

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

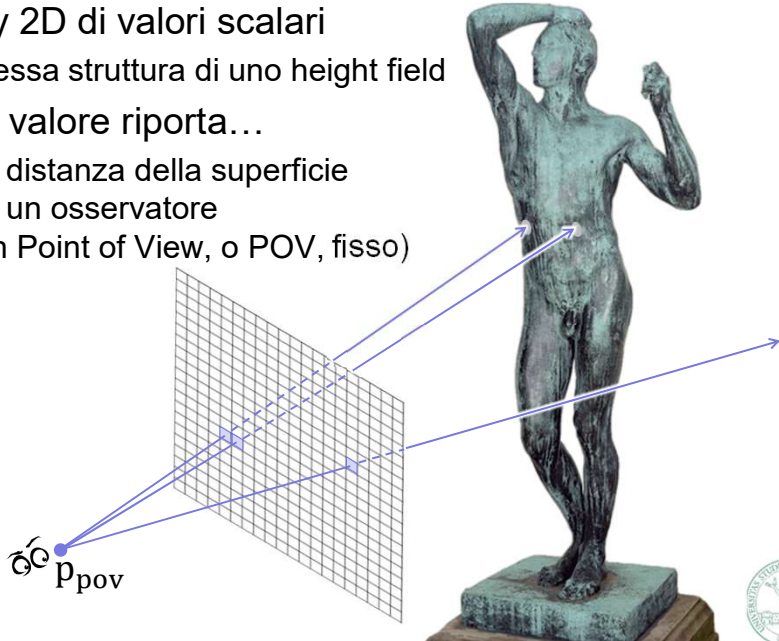
- ✓ Un array 2D di misurazioni di profondità
  - ⇒ Effettuate da un determinato dispositivo
  - ⇒ Sono l'output di molte tecniche di acquisizione automatica
    - sia attive – basate su laser, o luce strutturata
    - che passive – basate su foto
  - ⇒ «Range scanning»: una tecnica di acquisizione 3D 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)



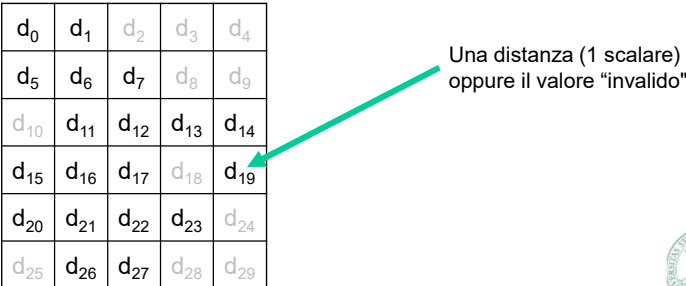
21

### 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

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

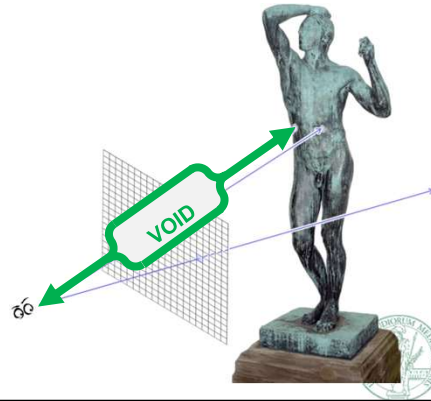
Una distanza (1 scalare) oppure il valore "invalido"



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»

