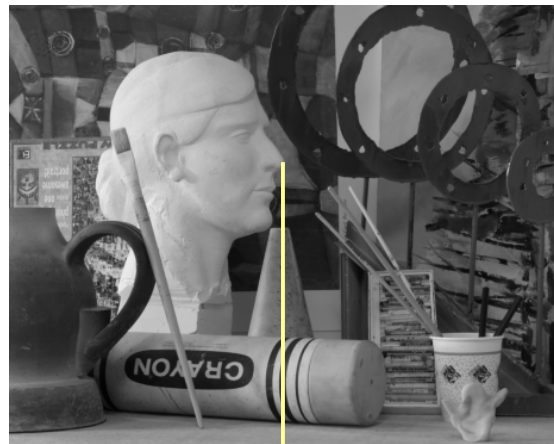


ES1: STEREO MATCHING

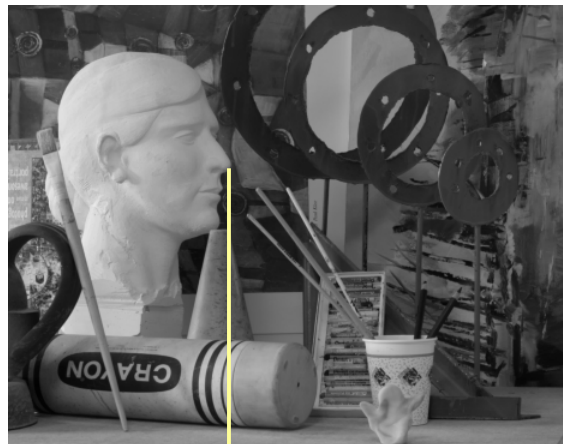
Data una coppia di immagini sinistra-destra, **rettificate**, L-0.pgm e R-0.pgm, calcolare la corrispondente immagine di **disparita'** con la metrica **Sum of Absolute Distances (SAD)**.

Utilizzare la funzione prototipo fornita:

```
void mySAD_Disparity(const cv::Mat & left_image, const cv::Mat & right_image, int radius, cv::Mat & out)
```

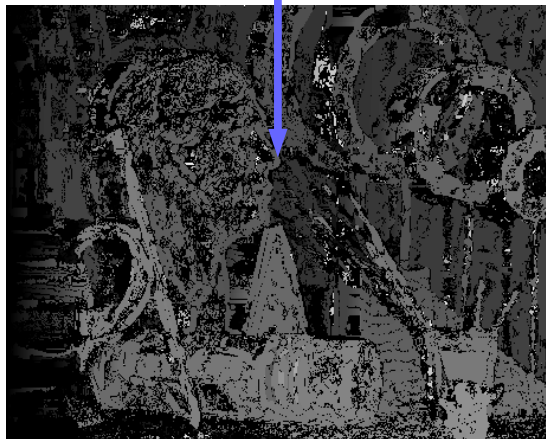


colonna_l



colonna_r

disparita'



Dettagli:

1. Confrontare il vicinato 5×5 di ogni pixel dell'immagine sinistra (r,c) con il corrispondente vicinato 5×5 dei *possibili candidati sull'immagine destra*. Il confronto va fatto tramite la somma delle differenze in valore assoluto.

2. Il candidato sull'immagine destra con *somma delle differenze minore* e' il corrispondente cercato.
3. Salvare il valore di disparita' d nell'immagine di *out* come un CV_32FC1 in posizione (r,c).
4. Limitare il range di ricerca a 128 colonne
5. NON e' un problema risolvibile con feature matching e key points. Il confronto va fatto pixel per pixel (stereo matching).
6. Esecuzione del codice:

```
./simple -il ../images/L-0.pgm -ir ../images/R-0.pgm
```

HINTS

1. su quale riga dell'immagine destra devo cercare il corrispondente del pixel di sinistra? Le immagini sono **rettificate, quindi i piani immagine sono paralleli e complanari**.
2. una volta nota la riga, quali colonne ha senso esplorare? Quelle di destra o quelle di sinistra?
3. si puo' fare con 5 cicli innestati

ES2 (EXTRA)

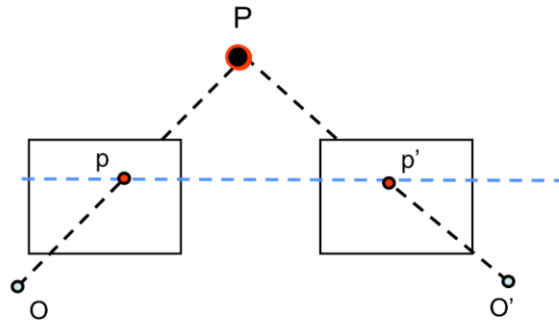
Invece di prendere semplicemente il corrispondente a somma minima, utilizzare il metodo **ratio distance**, in cui confrontiamo il minimo con il secondo minimo (best, 2nd-best) e verifichiamo che sia significativamente piu' piccolo (si veda Feature Matching).

