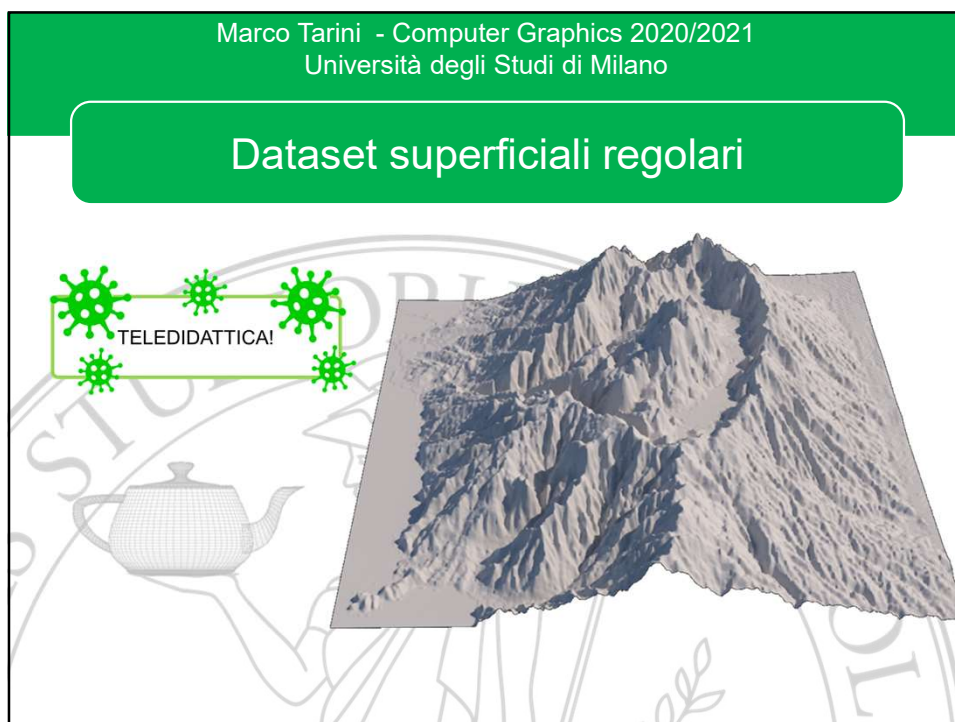




1

Una (imprefetta) 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		
VOLUM ETRICI	(3-manifold)	Voxelized Volume Volumetric Textures	Tetra Mesh	Hexa Mesh	Implicit models (es. CSG)	

3

Height fields, Range scans, e Geometry Images

- ✓ Sono tre strutture dati **superficiali** che si basano su un concetto simile:
 - ⇒ Campionamento della superficie
 - ⇒ I campioni sono memorizzati su una **griglia regolare 2D**
 - ⇒ **Connettività implicita**: ogni campione è implicitamente connesso ai propri vicini di griglia
- ✓ Vediamo ciascuna di queste strutture



4

Height fields, Range scans, e Geometry Images

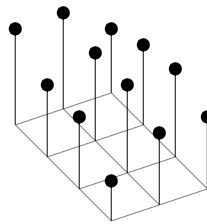
- ✓ Vantaggi comuni di queste strutture:
 - ⇒ La connettività è **implicita** (non va memorizzata)
 - ⇒ Anche le relazioni di adiacenza fra elementi sono **implicite**
 - ⇒ **Multi-risoluzione** semplice da ottenere (come per le immagini)
 - ⇒ Geometry processing può essere **parallerizzato**: molto facile da ottenere (usando la GPU)
 - ⇒ **Machine learning** su forme 3D: reso semplice dalla regolarità
 - ⇒ Analogia con **immagini 2D** (molti vantaggi – es compressione, editing, filtering)
- ✓ Svantaggi comuni:
 - ⇒ Risoluzione **non adattiva**
 - ⇒ **Espressività** limitata (molte forme non possono essere rappresentate)



5

Campo di altezze

- ✓ Campo di altezze (height field)
 - ⇒ o mappa di altezze (height map)
 - ⇒ o modello «2.5D» (2.5D model)
 - ⇒ o mappa di profondità (depth map)



```
float[][] height = new float[resX][resY];
```

