

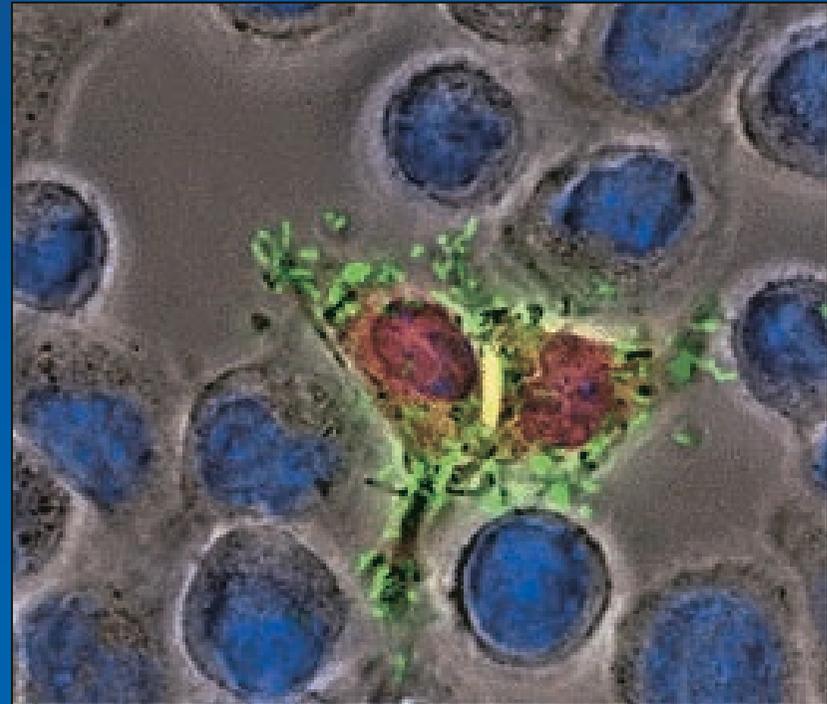
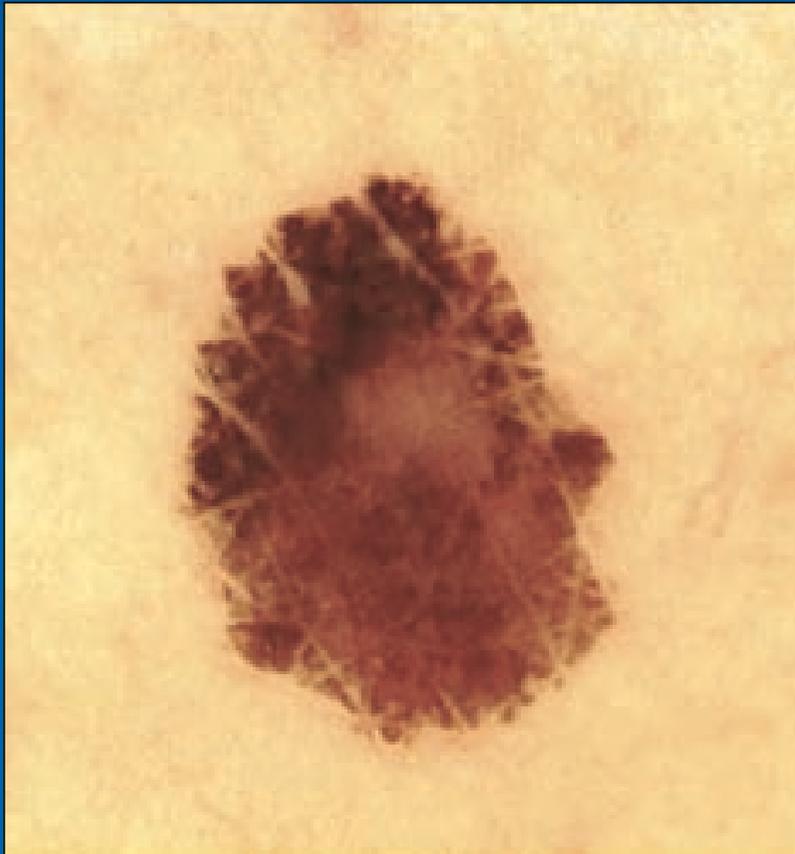
tecnologie informatiche  
per l'elaborazione e l'analisi  
delle immagini mediche

