



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

### Test sulla misura di contrasto percepito

*Alessandro Rizzi, Cristian Bonanomi, Saim Rasheed*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA E COMUNICAZIONE  
VIA COMELICO 39 – 20135 MILANO – ITALIA

Report RdS/2011/187

## TEST SULLA MISURA DI CONTRASTO PERCEPITO

Alessandro Rizzi, Cristian Bonanomi, Saim Rasheed (Università degli Studi di Milano, Dipartimento Informatica e Comunicazione)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica

Responsabile Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**

**DIPARTIMENTO DI INFORMATICA E COMUNICAZIONE**

**VIA COMELICO 39 – 20135 MILANO – ITALIA**

## **Test sulla misura di contrasto percepito**

## **1. Introduzione**

Come già discusso nei documenti antecedenti a questo, misurare il contrasto risulta una parte importante nella valutazione di una sorgente luminosa. Una sorgente luminosa buona non solo garantisce il più possibile la resa cromatica degli oggetti ma garantisce anche un contrasto adeguato ad una visione confortevole.

In questo documento vengono presentati alcuni test che hanno lo scopo di verificare il comportamento della misura di contrasto percepito presentata nel report precedente

Dopo una sintetica presentazione della misura vengono descritti i test realizzati con i relativi risultati

## **2. La misura di contrasto utilizzata**

Nessuna misura di contrasto esclusivamente globale è in grado di approssimare la sensazione di contrasto del nostro sistema visivo, che è composto sia da una componente globale relativa alla scena osservata, sia da varie componenti locali che derivano dalla posizione reciproca degli oggetti nella scena.

La seguente misura è in grado di stimare sia le componenti globali che locali del contrasto in maniera semplice ed efficace.

L'idea base è quella di calcolare un contrasto locale semplificato, sotto-campionando l'immagine su vari livelli e iterando l'applicazione del contrasto base sui vari livelli.

Alla fine i valori ottenuti su ogni livello vengono ricombinati per ottenere una misura unica.

Vi è una intensa discussione scientifica sull'opportunità o meno di condensare la misura del contrasto percepito, che come detto ha componenti sia globali che locali, in un'unica cifra di merito. Tale condensazione è senz'altro una forte semplificazione.

Vi sono infatti studi che suggeriscono che i vari livelli non abbiano lo stesso peso nel formare la percezione finale [1, 2], ma questo aspetto richiede ulteriore ricerca.

Per questa ragione, in questa prima fase si è scelto di pesare in modo uniforme le varie componenti di ogni livello.

I passi dell'algoritmo sono descritti in figura 1:

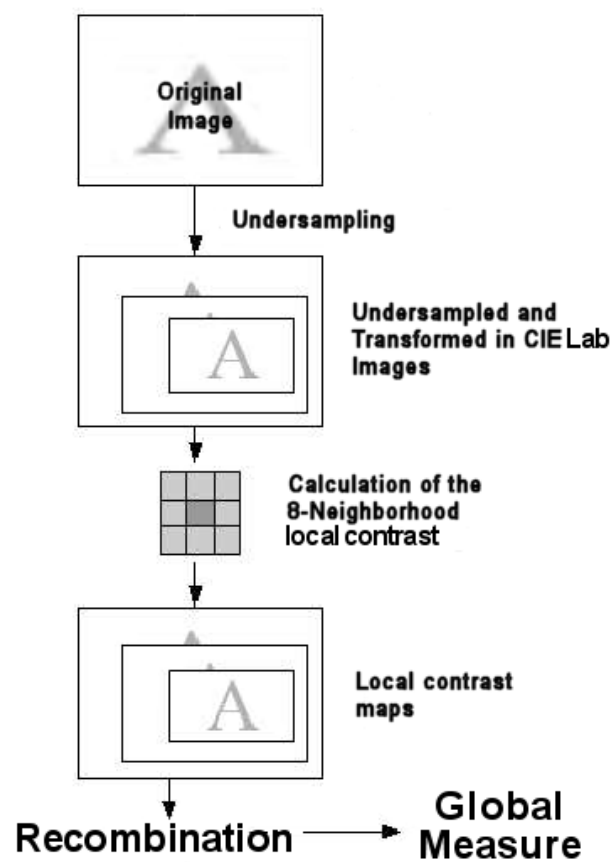


Fig. 1 Schema dall'algoritmo per la misura del contrasto

Il metodo proposto è multi-livello, e crea un sotto-campionamento piramidale, a partire dall'immagine data. Il tipo di sottocampionamento scelto è piuttosto semplice: l'immagine viene dimezzata senza alcun tipo di pre-filtraggio.