6

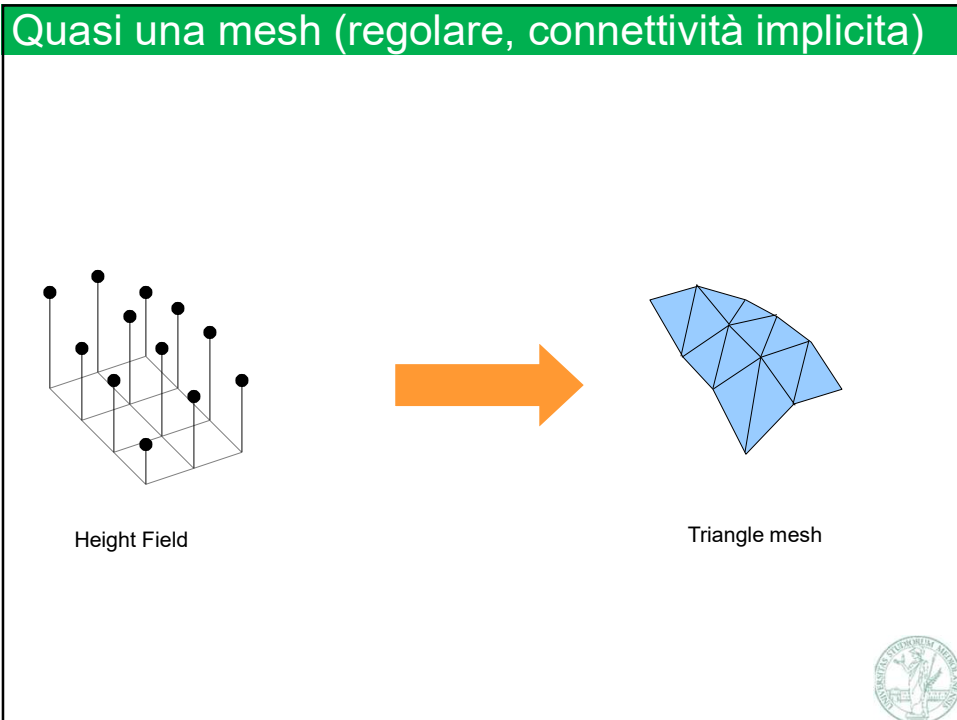
Campo di altezza

```
var height[resX][resY]float;
```

- ✓ Array 2D di valori *scalari*
 - ⇒ Il valore ad indice x, y rappresenta il punto 3D di coordinate $(x, y, \text{height}[x][y])$
 - ⇒ Vantaggio: 2 su 3 delle coordinate non devono essere memorizzate! Solo la z
 - ⇒ Molto utilizzato per terreni
 - ⇒ Possono modellare solo funzioni da x, y a
 - Quindi no sottopassaggi, tunnel, ponti, caverne, burroni spioventi...



