Corso di
Grafica Computazionale

Real-Time Rendering
Introduzione all'hardware grafico

Docente:

Massimiliano Corsini

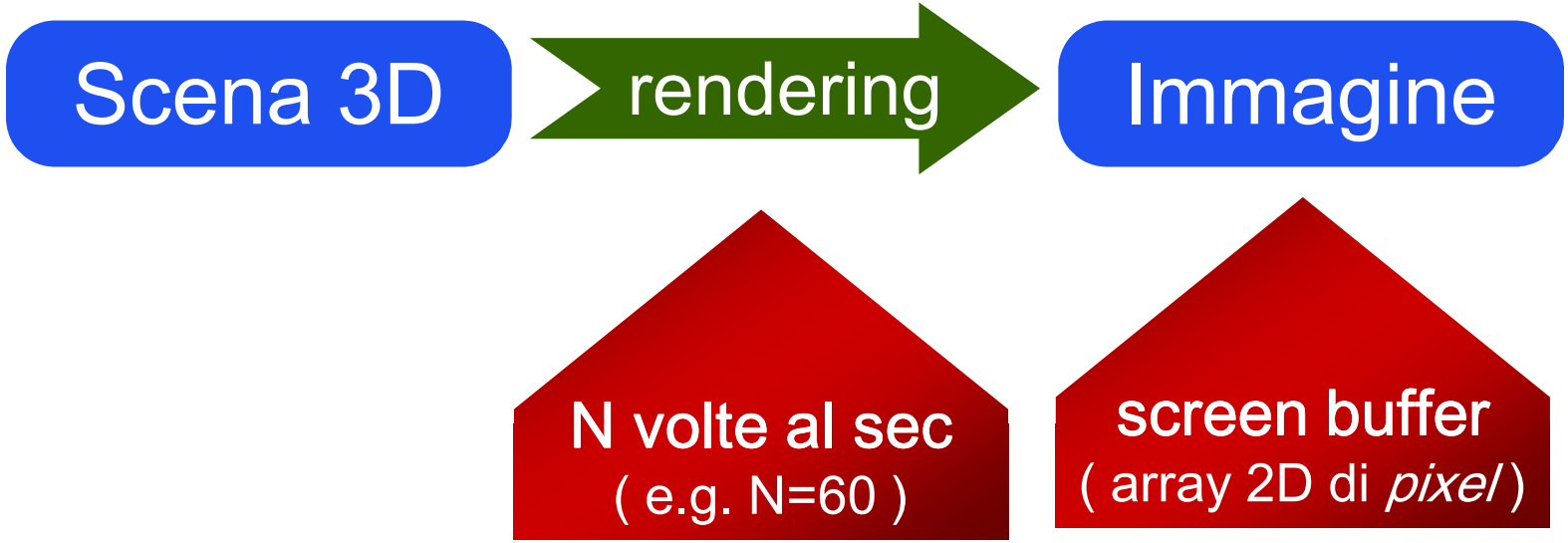
Laurea Specialistica in Ing. Informatica

Facoltà di Ingegneria
Università degli Studi di Siena

Hardware Grafico

- Caratterizzato dalla cosiddetta *pipeline di rendering*
- La *pipeline di rendering* è la serie di stages di elaborazione che i dati della scena attraversano per diventare immagine
- La moderna pipeline di rendering è *programmabile* → *vertex shaders, pixel shaders*
- *Parallelismo estremo* per garantire alte prestazioni

Hardware Grafico



Double-buffering → permette di eliminare effetti di flickering
Un buffer viene usato per disegnare, un altro viene mostrato, al momento opportuno si scambiano rapidamente.