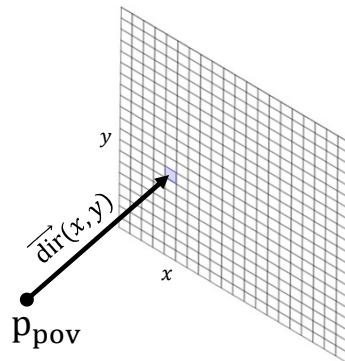


23

## Range scan: punti 3D rappresentati

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

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


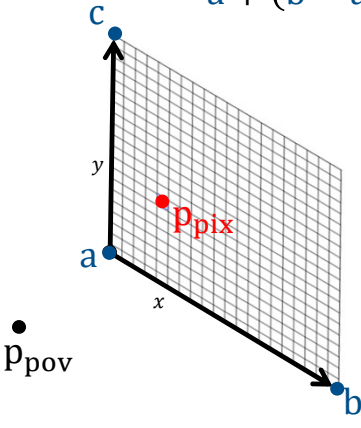


Il punto  $p_{pov}$   
e la  
funzione  $\vec{\text{dir}}(x, y)$   
devono  
essere noti, per poter  
interpretare la  
rangeScan

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

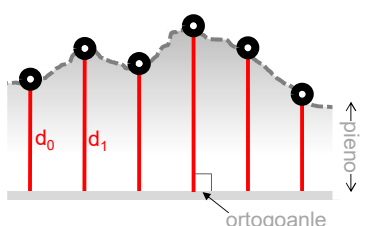
- ✓ Campioni possono essere marcati come vuoti
  - ⇒ Usando un valore scalare arbitrario (per es, 0, o 0xBAD)
- ✓ Come tutti i dataset catturati, le Range Scan tipicamente presentano molti difetti di misurazione
  - ⇒ Rumore, missing data, outliers, etc (come le point cloud)
  - ⇒ La rimozione di questi 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.



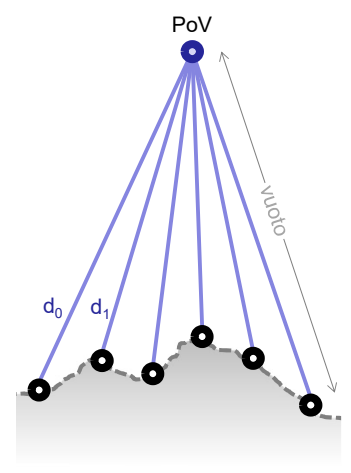
26

### Range Scan VS Height field


Stessa struttura,  
 ma la semantica  
 è (leggermente)  
 differente



**height field**



**range scan**

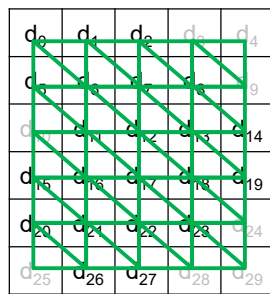


27


### Range Scan, or Depth Image

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

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



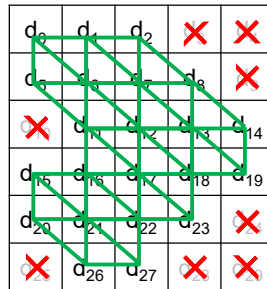
Eccetto per  
 eventuali *vertici* non  
 2 manifold...



28

## Range Scan, or Depth Image

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



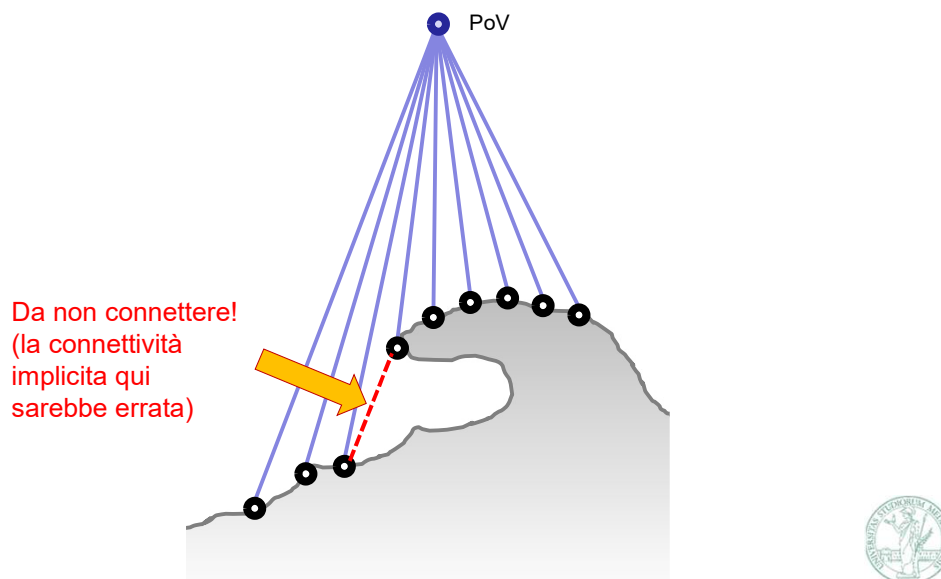
Vanno però evitati i triangoli che hanno vertici definiti come nulli o che attraversano «salti sulla zeta»  
 (possibile criterio: scartare i triangoli con area eccessiva)



