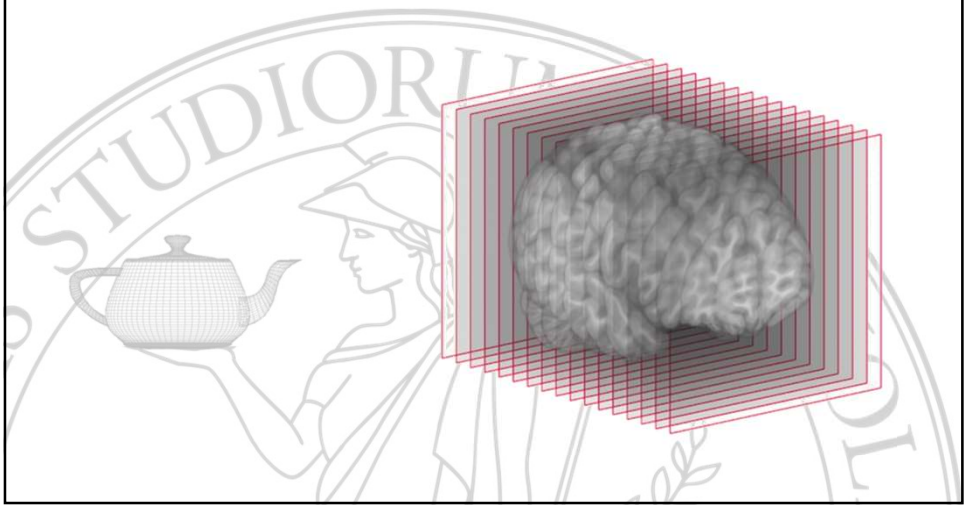
Marco Tarini - Computer Graphics 2021/2022
Università degli Studi di Milano

Rappresentazioni Volumetriche 2/2



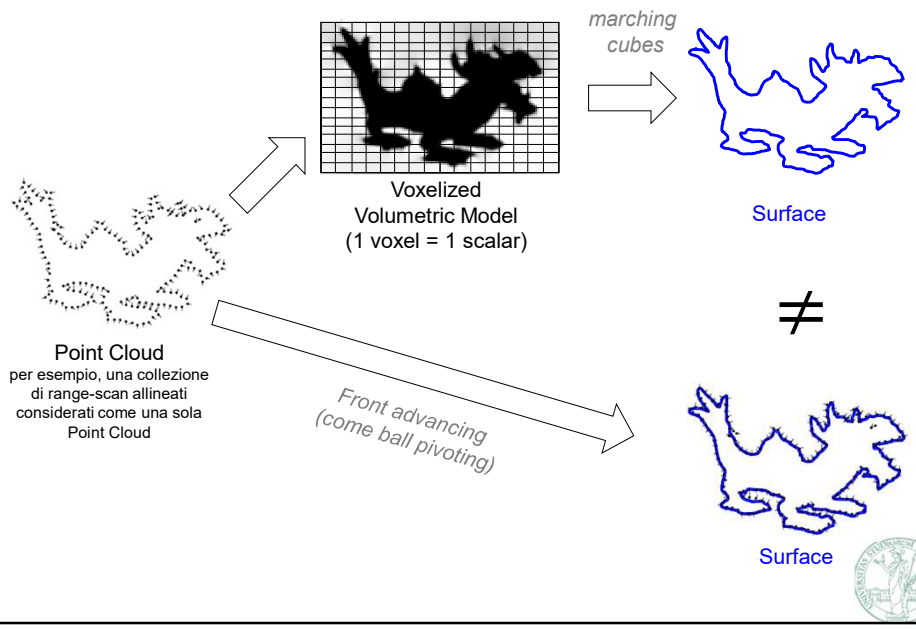
79

Da nuvola di punti a mesh

- ✓ Abbiamo visto due metodi per convertire una nuvola di punti in una mesh
  - ⇒ Modo diretto: con algoritmi di Front Advancing (come Ball Pivoting)
    si aggiunge una connettività che connettere i vertici della nuvola di punti, completando la mesh
  - ⇒ Modo indiretto: si converte la nuvola di punti in un dataset volumetrico voxellizato
    (che campiona nel volume una stima della *signed distance function*)
    e si estrare da questo dataset una mesh poligonale
    (con algoritmo Marching Cubes con soglia 0)

80

Quale metodo è migliore?