7

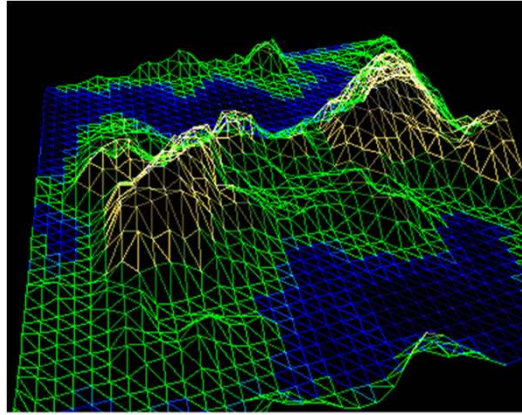


8



9

Tipico uso: modellare un terreno

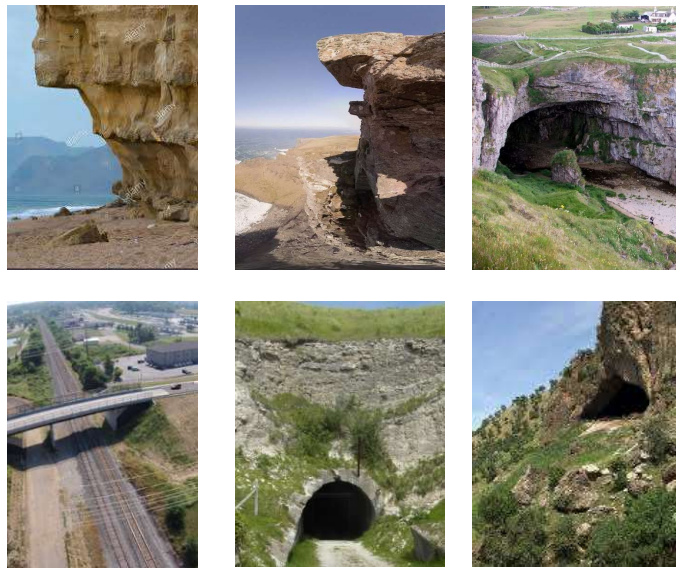


Vedere il primo lucido per un altro esempio, più high res



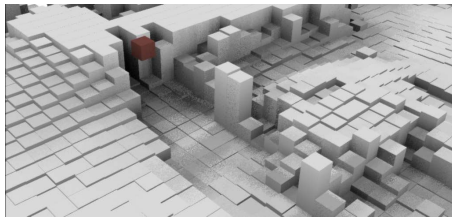
11

Non possono essere modellati da campi di altezza...



12

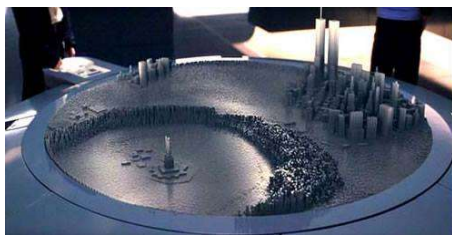
Curiosità: *physical* height maps



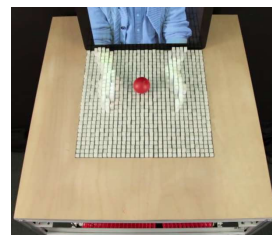
(CGI)



(real)



(CGI)



(real)

17

Range Scan (or Depth Image)

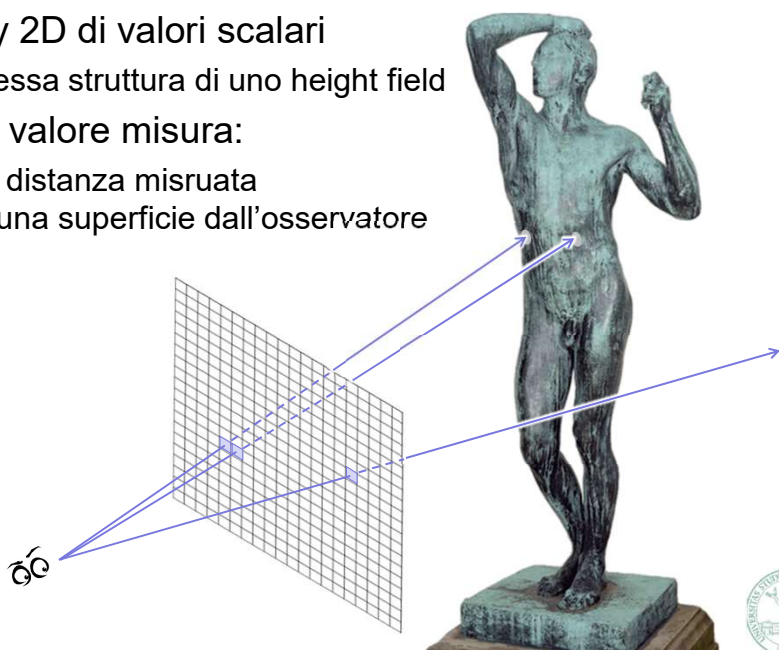
- ✓ Un array 2D di misurazioni di profondità
 - ⇒ Effettuate da un determinato dispositivo
 - ⇒ Sono l'output comune di molte tecniche di acquisizione automatica
 - sia attive – es basate su laser
 - che passive – basate su foto
 - ⇒ «Range scanning»: tecnica di acquisizione 3D che produce range-scans
 - ⇒ «Depth camera» (or RGBD camera):
macchina fotografica che cattura una range scan
 - una profondità per pixel piuttosto che solo un RGB

```
float[][] rangeScan = new float[resX][resY];
```

18

Range Scan (or Depth Image)

- ✓ Array 2D di valori scalari
 - ⇒ Stessa struttura di uno height field
- ✓ Ogni valore misura:
 - ⇒ La distanza misruata di una superficie dall'osservatore



