

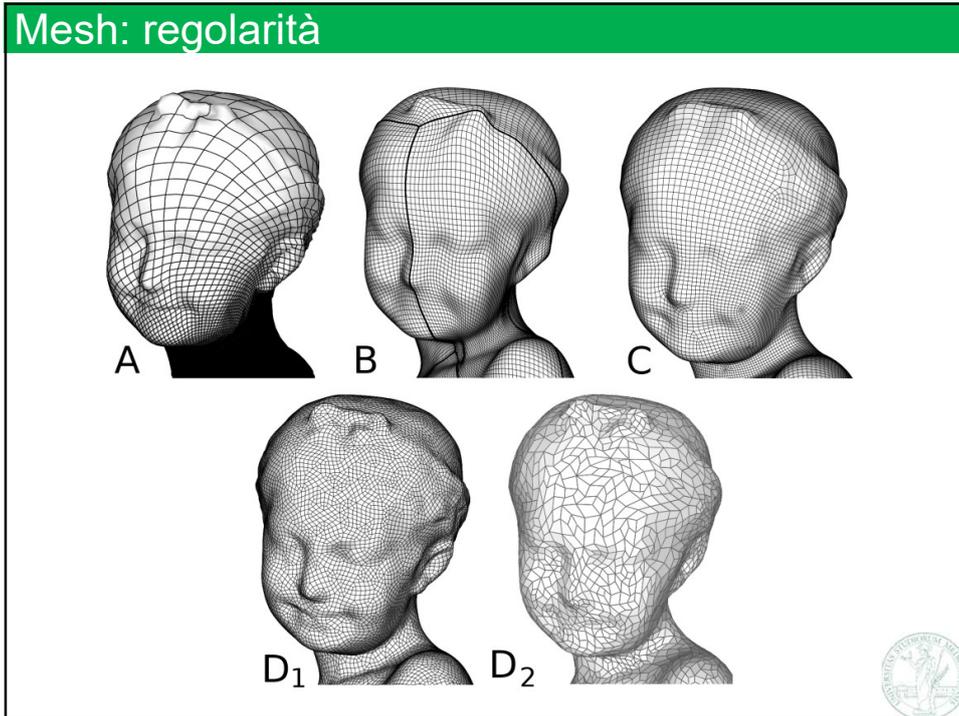
80

### Regolarità di una mesh (definizioni)

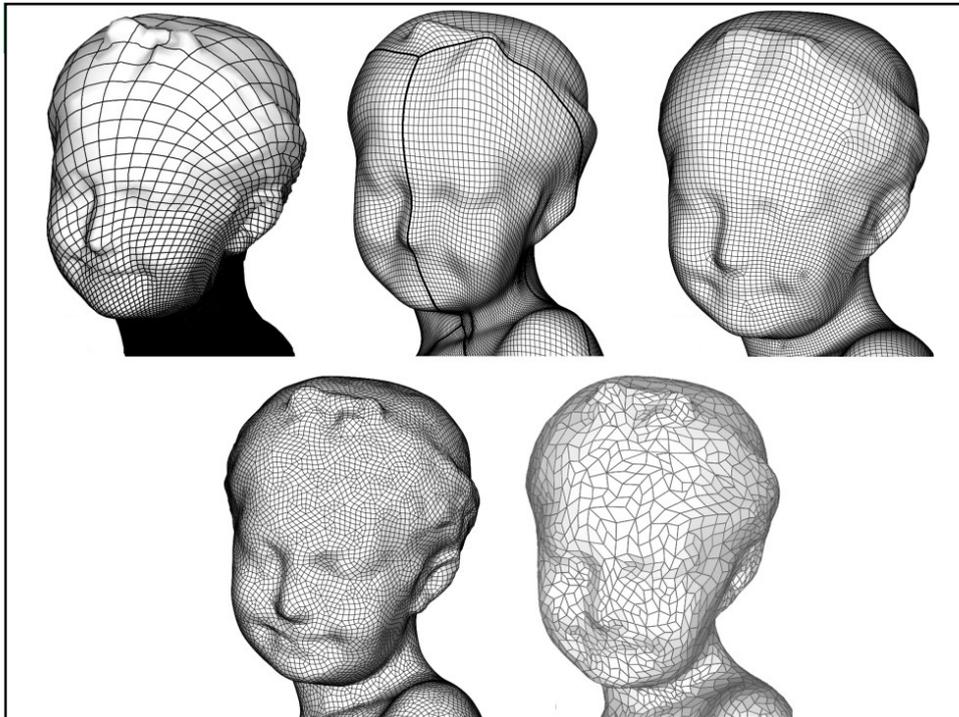
- ✓ «Valenza» di un vertice
  - ⇒ numero di facce (o di edge) adiacenti ad quel vertice
- ✓ «Vertice regolare» (per vertici interni):  
un vertice di valenza:
  - ⇒ 4, per quad mesh
  - ⇒ 6, per tri mesh
  - ⇒ (3 per hexagonal mesh)
- ✓ Le tri-mesh e le quad-mesh (pure o dominant) hanno un grado maggiore o minore di «regolarità»
  - ⇒ Quanti dei loro vertici sono «regolari»?
  - Tutti = mesh (perfettamente) regolare. O «structured»
  - Quasi tutti = mesh semi-regolare.
  - Pochi (per es 2/3 o la metà) = mesh irregolare
- ✓ Quad mesh regolare = è un grigliato