81

Da nuvola di punti a mesh

- ✓ Nel **metodo diretto**, si mantengono i punti della point cloud inalterati, come vertici della mesh
- ✓ questo è un problema quando la point cloud presenta difetti come:
  - ⇒ rumore,
  - ⇒ outliers,
  - ⇒ difetti di allineamento (se la nuvola di punti è ottenuta allineando e unendo due nuvole separate, come spesso è il caso),
  - ⇒ densità diverse non volute, accidentali
  - ⇒ parti mancanti
- ✓ Sono difetti comuni nelle point cloud generate da acqusizioni 3D

82

Da nuvola di punti a mesh

- ✓ Nel **metodo indiretto**, i vertici nella mesh finale sono il risultato di stime diversi di posizione
- ✓ questo è uno svantaggio, quando la point cloud è di ottima qualità (accurata, ben distribuita, completa)
  - ⇒ Regola generale: ricampionare un qualsiasi dataset introduce sempre un deterioramento del segnale
- ✓ È invece un grosso vantaggio in altri casi, perché consente di
  - ⇒ (1) abbattere il rumore, fondendo stime diverse (di posizione e normale della superficie) in una solo stima congiunta, più accurata
  - ⇒ (2) completare la superficie, estendendola in modo naturale su zone mancanti
  - ⇒ (3) garantire la two-manifoldness, chiusura, e orientamento consistente del risultato – caratteristiche del Marching Cubes
- ✓ Alcuni problemi ulteriori:
  - ⇒ La mesh risultante è molto irregolare e presenta triangoli di forma sfavorevole (lontano da equilatera) – altre caratteristiche del Marching Cubes
  - ⇒ Il dataset volumetrico è affetto dalla curso of dimensionality, O(n^3) memoria:
    usando alte risoluzione, diviene molto oneroso, unfeasible
    usando basse risoluzioni, si perdono molti dettagli geometrici
  - ⇒ Vediamo ora una strategia comune per affrontare quest'ultimo problema

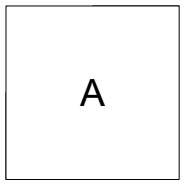
83

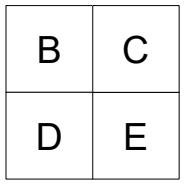
Dataset volumetrici a griglia adattivi

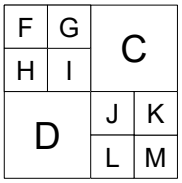
- ✓ Il problema della «curse of dimensionality» è dovuto all'uso di risoluzione di un dataset di voxel non è *adattiva*
- ✓ Esistono strutture dati più compatte, perchè dotate di risoluzione adattiva
- ✓ Una delle più diffuse è l'oct-tree
  - ⇒ Vediamo prima una sua versione 2D: il quad-tree
  - ⇒ In questi primi esempi, ipotizziamo di voler rappresentare in forma di quad-tree un dataset "voxelizzato" (ma in 2D) con 1 bit per voxel (1 = pieno , 0 = vuoto)

