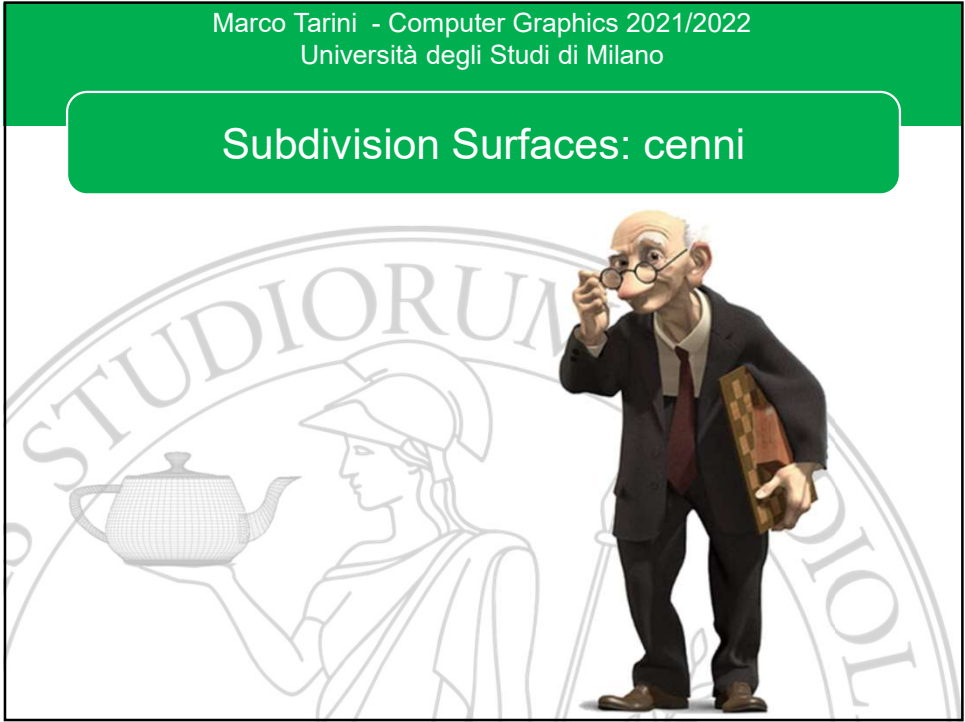




1

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

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

2

Suddivisione di una curva

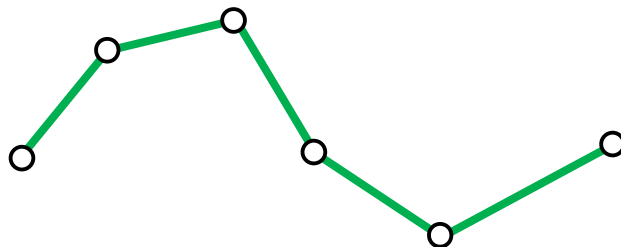
- ✓ Una linea curva può essere approssimata da una linea spezzata
- ✓ Suddividere (*subdivide*) una linea spezzata C: ottenere una versione più ad hi-res di C, costruendo per ogni segmento di C dei segmenti più piccoli
- ✓ Esistono molti procedimenti diversi
- ✓ Uno dato schema prescrive:
 - ⇒ come ottenere la nuova connettività (quali nuovi vertici aggiungere, come connettere vecchi e nuovi vertici con nuove facce, se mantenere o no i vertici originali)
 - ⇒ come ottenere la nuova geometria (e attributi)



