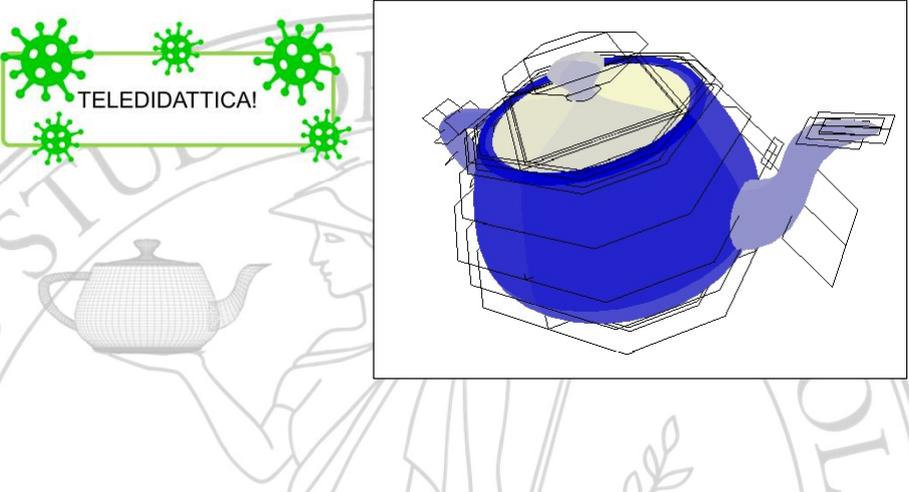


Marco Tarini - Computer Graphics 2020/2021
Università degli Studi di Milano

Modelli 3D digitali: introduzione

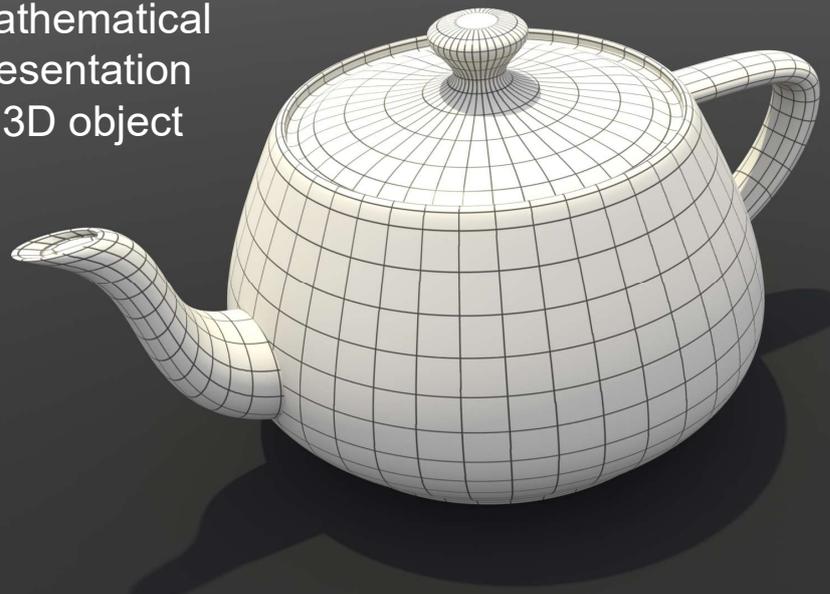


TELEDIDATTICA!