29

## Depth jumps in range scans: superfici mancanti

Un «depth jump» può indicare una superficie ignota



30

## Range scan e depth map

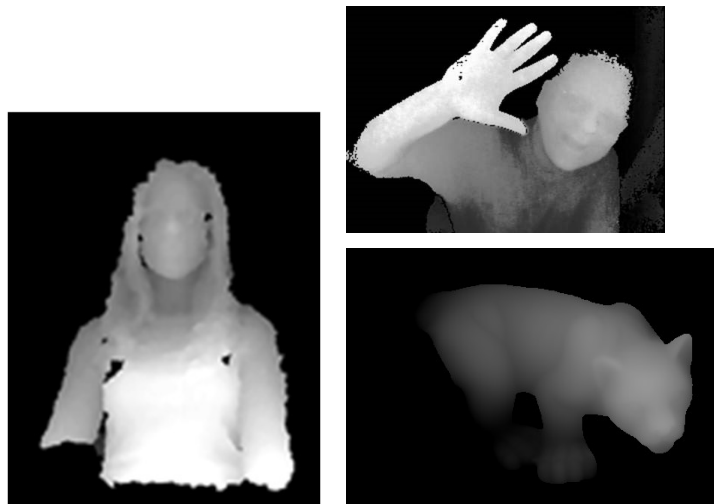
- ✓ Possono essere considerate alla stregua di...
  - ⇒ ...immagini rasterizzate ("di pixel") monocanale (quindi, in scala di grigi)
  - ⇒ ...nuvole di punti
  - ⇒ ...mesh triangolari o quadrangolari regolari
- ✓ ed essere quindi memorizzate / visualizzate / processate come tali



31

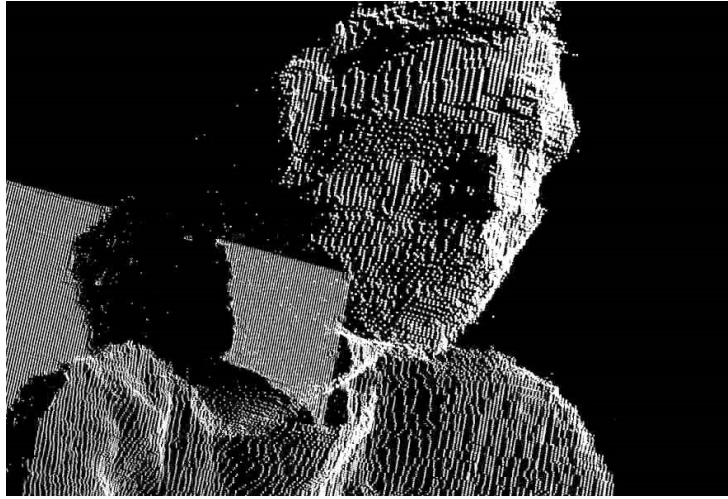
## Range scan: come immagine a scala di grigi

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)



