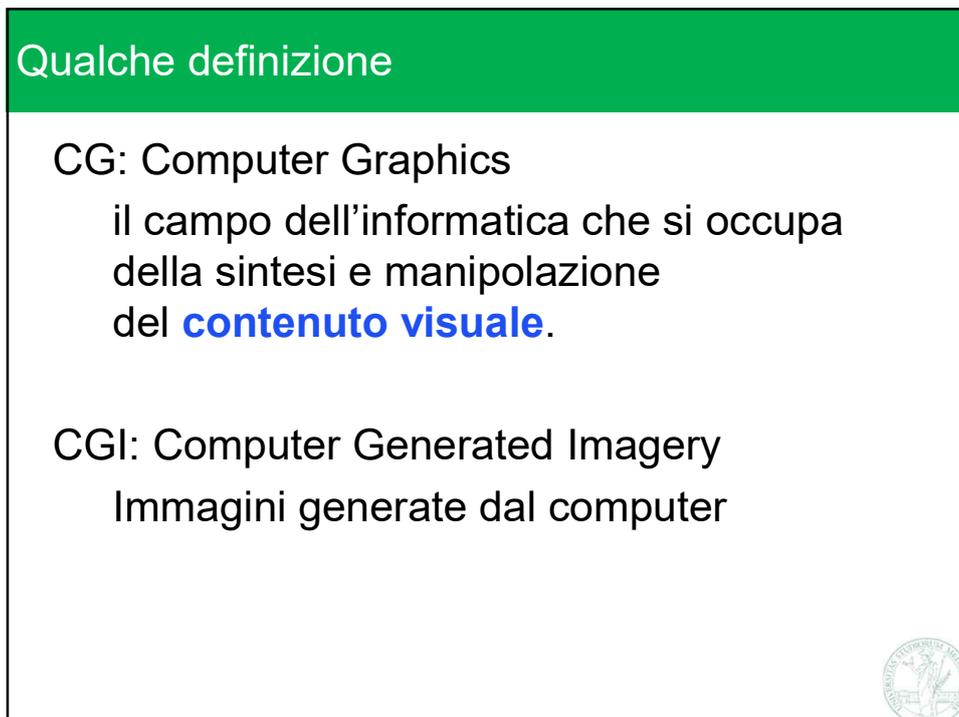




1



2

## Qualche definizione

- ✓ 3D Computer Graphics:
  1. Gestione (creazione, manipolazione, ...) di modelli 3D
  2. Sintesi di immagini (CGI) a partire da questi
- ✓ E' un campo molto vasto
  - ⇒ Questo è un corso [introduttivo](#)



3

## Discipline di infomratca limitrofe alla Computer Graphics

### Algorithms and Data Structures

come qualsiasi altro campo di Informatica

### Hardware architectures

poiché la CG si avvale di *hardware dedicato* ("GPU")

### Geometry Processing

cioè gli algoritmi per processare i modelli digitali 3D

### Computer Vision (o robotic vision)

in un certo senso, il problema inverso: "da immagini a informazione"

### Image Processing

il "cugino" in 2D del geometry processing

### Parallel Computing

dato che molti algoritmi si avvalgono della GPU per la loro esecuzione

### Interactive techniques (HCI – human computer interaction)

come le GUI: Graphics User Interfaces

### Scientific Visualization (and Data Visualization)

usa la computer graphics come strumento cardine

USATI DALLA CG

DISCIPLINE CONFINANTI

USANO LA CG



5

## Computer Graphics: applicazioni (un sommario)

- ✓ Cultural heritage
  - ⇒ musei virtuali
  - ⇒ supporto al restauro
  - ⇒ supporto allo studio
- ✓ Mediche
  - ⇒ supporto alla diagnosi
  - ⇒ simulazioni, telechirurgia...
- ✓ Architeturali
  - ⇒ supporto al design
  - ⇒ previews
- ✓ Manufacturing
  - ⇒ Computer Aided Design
- ✓ Di intrattenimento
  - ⇒ Videogames
  - ⇒ Cinema
    - Visual effects,
    - CGI movies
- ✓ Scientifiche
  - ⇒ Scientific Visualization
  - ⇒ Data Visualization
- ✓ E-Commerce
  - ⇒ Product display
- ✓ Virtual Reality
  - ⇒ augmented reality
  - ⇒ telepresence



6

## Computer Graphics: applicazioni

- ✓ Entertainment: movie industry
  - ⇒ visual effects (non special effects)



7

## Effetti *Visuali* VS Effetti Speciali



- (in post-produzione)



(sul set)  
(es: stuntmen, corde, esplosioni, ...)