ALGORITMI MATEMATICI

*Riccardo Piergallini*

# IMMAGINI

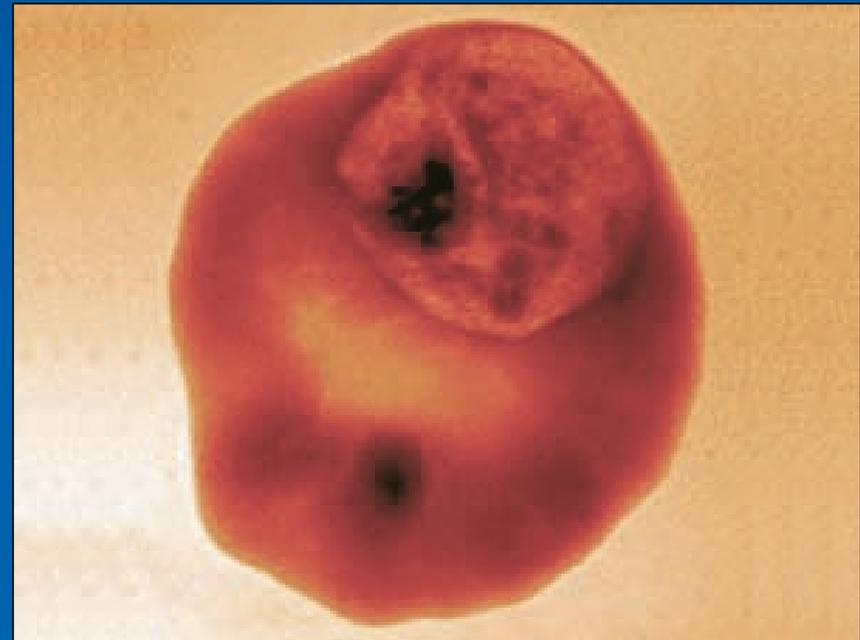
fotografie



microfotografie

# IMMAGINI

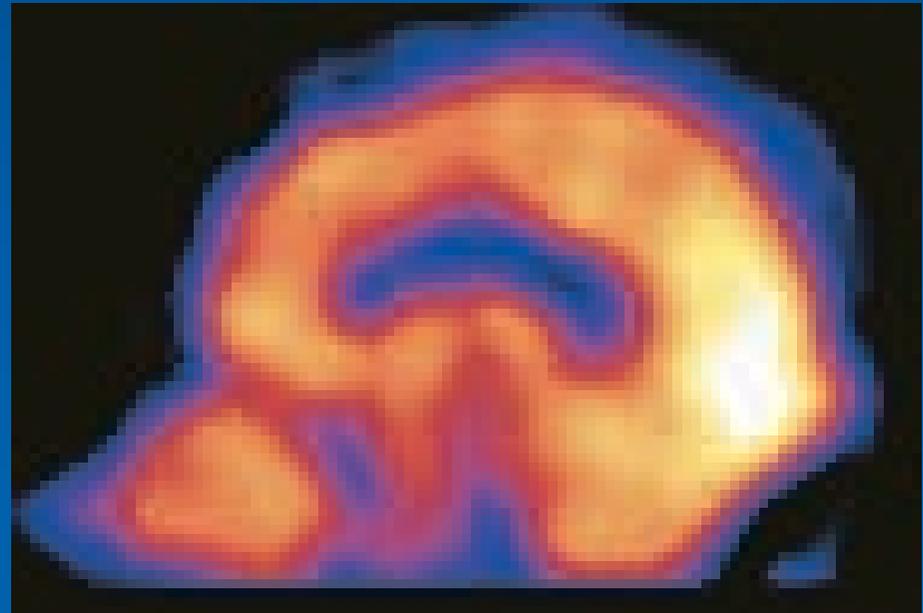
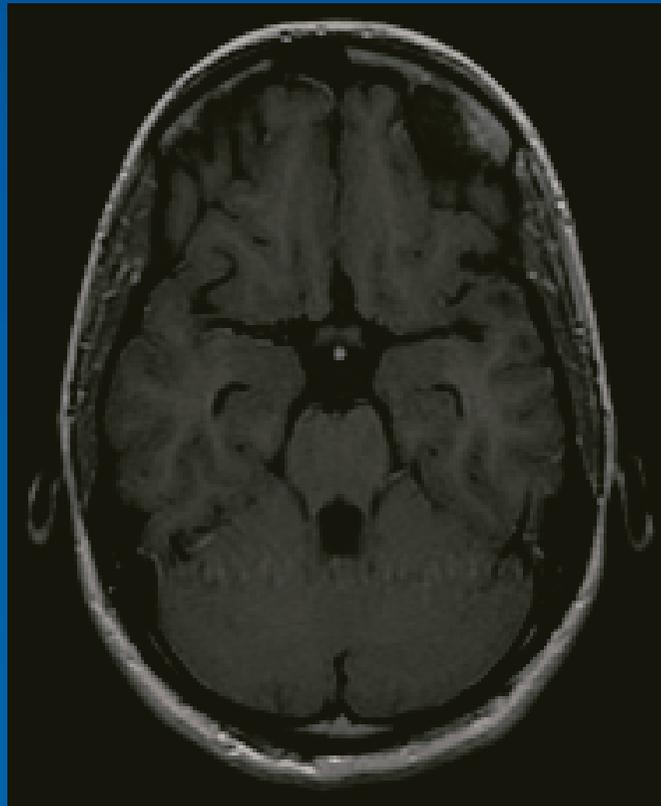
radiografie, ecografie



scansioni elettr.

# IMMAGINI

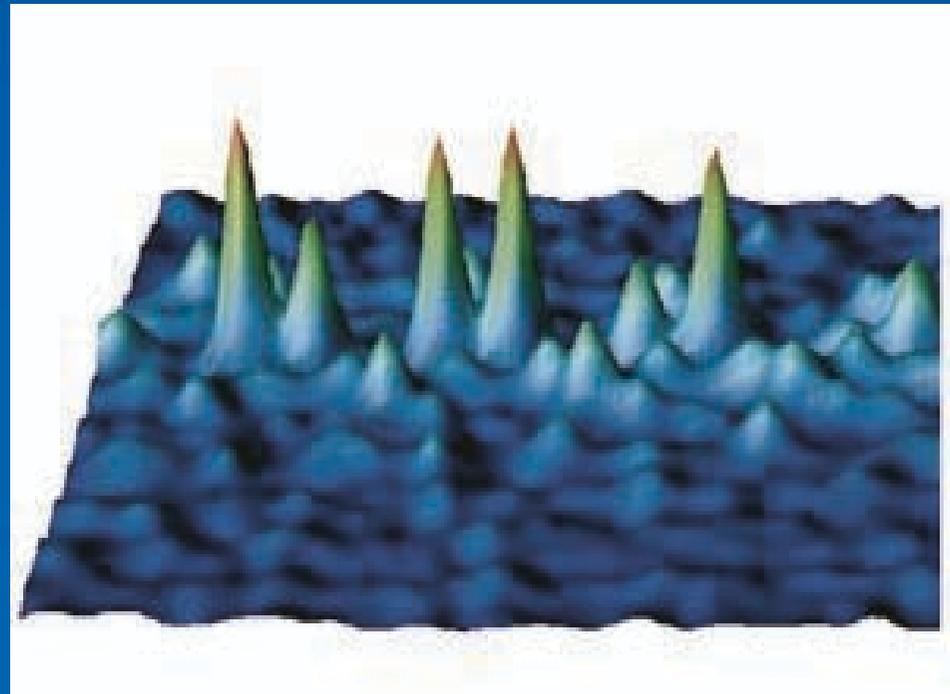
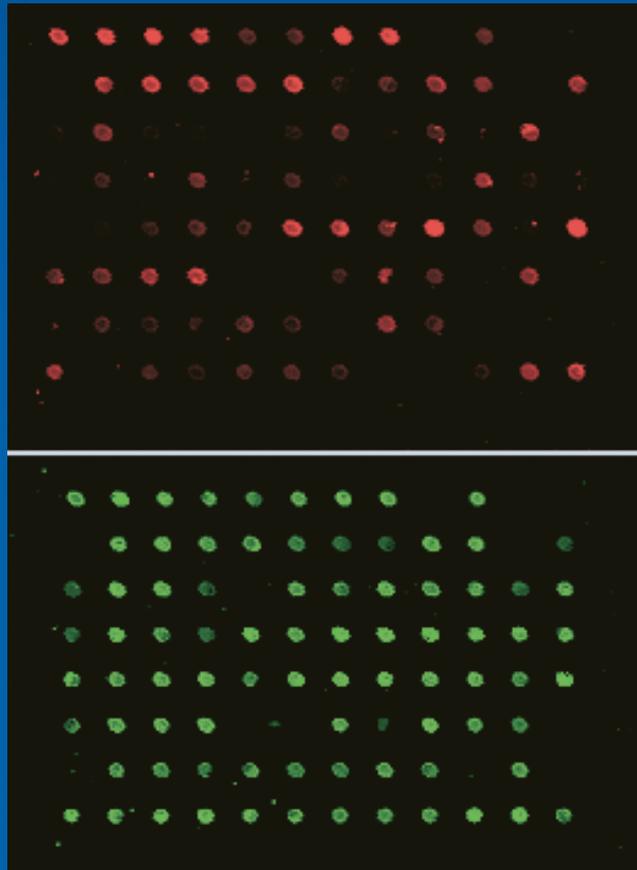
TAC, risonanze



