

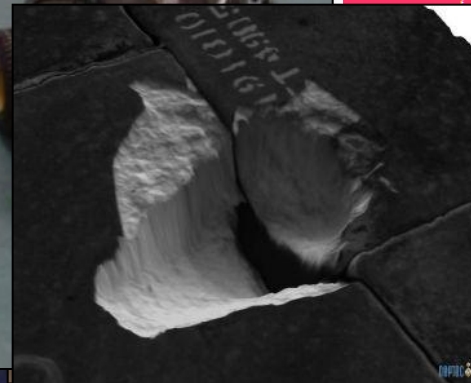
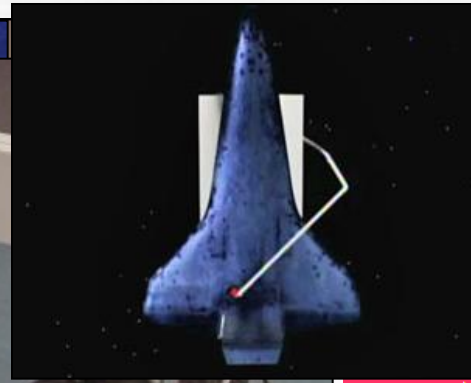


Ricostruzione di oggetti da nuvole di punti

3D SCANNING:

- *Applicazioni*
- *Tassonomia*
- **Pipeline**
- Demo

Applicazioni dello Scanning 3D



Ispezione e Reverse Engineering

Robotica (interazione e di navigazione)

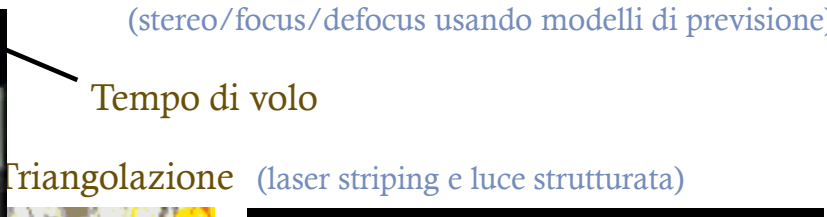
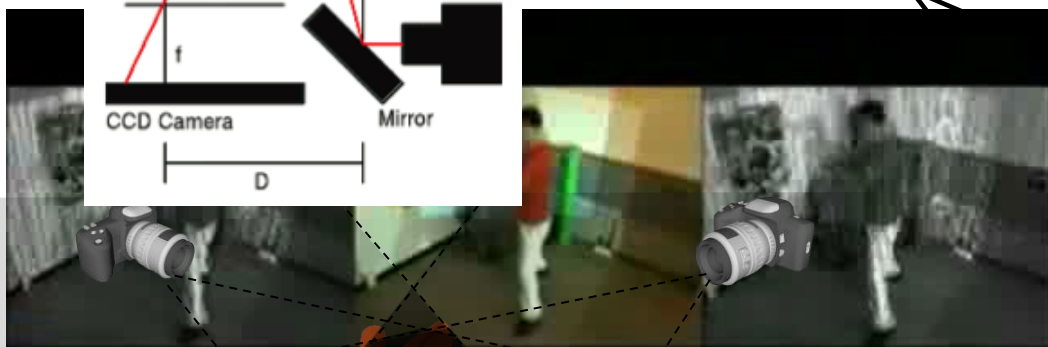
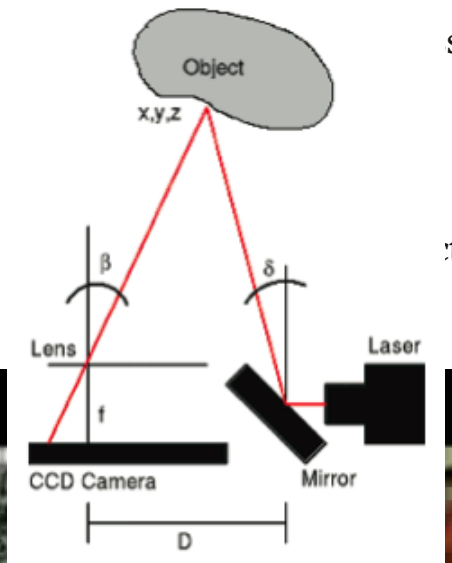
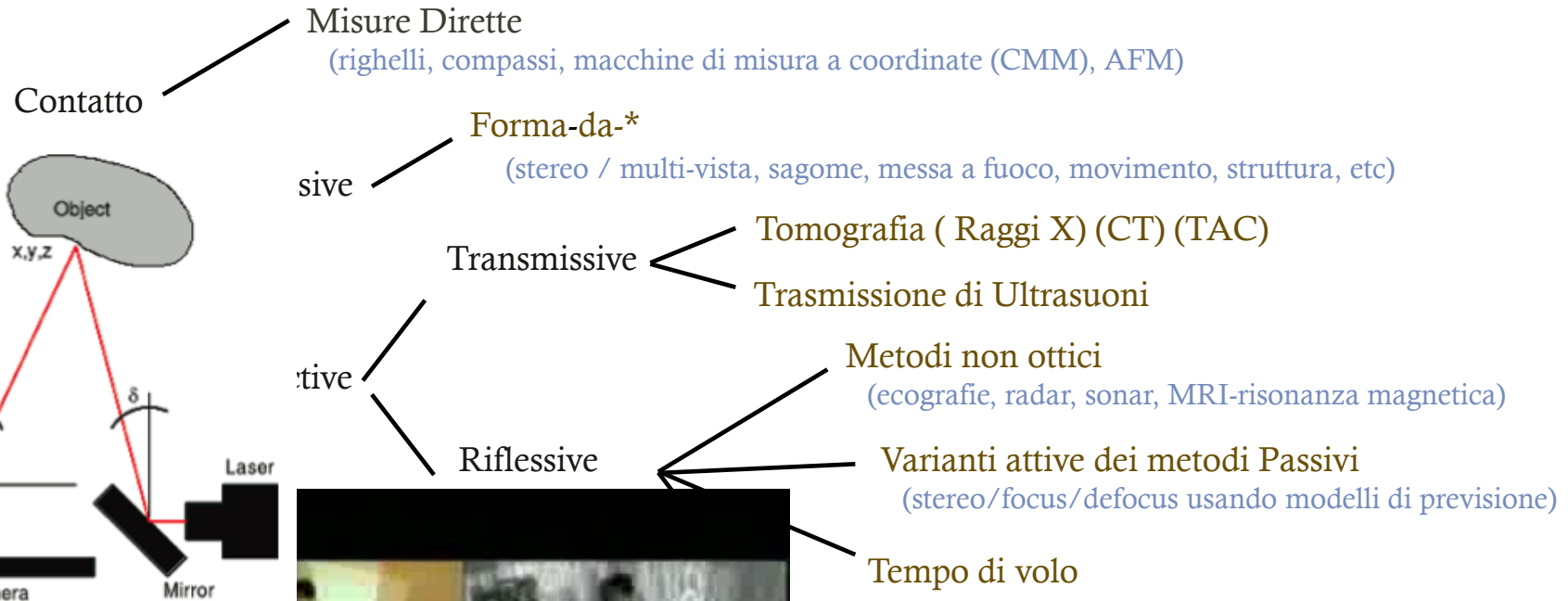
Medical Imaging e Chirurgia