8

## Computer Graphics: applicazioni

- ✓ Entertainment: movie industry
  - ⇒ CG shorts
  - ⇒ Feature movies



Geri's Game - Pixar 1997



Toy Story - Pixar 1995



9

## Computer Graphics: applicazioni

✓ Entertainment:  
movie industry  
⇒ Feature movies  
fotorealistici

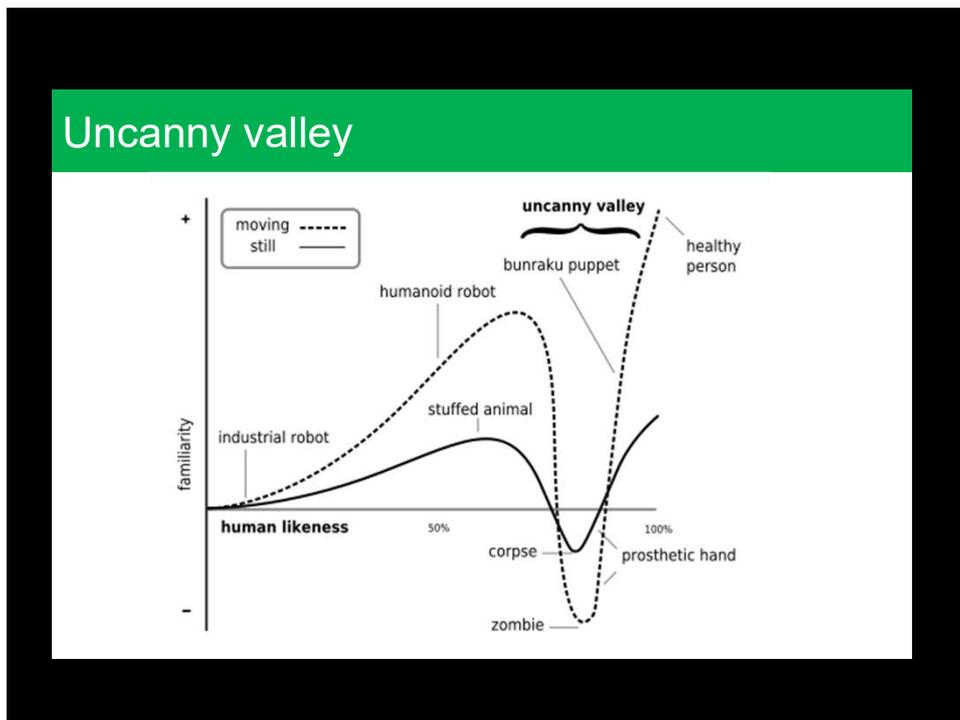


Final Fantasy – Squaresoft 2001

Final Flight Of the Osiris – Squaresoft 2003

Avatar – ILM 2009

10



11

## Computer Graphics: applicazioni

✓ Entertainment: videogames



Battlezone - Atari 1980

Tailgunner - Cinematronics 1979

12

## Computer Graphics: applicazioni

✓ Entertainment: videogames



Virtua Fighter - Sega 1993

Doom - id Software 1993

13

## Computer Graphics: appl

- ✓ Entertainment:  
videogames  
⇒ forza trainante  
del settore



The image displays three screenshots from different video games. The top right screenshot is from Grand Theft Auto: San Andreas, showing a character in a green jacket and tan pants standing on a street with a car and a traffic light. The bottom left screenshot is from Doom 3, showing a character in a dark, industrial environment with a large, bloody, alien-like creature. The bottom right screenshot is from World of Warcraft, showing a character in a blue and yellow outfit flying over a mountainous landscape.

14

## Visualizzazione Scientifica



The image displays two scientific visualizations. The left visualization shows a 3D rendering of a black hole collision, with a central yellow and orange sphere surrounded by concentric rings of light, all enclosed in a white wireframe cube. The right visualization shows a 3D rendering of a rhinovirus protein, a complex, multi-colored structure with blue, green, and yellow components.

Onde gravitazionali durante una collisione di buchi neri  
(Max Planck Institute for Gravitational Physics)

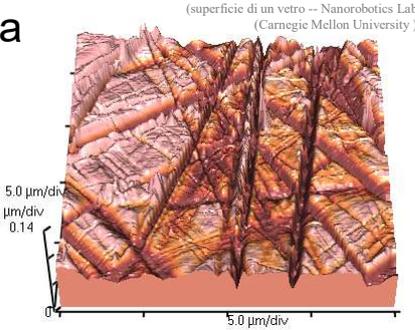
Rhinovirus 3 protein



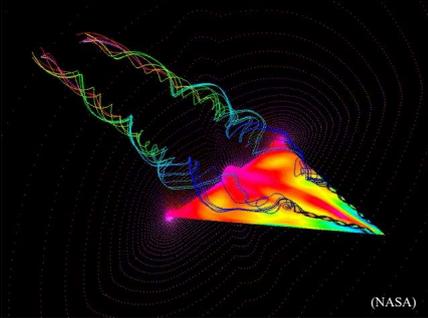
16

## Visualizzazione Scientifica

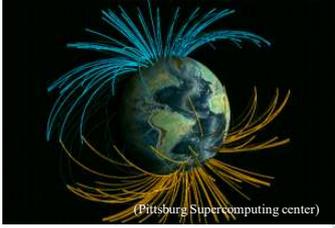
✓ Visualizzazione Scientifica  
⇒ aka: SciVis ,  
visual data analysis ...