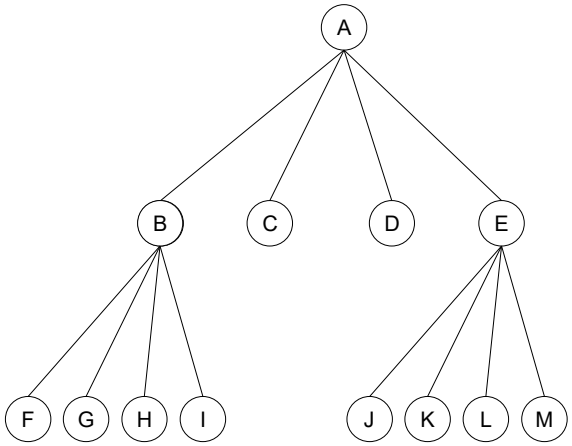
84

Quad Tree



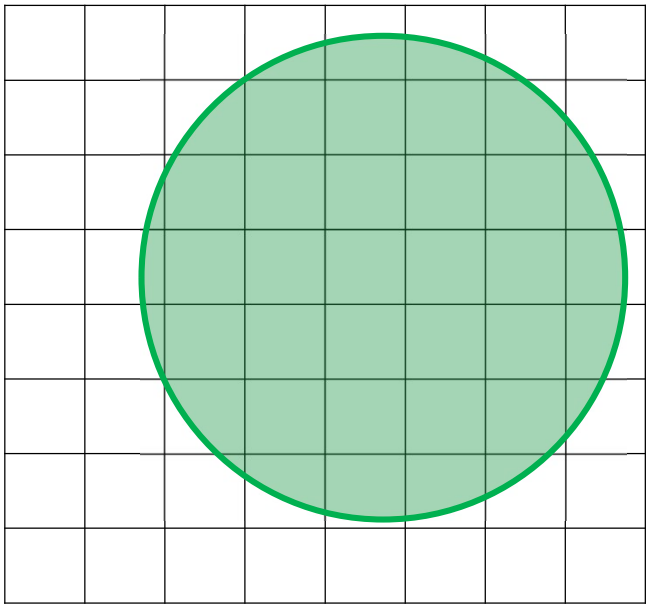






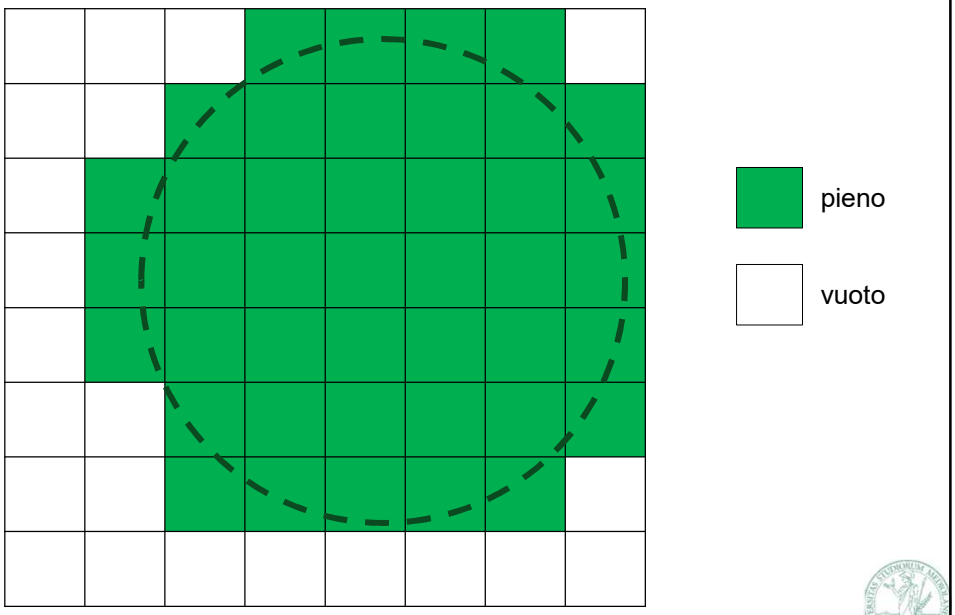
85

Esempio. 1/4: la forma da rappresentare



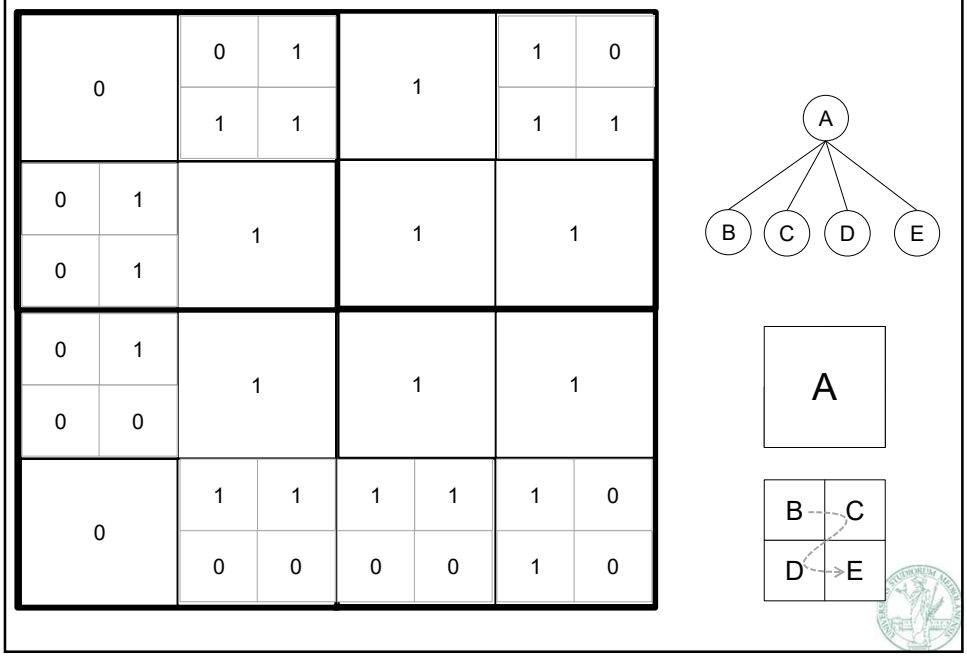
89

Esempio. 2/4: “voxellizzazione” (ma in 2D)



