esperienze di programmazione?
- ⌘ Programmazione in C++
  - ⌘ quanti conoscono il linguaggio C++?
  - ⌘ ..il linguaggio C?
  - ⌘ ..Java? Java 3D?
- ⌘ IDE?
  - ⌘ .net? (Microsoft compiler - io uso questo)
  - ⌘ devcpp (gcc compiler – va bene lo stesso)
  - ⌘ ...

2



## Gli strumenti che ci servono 2

- ✍ Un po' di matematica
  - ✍ Algebra lineare: calcolo matriciale (matrici sempre 3x3 o 4x4)
- ✍ Un po' di algoritmica
  - ✍ Saper valutare la complessità asintotica di un algoritmo
- ✍ Un po' di voglia

3



## Grafica Computazionale

### Introduzione alla Computer Graphics

Fabio Ganovelli  
fabio.ganovelli@isti.cnr.it  
a.a. 2005-2006

4



## Una definizione

- ✍ La CG è la disciplina che studia come modellare e visualizzare informazioni su un dispositivo di output video

5



## Dove si vede?

- ✍ Film di animazione
- ✍ Effetti visuali (*Visual effects*)
- ✍ Videogiochi
- ✍ Visualizzazione scientifica (*Scientific Visualization*)
- ✍ Realtà Virtuale
  - ✍ Ambienti virtuali (*Virtual Environments*)
  - ✍ Virtual Human
- ✍ Produzione industriale (*Manufacturing*) [CAD – 3D Scanning]
- ✍ Architettura
- ✍ Beni Culturali (Cultural Heritage) [3D Scanning]
- ✍ .....

6

## Film di animazione



- ⚡ ore di tempo di calcolo per ogni fotogramma
- ⚡ alto grado di realismo
- ⚡ Cos'è che richiede così tanto tempo di calcolo?
  - ⚡ simulare la fisica: la luce, la meccanica

7

## Effetti visuali & Effetti Speciali



- ⚡ Aggiungere alla scena reale cose che non ci sono
- ⚡ Si fa in post-produzione
- ⚡ Problema simile in termini di tempo di calcolo
- ⚡ + interazione con gli oggetti reali (es: ombre portate)



- ⚡ Termine più generale che indica tutto ciò che viene fatto per illudere lo spettatore.
- ⚡ Es: l'uso di stunt men
- ⚡ Es: cose-persone appese alle corde (Matrix)
- ⚡ Es: trucchi con le inquadrature (Il Signore degli Anelli)

8

## Videogiochi



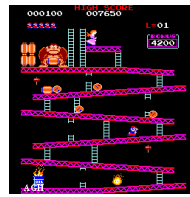
1972  
Pong



1978  
Space Invaders



1980  
BattleZone  
Pac-Man



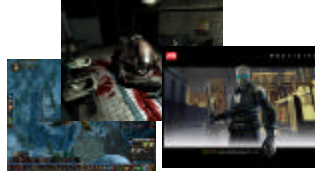
1981  
Donkey Kong



1991  
Street Fighter II



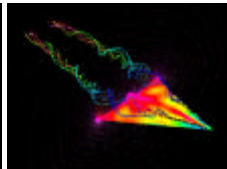
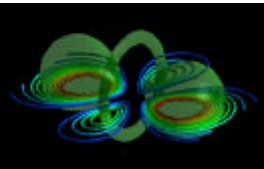
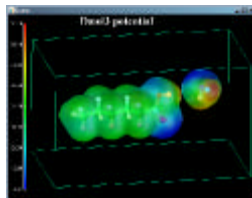
1993  
Doom



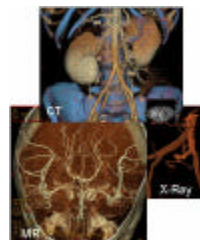
2004-2005  
War of Warcraft, Doom III, Half Life

9

## Visualizzazione scientifica

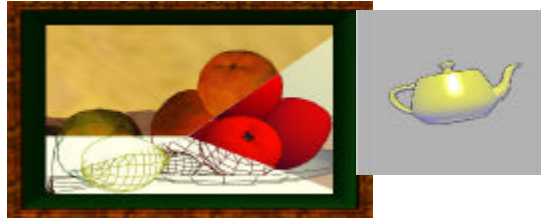


- ⌘ Visualizzazione di dati scientifici
- ⌘ I dati sono l'output di una simulazione..
- ⌘ ..o acquisiti con qualche sistema di misura
- ⌘ sono statici (di solito)
- ⌘ sono tanti (di solito)