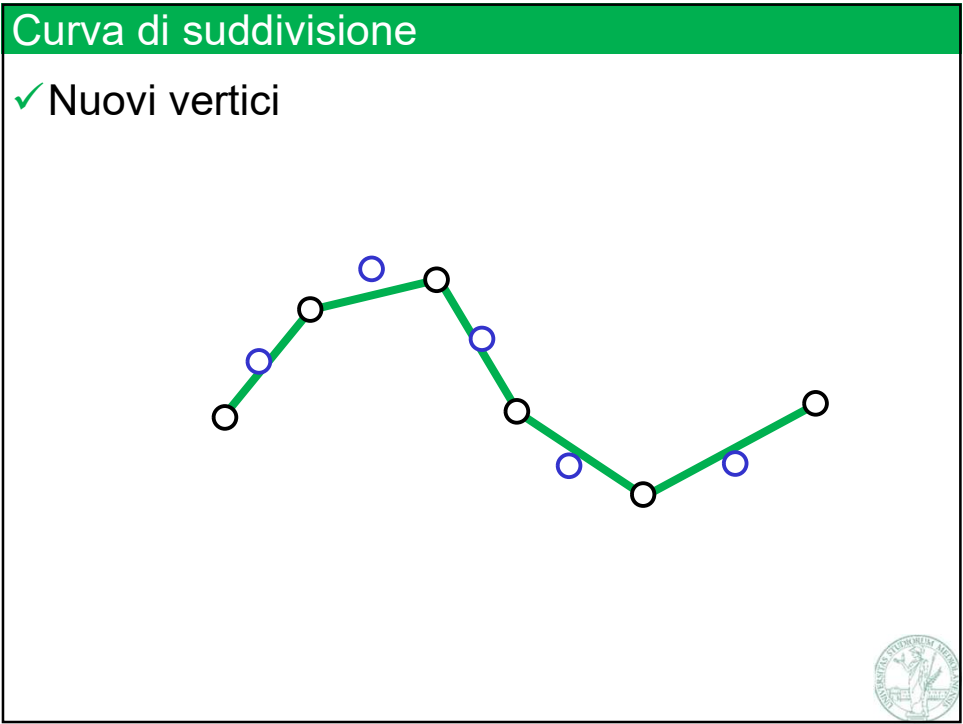
3

Curva di suddivisione

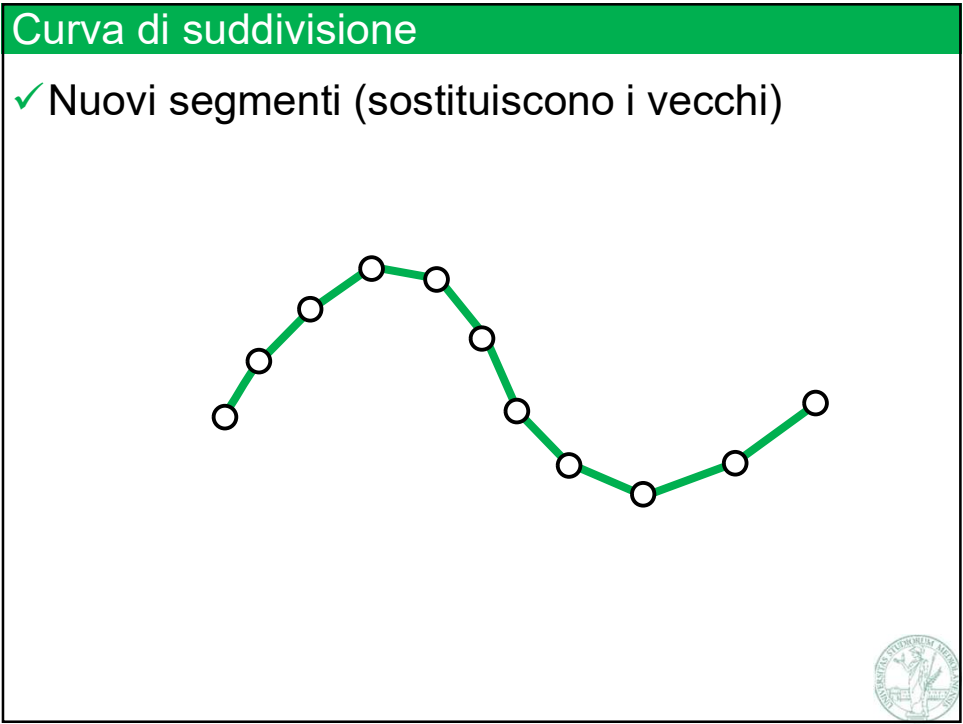
- ✓ Linea spezzata iniziale



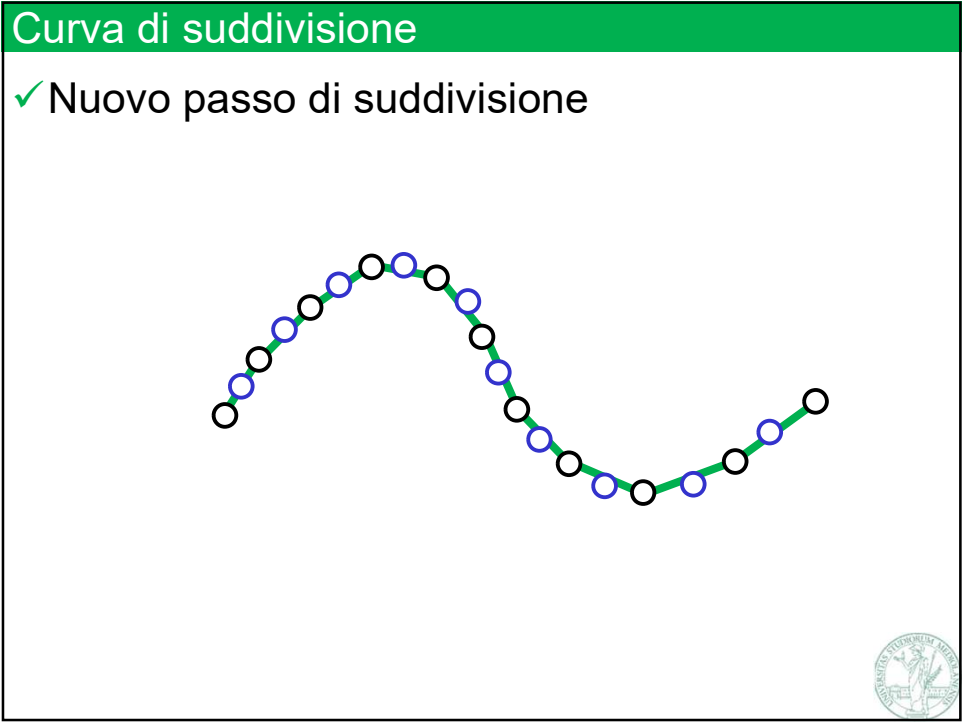
5



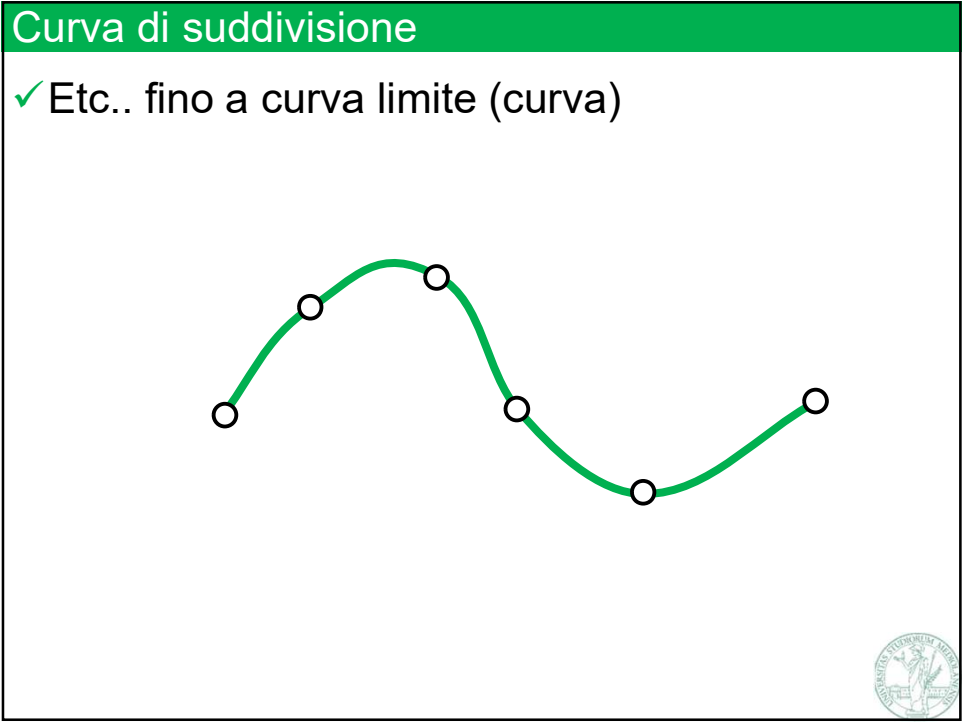
6



7



8



9

Schemi di suddivisione per linee

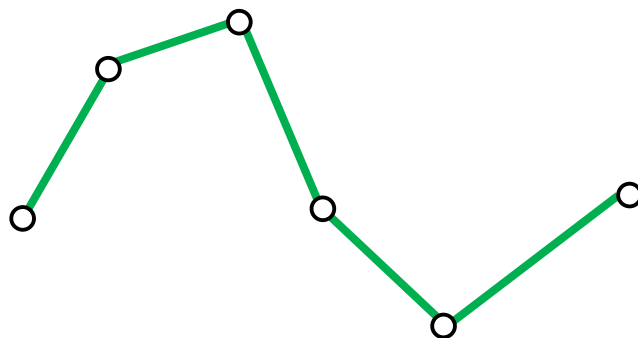
- ✓ Esistono molti schemi di suddivisione per curve
- ✓ Ad ogni passaggio, i vertici pre-esistenti...
 - ⇒ ...vengono lasciati inalterati.
Schemi detti «interpolativi»,
(perché la curva limite
passa da i vertici di partenza)
 - ⇒ ...vengono spostati in una nuova posizione
schemi detti «approssimativi» (perché la curva limite
si avvicina solo, approssima, i vertici di partenza)
 - ⇒ Vengono rimossi (schemi detti «duali»)
- ✓ Uno schema di suddivisione prescrive:
 - ⇒ Dove posizionare i nuovi vertici
(come funzione dei vertici vicini)
 - ⇒ Se mantenere i vecchi vertici;
se sì: se e dove riposizionarli
(come funz dei vertici vicini)