Transfer-Rate

- **pixel** = 32 bit = 4 bytes ("pixel depth")
- **screen buffer** = 1024 x 768 pixels ("screen resolution")
- **frame rate** = 60 Hrz ("fps")

- **total (fill-rate)** = 4 x 1024 x 768 x 60 byte al sec

188 MegaBytes / sec

Hardware Specializzato

- Vantaggio di disporre di hardware specializzato per la grafica: **efficienza**
  - computazioni più ripetute hard-wired nel chipset
  - resto dell'applicazione libera di utilizzare la CPU e RAM base
  - sfruttamento del **parallelismo** implicito nel problema di rendering
    - sotto forma di parallelismo di pipeline
    - sotto forma di parallelismo *in ogni fase* del pipeline
- Svantaggio: **rigidità**
  - vincola l'approccio usato per fare rendering...

Paradigma: Rasterization-based

- Raytracing
- Rasterization based
- Image based (per es. light filed)
- Radiosity
- Photon Mapping
- ...

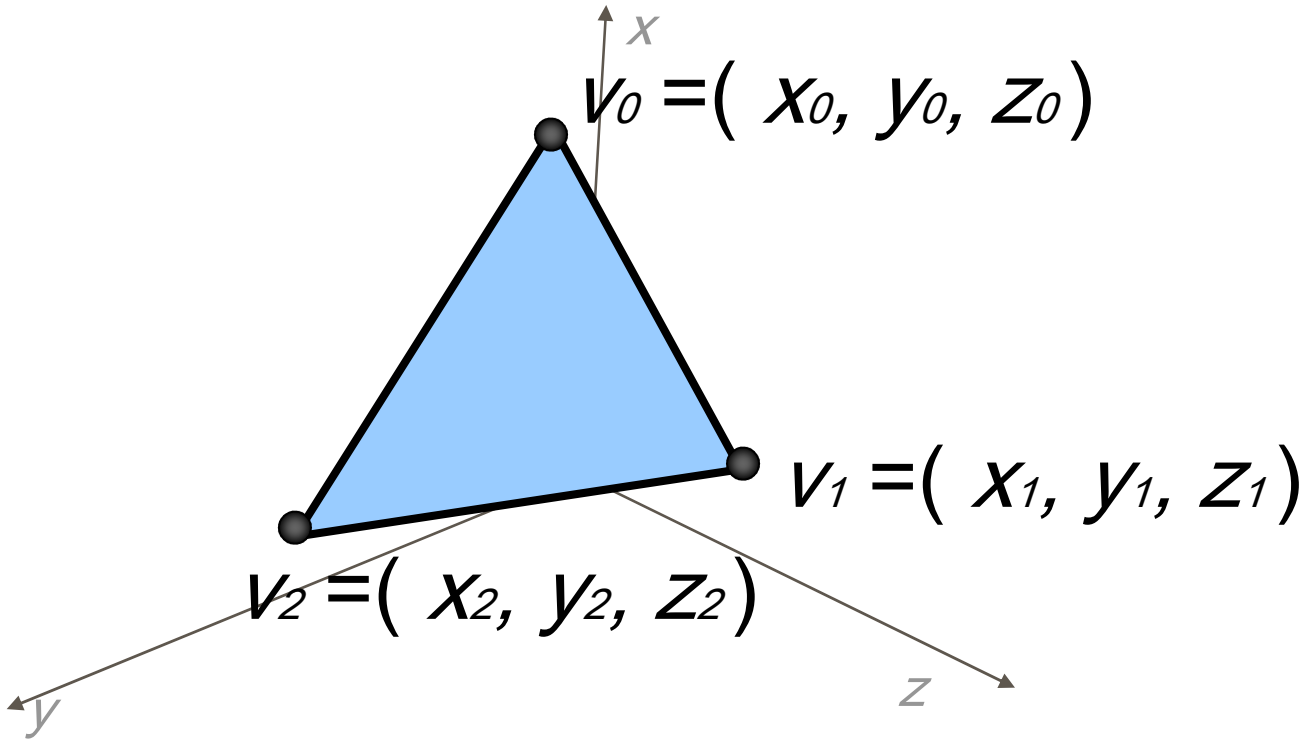
RASTERIZZAZIONE DI TRIANGOLI

Un pò di storia...

