



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



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Test percettivi per la valutazione del contrasto di immagini digitali

Alessandro Rizzi, Cristian Bonanomi, Saim Rasheed



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

Report RdS/2011/192

TEST PERCETTIVI PER LA VALUTAZIONE DEL CONTRASTO DI IMMAGINI DIGITALI

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

Il rapporto comprende allegati



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA E COMUNICAZIONE

VIA COMELICO 39 – 20135 MILANO – ITALIA

Test percettivi per la valutazione del contrasto di immagini digitali

1. Introduzione

In questo documento sono descritti i test percettivi realizzati per la valutazione del contrasto percepito in immagini digitali.

Il contrasto è una caratteristica difficilmente definibile dell'immagine, è un attributo sia fisico che percettivo. Una possibile definizione di contrasto potrebbe essere "differenza nelle proprietà visive che rendono un oggetto distinguibile da un altro oggetto o dallo sfondo".

Il contrasto è un fattore che influisce sulla qualità delle immagini digitali, ma anche dell'ambiente reale a cui le immagini si riferiscono.

In questa ricerca il contrasto viene misurato sulle immagini digitali come mezzo per poter effettuare una valutazione preliminare del contrasto nella scena reale.

Esistono molti metodi per misurare il valore di contrasto (si vedano i report precedenti); in questo documento riportiamo i dati di un esperimento che cerca di mettere in relazione il contrasto percepito dagli osservatori umani con i metodi computazionali descritti nel report "Studio di misure alternative per la misura dell'indice di resa cromatica e del contrasto percepito" (15-04-11).

2. L'esperimento

Il protocollo dell'esperimento è il seguente:

1) Sono state selezionate da internet 28 immagini fotografiche di dimensione 800x600 pixel (visibili in figura 1), che includono scene naturali, animali, fiori, città, automobili, scene indoor. Abbiamo deciso di non includere fotografie macro, volti, ricostruzioni al computer, scene cartoon perché non naturali o perché trattate diversamente dal nostro sistema visivo (volti). Le immagini sono tutte a colori.

2) Sono state calcolate su ognuna le misure di disponibili.

3) Le immagini scelte sono state mostrate a 10 osservatori su un monitor CRT (Sony triniton), calibrato, in una stanza buia. Agli osservatori è stato chiesto di metterle in

ordine rispetto al contrasto percepito. In un primo momento gli utenti valutavano il contrasto della singola immagine esprimendo un voto in una scala tra 1 a 100, dove 100 indica il più alto contrasto possibile. Dopodiché gli osservatori potevano confrontare le immagini successive a coppie per verificare se la classifica derivante dalla loro prima valutazione fosse corretta rispetto a tutte le immagini in esame. In caso contrario l'utente aveva la possibilità di modificare il valore e cambiare l'ordine. Abbiamo deciso di non dare una spiegazione del termine contrasto agli utenti, chiedendo loro di utilizzare la propria idea intuitiva come metro di confronto. È stato poi chiesto, a chi ritenesse il caso, di descrivere la propria idea di contrasto o comunque il criterio utilizzato per la valutazione delle immagini.

Nella sezione seguente sono mostrati i risultati dell'esperimento confrontando i test percettivi con i risultati computazionali.

