

Grafica Computazionale

Presentazione del corso

Fabio Ganovelli

fabio.ganovelli@gmail.com

a.a. 2006-2007



Organizzazione del corso

- 5 crediti
- 42 ore:
 - 9 settimane di corso = 6 da 4 e 3 da 6 = 42
 - Ci accordiamo sulla distribuzione (questionario più tardi)
- Orario: giov: 16-18, ven: 14-16 e/o 16-18
- I ricevimenti
 - ☹ Di persona: su appuntamento
 - ☺ telematico: email, msn, icq, skype. Risposte in tempi brevi
- L'esame
 - Compitino a metà corso + progetto e discussione sul progetto
 - Chi non fa o non supera il compitino: progetto e orale a tutto campo



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)
 - ...



Testi

- *“Fondamenti di Grafica Tridimensionale Interattiva”* Riccardo Scateni, Paolo Cignoni, Claudio Montani, Roberto Scopigno, Mc Graw Hill - 2005
- “Interactive Computer graphics: A Top-Down Approach Using OpenGL, fourth edition” Edward Angel, Addison-Wesley
- Lucidi di lezioni
- Manuali di C++ (Stroustrup o equivalente), Manuale di OpenGL (in linea)

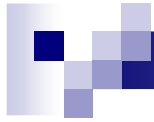
Grafica Computazionale

Introduzione alla Computer Graphics

Fabio Ganovelli

fabio.ganovelli@isti.cnr.it

a.a. 2006-2007



Una definizione

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



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]
-

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

Effetti visuali & Effetti Speciali

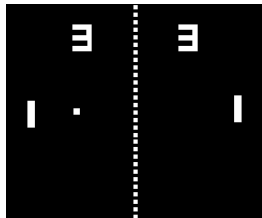


- Aggiungere alla scena reale cose che non ci sono
- Si fa in post-produzione
- Problema simile in termini di tempo di calcolo
- + interazione con gli oggetti reali (es: ombre portate)

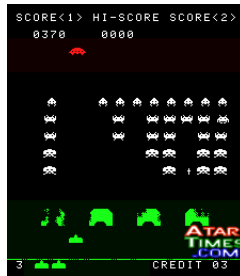


- Termine più generale che indica tutto ciò che viene fatto per illudere lo spettatore.
- Es: l'uso di stunt-men
- Es: cose-persone appese alle corde (Matrix)
- Es: trucchi con le inquadrature (Il Signore degli Anelli)

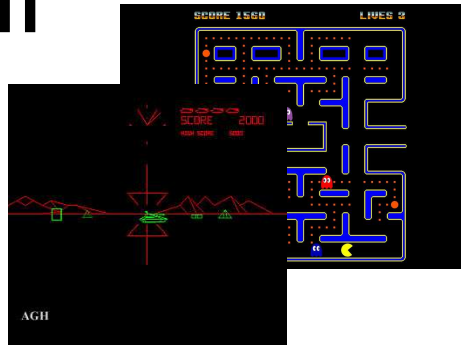
Videogiochi



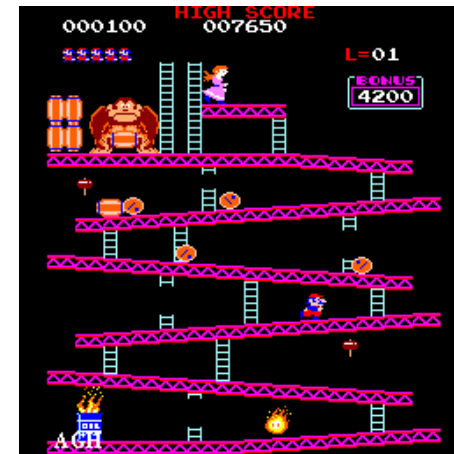
1972
Pong



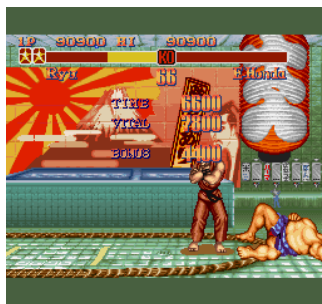
1978
Space
Invaders



1980
BattleZone
Pac-Man



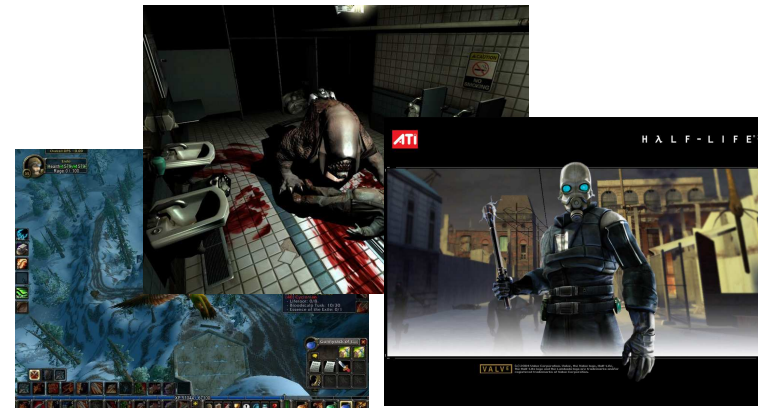
1981
Donkey Kong



1991
Street Fighter II

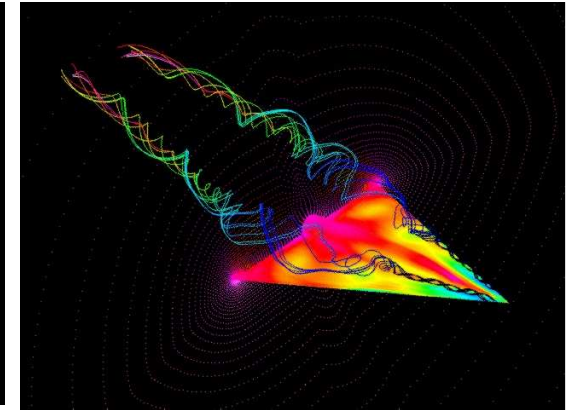
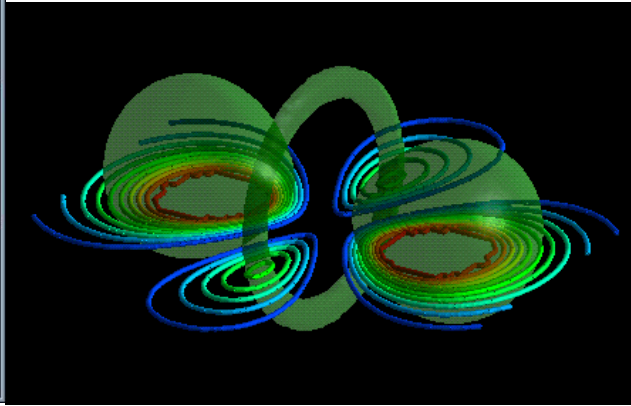
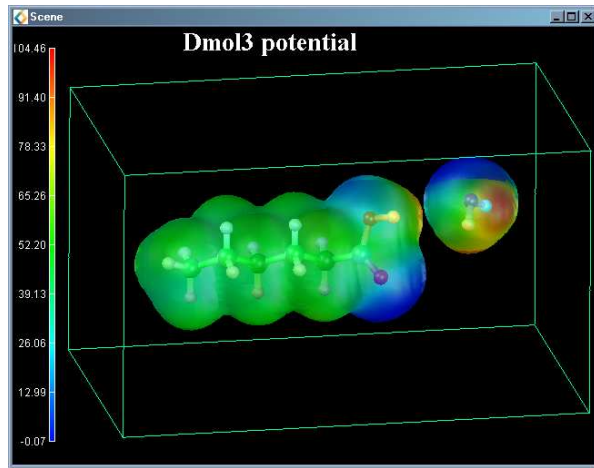