10

## NPR: Non Photorealistic Rendering



Visualizzare come se fosse stato disegnato su carta  
esempio: scene di Futurama con l'astronave



11

## Realtà virtuale

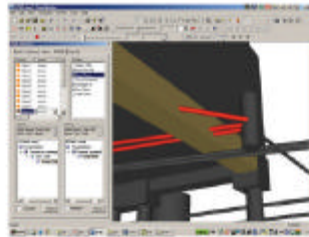
- ≠ Simulazione del mondo reale
- ≠ campo molto vasto:
  - ≠ HC interface
  - ≠ Artificial intelligence
  - ≠ Acquisizione di dati dal mondo reale
    - ≠ di forme e colore
    - ≠ di movimento (*motion capture*)
- ≠ Applicazioni:
  - ≠ Didattiche
  - ≠ Culturali
  - ≠ Militari
  - ≠ Mediche
  - ≠ ....



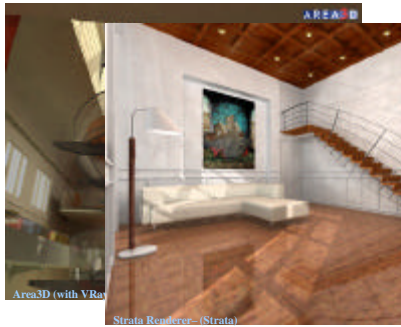
12

## Computer Graphics: applicazioni

### ■ Architettura:



## Computer Graphics: applicazioni

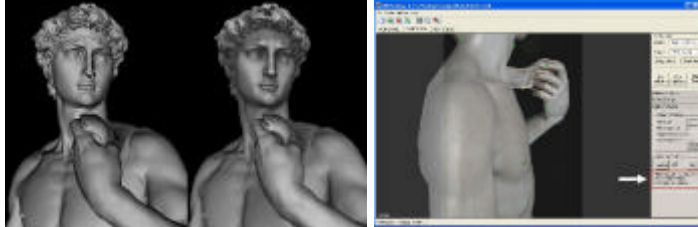


### ⚡ Architettura:

⚡ preview: dove mettere le luci (e le finestre)?

14

## Beni Culturali



Visual Computing Lab - ISTI-CNR Pisa

- ⚡ **Uso:**
  - ⚡ fruizione (musei virtuali..)
  - ⚡ documentaristica
  - ⚡ didattica
  - ⚡ monitoraggio
- ⚡ **Mezzi:**
  - ⚡ acquisizione della forma ( *3DScanning* )
  - ⚡ acquisizione del colore
  - ⚡ Tecniche di visualizzazione di grandi moli di dati (multiresolution, out of core rendering)

15

## Beni Culturali: Fruizione

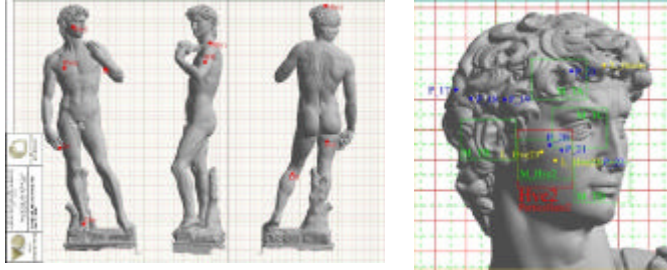


- ⚡ **Chioschi: supporti multimediali ai musei tradizionali**
  - PC+ video, l'utente esamina le opere, legge note informative
  - esempi: il Davide di Michelangelo alla Galleria dell'Accademia di Firenze
  - esempi: Il monumento funebre di Arrigo VII all'Arcivescovado
- ⚡ **Diffusione via rete**
  - L'utente visita un museo (o una singola opera) dal PC di casa

16



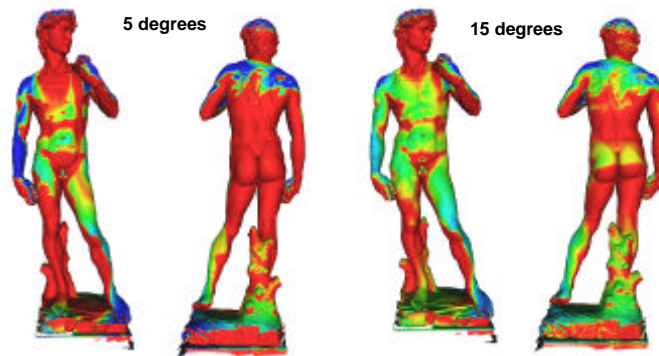
## Beni Culturali: restauro



- Il restauratore si faceva fare degli schizzi su carta dell'opera da restaurare per fare una mappa degli interventi: Col il modello virtuale può gestire tutto su PC
- Acquisizione dell'opera prima e dopo il restauro e confronto geometrico delle differenze