			
Im1	Im2	Im6	Im7
			
Im9	Im11	Im14	Im16
			
Im18	Im19	Im20	Im21
			
Im22	Im23	Im25	Im26

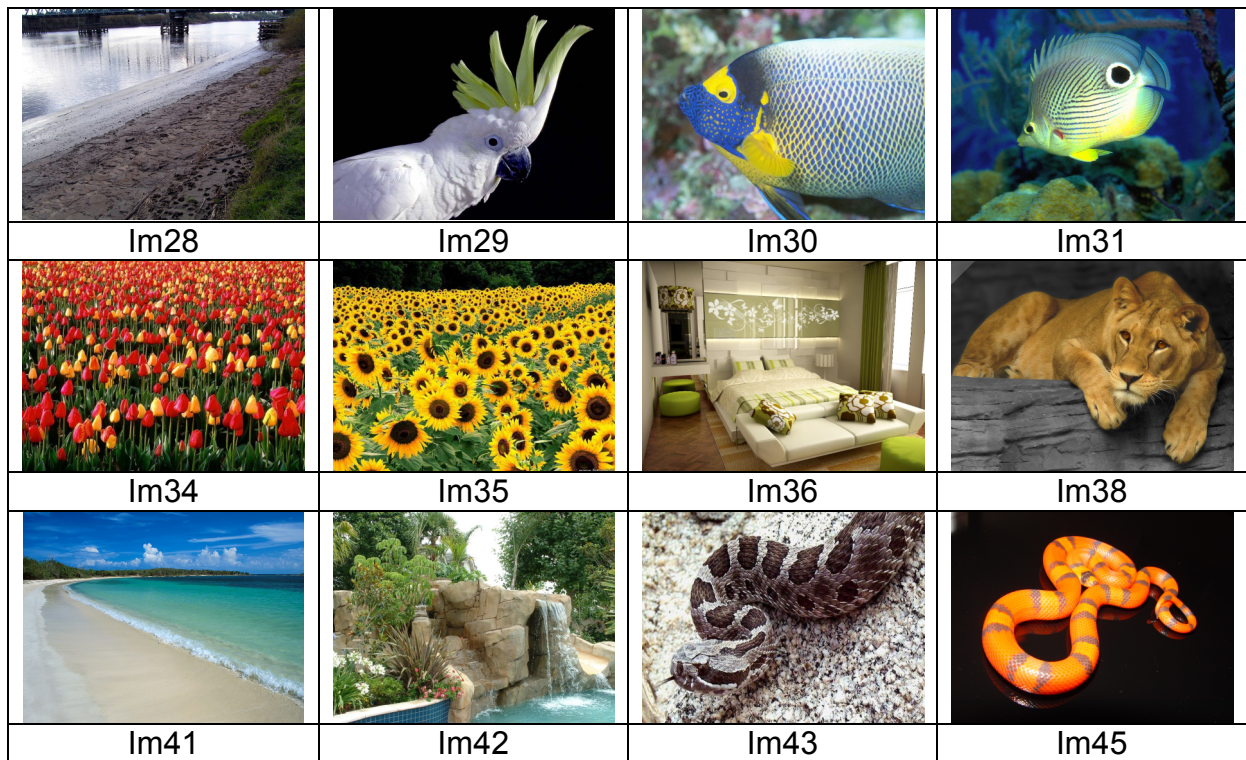


Figura 1: le 28 immagini utilizzate per l'esperimento sul contrasto percepito.

