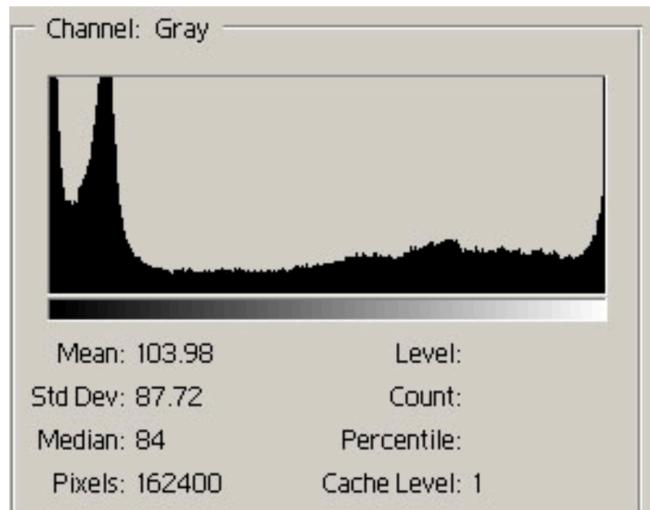
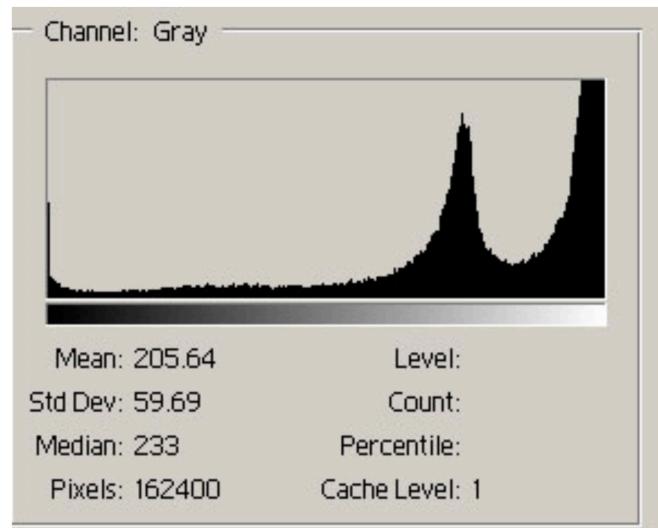


# IO - Operazioni puntuali

## Istogramma

L'istogramma ci permette di vedere la popolazione dei pixel nella scala di grigio, ci permette quindi di vedere la distribuzione della luce, capendo tramite un grafico l'esposizione dell'immagine. Difatti una elevata distribuzione di pixel chiari va ad indicare un'immagine **sovraesposta** al contrario un'immagine **sottoesposta**.

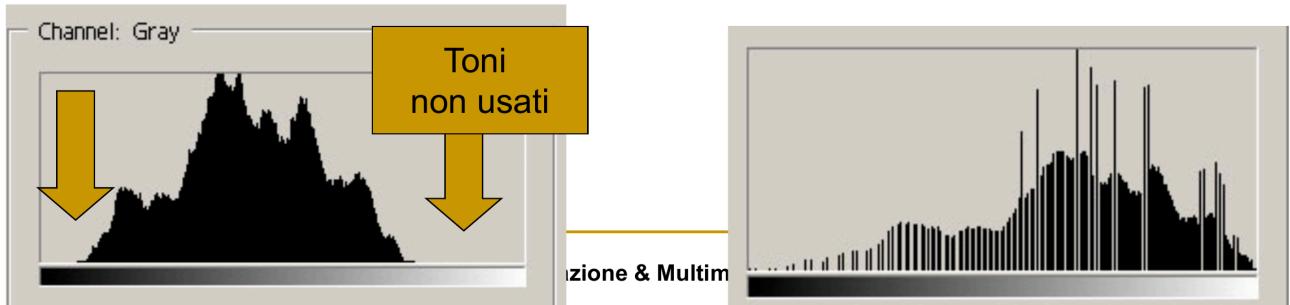
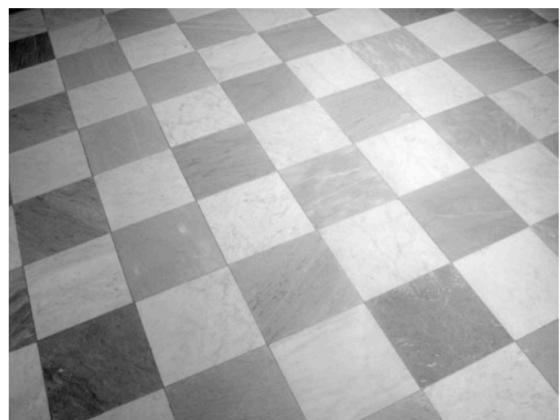


Immaginiamo di voler ridistribuire i pixel nell'istogramma in modo da risolvere questa problematica. Ci sono due metodi di **stretching**: un primo metodo pretende di spostare in blocco tutta la distribuzione dell'istogramma, con però un risultato poco soddisfacente; il secondo modo è quello corretto, ovvero una distribuzione a "pettine" inserendo dei buchi tra i vari grigi nell'istogramma.