1993
Doom

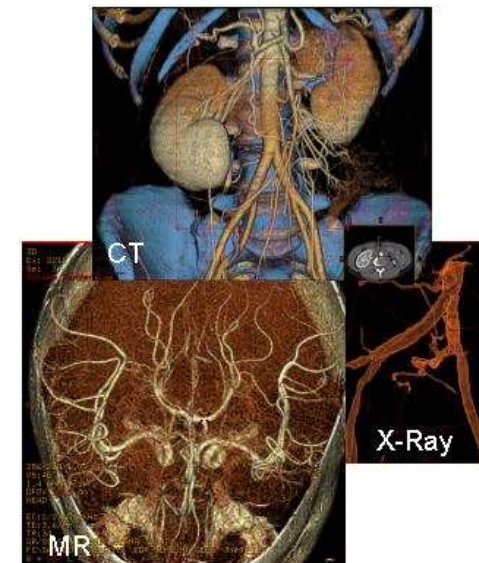


2004-2005
War of Warcraft, Doom III, Half Lifell

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)



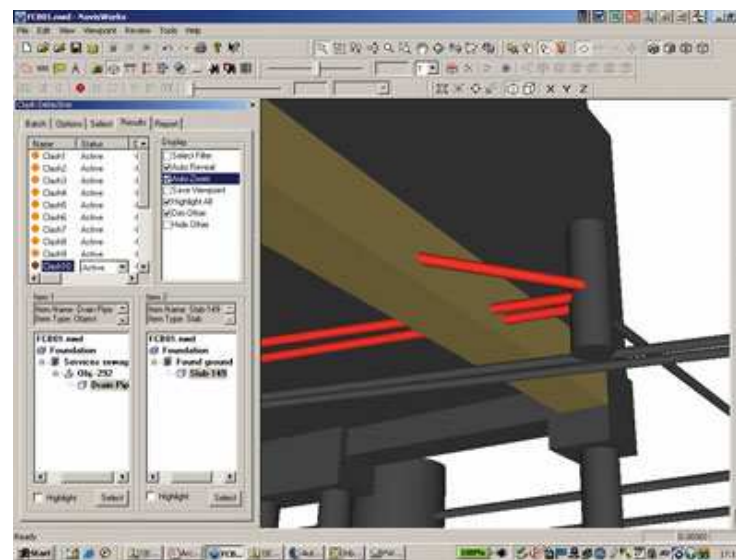
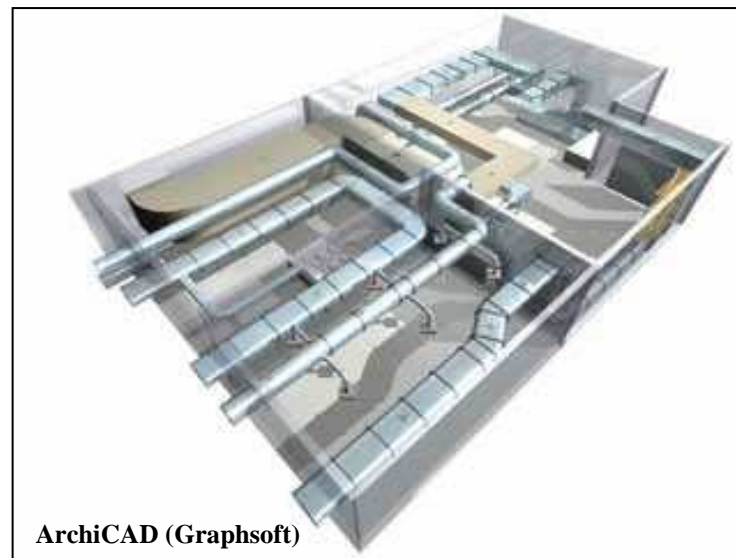
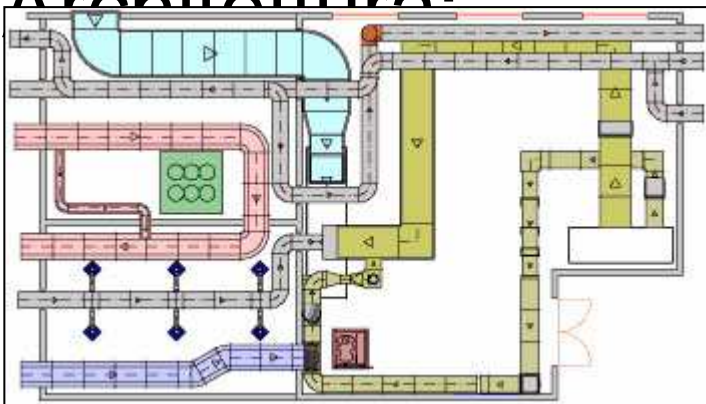
Realtà virtuale

- 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
 -



Computer Graphics: applicazioni

■ Architettura:



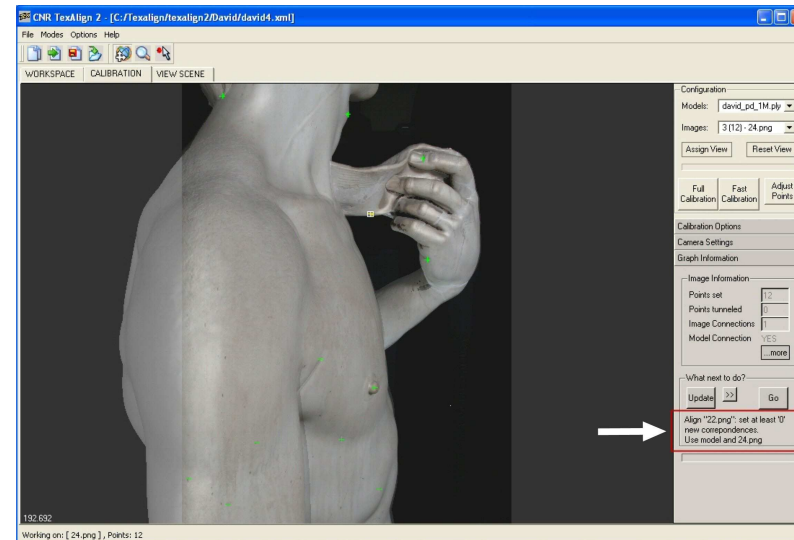
Computer Graphics: applicazioni



■ Architettura:

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

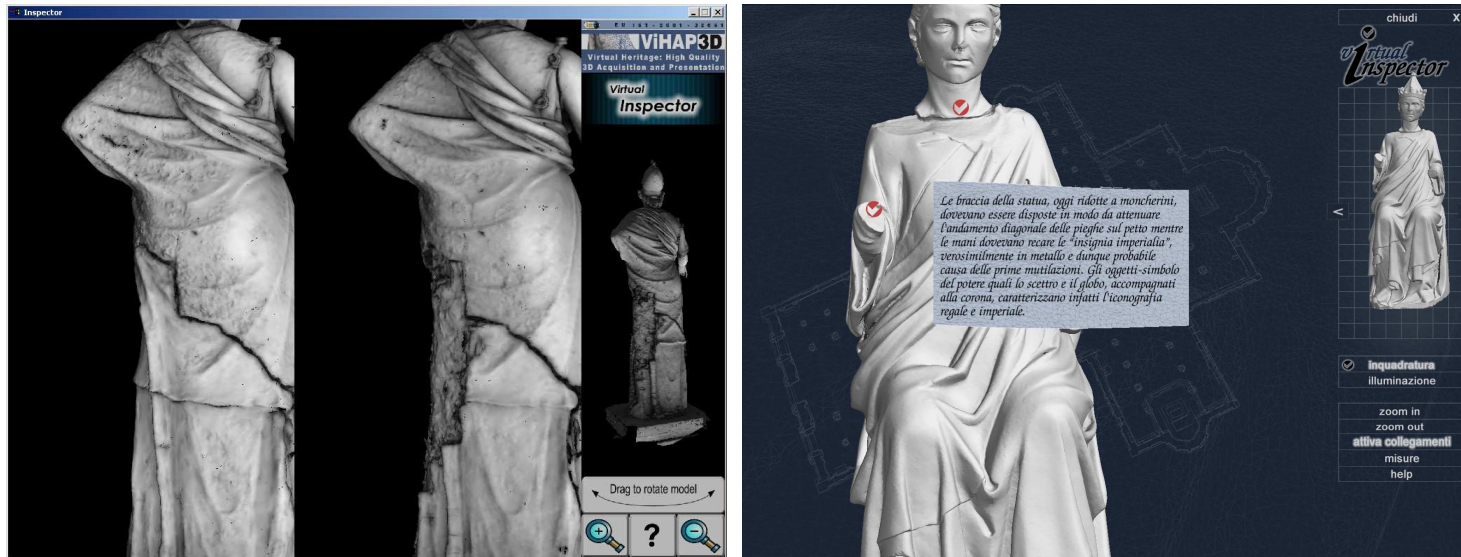
Beni Culturali



Visual Computing Lab – ISTI-CNR Pisa

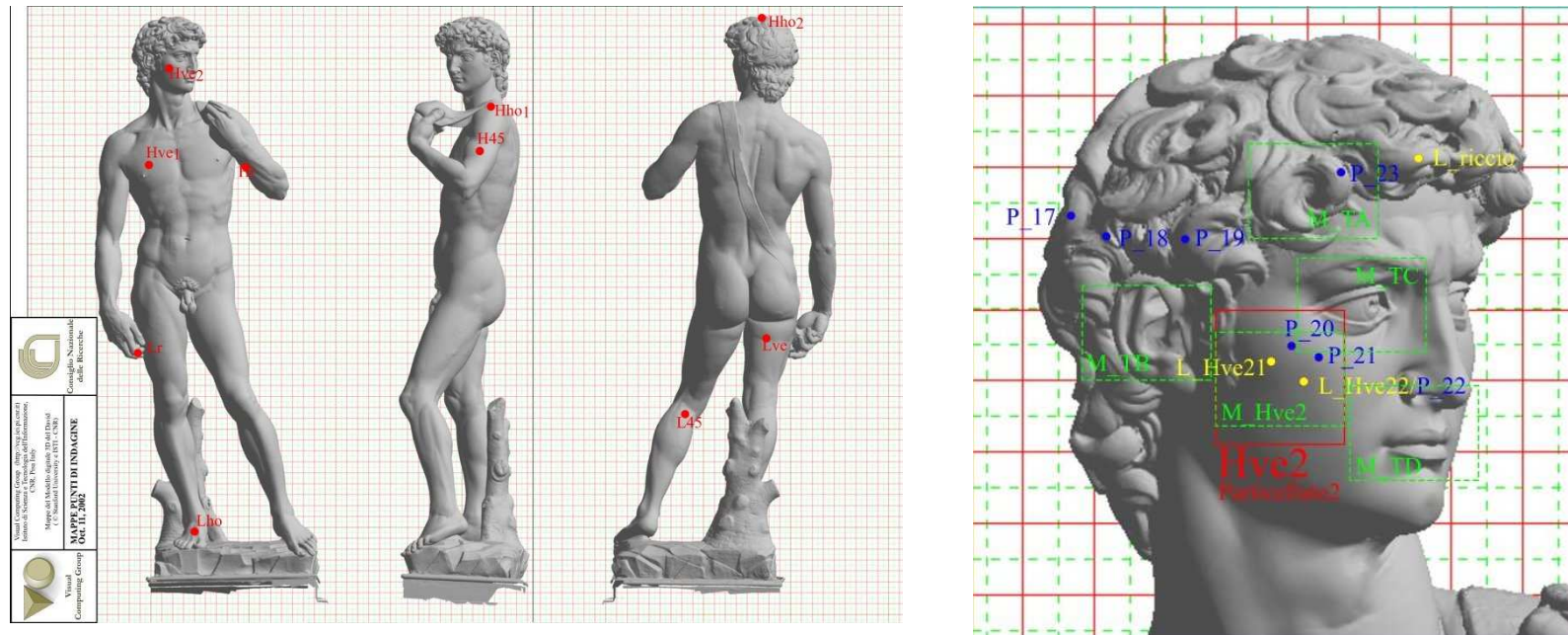
- **Uso:**
 - fruizione (musei virtuali..)
 - documentaristica
 - didattica
 - monitoraggio
- **Mezzi:**
 - acquisizione della forma (*3DScanning*)
 - acquisizione del colore
 - Tecniche di visualizzazione di grandi moli di dati (multiresolution, out of core rendering)

Beni Culturali: Fruizione



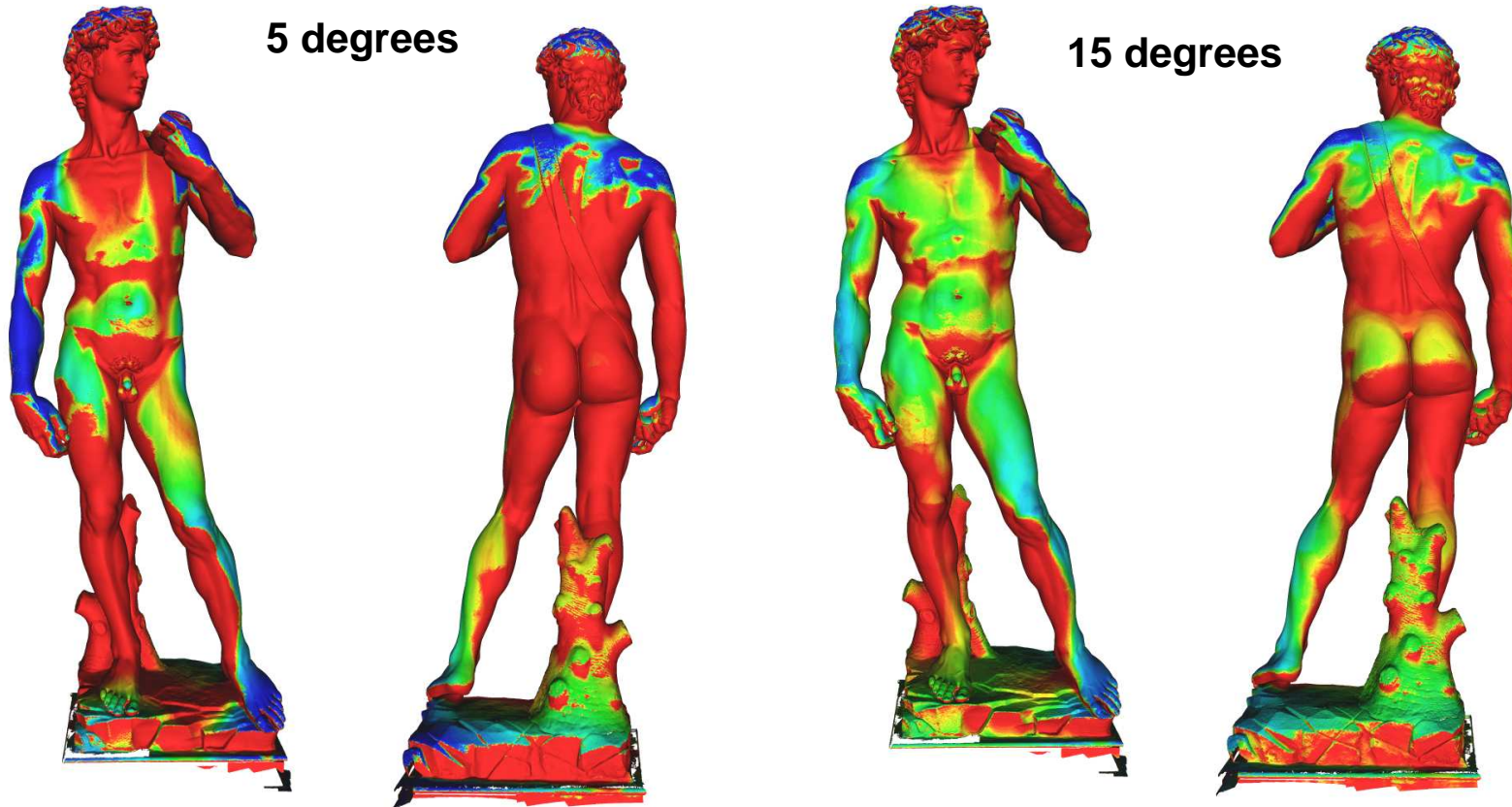
- Chioschi: supporti multimediali ai musei tradizionali
 - PC+ video, l'utente esamina le opere, legge note informative
 - esempi: il Davide di Michelangelo alla Galleria dell'Accademia di Firenze
 - esempi: Il monumento funebre di Arrigo VII all'Arcivescovado
- Diffusione via rete
 - L'utente visita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

