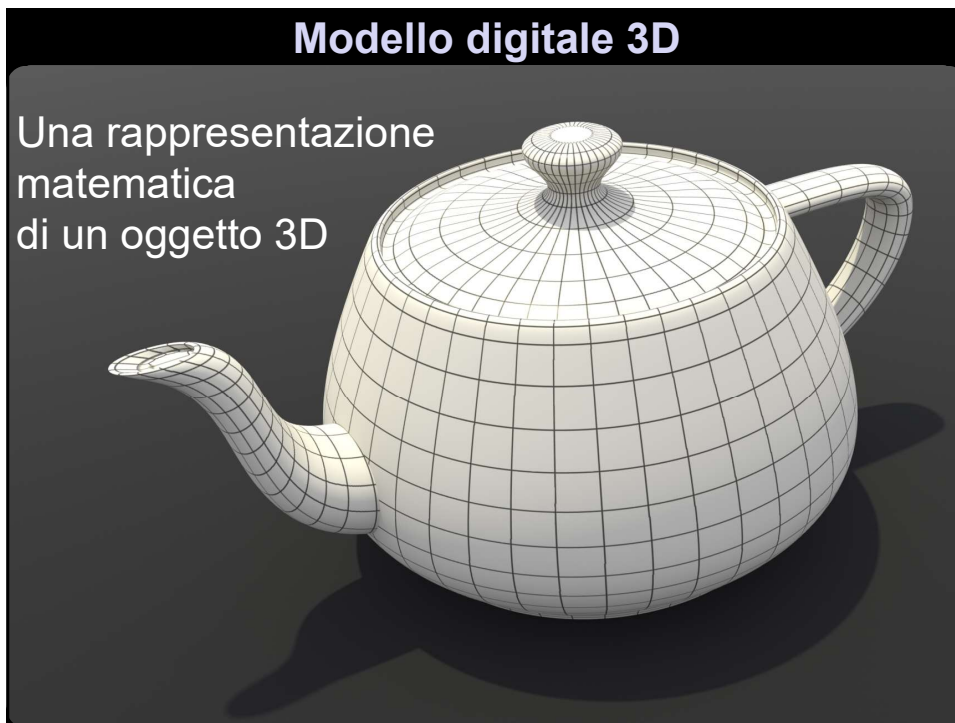
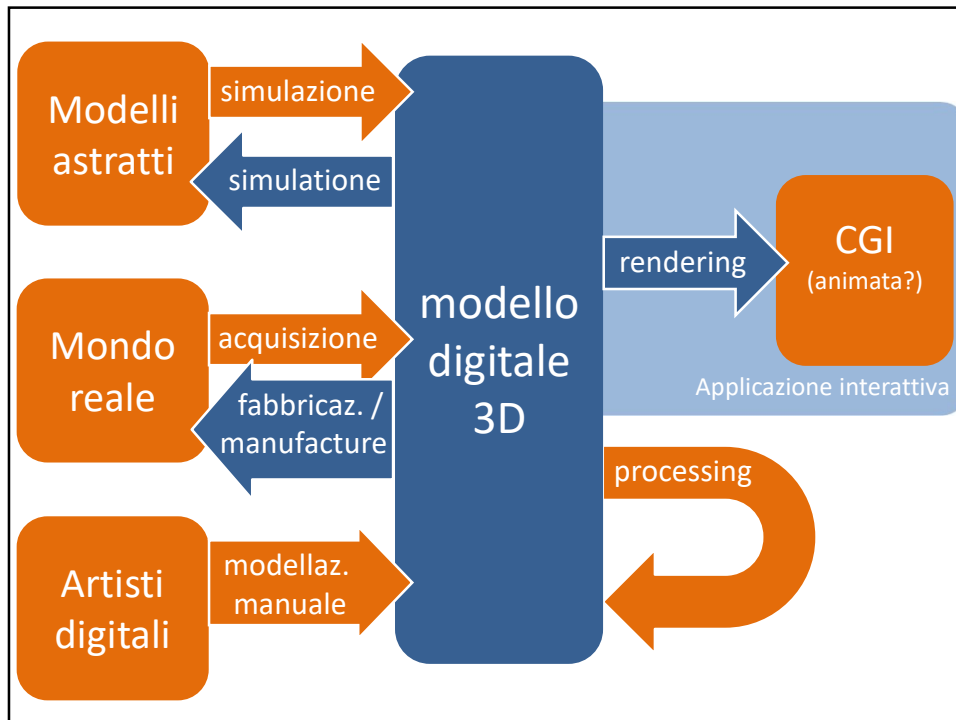