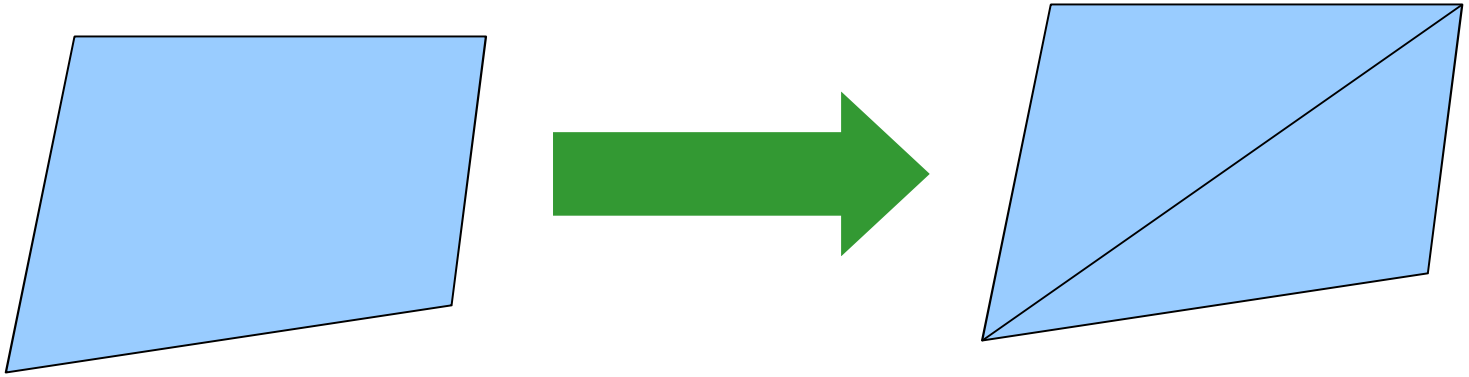
- ~20 anni:
  - dalla metà degli '80 (e.g.: SGI Iris - 1986)
    - dalla metà dei '90 si comincia a passare dai mainframes ai PC
- progressi enormi
  - nella efficienza
    - piu' che "Moore's Law": **~2.4x / year** invece di **~1.6 / year**
  - nella funzionalità
    - Daremo una sguardo alle architetture più moderne e qualche cenno al futuro (molto prossimo) della pipeline.

Rasterizzazione di Triangoli

- punto primo: **tutto sia composto da triangoli** (3D)
  - o al limite da punti o segmenti



Quadrilateri → triangoli



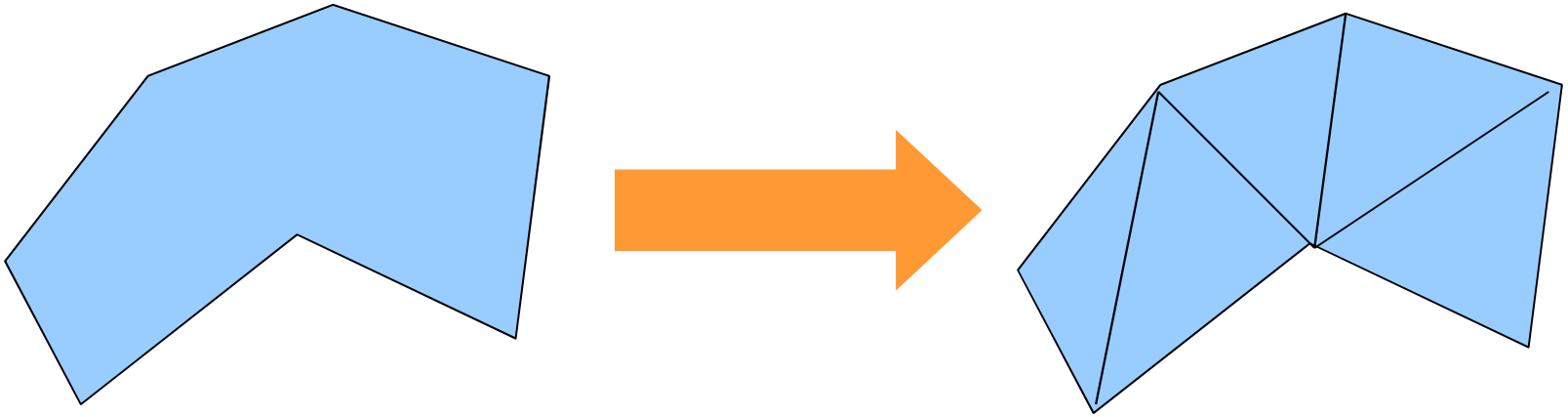
un quadrilatero?