81



82



83

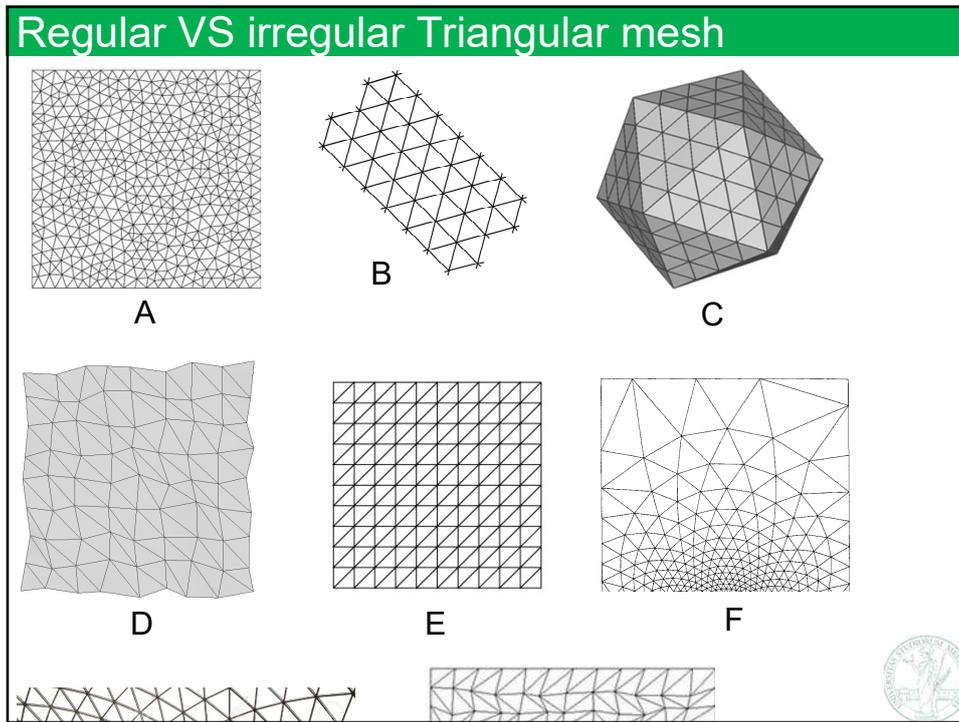
Una (imperfetta) categorizzazione dei tipi di modelli digitali 3D					
		ELEMENTI DISCRETI			CONTINUI
		regolari <i>«a griglia»</i>	semi-regolari o irregolari		
			elementi simpliciali	elementi non simpliciali	
SUPERFICIALI	2-manifold <i>«rappresenta una vera superficie»</i>	Height Field  Range Scan  (Geometry Images)	Triangle Mesh	Polygonal Mesh  Quad-Mesh  Quad dominant Mesh	Subdivision surface  Parametric Surface (es. B-splines)
	non-manifold <i>«non rappresenta una sup»</i>	Set di Range Scan	Point Cloud		
VOLUMETRICI	(3-manifold)	Voxels Solid Textures	Tetra Mesh	Hexa Mesh	Implicit model (es. CSG)

