

Ricostruzione e calcolo del volume di oggetti 3D in ambiente controllato

Relatore: Prof. *Simone Bianco*

Co-relatore: Prof. *Paolo Napoletano*

Relazione della prova finale di:

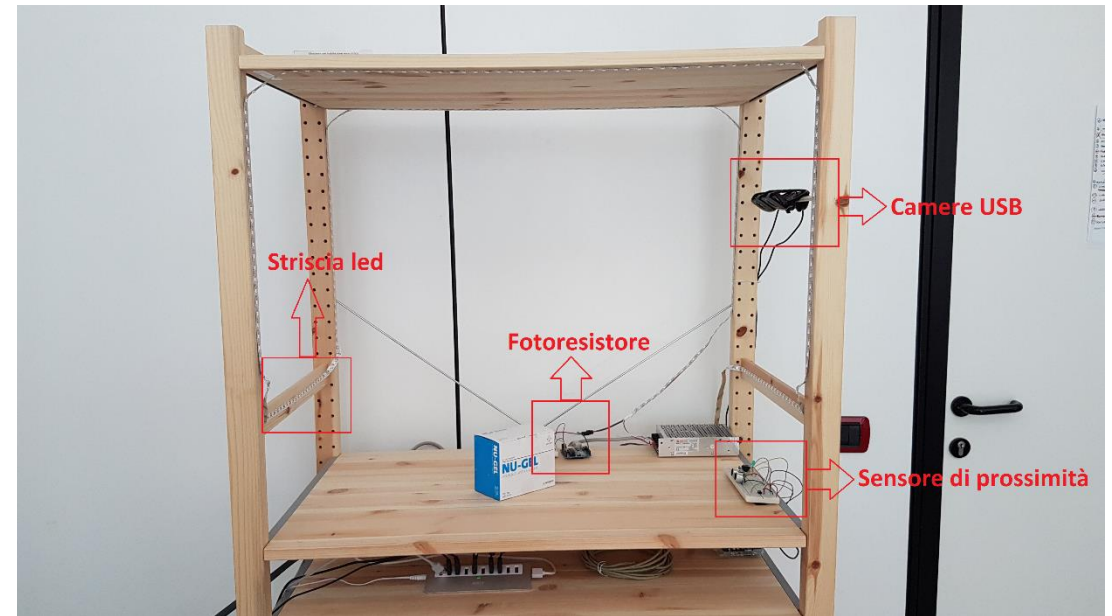
Samuele Ventura

Matricola 793060

OBIETTIVO TESI

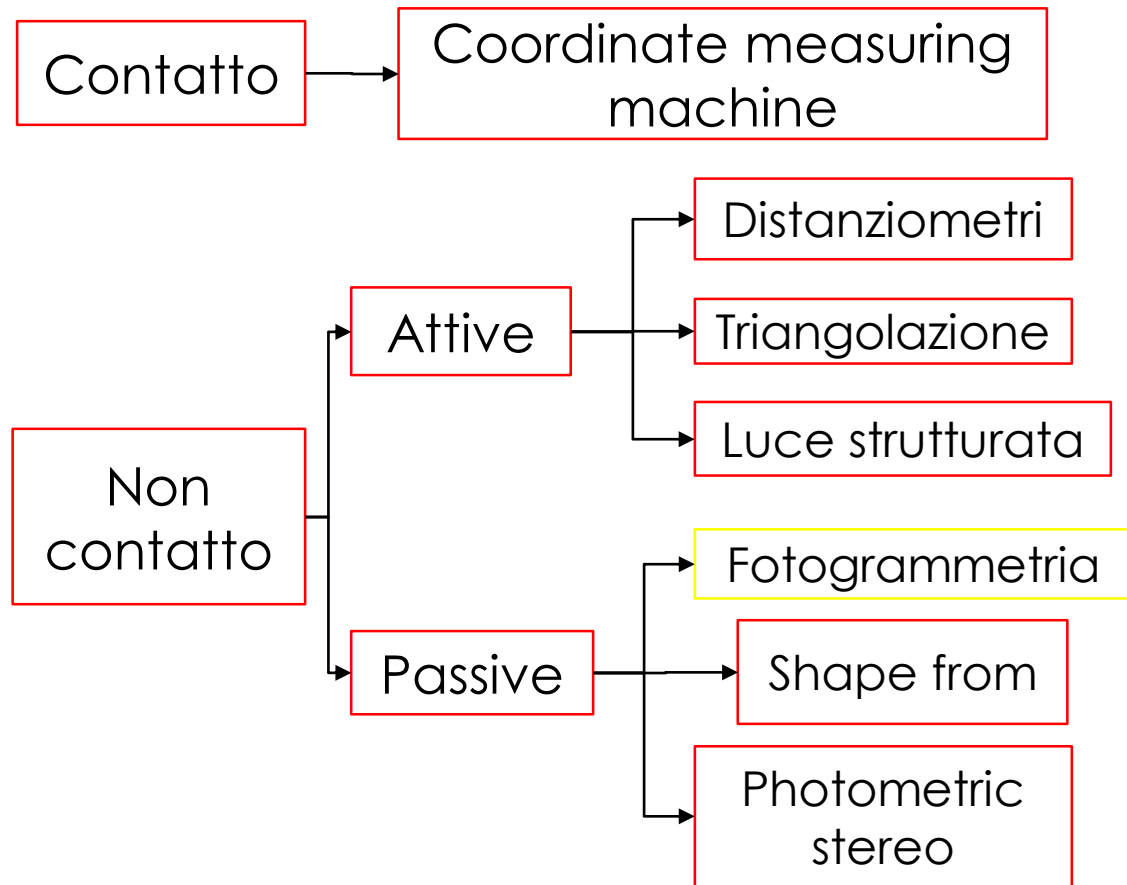
La tesi fa parte di un progetto più ampio, composto da:

1. Acquisizione automatica e controllo della luce
2. Pipeline di pre-processing
3. Io mi sono occupato della ricostruzione 3d e stima del volume



RICOSTRUZIONE 3D

Tassonomia delle varie tecniche



Stereo vision

- Fotogrammetria con due camere