3. Risultati

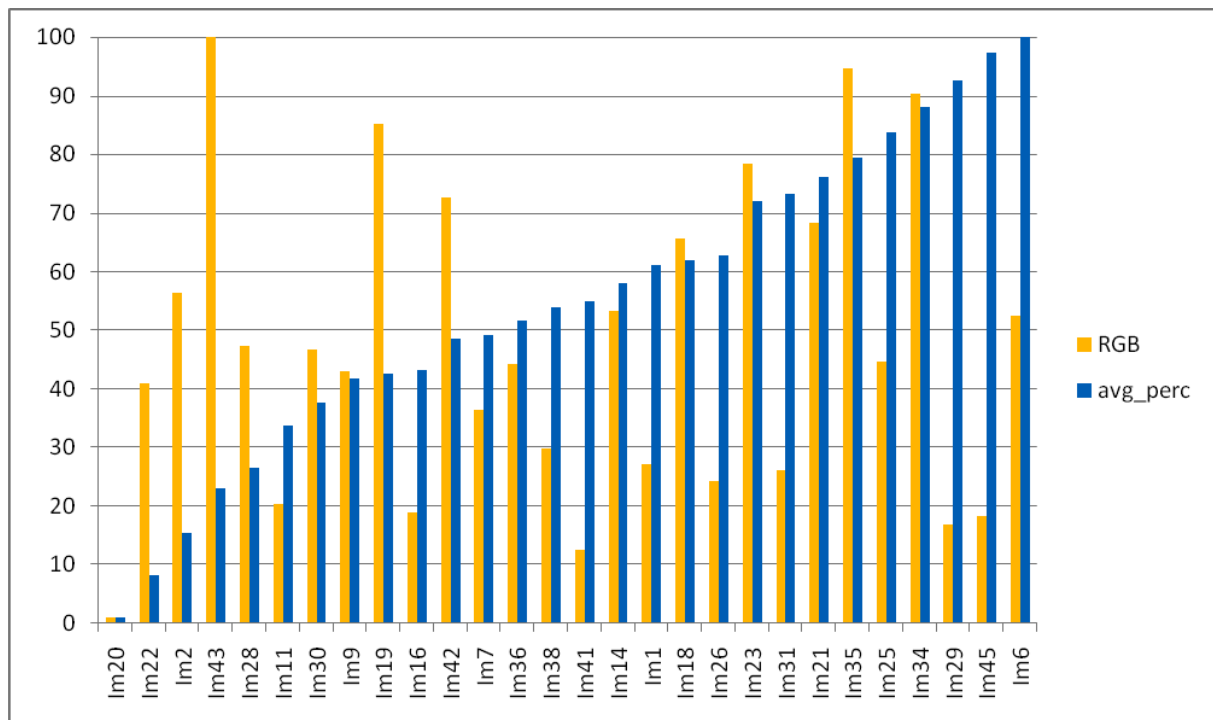


Figura 2: grafico RGB Vs contrasto percepito (avg_perc)

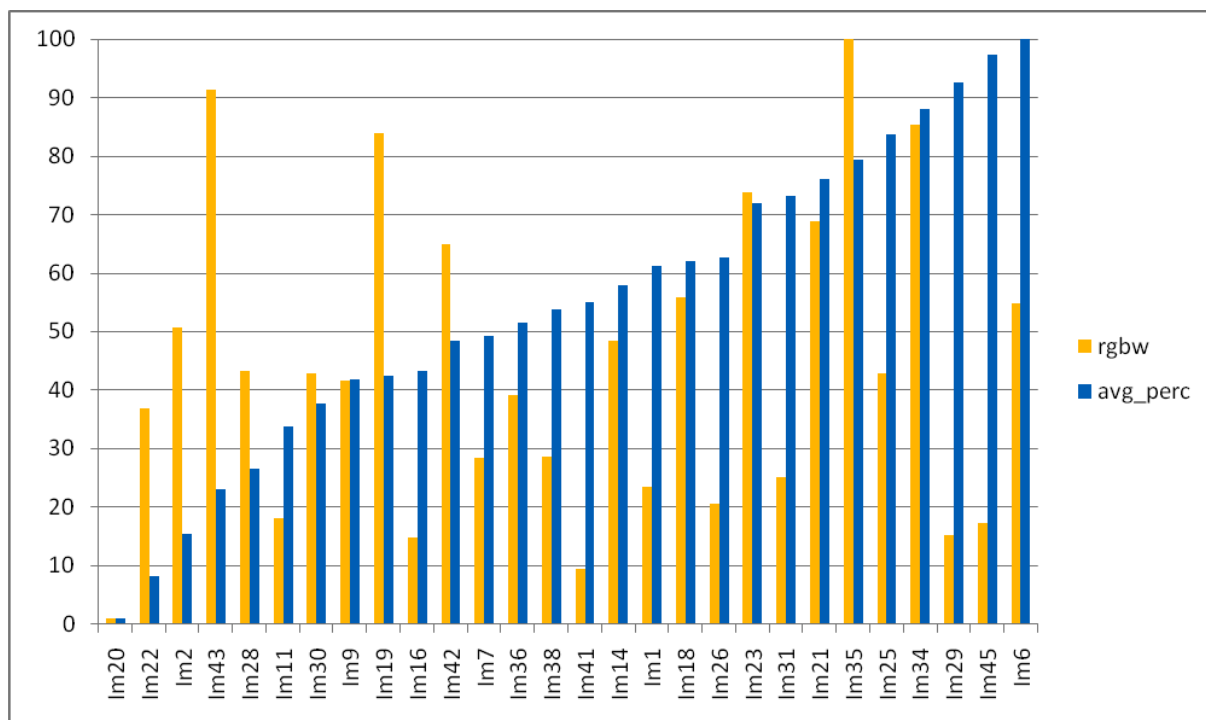


Figura 3: grafico RGB pesato (rgbw) Vs contrasto percepito (avg_perc)