10

Curve subdivision: esempio di schema duale

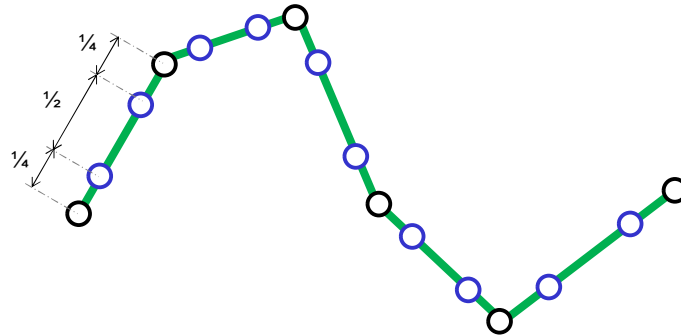
- ✓ Linea spezzata base



11

Curve subdivision: esempio di schema duale

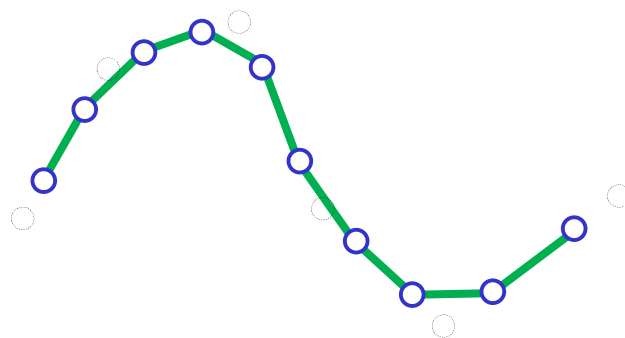
✓ Introdurre due nuovi vertici per segmento



12

Curve subdivision: esempio di schema duale

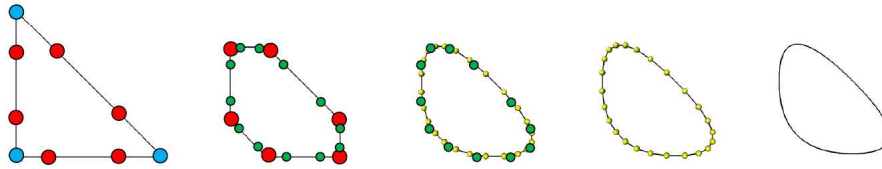
✓ Rimuovere i vertici precedenti



14

Curve subdivision: esempio di schema duale

✓ Esempio con curva chiusa



15

Suddivisione di una mesh

- ✓ Suddividere (*subdivide*) una mesh M :
ottenere una versione più ad hi-res di M ,
suddividendo ogni poligono di M
in poligoni più piccoli
 - ⇒ Attraverso un procedimento automatico,
adottando cioè uno «schema di suddivisione»
- ✓ Esistono molti schemi diversi
- ✓ Uno dato schema prescrive:
 - ⇒ come ottenere la nuova **connettività**
(quali nuovi vertici aggiungere, come connettere
vecchi e nuovi vertici con nuove facce)
 - ⇒ come ottenere la nuova **geometria** (e attributi)



17

Subidivision surface

- ✓ Iterando il processo di suddivisione, si converge ad una «superficie limite»
- ✓ Differenze principali fra schemi:
 - ⇒ Interpolativi VS Approssimativi VS Duali (come visto per le curve)
 - ⇒ Poligonalità della mesh richiesta in input, e prodotta in output
Tri-mesh? Quad-mesh?
Mesh poligonale in generale?
 - ⇒ Caratteristiche della superficie limite, in termini di smoothness (continuità di normale e/o curvatura)



18

Alcuni schemi di suddivisione comuni per mesh

- ✓ Catmull-Clark
- ✓ Doo-Sabin
- ✓ Loop
- ✓ sqrt(3)
- ✓ Butterfly
- ✓ Kobbelt

recente aumento
di popolarità
(GPU friendliness)



19

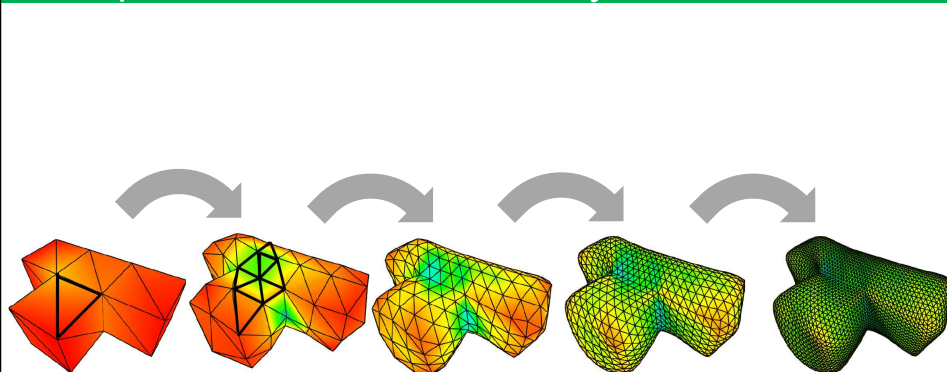
Schemi di suddivisione per mesh: differenze