 Immagine originale



Immagine “corretta”



Questo comporta a un aumento di contrasto e viene definito **normalizzazione**, la formula usata:

$$V_{\text{nuovo}} = 255 \times \frac{V_{\text{vecchio}} - \min_{\text{osservato}}}{\max_{\text{osservato}} - \min_{\text{osservato}}}$$

## Equalizzazione

Parliamo di una immagine **equalizzata** quando tutte le componenti di colore sono bilanciate allo stesso modo. Notiamo come dall'istogramma la sua forma risulta essere **appiattita**; attenzione, questo non sempre porta a una migliore resa dell'immagine. Vediamo un esempio grafico:

## Algoritmo di equalizzazione

Vediamo dunque l'algoritmo che ci permette di poter equalizzare l'immagine, premettendo che  $r_k$  è il livello di grigio e  $n_k$  il numero di pixel in una immagine  $M \times N$  di quel livello di grigio:

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{MN} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

Facendo il plot dei valori otteniamo l'istogramma corrispondente, inoltre i valori di grigio saranno ricavati dalla formula:

$$s_k = T(r_k) = (L-1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{(L-1)}{MN} \sum_{j=0}^k n_j \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

## Operazioni sulle immagini

Vediamo dunque le operazioni che possiamo effettuare sulle immagini, queste operazioni porteranno dall'avere una immagine di partenza a un'altra completamente differente. Dal punto di vista formale vediamo che un'operazione su un'immagine è descritta come:

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

Dove  $g(x, y)$  è l'immagine risultante,  $f(x, y)$  è l'immagine di input e  $T$  è l'operazione che viene applicata.

La dimensione dell'intorno  $(x, y)$  determina il tipo di operazione che viene eseguita:

- **Puntuale** -> intorno coincide con il pixel stesso
- **Locale** -> piccola regione quadrata centrata sul pixel
- **Globale** -> intorno coincide con l'intero  $f$

## Tipiche operazioni puntuali

Vediamo dunque esempi di operazioni puntuali, quindi applicate a un intorno grande esattamente quanto un singolo pixel.

### Negativo

Operazione puntuale più semplice, consiste nell'applicare all' $f(x, y)$  del singolo l'operazione:  $255 - f(x, y)$ .