termografie

# IMMAGINI

rappr. grafiche di valori numerici



# IMMAGINI DIGITALI



```
01011010 01010110  
11010101 10011101  
11001001 00111010  
11000101 00111010  
01101011 00101001  
11011000 00101110  
01010101 01101001  
11010100 00110101  
11100110 00111010  
00111011 00110111
```

**Immagine**

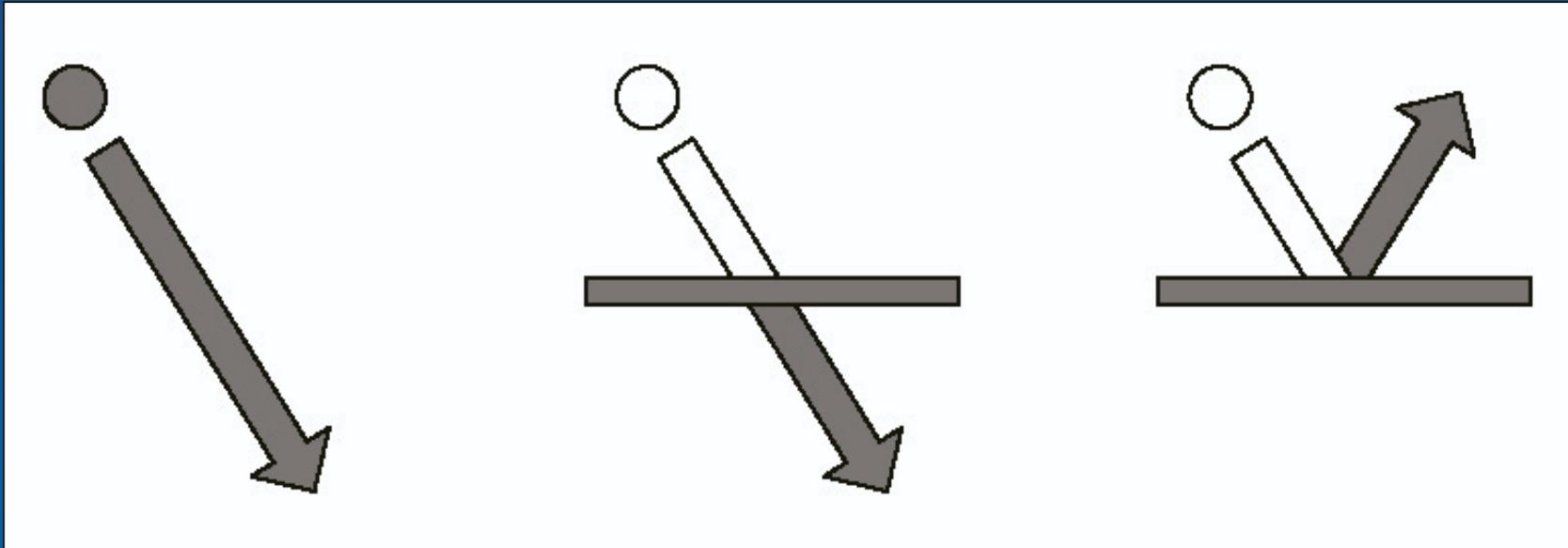
**Matrice di pixel**  
(72/600/2400 px/in)

**Sequenza di bit**  
(8/16/32 px/in)

**Campionamento**

**Quantizzazione**

# IMMAGINI ACROMATICHE



**Luminanza** (intensità luminosa, energia percepita)

**Brillantezza** (valutazione percettiva della luce emessa)

**Luminosità** (valutazione percettiva della luce filtrata/riflessa)

# LIVELLI DI GRIGIO

$l$  = livello di grigio per ogni pixel ( $0 \leq l \leq 1$ )

(256 livelli = 8 bit, 65536 livelli = 16 bit, 16777216 livelli = 24 bit)



16 livelli

32 livelli

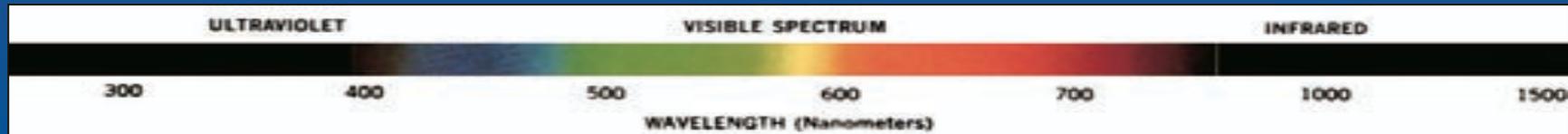
64 livelli

128 livelli

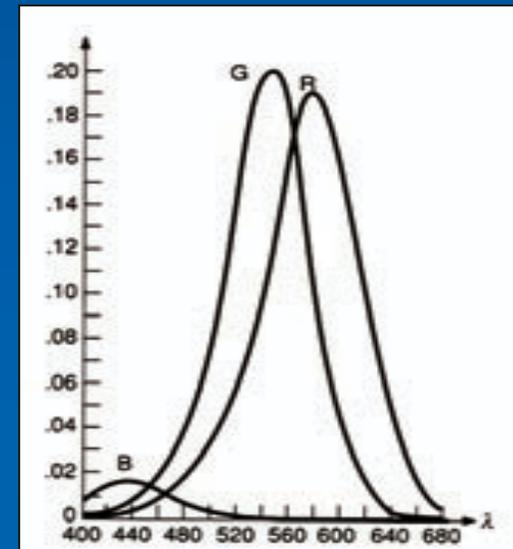
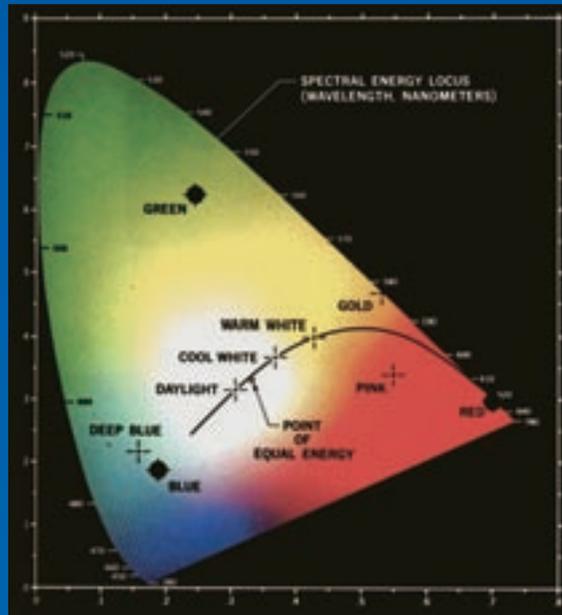
256 livelli