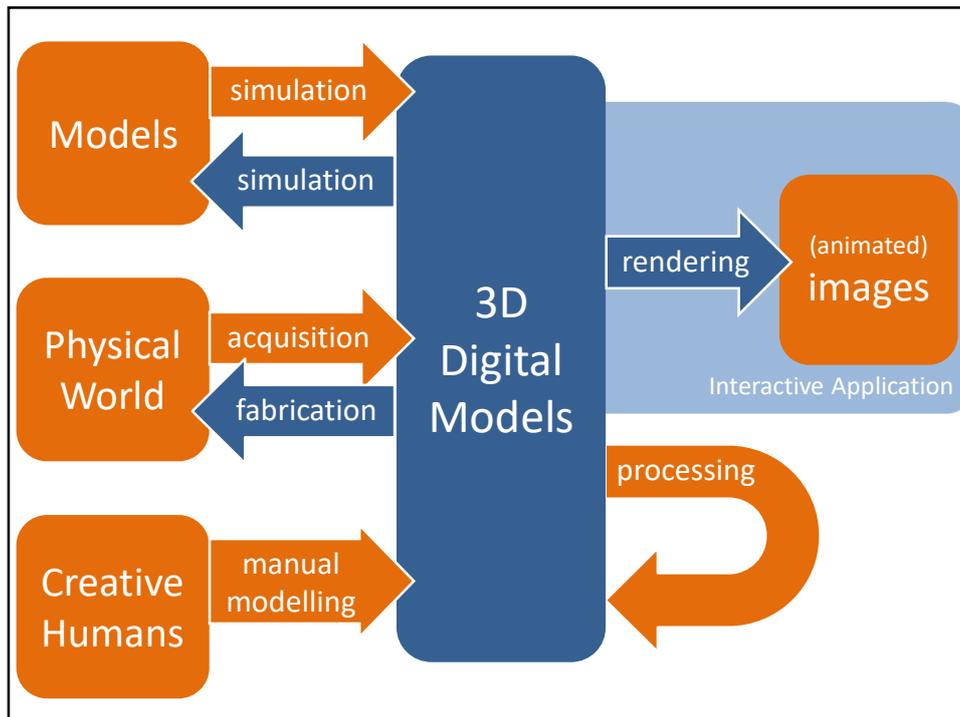
1

3D digital model

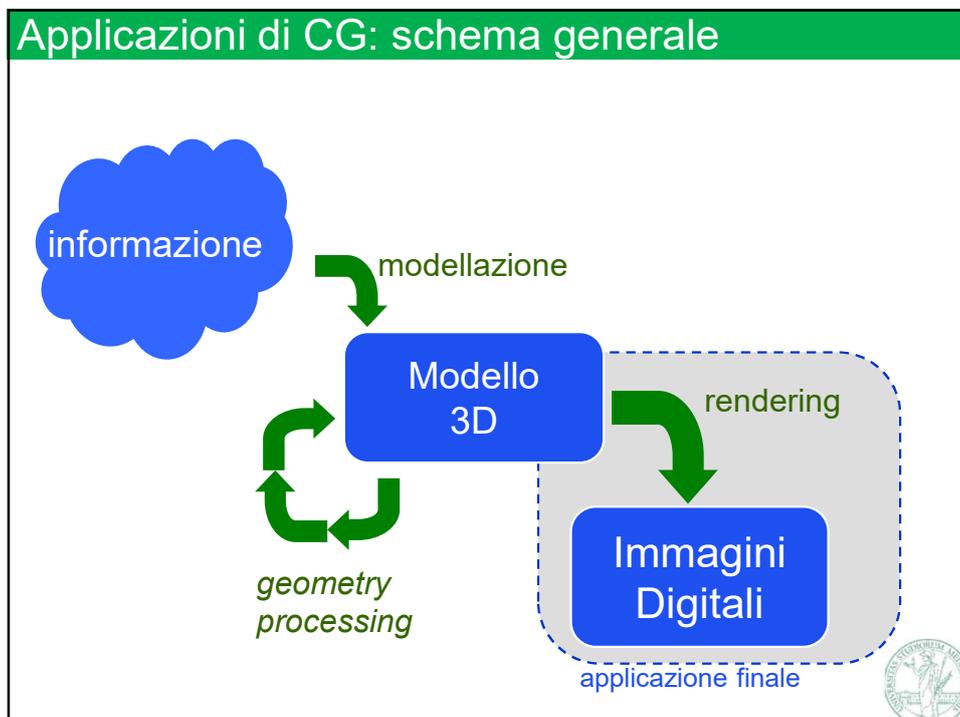
A mathematical representation of a 3D object