84

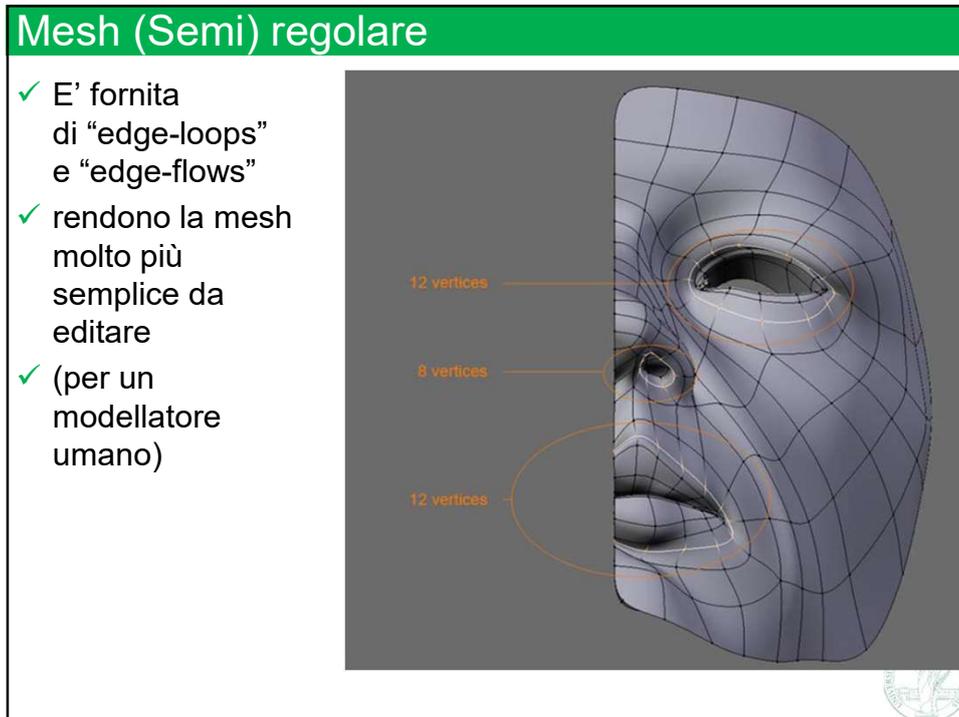
### Regular VS irregular Triangular mesh

Esercizio: trova i vertici irregolari. Quali mesh sono (semi?) regolari?  
 Ripeti con altre mesh trovate in questi lucidi

85



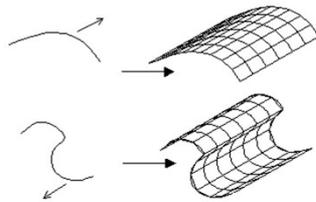
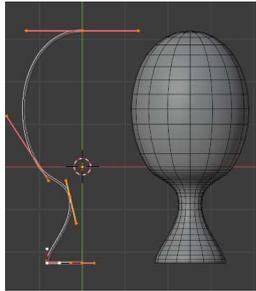
86



