GIOVANNI CORSINI - IMAGE and VIDEO PROCESSING

giovanni.corsini@unipi.it

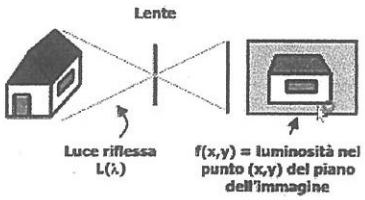
- MODALITÀ d'ESAME
  - Script Matlab sulla base di quello fatto a lezione
  - Orale

gio, 1 ott '20 (online)

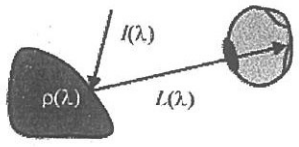
1

Cosa è un'immagine?

= rappresentazione percepibile dall'occhio umano dell'andamento spaziale di un parametro fisico o di una funzione che descrive specifiche proprietà di un oggetto



MODELLO a PUNTA di SPILLO:
raggi luminosi provenienti da una scena vengono riprodotti su un piano dove viene acquisita l'informazione (FOTOCAMERA)



occhio

Percezione visiva: sorgente di illuminazione produce un'energia radiante, questa interagisce con gli oggetti. Gli oggetti hanno prop di riflettanza. Una parte di energia viene riflessa e percepita attraverso l'occhio

- Nel caso dell'occhio l'elaborazione di immagine è fatta dal cervello
  - sulla RETINA ci sono gli elementi fotosensibili
  - Info viene trasdotta in impulsi elettrici e inviata al cervello tramite il NERVO OTTICO. In corrispondenza di questo c'è un punto cieco, in cui i recettori fotosensibili non ci sono

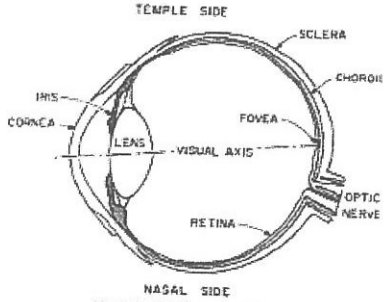
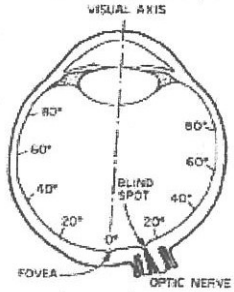


FIGURE 2.2-1. Eye cross section.

DISTRIBUZIONE di coni e BASTONCELLI sulla superficie della retina, in relazione a informazione angolare

VISIONE FOTOPICA: coni sono legati alla percezione del colore (funzionano con luce forte)

I bastoncini lavorano con illum. scarsa.



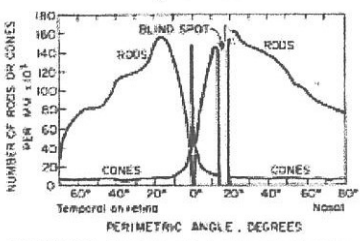


FIGURE 2.2-3. Distribution of rods and cones on the retina.

2 tipi di fotoricettori

Visione fotopica: coni
Visione scotopica: bastoncini

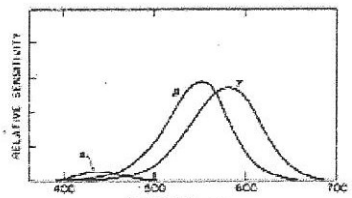


FIGURE 2.3-4. Typical spectral absorption curves of pigments of the retina.

CONI: sono di 3 tipi: α, β, γ, ciascuno associato ad una diversa sensibilità dei colori
(α associato al blu, 400-500 nm lungh d'onda)