In figura 2 e 3 sono plottati grafici rappresentanti le variazioni del contrasto. In arancione i dati relativi allo spazio colore RGB con gli stessi pesi sui tre canali (figura 2); e i dati relativi allo spazio RGB con i pesi differenti sui tre canali ($0.2126 \cdot R$, $0.7152 \cdot G$ e $0.0722 \cdot B$) (figura 3) mentre il blu rappresenta il contrasto percepito dagli osservatori. Tutti i risultati sono scalati linearmente in un intervallo tra 0 e 100. In questi e nei seguenti grafici (riguardanti lo spazio CIELAB) abbiamo ordinato le immagini in ascissa in base al contrasto percepito (dal minore al maggiore). Si noti che il nostro interesse non riguarda tanto il valore assoluto, quanto piuttosto l'andamento relativo, cioè quanto una immagine è percepita con più o meno contrasto rispetto alla successiva. Inoltre siamo interessati a confrontare questo andamento con quello calcolato dall'algoritmo. La prima semplice considerazione riguarda il fatto che pesare o meno i canali RGB non porta a differenze significative. Considerazioni più interessanti derivano dal confronto tra il contrasto percepito e quello calcolato. L'immagine *Im20* (rappresentante i cerchi nell'acqua) viene considerata dagli osservatori l'immagine con contrasto più basso, in accordo col

calcolo computazionale. Le immagini *Im43* e *Im45* invece risultano in relazione molto diversa. L'immagine *Im43*, rappresentante il serpente grigio, viene valutata dagli utenti come a basso contrasto, ma in realtà è ricca di dettagli (le squame, le macchie, il terreno) e quindi con un alto contrasto rispetto le alte frequenze spaziali, e quindi, gli viene assegnato un punteggio abbastanza alto dall'algoritmo. L'opposto accade per l'altro serpente (*Im45* arancione su sfondo nero), che viene percepito dall'osservatore come ad alto contrasto perché chiaramente differenziabile dallo sfondo, mentre il fondo nero, costituito da basse frequenze, abbassa il punteggio algoritmico.

