UniGe | MaLGa

Operazioni sui pixel

Fondamenti Elaborazione dei Segnali e Immagini (FESI)

Francesca Odone francesca.odone@unige.it

Operazioni su immagini

- Variazioni di intensità luminose / colore
- Variazioni su posizioni (trasformazioni geometriche)

Operatori lineari (ripasso)

- Data un'immagine I, consideriamo un operatore *H* che produce un'immagine di output J

$$J(p) = H[I(p)]$$

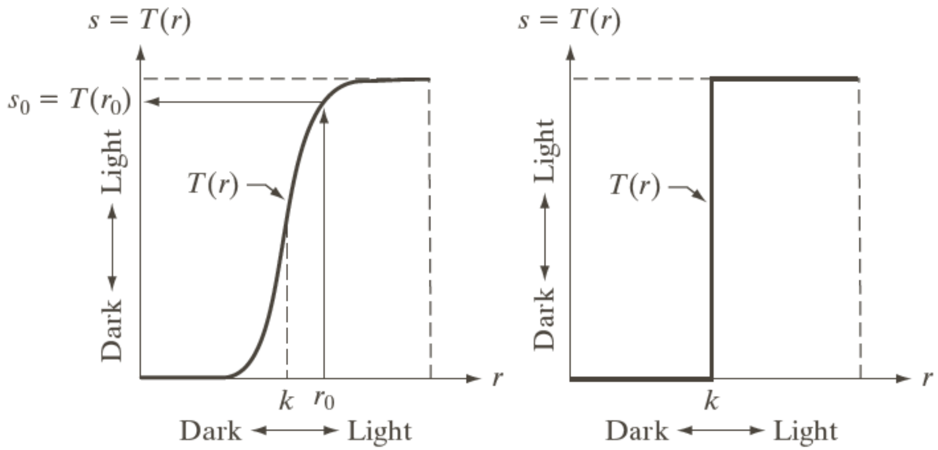
- *H* è lineare se
  $H[\ I_1(p) + I_2(p)] = H[I_1\ (p)] + H[I_2\ (p)] = J_1\ (p) + J_{12}(p)$ *additivity*
  $H[aI(p)] = aH[I(p)] = aJ(p)$ *homogeinity*

- Esempio: $J(p)=a\ I(p) + b$

Trasformazioni di intensità luminosa

Data un'immagine I, consideriamo un operatore T che produce un'immagine di output J dove gli elementi hanno subito variazioni nell'intensità luminosa

