

Una (imperfetta) 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	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	
VOLUMETRICI	(3-manifold)	Voxelized Volume Volumetric Textures	Tetra Mesh	Hexa Mesh	Implicit models (es. CSG)

19

Range Scan (o Depth Image): definizione

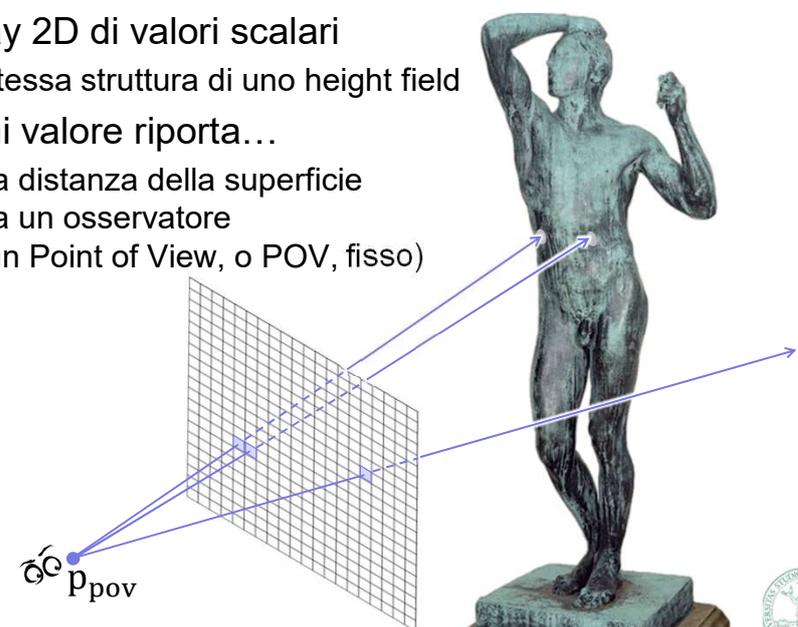
- ✓ Un array 2D di misurazioni di profondità
 - ⇒ Effettuate da un determinato dispositivo
 - ⇒ Sono l'output di molte tecniche di acquisizione automatica
 - sia attive – basate su laser, o luce strutturata
 - che passive – basate su foto
 - ⇒ «Range scanning»: una tecnica di acquisizione 3D che produce range-scans.
 - ⇒ «Depth camera»: macchina fotografica / videocamera che cattura una range-scan (per fotogramma, o per scatto)
 - cioè una profondità per pixel piuttosto che solo un RGB
 - ⇒ «RGBD camera»: una depth camera che produce *anche* una normale immagine a color (canali R, G e B per pixel)

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

20

Range Scan (o Depth Image)

- ✓ Array 2D di valori scalari
⇒ Stessa struttura di uno height field
- ✓ Ogni valore riporta...
⇒ La distanza della superficie da un osservatore (un Point of View, o POV, fisso)



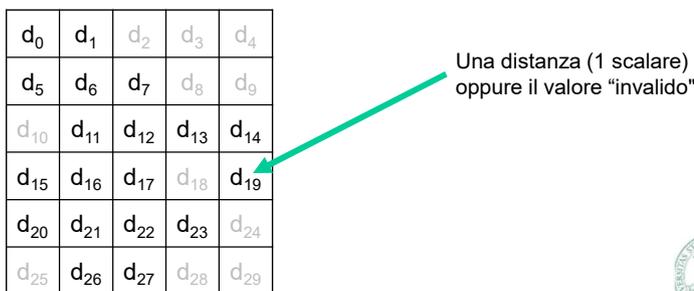
21

Range Scan (o Depth Image)

- ✓ Array 2D di valori scalari
⇒ Stessa struttura di uno height field
- ✓ Ogni valore misura:
⇒ La distanza misurata 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}

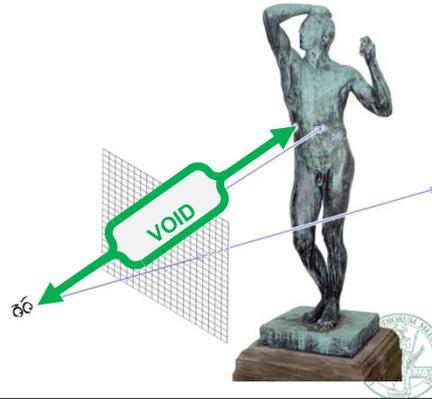
Una distanza (1 scalare) oppure il valore "invalido"