due triangoli!

"quad"

"diagonal split"

Poligoni → triangoli

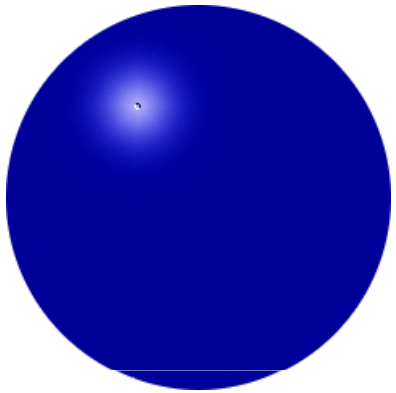


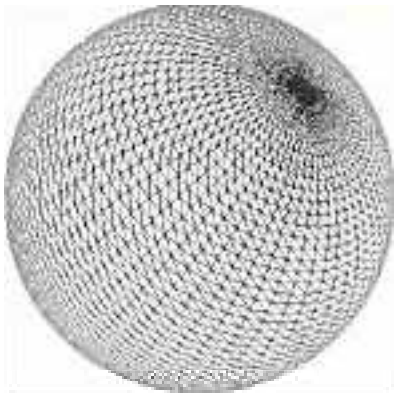
un poligono a *n* lati?

(n-2) triangoli!

triangolarizzazione di un poligono
non un problema banale

CSG → triangoli

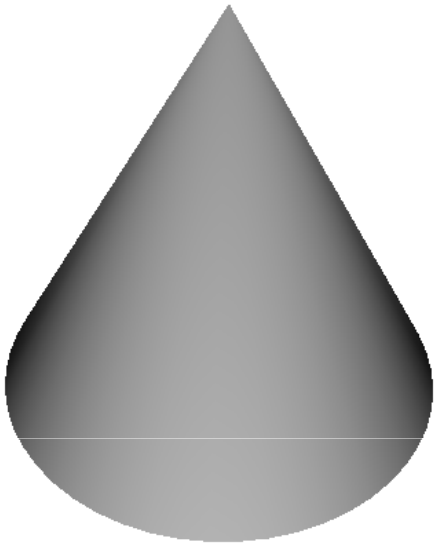


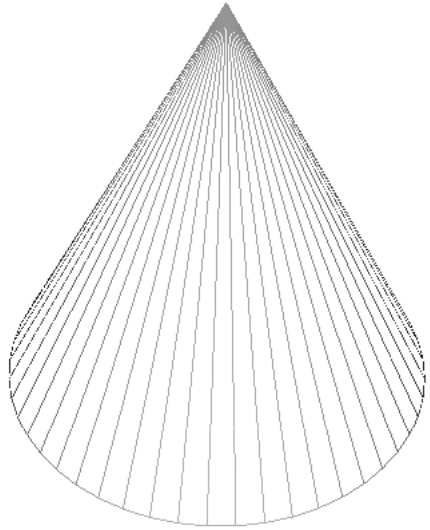


la superficie di
un solido geometrico,
per es. una sfera?

triangoli!

