

# 24-11-2022

## ISTOGRAMMA

Con gli operatori affini si prendevano le coordinate di un pixel e venivano trasformate in nuove coordinate, quindi non si agiva sui **valori dei pixel** ma sulle loro **posizioni**

Si parla quindi di **TRASFORMAZIONI CHE AGISCONO SUI VALORI** (in base all'obiettivo da raggiungere).

Per istogramma si intende: **per ogni valore** ci dice **quante volte si presenta tale valore**.

- "In un'immagine a scala di grigi, quante volte il valore 0 compare nell'immagine?"
- Solitamente si prende un istogramma per ogni canale.
- I pixel di una immagine sono una "popolazione" sulla quale possiamo calcolare tutte le quantità statistiche descrittive che si usano normalmente: Media, mediana, varianza, deviazione standard, quartili, percentili. [\*ma molti non servono per il corso di IEM\*]
- Particolarmente importante è la conoscenza della **distribuzione delle frequenze** dei toni di grigio: l'**istogramma**
  - Per ogni livello di grigio, riporta il numero di pixel di quel colore.
  - Per una immagine  $I[m,n]$  si ha
$$H(k) = \text{numero di pixel di valore } k$$
  - E la somma di tutti gli  $H$  è esattamente  $m \times n$
  - L'istogramma è utile a comprendere in maniera immediata le caratteristiche dell'immagine.

### Esempio

Data la seguente matrice di un'immagine a 4 valori:

$I$

0	0	0	1
0	0	1	1
1	2	2	0
0	2	0	1
1	1	1	3

$$H = \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & 8 & 8 & 3 & 1 \end{matrix}$$

$H(0) = 8 \rightarrow$  il valore 0 è presente 8 volte nella matrice dell'immagine

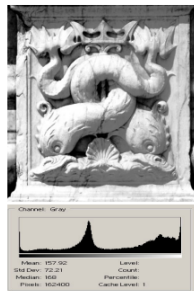
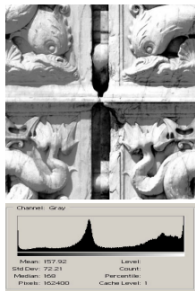
- La somma dei valori contenuti all'interno dell'array  $H$  è proprio la dimensione dell'immagine:  $8 + 8 + 3 + 1 = 20$  e la matrice è  $5 \times 4 = 20$

- L'immagine d'esempio è mediamente scura visto che i valori sono bassi.
- L'istogramma **non** descrive l'immagine perchè **non si sa dove sono posizionati i pixel** effettivamente quindi manca l'**informazione spaziale**

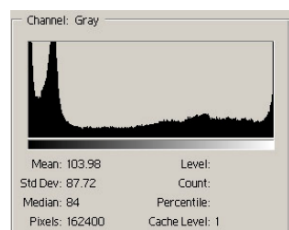
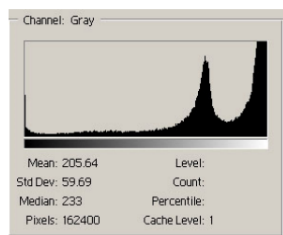
## Approfondimenti (esame)

- Se si hanno 2 immagini uguali allora l'istogramma delle due immagini è **uguale**.
- "E' possibile che 2 immagini diverse hanno istogramma uguale?" Sì, potrei avere gli stessi valori ma in posizione diverse.
- 2 istogrammi diversi possono provenire dalla stessa immagine? no perchè vale l'implicazione: **istogrammi diversi → immagini diverse**

## Esempi:



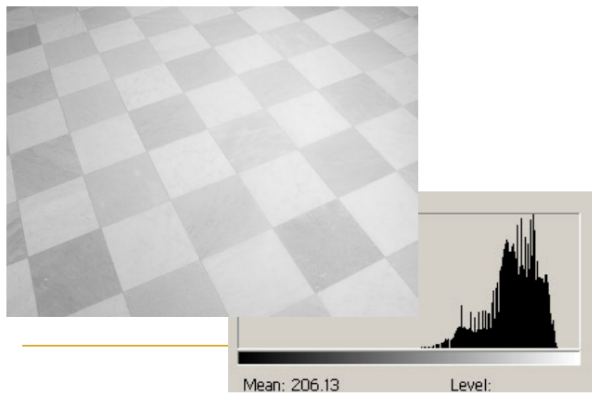
L'istogramma non tiene conto della **distribuzione spaziale** dei pixel!