22

Range Scan, o Depth Image

- ✓ In una **range-scan**, ogni valore rappresenta un punto xyz
- ✓ Quindi la si può considerare una **point-cloud**
 - ⇒ A volte, i due termini sono usati intercambiabilmente
- ✓ Alcune differenze:
 - La range scan ha una struttura a griglia (che consente di definire un relazione di adiacenza fra campioni)
 - La range-scan cattura un'informazione sull'occlusione: 1 campione = «so che lo spazio fra l'osservatore e questo punto è vuoto»

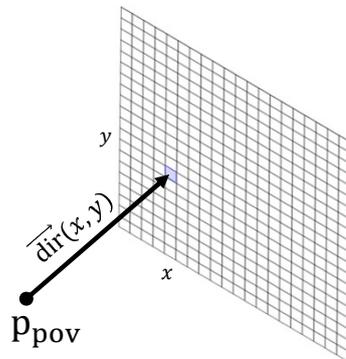


23

Range scan: punti 3D rappresentati

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

- ✓ Il campione a coordinate x, y rappresenta il punto $p_{pov} + \text{rangeScan}[x][y] \vec{\text{dir}}(x, y)$

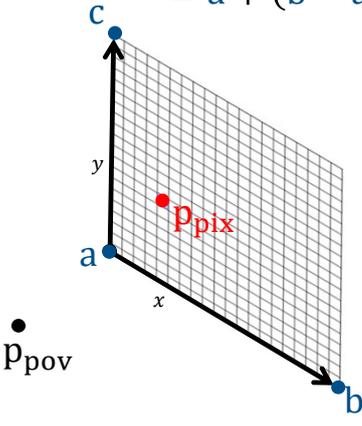


Il punto p_{pov}
e la
funzione $\vec{\text{dir}}(x, y)$
devono
essere noti, per poter
interpretare la
rangeScan

24

Range scan: punti 3D rappresentati

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

$$\vec{dir}(x, y) = p_{pix} - p_{pov}$$
$$= a + (b - a) \frac{x}{resX} + (c - a) \frac{y}{resY} - p_{base}$$


25

Range Scan nella pratica

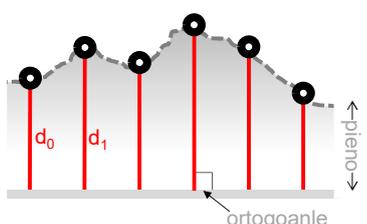
- ✓ Campioni possono essere marcati come vuoti
 - ⇒ Usando un valore scalare arbitrario (per es, 0, o 0xBAD)
- ✓ Come tutti i dataset catturati, le Range Scan tipicamente presentano molti difetti di misurazione
 - ⇒ Rumore, missing data, outliers, etc (come le point cloud)
 - ⇒ La rimozione di questi difetti può avvalersi della regolarità della griglia (definizione veloce e robusta dei vicini)
 - ⇒ Esempio 1: per stimare una normale per campione
 - ⇒ Esempio 2: rimozione dei campioni prossimi ad «depth jump», salti sulla Z (sono inaffidabili e rumorosi)
- ✓ E' una rappresentazione parziale di un oggetto 3D
 - ⇒ E' «2.5D»: molte forme non possono essere modellate
 - ⇒ Ne sono necessarie molte (un **insieme di range-scan**) per modellare un oggetto a tutto tondo.



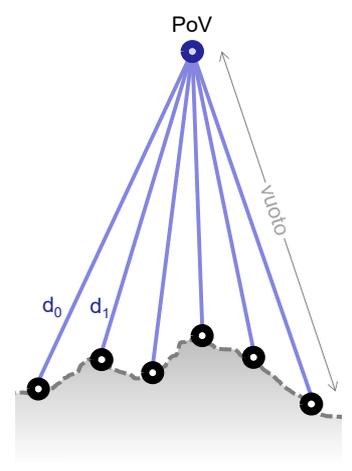
26

Range Scan VS Height field

Stessa struttura,
 ma la semantica
 è (leggermente)
 differente



height field



range scan

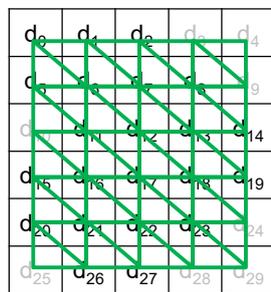


27

Range Scan, or Depth Image

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

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}



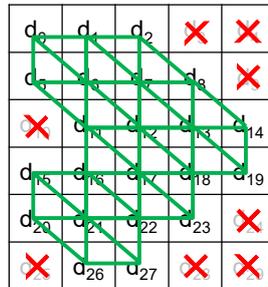
Eccetto per
 eventuali *vertici* non
 2 manifold...



28

Range Scan, or Depth Image

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



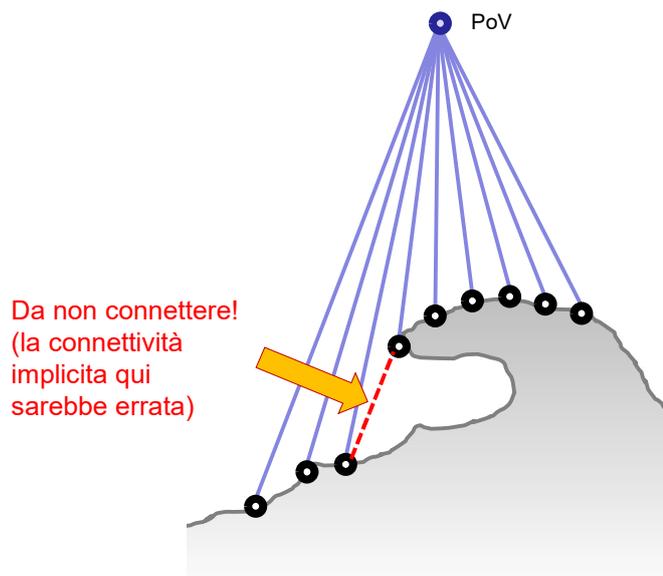
Vanno però evitati i triangoli che hanno vertici
 definiti come nulli o che attraversano «salti sulla zeta»
 (possibile criterio: scartare i triangoli con area eccessiva)



29

Depth jumps in range scans: superfici mancanti

Un «depth jump» può indicare una superficie ignota



30

Range scan e depth map

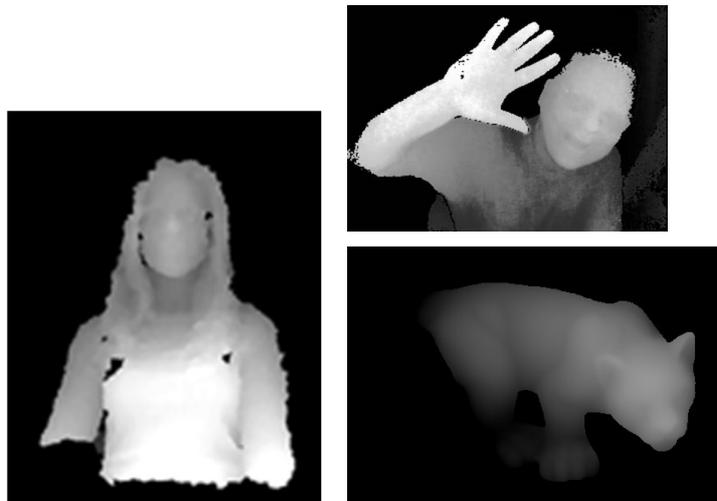
- ✓ Possono essere considerate alla stregua di...
 - ⇒ ...immagini rasterizzate ("di pixel") monocanale (quindi, in scala di grigi)
 - ⇒ ...nuvole di punti
 - ⇒ ...mesh triangolari o quadrangolari regolari
- ✓ ed essere quindi memorizzate / visualizzate / processate come tali



31

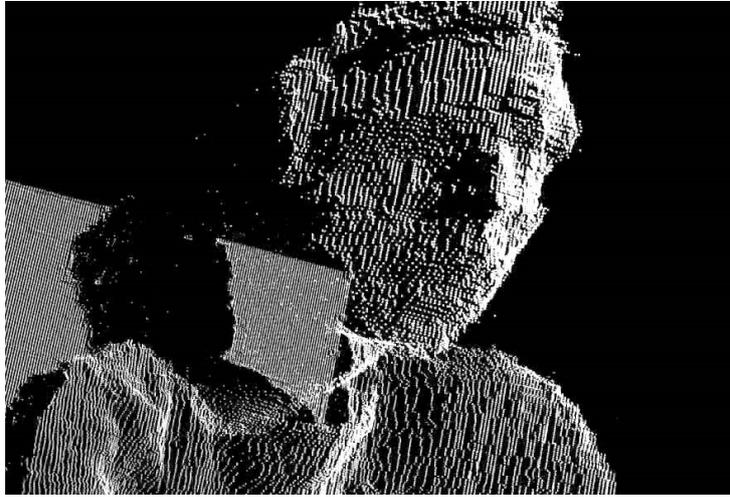
Range scan: come immagine a scala di grigi