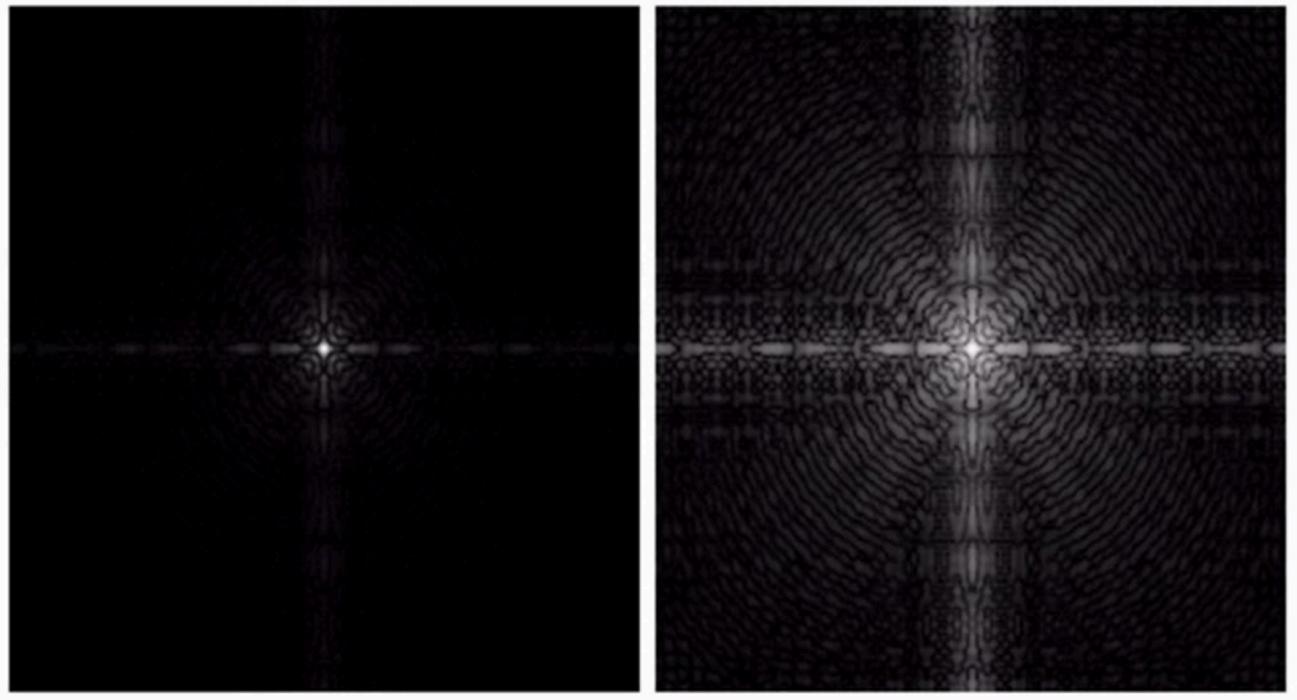
---

Nel pdf seguono ulteriori esempi con visualizzazione dell'istogramma corrispondente.

## Trasformazione logaritmica

La trasformazione logaritmica permette di **comprimere la gamma dinamica** permettendo la memorizzazione o visualizzazione con una scala di grigi normale, di immagini caratterizzate da escursioni di intensità molto ampie. La esprimiamo come:

$$g(x, y) = c \log(1 + f(x, y))$$

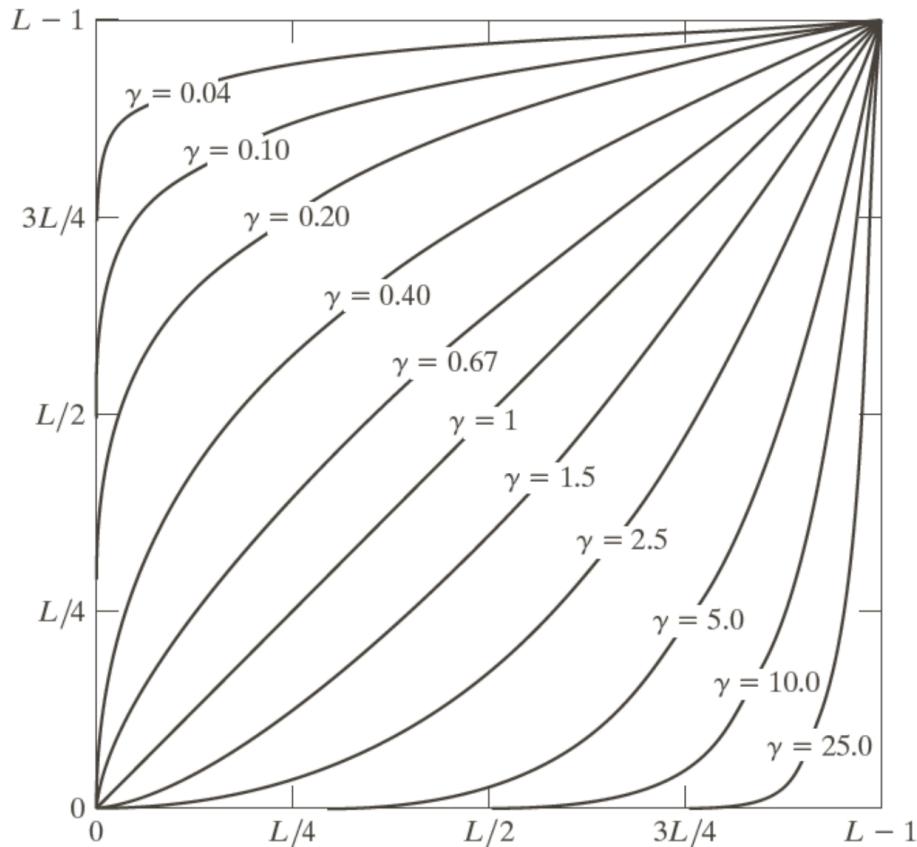


## Trasformazione di potenza

In modo simile alla trasformazione logaritmica possiamo esprimere la trasformazione esponenziale nel modo in cui segue:

$$g(x, y) = c f(x, y)^\gamma$$

Dove  $c$  e  $\gamma$  sono delle costanti positive.  $c$  ha lo scopo di normalizzare i valori di  $s$  nell'intervallo  $[0, 255]$ . Per valori di  $\gamma$  minori di 1 la trasformazione assume valori uguali a quella logaritmica, per valori  $> 1$  ha effetti opposti.



## Binarizzazione

Il nome spiega tutto, scelta una soglia  $T$  tutti i pixel sotto quella soglia vengono sostituiti con il nero mentre quelli sopra vengono resi in bianco, l'immagine quindi assume soltanto due colori: **bianco e nero**.

## Aumento di contrasto

Aumentare il contrasto significa accentuare le differenze di colore, all'atto pratico è implementato attraverso la variazione di un pixel più chiaro con uno più scuro, l'effetto è immediatamente visibile all'occhio:



Analogamente osserviamo l'effetto di diminuzione del contrasto:

