

Elaborazione immagini a colori

Raimondo Schettini
DISCo - Università di Milano Bicocca
Raimondo.schettini@unimib.it



1

I docenti per lezioni ed esercitazioni si avvalgono di slide. Le slide superano abbondantemente il migliaio. Sono state fatte, rifatte, perfezionate negli anni, ma per quanto possano essere ben fatte non saranno mai, da sole, un esaustivo supporto per lo studio. Per comprendere gli argomenti si suggerisce caldamente di seguire attivamente il corso e di prendere appunti. Per lo studio a casa si suggerisce di usare le slide e gli appunti come indice agli argomenti da studiare sul libro, o sui libri a disposizione. Da quest'anno le slide verranno rese disponibili PRIMA delle lezioni.

Le slide sono rese disponibili in formato elettronico e sono per uso personale.

2

Elaborazione delle immagini a colori

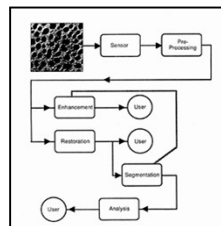
Chiarito che immagini a colori non sono necessariamente e solamente le immagini RGB, noi ci concentreremo in questa trattazione principalmente alle immagini RGB e HSI vedremo come le principali operazioni di image processing possono essere ad esse applicate.

Due approcci:

- si elabora ogni banda colore e poi combina il risultato. **E' l'approccio più seguito.**

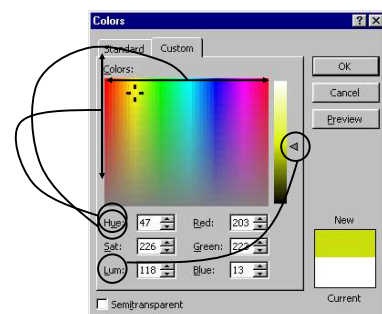
- il colore e' considerato come una grandezza vettoriale.

Non sempre i due approcci sono equivalenti.



3

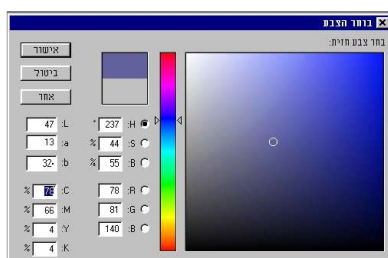
Editing dei singoli colori



Power Point

4

Editing dei singoli colori

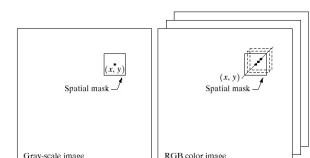


Photoshop

5

Operatori sulle immagini

FIGURE 6.29
Spatial masks for
gray-scale and
RGB color
images.



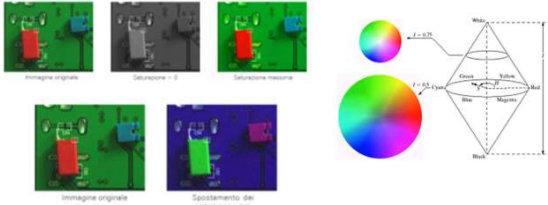
- T e' un operatore definito su un intorno di (x, y)
- La forma e la dimensione dell'intorno dipende dall'applicazione, se T considera solo il valore di (x, y) allora l'operatore e' puntuale (intorno 1×1).
- Per le immagini a livello di grigio scrivevamo $s = T(r)$.
- Per le immagini a colori scriveremo $s_i = T_i(r_1, r_2, \dots, r_n)$ $i = 1, \dots, n$

6

Editing delle componenti colori

$$g(C_i) = f(C_i) + L$$

Le single componenti colore dello spazio colore scelto (ad esempio R, G, B) possono essere scalate, traslate, ... a tutti i pixel verrà applicata la stessa trasformazione, e i valori fuori dal range verranno troncati (clipping)



7

Editing delle componenti colori

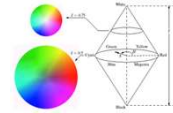


Figure 6.9: (Left) Input RGB image; (center) saturation S increased by 40%; (right) saturation S decreased by 20%. (Photo by Frank Biocca.)

Operativamente RGB → HSI

... la trasformazione scelta HSI → HSI'

Quindi HSI' → R'G'B'



8

Scelta dello spazio colore



La scelta dello spazio colore dipende dall'applicazione. Ricordiamo che le singole bande sono immagini a livello di grigio

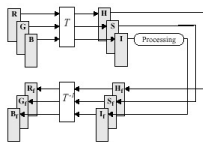
9

Scelta dello spazio colore



10

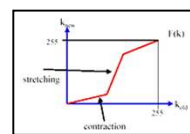
Scelta delle componenti da elaborare dello spazio colore



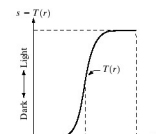
- Dello spazio colore adottato non sempre è necessario usare tutte le bande.
- Ricordarsi che la tinta (hue) è ciclica.

11

Recap: Modifiche del contrasto



$$F(k) = \alpha k + \beta$$



$$s = T(r) = \frac{1}{1 + (m/r)^E}$$

- Se la pendenza della curva di mapping è minore di 45° si parla di **compressione** del contrasto.
- Se è maggiore di 45° di **espansione** del contrasto.

12

Modifiche del contrasto in immagini a colori



RGB2HSI, si vedano slide precedenti per le trasformazioni fra spazi colore

13

Modifiche del contrasto in immagini a colori

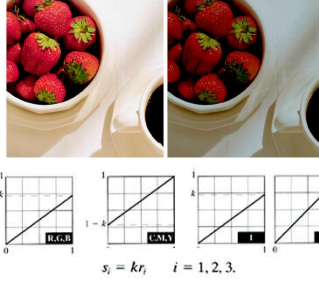


FIGURE 6.31 Adjusting the intensity of an image using color transformations. (a) Original image. (b) Result of decreasing its intensity by 30% (i.e., letting $k = 0.7$). (c)–(e) The required RGB, CMY, and HSI transformation functions. (Original image courtesy of MedData Interactive.)

$s_i = k r_i \quad i = 1, 2, 3.$

14

Modifiche del contrasto in immagini a colori

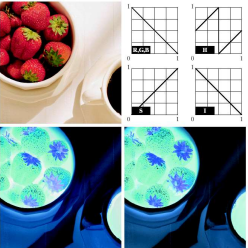


FIGURE 6.33 Color complement transformations. (a) Original image. (b) Complement transformation function. (c) Complement of (a) based on the RGB mapping functions. (d) An approximation of the RGB complement using HSI transformations.

Nota. Alcune operazioni sono più facili in certi spazi colore, se aumentare la saturazione è molto semplice in HSI, fare il negativo di una immagini in HSI non è intuitivo.

15

Recap gamma correction

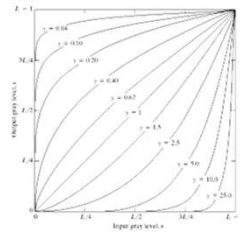


FIGURE 3.6 Plots of the equation $s = C r^\gamma$ for various values of γ ($C = 1$ in all cases).

Correzione gamma

$s = C r^\gamma$

C e γ sono costanti positive.

- C e' solitamente posta a 1 o scelta in modo da normalizzare i valori nel range voluto.

Gli effetti della trasformazione sono facilmente controllabili agendo sul parametro γ

Nel grafico (L-1) vale 1.

16

Recap gamma correction

Gamma Correction ($\text{immagine}_{[0,1]}^{\text{gamma}}$)

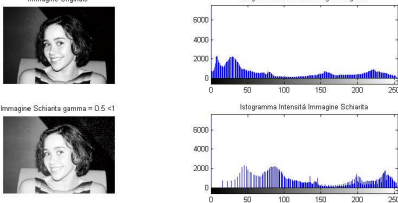


Immagine Originale

Immagine Schiarita gamma = 0.5 < 1

γ Minore di uno, l'immagine si schiarisce

17

Recap gamma correction

Gamma Correction ($\text{immagine}_{[0,1]}^{\text{gamma}}$)