Tutti i livelli estratti vengono trasformati da RGB a CIELAB e solo la luminanza viene utilizzata per il calcolo del contrasto percepito:

$$C = \sum_{\forall level} \left( \frac{\sum_{\forall pixel} \left( \frac{\sum_{8-neigh} \frac{|P_i - P_j|}{8}}{\# pixels} \right)}{\# levels} \right)$$

Viene calcolato il contrasto con il vicinato, ottenendo una mappa di transizione della luminanza per ogni livello. Dopodiché vengono estratte le medie per ogni livello, che contribuiranno poi alla misura finale.

Considerare esclusivamente la luminanza per la misura del contrasto in un contesto di controllo della resa cromatica di illuminanti può sembrare un approccio eccessivamente restrittivo, ma è stato scelto per due ragioni. La prima è che in questa fase iniziale è utile verificare l'approccio base a prescindere da eventuali variazioni cromatiche. La seconda ragione è che il CRI lavora con trasformazioni che compensano mediante ipotetici adattamenti lo shift cromatico indotto dall'illuminante, si è voluto quindi testare inizialmente la misura di contrasto in condizioni "adattate" Successivamente si potrà estendere la misura alla componente cromatica.

### 3. Test oggettivo

Questo primo test oggettivo ha lo scopo di verificare l'andamento della misura in funzione della variazione del contrasto sulla stessa immagine. Abbiamo scelto a questo scopo immagini con caratteristiche differenti ed abbiamo prodotto delle

versioni di queste immagini a contrasto modificato. Per modificare il contrasto abbiamo utilizzato vari software commerciali il cui elenco è riportato in tabella 1.

Programma	Versione	OS	Autore
Gimp	1.2.3	Linux	Kimball, Mattis
Photoshop	6.0	Win	Adobe
Pain Shop Pro	7.04	Win	Jasc Software
Photo Studio	2.02se	Win	ArcSoft
New Paint		Win	NeoSoft Corp.
Graphics Gale	1.05	Win	Tempest

Tabella 1 software commerciali utilizzati per la variazione di contrasto

Per ogni immagine scelta abbiamo prodotto diversi set di immagini, uno per ogni programma di variazione del contrasto utilizzato. Nel creare questi set abbiamo intenzionalmente limitato la variazione del contrasto fino al punto in cui l'immagine risultava troppo dissimile dall'originale.

Un esempio di set composto da 18 immagini è riportato in figura 2 e 3, dove l'originale è bordata da una cornice violetta.

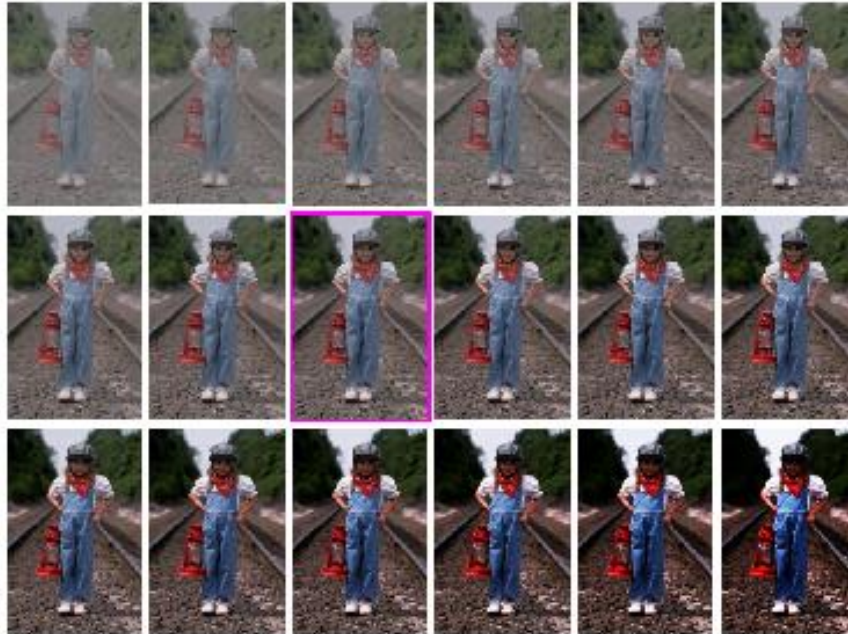


Figura 2 esempio di set di immagini a contrasto variato



Figura 3 esempio di set di immagini a contrasto variato

Le misure medie per ogni immagine del set di figura 3 e le medie relative ad ogni livello sono riportate nella tabella 2. Nella figura 4 ogni curva rappresenta il