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">✓ Operano da:<ul style="list-style-type: none">⇒ tri-mesh, o⇒ polygonal mesh, o⇒ pure-quad mesh✓ Connettività:<ul style="list-style-type: none">⇒ quali nuovi vertici produrre?⇒ come connetterli con nuove facce ed edge?✓ Geometria:<ul style="list-style-type: none">⇒ come ottenere le coordinate (e gli attributi) dei nuovi vertici (a partire dai vertici originali?)⇒ solo per schemi approssimativi: dove spostare i vertici originali? | <ul style="list-style-type: none">✓ Ottenendo:<ul style="list-style-type: none">⇒ tri-mesh, o⇒ polygonal mesh, o⇒ pure-quad mesh |
|--|--|



20

Esempio: suddivisione "butterfly"

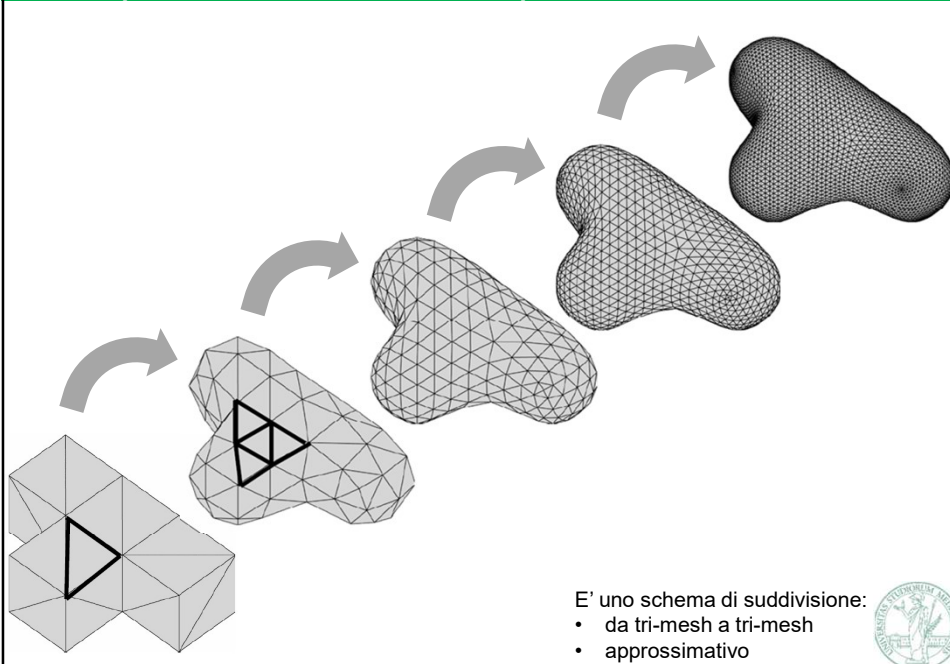


- E' uno schema di suddivisione:
- da tri-mesh a tri-mesh
 - interpolativo



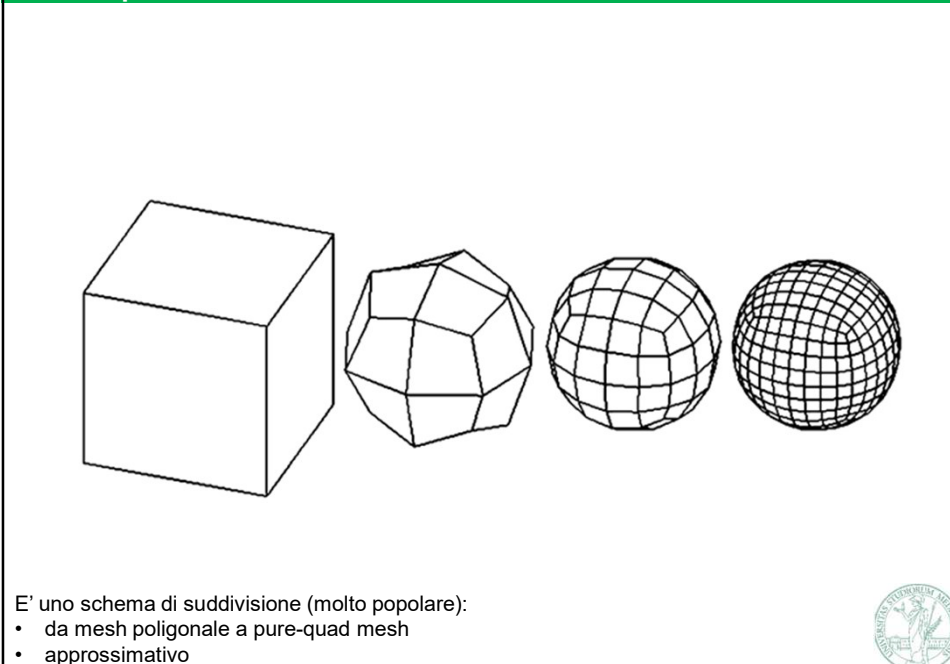
21

Esempio: suddivisione Loop

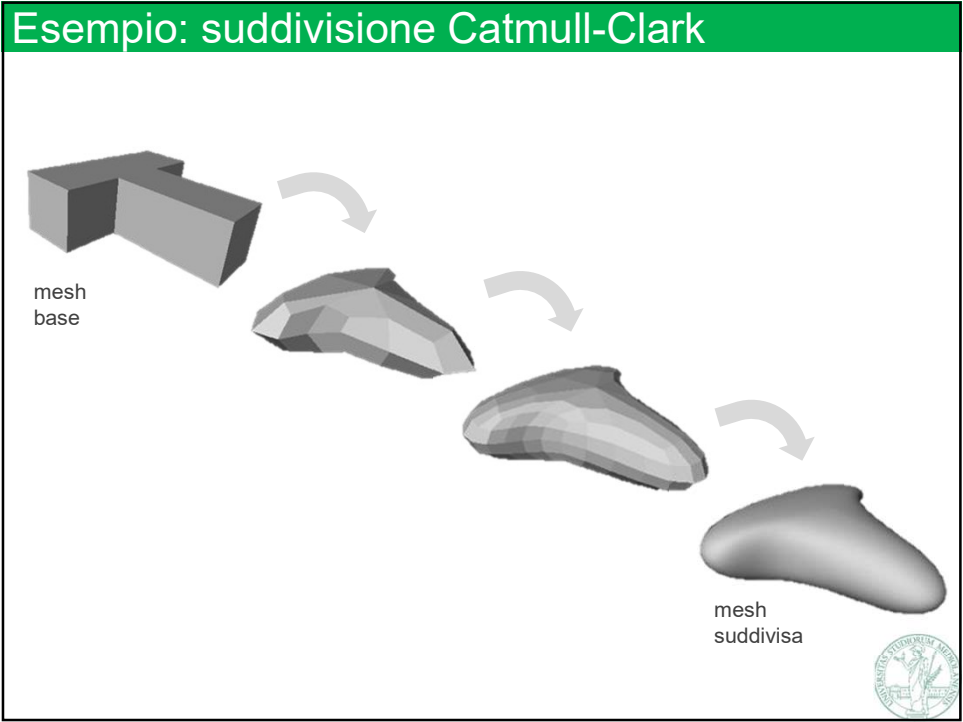


35

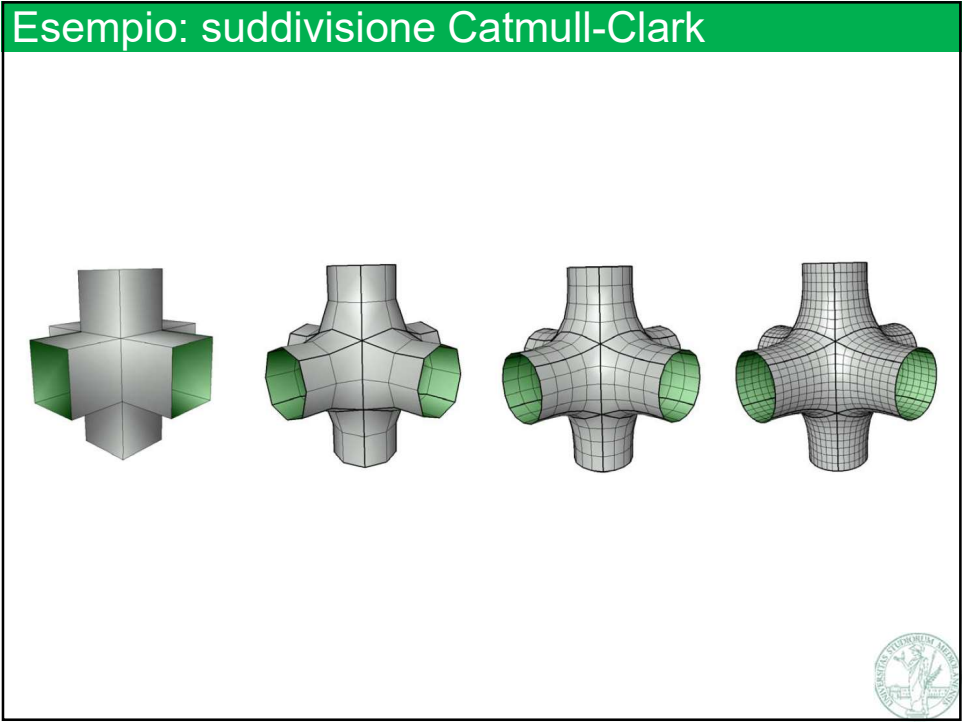
Esempio: suddivisione Catmull-Clark



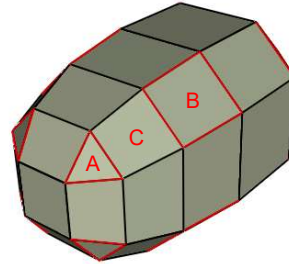
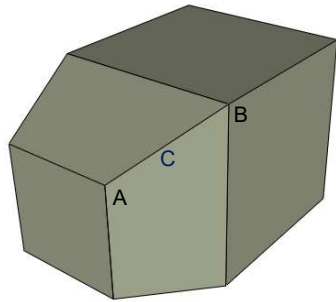
38