(superficie di un vetro -- Nanorobotics Lab  
(Carnegie Mellon University))



(NASA)

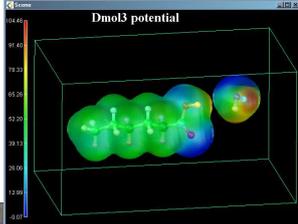


(Pittsburg Supercomputing center)

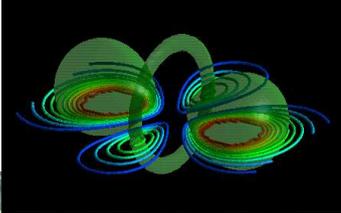
17

## Visualizzazione Scientifica

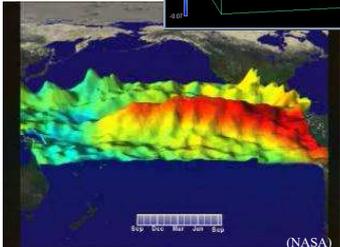
✓ Visualizzazione Scientifica  
⇒ aka: SciVis , visual data analysis ...



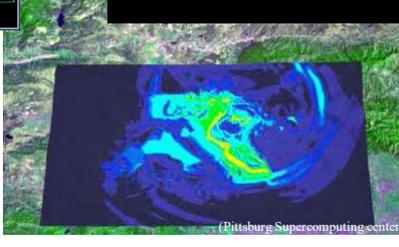
Dmol3 potential



(Pittsburg Supercomputing center)

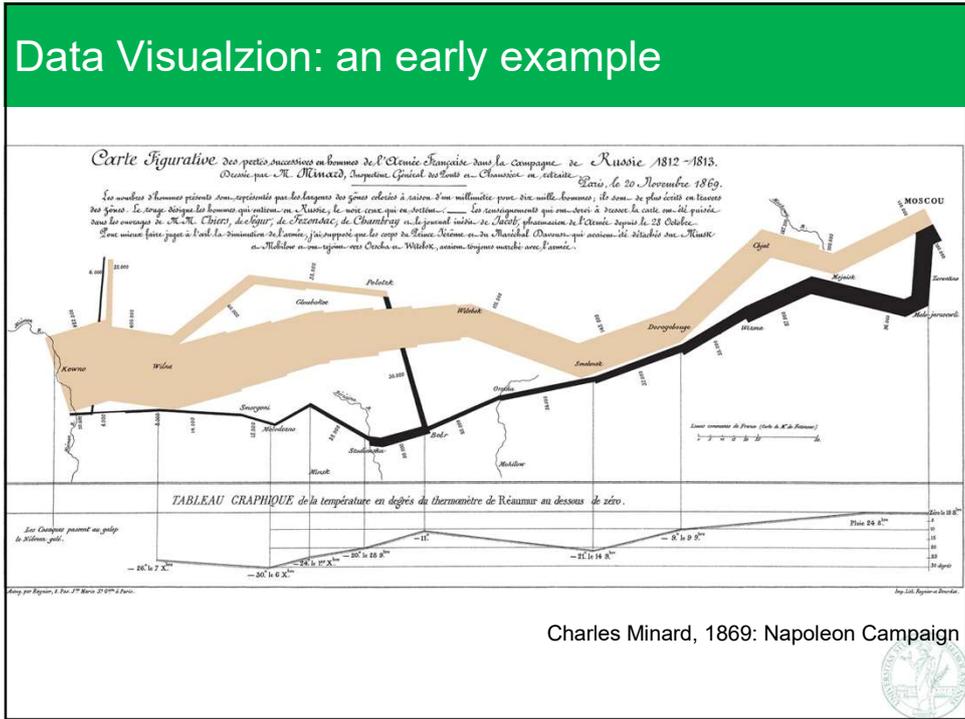


(NASA)