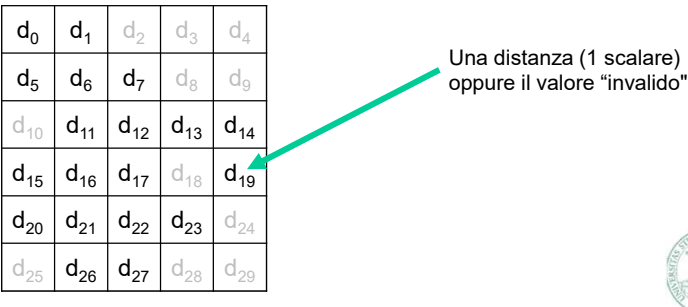
19

Range Scan (or Depth Image)

- ✓ Array 2D di valori scalari
 - ⇒ Stessa struttura di uno height field
- ✓ Ogni valore misura:
 - ⇒ La distanza misruata di una superficie dall'osservatore

d_0	d_1	d_2	d_3	d_4
d_5	d_6	d_7	d_8	d_9
d_{10}	d_{11}	d_{12}	d_{13}	d_{14}
d_{15}	d_{16}	d_{17}	d_{18}	d_{19}
d_{20}	d_{21}	d_{22}	d_{23}	d_{24}
d_{25}	d_{26}	d_{27}	d_{28}	d_{29}

Una distanza (1 scalare)
oppure il valore "invalido"



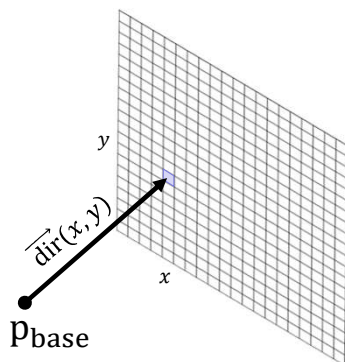
20

Range scan

```
var rangeScan [resX][resY]float;
```

✓ Il campione a coordinate x, y rappresenta il punto

$$p_{\text{base}} + \text{rangeScan}[x][y] \cdot \vec{\text{dir}}(x, y)$$



Il punto p_{base}
e la
funzione $\vec{\text{dir}}(x, y)$
devono
essere noti, per poter
interpretare la
rangeScan!

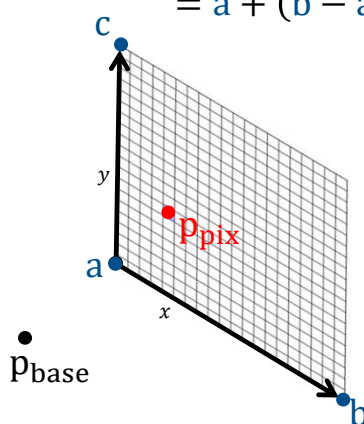


21

Range scan

```
var rangeScan [resX][resY]float;
```

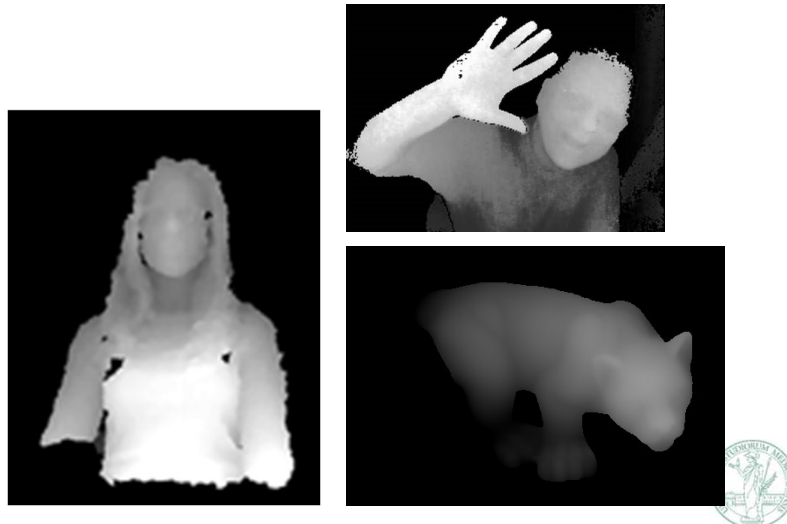
$$\begin{aligned} \vec{\text{dir}}(x, y) &= p_{\text{pix}} - p_{\text{base}} \\ &= a + (b - a) \frac{x}{\text{resX}} + (c - a) \frac{y}{\text{resY}} - p_{\text{base}} \end{aligned}$$



22

Range scan: come immagine a scala di grigi

Posso considerarle (visualizzarle, memorizzarle) come immagini raster a scala di grigi