## Immagine sottoesposta:



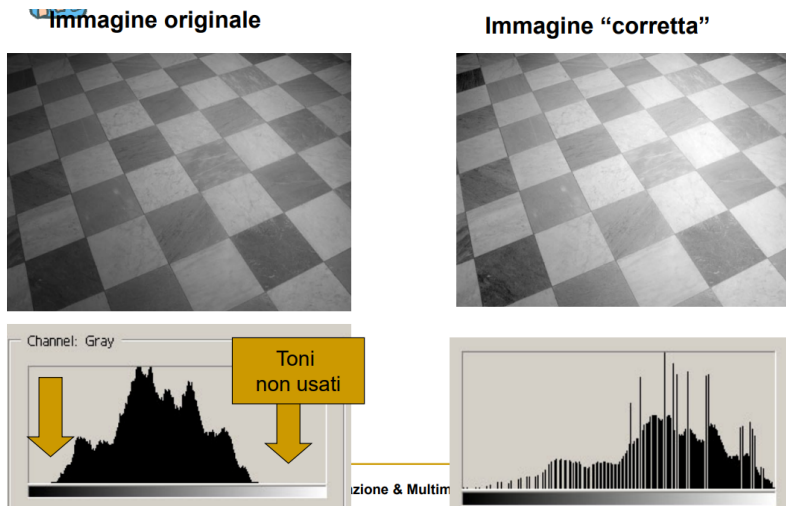
*Percentile* = espresso fra  $[0,1]$ . Esiste in percentuale. la mediana è in percentile 0.5.  
*Mediana* = valore centrale che si ottiene dopo aver ordinato la sequenza di valori.  
Se avessi percentile 0.9 sarebbe il valore prima del quale ci sono 90% di valori e per questo dipende dal valore che si sceglie.



- Esposizione buona = istogramma coperto interamente mediamente. tutti i contributi sono presenti in media.
- Più è **stretto** l'istogramma, **meno è il contrasto**.
- Più **alta differenza**, **maggiore contrasto**.

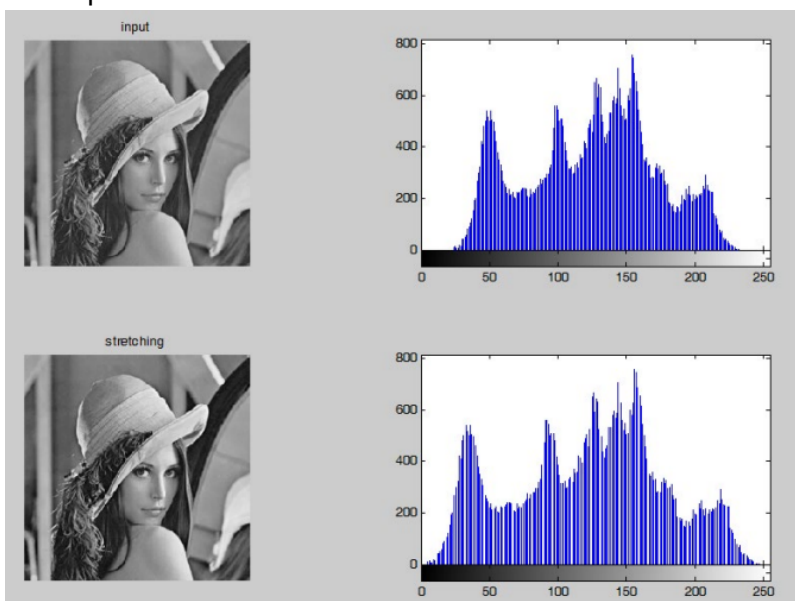
# ESPANSIONE DEL CONTRASTO (contrast stretching)

Operazioni che agiscono sui pixel per alterare l'istogramma *in un certo modo*.  
Quest'operazione serve per **sfruttare tutti i valori nella scala di grigio** presa in considerazione se non si stanno usando tutti.