Beni culturali

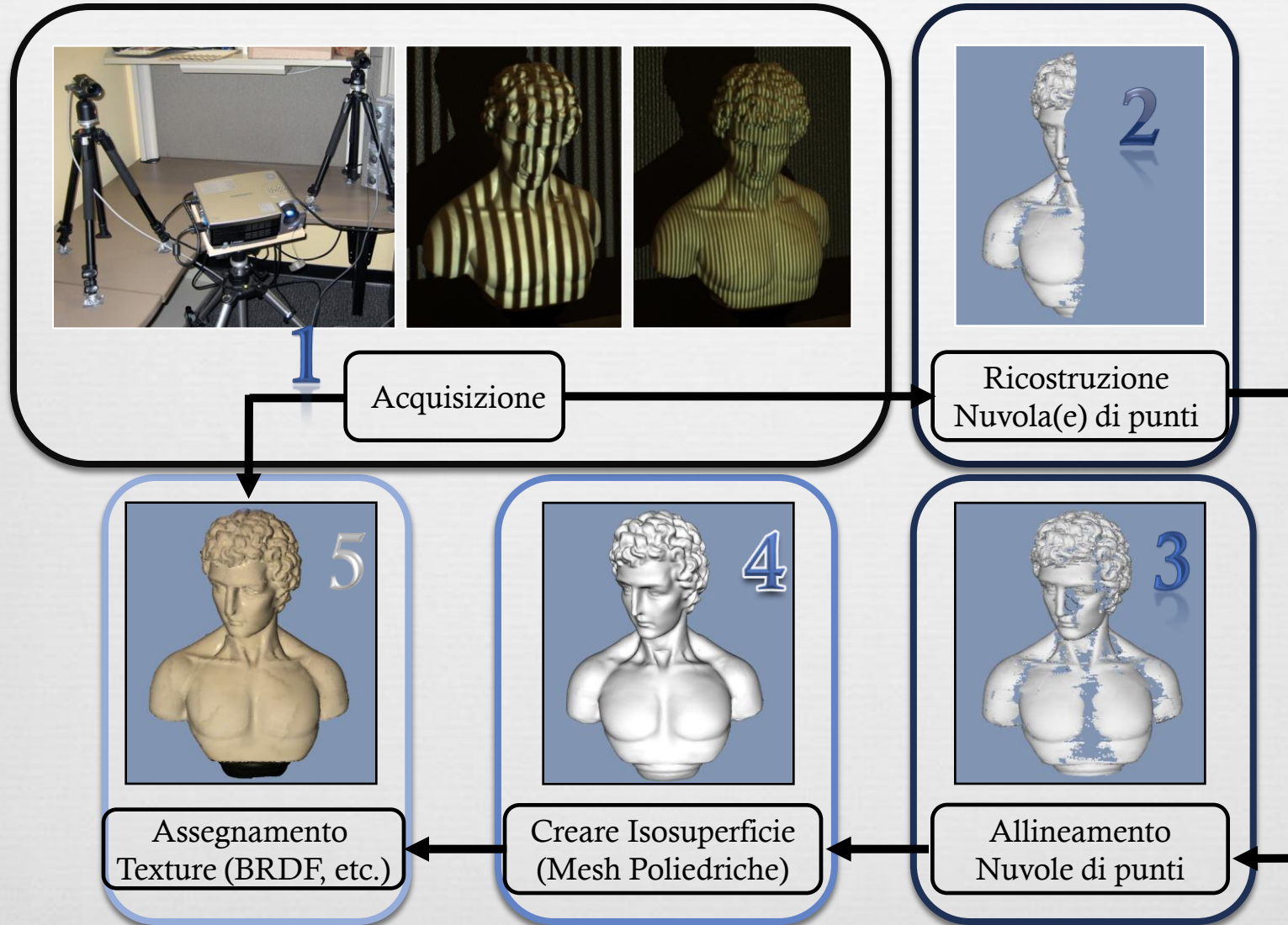
Intrattenimento

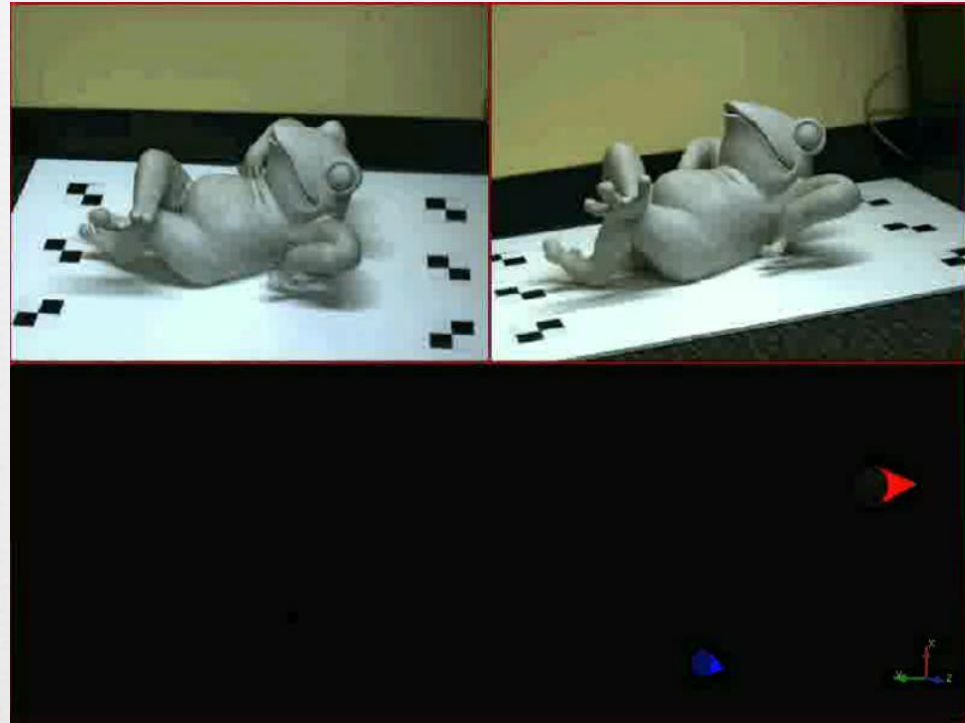
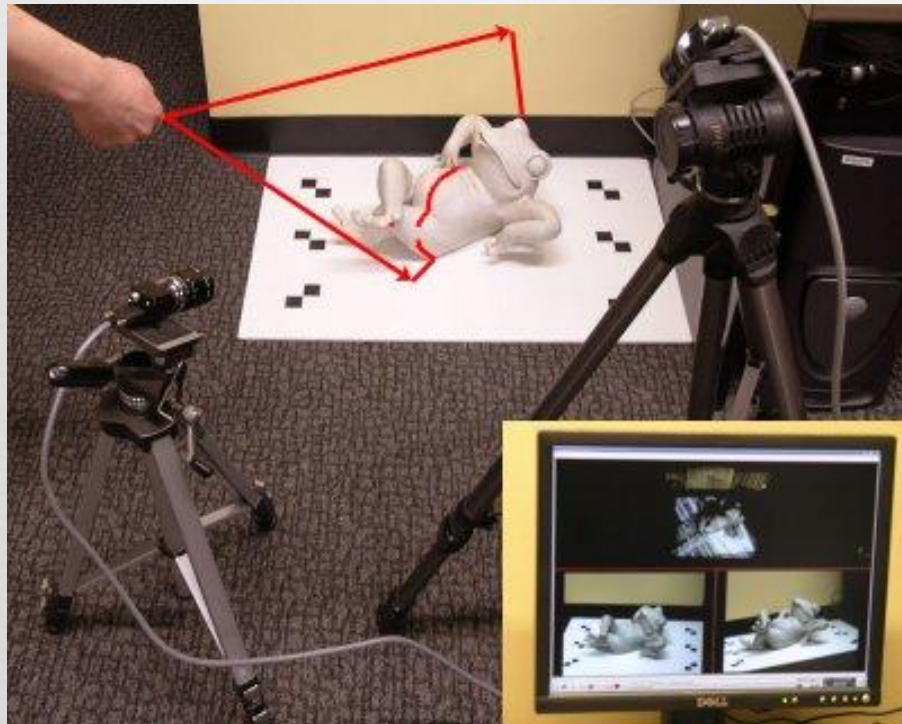
- Reverse engineering (riparazione di oggetti d'antiquariato e replicare i disegni)
- Produzione e controllo di processo (tolleranze e allineamento)
- Controllo remoto (ambienti inaccessibili o pericolosi)

Classificazione dello scanning 3D



“La pipeline dello scanning 3D”

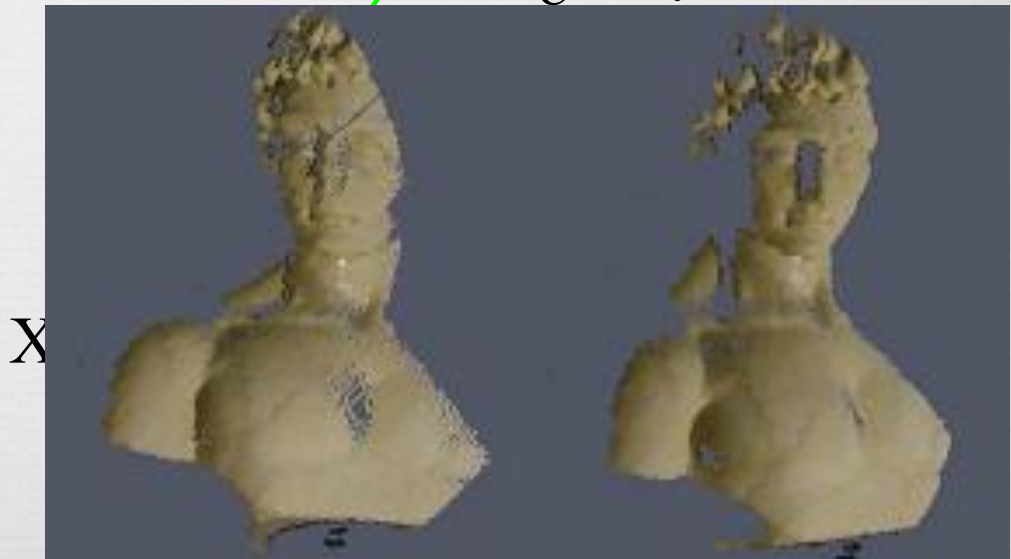
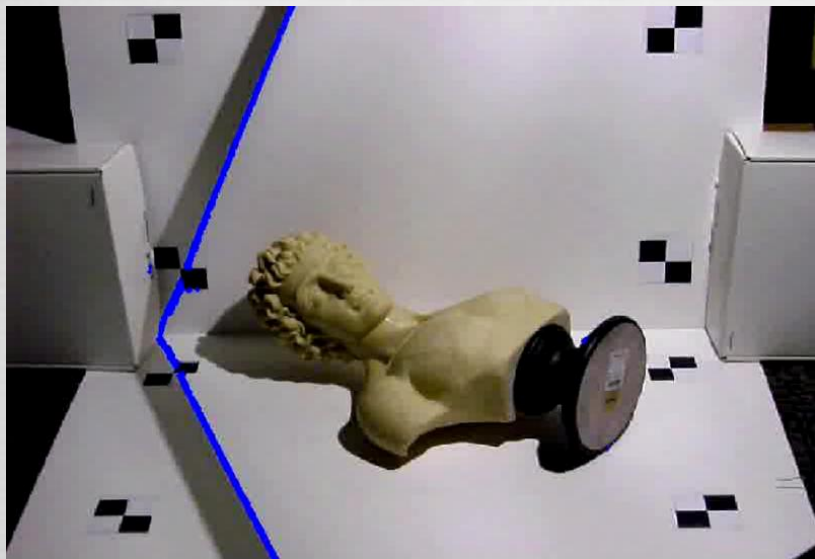
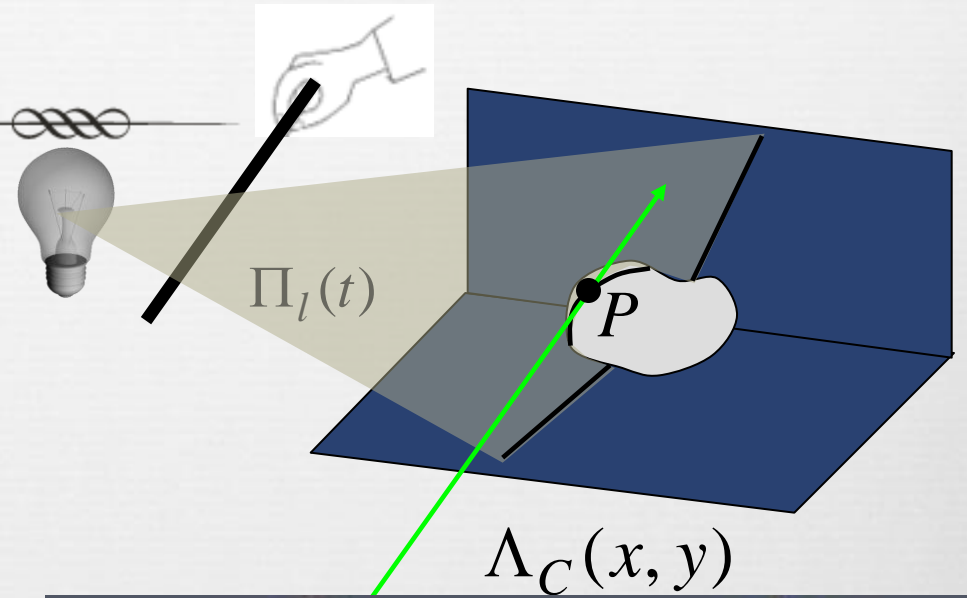
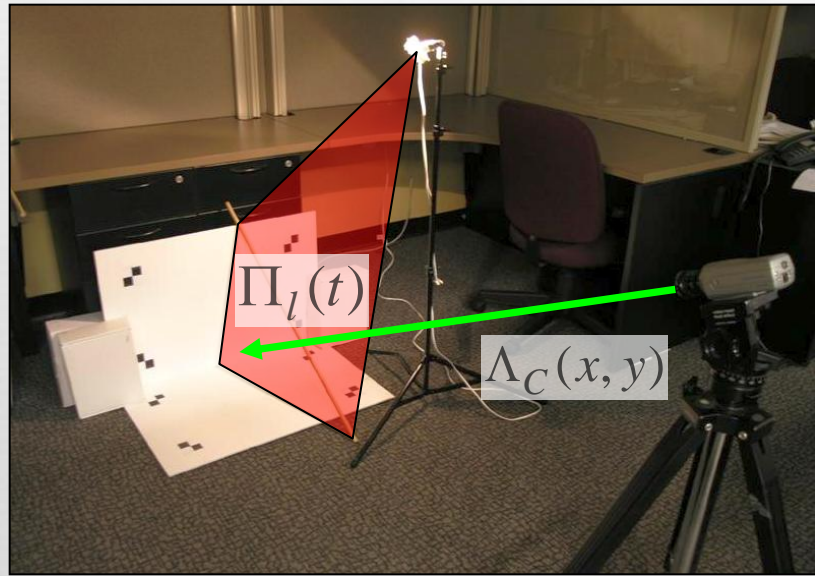




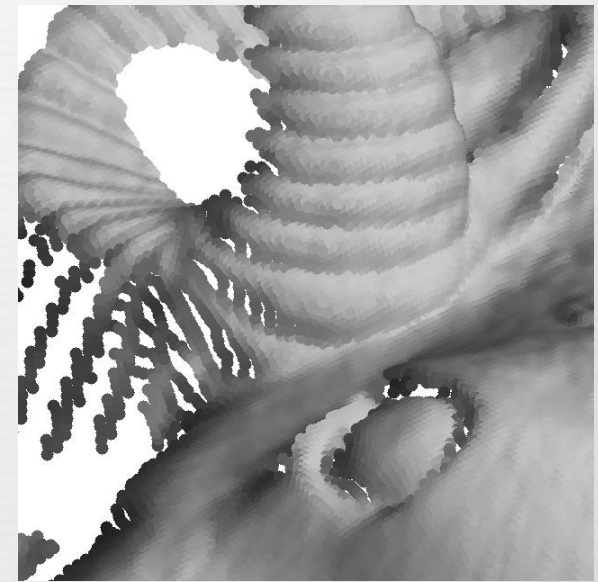
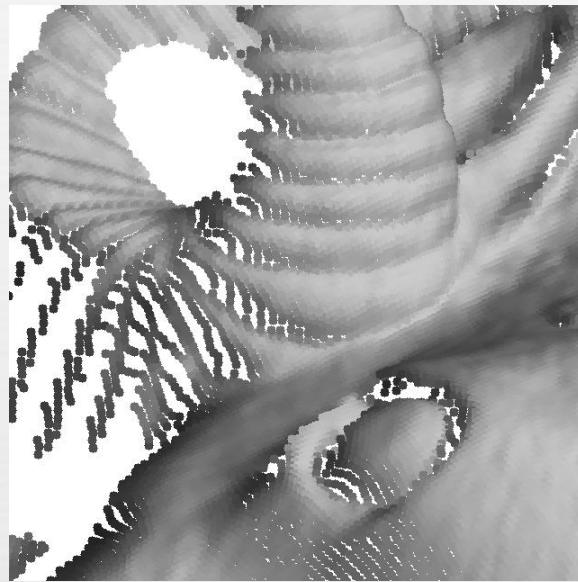
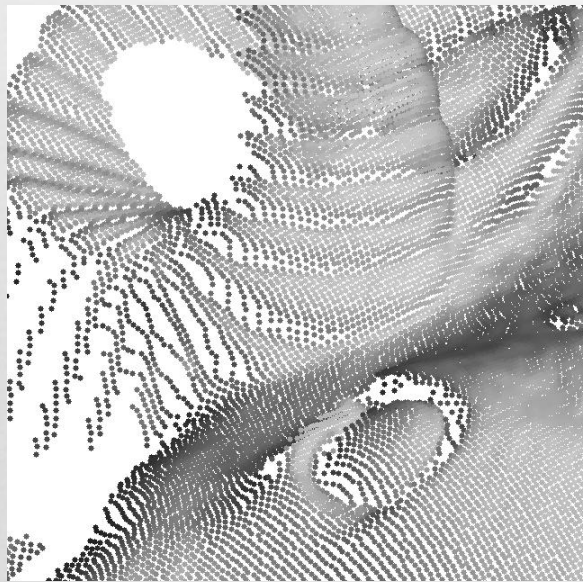
Manualmente o meccanicamente: trascinare una linea laser
Calcolo Profondità con una triangolazione raggio-piano
Richiede una camera accurata e piano di taratura laser
Soluzione popolare per scanner 3D commerciali e fai da te

2

GEOMETRIA SWEEP-PLANE



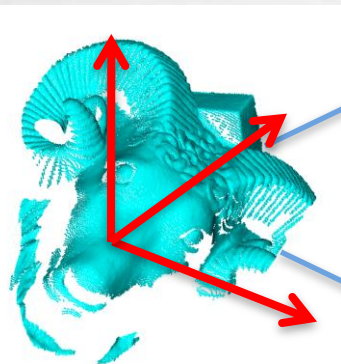
2' VISUALIZZAZIONE IN NUVOLA DI PUNTI Rendering del punto via «Splatting»



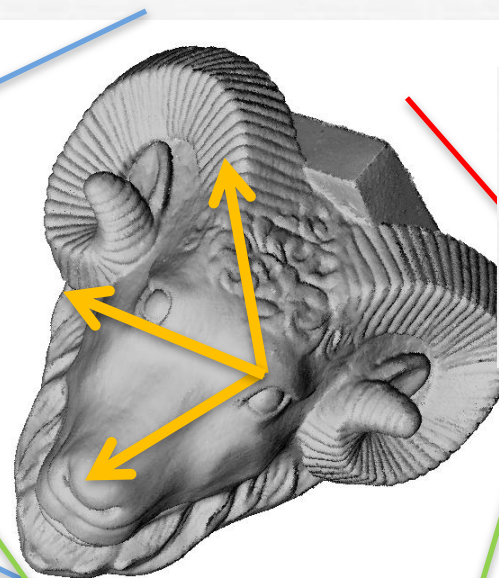
- La scannerizzazione produce una nuvola di punti: un insieme di punti 3D
- Problema: come *rendere* una nuvola di punti per farla sembrare una superficie continua?
- tecnica di Splatting: “rendering” dei punti come sovrapposizione di **dischetti**

3

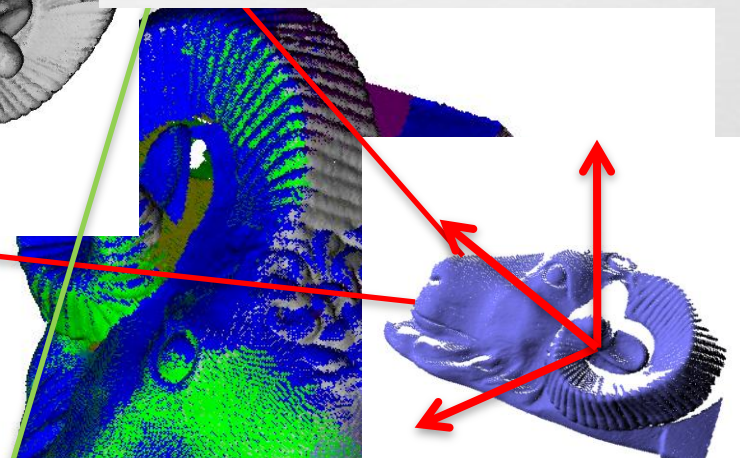
UNIRE SCANSIONI DIFFERENTI DI NUVOLE DI PUNTI



Le scansioni devono essere fuse insieme per ricoprire l'intera superficie



Un oggetto deve essere scansionato da più punti di vista

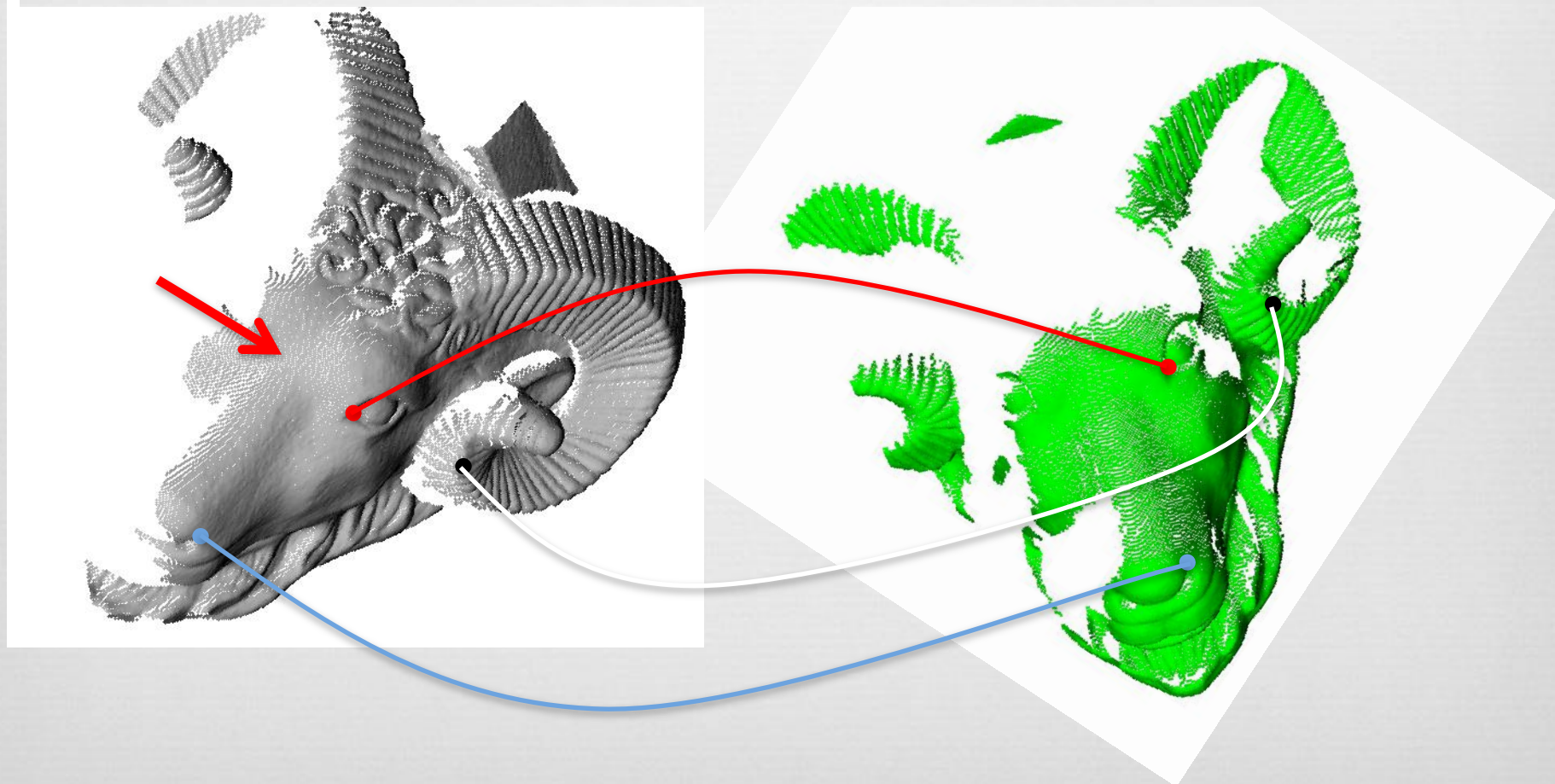


- Ogni nuvola di punti è generata nel **sistema di coordinate della camera**.
- La posizione relativa e l'orientamento di ogni scansione sarà rispetto ad un **sistema globale di coordinate** necessario a produrre una nube unica di punti

3 Esempio 1/3

COMBINARE 2 NUVOLE DI PUNTI?

1. Selezionare almeno 3 coppie di punti, idealmente molti di più $N \gg 3$
2. Si risolve la corrispondenza della trasformazione del corpo rigido
3. Si ottimizza la soluzione usando l'algoritmo Iterative Closest Point (ICP)



TRASFORMAZIONI DI CONNESSIONE

- Date N coppie di punti 3D $(p_1; q_1); \dots; (p_N; q_N)$ noi stiamo cercando la matrice di rotazione R e il vettore di traslazione T

$$R p_j + T = q_j \quad j = 1; \dots; N$$

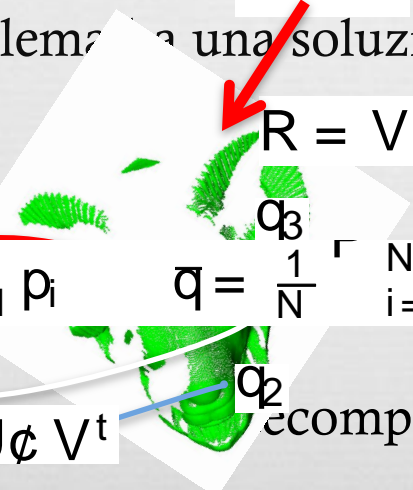
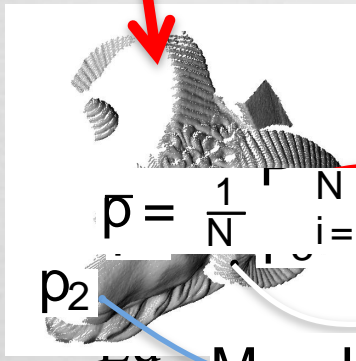
- In generale la soluzione non esiste: si approssima con la strategia dei Minimi quadrati
- Si cerca la minimizzazione della funzione dell'energia

$$E(R; T) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \|R p_j + T - q_j\|^2$$

Mobil

Fisso

- Questo problema ha una soluzione in cui abbiamo:



$$R = V^t U \quad T = q_i - p_i$$

$$\bar{p} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i$$

$$\bar{q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_i$$

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - \bar{p})(q_i - \bar{q})^t$$

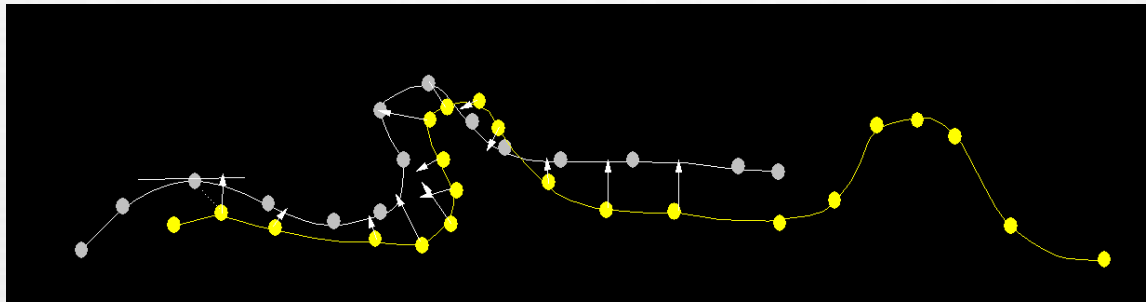
$$M = U \Sigma V^t$$

decomposizione ai valori singolari (SVD) di M

3

Esempio 3/3

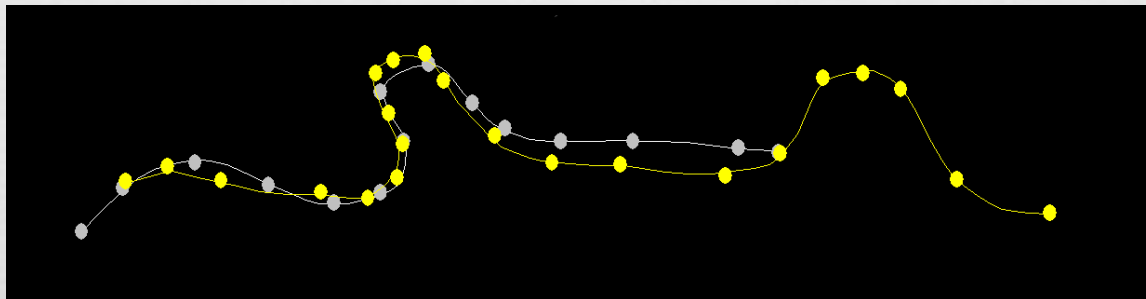
ITERATIVE CLOSEST POINT



1. Automaticamente si selezionano N punti $p_1; \dots; p_N$
2. Si cerca il corrispondente punto $q_1; \dots; q_N$
3. Si risolve il problema della minimizzazione dell'energia

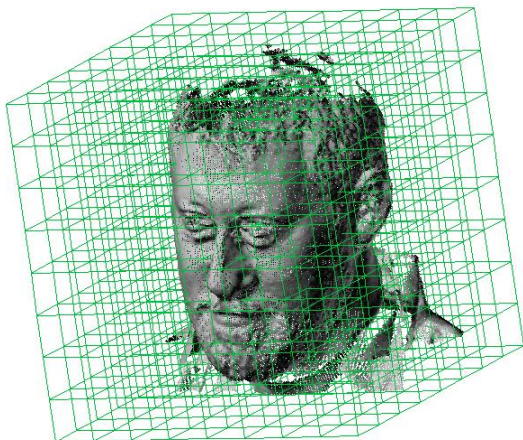
$$E(R; T) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N kR p_j + T i q k^2$$

4. Si ripete il procedimento 1-3 volte, fino alla convergenza



4

SUPERFICIE DA NUVOLO DI PUNTI



Ogni superficie **watertight** (ogni superficie **watertight**)

trovare punti prossimi agli altri MA

Un **Isosurface** (isosuperficie) è una

sono informazioni sulle compressioni
approssimazione poligonale di una funzione
sono necessarie per trovare in modo efficiente i punti vicini
è implicita, connessa con una griglia volumetrica:
è esplicita questa informazione: **edges (bordi)**

cioè è una superficie tridimensionale che
rappresenta punti di valore costante all'interno
di un volume di spazio;

ingolare sui punti per interpolazione o approssimazione

Molte applicazioni richiedono superfici **watertight** (a tenuta stagna): superfici

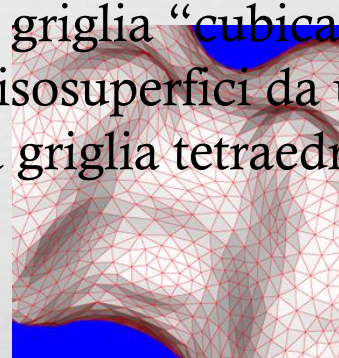
continue e chiuse che partizionano lo spazio in **inside (dentro)** e **outside (fuori)**