17

## Beni Culturali: Studio



- ES: Simulazione caduta contaminanti

18

## Beni Culturali: Monitoraggio



foresta di Dunarobba  
<http://www.forestafossile.it/public/new/>



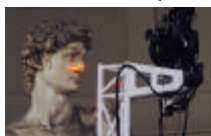
es: monitorare nel tempo la variazioni sui materiali deformabili

19

## Beni Culturali: i mezzi

Acquisizione della forma geometrica (3D scanning)

Strumento di acquisizione



oggetto reale

processing dei dati

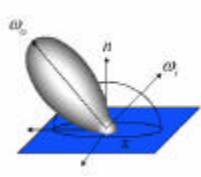


Rappresentazione digitale

20

## Beni Culturali: i mezzi

- Acquisizione del colore
  - semplici fotografie
    - approssimato, dipende dalla luce
  - Tecniche di calcolo della BRDF (?)



← Ci torniamo sopra con calma

21

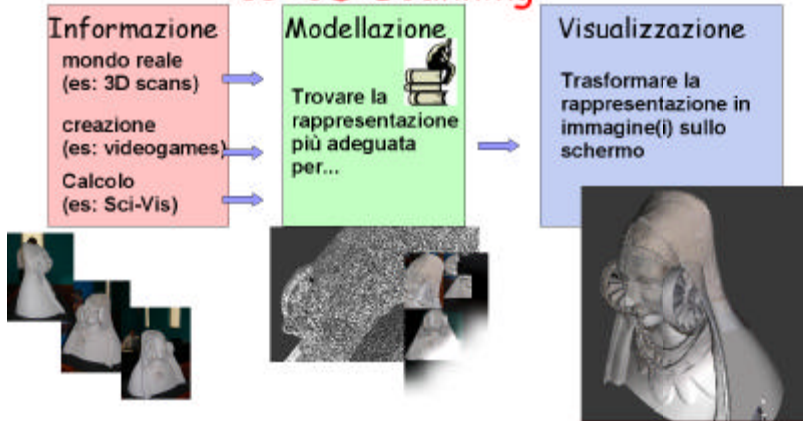
## CG: la catena produttiva!



22

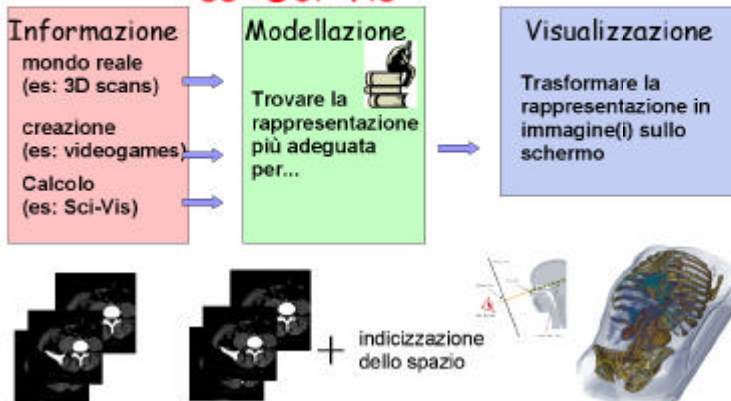
## CG: la catena produttiva!