- Relazioni geometriche tra punti nell'immagine e nella scena reale

Step principali:

1. Calibrazione singole camere
2. Calibrazione stereo
3. Rettificazione delle immagini
4. Stereo matching
5. Segmentazione
6. Triangolazione
7. Stima del volume

STEP 1 CALIBRAZIONE DELLE CAMERE

1) Parametri estrinseci

- Trasformazione rigida dalle coordinate 3d del sistema mondo alle coordinate 3d del sistema camera.

output

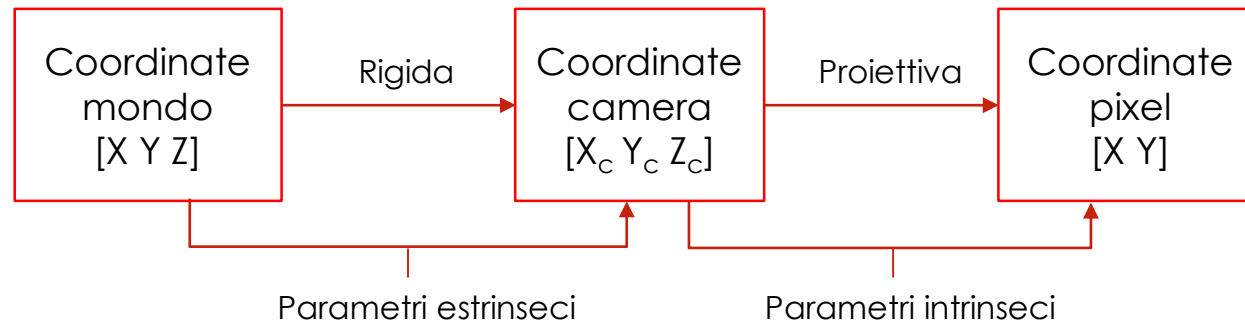
Matrice di traslazione e rotazione

2) Parametri intrinseci

- Mettono in relazione le coordinate 3d nel sistema camera con le coordinate 2d nell'immagine.

output

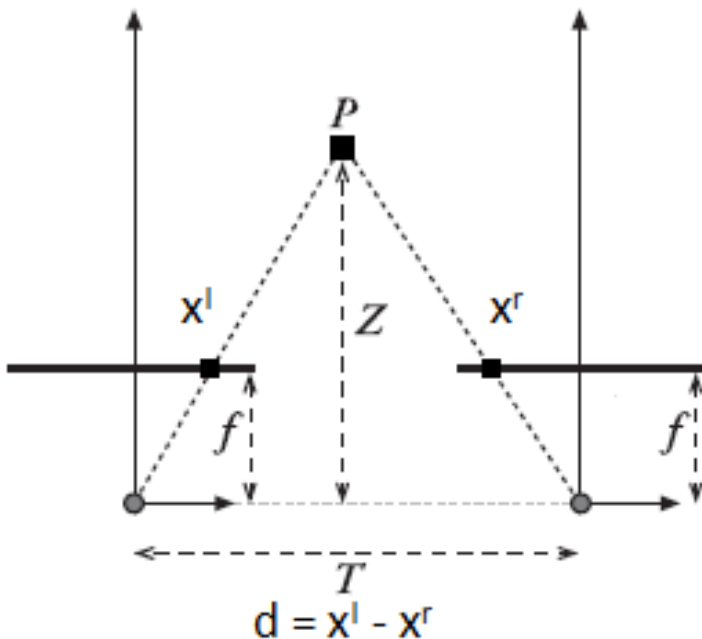
Matrice camera



STEP 6 TRIANGOLAZIONE

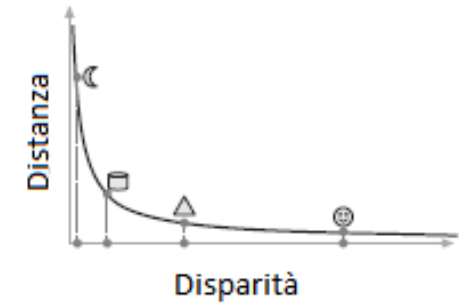
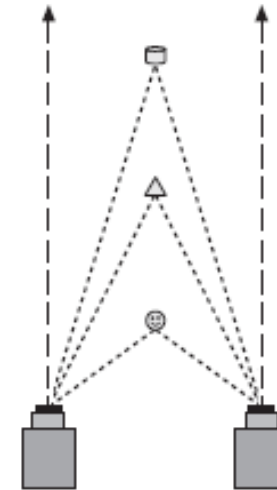
Modello ideale

- Immagini complanari
- Conoscenza punti corrispondenti nelle due immagini



$$\frac{T - (x^l - x^r)}{Z - f} = \frac{T}{Z}$$

$$Z = \frac{fT}{x^l - x^r}$$



Relazione non lineare implica una diversa risoluzione delle camere in base alla distanza

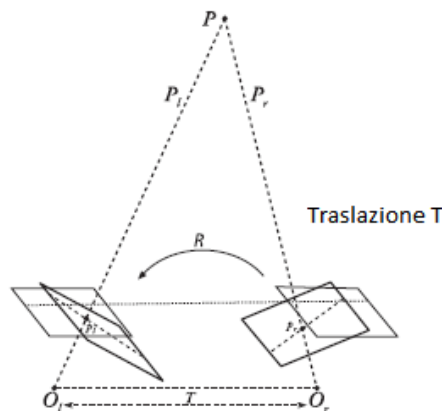
VERSO IL MODELLO IDEALE

Step 2 calibrazione stereo

- Trovare una matrice di rototraslazione che lega la posizione delle due camere

output

Immagini complanari

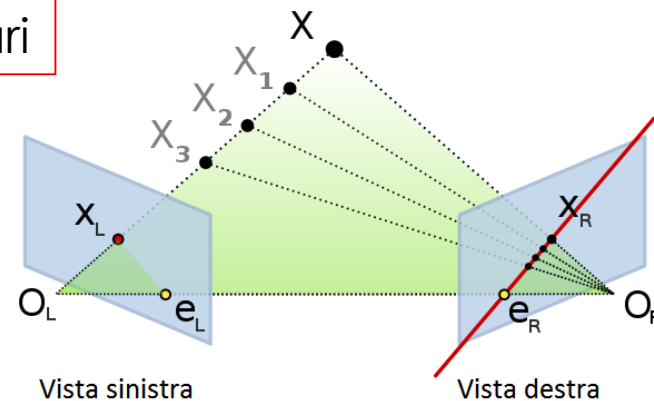


Step 3 rettificazione

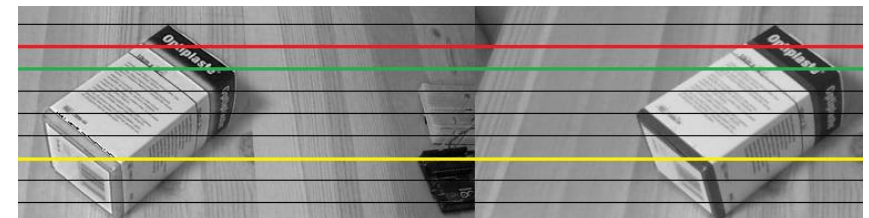
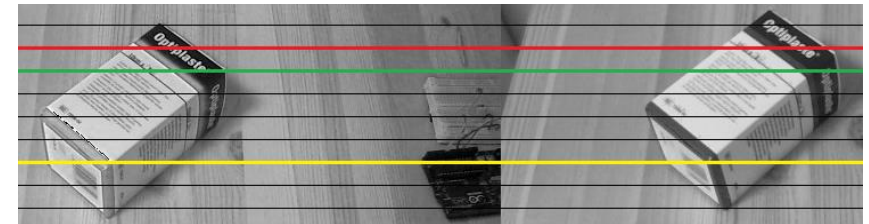
- Geometria epipolare e vincolo epipolare