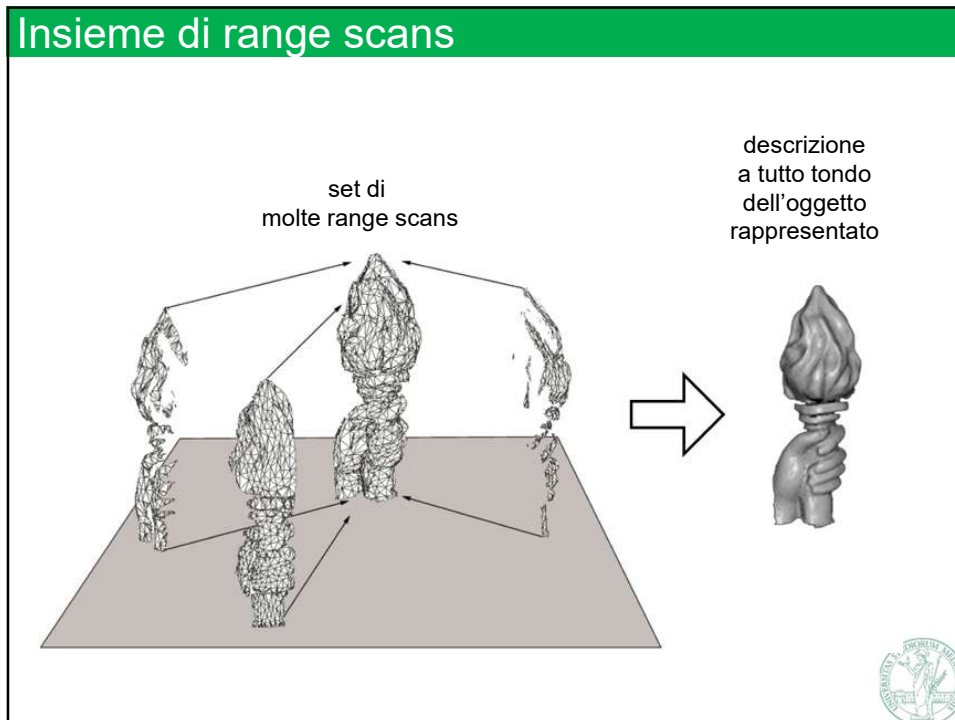
34

### Range Scan renderizzata come mesh triangolare



35



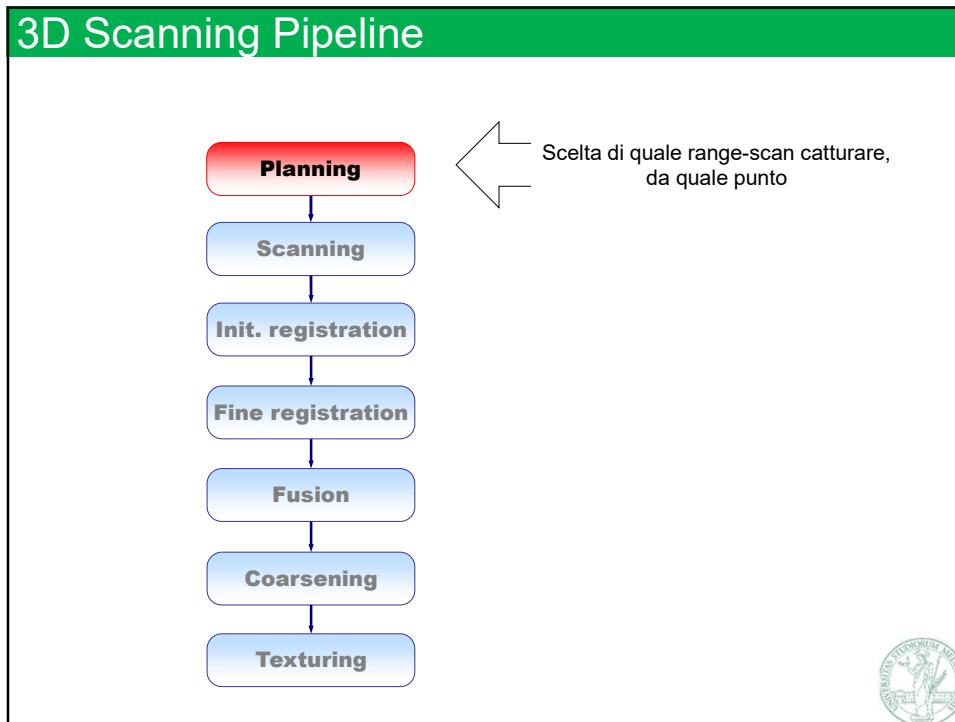


36

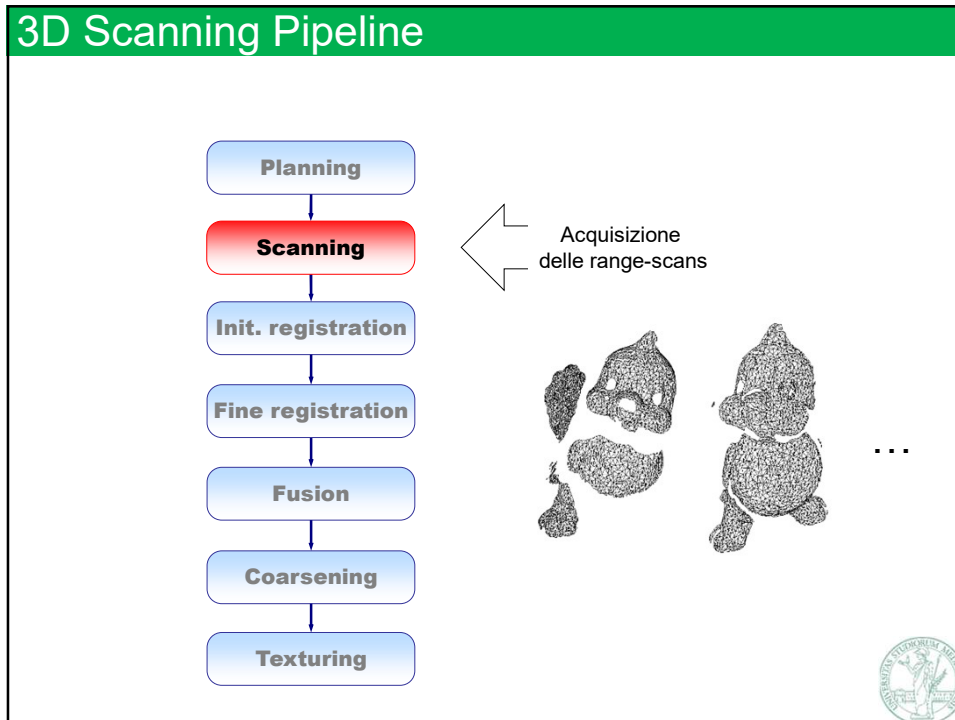
### Insieme di range scans

- ✓ 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 oggetto
  - ⇒ 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