23

Range Scan

- ✓ Campioni possono essere marcati come vuoti
 - ⇒ Usando un valore scalare arbitrario (per es, 0, o 0xBAD)
- ✓ Come tutti i dataset catturati, le Range Scan tipicamente presentano molti difetti di misurazione
 - ⇒ Rumore, missing data, outliers, etc (come le point cloud)
 - ⇒ La rimozione di questi difetti può avvalersi della regolarità della griglia (definizione veloce e robusta dei vicini)
 - ⇒ Per esempio: per stimare una normale per campione
 - ⇒ Per es: rimozione dei campioni prossimi ad «depth jump», salti sulla Z (sono inaffidabili e rumorosi)
- ✓ Una range scan cattura un «lato solo» di un modello
 - ⇒ E' «2.5D»: molte forme non possono essere modellate
 - ⇒ Ne sono necessarie molte (un «**range scan set**») per modellare un oggetto a tutto tondo.

24

Depth (motion) cameras! (e.g. Microsoft Kinect)

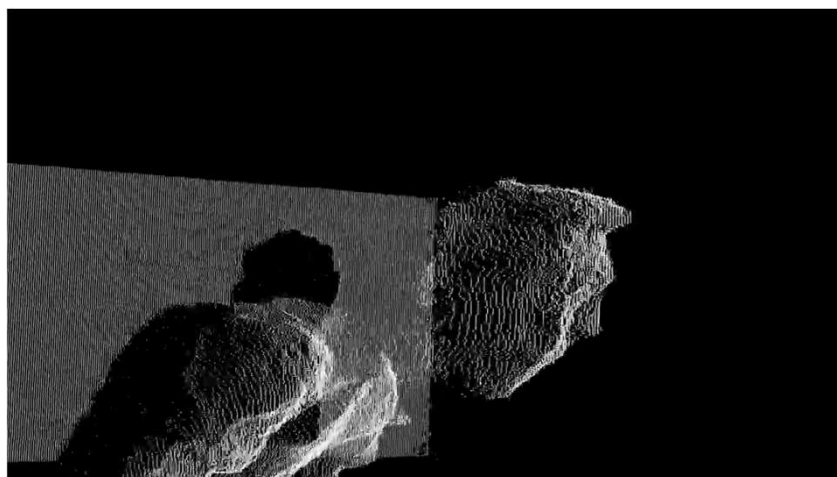


Output del kinect (una Depth camera)
visualizzato come una nuvola di punti (attraverso point splatting)



25

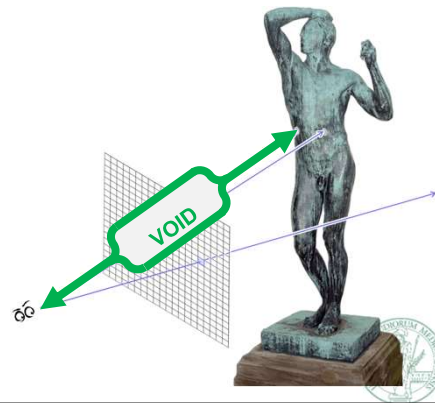
Depth (motion) cameras! (e.g. Microsoft Kinect)



26

Range Scan, o Depth Image

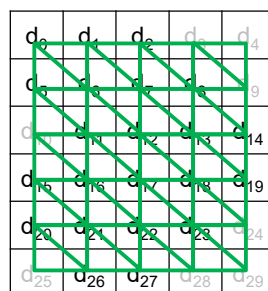
- ✓ Spesso le Range Scans sono considerate (e chiamate) «point-clouds», e trattate come tali ma in realtà ci sono molte differenze
 - anche se: 1 depth measurement = 1 xyz point
- ✓ Differenze:
 - La range scan ha una struttura (che consente di definire un relazione di adiacenza fra campioni)
 - Rappresenta informazione di occlusione: 1 campione = «so che lo spazio fra l'osservatore e questo punto è vuoto»



27

Range Scan, or Depth Image

La connettività implicita ne fa una **Triangular Mesh** (competentemente regolare, 2 manifold, ben orientata)



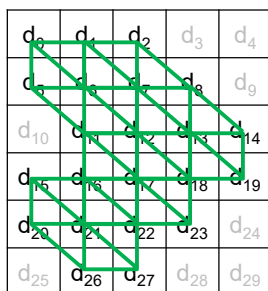
Eccetto per eventuali vertivi non 2 manifold...