1



2



3

## Modelli digitali 3D: fonti e utilizzi

### ✓ Origini:

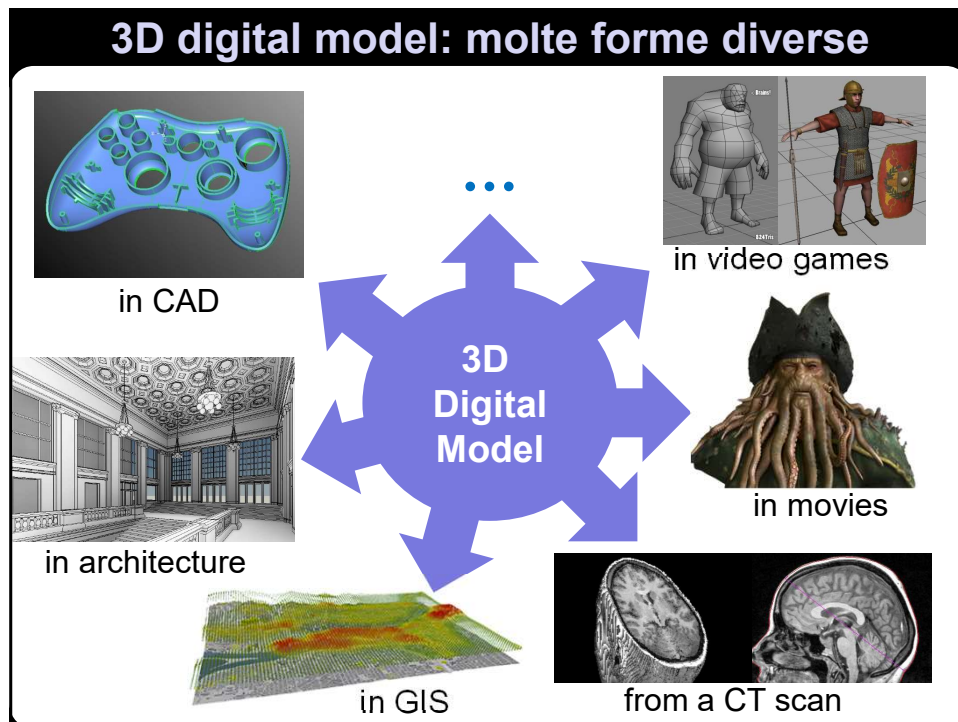
- ⇒ Da simulazione (es: a partire da un modello di maremoto...)
- ⇒ Cattura: detta: acquisizione 3D cioè attraverso misurazioni reali (es: una scansione laser) (es: una TAC)
- ⇒ Modellazione manuale da parte di artisti digitali (es: digital sculpting, direct low-poly modelling) (con strumenti software appositi)

### ✓ Usi:

- ⇒ Producono nuova informazione sul modello astratto che gli ha generate
- ⇒ Realizzazione fisica, come fabbricazione (es 3D printing o altre forme di rapid prototyping) o industria manifatturiera (in grande scala)
- ⇒ Rendering, offline (es. film) o real time (es giochi, VR o altri usi interattivi)



4



5

### Modelli digitali 3D: molti approcci diversi

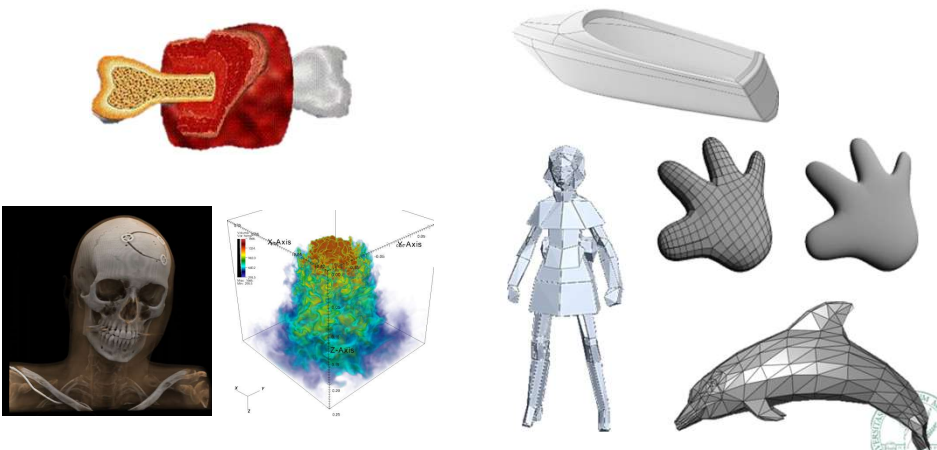
- ✓ Esistono molti tipi diversi di modello 3D digitale
  - ⇒ Diverse risposte alla domanda: «come codifico un oggetto 3D in un computer?»
- ✓ Approcci differenti in
  - ⇒ Cosa viene rappresentato (una superficie? Un volume?)
  - ⇒ Strutture dati usate
  - ⇒ utilizzabilità (sono animabili? Sono stampabili? Sono editabili? ...)
- ✓ Modelli di una stessa tipologia differiscono per
  - ⇒ caratteristiche (come la risoluzione, la qualità)
  - ⇒ origine
  - ⇒ qualità
- ✓ Esistono molte tecniche (di geometry processing) per passare da un tipo all'altro
  - ⇒ Quale modello è necessario ottenere
  - Dipende sempre dall'applicazione Intesa!