Posso considerarle (visualizzarle, salvarle, etc) come immagini ad un canale (gray-scale)



32

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



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

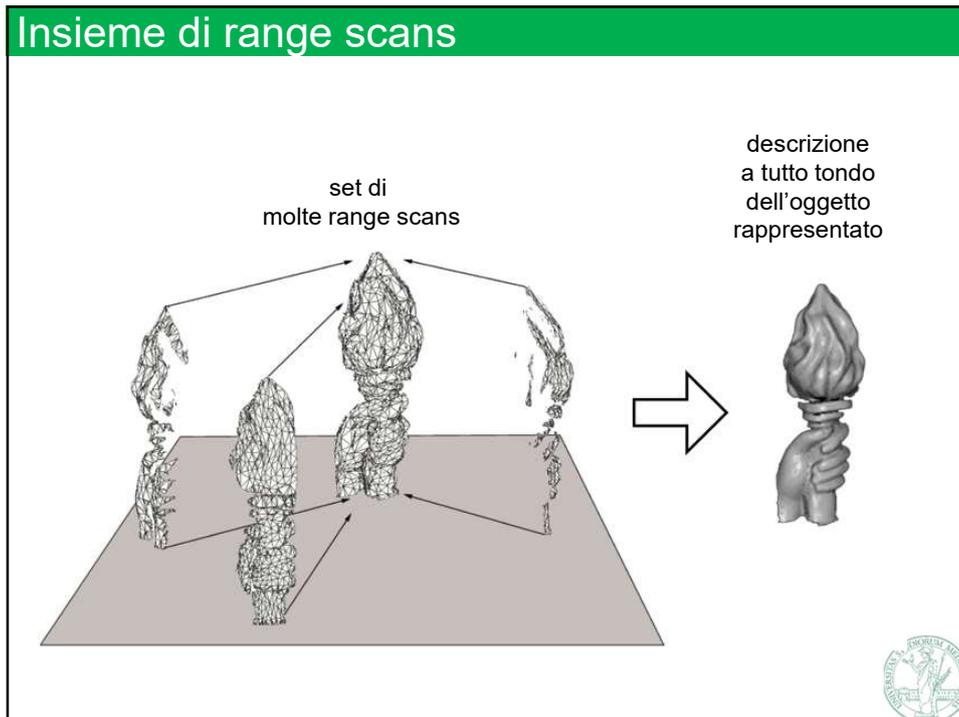


34

Range Scan renderizzata come mesh triangolare



35

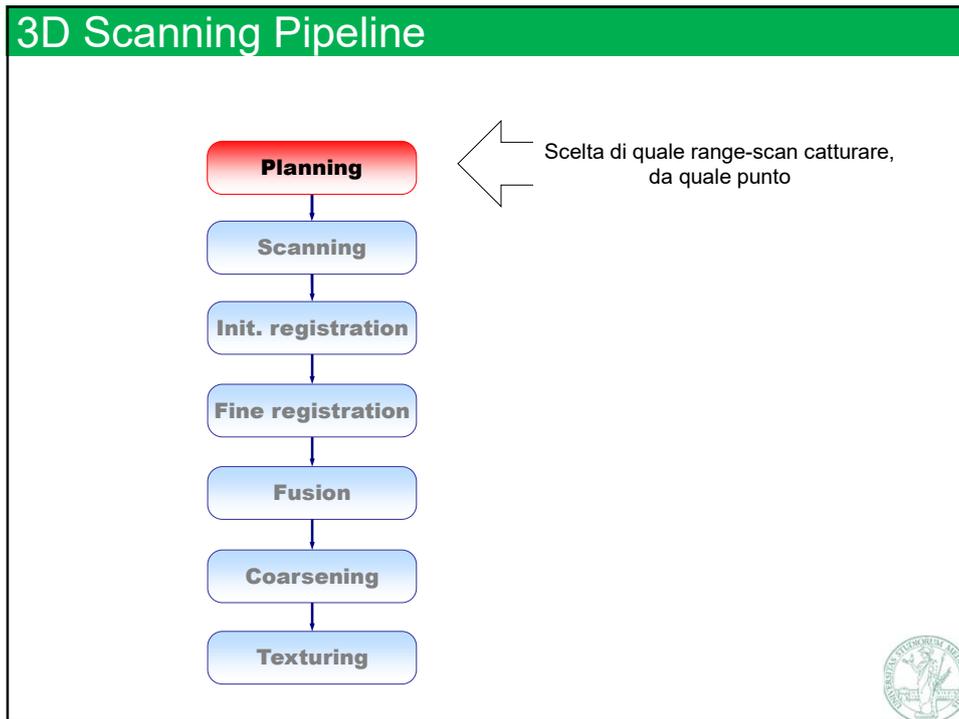


36

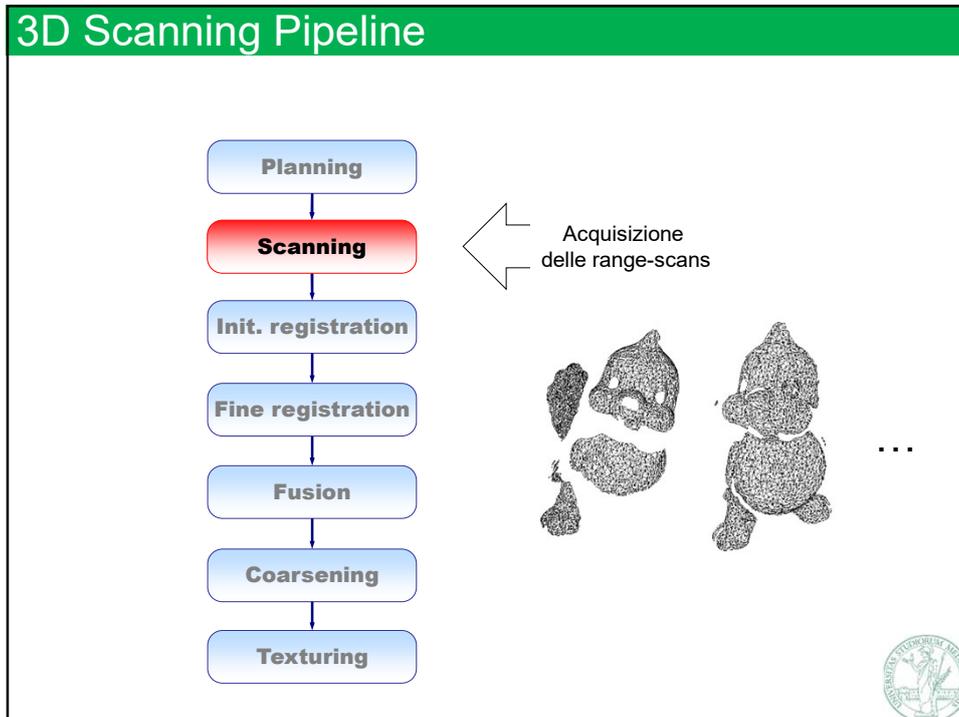
Insieme di range scans

- ✓ Molte tecniche di acquisizione (dette collettivamente di *range scanning*) producono un insieme di **range scans** parzialmente sovrapposte che rappresentano ciascuna una descrizione parziale dell'oggetto stesso
 - ⇒ Laser scanning, time of flight, structured light...
- ✓ Una sequenza di processi:
 - ⇒ Allineamento reciproco delle range scan (attraverso ICP)
 - ⇒ Fusione in un'unica mesh dell'unione di tutte le nuvole di punti in una sola (attraverso Poisson Reconstruction, o Front advancing)
- ✓ Spesso seguito da:
 - ⇒ Mesh simplification
 - ⇒ Mesh parametrization
 - ⇒ Texture baking
- ✓ Risultato:
 - ⇒ Una mesh adattiva, a media risoluzione (adattiva), UV mapped, e