28

Range Scan, or Depth Image

La connettività implicita
ne fa una **Triangular Mesh**
(completamente regolare, 2 manifold, ben orientata)



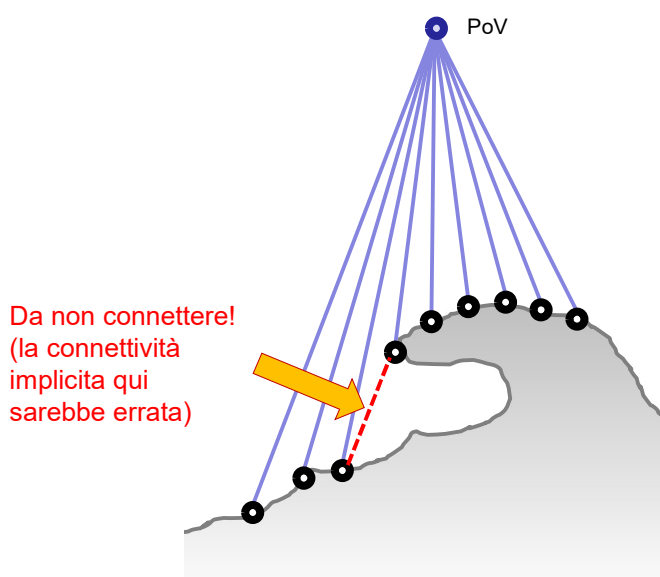
Vanno però evitati evitati i triangoli che hanno vertici definiti come nulli o che sono attraversano salti sulla zeta (criterio basta scartare triangoli troppo grandi. Es: di area.)



29

Depth jumps in range scans: unsampled surface

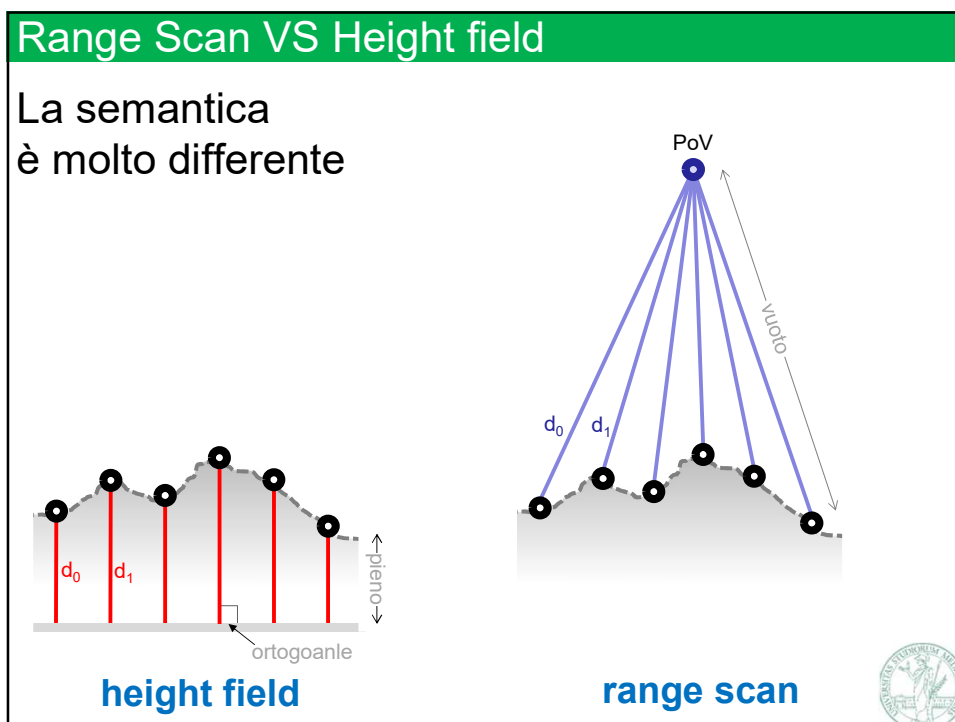
Un «depth jumps» può significare superficie ignota



30



31

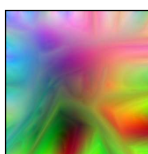


33

Geometry images

```
var geoImage [resX][resY] Point;
```

- ✓ Una griglia regolare che memorizza direttamente campioni come punti 3D
 - ⇒ Introdotta da Hugues Hoppe (2002)
 - ⇒ Mesh regolare con connettività implicita