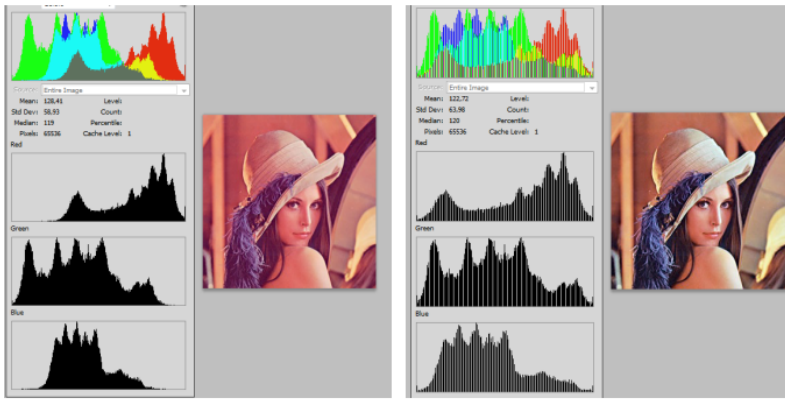


Si prendono i valori originali e si cambiano *con un altro valore*.

Tale operazione è fattibile con la **normalizzazione lineare**.



Su colori **RGB**, ogni canale subisce l'**espansione singolarmente**.



Con lo **stretch lineare** le altezze delle barre dovrebbe mantenersi.

L'istogramma è sempre lungo l'asse verticale e le parti più alte mantengono le stesse posizioni, solitamente in questi casi: ciò dipende molto dallo *stretching*.

## STRETCHING LINEARE

Dato un valore lineare di un certo grigio "x" e devo cambiarlo in modo da cambiare l'istogramma e per farlo diventare  $x'$

$x \rightarrow$  *normalizzazione*  $\rightarrow x'$

La formula dello stretching é:

- $x' = \lfloor (\frac{x-min}{max-min}) \rfloor \times 255$  dove:
  - **max** è il massimo di quel colore che trovo nell'immagine (non per forza 255);
  - **min** = è il minimo di quel colore che trovo nell'immagine (non per forza 0).
  - *ceil floor* indica = "arrotonda all'intero più vicino"
  - 255 è il max valore che si può assumere in quel range

### Esempio:

Data un'immagine 2x2, quindi con soli 8 bit applico lo **stretching contrasto**

30	50
70	100

Normalizzo:

- $x = 30$  calcolo  $x'_{30} = (\frac{30-30}{100-30}) \times 255 = 0$
- $x = 100$  calcolo  $x'_{100} = (\frac{100-30}{100-30}) \times 255 = 255$
- $x = 70$  calcolo  $x'_{70} = (\frac{70-30}{100-30}) \times 255 = 145.7 = 146$
- $x = 50$  calcolo  $x'_{50} = (\frac{50-30}{100-30}) \times 255 = 72.85 = 73$

30	50	→	0	73
70	100		146	255

E così tutti i valori sono occupati.