87

### Pure quad-mesh regolari

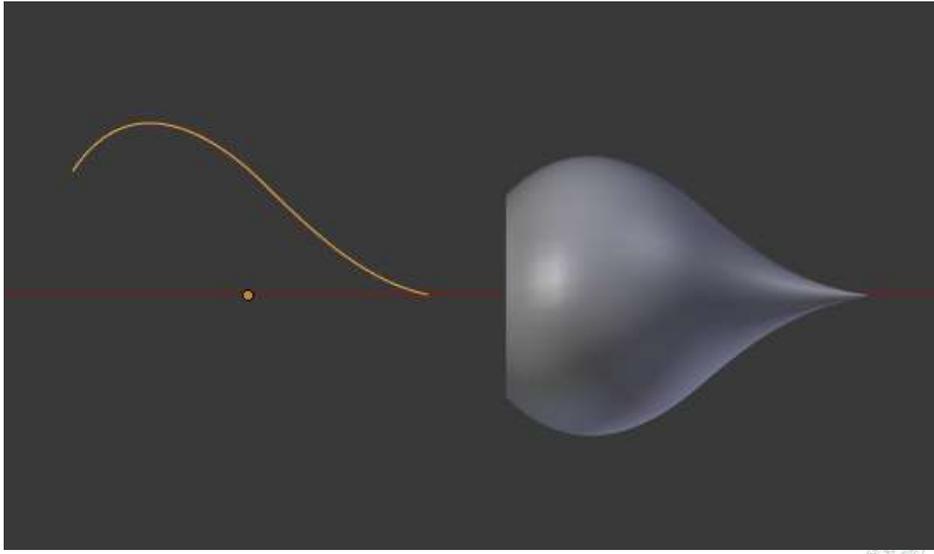
- ✓ Difficili da costruire *automaticamente* a partire da soggetti scansionati o scolpiti digitalmente
  - ⇒ Vedi regular-meshing, in seguito
- ✓ Output naturale di molte tecniche di modellazione come:
  - ⇒ superfici «di rivoluzione»
  - ⇒ superfici «di spazzeno»



- ✓ Output naturale di alcuni algoritmi di suddivisione (vedi in seguito)
- ✓ Output naturale di campi dl'a



88



89

### Alcuni vantaggi delle mesh (semi) regolari

✓ Mesh quad-dominant semi-regolari:

⇒ **flessibilità**

(rispetto alle mesh pure-quad:  
facile ottenere la forma voluta)

⇒ **editabilità**

(rispetto alle mesh irregolari:  
presenza di «edge loops» o «edge flows»)

⇒ grigliati regolari: sono intuitivi e utili

⇒ Più facilmente **comprimibili**  
(con algoritmi di compressione)

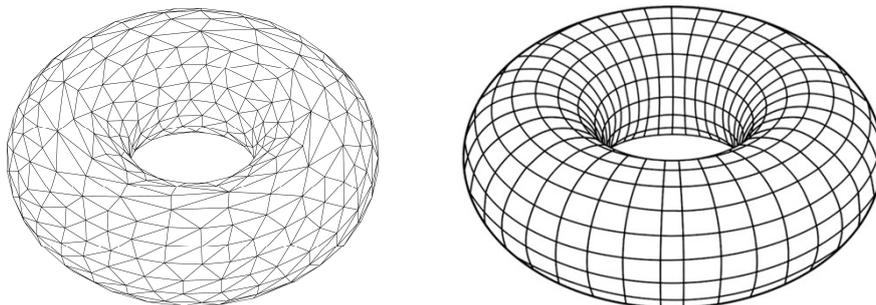
⇒ **minore errore geometrico** a parità di risoluzione  
(di solito)

⇒ soprattutto per le quad mesh: gli edge sono  
allineati a direzioni ... sensate (di «curvatura»)



90

### Regolare VS irregolare



91

## Mesh regolari o irregolari - note

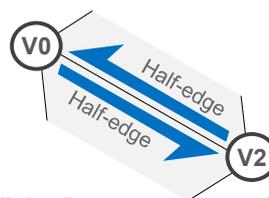
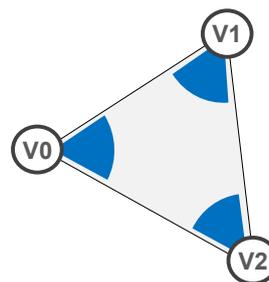
- ✓ Mesh irregolari : maggiore adattività della risoluzione
  - ⇒ Confronta l'esempio di mesh con risoluzione adattiva
- ✓ Alcuni metodi per generare mesh producono tipicamente mesh di triangoli irregolari, per es
  - ⇒ Front advancing methods
  - ⇒ La maggior parte dei metodi di acquisizione 3D (scanning)
  - ⇒ Mesh sculpting
  - ⇒ Direct "low poly editing"
- ✓ Altri metodi per generare mesh producono tipicamente mesh regolari, spesso di quad
  - ⇒ Mesh che sono superfici di risoluzione o "spazzate"
  - ⇒ CAD modelling
- ✓ Nota: diagonal split su una mesh di quad (semi-)regolare ottiene una tri-mesh (semi-)regolare (provare)
  - ⇒ A condizione che... (provare)