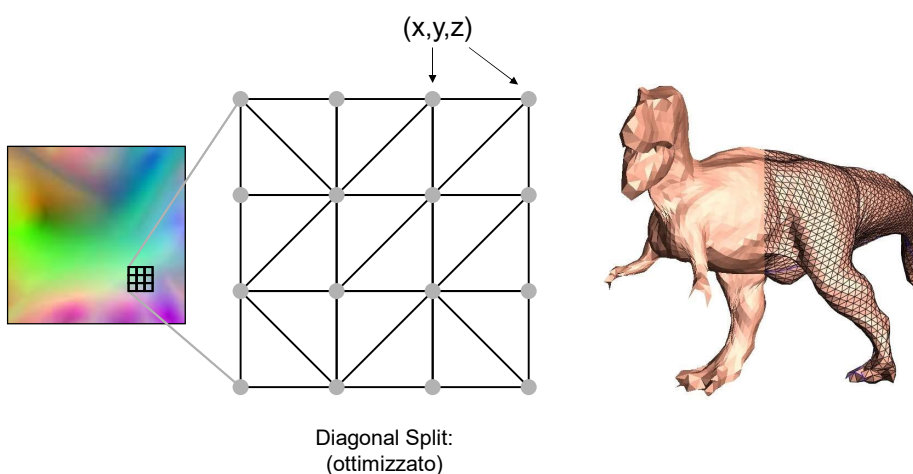
XZY per punto
(mostrato come RGB)



35

Geometry images

- ✓ Connettività implicita



36

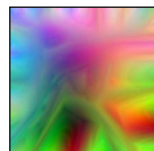
Geometry images come mesh

- ✓ Una *geometry image* memorizza la **geometria** di una mesh
 - ⇒ In una griglia regolare $\text{resX} \times \text{resY}$
 - ⇒ Rappresentando x, y, z come r, g, b si ottiene un'immagine vera e propria :-D
- ✓ La **connettività** è implicita
 - ⇒ Opzionale: diagonale split ottimizzato (scegliere quello dei 2 che genera l'edge più corto)
- ✓ Gli **attributi** possono essere memorizzati in griglie come la geometria
 - ⇒ Alla stessa risoluzione $\text{resX} \times \text{resY}$
 - ⇒ Oppure: ad una risoluzione diversa! $\text{resX} \times \text{resY}$