39



Esempio: Suddivisione Doo-Sabin



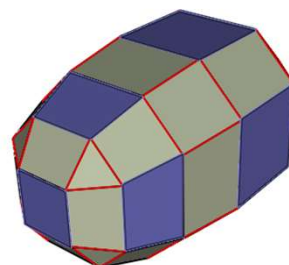
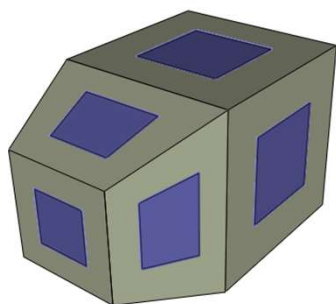
A: vertice a valenza 3
B: vertice a valenza 4
C: edge che connette A a B

A: faccia di 3 lati
B: faccia di 4 lati
C: faccia (4 lati)



43

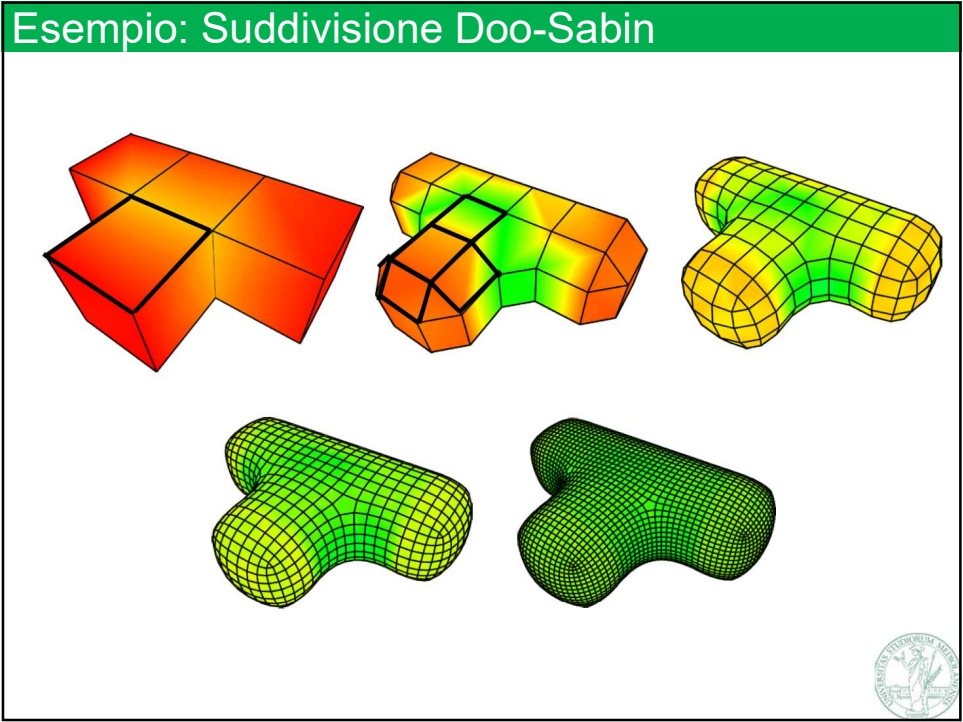
Esempio: Suddivisione Doo-Sabin



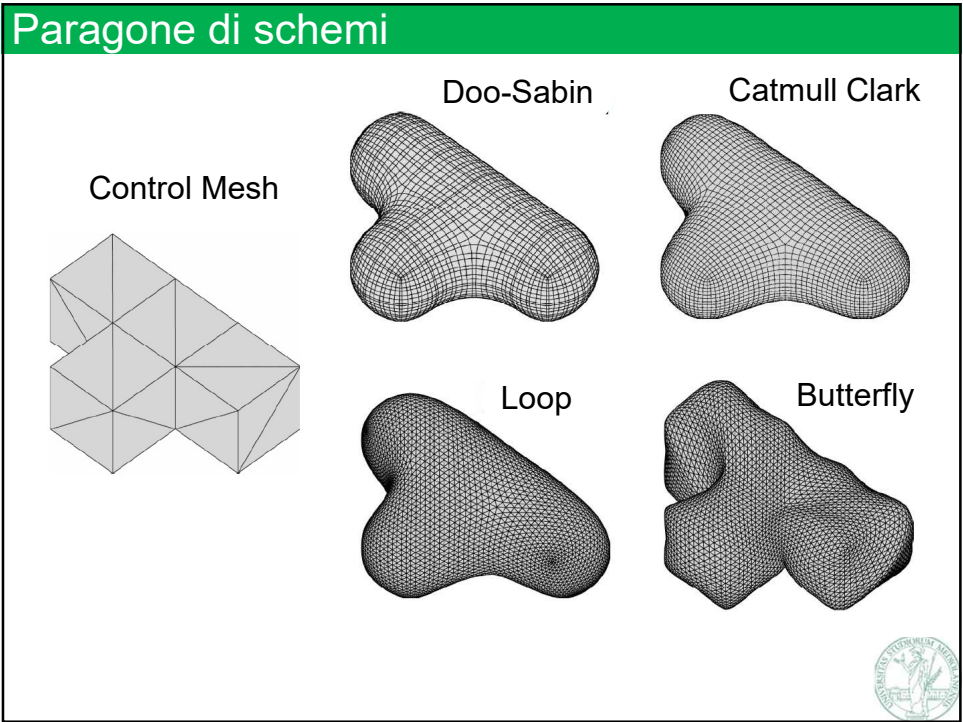
E' uno schema di suddivisione:
• da mesh poligonale (generica) a mesh poligonale (generica)
• duale.



44



45



47

Due modi di usare uno schema di suddivisione

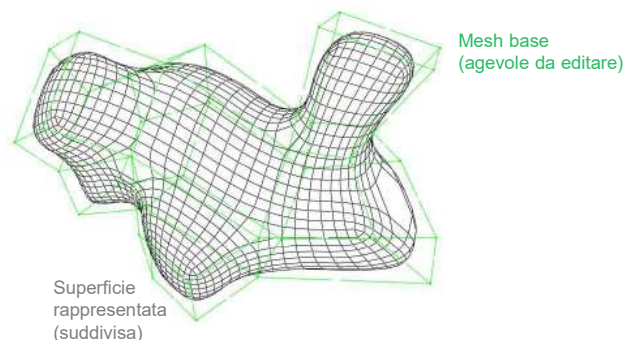
- ✓ Come modo per rappresentare superfici curve
 - ⇒ La mesh poligonale iniziale, detta **control mesh**, o **base mesh** serve come rappresentazione della **limit surface**
 - ⇒ Come fase del rendering, la base mesh viene suddivisa (per n passi) e mandata a schermo (come mesh poligonale)