92

## Altra terminologia sulle mesh

- ✓ Elementi su una mesh (oltre a Vertice, Edge, Faccia):
  - ⇒ "**Wedge**": ciascuno degli  $n$  corners di una faccia
    - Letteralmente: un cuneo, come un fermaporta
    - Esempi:
      - "in una mesh indicizzata memorizzo solo un indice di vertice per ogni **wedge** di ogni faccia della mesh"
      - "in una zuppa di triangoli, memorizzo le coordinate di ogni **wedge**"
  - ⇒ "**Half-edge**": un edge orientato.
    - Detti così perchè due half-edge costituiscono un edge
    - Esempi:
      - "In una mesh two-manifold, un edge condiviso da due facce è costituito da due **half-edge** che sono uno l'opposto dell'altro"
- ✓ Una faccia di  $n$  lati ha  $n$  wedge e  $n$  half-edge



93

Marco Tarini - Computer Graphics 2021/2022  
Università degli Studi di Milano

**3D Models:  
meshes (5/5) –  
Manually modelling (cenni)**



The image shows a 3D software interface with a wireframe teapot on the left and a polygonal tree model in the center. The background features a faint watermark of the University of Milan logo.

94

**Come vengono generate le mesh**

- ✓ **Catturate dalla realtà**
  - ⇒ 3D Acquisition
  - ⇒ per es, laser scanning, fotogrammetria...
  - ⇒ (su questo, torneremo)
- ✓ **Generazione procedurale**
  - ⇒ Per es, simulazione
  - ⇒ Per es, CAD model generati da specifiche
- ✓ **Modellazione manuale**
  - ⇒ Da parte di artisti digitali
  - ⇒ Appositi strumenti, come 3D Studio Max, Maya, Blender, MudBox, Z-Brush... o molti altri



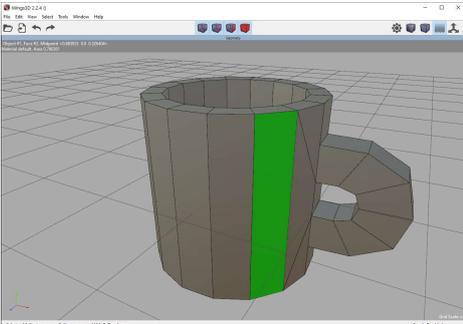
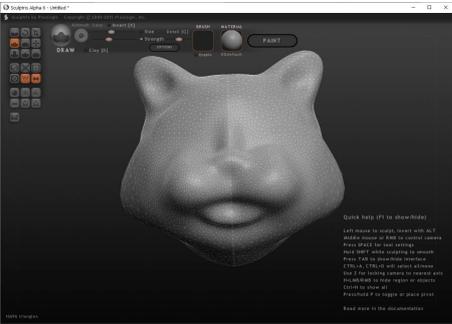
95

## Authoring delle mesh (cioè 3D modelling)

- ✓ Alcuni dei software più diffusi
  - ✓ **3D Studio Max** (autodesk) ,  
**Maya** (autodesk) ,  
**Cinema4D** (maxon)  
**Lightweight 3D** (NewTek),  
**Modo** (The Foundry) ,  
**Blender** (open source!) ,  
⇒ all-purpose, completi
  - ✓ **AutoCAD** (autodesk),  
**SolidWorks** (SolidThinking)  
⇒ Specializzati per il CAD
  - ✓ **ZBrush** (pixologic),  
**Mudbox** (autodesk)  
⇒ Specializzati per lo sculpting
  - ✓ **Wings3D**  
⇒ Solo low-poly modelling  
( & superfici di suddivisione)  
open-source, piccolo, specializzato
  - ✓ **Sculptris Alpha**  
⇒ Solo sculpting  
open-source, piccolo, specializzato
  - ✓ **[Rhinceros]**  
⇒ parametric surfaces (NURBS)
  - ✓ **FragMotion**  
⇒ small, specialized on animated meshes
  - ✓ + molti altri con scopi più specifici  
⇒ editing of human models, of  
architectural interiors, environments, or  
specific editors for game-engines, etc...