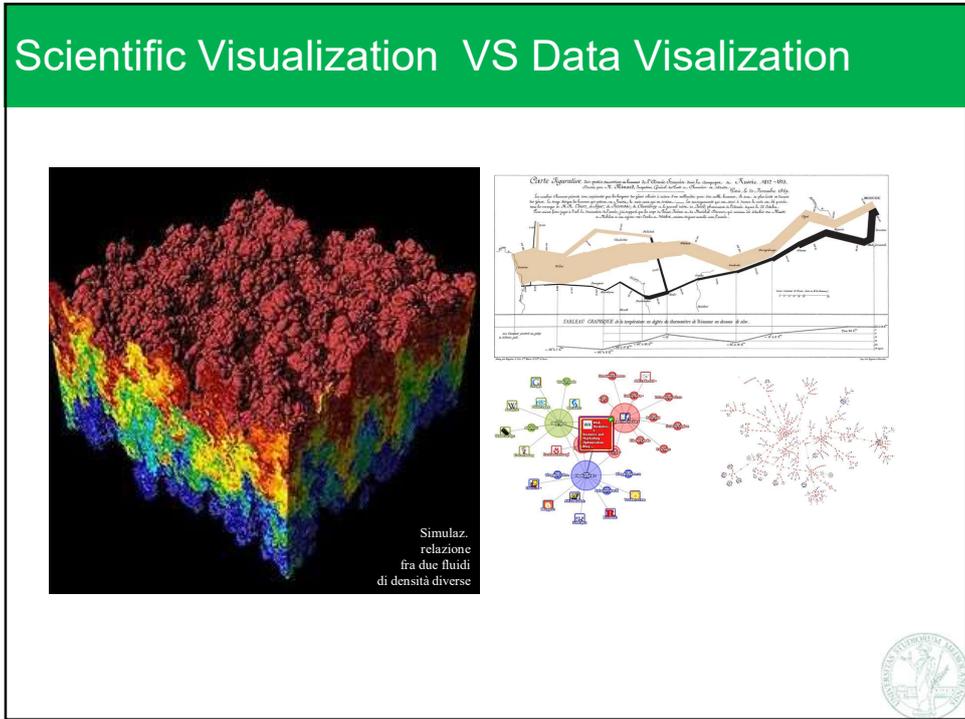


(Pittsburg Supercomputing center)

18



21



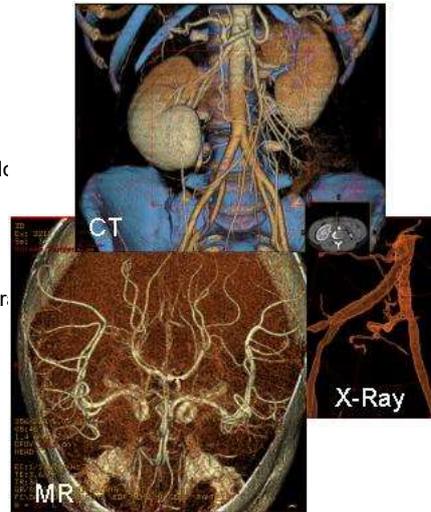
22

## Computer Graphics: applicazioni

### ✓ Visualizzazione Scientifica

⇒ aka: SciVis , visual data

- Visualizzazione di *dati scientifici*
  - fenomeni meteorologici, medici, biol  
fisici, astrofisici,  
etc etc
- Origine dei dati:
  - l'output di una simulazione
  - *acquisiti* con qualche sistema di misurTipicamente: grandi quantità di dati



26

## Computer Graphics: applicazioni

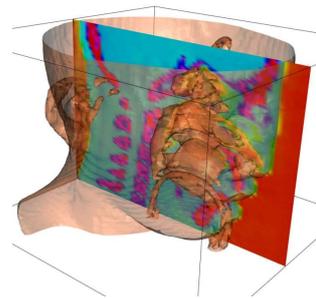
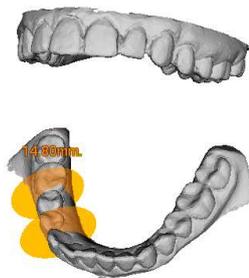
### ✓ applicazioni medicali

⇒ supporto alla diagnosi

- e.g. visualizz. CAT scans

⇒ chirurgia virtuale

⇒ tele-chirurgia

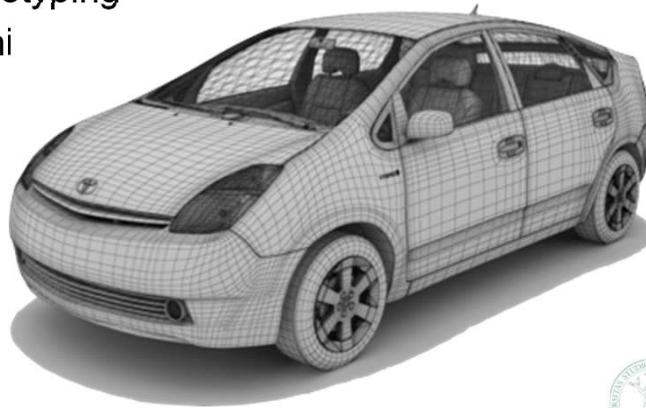


27

## Computer Graphics: applicazioni

### ✓ Industria Manifatturiera

- ⇒ CAD
- ⇒ Rapid Prototyping
- ⇒ Simulazioni
- ⇒ ...