SOLUZIONE ES1

Le immagini sono rettificate, quindi, dato un punto $\mathbf{p}=(u,v)$ dell'immagine sinistra, il suo corrispondente sull'immagine di destra $\mathbf{p}'=(u',v)$ si trova sulla stessa riga, ma ad una colonna diversa.

In notazione riga colonna $\mathbf{p}=(r, c)$, $\mathbf{p}'=(r, c')$

Ricerca delle corrispondenze



Con immagini rettificate è molto più semplice:
sono sulla stessa riga

La disparita' e' la **differenza d tra le colonne di \mathbf{p} e \mathbf{p}' :**

$$d = u - u'$$

o equivalentemente

$$d = c - c'$$

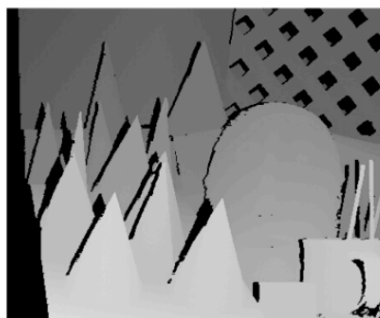
<http://vision.middlebury.edu/stereo/>



$$p_u - p'_u \propto \frac{B \cdot f}{z}$$

[Eq. 1]

Stereo pair



Disparity map / depth map

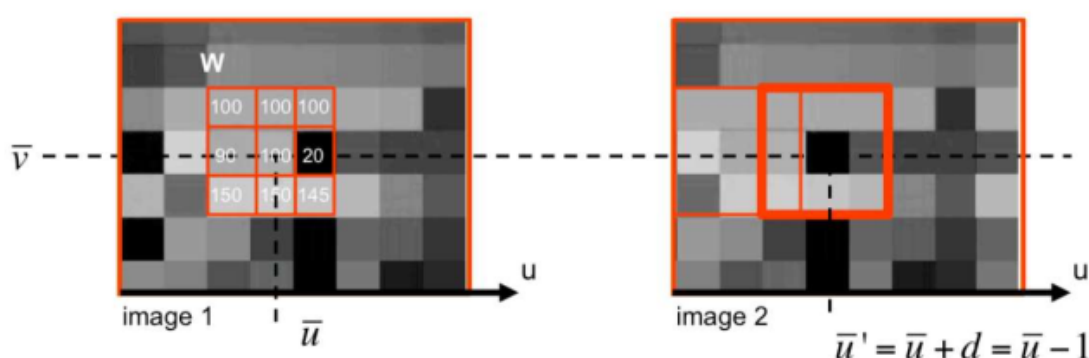
Visto che cerchiamo il corrispondente di un punto dell'immagine sinistra sulla destra, la sua colonna sarà $u' < u$. Cioè il corrispondente $p'=(u',v')$ cercato è del tipo:

$v' == v$ (stessa riga)

$u' < u$ (colonna inferiore)

Per trovare il corrispondente vado a confrontare una finestra di 5x5 pixel centrata intorno a p con una corrispondente finestra 5x5 centrata intorno ai vari candidati p' pixel dell'immagine destra, sulla stessa riga, alla sinistra di u .

SAD: Sum of Absolute Distances



- **Somma dei moduli delle differenze tra W e W'**

Il confronto avviene facendo la **somma delle differenze in valore assoluto (SAD)** di ogni pixel nelle due finestre. Attenzione che NON è equivalente a fare la differenza delle somme!!

Esempio nel caso 3x3:

100	100	0
0	0	70
80	0	100

0	0	0
0	200	0
0	250	0

Somma delle differenze in valore assoluto:

$$|100-0| + |100-0| + |0-0| + |0-0| + |0-200| + |70-0| + |80-0| + |0-250| + |100-0| = 900$$

Differenza delle somme:

$$|100 + 100 + 0 + 0 + 0 + 70 + 80 + 0 + 100| - |0 + 0 + 0 + 0 + 200 + 0 + 0 + 250 + 0| = 0 !!!$$

SOLUZIONE ES2

Ogni volta che troviamo un nuovo minimo della somma delle differenze, ci salviamo il minimo precedente. Alla fine avremo il minimo della somma delle differenze ed il secondo minimo.

Dobbiamo confrontare questi due valori: se sono troppo simili vuole dire che ci troviamo in una situazione di ambiguità. Abbiamo certamente trovato un minimo delle differenze (esiste sempre), ma questo non è abbastanza forte, non si discosta abbastanza dal secondo minimo.

Nella pratica faccio il rapporto tra i due e scarto la disparità per la quale questo rapporto è troppo grande (ad esempio maggiore di 0.8).