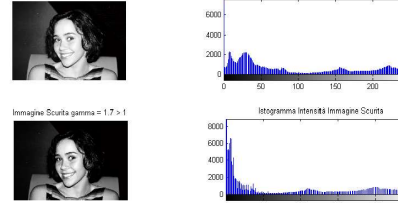


Immagine Originale

Immagine Scurita gamma = 1.7 > 1

γ Maggiore di uno, l'immagine si scurisce

18

gamma correction di immagini RGB

originale



19

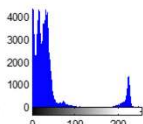
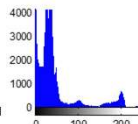
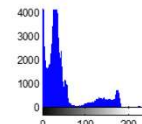
gamma correction di immagini RGB

Immagine originale

canale R

canale G

canale B



20

Correzione gamma sul solo canale GREEN, gamma = 0.4

originale

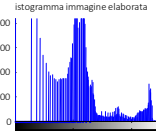
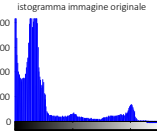
dopo gamma correction su G
gamma=0.4*Perche' l'immagine e' diventata verde ?*

21

Correzione gamma sul solo canale GREEN, gamma = 0.4

canale G originale

canale G, gamma: 0.4



22

gamma correction di immagini RGB

originale

gamma 0.6 su R, G, e B



23

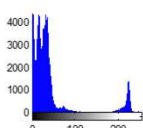
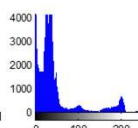
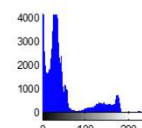
gamma correction di immagini RGB

originale

canale R

canale G

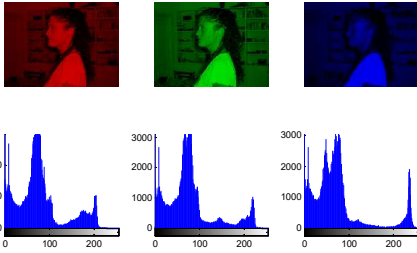
canale B



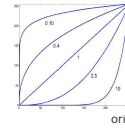
24

gamma correction di immagini RGB

gamma 0.6 su RGB



25

Conversione rgb2YCbCr :
Gamma correction su Ydopo gamma correction
gamma=0.6

L'immagine risulta più contrastata e quindi più leggibile. La cromaticità è più fedele all'originale, anche se alcuni cambiamenti sono possibili.

26

Conversione rgb2YCbCr :
Gamma correction su Y

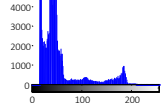
Intensità immagine originale (Y)



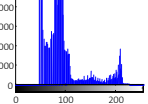
Intensità gamma: 0.6



istogramma immagine originale



istogramma immagine elaborata



27

originale



gamma 0.6 su Y



gamma 0.6 su RGB



28

gamma correction su
saturazione S

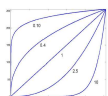
originale



gamma=0.4



gamma=1.5



29

gamma correction su saturazione S

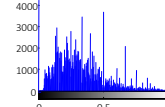
S immagine originale



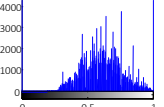
S gamma: 0.4



istogramma immagine originale

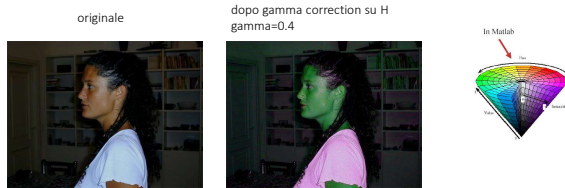


istogramma immagine elaborata



30

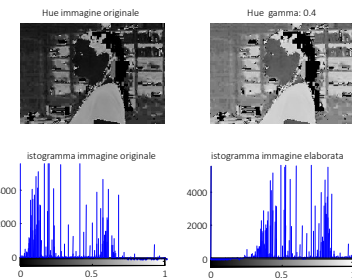
Conversione rgb2HSV correzione gamma sul solo su HUE gamma = 0.4



Se lo scopo è migliorare l'apparenza, sulla hue solitamente non si equalizzano le immagini, a volte le regioni di colore quasi omogeneo, ma piuttosto raramente