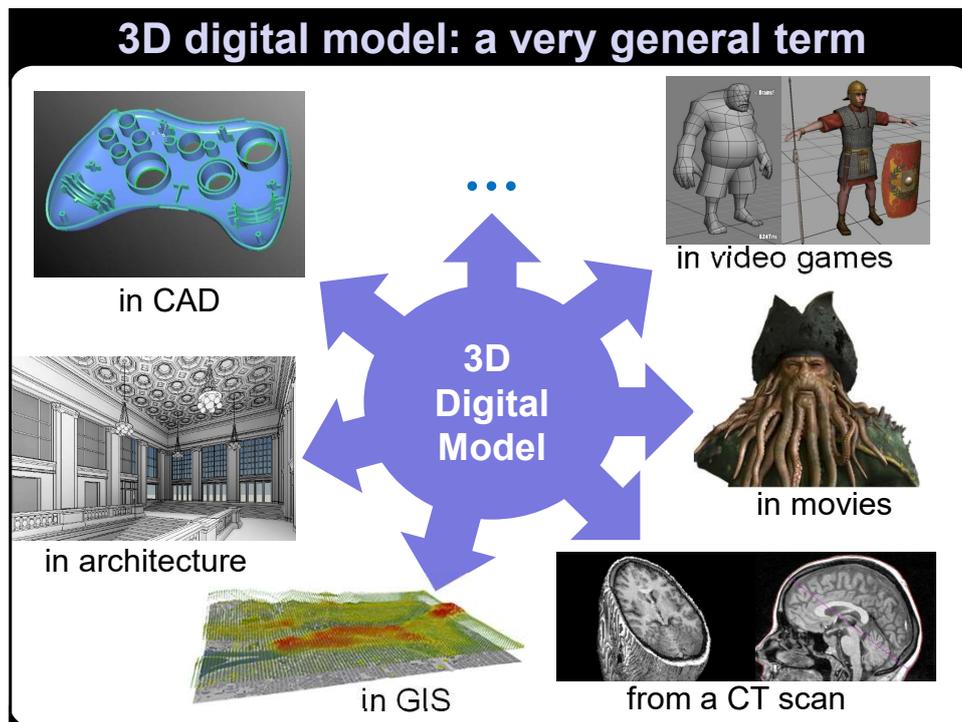
2



3



4



5

3D digital model: many different approaches

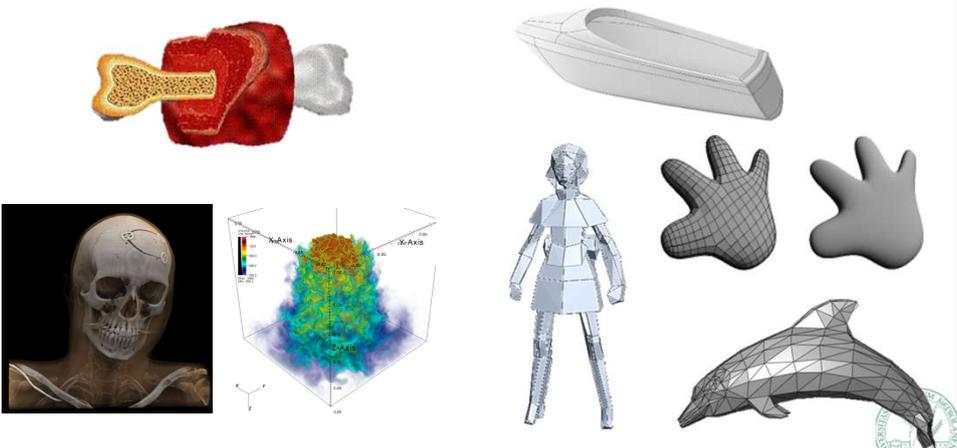
- ✓ 3D models can be very different things in different application contexts
 - ⇒ and there are many different types
 - ⇒ Different answers to the question: «how shall I represent a 3D object in a computer»
- ✓ Differences in
 - ⇒ approaches & data-structure
 - ⇒ characteristics (e.g. resolution)
 - ⇒ capabilities (e.g.: animated?)
 - ⇒ origin & authoring process
 - ⇒ surface VS volume... and more
- ✓ Many (geometry processing) techniques exist to go from the one type to another
 - ⇒ which 3D model do you need?
 - It depends on the intended application



6

Types of 3D digital models

- ✓ Volume-based
- ✓ Boundary representations ("3D surfaces")



The image displays various 3D models categorized into two types: volume-based and boundary representations. Volume-based models include a sliced pepper showing internal structure, a skull, and a heatmap of a tree. Boundary representations include a boat, a wireframe and solid hand, a wireframe and solid figure, and a wireframe and solid dolphin.

7

Volume VS boundary representations

- ✓ Rappresentazioni volumetriche
 - ⇒ Modellano l'oggetto come un volume
 - ⇒ Rappresentato sia l'interno, che il bordo, che (a volte) anche l'esterno dell'oggetto
 - ⇒ Esempio: l'output di una TAC
- ✓ Rappresentazioni superficiali (o boundary representations)
 - ⇒ Modellano solo il bordo (il confine, «la buccia») dell'oggetto 3D – cioè una superficie
 - ⇒ Meno onerose (meno memoria)
 - ⇒ Più comuni (in generale)
 - ⇒ Motivazione: degli oggetti solidi (a meno che non siano trasparenti o traslucidi), si vede solo il bordo. Quindi, il rendering richiede solo questo.
 - ⇒ Esempio: la quasi modalità delle «mesh» (vedremo) usate nei videogames