# IL COLORE



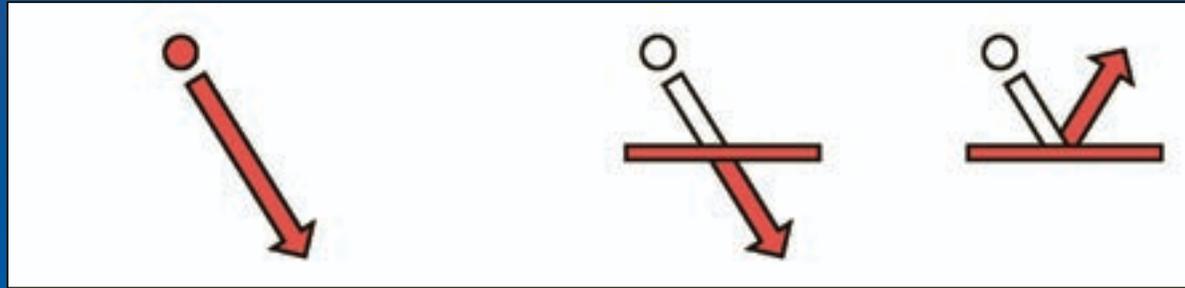
Colore = lunghezza d'onda



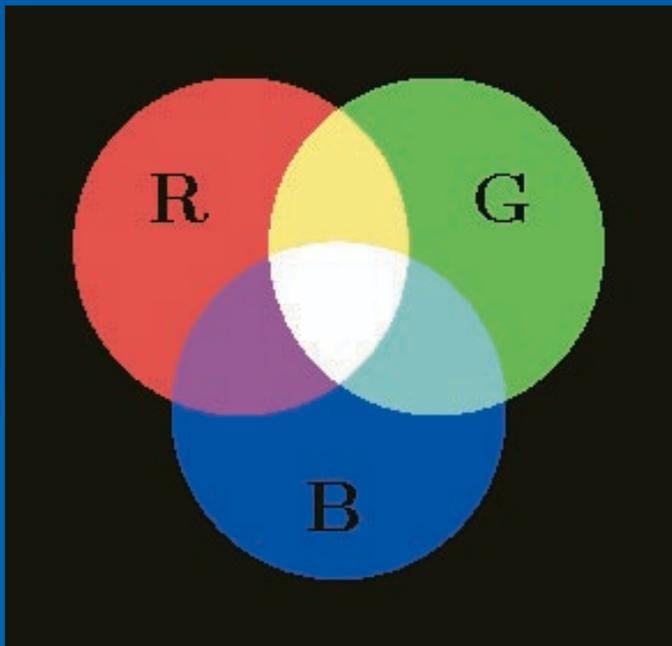
Tristimolo

Diagramma cromatico (modello percettivo lineare)

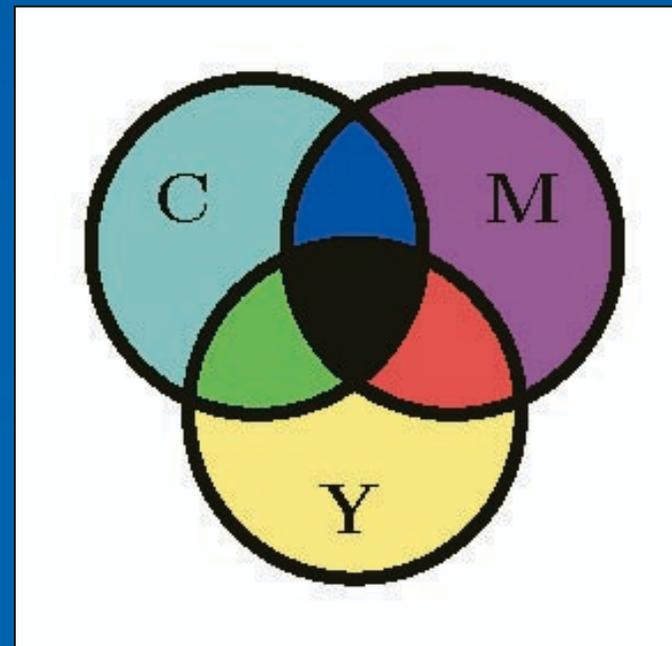
# SINTESI DEI COLORI



Sintesi additiva



Sintesi sottrattiva



# MODELLO RGB

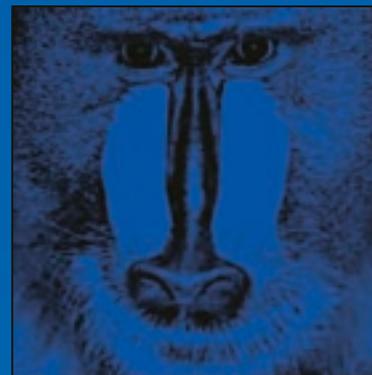
Modello lineare additivo (video)