SISTEMA di ELABORAZIONE di IMMAGINE

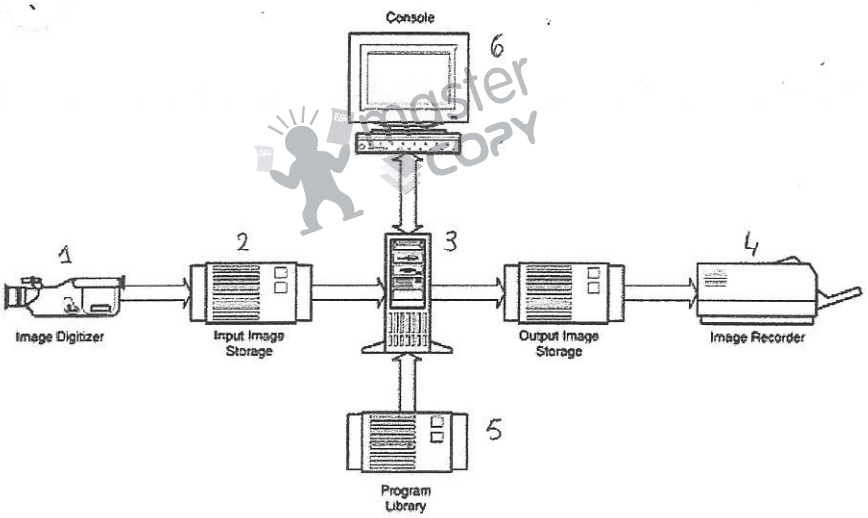


Figure 1–3 A digital image-processing system

1) SISTEMA di ACQUISIZIONE di IMMAGINE + conversione analogico-digitale

2) Devo memorizzare l'immagine per poterci fare delle operazioni (memoria di ingresso che deve essere veloce, devo codificare l'info che arriva – voglio le INFORMAZIONI SALIENTI)

3) PROCESSING: è richiesta elaborazione in Tempo reale; ingegneristicamente dovremmo subito scendere a compromessi (a discapito di altro si guadagna a favore del tempo reale)

4) Immagini devo essere riprodotte: c'è il problema di riproduzione univoca in uscita (metodologie di matching)
(stampante)

5) Per l'elaborazione devo avere a disposizione una libreria di programmi
Programmi sono già compilati in un linguaggio il più vicino possibile a quello macchina, quindi magari qualche op è già implementata

6) Sistema con monitor per verificare i risultati

master COPY COPISTERIA

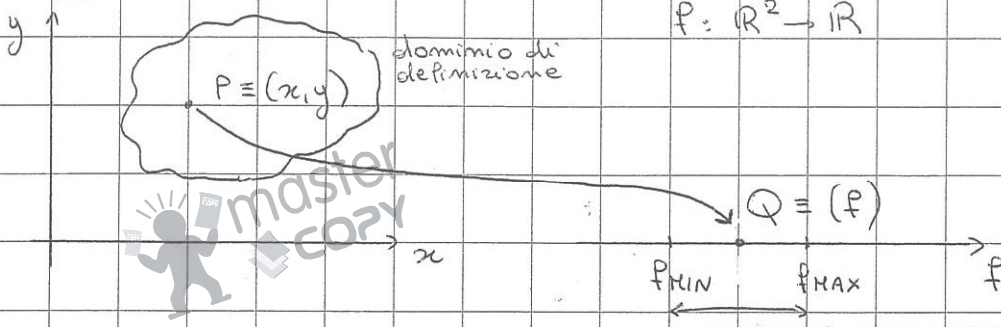
Aspetti di analisi multidimensionale

$f: \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^N \quad N \geq 1$

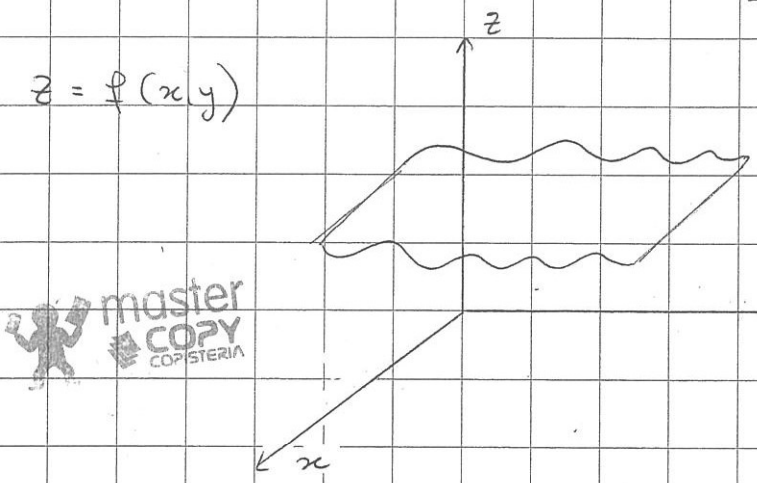
f è un'applicazione che mappa pti di uno spazio di dimensionalità 2 in uno spazio di dimensionalità N, $N \geq 1$