6

## Types of 3D digital models

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




The image displays various 3D models. On the left, under 'Volume-based', there is a sliced red pepper showing its internal structure, a realistic human skull, and a colorful 3D volume scan of a human torso with X, Y, and Z axes. On the right, under 'Boundary representations ("3D surfaces")', there is a white boat, a wireframe and solid hand, a wireframe and solid human figure, and a wireframe and solid dolphin. A small circular logo is visible in the bottom right corner of the image area.

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», il boundary) dell'oggetto 3D – cioè la **superficie** che lo delimita
  - ⇒ In generale sono meno onerose (occupano meno memoria)
  - ⇒ Sono più comunemente usate (per es, nei videogames)
  - ⇒ Motivazione: degli oggetti solidi (a meno che non siano trasparenti o traslucidi), si vede solo il bordo. Quindi, il rendering richiede solo questo.



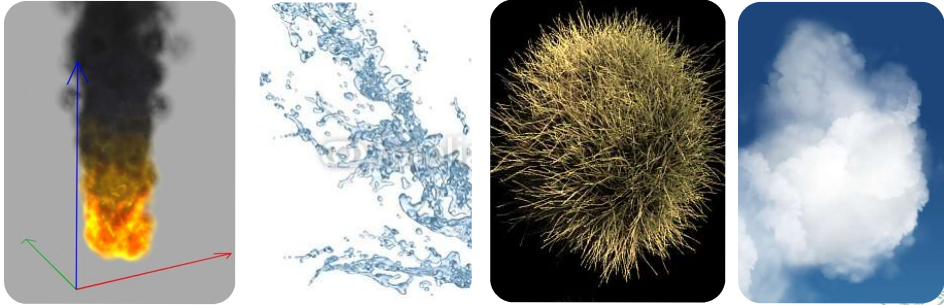
8

### Types of 3D digital models

- ✓ Volumetric models
- ✓ Surfaces

---

- ✓ Strutture ibride



9

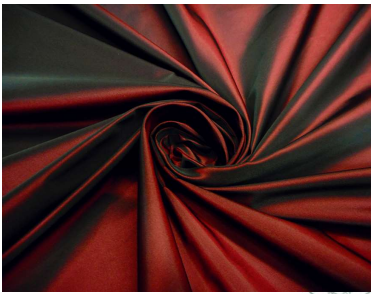
### Non solo forma ma anche aspetto

- ✓ Un modello 3D può includere una descrizione del suo *“materiale”*:



10


### “Materiale”

- ✓ Il *materiale* (inglese: *material*) nel contesto della Computer Graphics
  - ⇒ Una struttura dati che modella *il modo in cui un intorno di una superficie reagisce alla luce*
- ✓ Risponde quindi a domande del tipo:
  - ⇒ “Di che colore è?”
- ✓ Ma anche le altre caratteristiche ottiche:
  - ⇒ E' lucido o opaco?
  - ⇒ Che tipo di riflessi manifesta?
  - ⇒ E' (semi)trasparente?
  - ⇒ E' traslucido?
  - ⇒ E' cangiante?    
(«cambia di colore al variare dell'incidenza della luce»)

