

• PIN HOLE

$$R = \sqrt{\lambda d}$$

• LENTE SOTTILE

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

• MAGNIFICAZIONE

$$f' = \frac{um}{m+1}$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{m}{n} = m$$

$$\frac{h'}{d} = \frac{h}{d}$$

• QUANTIZZAZIONE

$$B = \log_2(N)$$

• CAMBIARE BASE

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

$$\log_a b_r = \frac{\log_{10} b_r}{\log_{10} a}$$

• QUANTIZZAZIONE LOGARITMICA

$$f(L, N, k) = \frac{\log(L) * k}{\log(N)}$$

• INTERPOLAZIONE BILINEARE

$$V(x, y) = ax + by + cxy + d$$

• MSE

$$\frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [I'(x, y) - I(x, y)]^2$$

• PSNR

$$20 \log_{10} \left(\frac{S}{\sqrt{MSE}} \right)$$

• NORMALIZZAZIONE

$$V_{normal} = \frac{V_{real} - \text{min Observato}}{\text{max Observato} - \text{min Observato}}$$

• SPAZIO YUV

$$Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B$$

$$U = B - Y$$

$$V = R - Y$$

• SPAZIO YCBCR

$$C_B = \frac{U}{2} + 114,75$$

$$C_R = \frac{V}{2} + 111,57$$

• SATURAZIONE

$$(e_{picco} - e_{media}) / (e_{picco} + e_{media})$$

• EQUALIZZAZIONE

n_k = numero pixel con tonalità k

n_k = livello di grigio

p_k = percentuale di quella tonalità di grigio nell'immagine.

$$S_k = T(n_k) = (L-1) \sum_{j=0}^k p_k(n_j) = \frac{L-1}{MN} \sum_{j=0}^k n_j$$

• CONVOLUZIONE

OPERAZIONI LINEARI

$$af(x_1, y_1, z_1) + bf(x_2, y_2, z_2) = f(ax_1 + bx_2, ay_1 + by_2, az_1 + bz_2)$$

FORMULA

$$-1 \quad h_{m,n} = \sum_{i=-\left[\frac{K}{2}\right]}^{\left[\frac{K}{2}\right]-1} \sum_{j=-\left[\frac{K}{2}\right]}^{\left[\frac{K}{2}\right]-1} (f_{i,j} * g_{m+i, n+j})$$

$$1 \quad h_{m,n} = \sum_{i=1, j=1}^{K, K} f(i, j) * g_{m+(i-K+\left[\frac{K}{2}\right]), n+(j-K+\left[\frac{K}{2}\right])}$$

KERNEL NOTEVOLI

Sobel X

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Prewitt X

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Laplaciano

-1	0	-1
0	4	0
-1	0	-1

• COMPRESSEIONE

$$f_i = \frac{N^{\circ} \text{occ. } a_i}{N}$$

$$E = - \sum f_i \log_2 (f_i)$$

• TRASFORMATA DI FOURIER

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-i 2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}$$

$$f(x, y) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} F(u, v) e^{i 2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}$$

CARATTERISTICHE

$$|F(u, v)| = \sqrt{R^2(u, v) + I^2(u, v)} \quad \text{SPESSO}$$

$$\phi(u, v) = \tan^{-1} \left[\frac{I(u, v)}{R(u, v)} \right] \quad \text{ANGOLI DI FASE}$$

$$P(u, v) = |F(u, v)|^2 = R^2(u, v) + I^2(u, v) \quad \text{POTENZA SPECTRALE}$$

$$D(u, v) = c \log (1 + F(u, v)) \quad \text{SPESSO COMPRESO}$$

$$c = \frac{L-1}{\log_2 R}$$

PROPRIETÀ TRASFORMATA

• Separabilità

$$F(u, v) = \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} g(x, v) e^{-\frac{i2\pi ux}{M}}$$

$$g(x, v) = \left[\frac{1}{N} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-\frac{i2\pi vy}{N}} \right]$$

• traslazione

$$f(x, y) e^{i2\pi \left(\frac{v_0 x}{M} + \frac{u_0 y}{N} \right)} \iff F(u - u_0, v - v_0)$$

$$f(x - x_0, y - y_0) \iff F(u, v) e^{-i2\pi \left(\frac{u x_0}{M} + \frac{v y_0}{N} \right)}$$

• Valori Medio

$$F(0, 0) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y)$$

• Fast Fourier Transform

$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) e^{-i2\pi ux/N}$$

• TEORIA DELLA CONVOLUZIONE

- DOMINIO SPAZIALE

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) h(x - m, y - n)$$

- DOMINIO FREQUENZE

$$G(u, v) = F(u, v) H(u, v)$$

$$g(x, y) = F^{-1} \{ F(u, v) H(u, v) \}$$

• FILTRI NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE

• LOW PASS

IDEAL

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

BUTTERWORTH

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v)/D_0]^{2m}}$$

GAUSSIANO

$$H(u, v) = e^{-D^2(u, v)/2D_0^2}$$

• HIGH PASS

IDEAL

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & D(u, v) \leq D_0 \\ 1 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

BUTTERWORTH

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v)/D_0]^{2m}}$$

GAUSSIANO

$$H(u, v) = 1 - e^{-D^2(u, v)/2D_0^2}$$

• BAND REJECT

IDEAL

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & D_0 - \frac{W}{2} \leq D \leq D_0 + \frac{W}{2} \\ 1 & \text{altro caso} \end{cases}$$

BUTTERWORTH

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u, v)}{D_0} \right]^{2m}}$$

$$H(u, v) = 1 - e^{-\left[\frac{D^2 - D_0^2}{DW} \right]^2}$$