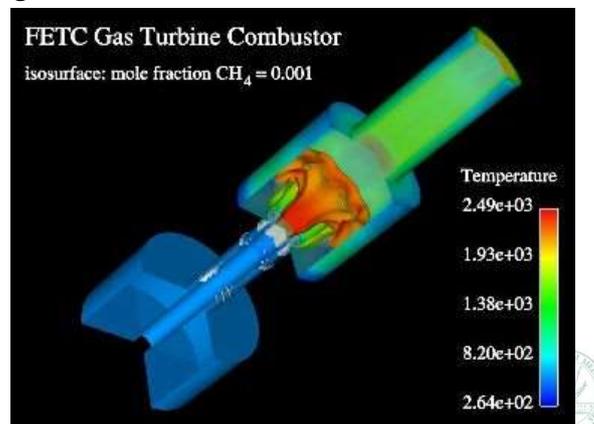


28

## Computer Graphics: applicazioni

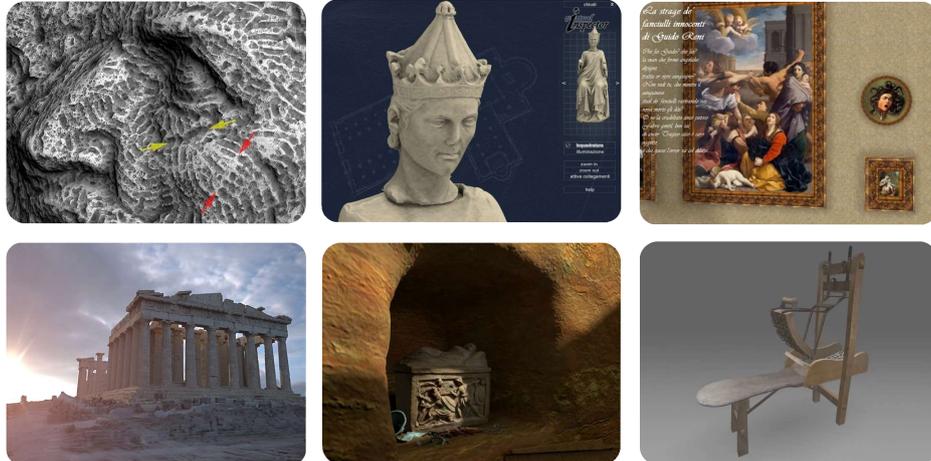
### ✓ Industria Manifatturiera

- ⇒ CAD
- ⇒ Rapid Prototyping
- ⇒ Simulazioni  
(e.g. FEM)
- ⇒ ...



29

## Computer Graphics for Cultural Heritage



30

## Uso di modelli 3D nei Beni Culturali

Uno strumento per:

✓ **Supporto alla fruizione / Presentazione**

⇒ esempi:

musei virtuali, chioschi interattivi in musei reali, presentazioni web, televisive...

✓ **Supporto alla catalogazione:**

⇒ documentazione

⇒ domino a cui associare altre informazioni («GIS per oggetti 3D»)