contributo alla misura di ognuno dei sette livelli in funzione dell'immagine e nella figura 5 le ascisse rappresentano i vari livelli e sulle ordinate troviamo il contributo per ogni immagine.

Sia nella tabella che nelle figure si rileva come la misura si comporti correttamente rispetto alle variazioni di contrasto introdotte artificialmente.

Step	Media	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
-90	0,4786	0,3067	0,3735	0,4808	0,6135	0,6769	0,5532	0,3455
-80	0,5796	0,3701	0,4507	0,5803	0,7412	0,8222	0,6686	0,4239
-70	0,6702	0,4266	0,5198	0,6695	0,8552	0,9545	0,7714	0,4945
-60	0,7547	0,4793	0,5839	0,7520	0,9607	1,0775	0,8669	0,5629
-50	0,8288	0,5252	0,6400	0,8242	1,0532	1,1864	0,9494	0,6234
-40	0,8957	0,5666	0,6906	0,8891	1,1360	1,2849	1,0234	0,6797
-30	0,9584	0,6052	0,7378	0,9498	1,2135	1,3776	1,0923	0,7329
-20	1,0158	0,6402	0,7807	1,0050	1,2844	1,4633	1,1549	0,7823
-10	1,0662	0,6711	0,8185	1,0534	1,3460	1,5385	1,2086	0,8268
0	1,1158	0,7014	0,8556	1,1009	1,4068	1,6130	1,2620	0,8709
+10	1,1649	0,7312	0,8923	1,1479	1,4667	1,6869	1,3140	0,9156
+20	1,2140	0,7611	0,9291	1,1947	1,5261	1,7610	1,3646	0,9610
+30	1,2664	0,7929	0,9683	1,2445	1,5891	1,8407	1,4177	1,0118
+40	1,3231	0,8268	1,0106	1,2982	1,6571	1,9272	1,4745	1,0672
+50	1,3812	0,8620	1,0544	1,3534	1,7265	2,0167	1,5297	1,1256
+60	1,4409	0,8977	1,0993	1,4097	1,7969	2,1092	1,5841	1,1891
+70	1,5015	0,9336	1,1453	1,4668	1,8670	2,2049	1,6356	1,2572
+80	1,5573	0,9659	1,1882	1,5194	1,9304	2,2953	1,6758	1,3264
+90	1,6045	0,9922	1,2254	1,5638	1,9821	2,3744	1,6994	1,3944

tabella 2 misure medie per ogni immagine del set di figura 3 e medie relative ad ogni livello