es: 3D Scanning

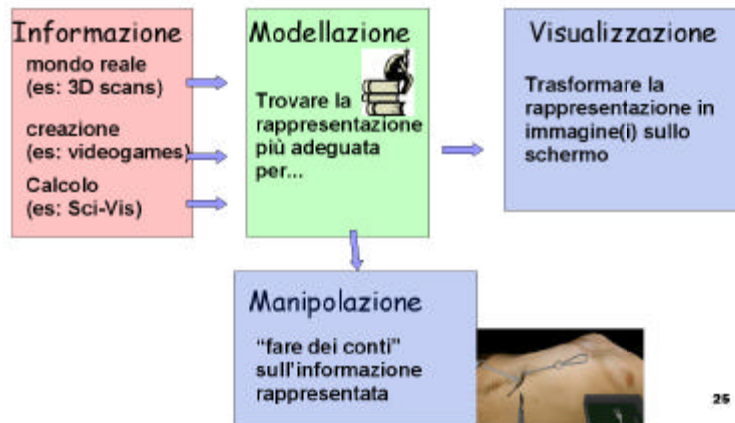


## CG: la catena produttiva!

es: Sci-Vis



## CG: la catena produttiva!



25

## CG: gli strumenti teorici

- ⌘ Serve un po' di tutto:
  - ⌘ fisica (ottica, meccanica)
  - ⌘ matematica (curve e superfici, geometria computazionale)
  - ⌘ informatica (programmazione)

26

# CG: gli strumenti tecnologici

## Interfacce

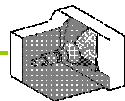
- di solo input:
  - tastiera, mouse, gloves
- di solo output:
  - monitor(s), proiettori, occhiali 3d...
- di input/output:
  - haptic interfaces
  - caschetto VR

## Calcolo

- Computer(s) (surprise! surprise!)
- Scheda Grafica (Graphics Board)

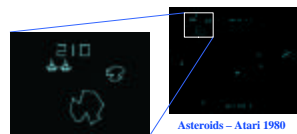
27

# Livelli



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



Asteroids - Atari 1980

▫ **Display raster CRT :**  
linea per linea, si spazza tutto lo schermo un certo numero di volte al secondo (refresh rate)

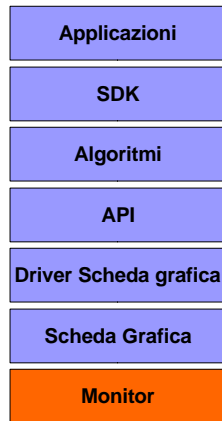


Bomb Jack - Tekkan 1984



28

## Livelli



**Display raster LCD**  
(*Liquid Crystal Display*)  
..liquido + polarizzazione luce passivi e Thin Film Transistors



**Plasma display**

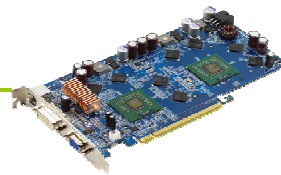
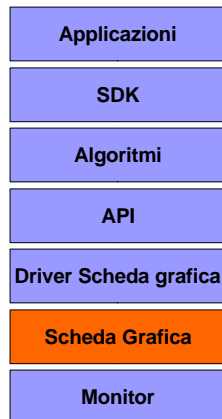


**Proiettori LCD o DLP.**

DLP (*Digital Light Processing*)  
Specchietti controllati per riflettere la luce  
(DMD, *Digital Micromirror Device*)  
single chip, three chip

29

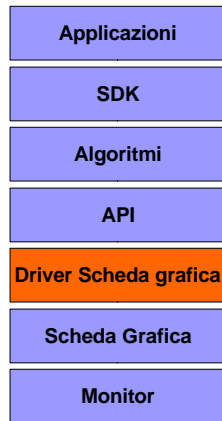
## Livelli



- ⌘ Hardware "specializzato" per disegno:
  - tanti Glops
  - processing parallelo dei pixel
  - bus dedicato (AGP, PCIE)
  - programmabile (da poco)
- ⌘ È anche usato per computazione generica (GPGPU: General Purpose computation on Graphical Processing Unit)
- ⌘ Principali produttori: NVidia e ATI
- ⌘ Storici: 3DFX, Matrox

30

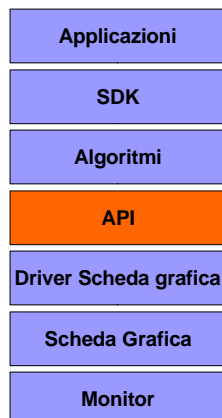
## Livelli: Driver



- ⚡ **Driver**: insieme di routine che controlla a basso livello le periferiche hardware.
- ⚡ Creati per le varie piattaforme dagli stessi produttori

31

## Livelli: API



### Application Program Interface

- ⚡ Insieme di routine (sotto forma di libreria) per implementare funzionalità ad alto livello che vengono utilizzate dallo sviluppatore

- ⚡ esempio: OpenGL API

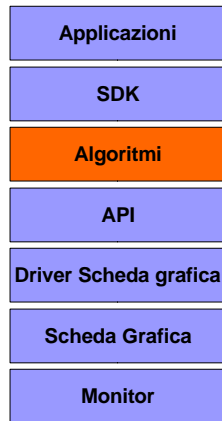
```
glBegin(GL_LINES);  
glVertex2f(0.0,0.0);  
glVertex2f(0.0,1.0);  
glEnd();
```

32



## Livelli: Algoritmi

Il regno dello sviluppatore!