output

Immagini allineate per righe



Geometria epipolare



STEP 4 STEREO MATCHING



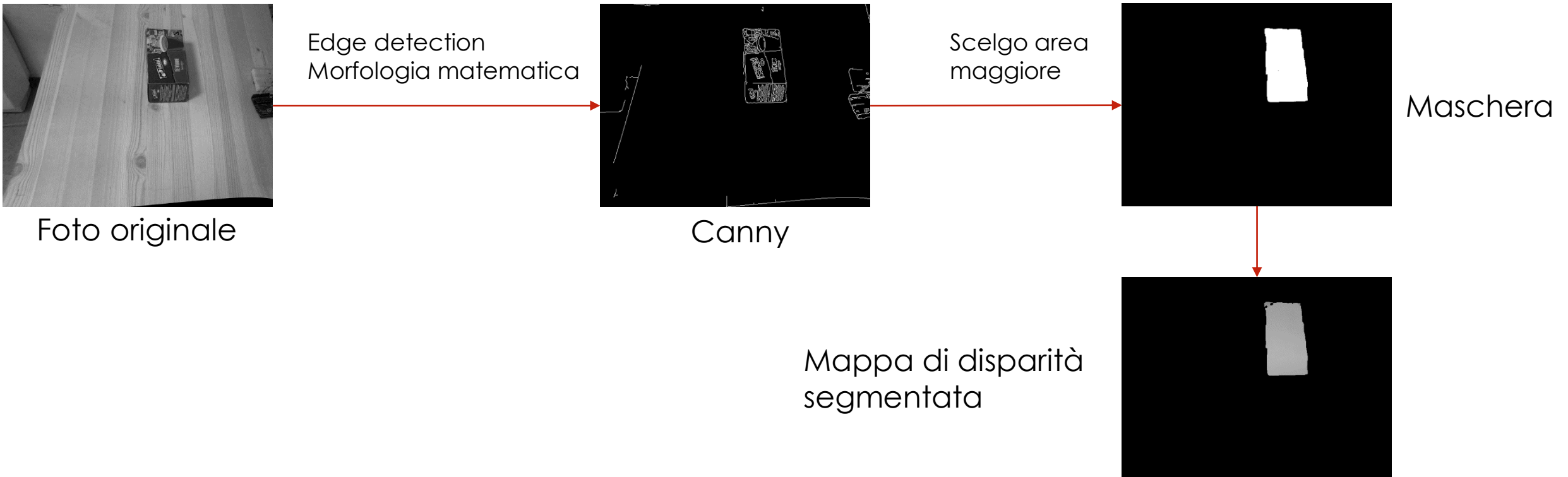
Vista sinistra



Mappa di disparità

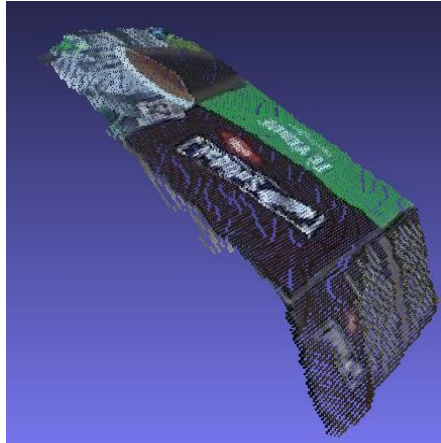
STEP 5 SEGMENTAZIONE

- L'obiettivo è evidenziare i soli punti che appartengono alla regione della scatola.



NUVOLA DI PUNTI

- Errori nella ricostruzione a causa di poche texture o regioni occluse.



STEP 7 STIMA DEL VOLUME

Stima volume

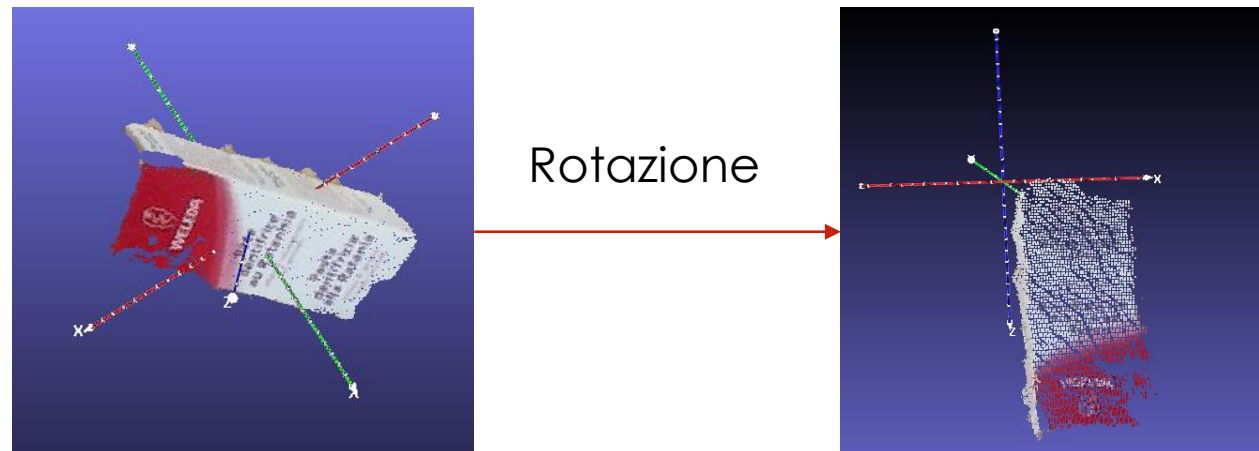
1. Taglio la nuvola di punti con piani paralleli agli assi.
2. Per ogni direzione salvo piano con più punti.
3. Calcolo dimensione piano.

- Applicabile se le facciate della nuvola di punti sono parallele agli assi di riferimento

Rotazione point cloud

- Ricerca tre angoli di rotazione
- Massimizzare somma istogrammi normalizzati sui tre assi:

$$f = \max(h_x) + \max(h_y) + \max(h_z)$$



CONCLUSIONI

Risultati

- 5 modelli, 5 foto per ognuno.
- Errore nel calcolo di una delle dimensioni ± 1 cm.
- Nella stima del volume si è calcolato un errore medio del 5%.

Possibili lavori futuri

- Adattare il dispositivo a più camere per avere una ricostruzione completa della scatola.
- Rendere l'algoritmo di stereo matching più robusto





Grazie dell'attenzione