✓ **Supporto all'indagine / studio**

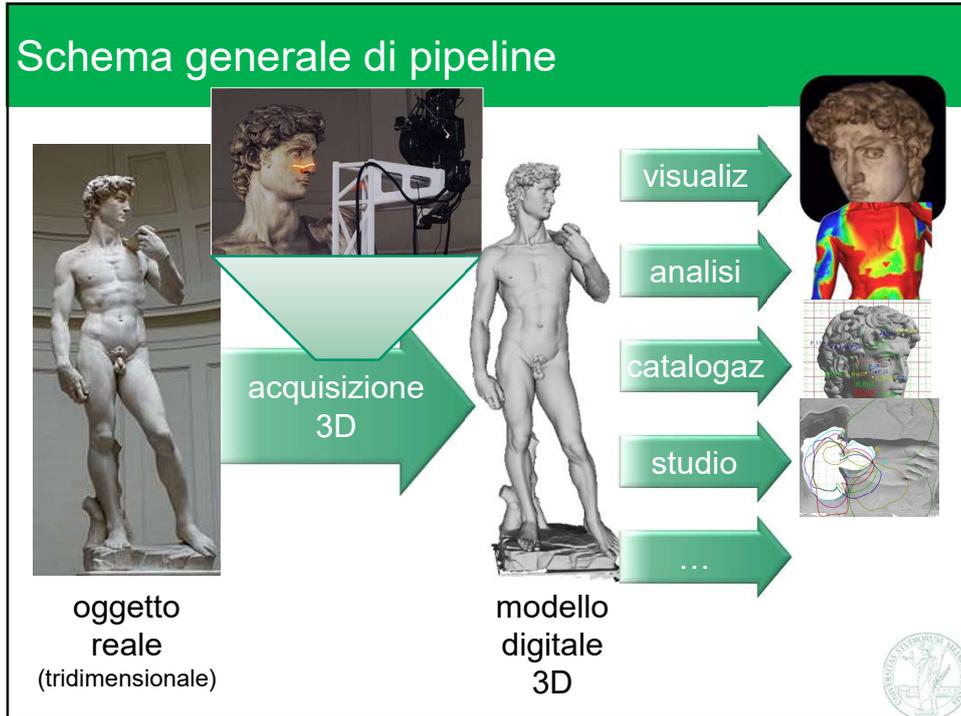
⇒ supporto al restauro

⇒ rilevazione, simulazione fisica

⇒ visualizzazione scientifica



31



34

### Computer Graphics: applicazioni

✓ Applicaz. architeturali:  
⇒ supporto al design

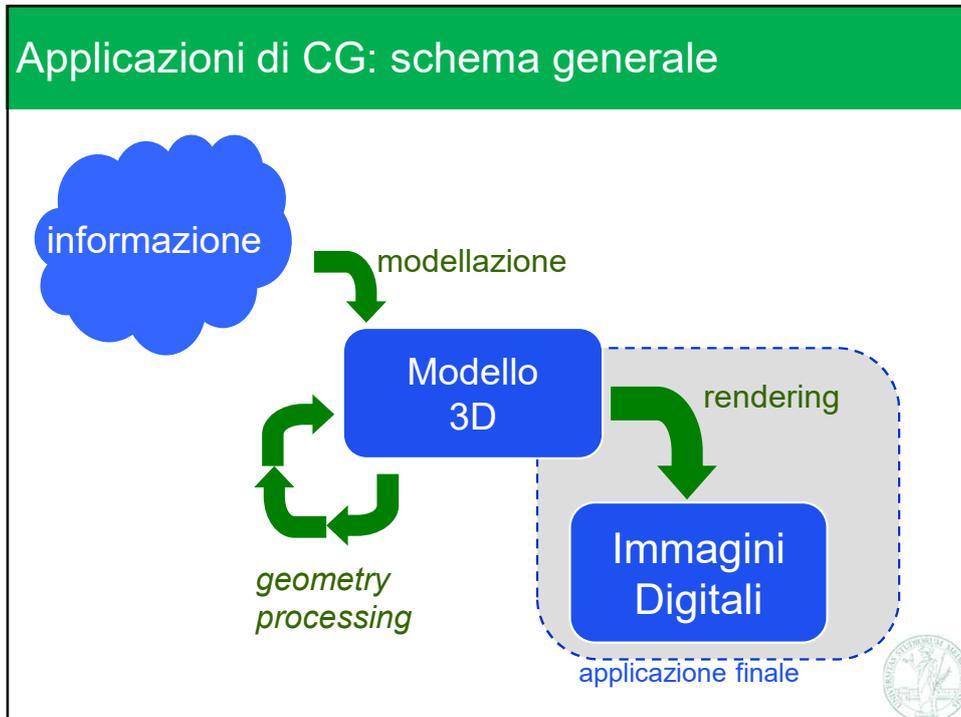
The block contains three architectural visualization images. The top image is a wireframe dome structure. The middle image is a 3D architectural floor plan of a building. The bottom image is a 3D rendering of a modern interior space with large columns and a curved ceiling. A small circular logo is visible in the bottom right corner of the block area.