Canale R



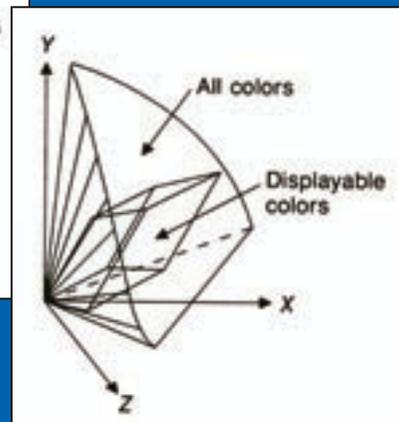
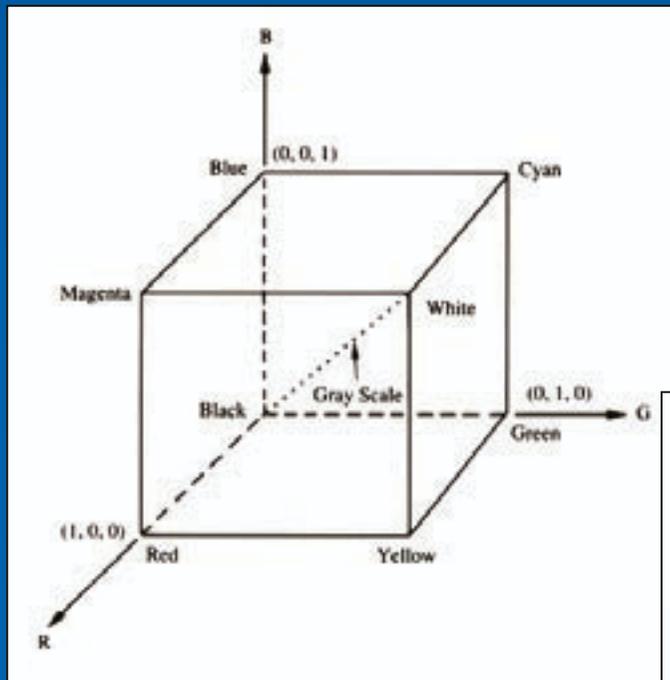
Canale G



Canale B

# MODELLO RGB

**Colore RGB =  $(r, g, b)$  con  $0 \leq r, g, b \leq 1$**   
(24 bit/px = 256 livelli per canale = 16777216 colori  
8/16/32 bit/px con indicizzazione e Look Up Table)



**Rosso =  $(1, 0, 0)$**

**Verde =  $(0, 1, 0)$**

**Blu =  $(0, 0, 1)$**

**Bianco =  $(1, 1, 1)$**

**Nero =  $(0, 0, 0)$**

**Giallo =  $(1, 1, 0)$**

**Magenta =  $(1, 0, 1)$**

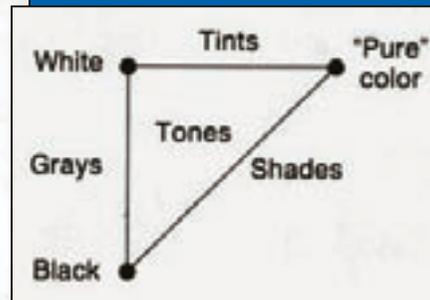
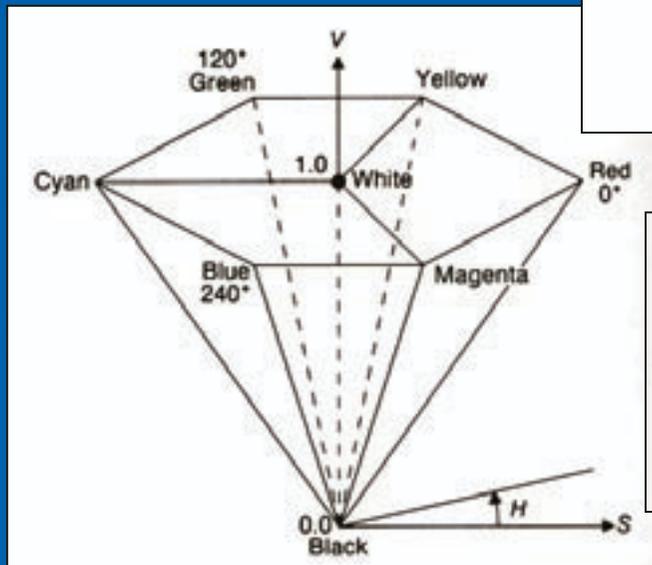
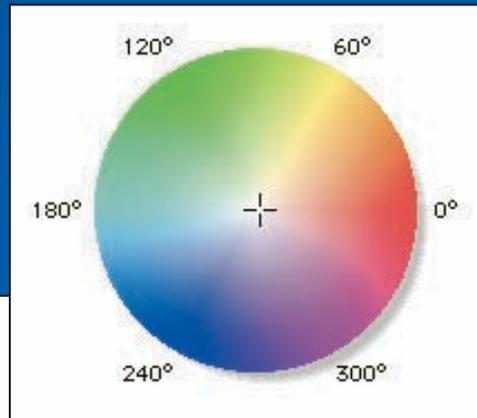
**Ciano =  $(0, 1, 1)$**

**Dominio dei colori**

# MODELLO HSB

Modello non lineare additivo (video)  
Colore HSB =  $(h, s, l)$  con  $h$  periodico,  $0 \leq s, l \leq 1$

H = colore (hue)  
S = saturazione  
B = brillantezza



HSB  $\leftrightarrow$  RGB

$$l = \max(r, g, b)$$

$$s = \frac{\min(r, g, b) - l}{l}$$

Bianco =  $(0, 0, 1)$

Nero =  $(0, 0, 0)$

B = canale acrom.

Grigi =  $(0, 0, l)$

# MODELLO CMY(K)

Modello lineare sottrattivo (stampa)

Colore CMY =  $(c, m, y)$  con  $0 \leq c, m, y \leq 1$

Colore CMYK =  $(c, m, y, k)$  con  $0 \leq c, m, y, k \leq 1$

(C = ciano, M = magenta, Y = giallo, K = nero)

**K è ridondante:** la rappresentazione CMYK non è unica

CMY  $\leftrightarrow$  RGB

$$c = 1 - r$$

$$m = 1 - g$$

$$y = 1 - b$$

Bianco =  $(0, 0, 0)$

Nero =  $(1, 1, 1)$

CMYK  $\leftrightarrow$  CMY

$$k = \min(c, m, y)$$

$$c = c - k$$

$$m = m - k$$

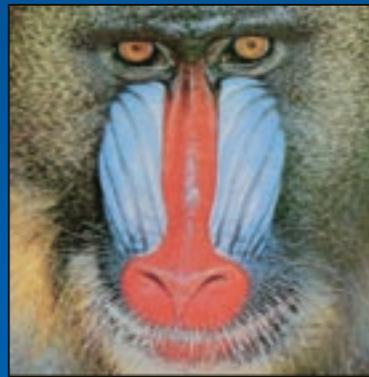
$$y = y - k$$

Bianco =  $(0, 0, 0, 0)$

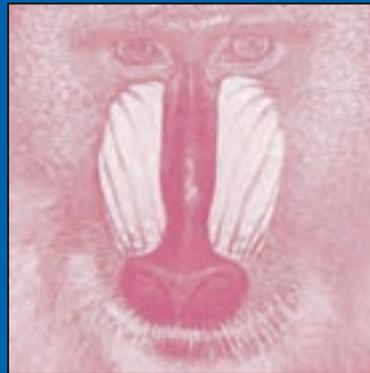
Nero =  $(1, 1, 1, k)$  o  $(c, m, y, 1)$