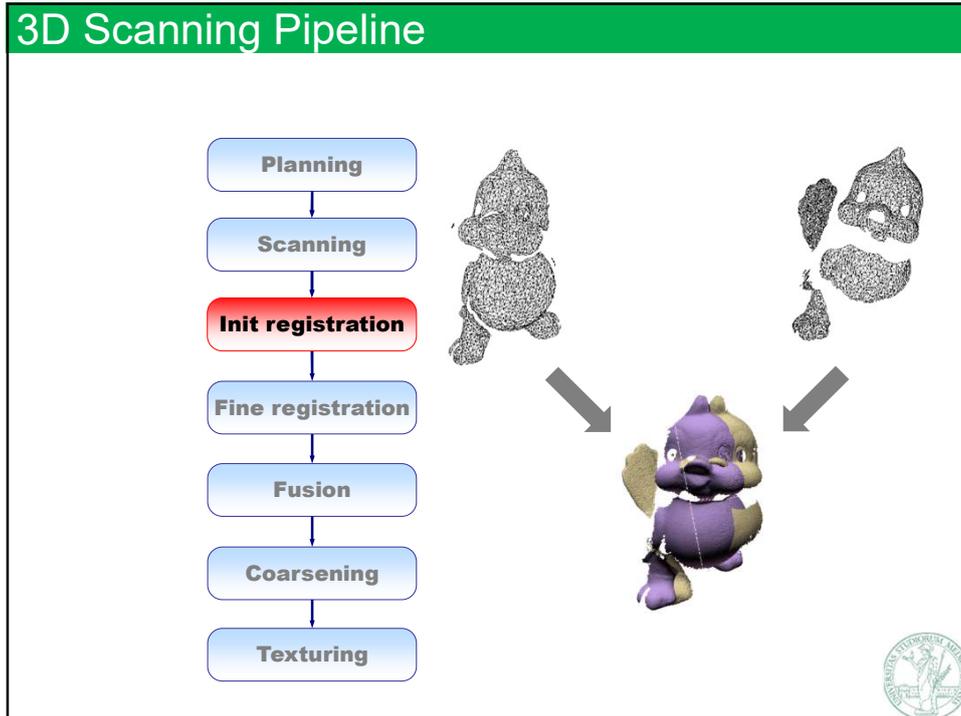
37



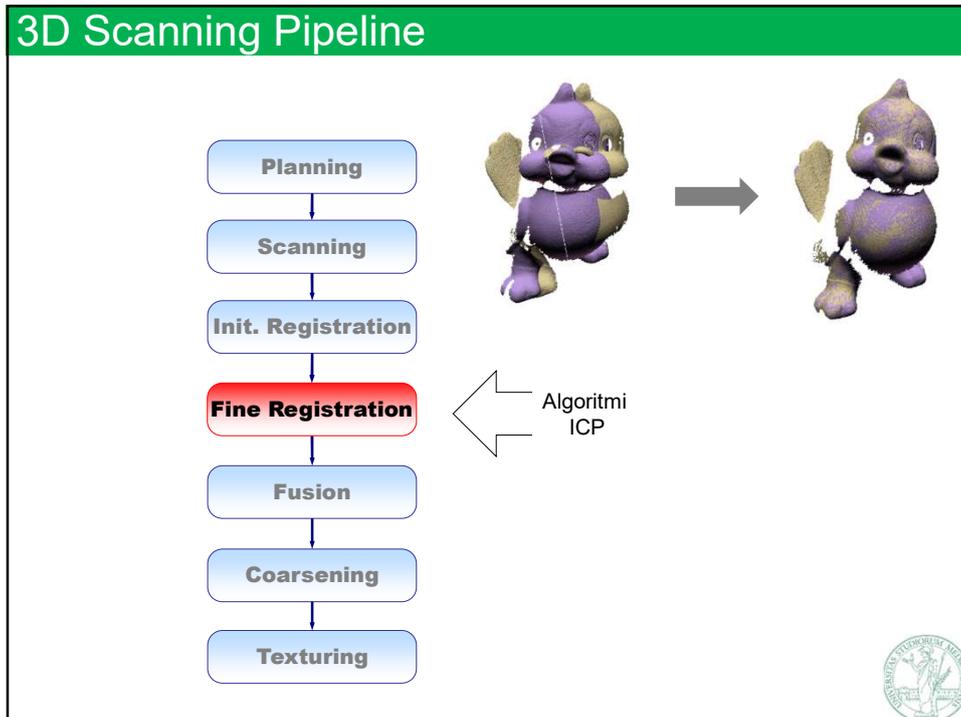
38