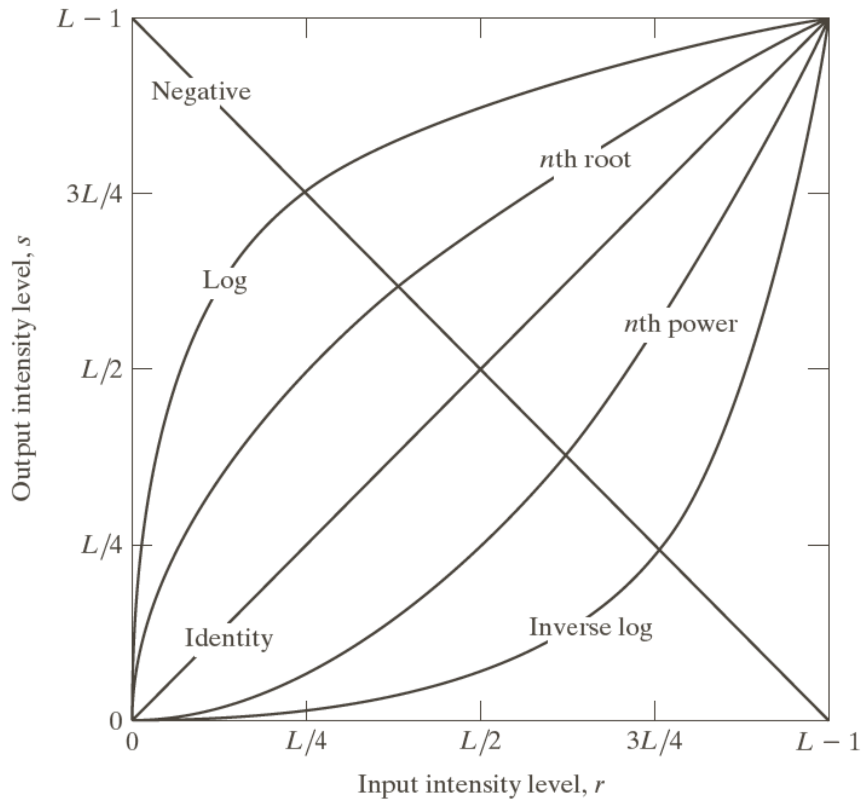
$$J(p) = T[I(p)]$$



Trasformazioni di intensità luminosa

Intensità luminosa di un pixel in input

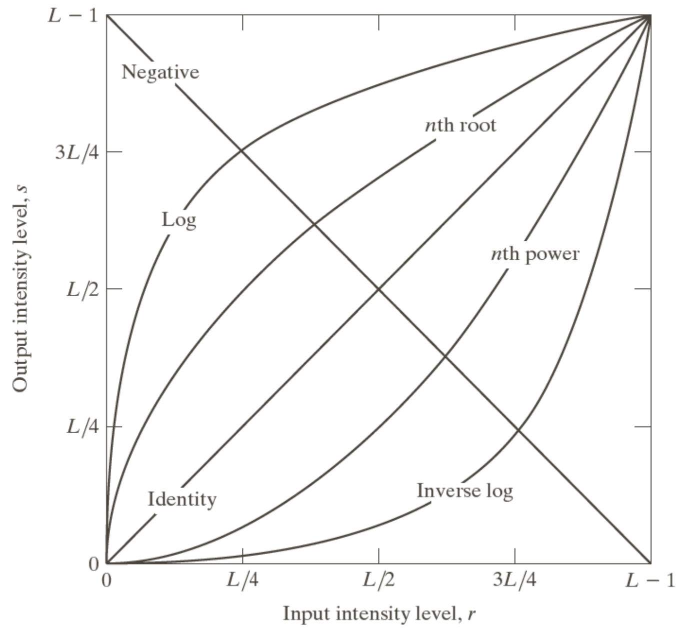
$$s = T(r)$$



Esempio: negativo di un'immagine

– E' una semplice trasformazione lineare
– Se i livelli di grigio assumono valori nel range [0,L-1] (noi abbiamo sempre considerato L=256) allora

$$s = L - 1 - r$$



Altre trasformazioni lineari

- Offset additivo J(p)=I(p)+M
- Riscalatura J(p)=a*I(p)

- NOTA BENE Dobbiamo verificare che J(p) rimanga in un appropriato range di valori (può essere [0,L-1]?)

Esempio: trasformata logaritmica

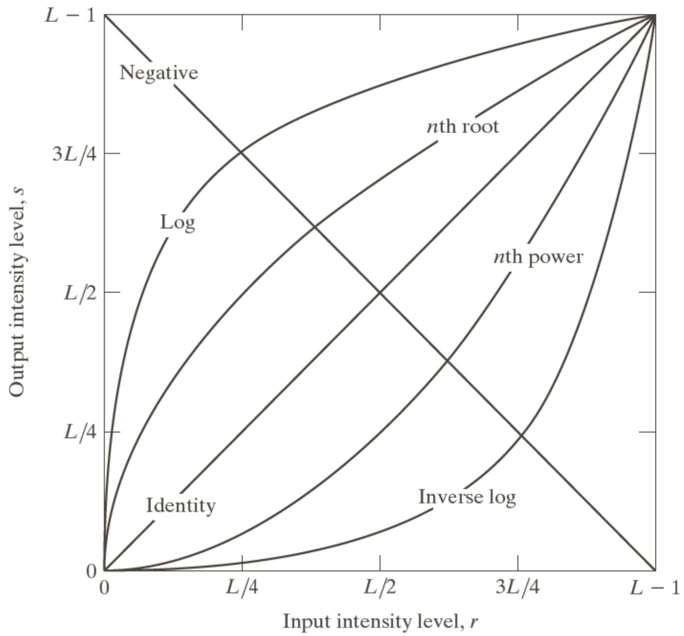
– La forma generale è la seguente

$$s = c \log(1 + r)$$

– Aumenta il range dei valori bassi (scuri)

– E' una trasformazione non lineare (come le correzioni gamma)

– Abbiamo già visto un'applicazione della trasformata logaritmica per aumentare la visibilità della DFT 2D



Operazioni tra immagini: esempi di applicazione

Date due immagini I1 e I2 (della stessa dimensione), ha senso applicare ad esse **operatori aritmetici** (pixel-wise)

- Addizione: può essere utile per fondere immagini diverse
- Sottrazione: per mettere in evidenza differenze/cambiamenti
- Moltiplicazione: per pesare in modo diverso elementi di un'immagine o per applicare maschere

Possiamo anche considerare operatori logici!