# MODELLO CMYK

Modello lineare sottrattivo (stampa)



Canale C



Canale M

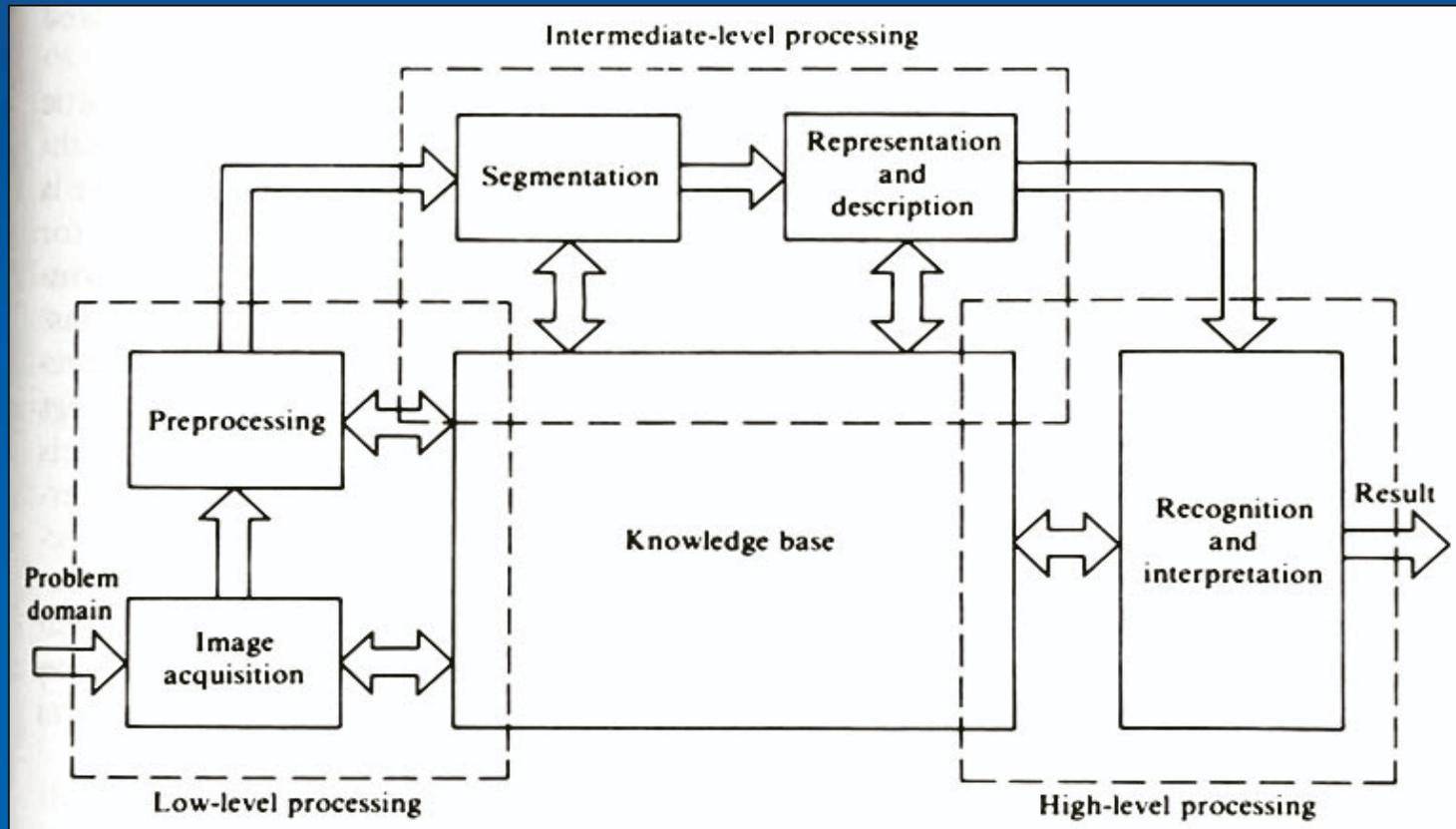


Canale Y



Canale K

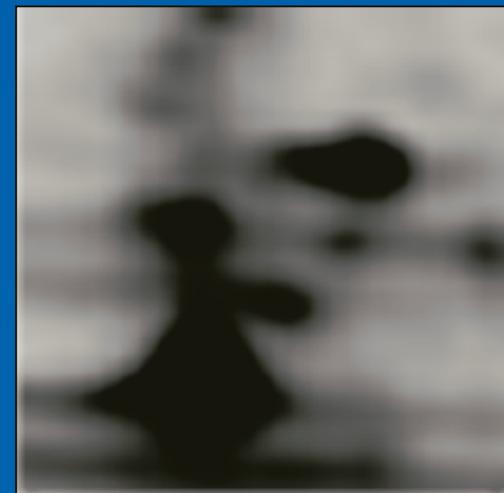
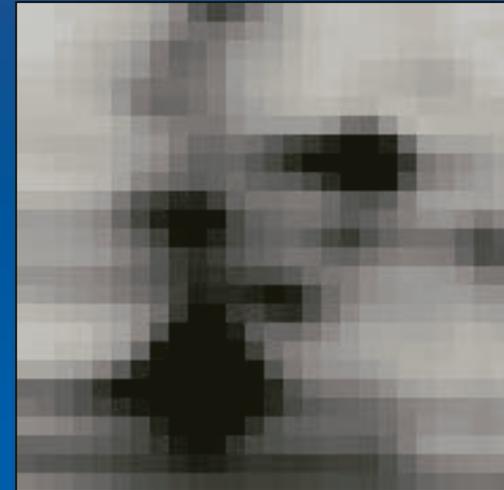
# ELABORAZIONE e ANALISI DELLE IMMAGINI



L'elaborazione e l'analisi delle immagini a colori si possono effettuare considerando (separatamente o insieme) le immagini acromatiche corrispondenti ai diversi canali.