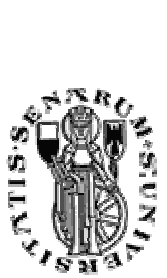
CSG → triangoli



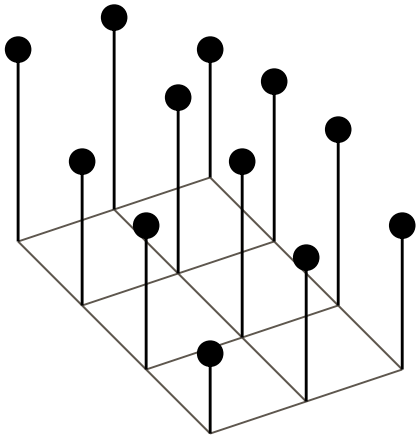


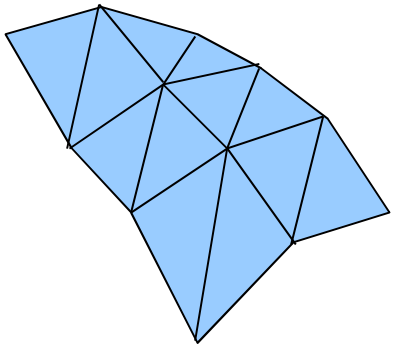
la superficie di
un solido geometrico,
per es. una cono?

triangoli!



Height field → triangoli

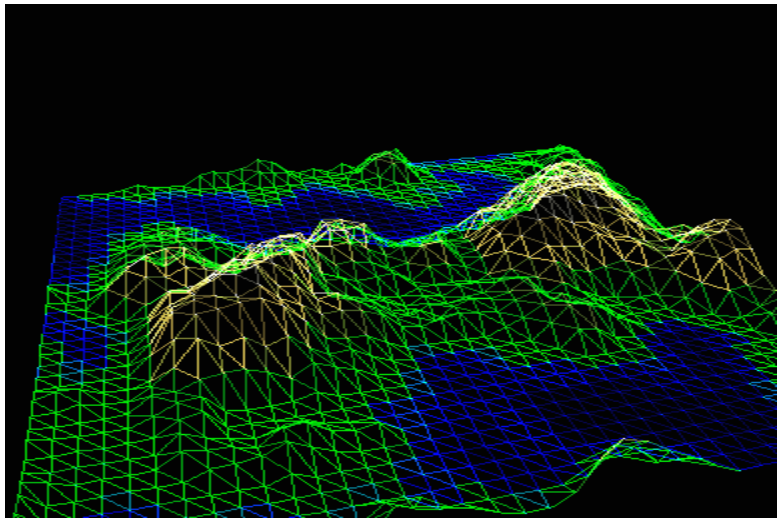




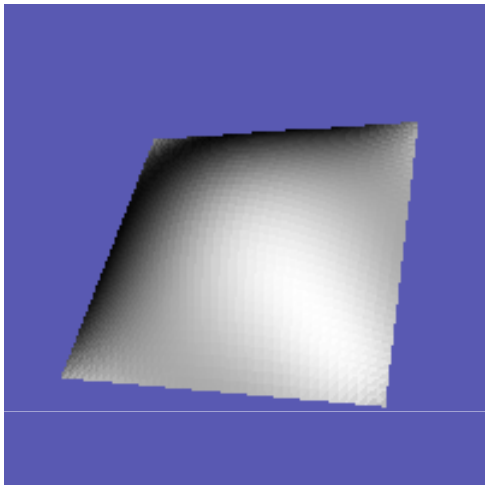
triangoli!

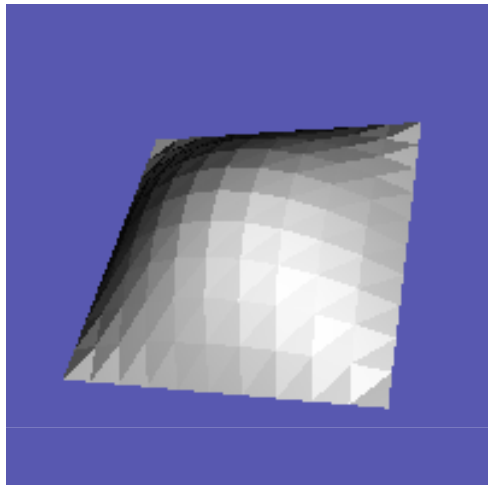
un campo d'altezza?