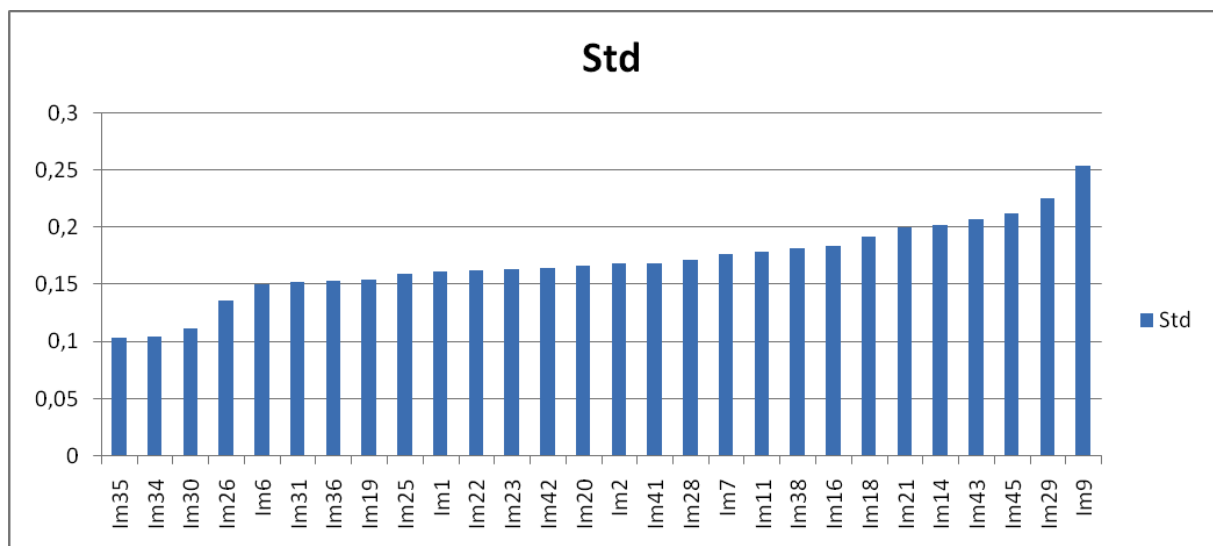


Figure 4: Deviazioni standard calcolate sui punteggi degli osservatori (cioè su avg_perc)

In figura 4 viene mostrata la deviazione standard calcolata tra gli osservatori (Std), in modo da analizzare quanto gli osservatori concordano nella percezione del contrasto di una immagine. Più bassa è la deviazione standard, più gli osservatori concordano nel trovare una certa immagine più o meno contrastata, più è alta, meno gli osservatori concordano nella valutazione. Ad esempio *Im34* e *Im35* avendo deviazione standard tra le più basse, sono considerate da quasi tutti gli utenti come immagini ad alto contrasto, in accordo con il contrasto calcolato. *Im9* invece ha deviazione standard molto alta, cioè gli osservatori non si trovano in accordo a valutarne il contrasto, tuttavia nella media, il risultato è concorde con i calcoli. Si noti invece come le *Im29*, *Im43* e *Im45* che sono le altre tre immagini con deviazione standard piuttosto alta, siano in effetti percepite dagli osservatori in maniera diversa

da come poi vengono calcolate dall'algoritmo. Questo potrebbe riflettere il fatto che gli osservatori giudicano il contrasto in base a differenti criteri, chi considerando maggiormente i dettagli e la nitidezza dell'immagine, chi la saturazione, chi il contrasto globale.

Di seguito riportiamo anche i grafici relative ai calcoli effettuati negli spazi CIELAB, considerando solo la luminanza L^* (fig. 5) , considerando tutti i canali (Fig. 6), e pesando in maniera diversa i canali: CIELAB pesato ($0.5*L, 0.25*a, 0.25*b$) (fig. 7). In pratica valgono le stesse considerazioni fatte per i calcoli sullo spazio RGB.