# ELABORAZIONE

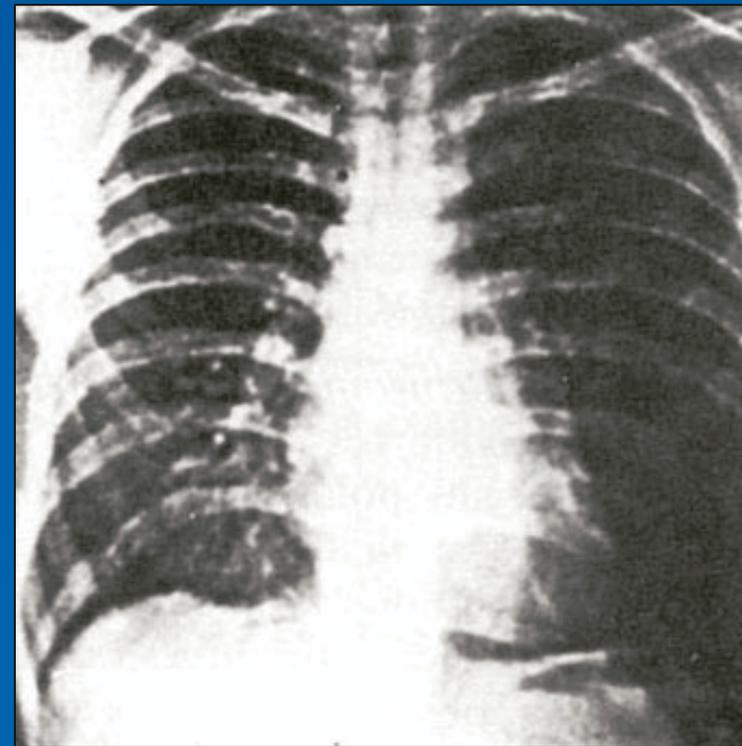
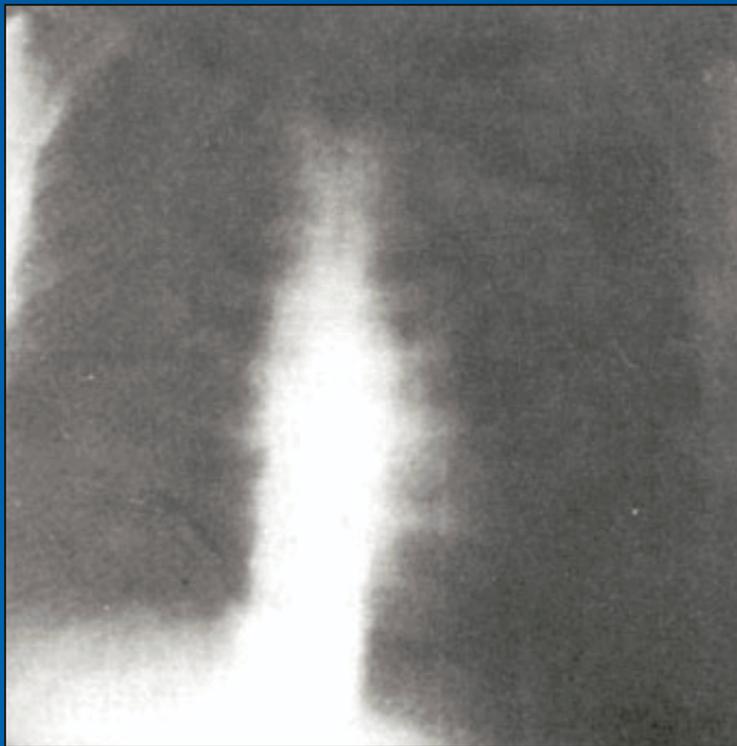
Digitalizzazione  
Ricostruzione continua  
Trasformazioni geometriche  
Compressione



# ELABORAZIONE

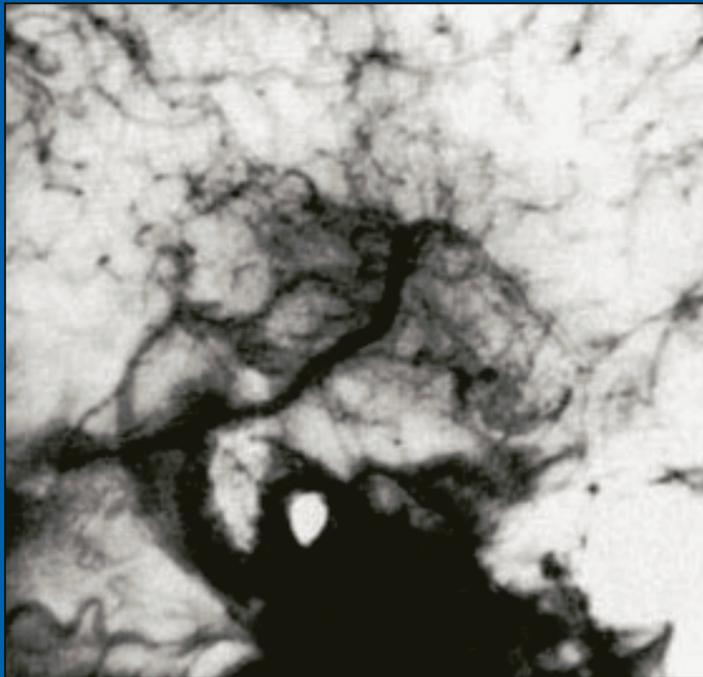
Miglioramento della qualità (rumore, difetti)

Miglioramento della visibilità (contrasto, luminosità)