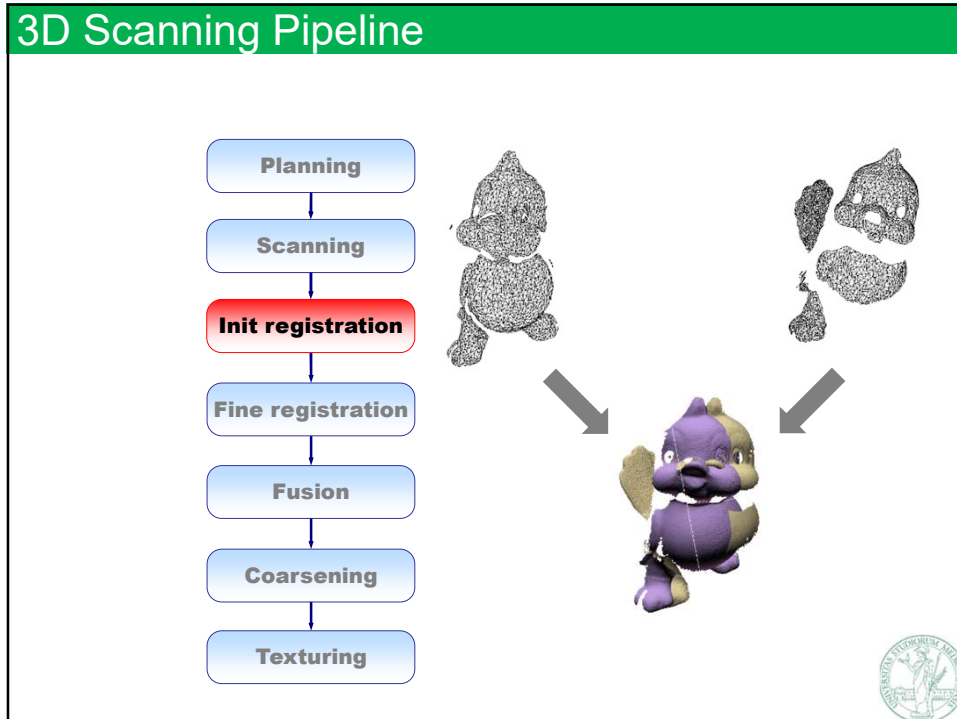
37



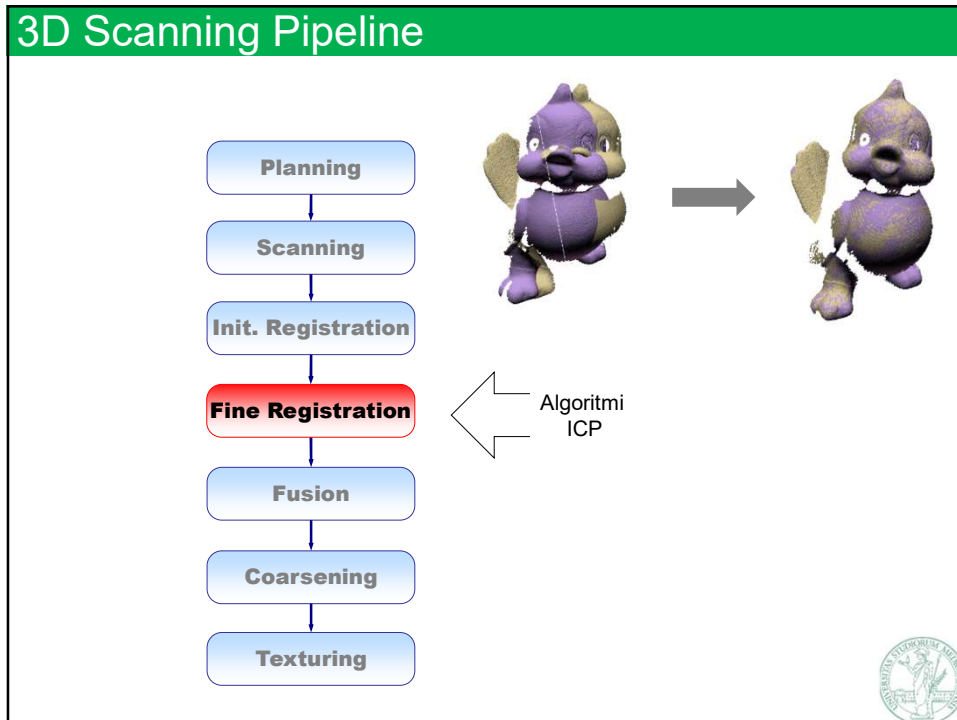
38