## Problemi aritmetici

Operando aritmeticamente può accadere che un pixel abbia:

- a) Un valore negativo;
- b) Un valore maggiore del massimo (tipicamente 255);
- c) Un valore non intero (facilmente risolubile con una approssimazione o un troncamento);

## NORMALIZZAZIONE

I problemi *a)* e *b)* si chiamano **PROBLEMI DI RANGE**

Permette di trovarsi sempre in un range definito fra 0-255

Due le soluzioni più comuni:

- Settare a 0 (nero) i valori negativi e a 255 (bianco) i valori maggiori di 255.
- Ri-normalizzare il range trasformando ciascun valore secondo la equazione:

$$v_{\text{nuovo}} = 255 * \frac{(v_{\text{vecchio}} - \min_{\text{osservato}})}{(\max_{\text{osservato}} - \min_{\text{osservato}})}$$

## EQUALIZZAZIONE

Questo processo riguarda anche i segnali audio oltre ai segnali delle immagini

**Equalizzare un'immagine** significa calcolare istogramma -> trasformare immagine in modo che istogramma più o meno tutti i livelli di grigio contribuiscono allo stesso modo, ovvero abbiano gli stessi contributi. (cioè si "centrano" le altezze dei bin)

Si parla di immagine equalizzata quando il contributo di ogni differente tonalità di grigio è pressappoco eguale.

Si parla anche di "istogramma" uniforme o appiattito.

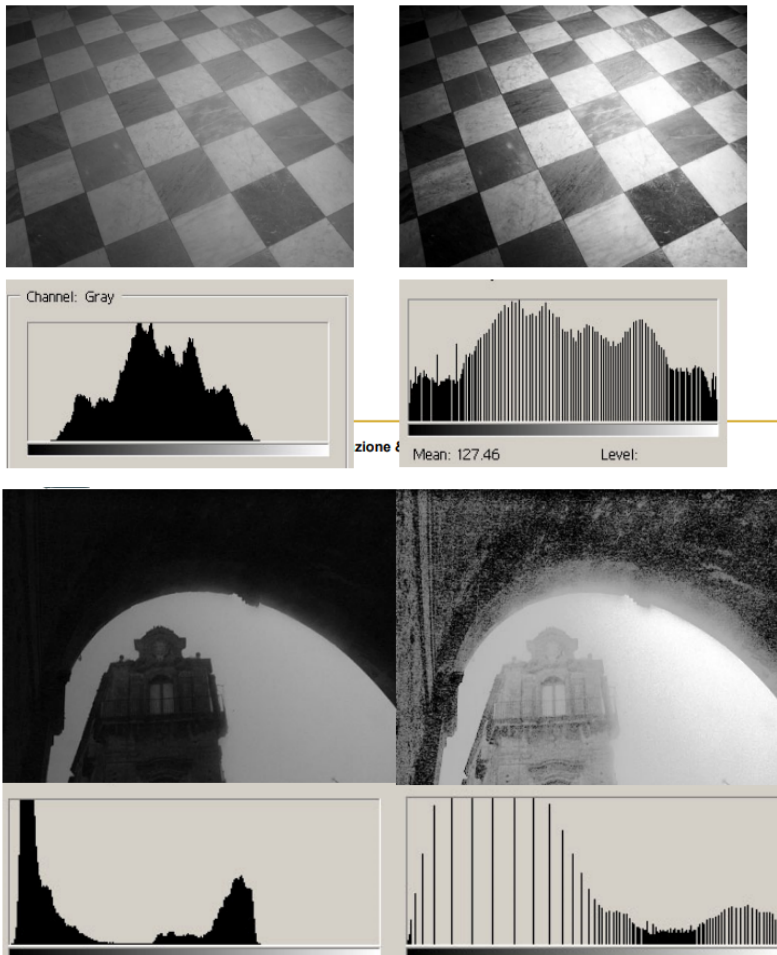
L'equalizzazione si ottiene usando appositi algoritmi

**Attenzione non sempre la equalizzazione migliora l'immagine!**

- Un istogramma piatto non si può mai avere.
  - Si può ottenere un istogramma che gli assomiglia ma non è mai piatto al 100%.
- se ho valori troppo in alto -> li abbasso
  - se ho valori troppo in basso -> li alzo

L'idea è quella di forzare un istogramma a diventare un istogramma piatto.

Immagine equalizzata



In questo caso l'equalizzazione non è una buona idea