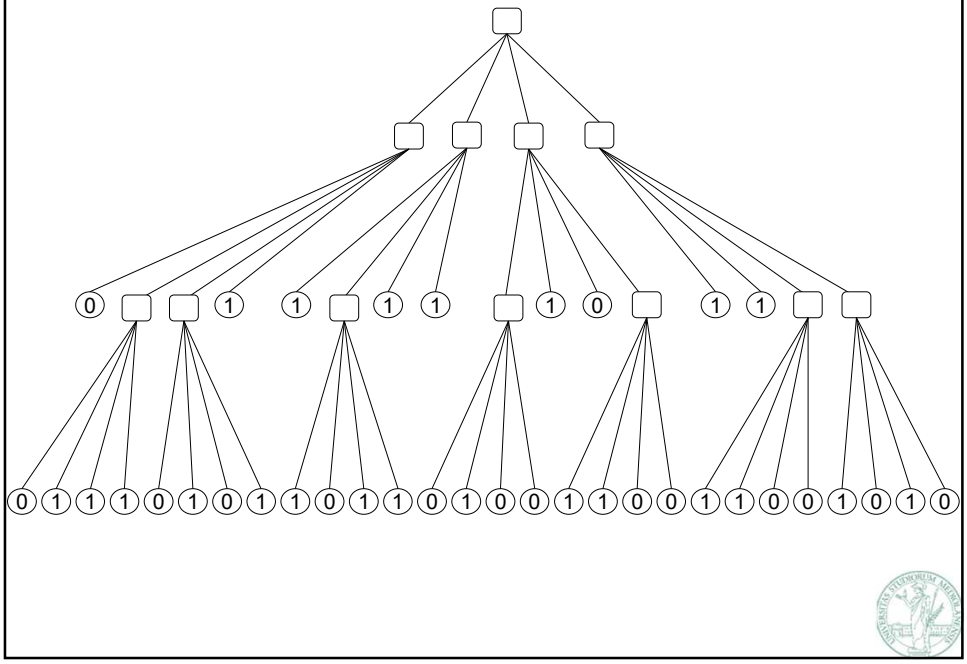
90

Esempio. 3/4: quad-tree (scomposizione)



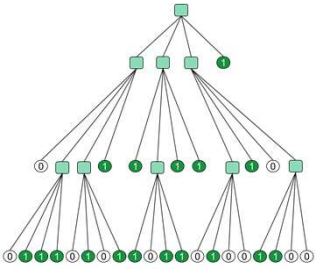
91

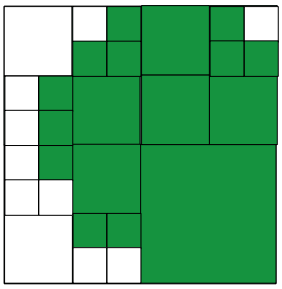
Esempio. 4/4: quad-tree (l'albero)