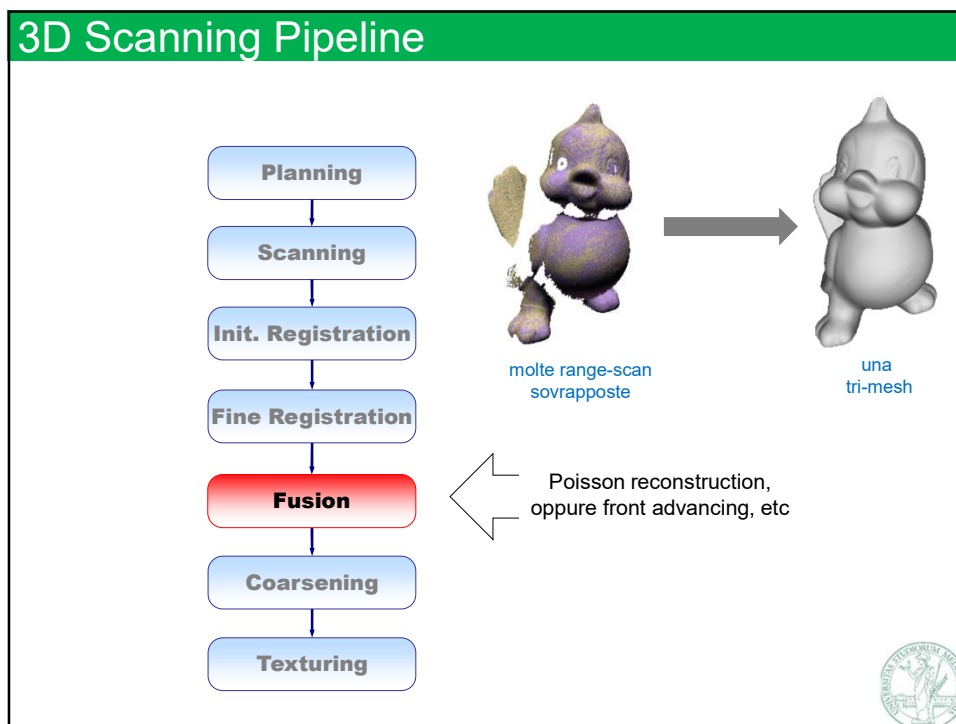
39



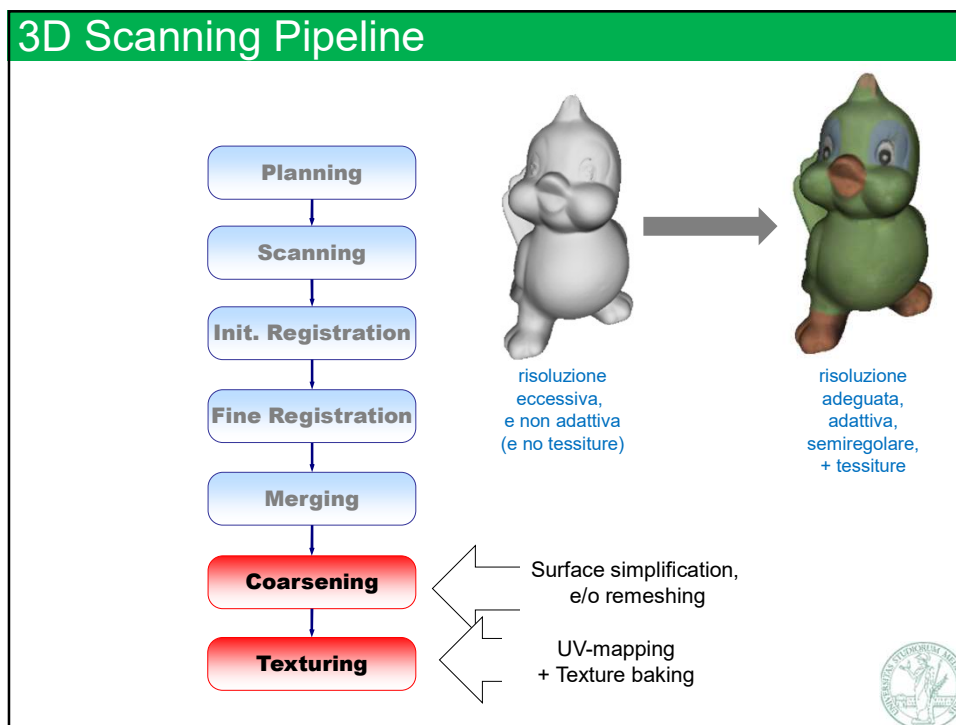
40



41



42



43