- Per $N = 1$: Modello analitico di un'immagine in bianco e nero

$f: \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$



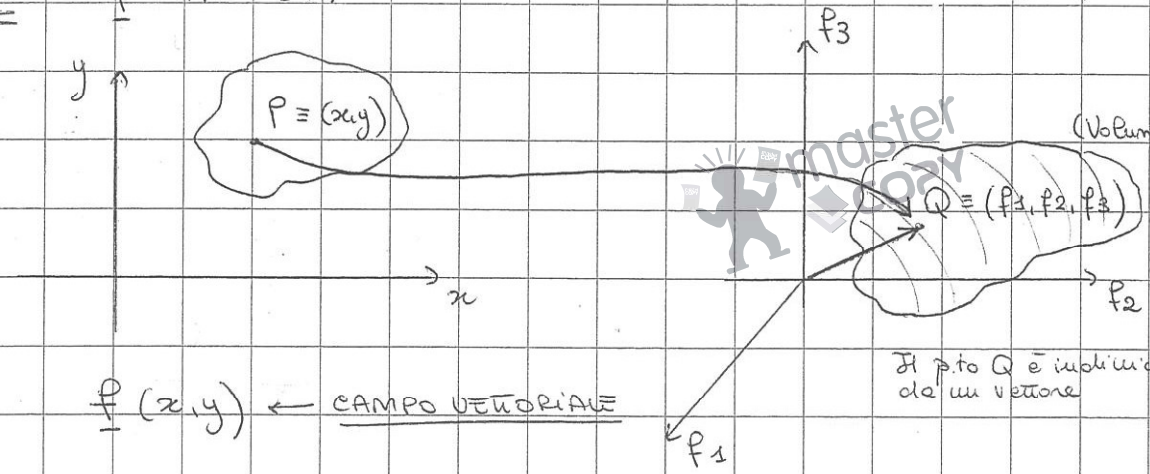
= DINAMICA = (codominio) = ampiezza della funzione f che varia in questo intervallo di estremi fmin, fMAX



Un'immagine in bianco e nero è una SUPERFICIE nello spazio tridimensionale definito dalle coord. x, y, z → chiamo questa sup CAMPO SCALARE

- Modello analitico di un'immagine RGB (rappresentazione ancorata alla nostra percezione del rosso, verde, blu)

$N = 3 \quad \underline{f}: \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^3$



Il p.to Q è individuato da un vettore

$\underline{f}(x,y)$ ← CAMPO VETTORIALE

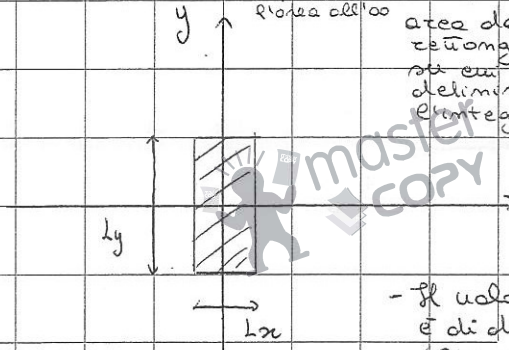
! Generalmente nel codominio ho valori quantizzati di quelle che sono le coordinate del p.to Q (per un'immagine ho solitamente 256 livelli di quantizzazione, ciascuno su 8 bit)

Modello di rappresentazione di un'immagine in bianco e nero

- Valor medio spaziale

$$\langle f(x,y) \rangle \triangleq \lim_{\substack{L_x, L_y \to \infty \\ \text{si fa tendere l'area all'}\infty}} \frac{1}{\underbrace{L_x L_y}_{\text{area del rettangolo su cui delimito l'integrale}}} \int_{-L_y/2}^{L_y/2} \int_{-L_x/2}^{L_x/2} f(x,y)\, dx\, dy$$

l'integrale doppio rappresenta il volume della regione di spazio tridimensionale compresa tra la superficie e il piano (x,y)



- Il valor medio è nullo se il dominio di definizione è di dimensioni finite, al limite ho v.m. = 0
(lim con dentro che $\to \infty = 0$)

$\langle |f(x,y)|^2 \rangle$ = Potenza media = valor medio spaziale del modulo quadro di $f(x,y)$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} |f(x,y)|^2\, dx\, dy = \text{Energia}$$

Funzioni di studio

- funzione cosinusoidale

$$f(x,y) = A \cos\left(2\pi \left(\frac{x}{L_x} + \frac{y}{L_y}\right) + \phi\right)$$

A: ampiezza

L_x: lunghezza d'onda o periodicità spaziale della funzione (ogni quanto si ripete la funzione sull'asse x spazialmente)