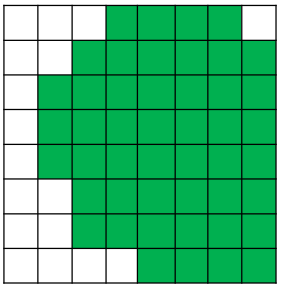
92

Un altro esempio





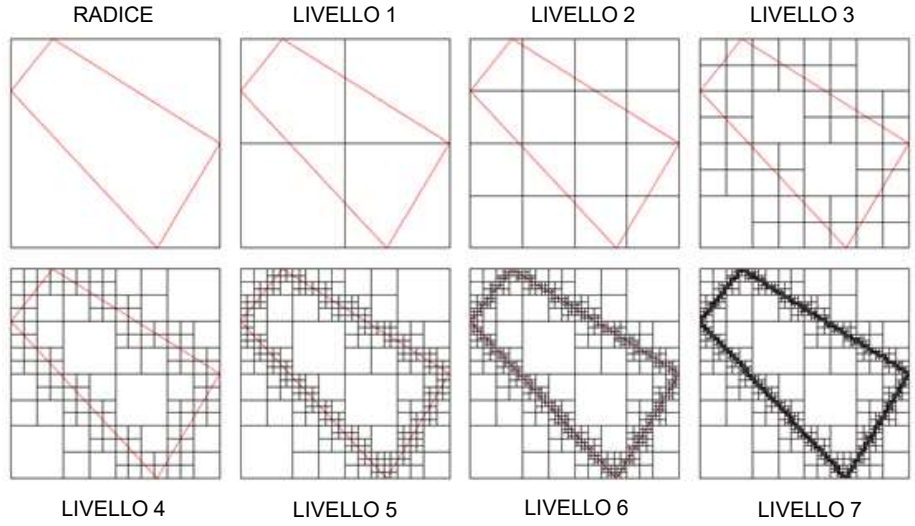
Come quad-tree:
solo 28 foglie
(+9 nodi interni)



Come volume di
voxel equivalente:
8x8 = 64 voxel

94

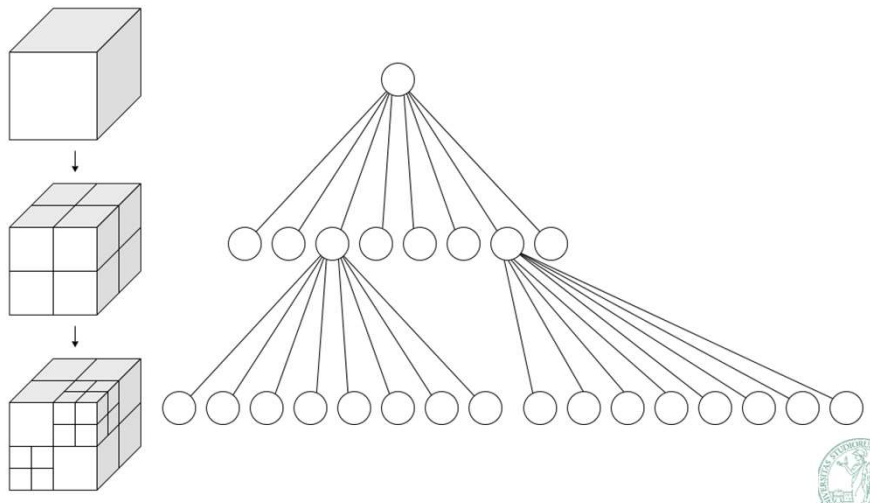
Quad tree: altro esempio



Ad ogni livello, solo alcuni dei nodi vengono ulteriormente suddivisi (gli altri, sono foglie)

95

Oct Tree: concetto simile, per 3D



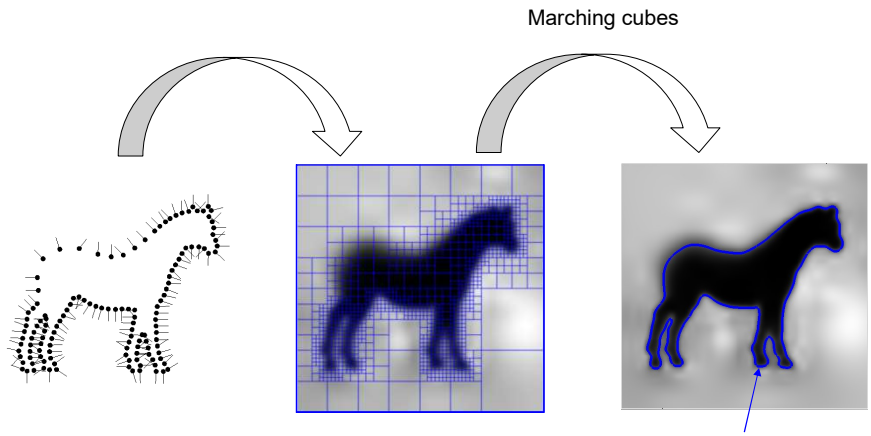
96

Oct-tree: sommario

- ✓ Struttura ricorsiva, ad albero
- ✓ Un'alternativa molto più efficente a dati una voxelizzati
- ✓ Ogni nodo è associato ad un cubo nel volume
  - ⇒ Radice: associato all'intero dataset
  - ⇒ Hanno 8 figli, uno per ciascun ottavo del padre
  - ⇒ Foglie: memorizzano il dato da momorizzare nei voxel (ad esmpio, 1 bit – pieno o vuoto oppure un valore di signed distance field
- ✓ Numero totale nodi: circa proporzionale all'estensione del bordo dell'oggetto rappresentato
  - ⇒ è quindi quadratico, non cubico, con la risoluzione!