FIGURE 2.30 (a) Digital dental X-ray image. (b) ROI mask for isolating teeth with fillings (white corresponds to 1 and black corresponds to 0). (c) Product of (a) and (b).

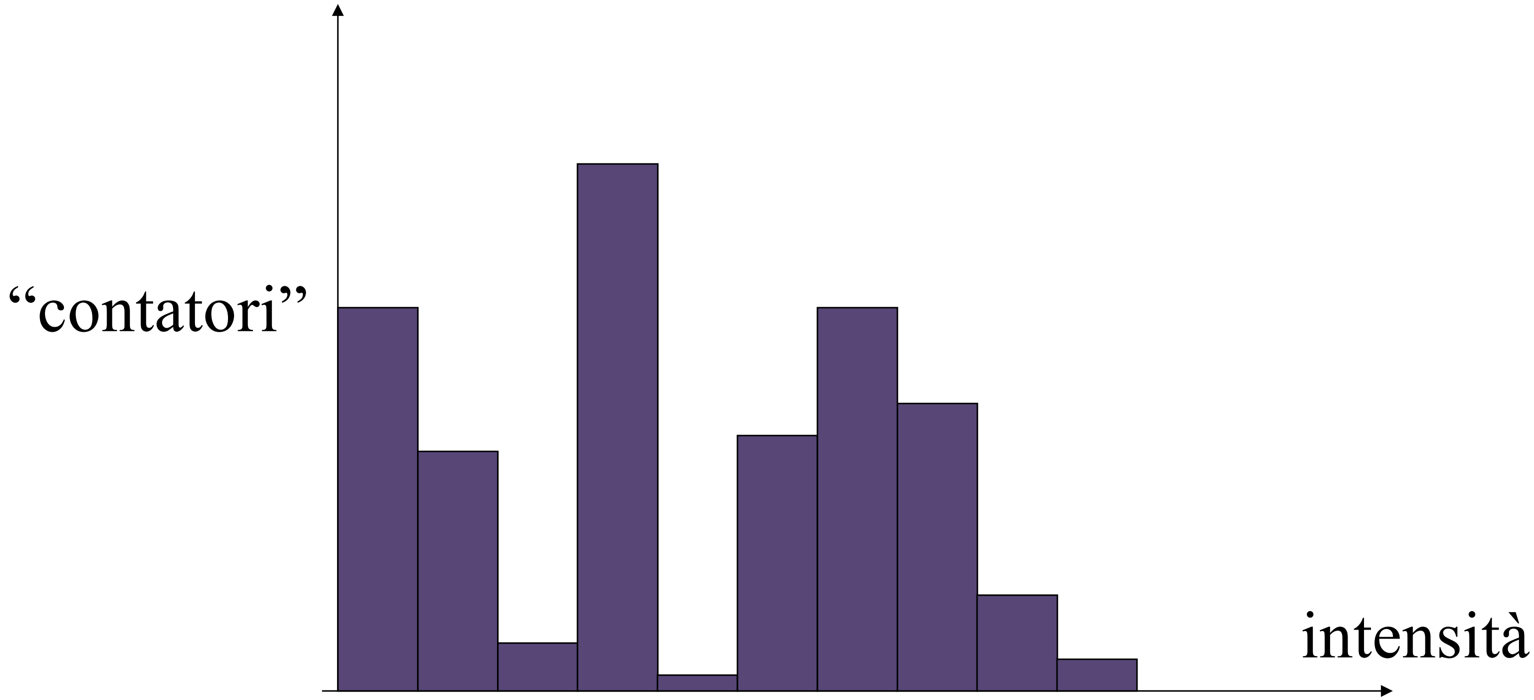
Istogrammi di immagini di intensità

- L'istogramma di un'immagine I con valori di intensità nell'intervallo [0,L-1] is è una funzione discreta