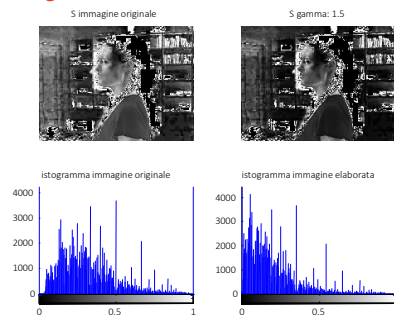
31

Conversione rgb2HSV correzione gamma sul solo su HUE gamma = 0.4



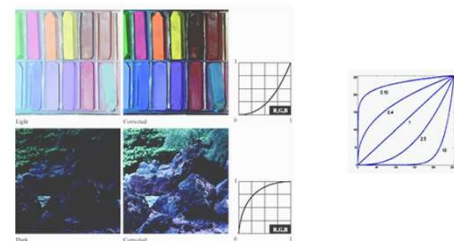
32

gamma correction su saturazione S



33

Gamma correction in RGB



Posso applicare a tutti e tre i canali RGB la stessa correzione gamma. Il bilanciamento fra i colori rimane inalterato. L'immagine è contrastata e globalmente schiarita o scurita a seconda della gamma usata.

34

Modifica del contrasto in RGB

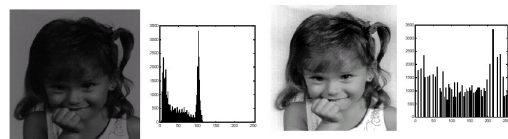


Trasformazione molto usata in fotografia.

35

Ripasso: modifiche dell'istogramma

- Il **Contrast Stretching** tende a stirare l'istogramma senza mutarne la forma.
- L'**Equalizzazione** tende a mutare la forma dell'istogramma in modo da ottenere una distribuzione a densità costante (i.e. istogramma piatto)



36

Immagine originale RGB



Immagine originale HSI



43

44

Immagine originale RGB- affetta da rumore gaussiano



Immagine originale RGB- affetta da rumore gaussiano



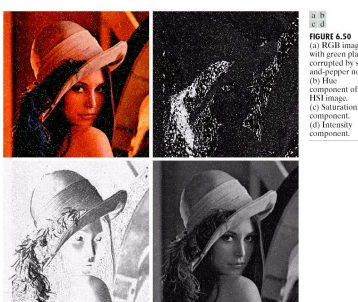
L'immagine era corrotta da rumore gaussiano.

Perché il rumore è poco visibile sull'Intensità e così visibile sulla Hue?

45

46

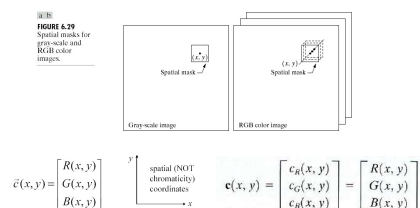
Immagine originale RGB- affetta da rumore impulsivo



L'immagine era corrotta da rumore impulsivo solo sul canale G.

Notiamo il rumore su H.
Perché è così?
Perché ora anche il canale di intensità ci appare rumoroso?

Operatori locali



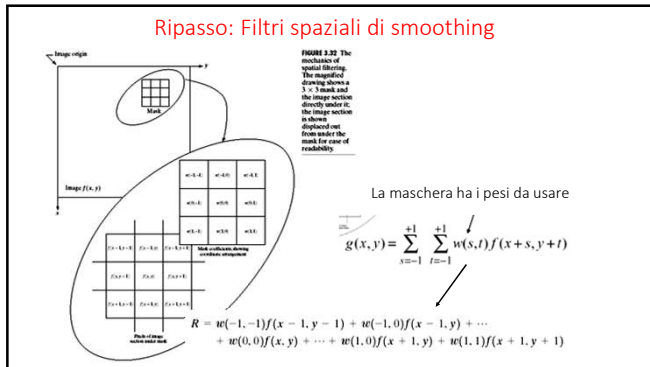
Due approcci:

- si elabora ogni banda colore e poi combina il risultato. E' l'approccio più seguito.
- il colore è considerato come una grandezza vettoriale.