 - ⇒ Il modellatore manipola la control mesh come sostituto della limit surface
- ✓ Come strategia per costruire mesh poligonali hi-res
 - ⇒ Modellazione low-poly di una mesh iniziale
 - ⇒ il modellatore richiede un passo di suddivisione ogni volta che voglia incrementare la risoluzione
 - ⇒ la mesh risultante può essere modificata e/o suddivisa ulteriormente
 - ⇒ nota: la mesh iniziale può essere poi scartata



49

Superfici di suddivisione

- ✓ Come rappresentazione di superfici smooth



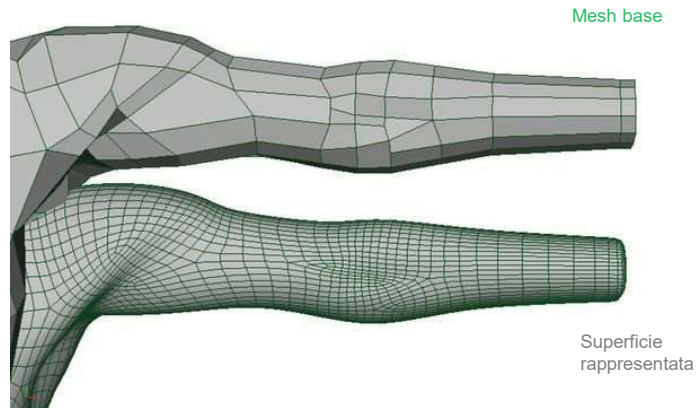
(Doo-Sabin)



50

Superfici di suddivisione

✓ Come rappresentazione di superfici smooth

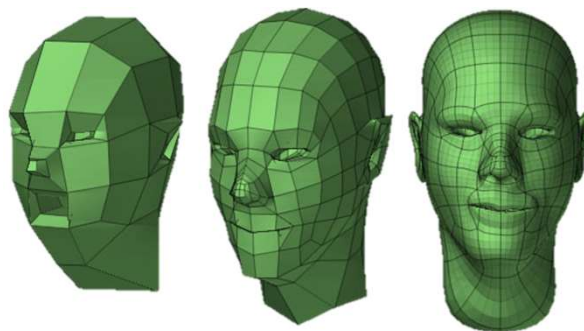


51

Sup. di suddivisione come strategia per la modellazione

Processo iterativo:

- 1- Modellare "mesh" (low poly editing)
- 2- Suddivisione
- 3- Ritocco!
- 4- Goto 2



(Catmull-Clark)

52