96

## Generazione manuale di mesh (cenni)

- ✓ Alcuni paradigmi di modellazione manuale:
  - Low-poly modelling**  
  
Esempio con Wings3D
  - Digital Sculpting**  
  
Esempio con Sculptris Alpha

97

## Direct Low-poly Modelling

with wings

Note: during creation, the meshes can be **polygonal** instead of **triangle** based, but is simple to decompose any polygon into triangles  
E.g. this can be done by the game engine as a simple preprocessing.

98

## Direct Low-poly Modelling

- ✓ Artista / Autore manipola gli elementi della mesh direttamente
  - ⇒ quali facce, edge, vertici
- ✓ L'artista manipola direttamente
  - ⇒ quali elementi usare, per es, quanti lati ogni faccia poligonale, quali edge connettono quali vertici
  - ⇒ La posizione dei vertici, anche singolarmente (o a piccoli gruppi)
- ✓ In background, le operazioni mantengono automaticamente two-manifold-ness (e a volte la chiusura) delle mesh
- ✓ Tipicamente vengono generate mesh poligonali a bassa risoluzione

99

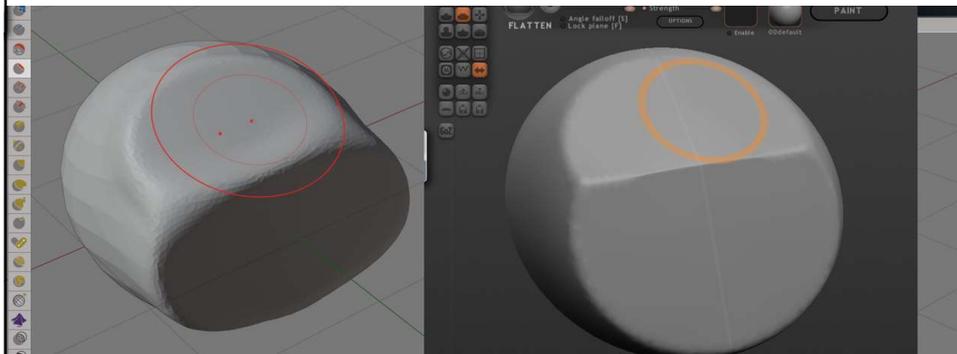
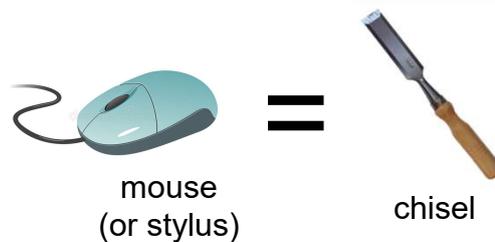
## Digital sculpting

- ✓ Artista scolpisce la forma con pennellate («brush strokes») che imitano la manipolazione di creta / pongo / etc
  - ⇒ ma con rimozione o aggiunta di materia possibile
- ✓ La rappresentazione interna della mesh (facce, vertici, lati) è celata all'artista
- ✓ «Pennelli» con effetti diversi, per es, local smoothing (rendere più liscio), appiattare, estrarre, «pizzicare», scavare, etc
- ✓ Sistema gestisce il meshing automaticamente in background (compreso, generazione di risoluzione adattiva), per es effettuando edge-collapse o edge split (il contrario) per avere una risoluzione adeguata
- ✓ Tipicamente vengono generate tri-mesh irregolari ad alta risoluz.



100

## Digital Sculpting



101