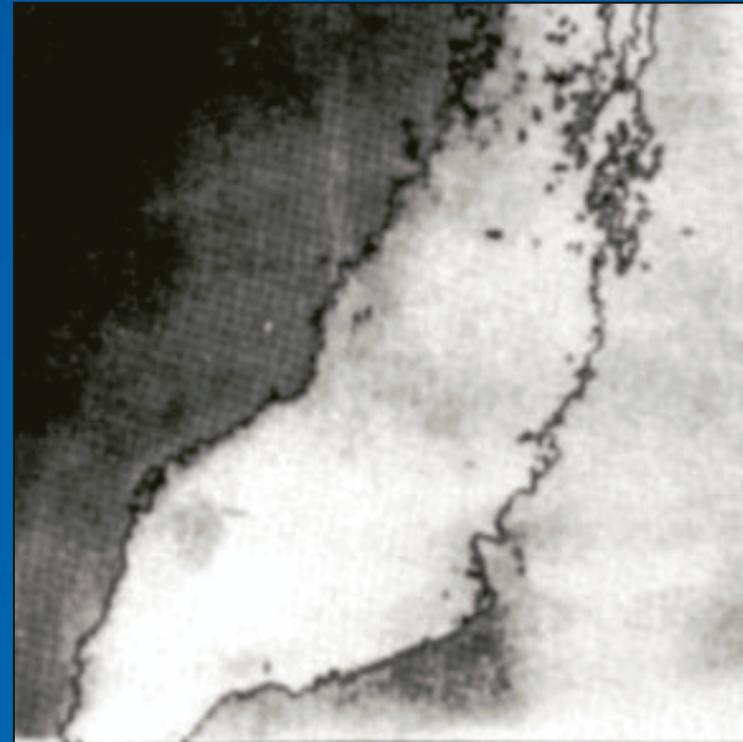
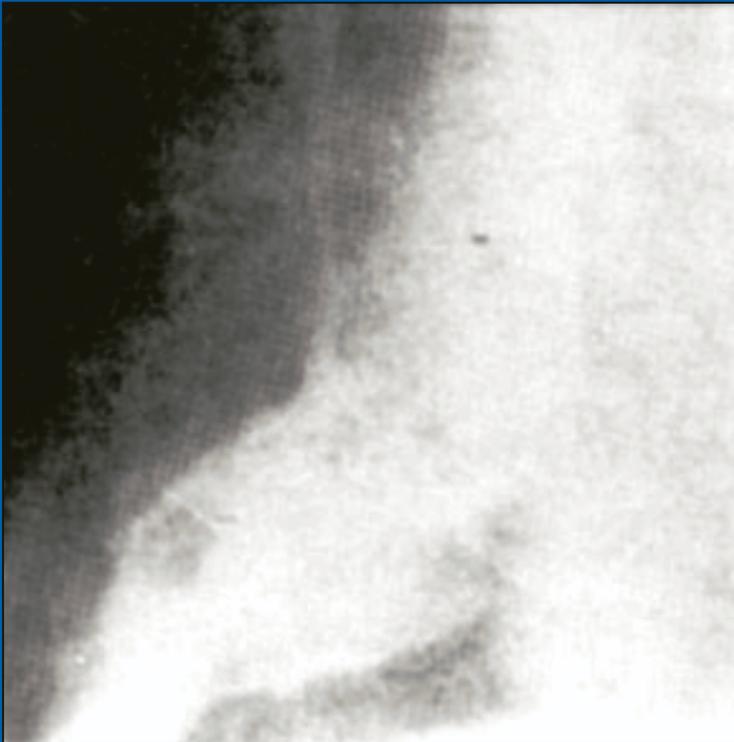
# ELABORAZIONE

Evidenziazione delle caratteristiche rilevanti  
Filtraggio numerico spaziale e in frequenza  
Fusione/confronto di più immagini



# ANALISI

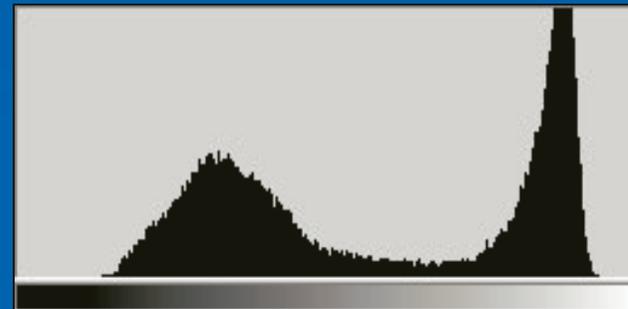
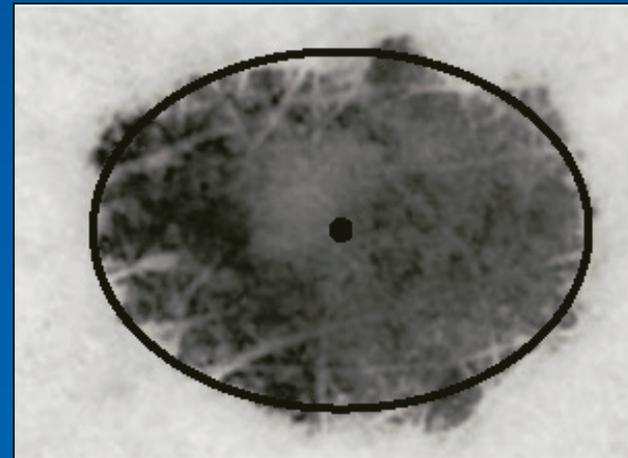
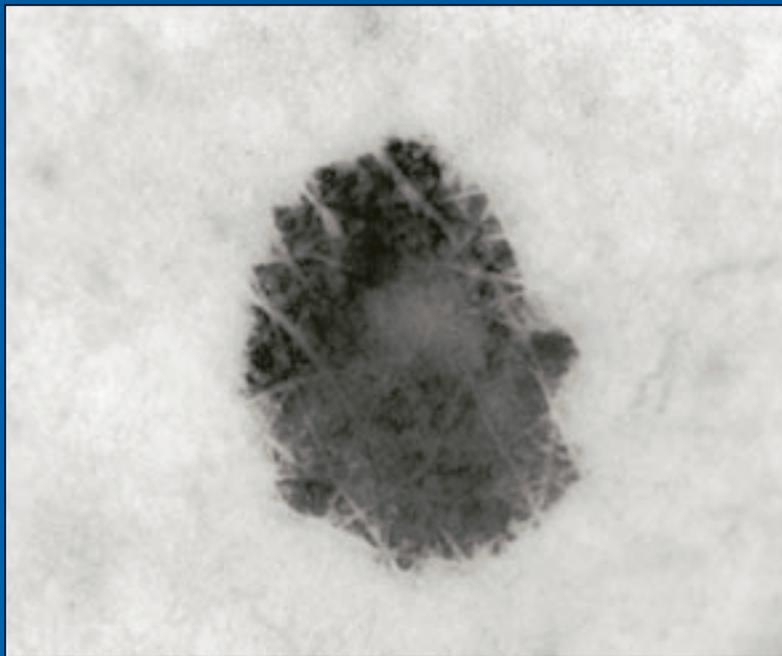
Individuazione di curve, contorni e regioni  
Segmentazione (individuazione delle parti significative)



# ANALISI

**Analisi delle forme** (parametri geometrici, frattali)

**Analisi delle tessiture** (parametri statistici, multifrattali)



# ANALISI

Classificazione (basi di dati e di conoscenze)  
Ricostruzione e visualizzazione spaziale