(array 2D di altezze,
e.g. per modellare un terreno?)



Superfici parametriche → triangoli





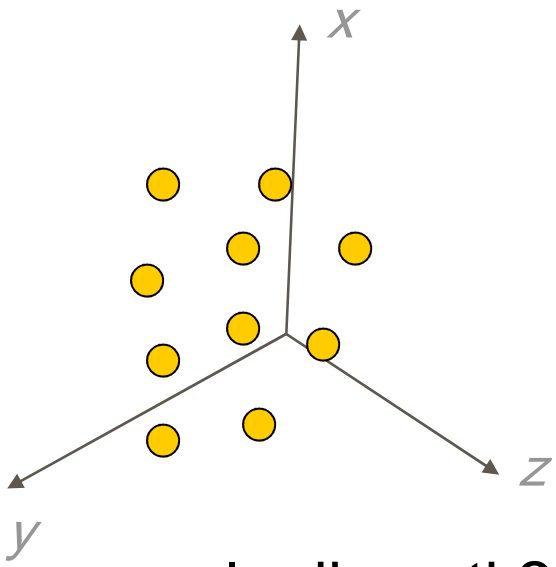
una superficie curva parametrica?

per es. NURBS *, b-splines *...

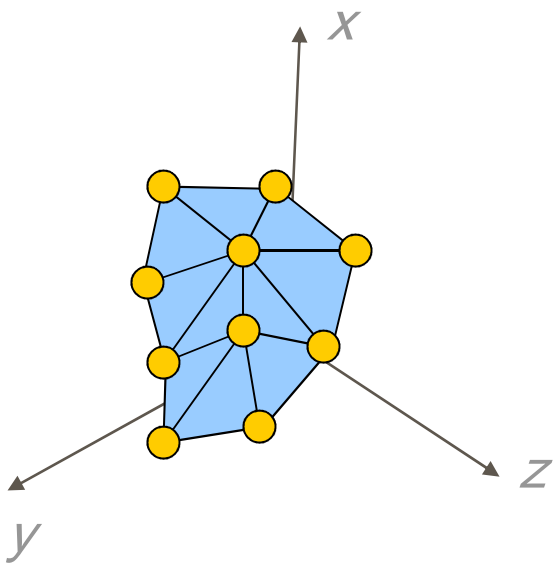
triangoli!

questo è facile. Il contrario, che qualche volta è utile, MOLTO meno (fitting)

Point Clouds → triangoli

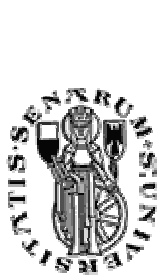


nuvola di punti ?
(*point clouds*)