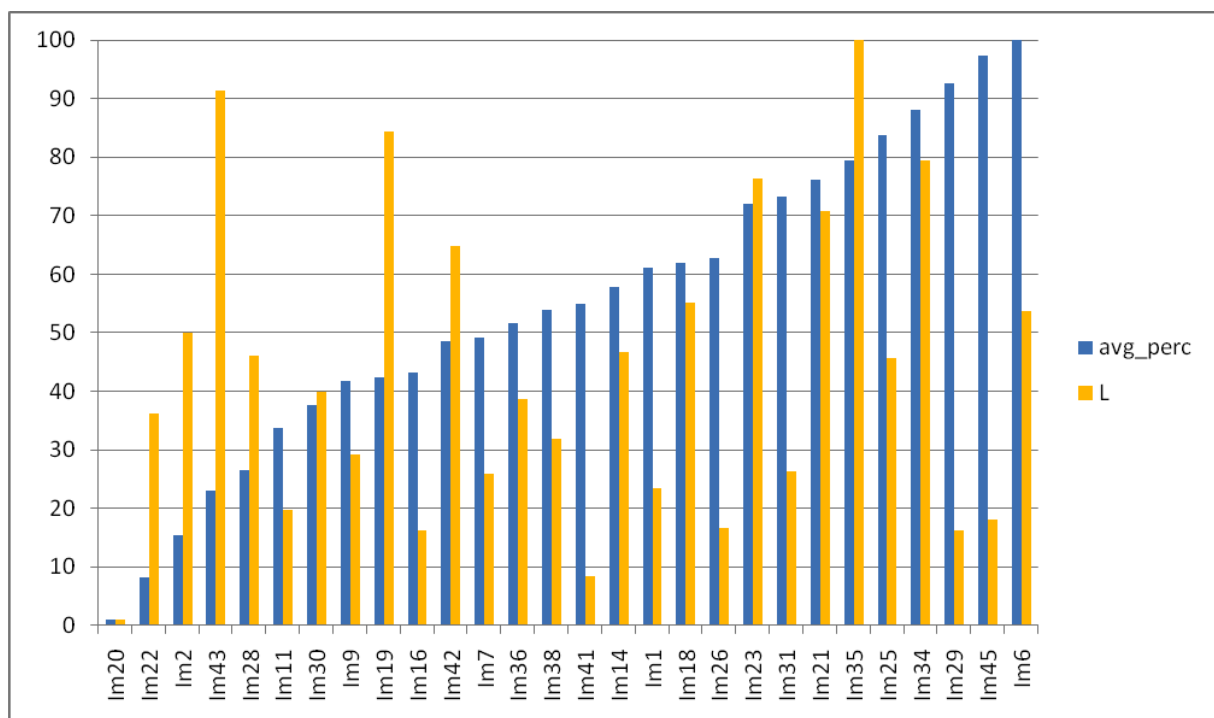


Figura 5: Confronto tra contrasto percepito e contrasto calcolato nello spazio LAB considerando solo il canale L^*

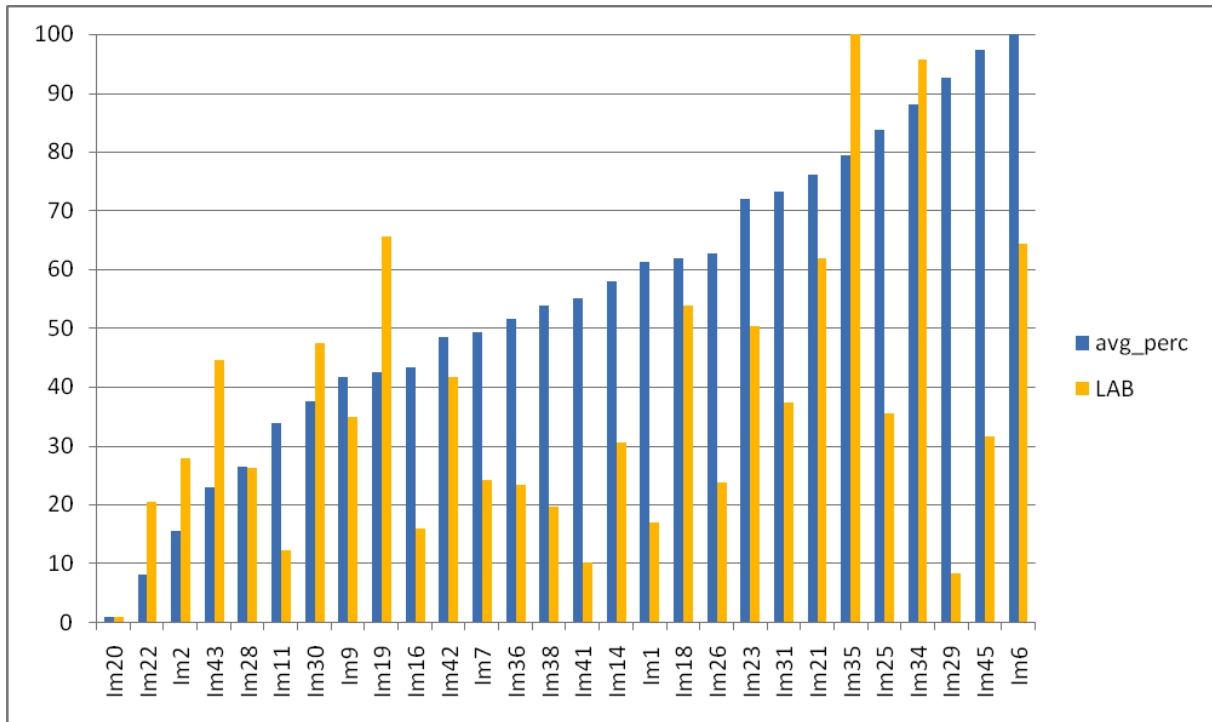


Figura 6: Confronto tra contrasto percepito e contrasto calcolato nello spazio LAB