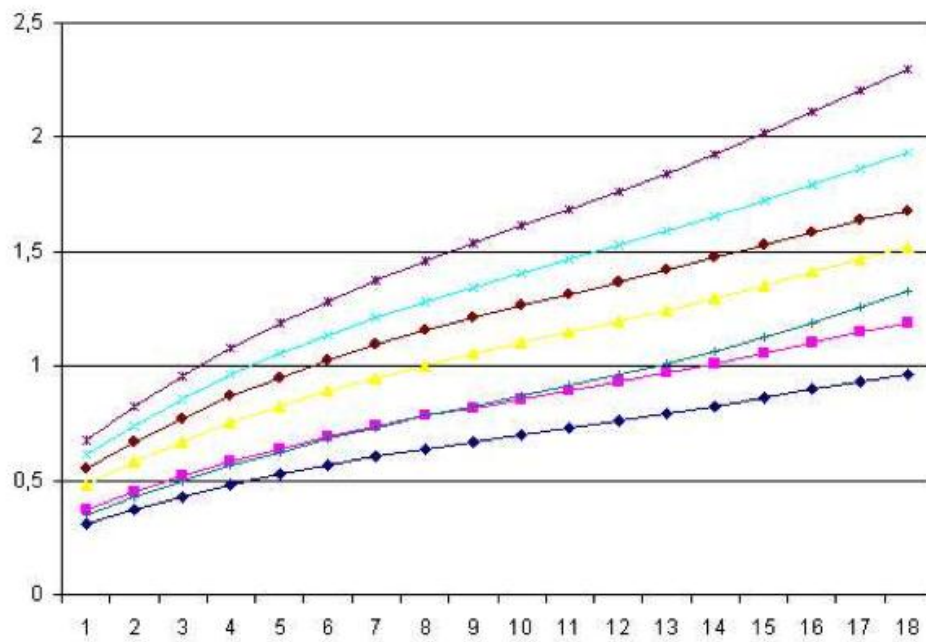


Figura 4 ogni curva rappresenta il contributo alla misura di ognuno dei sette livelli in funzione dell'immagine in figura 3.

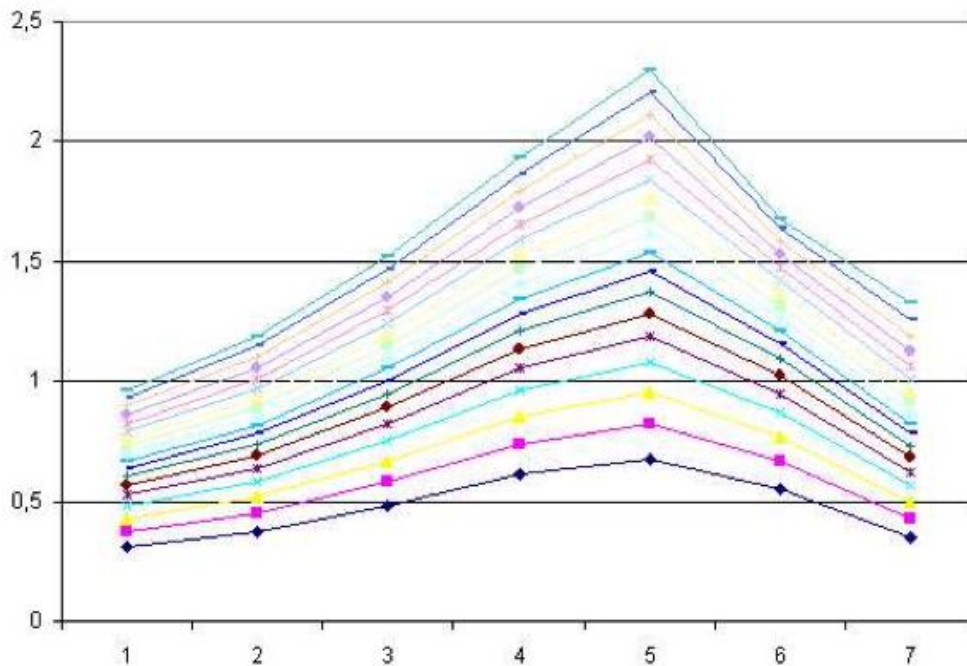


Figura 5 le ascisse rappresentano i vari livelli e sulle ordinate troviamo il contributo per ogni immagine del set di figura 3.

Abbiamo quindi verificato che la misura di contrasto rileva in modo ragionevolmente lineare le variazioni di contrasto all'interno della medesima scena. Questa caratteristica sarà utile per verificare le variazioni di contrasto percepito introdotte dal cambio dell'illuminante.

#### 4. Test soggettivo

Prima di applicare la misura alle variazioni dell'illuminante abbiamo voluto testare la correlazione della misura rispetto al contrasto percepito anche al variare dell'immagine e del tipo di contenuto. A questo scopo abbiamo eseguito il seguente test.

Una serie di gruppi di immagini a cui non è stata apportata alcuna modifica di contrasto sono state mostrate a diversi soggetti su un monitor CRT opportunamente calibrato in ambiente buio. Agli osservatori è stato chiesto di disporre in ordine di

contrasto le immagini che componevano ogni gruppo. Due sequenze di gruppi sono state preparate, la prima (10 gruppi) è composta da soggetti diversi (natura, paesaggi, ritratti, architettura, animali, oggetti) raggruppati fra loro. Un esempio è visibile in figura 6.



figura 6 esempio di gruppo di paesaggi per il test soggettivo

La seconda sequenza era composta dalle stesse immagini della prima ma mescolate, senza alcun raggruppamento.

Le sequenze sono state mostrate prima a colori e poi in bianco e nero su uno sfondo di grigio medio uniforme su un monitor calibrato di 17 pollici ad una distanza di visione di circa 40 cm, dopo un periodo di adattamento al buio.

La tabella 3 riassume i risultati ottenuti con la misura proposta (Rizzi) confrontata con due misure alternative di contrasto [3, 4]. I valori rappresentano la somma delle distanze tra le varie misure e la valutazione degli utenti. Numeri bassi indicano maggiore precisione.

Test	Rizzi	Boccignone	Ahumada
1 (Color)	29	27	34
2 (Color)	28	22	38

1 (B&W)	22	28	30
2 (B&W)	26	30	35

Tabella 3 risultati del test soggettivo

## **5. Verso una misura del cambio di contrasto al cambiare dell'illuminante**

Anche se l'algoritmo per la misura del contrasto locale/globale ha dato fino a qui risultati soddisfacenti, le difficoltà dell'eccessiva semplificazione del contrasto in un singolo numero rimangono presenti. Inoltre il termine contrasto sfugge ad una definizione univoca e precisa. Vi sono diverse definizioni di contrasto a seconda del contesto di utilizzo, ma nessuna è universalmente riconosciuta come misura del contrasto percepito. Nel test che segue la richiesta di mettere le immagini in ordine di contrasto ha generato qualche domanda e qualche perplessità.

Per questa ragione il test preliminare per la quantificazione del cambio di contrasto al cambiare dell'illuminante è da considerarsi solamente un tentativo iniziale realizzato soprattutto per verificare le variabili in gioco.

Nelle figure 7, 8 e 9 è visibile un color checker sotto tre illuminanti, rispettivamente una lampada alogena (2977 K, fig. 7), una lampada a fluorescenza (2870 K, fig. 8) e una lampada a filamento di tungsteno corretta per luce naturale con filtro blu (3993 K, fig. 9). Gli scatti sono stati eseguiti con bilanciamento del bianco per luce solare in modo da conservare la dominante cromatica.



figura 7 color checker sotto lampada alogena



figura 8 color checker sotto lampada a fluorescenza



figura 9 color checker sotto lampada a filamento di tungsteno corretta per luce naturale con filtro blu

La misura di contrasto su queste immagini è quella riportata nella tabella 4.

alogeno	0,1186
fluorescenza	0,1260
tungsteno filtro blu	0,1158

tabella 4 misure di contrasto sulle figure 7, 8 e 9

Obiettivo dei prossimi test sarà la verifica della corrispondenza di questa misura a cambi dell'illuminante su scene costanti come nell'esempio appena presentato.

## 6. Conclusioni

Abbiamo presentato una serie di test di una misura di contrasto percepito in grado di computare differenze sia locali che globali nella scena percepita. Tale misura si

applica ad una piramide sottocampionata della scena ed i valori computati ad ogni livello vengono poi ricombinati in un valore medio unico.

La misura testata ha evidenziato un comportamento lineare in funzione di variazioni del contrasto ed un buon accordo rispetto al problema della determinazione di un rank di contrasto fra immagini eterogenee.

Tale misura si dimostra essere un buon candidato per la misura del cambio di contrasto a seguito di cambio dell'illuminante. Questo punto sarà oggetto di ulteriori sviluppi.

## **Bibliografia**

- [1] F.W. Campbell, J.G. Robson, "Application of Fourier Analysis to the Visibility of Gratings", *J. Physiol.*, 197, 551-566, (1966).
- [2] J.J. McCann, A. Rizzi, "The Spatial Properties of Contrast", *Color Imaging Conference 2003*, Scottsdale (Arizona – USA), November 2003
- [3] G. Boccignone, M. Ferraro, T. Caelli, *Encoding Visual Information from Anisotropic Transformations*, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.23, no.2, pp.207-211, (2001).
- [4] A.J. Ahumada Jr., *Simplified Vision Models for Image Quality Assessment*, *SID International Digest of Technical Papers*, Volume XXVII, pp. 397-400, May 1996.