



Università degli Studi di Padova
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione



MISURE DI CONFIDENZA PER ALGORITMI DI STEREO VISION

Relatore:
Prof. Pietro Zanuttigh
Correlatore:
Giulio Marin

Laureando:
Nicola Dal Lago

Anno Accademico: 2013/2014



Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision

DEPARTMENT OF
INFORMATION
ENGINEERING
UNIVERSITY OF PADOVA



Visione stereo



A partire dalle immagini delle due videocamere è possibile definire, per ogni pixel, una disparità. Questa disparità indica la distanza tra i due *punti coniugati* che sono proiezione dello stesso punto della scena. Da questa si definisce la *mappa di disparità*. Per facilitare l'algoritmo le immagini vengono prima *rettificate*, in modo che i due punti si trovino nella stessa *retta epipolare*.



Università degli studi di Padova

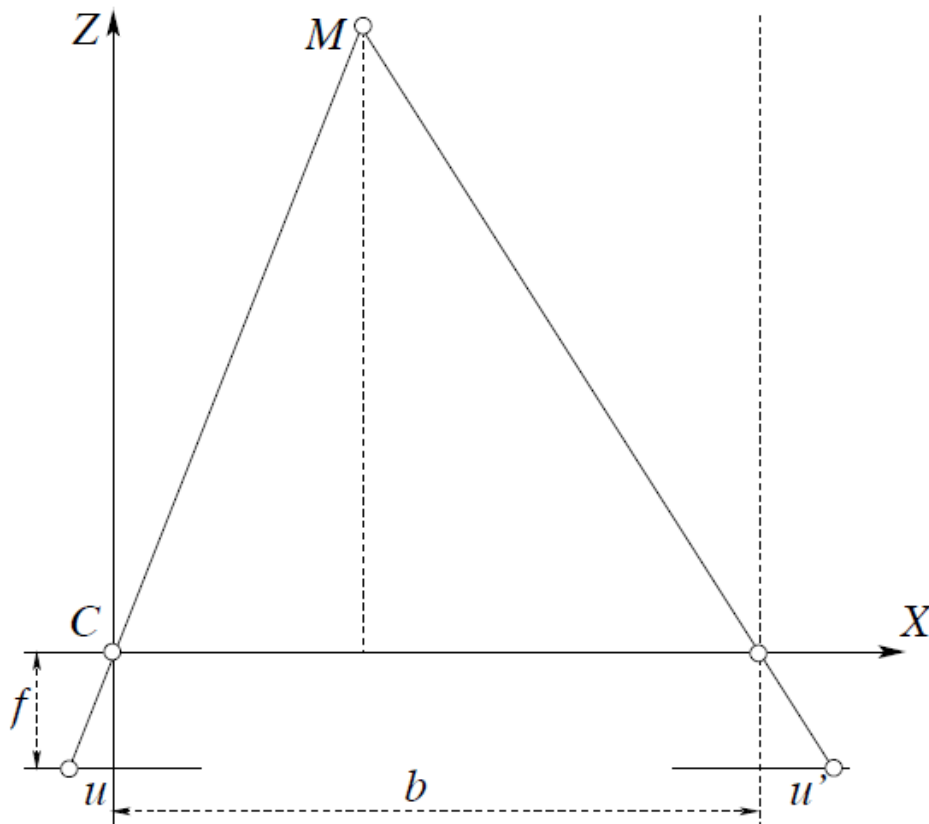
Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision

Triangolazione

Una volta calcolata la mappa di disparità, è sufficiente conoscere i parametri fisici del sistema per ricavare la distanza di un punto della scena dalle due videocamere.

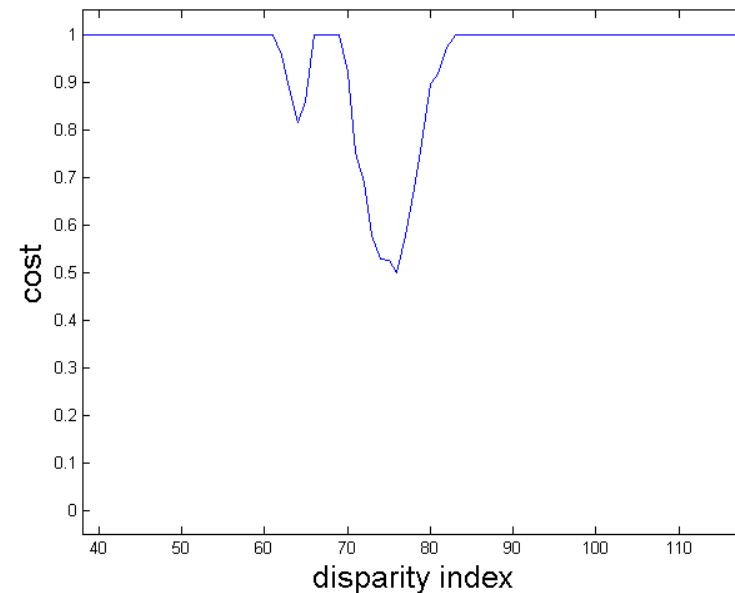
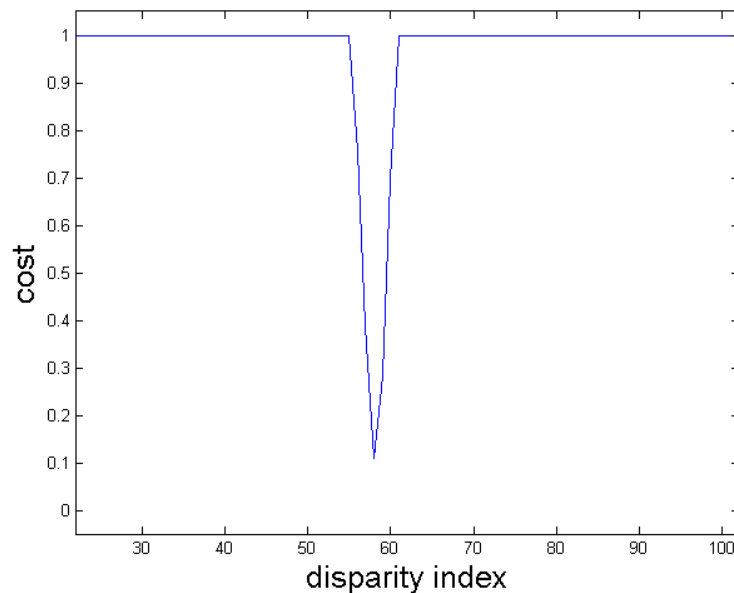
$$z = \frac{bf}{u' - u}$$





Funzione costo

A causa di molti fattori che possono influire negativamente nel corretto funzionamento dell'algoritmo per il calcolo della disparità (errata illuminazione, mancanza di trama, occlusioni, eccetera) la disparità per ciascun pixel non è mai una funzione esatta. Si dà quindi a ciascun pixel un costo, che identifica quanto una determinata disparità sia corretta. L'algoritmo ne prende il minimo, ma non è detto sia sempre corretto.





Università degli studi di Padova
Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision

Misure di confidenza

Vista la possibilità di errore, si rende necessario lo studio di varie tecniche per misurare la confidenza con la quale viene assegnato un determinato valore di disparità. Le misure che verranno utilizzate, sfrutteranno le caratteristiche locali e globali della curva, variazioni di parametri e infine se ne combineranno alcune di esse.

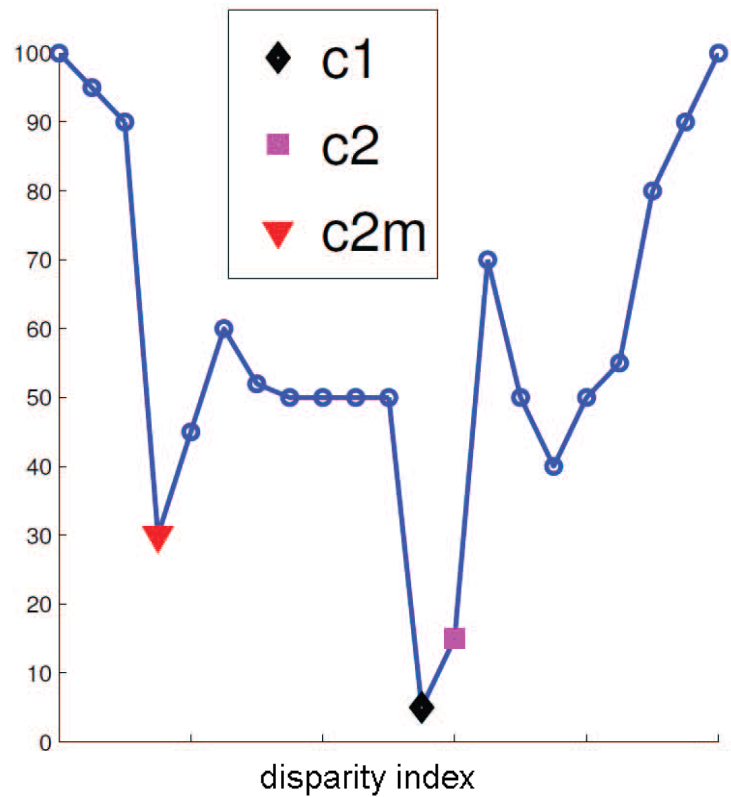
I risultati verranno confrontati con la vera disparità per quella determinata scena, questa disparità, detta *ground truth*, viene fornita insieme alle immagini nei dataset presenti in <http://vision.middlebury.edu/stereo/data/>.



Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision



◆ c1: minimo della funzione costo;

■ c2: secondo minimo della funzione costo;

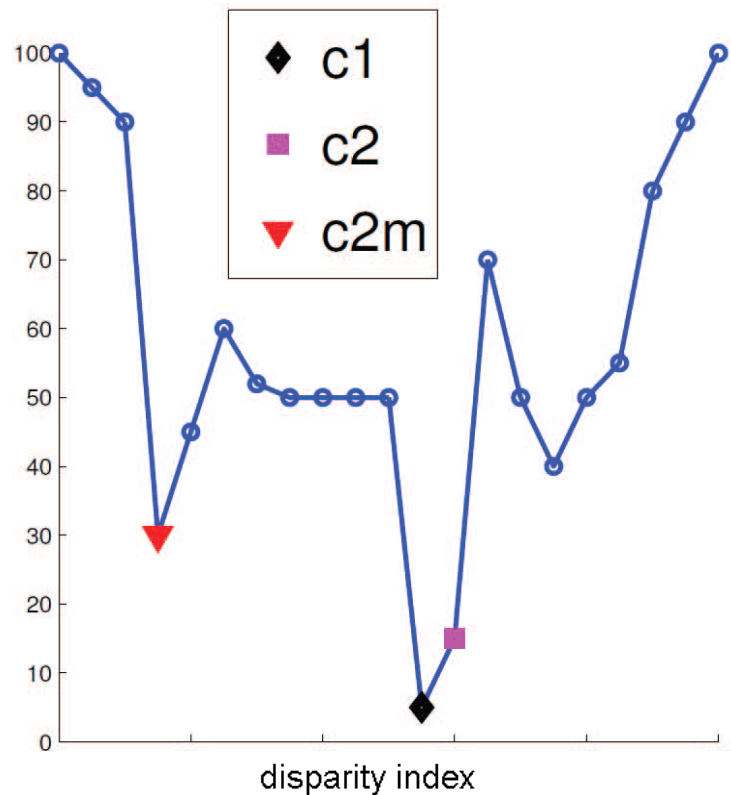
▼ c2m: secondo minimo locale più piccolo.



Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision



Curvature:

$$C_{CUR} = \frac{-2c(d_1) + c(d_1 - 1) + c(d_1 + 1)}{2}$$

Local Curve:

$$C_{LC} = \frac{\max\{c(d_1 - 1), c(d_1 + 1)\} - c_1}{\gamma}$$

Peak Ratio Naive:

$$C_{PKRN} = \frac{c_2 + \epsilon}{c_1 + \epsilon} - 1$$

Maximum Margin:

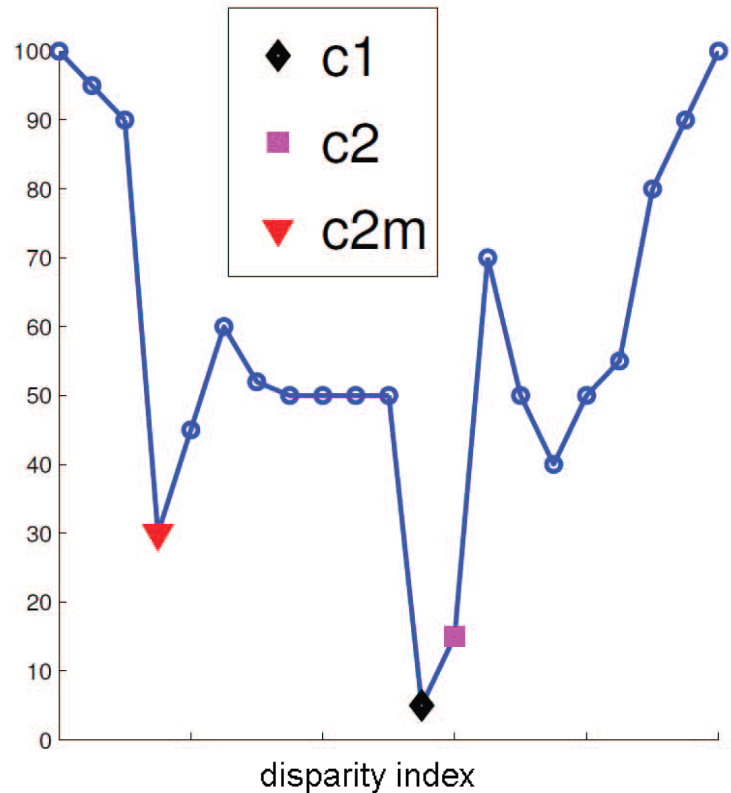
$$C_{MMN} = c_2 - c_1$$



Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision



Nonlinear Margin: $C_{NLM} = e^{\frac{c_2 - c_1}{2\sigma_{NLM}^2}} - 1$

Maximum Likelihood: $C_{MLM} = \frac{e^{-\frac{c_1}{2\sigma_{MLM}^2}}}{\sum_d e^{-\frac{c(d)}{2\sigma_{MLM}^2}}}$

Attainable Maximum Likelihood: $C_{AML} = \frac{1}{\sum_d e^{-\frac{(c(d) - c_1)^2}{2\sigma_{AML}^2}}}$

Winner Margin Naive: $C_{WMNN} = \frac{c_2 - c_1}{\sum_d c(d)}$

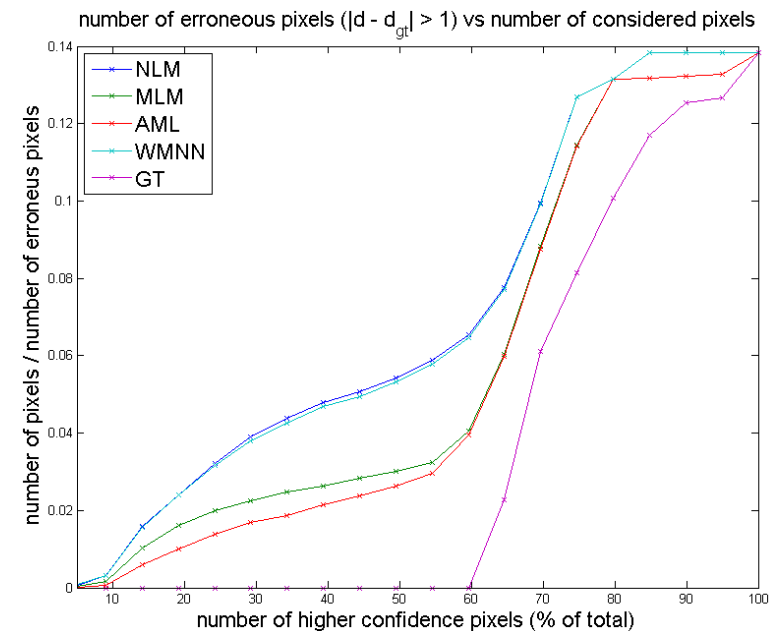
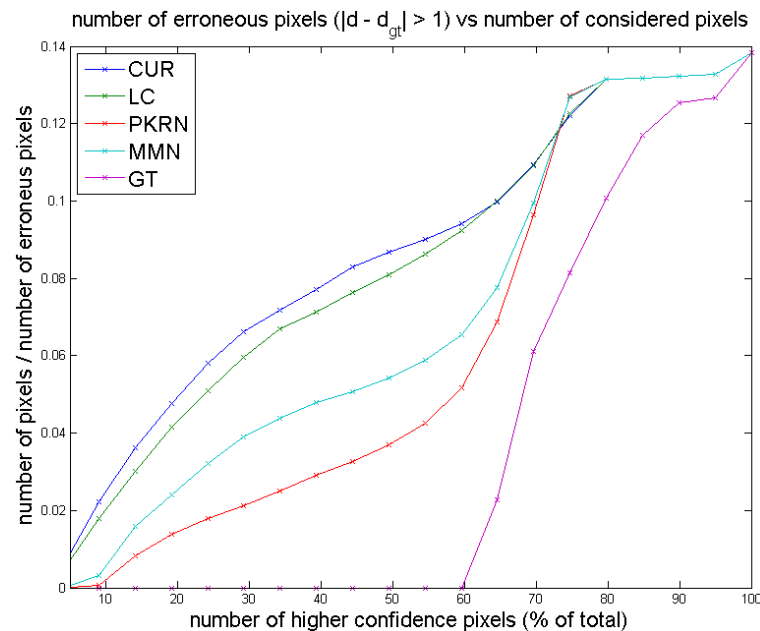


Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision

Risultati



Le tre misure che risultano essere le migliori sono, nell'ordine: AML, MLM, PKRN. Infatti le loro curve d'errore ordinate rispetto la confidenza, sono quelle che si avvicinano più di tutte alla curva ottenuta semplicemente ordinando l'errore in ordine crescente.



Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision

Combinazioni di misure

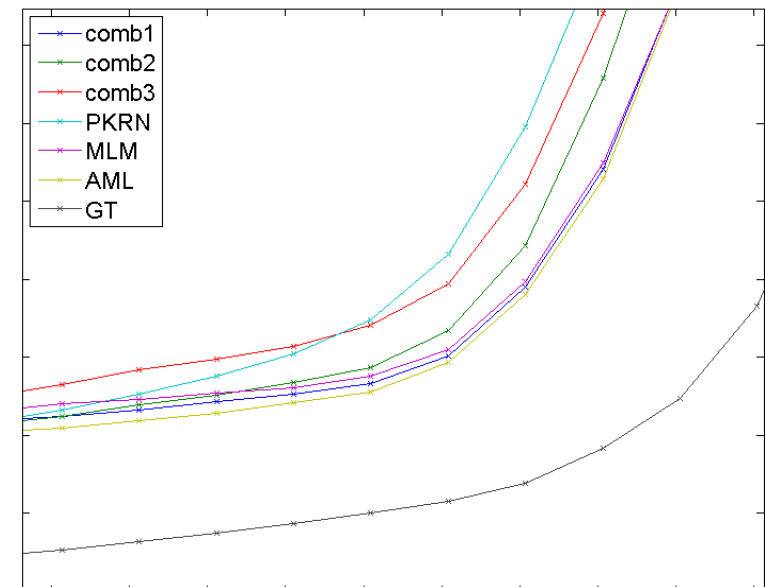
Considerando le metriche come probabilità e presupponendo che siano indipendenti, è possibile calcolarne una combinazione semplicemente moltiplicandole fra di loro. Le combinazioni scelte sono:

$C_{comb1} = C_{AML} \cdot C_{MLM}$ ovvero la combinazione delle due migliori;

$C_{comb2} = C_{AML} \cdot C_{MLM} \cdot C_{PKRN}$ le tre migliori;

$C_{comb3} = C_{NLM} \cdot C_{MLM}$ NLM ha dimostrato di essere una buona misura su alcuni dataset.

La migliore combinazione si è dimostrata essere la prima, riuscendo a migliorare MLM.





Università degli studi di Padova

Tesi di Laurea

Misure di Confidenza per Algoritmi di Stereo Vision



Sviluppi futuri

Questi risultati possono essere utilizzati per altri lavori, in quanto ci forniscono una indicazione di dove e di quanto l'algoritmo sbaglia:

- possono ottimizzare l'algoritmo stesso che calcola la disparità, in quanto è possibile stabilire in anticipo dove andrà a sbagliare;
- essendo la visione stereo una tecnica non esente da errori, è possibile fonderne i risultati con altri sensori *a tempo di volo*, e usare questa fusione per migliorare la precisione.