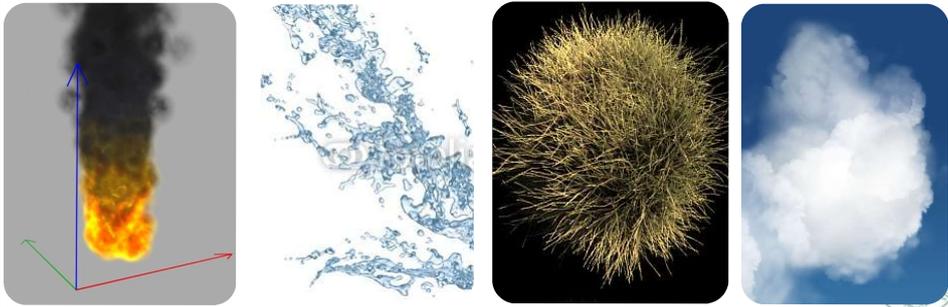


8

Types of 3D digital models

- ✓ Volumetric models
- ✓ Surfaces

✓ ...Etc



9

3D digital models: shape + appearance

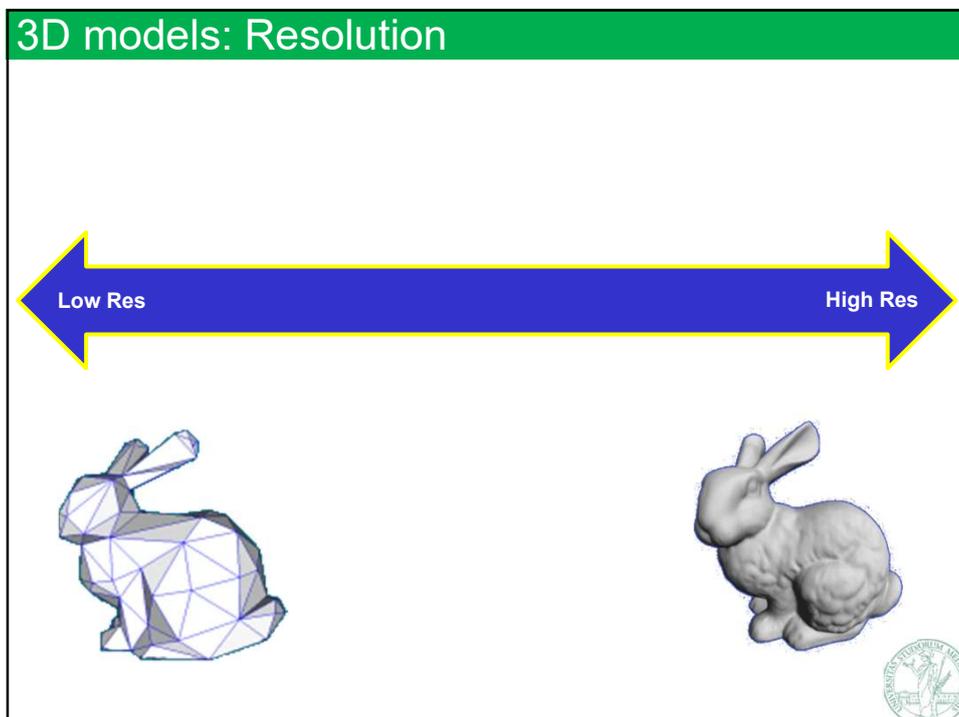
- ✓ The “material” of a model
 - ⇒ “Which color it is”
 - ⇒ “How shiny it is”
 - ⇒ (or transparent)
 - ⇒ Etc



10



11



12

3D models: caratteristiche

✓ Low res model:
real time applications

✓ High res models:
offline applications



13

3D models: Risoluzione (in generale)

- ✓ Tutti i tipi di modello 3D hanno un concetto di **risoluzione** (detta anche : **complessità**)
 - ⇒ bassa risoluzione => basso costo (in termini di RAM per storage, tempo di rendering...)
 - ⇒ alta risoluzione => alta qualità (in termini di quantità di dettaglio modellato, aderenza del modello all'originale...)
- ✓ La risoluzione di un modello 3D deve essere adeguata al contesto applicativo
- ✓ Per ogni categoria di modello 3D, il concetto «risoluzione» si declina in maniera diversa
 - ⇒ Ad esempio: nel dato «immagini raster» risoluzione = numero di pixel (per unità di superficie)



14

3D models: Resolution

Alcune strutture dati per modelli 3D sono

MULTI-risoluzione

- ✓ comprendono livelli diversi di risoluzione per lo stesso modello
- ✓ lo stesso oggetto è modellato da un modello a risoluzione diversa in momenti diversi
- ✓ scopo: consentire di utilizzare di volta in volta la risoluzione più adatta alle mutevoli situazioni
- ✓ varianti:
 - ⇒ variazione discreta della risoluzione
o «livelli di dettaglio discreti»:
si memorizza una piccola collezione di modelli 3D, ciascuno ad una risoluzione diversa, per es «alta» «media» «bassa»
 - ⇒ variazione *continua* risoluzione, quando è possibile estrarre dinamicamente da un'unica struttura dati un modello ad una risoluzione richiesta



15

3D models: Adaptive Resolution

Alcune strutture dati per modelli 3D ammettono:

Risoluzione adattiva

- ✓ Risoluzione diversa in parte diverse dell'oggetto
- ✓ Il modello presenta una risoluzione differente in zone diverse (contemporaneamente)
- ✓ per es, in modo che dipende dalla loro importanza semantica, o dalla quantità di dettaglio geometrico locale

Contrario: **fixed resolution**

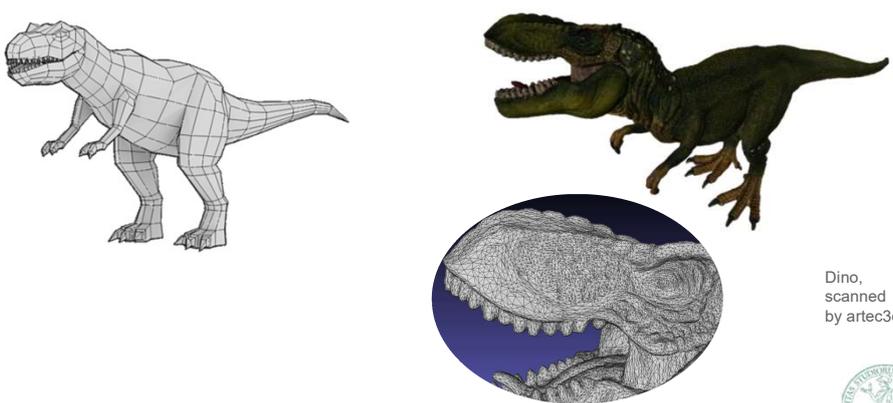
- ✓ Ad esempio, un'immagine raster non ha risoluzione adattiva: se sono 100 DPI in alto a sinistra, sono 100DPI in tutta l'immagine
 - ⇒ DPI = *dot per inches* (pixel per pollice quadrato)
(una misura di risoluzione *per immagini raster*)



16

3D models: Capabilities

- ✓ Facili da editare/modificare
- ✓ Non consentono facilmente editing/modifiche



Dino, scanned by artec3d



17

3D models: Capabilities

- ✓ Static lighting only
- ✓ Relightable



18

3D models: Capabilities

- ✓ “Simulation grade”
 - ⇒ Adatti ad essere il soggetto di una simulazione
 - ⇒ come:
 - FEM,
 - collision detection
 - ...
- ✓ Oppure no
 - ⇒ a causa di vari difetti
 - ⇒ Come per es:
 - rumore,
 - incompletezza,
 - inconsistenze
 - (per esempio, in dati volumetrici, elementi con volume negative)



19

3D models: Capabilities

- ✓ Statici
 - ⇒ 3D
 - ⇒ (in questo corso ci occupiamo solo di questa categoria)
- ✓ Animati
 - ⇒ 3D + Tempo
 - ⇒ Il modello include animazioni, movimenti, deformazioni



22

3D models: Capabilities

✓ Alcuni modelli digitali sono adatti alla stampa 3D




23

Una (imperfetta) categorizzazione dei tipi di modelli digitali 3D

| | | ELEMENTI DISCRETI | | | CONTINUI |
|--------------|--|---|----------------------------|---|--|
| | | regolari <i>«a griglia»</i> | semi-regolari o irregolari | | |
| | | | elementi simpliciali | elementi non simpliciali | |
| SUPERFICIALI | 2-manifold <i>«rappresenta una vera superficie»</i> | Height Field Range Scan Geometry Images | Triangle Mesh | Polygonal Mesh Quad Mesh Quad dominant Mesh | Subdivision surfaces Parametric Surfaces (es. B-splines) |
| | non-manifold <i>«non rappresenta una sup»</i> | Set di Range Scan | Point Cloud | | |
| VOLUMETRICI | (3-manifold) | Voxelized Volume Volumetric Textures | Tetra Mesh | Hexa Mesh | Implicit models (es. CSG) |

26