37

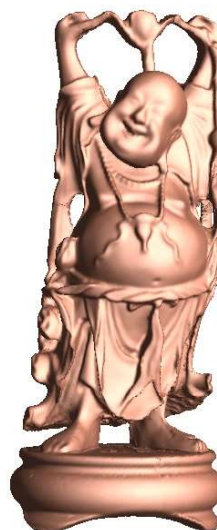
Geometry Images con attributi



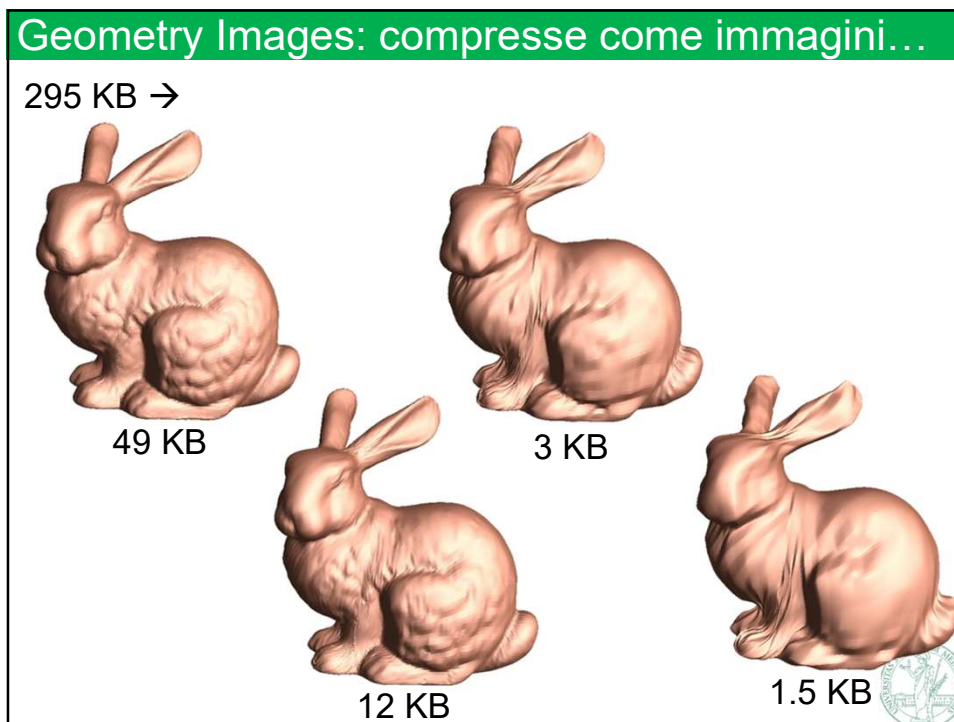
Geometria:
257 x 257



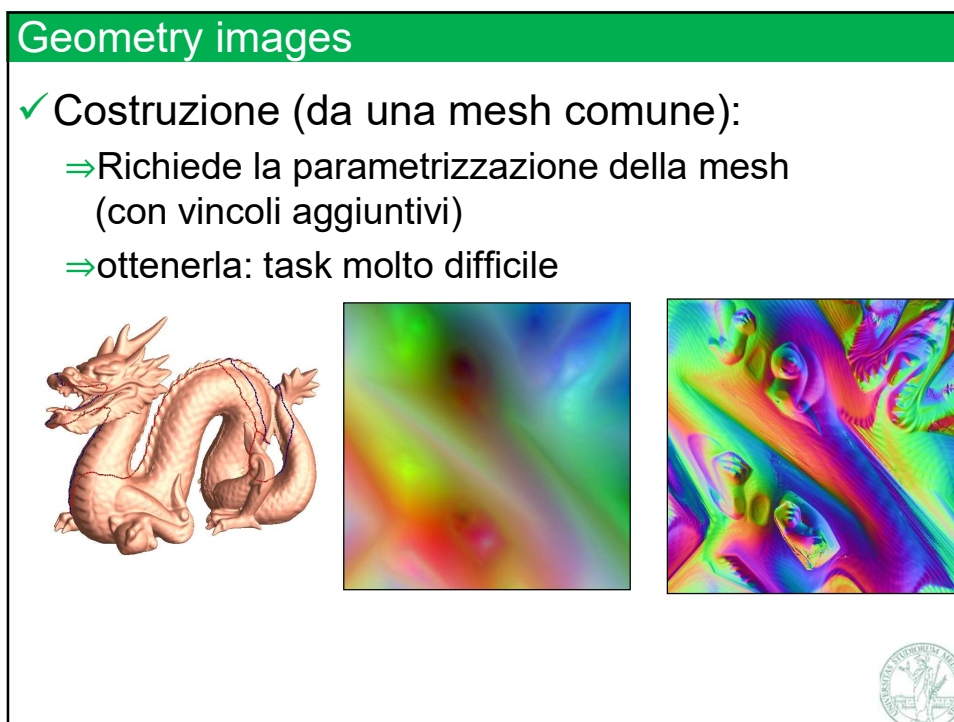
Attributo: Normale
Res = 512 x 512



38



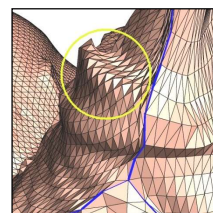
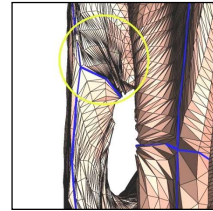
40



41

Geometry images: difetti

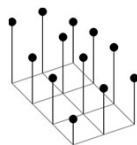
- ✓ Oltre a quelli comuni (no adattività, etc)
- ✓ Costruzione automatica onerosa
- ✓ Gap sui tagli della parametrizzazione
- ✓ Difetti di campionamento
- ✓ Usi molto limitati
 - ⇒ limitate a argomento di ricerca



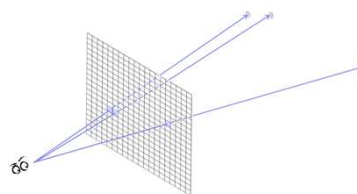
42

Recap

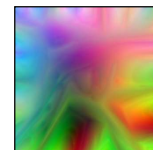
Height
Field



Range
scans



Geometry
Image



- ✓ Sono strutture dati **superficiali**
- ✓ Bastate su un concetto simile:
 - ⇒ Un campionamento della superficie
 - ⇒ ...i cui campioni sono memorizzati in 1 **griglia regolare 2D**
 - ⇒ Molti altri vantaggi comuni (connettività implicita,...)



43