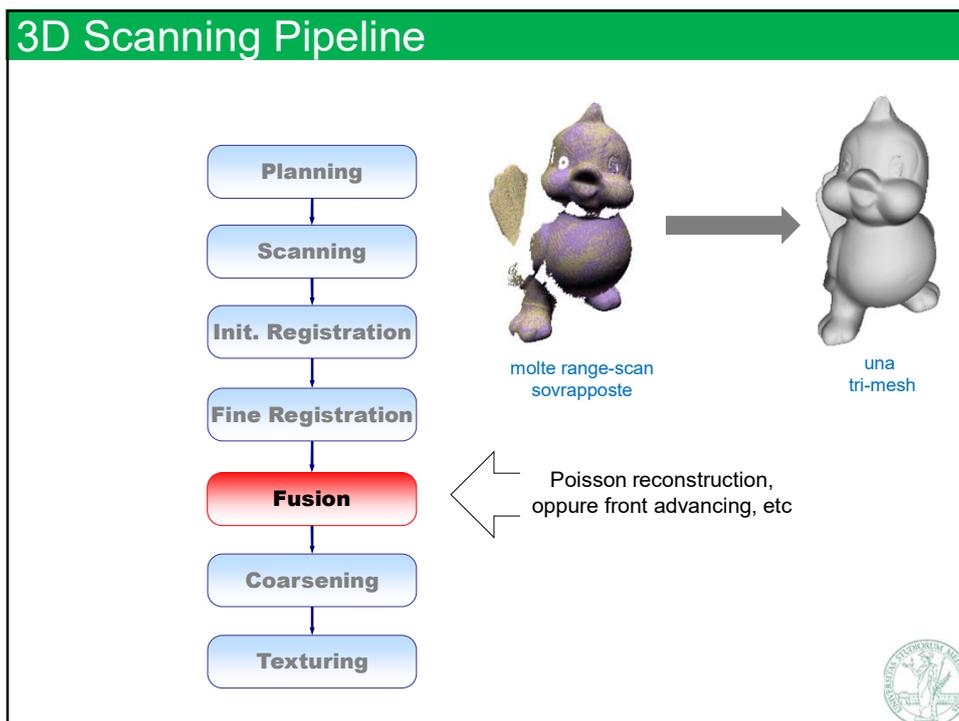
39



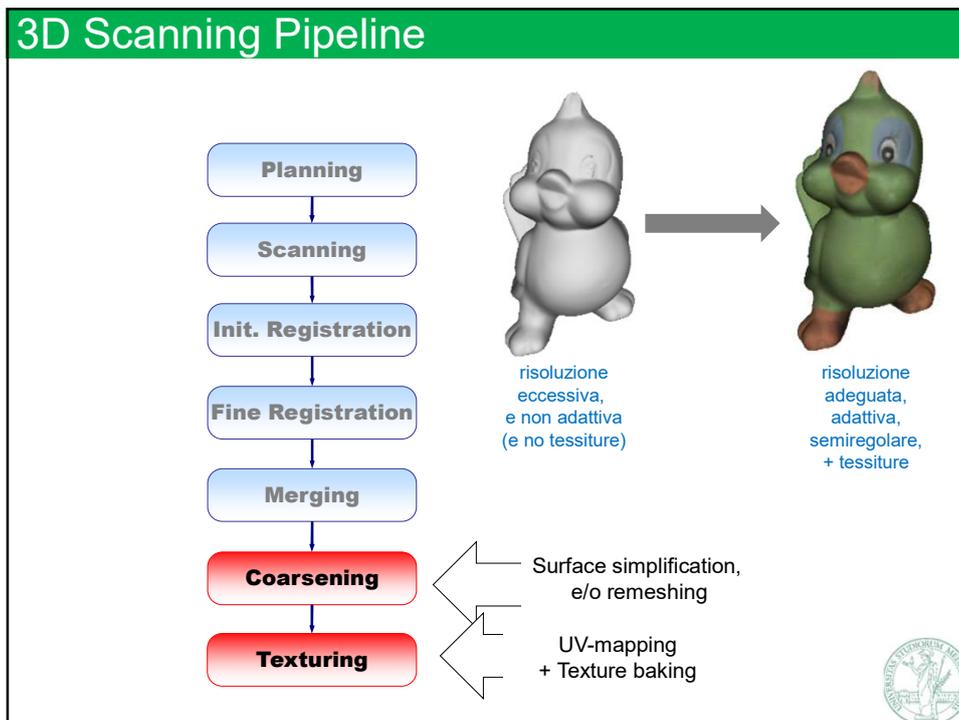
40



41



42



43