45

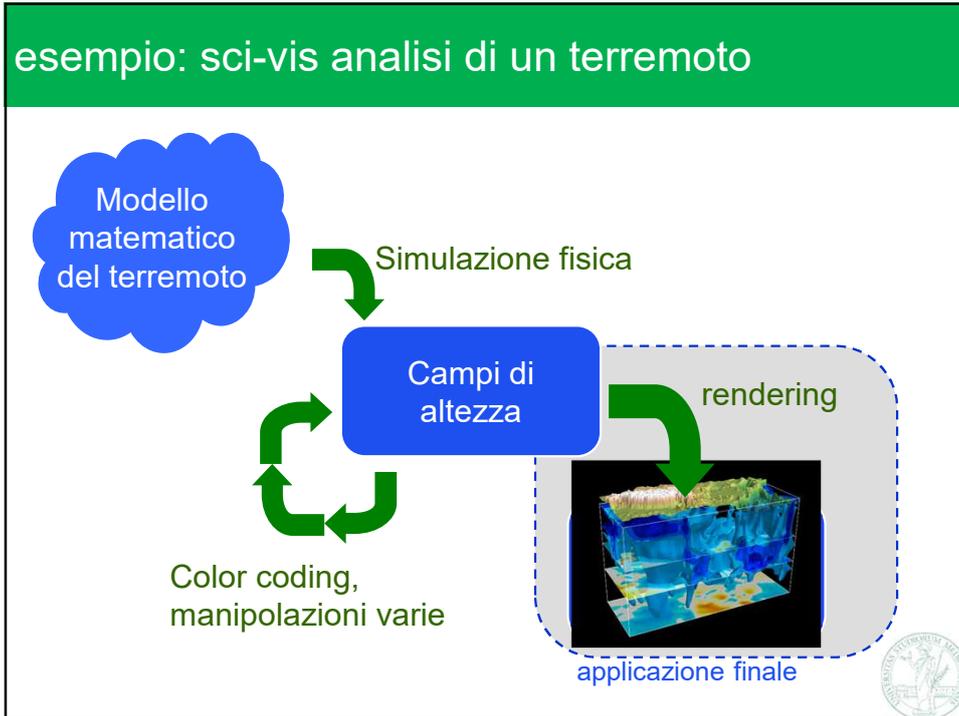
## Computer Graphics – applicazioni: VR



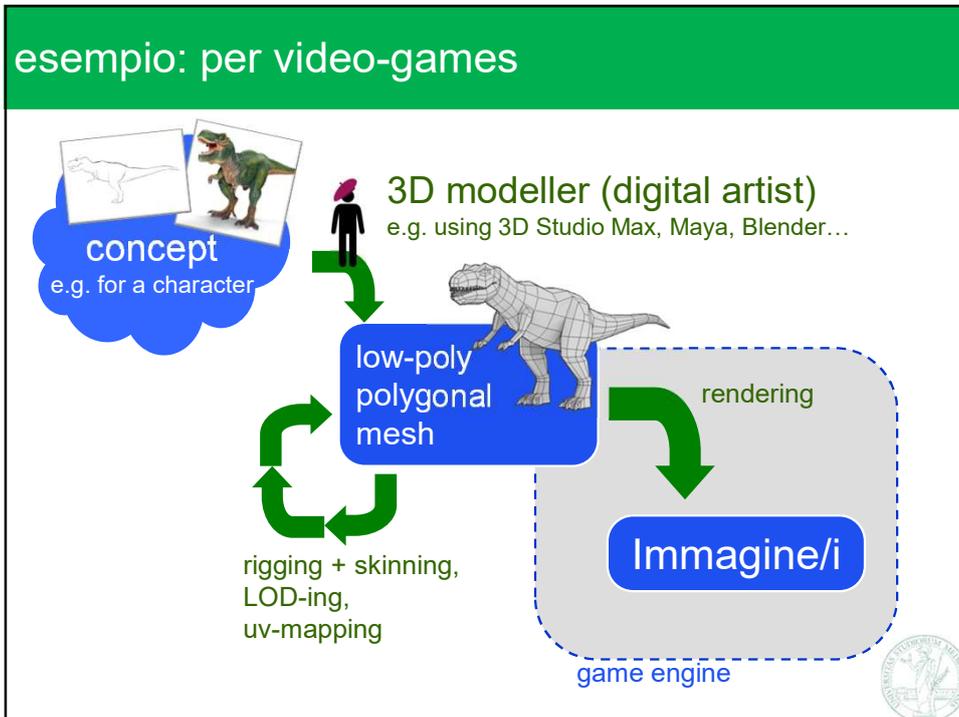
47



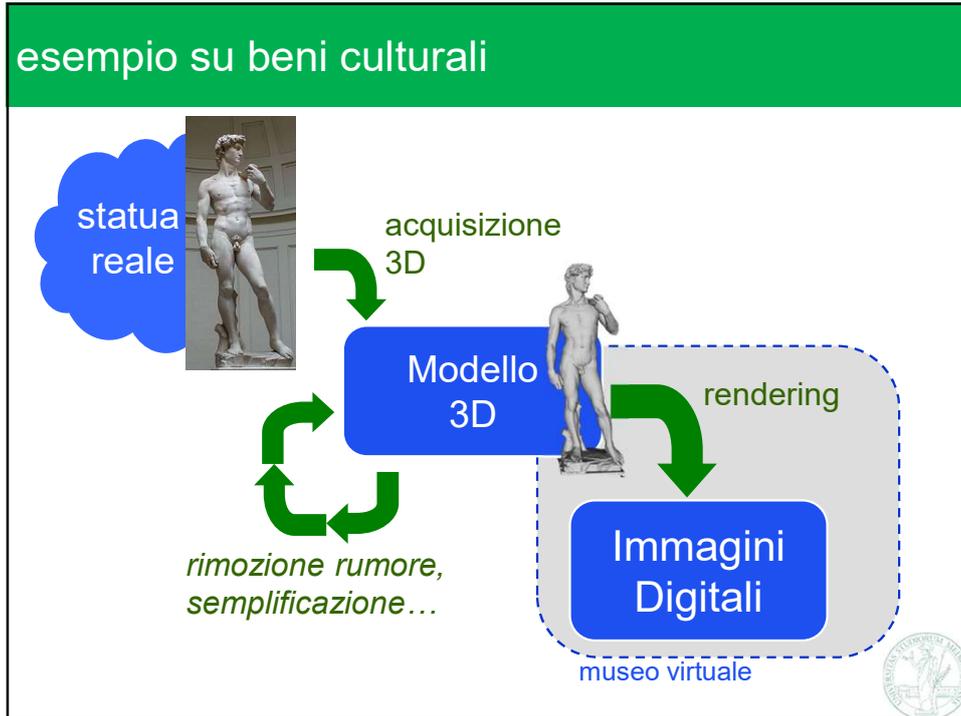
49



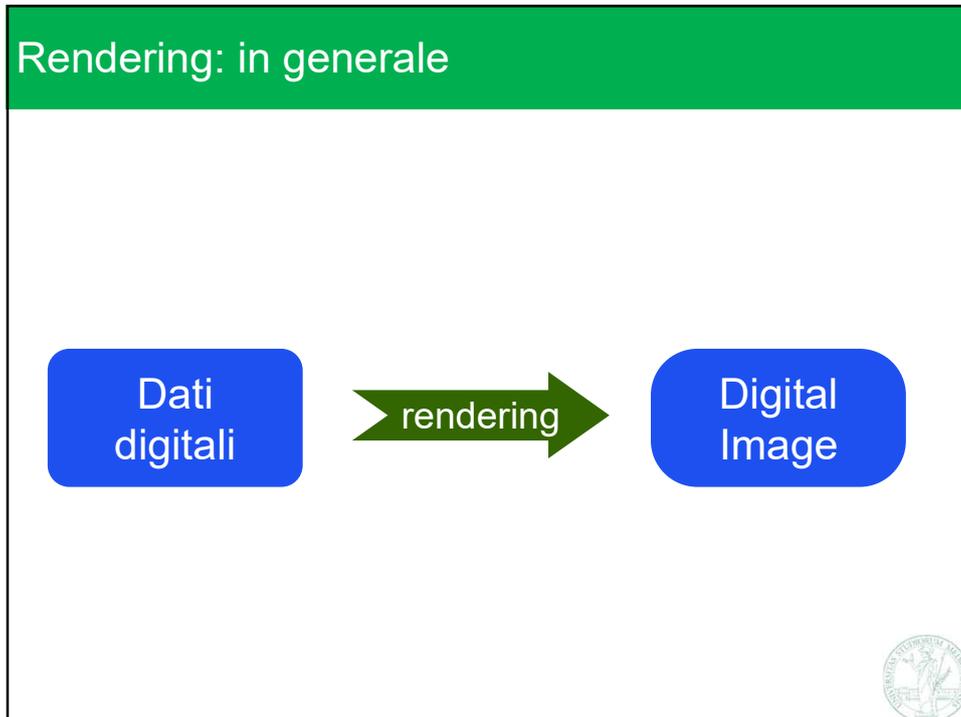
50



51



52



53



## Algoritmi di Rendering 3D

### ✓ Due tipologie:

#### ⇒ On-Line Rendering

- interattivo: ~ 1–10 fotogrammi al secondo ("FPS" - Frame Per Sec)
- Real-Time: ~ 10–100 fps

#### ⇒ Off-Line Rendering

- Tempi molto maggiori: da minuti ad ore per fotogramma

### ✓ Molto differenti:

⇒ nelle applicazioni possibili

⇒ nei vincoli necessari

⇒ nella qualità visiva raggiunta (fotorealismo?)

⇒ nel tipo e nella risoluzione dei modelli 3D usati



57

## Esempio

### ✓ Real-time rendering



### ✓ Off-line rendering



58

## Real Time VS Offline rendering

✓ Distanza si accorcia

1993



Virtua Fighter - Sega 1993

real time



Jurassic Park - Universal Studios 1993

offline



Jurassic Park - Universal Studios 1993

59

## Real Time VS Offline rendering

✓ Distanza si accorcia

2001



nVIDIA tech demo at SIGGRAPH 2001  
nVIDIA quadro

real time



Final Fantasy - Squaresoft 2001

offline



Jurassic Park - Universal Studios 1993

60