97

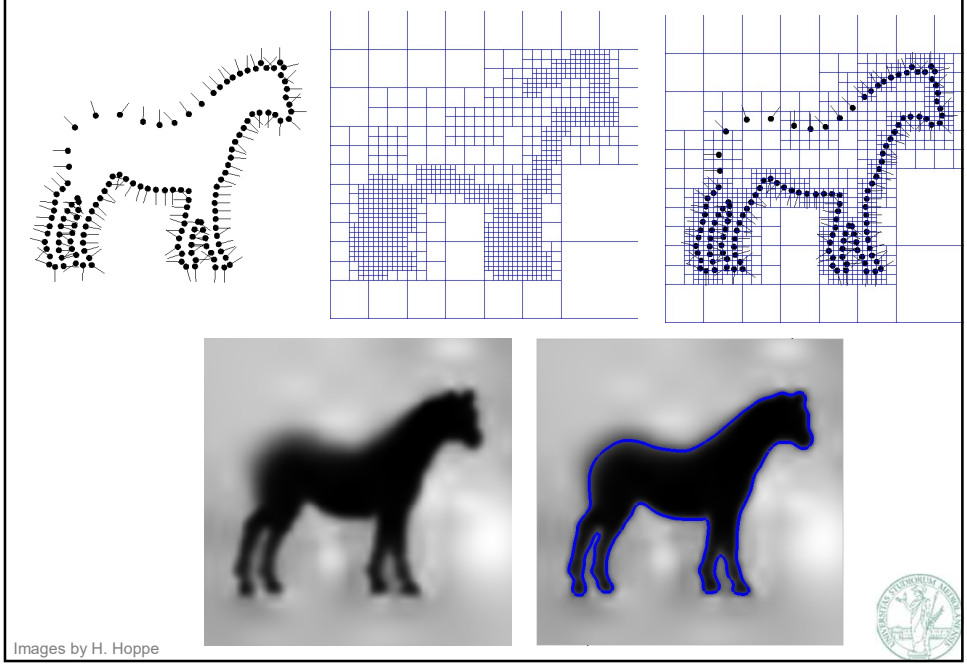
Poisson Surface Reconstruction con OctTree



Images by H. Hoppe

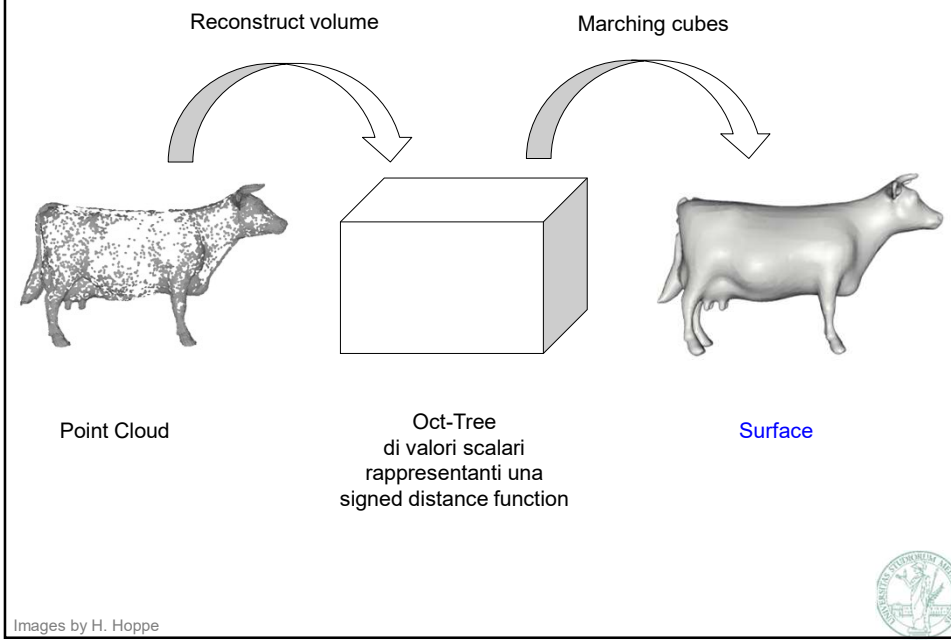
98

Poisson Surface Reconstruction



99

Poisson Surface Reconstruction



100