12

### “Materiale”

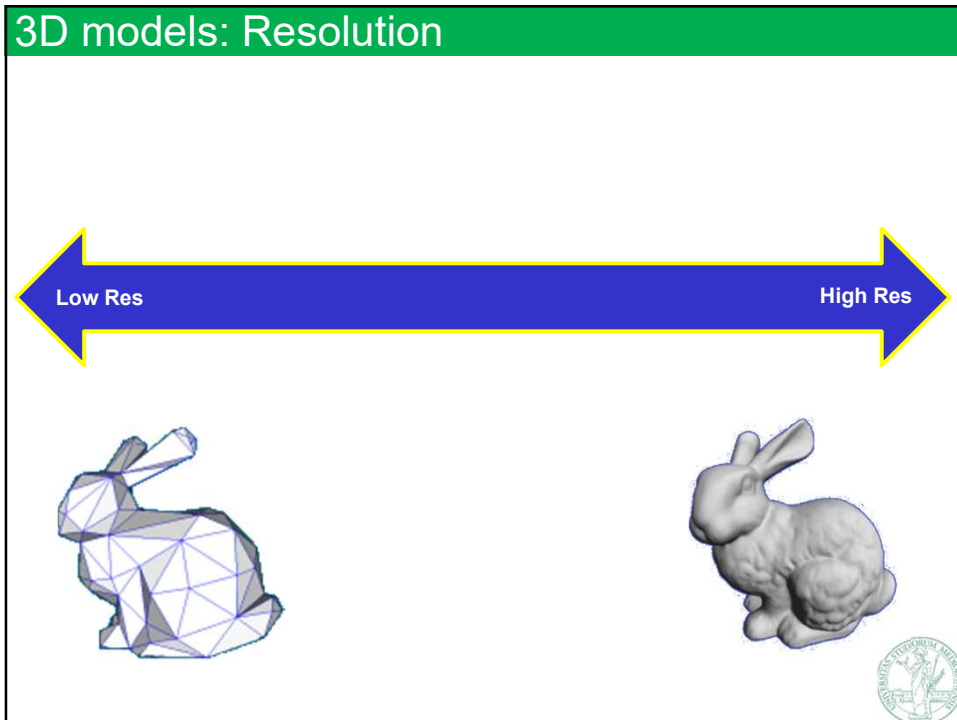
- ✓ Questi fattori, negli oggetti reali, dipendono da:
  - ⇒ Proprietà elettriche (esempio: è dielettrico? È conduttore?)
  - ⇒ Micro-struttura 3D (esempio: una superficie metallica coperta di micrograffi, avrà un “materiale” differente da una superficie metallica levigata) (esempio: una superficie di raso o velluto è caratterizzata da una fitta rete di microtuboli) (esempio: il materiale di un tessuto dipende anche dalla conformazione dei fili di trama e ordito)
  - ⇒ Presenza di layer superficiali (esempio: il «materiale» che modella la pelle umana ha caratteristiche che sono dovute all'insieme dei vari stati epidermici sovrapposti) (esempio: il «materiale» che modella una superficie bagnata riflette la presenza di rivestita da un sottile strato di liquido)
- ✓ Un «materiale» in CG solitamente non rappresenta esplicitamente nessuna queste proprietà, ma modella il loro effetto complessivo nell'interazione fra superficie e luce



13



14

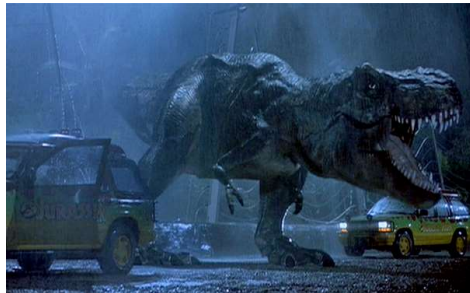


15

### 3D models: caratteristiche

✓ Low res model:  
real time applications

✓ High res models:  
offline applications



16

### 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, fotorealismo...)

✓ 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)