47

48

Ripasso: Filtri spaziali di smoothing



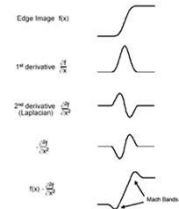
49

Ripasso: Sharpening mediante laplaciano

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) & \text{if the center coefficient of the Laplacian mask is negative} \\ f(x, y) + \nabla^2 f(x, y) & \text{if the center coefficient of the Laplacian mask is positive.} \end{cases}$$

0	1	0	1	1
1	-4	1	1	-4
0	1	0	1	1
0	-1	0	-1	-1
-1	4	-1	-1	4
0	-1	0	-1	-1

FIGURE 3.20 The mechanism of spatial filtering. The magnified drawing shows a 3×3 mask and the image section directly under it; the image section is shown displaced one pixel under the mask for ease of readability.



50

Smoothing RGB vs sola componente I di HSI



FIGURE 6.40 Image smoothing with a 5×5 averaging mask. (a) Result of processing each RGB component image. (b) Result of processing the intensity component of the HSI image and converting to RGB. (c) Difference between the two results.

Immagine di buona qualità. Risultati molto simili, quasi equivalenti

51

Sharpening RGB vs sola componente I di HSI



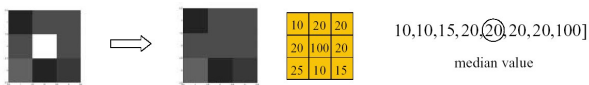
FIGURE 6.41 Image sharpening with the Laplacian. (a) Result of processing each RGB channel. (b) Result of processing the HSI intensity component and converting to RGB. (c) Difference between the two results.

Immagine di buona qualità. Risultati molto simili, quasi equivalenti

52

Ripasso: Filtro mediano

- Il valore del pixel di uscita e' dato dal valore mediano dei pixel dell'immagine di ingresso in un intorno desiderato
- Il filtro mediano forza i pixel ad assumere un valore uguale a quello di uno dei pixel circostanti (nessuno valore nuovo è introdotto).
- Elimina molto bene gli eventuali pixel isolati che solitamente corrispondono al rumore di tipo impulsivo.



53

Filtro mediano immagini a colori



1. Il filtraggio non lineare, ad esempio il filtro mediano spesso non è applicato alle immagini a colori perché oneroso.
2. Se applicato alle singole bande ad immagini con pochi colori può creare colori spuri che prima non esistevano nell'immagine.
3. Esistono versioni del mediano a insiemi vettoriali che non generano colori nuovi.

54

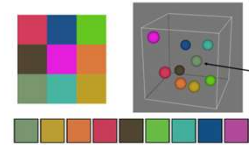
Filtro mediano vettoriale

$$\begin{cases} C_{VM1} \in \{C_1, C_2, \dots, C_N\} \\ \sum_{i=1}^N \|C_{VM1} - C_i\| \leq \sum_{i=1}^N \|C_j - C_i\| \quad j = 1 \text{ to } N \end{cases}$$

Una possibile estensione del filtro mediano ad immagini a colori. *Data la formula, sareste in grado di spiegarne il senso?*

Vector median filtering

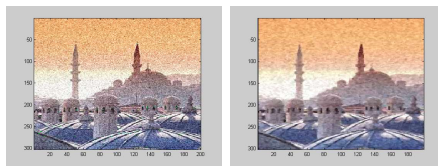
$$\begin{cases} C_{VM1} \in \{C_1, C_2, \dots, C_N\} \\ \sum_{i=1}^N \|C_{VM1} - C_i\| \leq \sum_{i=1}^N \|C_j - C_i\| \quad j = 1 \text{ to } N \end{cases}$$



55

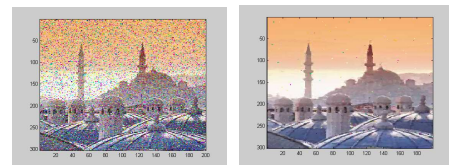
56

Filtro mediano vettoriale



Rumore gaussiano

Filtro mediano vettoriale



Rumore impulsivo

57

58