

## Operazioni fra immagini

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

### Slicing

Il bit-plane slicing consiste nello scomporre un'immagine in  $N$  (solitamente 8) immagini binarie, rappresentate dai vari piani.

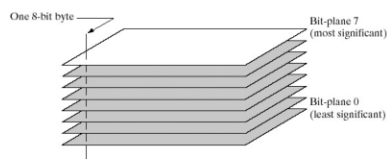


FIGURE 3.12  
Bit-plane  
representation of  
an 8-bit image.

3

### Slicing



FIGURE 3.14 (a) An 8-bit gray-scale image of size  $500 \times 1192$  pixels. (b) through (i) Bit planes 1 through 8, with bit plane 1 corresponding to the least significant bit. Each bit plane is a binary image.

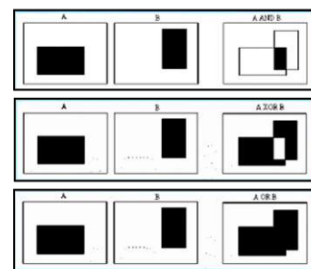
4

### Miglioramento delle immagini - operatori logici

- Le operazioni logiche di AND e di OR possono essere utilizzate, in particolare per l'estrazione dalla immagine di una parte significativa (ROI - Region of Interest) che debba essere successivamente elaborata.
- Questa operazione, detta anche di *masking*, può essere condotta come mostrano gli esempi seguenti, ricordando che l'operazione logica è effettuata bit per bit, tra pixel nella stessa posizione nelle due immagini.

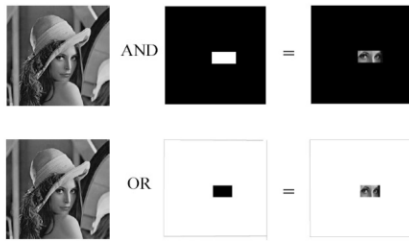
5

### Recap - operatori logici



6

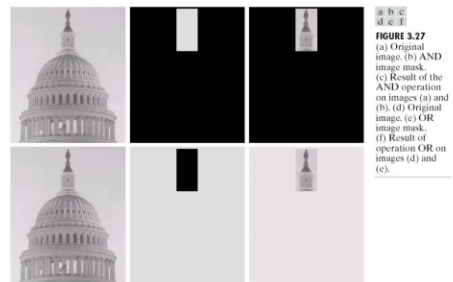
### Definizione della ROI mediante operatori logici



L'operazione di estrazione della (ROI -Region of Interest) è detta anche masking, e può essere facilmente implementata mediante operatori logici applicati bit per bit, tra pixel nella stessa posizione nelle due immagini.

7

### Definizione della ROI mediante operatori logici



**FIGURE 3.27**  
(a) Original image, (b) AND image mask, (c) Result of the AND operation on images (a) and (b), (d) Original image, (e) OR image mask, (f) Result of operation OR on images (d) and (e).

8

### Operazioni aritmetiche fra pixel

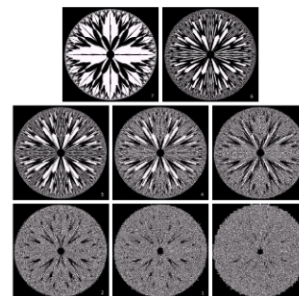
- Supponiamo di avere  $n$  immagini di dimensioni  $N \times M$ ,  $f_1, \dots, f_n$ , le operazioni aritmetiche elementari (somma, differenza, moltiplicazione e divisione) fra le immagini sono definite fra pixel omologhi (ovvero fra pixel e pixel nella stessa posizione)

- Sono operazioni puntuali in quanto il risultato nella generica posizione  $(x, y)$  dipende solo dal valore dei pixel nella stessa posizione nelle immagini di input



9

### Esempio di Slicing



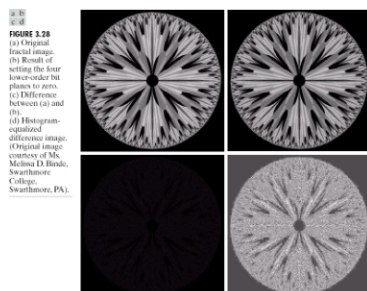
**FIGURE 3.14** The eight bit planes of the image in Fig. 3.13. The number at the bottom right of each image identifies the bit plane.

I piani di bit più significativi contengono informazioni sulla struttura dell'immagine, mentre quelli via via meno significativi forniscono i dettagli sempre più piccoli.

Cosa succede se riduco il numero di bit? Si vede la differenza?

10

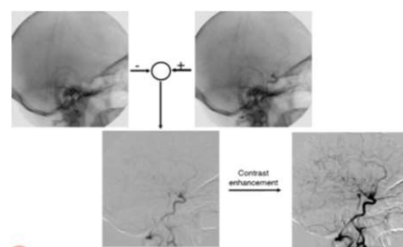
### Miglioramento della immagine differenza



**FIGURE 3.28**  
(a) Original image, (b) Result of setting the four low-order bit planes to zero, (c) Difference between (a) and (b), (d) Histogram of the difference image.

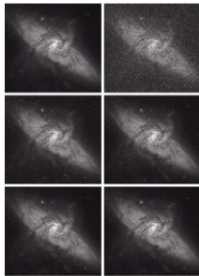
11

### Miglioramento della immagine differenza



12

### Miglioramento delle immagini - media di una sequenza



Una immagine rumorosa con rumore  
scorrelato a media zero.

$$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y)$$

Obiettivo: ridurre il rumore mediando  
N immagini rumorose.

$$\{g_i(x, y)\}_{i=1, \dots, K} = \{f(x, y) + \eta_i(x, y)\}_{i=1, \dots, K}$$

13

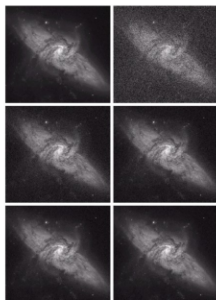
### - RECAP - Varianza e deviazione standard

- Più una distribuzione statistica è "larga" e più è frequente trovare grandi scarti  $d_i = x_i - \text{media}$ , sia positivi che negativi.
- Quindi, come la media può essere utilizzata per valutare la posizione tipica dei dati sperimentali, così la media degli scarti potrebbe essere utilizzata come misura della dispersione dei dati. Ma poiché gli scarti positivi sono compensati da scarti negativi, la media degli scarti, presi con il loro segno, è nulla.
- Si potrebbe ovviare a questo inconveniente considerando la media del modulo degli scarti, ma per comodità si preferisce calcolare la **media dei quadrati degli scarti** e prendere poi la **radice quadrata** (positiva). Queste due grandezze sono chiamate rispettivamente **varianza** e **deviazione standard** (o **scarto quadratico medio**). I simboli utilizzati in questo testo sono **Var** e  $\sigma^2$  per la varianza, e  $\sigma$  per la deviazione standard.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \sigma^2(X) = \text{Var}(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

14

### Miglioramento delle immagini - media



$$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y)$$

$$\bar{g}(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K g_i(x, y)$$

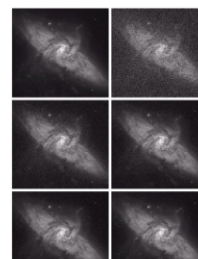
$$E\{\bar{g}(x, y)\} = f(x, y)$$

$$\sigma_{\bar{g}(x, y)}^2 = \frac{1}{K} \sigma_{\eta(x, y)}^2$$

$$\sigma_{\bar{g}(x, y)} = \frac{1}{\sqrt{K}} \sigma_{\eta(x, y)}$$

15

### Miglioramento delle immagini - media



$$\bar{g} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K g_i = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K f_i + \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \eta_i$$

$$\sigma_{\bar{g}}^2 = \sigma_f^2 + \frac{1}{K^2} (\sigma_{\eta_1}^2 + \sigma_{\eta_2}^2 + \dots + \sigma_{\eta_K}^2)$$

E' zero !!

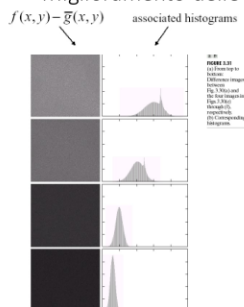
$$\sigma_{\bar{g}}^2 = \frac{K}{K^2} \sigma_{\eta}^2 = \frac{1}{K} \sigma_{\eta}^2$$

- il max di g è sicuramente minore uguale di 255.

FIGURE 3.30 (a) Image of Galaxy NGC 3314. (b) Image computed by adding Gaussian noise with zero mean and a standard deviation of 64 gray levels. (c) Results of averaging  $K = 8, 16, 64$ , and 128 noisy images. (Original image courtesy of NASA.)

16

### Miglioramento delle immagini - media



17

### Miglioramento delle immagini - media

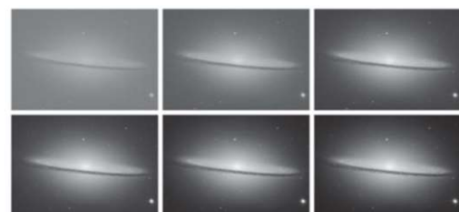
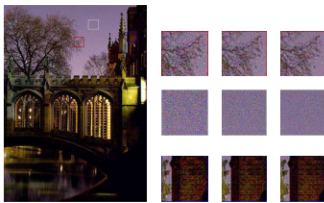


FIGURE 2.29 (a) Sample noisy image of the Sombrero Galaxy. (b)-(f) Result of averaging 10, 50, 100, 500, and 1,000 noisy images, respectively. All images are of size  $256 \times 256$  pixels, and all were scaled so that their intensities would span the full [0, 255] intensity scale. (Illustration of 1980 the Sombrero Galaxy is copyright 1980 John DeLash. Original image courtesy of NASA.)

18

### Miglioramento delle immagini - media



19

### Combinazioni di immagini



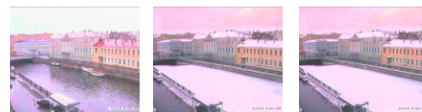
20

### Combinazioni di immagini



21

### Combinazioni di immagini - dissolvenza



- Interpolare le immagini intere:
- Immagine a metà strada =  $(1-t) \cdot \text{Immagine1} + t \cdot \text{immagine2}$
- Nell'industria cinematografica questa operazione è chiamata dissolvenza incrociata.
- Ma cosa succede se le immagini non sono allineate?

22