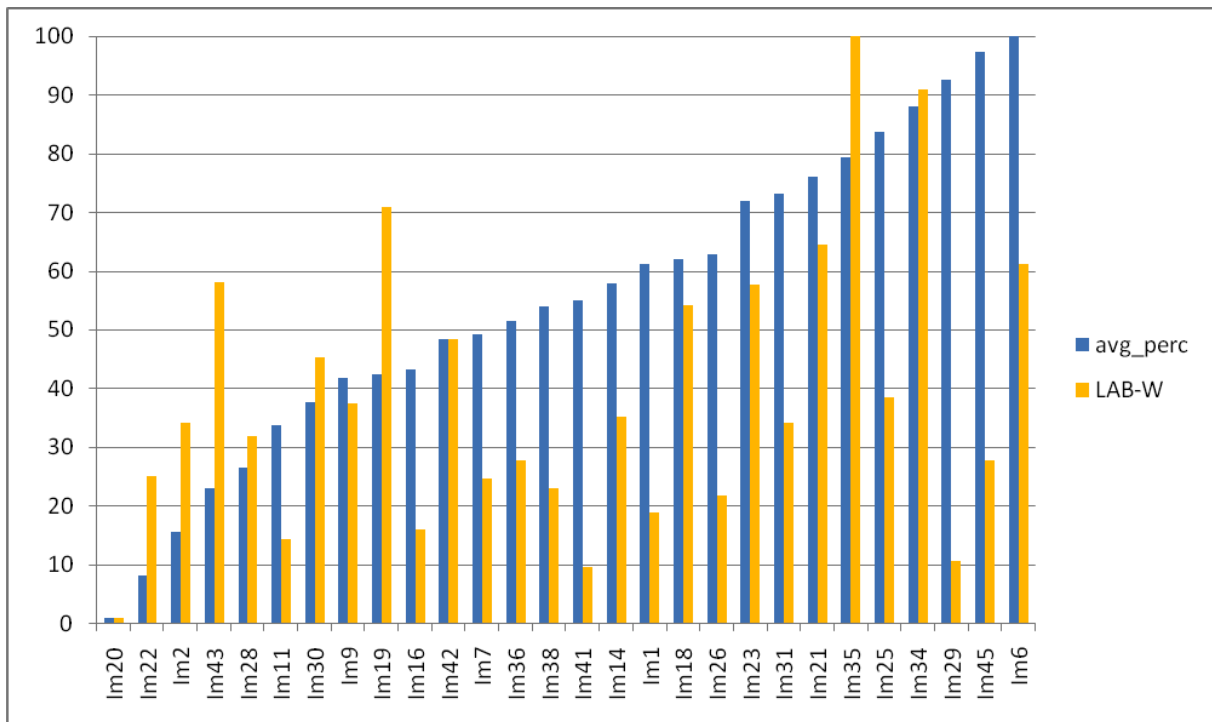


Figura 7: Confronto tra contrasto percepito e contrasto calcolato nello spazio LAB pesato (LAB-W)

4. Conclusioni

In questo documento sono stati riportati i dati relativi ad un esperimento percettivo sul contrasto, calcolato su 28 immagini. Alle stesse immagini è stato applicato un algoritmo per calcolare il contrasto automaticamente. Abbiamo visto che i risultati percettivi e computazionali non sempre sono in accordo. Questo è dovuto anche al fatto che la definizione di contrasto è ambigua. Gli osservatori hanno un'idea intuitiva di contrasto; alcuni di essi dichiarano di valutare il contrasto in maniera globale, altri di prestar attenzione ai dettagli o alla nitidezza dell'immagine (e quindi gli effetti locali), altri considerano la saturazione e il numero di colori presenti. Rappresentare queste diverse concezioni di contrasto con un singolo numero risulta quantomeno difficile.

Riportiamo questi dati come base per ragionare sull'utilizzo di una o più metriche di contrasto per la misura dell'indice di resa cromatica non più globale, a prescindere dalla scena di utilizzo dell'illuminante, ma calato in una scena reale ed esaminato da un punto di vista scelto.