17



### 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 che varia liberamente (in un range fra massima e minima)



18

### 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**

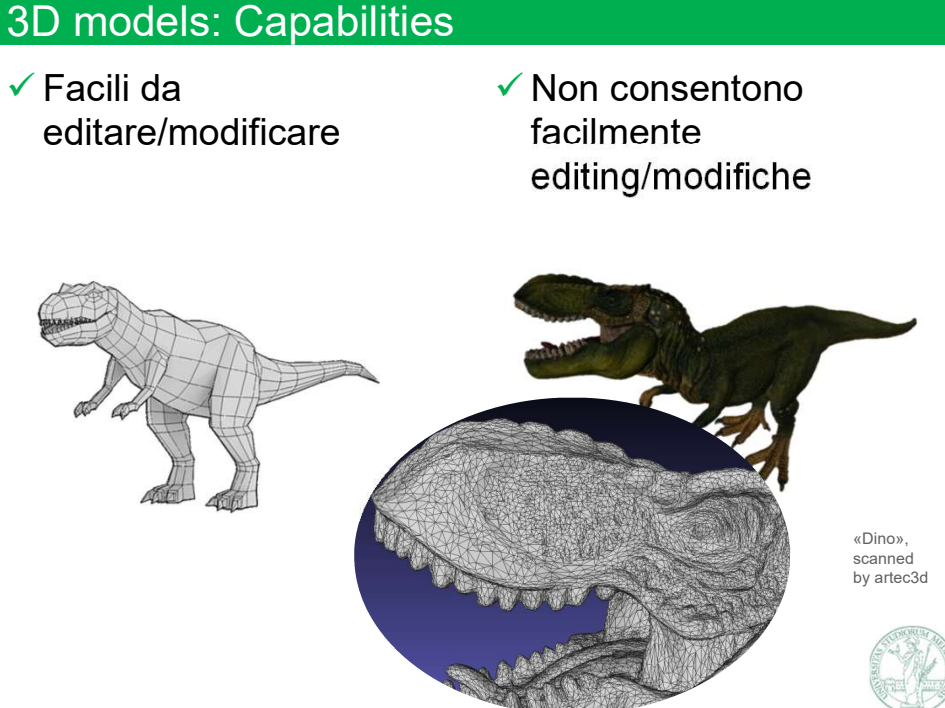
- ✓ Ad esempio, un'immagine raster non ha risoluzione adattiva: se sono 100 DPI in alto a sinistra, sono 100DPI in tutta l'immagine
  - ⇒ DPI = *dot per inches* (pixel per pollice quadrato)  
(una misura di risoluzione *per immagini raster*)



19

### 3D models: Capabilities

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

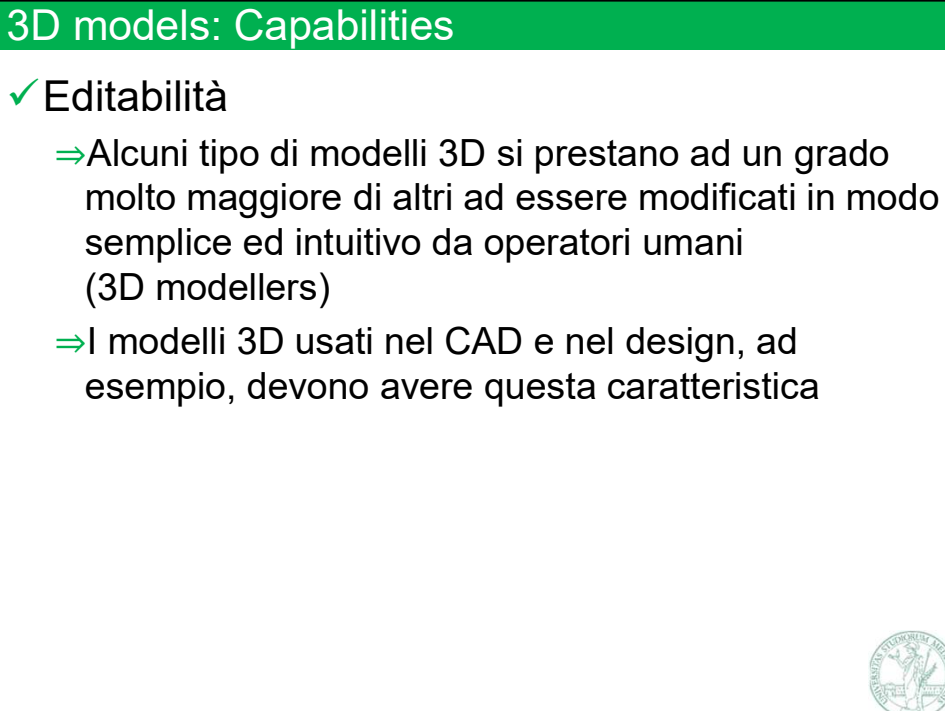


«Dino», scanned by artec3d

20

### 3D models: Capabilities


- ✓ Editabilità
  - ⇒ Alcuni tipo di modelli 3D si prestano ad un grado molto maggiore di altri ad essere modificati in modo semplice ed intuitivo da operatori umani (3D modellers)
  - ⇒ I modelli 3D usati nel CAD e nel design, ad esempio, devono avere questa caratteristica



21

### 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)



23

### 3D models: Capabilities

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




26

### 3D models: Capabilities

✓ Stampabili?

- ⇒ Non tutti i modelli 3D si prestano ad essere usati come input per una stampante 3D o altre tecniche di *rapid prototyping*
- ⇒ Ad esempio, i modelli superficiali devono essere «chiusi» per essere stampabili, cioè devono delimitare uno spazio interno da un esterno (e questo non è necessariamente il caso)



27

### 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)

30