≪ L'esempio precedente è un algoritmo che, usando le funzioni glBegin, glEnd e glVertex2f della API OpenGL, disegna un segmento tra (0,0) e (0,1)

≪ Si possono fare anche cose più complesse di così

33

## Livelli: Algoritmi

Quando un algoritmo che implementa una nuova funzionalità ha successo può venire incluso a livello dell'API.

- Chi lo decide?
- Chi la scrive!

Le case estendono l'API con delle chiamate proprietarie che funzionano solo per loro scheda

Nvidia: `glNOMEFUNZIONE_NV`  
ATI: `glNOMEFUNZIONE_ATI`

Quando prendono piede:  
`glNOMEFUNZIONE_EXT`

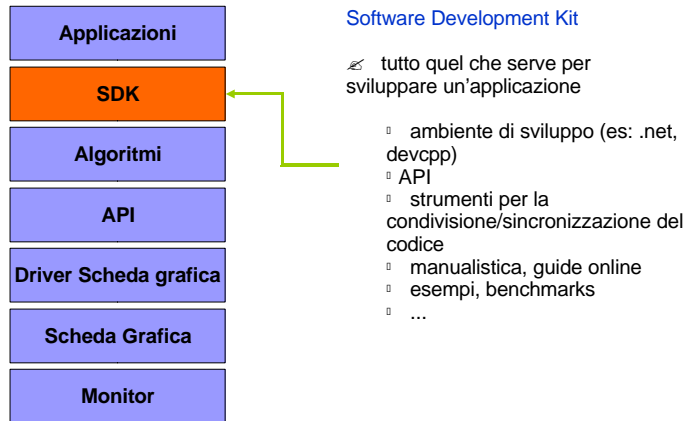
Quando l'Architectural Review Board decide che verranno incluse nelle prossime specifiche di OpenGL:

`glNOMEFUNZIONE_ARB`

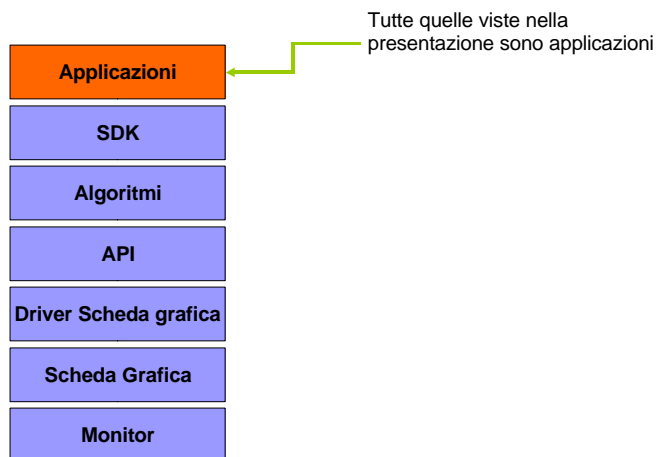


34

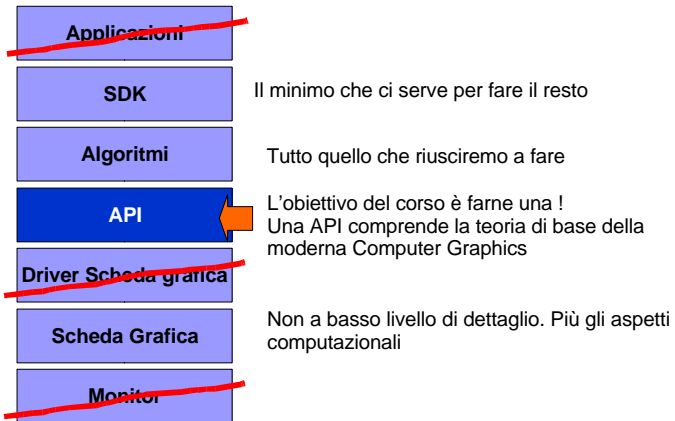
## Livelli: SDK



## Livelli: applicazioni



## Livelli: In questo corso



37