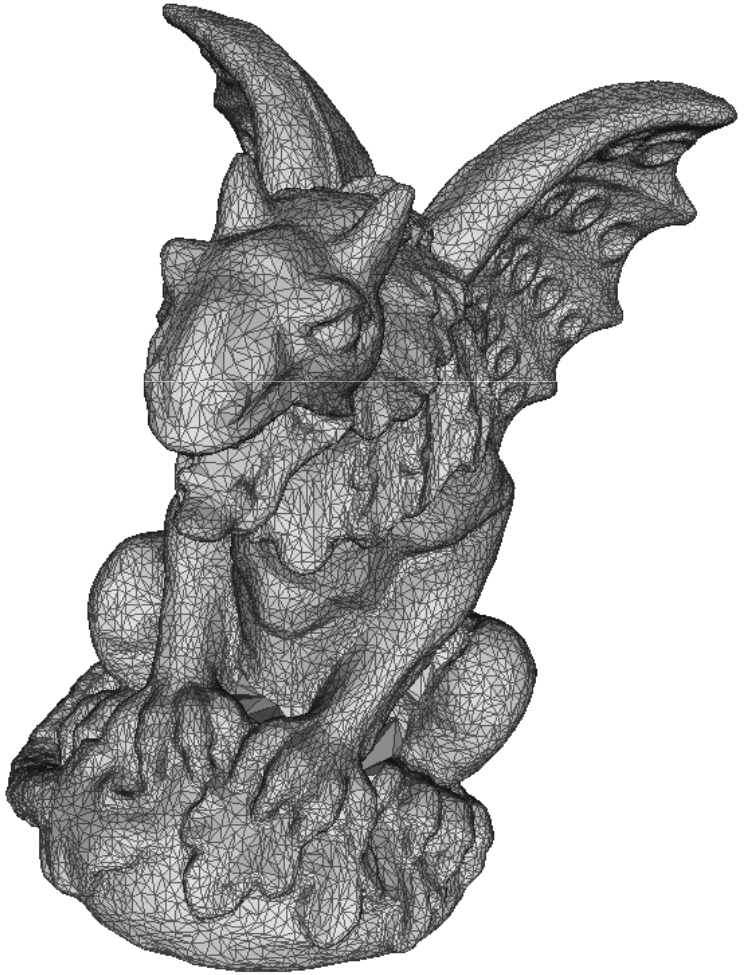


triangoli!

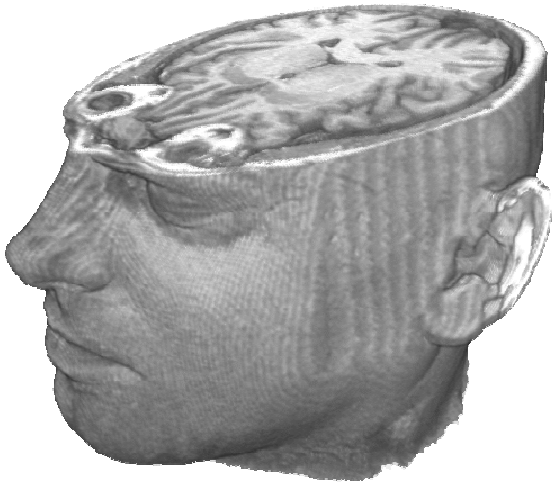
problema molto studiato,
e (nel caso generale) difficile



Point Clouds → triangoli



Voxels → triangoli



volume?

triangoli che definiscono una iso-superficie

triangoli!

algoritmi di segmentation
(e.g. "marching cubes" *)

Superfici implicite → triangoli

superfici implicite?

triangoli che definiscono la superficie esplicitamente

triangoli!

nb: non c'e' un modo solo per farlo.

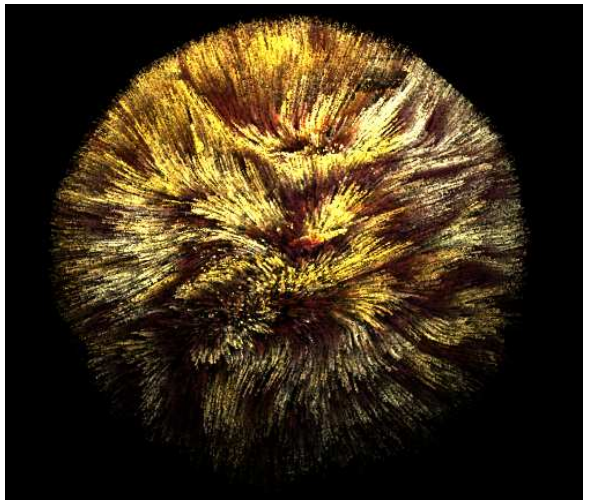
Modo + semplice (non ottimo): campionare volume e estrarre isosuperfice a valore 0

Non solo triangoli...

- Non sempre e' semplice modellare le entità da rappresentare con triangoli, servono anche punti e linee
  - Esempi di applicazione:
    - Punti (particle system): nuvole, fuoco
    - Linee: pelliccia di animali, barba, baffi, capelli

by Niniane Wang

by N. Adabala Univ. Florida



by M. Turitzin and J. Jacobs Stanford University

Domande?