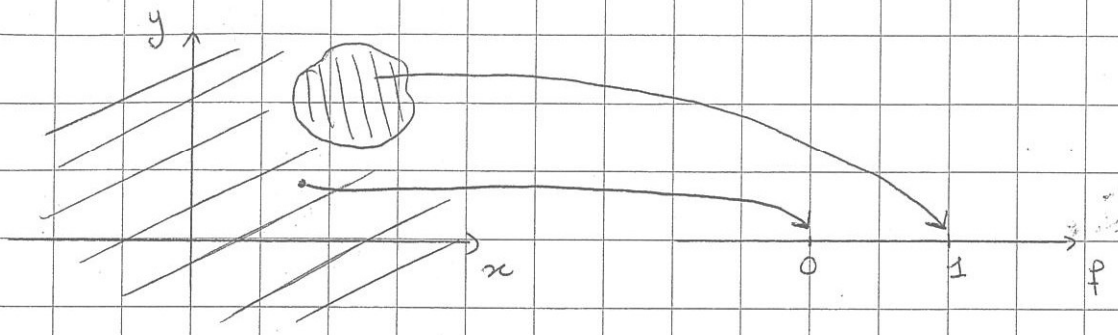
L_y: analogo di L_x ma sull'asse y

- funzioni zero-uno

→ codominio costituito da solo due possibili valori, 0 o 1
(funzione discreta delle ampiezze)

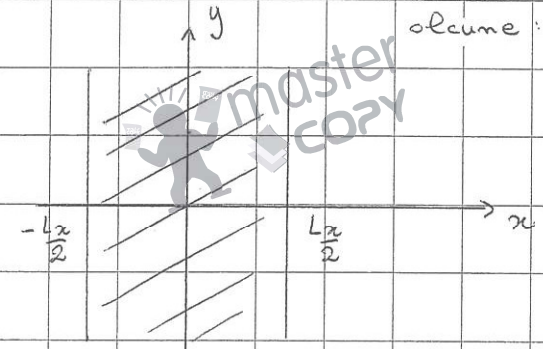
$$f_D(x,y) = \begin{cases} 1 & (x,y) \in D \\ 0 & \text{altrove} \end{cases}$$

D: dominio D del piano (x,y)



- Ci sono varie funzioni zero-uno, vediamone alcune:

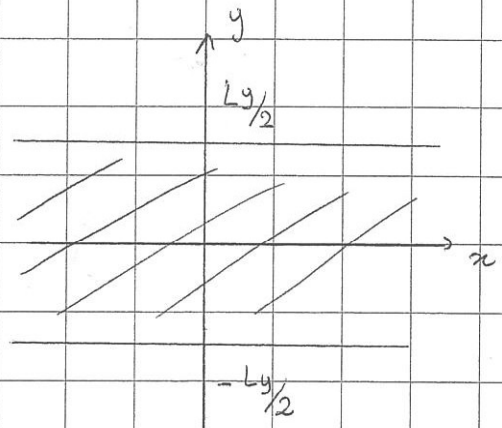
1) a)



$$f(x,y) = \text{rect}\left(\frac{x}{L_x}\right), \quad |x| \le \frac{L_x}{2}$$

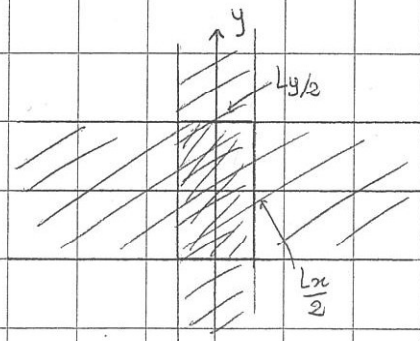
Muro di altezza 1, spessore L_x e estensione ∞ rispetto a y

1) b)



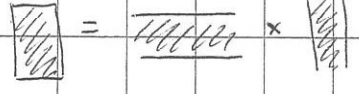
$$f(x,y) = \text{rect}\left(\frac{y}{L_y}\right), \quad |y| \le \frac{L_y}{2}$$

2) Impulso rettangolo 2D = funzione che vale 1 sul rettangolo di lati L_x, L_y



$$f(x,y) = \text{rect}\left(\frac{x}{L_x}\right) \text{rect}\left(\frac{y}{L_y}\right)$$

= prodotto tra i due esempi precedenti pto per pto



$\longrightarrow$ $f(x,y)$ è una funzione separabile