- superficie implicita valutata sui vertici di una griglia "cubica" regolare

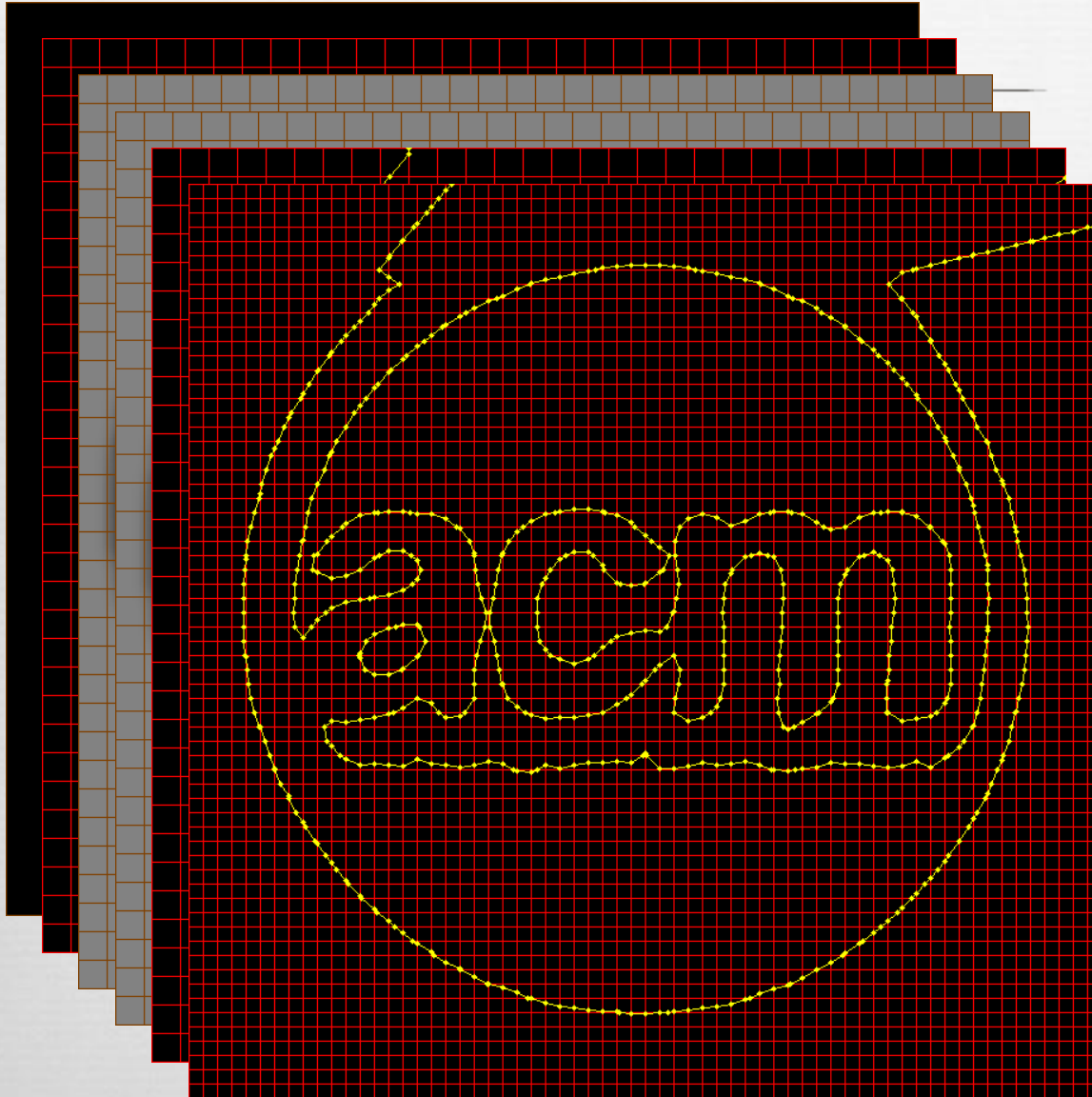
Ci sono algoritmi semplici e simili per generare isosuperfici da una funzione

implicita valutandola sui vertici di una griglia tetraedrica

- La triangolazione sarà a **watertight**



RICOSTRUZIONE DI UNA CURVA DA NUVOLO DI PUNTI



- Punti orientati
- Griglia regolare
- Funzione Implicita
- Isocurva
- Griglia larga:
Aliasing
- Griglia fine risolve
la topologia

4

Esempio 2/3

RICOSTRUZIONE DI UNA CURVA DA NUVOLE DI PUNTI

Vector Field Isosurface (VF Iso)

- Data una nuvola di punti orientata (punti e normali)

$$D = f(p_1; n_1); \dots; (p_N; n_N)g$$

- Si cerca una funzione implicita $f(p)$ definita sul volume V tale che

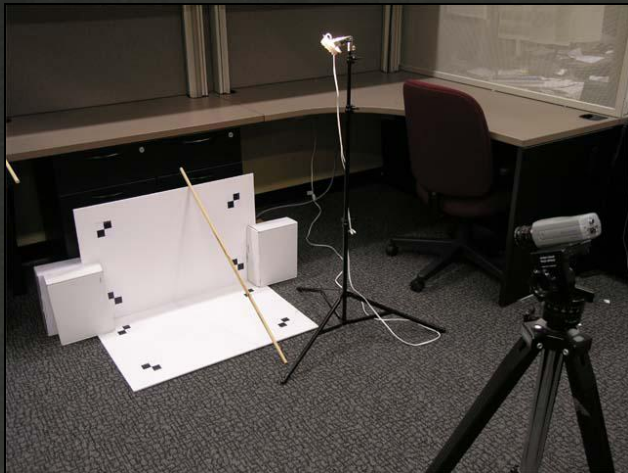
$$f(p_i) \approx 0 \quad \text{e} \quad \nabla f(p_i) \cdot n_i \approx 1 \quad i = 1; \dots; N$$

- Si minimizza la funzione dell'energia

$$E(f) = \alpha_1 \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(p_i)^2 + \alpha_2 \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\nabla f(p_i) \cdot n_i - 1|^2 + \alpha_3 \int_V |\nabla f(p)|^2 dp$$

- Abbiamo un *problema di minimi quadrati*: il problema si riduce alla soluzione di un sistema lineare (generalmente di grandi dimensioni e sparso)

Demo



LASERSCANNER

www.david-laserscanner.com



Language: Sprache/Lingua/Lingus/Langue/Jezyk/Linguagem/Резик

Italiano



Sitografia



- ❧ Laser scanner – Wikipedia
http://it.wikipedia.org/wiki/Laser_scanner
- ❧ Scanner Laser 3D – Wikipedia
http://it.wikipedia.org/wiki/Scanner_Laser_3D
- ❧ MeshLab Stuff: Meshing Point Clouds
<http://meshlabstuff.blogspot.com/2009/09/meshing-point-clouds.html>
- ❧ Build Your Own 3D Scanner: Optical Triangulation for Beginners
<http://mesh.brown.edu/byo3d/slides.html>
- ❧ Build Your Own 3D Scanner: Surface Reconstruction
<http://www.slideshare.net/dlanman/build-your-own-3d-scanner-surface-reconstruction-1882960>
- ❧ Point cloud to mesh
http://lcni.uoregon.edu/~mark/Projects/Brain_casting/Point_cloud_to_mesh.html
- ❧ manuale_utente:scansione_3d_laser [DAVID-Wiki]
<http://www.david-laserscanner.com/>

IN NOTA A QUESTA DIAPOSITIVA

L'ELENCO DEI RIFERIMENTI DELLE IMMAGINI DELLA PRESENTAZIONE

Fine