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

Beni Culturali: Studio

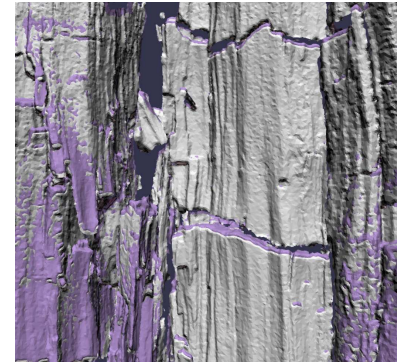


- ES: Simulazione caduta contaminanti

Beni Culturali: Monitoraggio



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

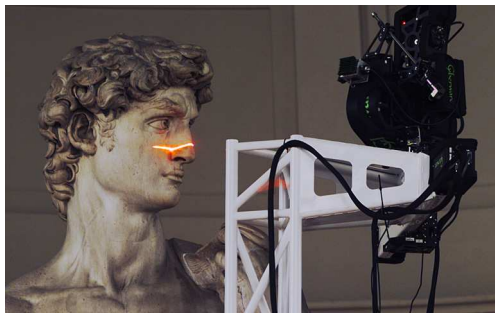


- es: monitorare nel tempo la variazioni sui materiali deformabili

Beni Culturali: i mezzi

- Acquisizione della forma geometrica (3D scanning)

Strumento di acquisizione



oggetto reale

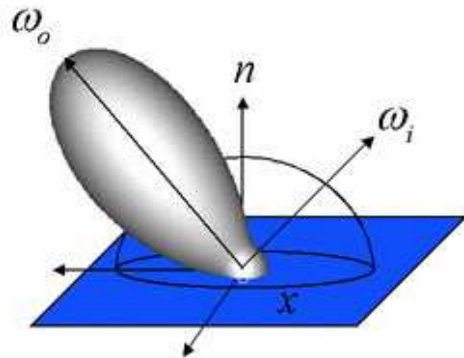
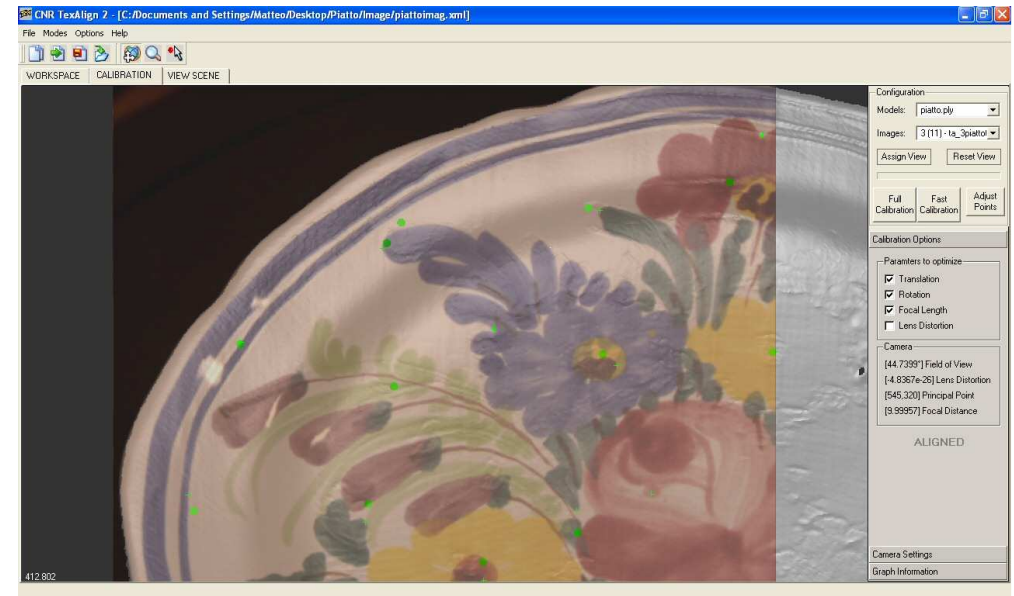
processing
dei dati