$$h(r_k)=n_k$$

dove

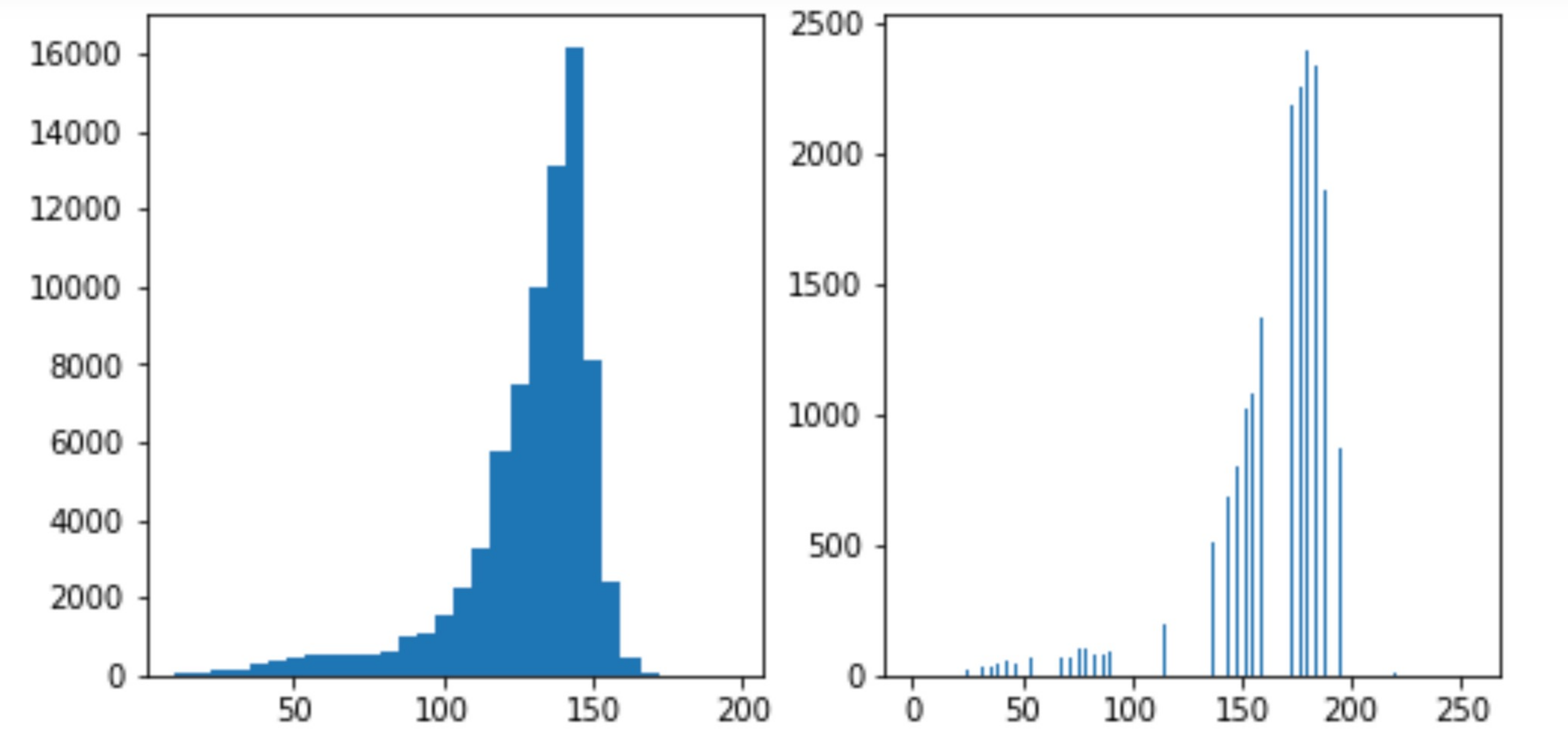
  - r_k è il k-esimo valore di intensità del range
  - n_k è il numero di pixel dell'immagine I con intensità r_k



Istogrammi di immagini di intensità: i bin

- Può essere molto utile raggruppare elementi con valori simile

- Questo corrisponde ad un'operazione di quantizzazione, dove i valori [0,L-1] vengono raggruppati in *bin* (in inglese: bidoni)



Calcolo dell’istogramma

– Data l’immagine I per calcolare l’istogramma H con M bin

$H=\{H_1,\dots,H_M\}$:

```
for each p in I
   g = I(p);
   bin_g = g/bin_size;
   H(bin_g)= H(bin_g)+1;
end
```

Normalizzazione dell'istogramma

```
for each b in H
   H(b)= H(b)/N;
end
```

– N : numero dei pixel dell'immagine I

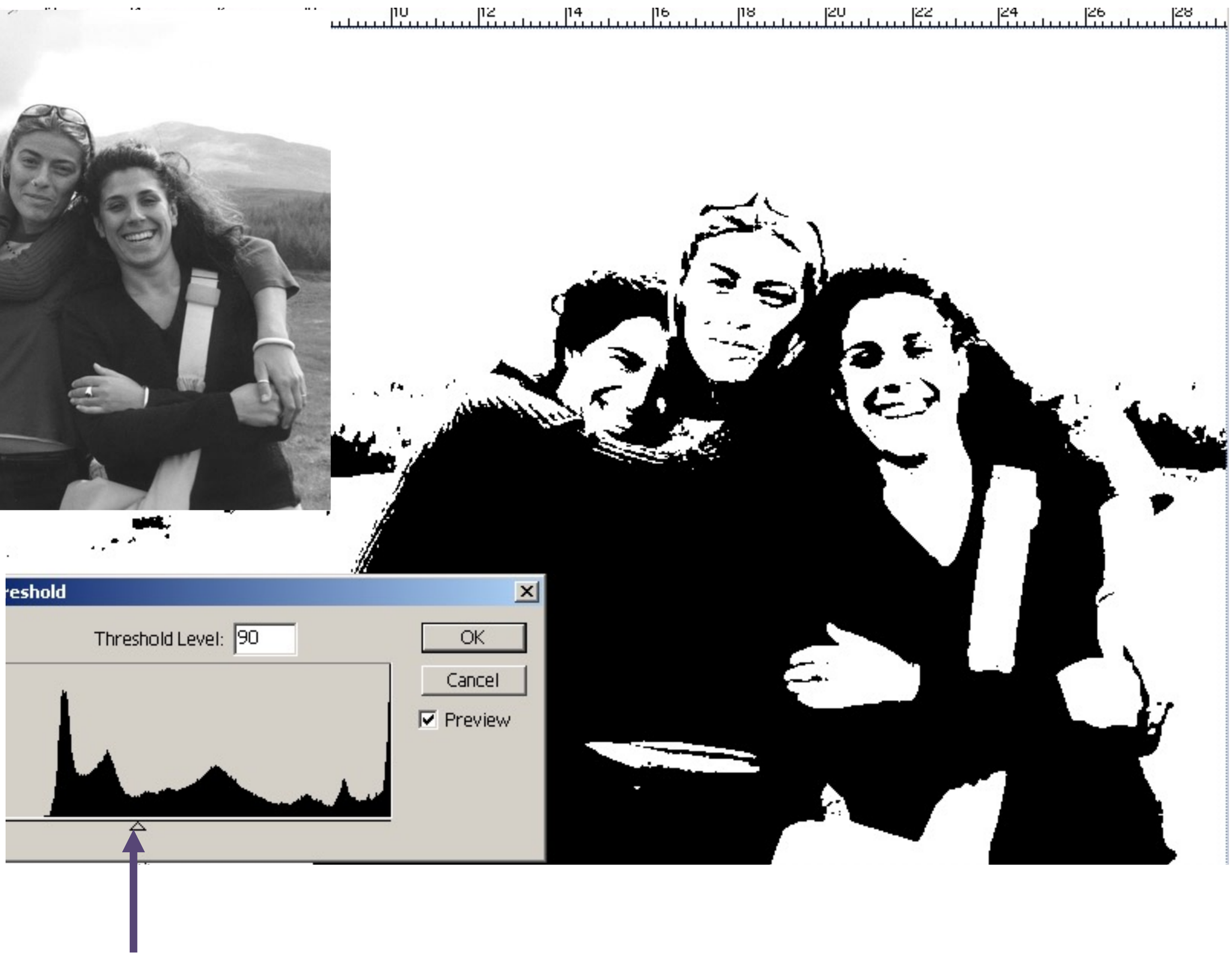
– L'istogramma normalizzato può essere pensato come una stima della probabilità dei valori di intensità in un'immagine

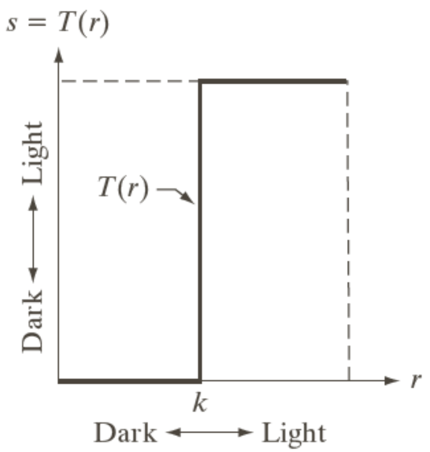
$$\sum_r H(r)=1$$

Istogrammi e perdita di informazione spaziale

Gli istogrammi sono identici

Istogrammi e sogliatura





Elaborazione di istogrammi: il contrast stretch

– E' un'operazione molto utile che ci permette di espandere il range di valori di intensità luminosa utilizzati in un'immagine

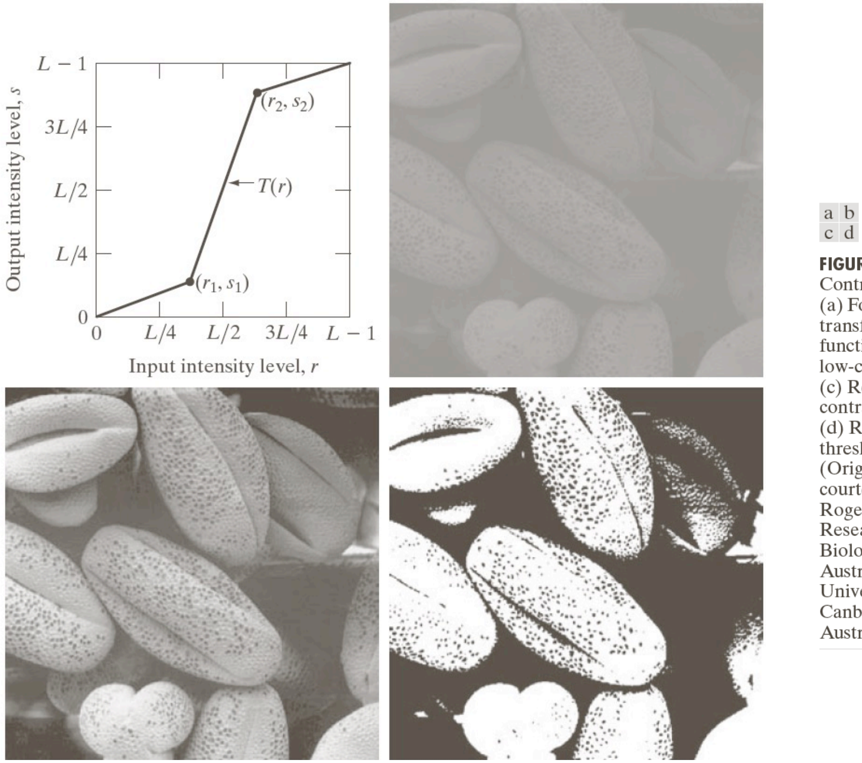


FIGURE 3.10 Contrast stretching. (a) Form of transformation function. (b) A low-contrast image. (c) Result of contrast stretching. (d) Result of thresholding. (Original image courtesy of Dr. Roger Heady, Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia.)

Contrast Stretch: calcolo

- $m = \min_p \{I(p)\}$
- $M = \max_p \{I(p)\}$

Calcolo i valori minimi e massimi in I

- $\min_p \{J(p)\} = 0$
- $\max_p \{J(p)\} = L\text{-}1$

Definisco i valori minimi e massimi di J

$J(p) = aI(p) + b$

$$\Rightarrow \quad \begin{array}{l} am+b=0 \\ aM+b=L\text{-}1 \end{array}$$

```
J(p)= (L−1)/(M+m) * (I(p)−m)
```

UniGe

MaLGa