Rappresentazione digitale

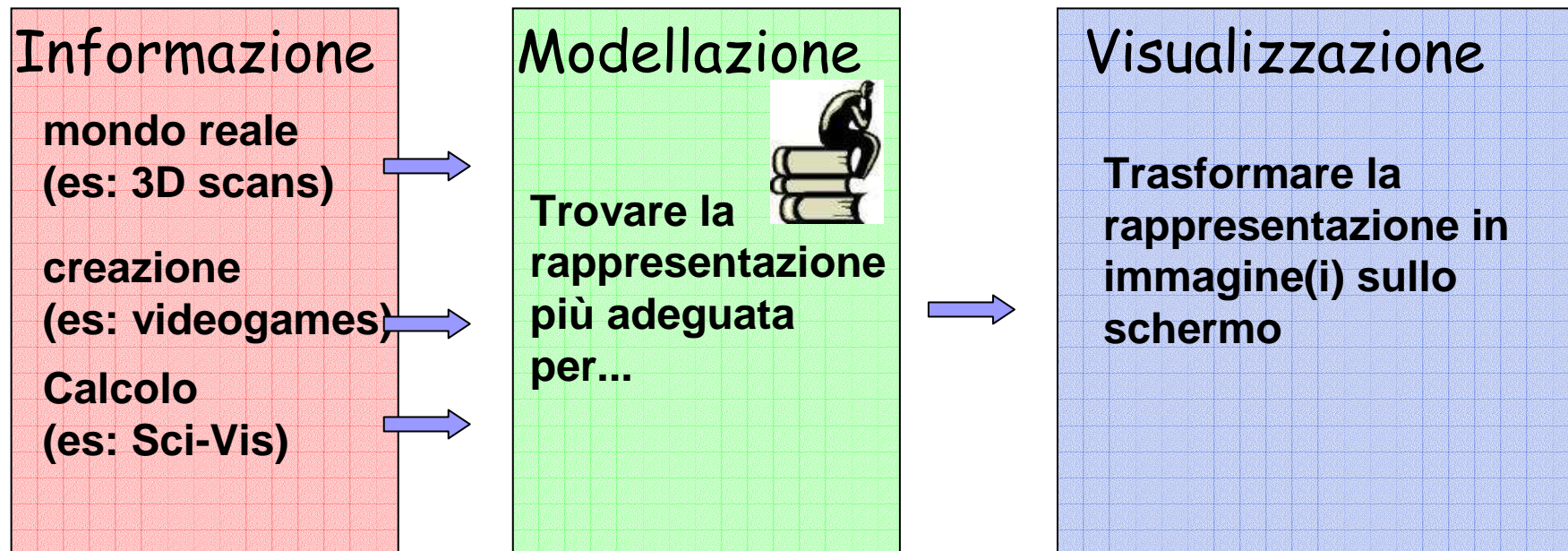
Beni Culturali: i mezzi

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



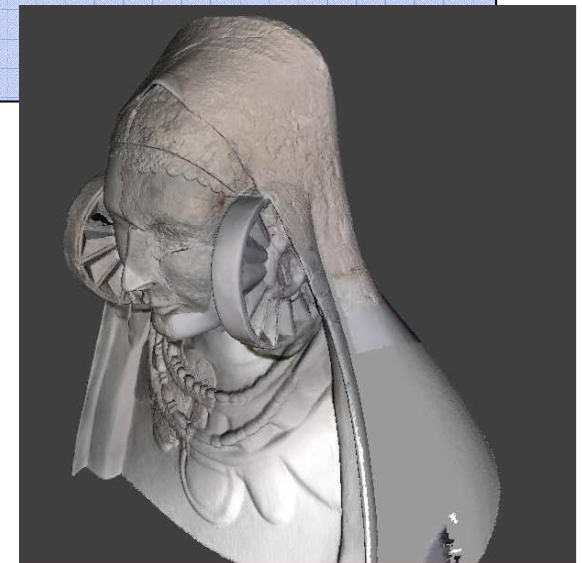
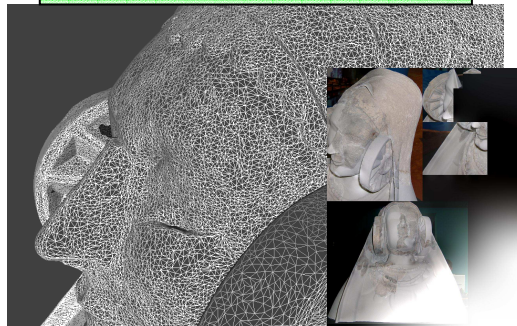
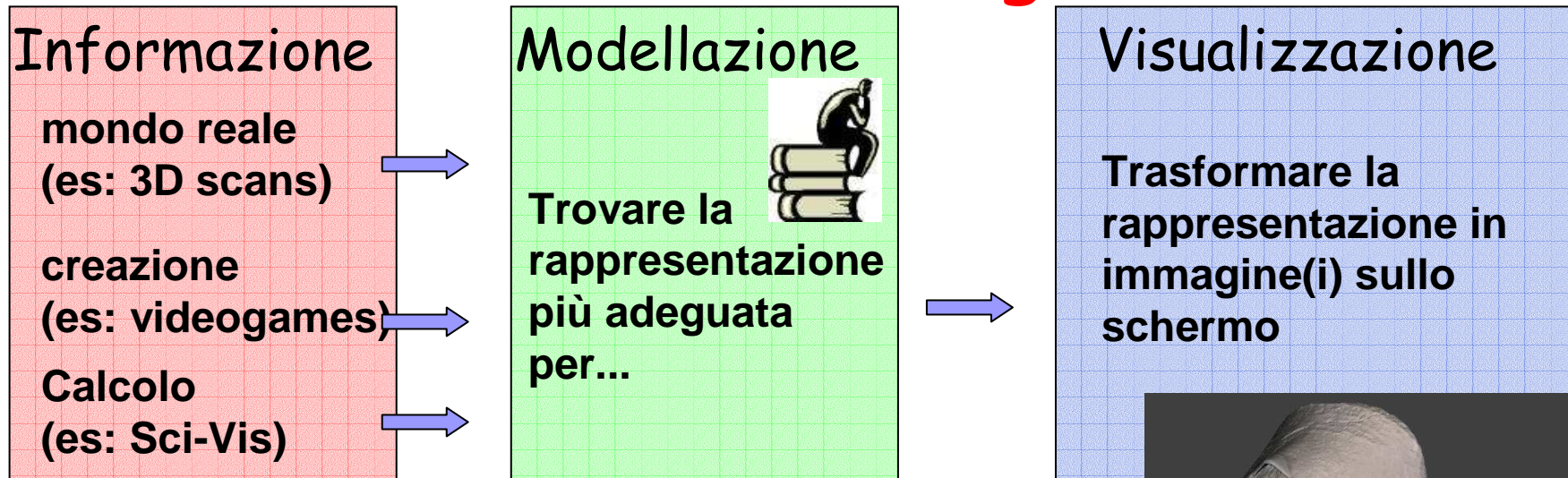
← Ci torniamo sopra con calma

CG: la catena produttiva!



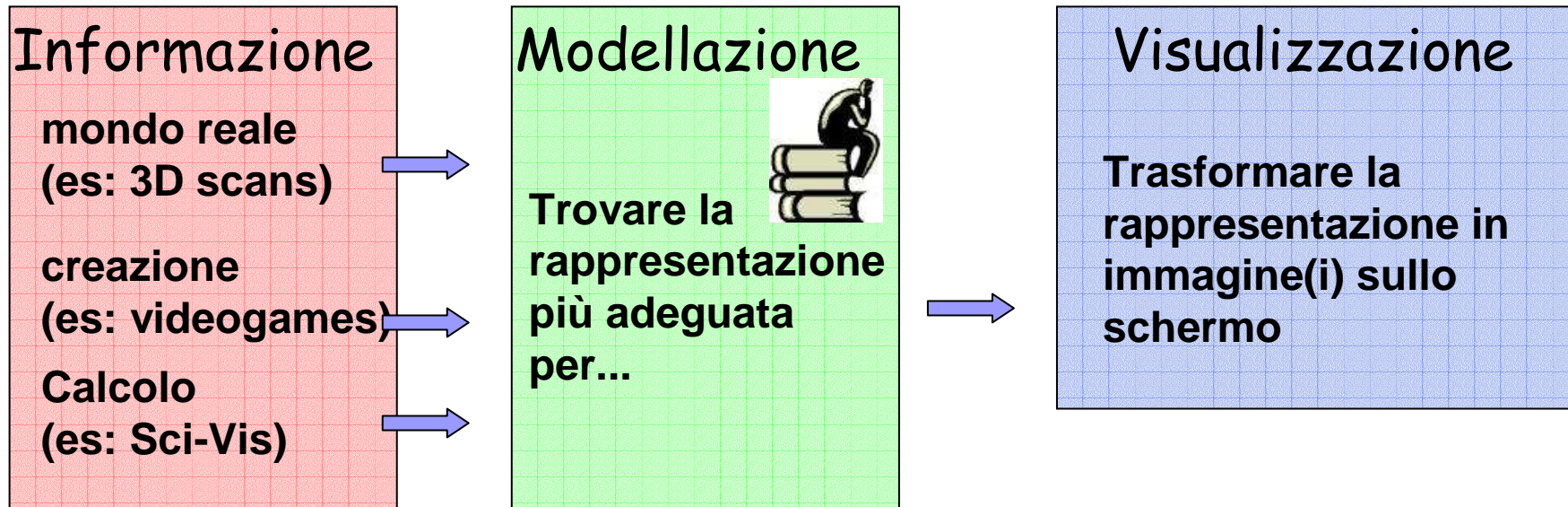
CG: la catena produttiva!

es: 3D Scanning



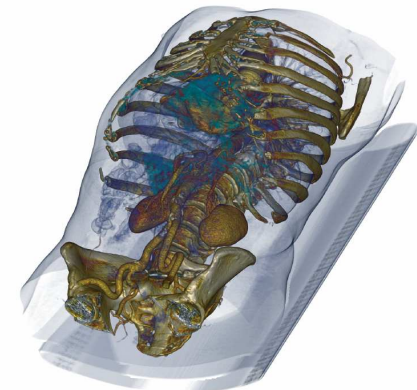
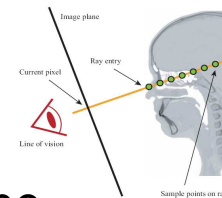
CG: la catena produttiva!

es: **Sci-Vis**

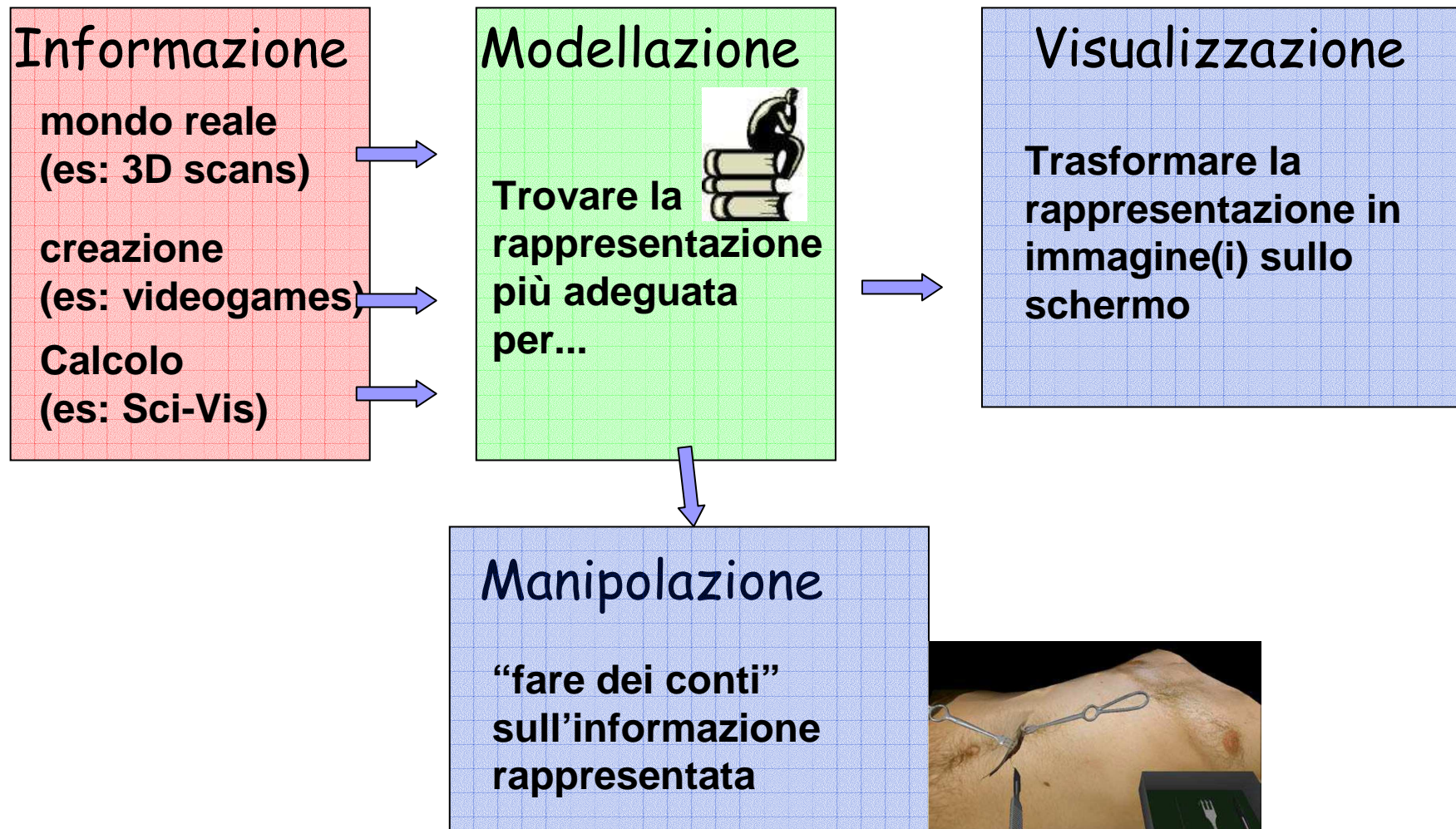


+

indicizzazione
dello spazio



CG: la catena produttiva!





CG: gli strumenti teorici

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



CG: gli strumenti tecnologici

■ Interfacce

- di solo input:

- tastiera, mouse, gloves

- di solo output:

- monitor(s), proiettori, occhiali 3d...

- di input/output:

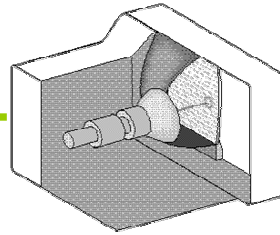
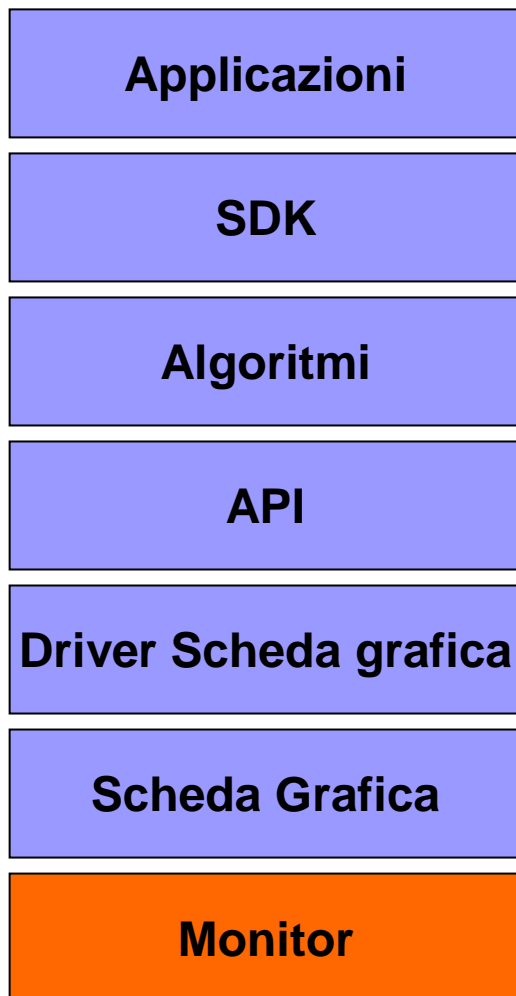
- haptic interfaces
- caschetto VR

■ Calcolo

- Computer(s) (surprise! surprise!)

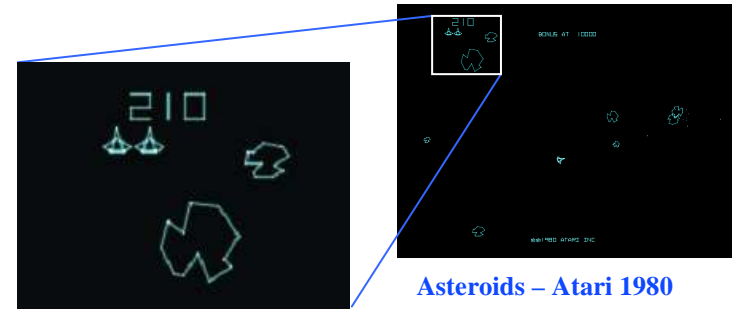
- Scheda Grafica (Graphics Board)

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

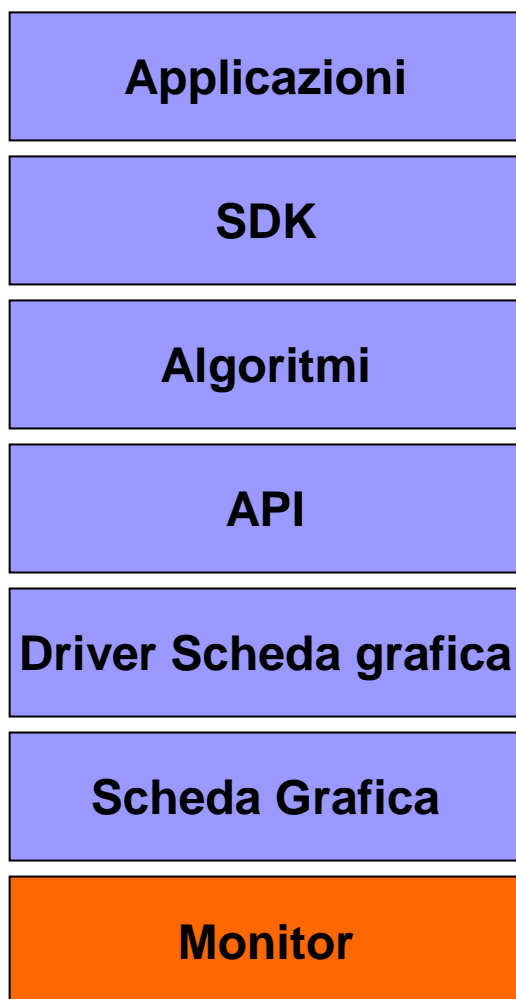
□ **Display raster CRT :**
linea per linea,
si spazza tutto lo
schermo un certo numero
di volte al secondo
(**refresh rate**)



Bomb jack - Tehkan 1984



Livelli



Display raster LCD

(*Liquid Crystal Display*)

..liquido + polarizzazione luce passivi e Thin Film Transistors



Plasma display

per pixel:

xeno ionizzato via elettrodi reagisce con fosforo e produce luce



Proiettori LCD o DLP.

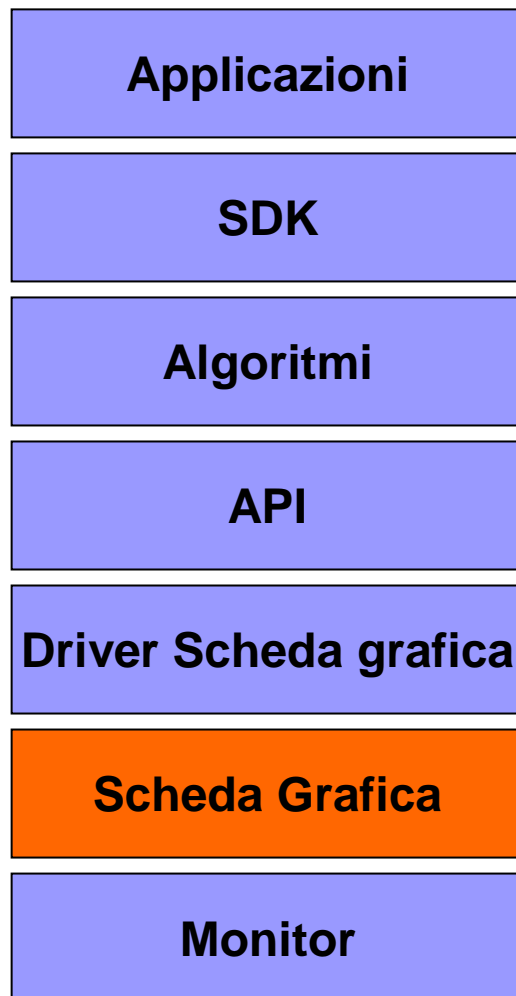
DLP (*Digital Light Processing*)

Specchietti controllati per riflettere la luce

(DMD, *Digital Micromirror Device*)

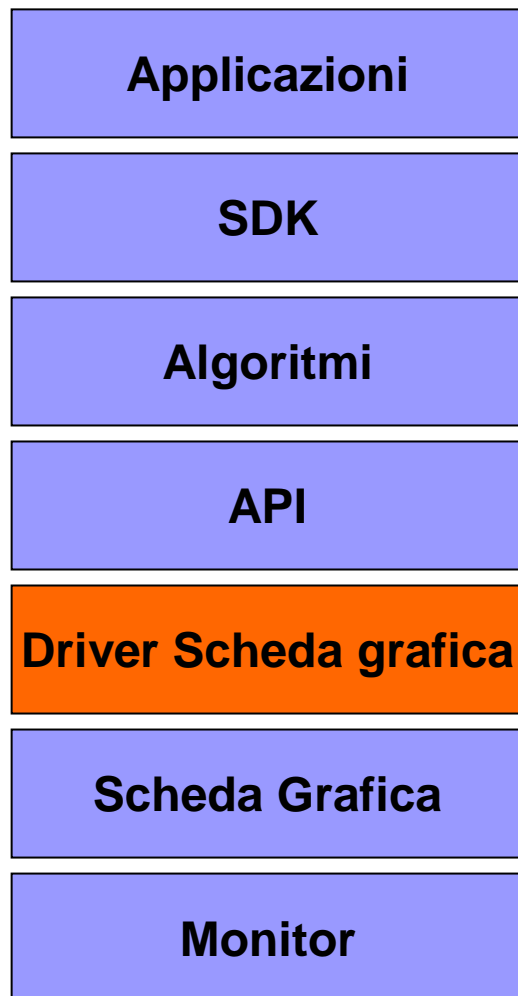
single chip, three chip

Livelli



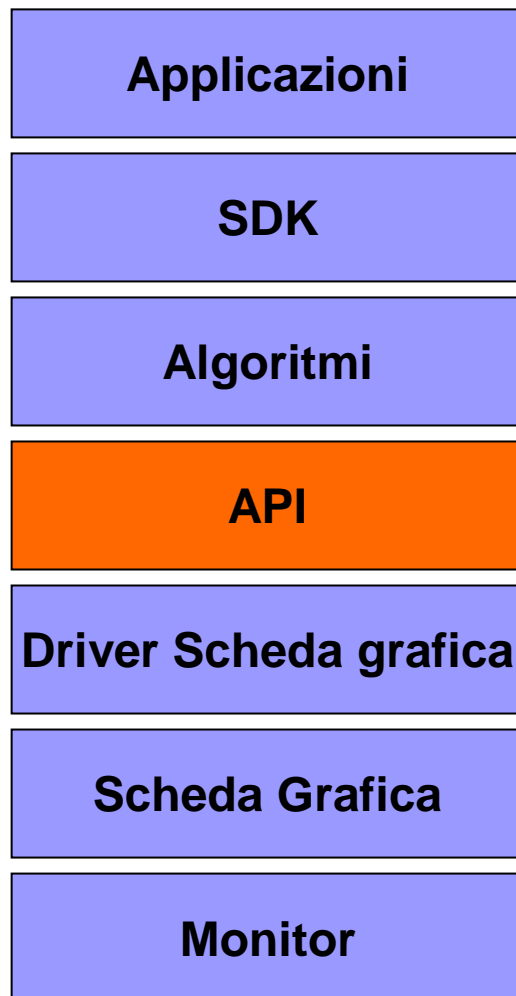
- Hardware “specializzato” per disegno:
 - tanti Glops
 - processing parallelo dei pixel
 - bus dedicato (AGP, PCIE)
 - programmabile (da qualche tempo)
- È anche usato per computazione generica (GPGPU: General Purpose computation on Graphical Processing Unit)
- Principali produttori: NVidia e ATI
-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

Livelli: Driver



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

Livelli: API



Application Program Interface

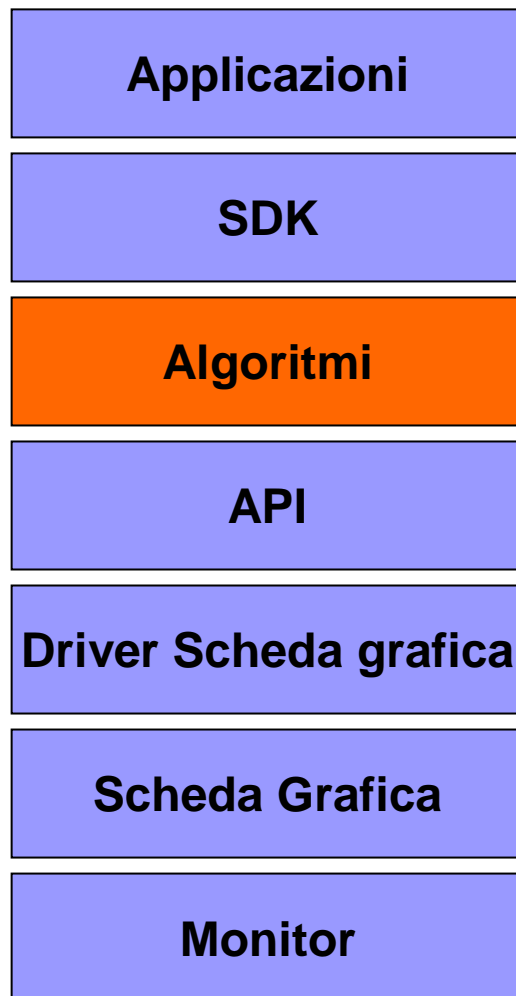
❑ Insieme di routine (sotto forma di libreria) per implementare funzionalità ad alto livello che vengono utilizzate dallo sviluppatore

❑ esempio: OpenGL API

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

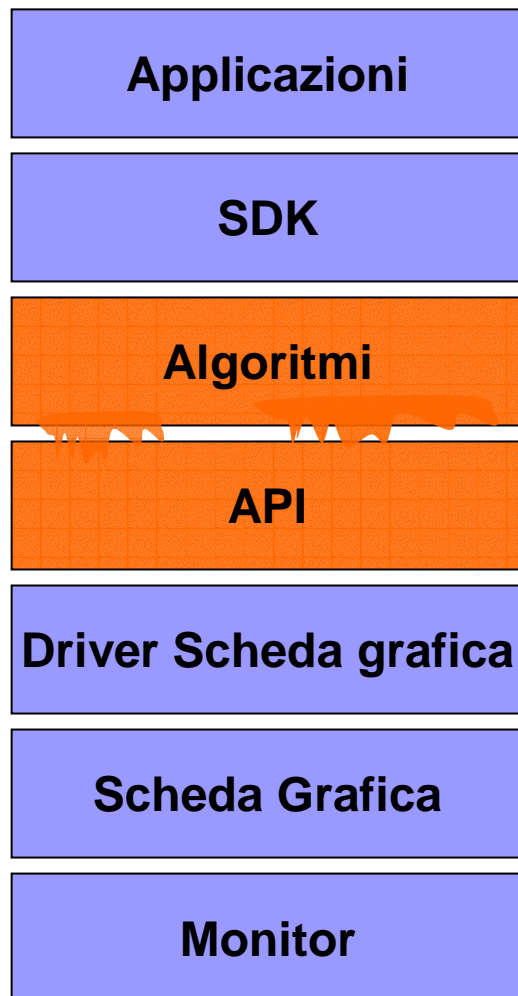

Livelli: Algoritmi

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

Livelli: Algoritmi



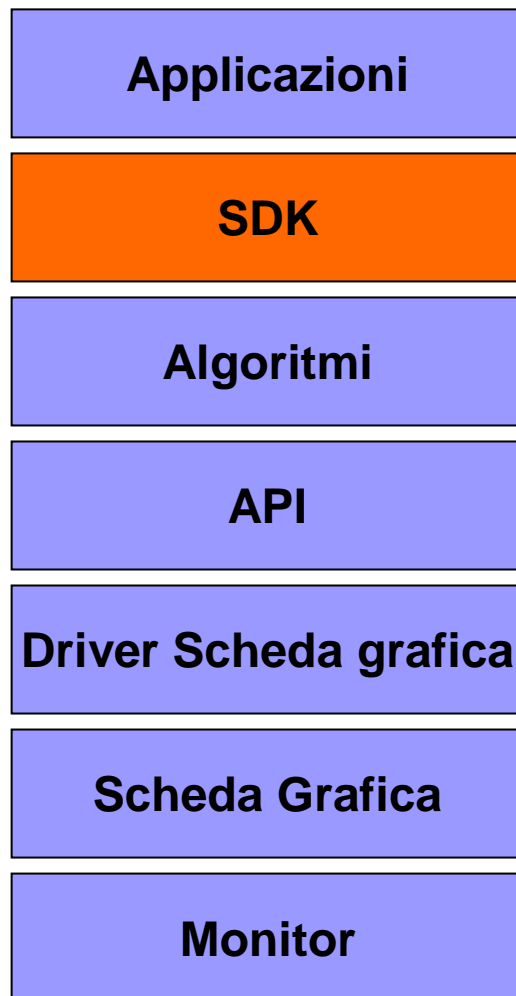
Quando un algoritmo che implementa una nuova funzionalità ha successo può venire incluso a livello dell'API.

- Chi lo decide?
- Chi la scrive!

Per DirectX decide Microsoft
Per OpenGL decide l'OpenGL ARB
[Architectural Review Board](#)



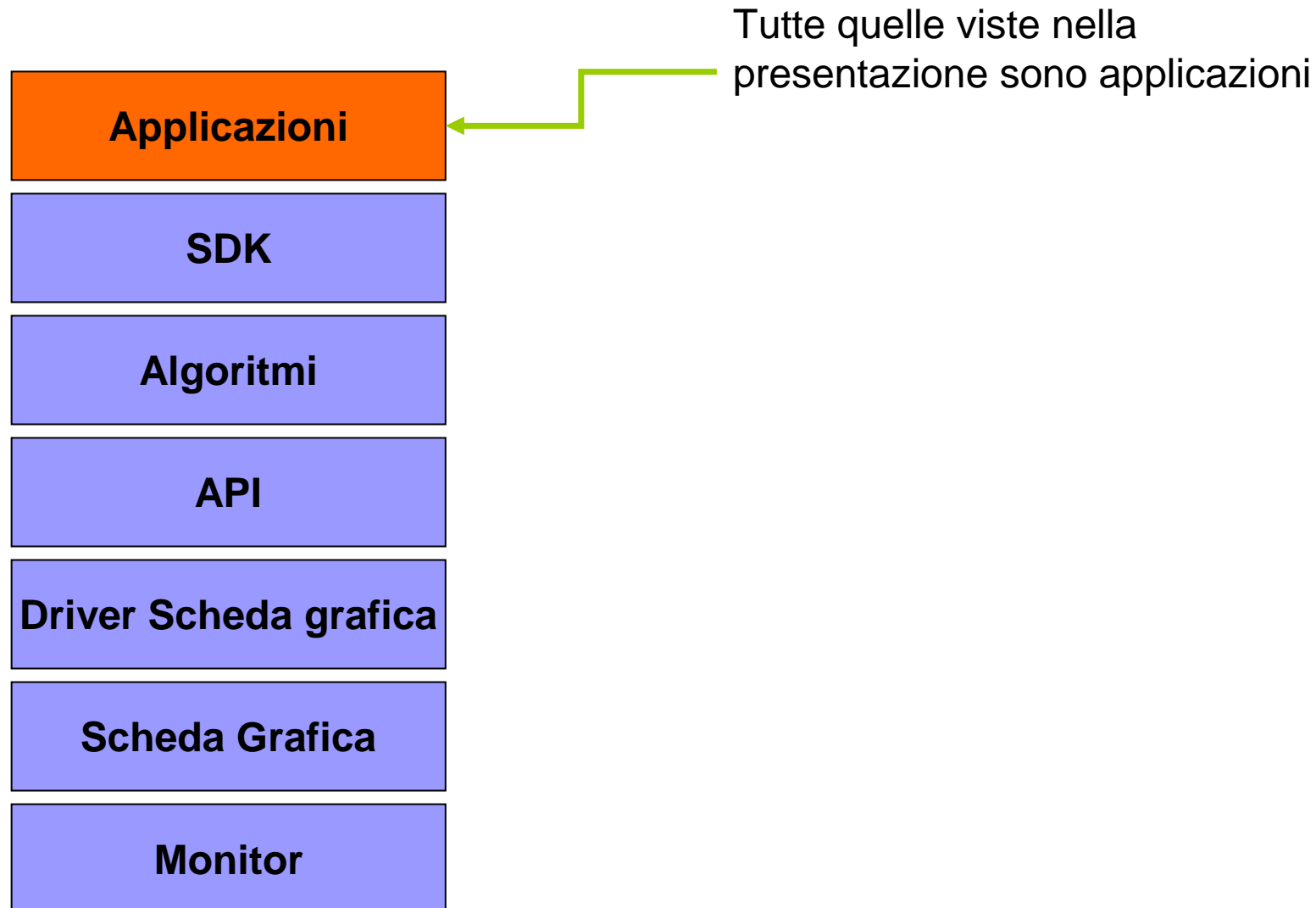
Livelli: SDK



Software Development Kit

- tutto quel che serve per sviluppare un'applicazione
 - ambiente di sviluppo (es: .net, devcpp)
 - API
 - strumenti per la condivisione/sincronizzazione del codice
 - manualistica, guide online
 - esempi, benchmarks
 - ...

Livelli: applicazioni



Livelli: In questo corso

