

ELABORAZIONE DI SEGNALI E IMMAGINI

M. Bertero – P. Boccacci

bertero@disi.unige.it

boccacci@disi.unige.it

Contenuto del corso

- Cos'è un segnale e una immagine digitale
- Formazione delle immagini
- Acquisizione
- Rappresentazione numerica
- Visualizzazione
- Rumore

- Richiami sui numeri complessi
- Introduzione alla trasformata di Fourier
- Trasformata di Fourier Discreta e FFT
- Alcuni semplici filtri
- Applicazioni della trasformata di Fourier
- Spazio di colore
- Formati immagini a colori
- Compressione: jpeg

Introduzione

Le tecnologie digitali hanno reso possibile manipolare segnali a più dimensioni (1D-2D-3D-4D) attraverso sistemi che vanno dal semplice circuito digitale al più complesso computer con architetture parallele. Lo scopo di queste manipolazioni può essere diviso nelle seguenti categorie:

• **Image (signal) processing (elaborazione di immagini (segnali))**: immagine in ingresso → immagine in uscita

Esempi: Miglioramento delle immagini (image enhancement), estrazione dei contorni, riduzione del rumore etc..

• **Image Analysis (analisi delle immagini)**: immagine in ingresso → dati (misure) in uscita

Esempi: Individuazione dei punti angolosi, misura del gradiente, fotometria etc..

• **Image Understanding (comprensione delle immagini)**: immagine in ingresso → descrizione ad alto livello

Esempi: Riconoscimento di oggetti specifici all'interno dell'immagine (volti), segmentazione etc.

Nel corso ci occuperemo dei concetti fondamentali dell'elaborazione dei segnali e delle immagini, soffermandoci in prevalenza al caso 1D, ovvero segnali ad una dimensione dipendenti dal tempo e 2D, ovvero immagini a due dimensioni.

Le immagini possono anche essere il prodotto di una disciplina che non è compresa nell'elaborazione delle immagini che è la "computer graphics". Infatti la computer graphics produce immagini da un insieme di dati che rappresentano punti nello spazio, colori, tessiture etc.

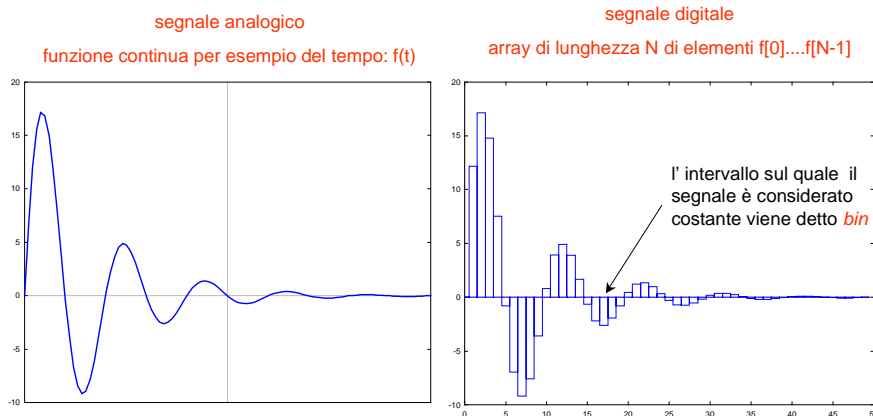
Segnali in una dimensione

Per segnale in una dimensione intendiamo, in generale, l'andamento di una grandezza fisica (pressione, temperatura, corrente elettrica, differenza di potenziale elettrico etc.) dipendente da una sola variabile, solitamente il tempo.

Un segnale 1D può essere analogico o digitale.

Analogici: elettrocardiogramma, segnale radio, sismografo etc...

Digitali: Traccia audio, mp3, midi, qualsiasi versione digitale dei precedenti etc...

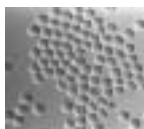


Immagini 2D

Per immagini a due dimensioni intendiamo una rappresentazione di una scena su un piano, per esempio una fotografia.

Le immagini 2D possono rappresentare scene, oggetti creati al computer, misure fisiche etc. e possono essere prodotte da un programma di grafica, da una macchina fotografica digitale, da un telescopio, da un microscopio, da un satellite, da un tomografo etc..

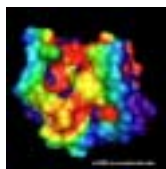
Distinguiamo quattro casi:



immagini a toni di grigio



immagini a colori



immagini a falsi colori

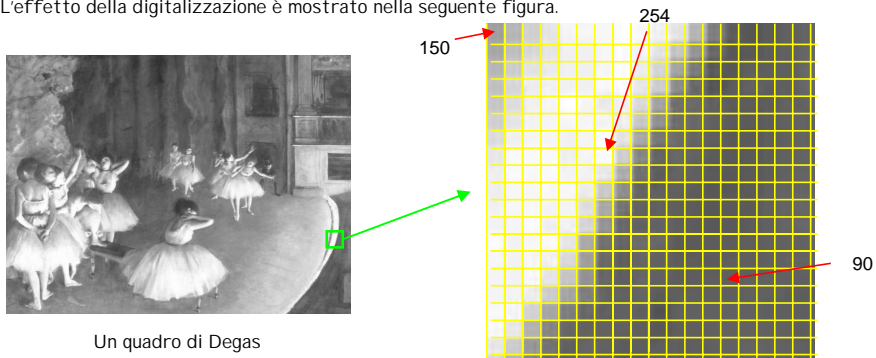


immagini binarie (B/W)

Immagini 2D a toni di grigio

Una immagine digitale $img[m,n]$ in uno spazio discreto 2D, deriva da una immagine analogica $img(x,y)$ in uno spazio continuo 2D attraverso un processo di digitalizzazione (o campionamento).

L'effetto della digitalizzazione è mostrato nella seguente figura.



Un quadro di Degas

L'immagine continua $img(x,y)$ è divisa in M righe e N colonne. L'intersezione di una riga con una colonna è chiamata **pixel**. Il valore assegnato al pixel identificato dalla coppia $[m,n]$ con $\{m=0,1,2,\dots,M-1\}$ e $\{n=0,1,2,\dots,N-1\}$ è $img[m,n]$.

In molti casi $img(x,y)$ può essere considerato il segnale fisico che arriva sulla superficie del sensore 2D, per esempio l'intensità luminosa, ed è funzione di molte variabili come la profondità (z), il colore, il tempo.

In generale in questo corso, se non viene specificato diversamente le immagini sono considerate bidimensionali e "statiche", quindi non dipendenti dal tempo.

Immagini 2D a colori

Un colore può essere decomposto nella somma di tre colori fondamentali:

Rosso, **Verde** e **Blu** (Red, Green, Blue)

ciascuno ovviamente preso con una intensità opportuna; in questo modo in un punto di coordinate $[m,n]$ la funzione rappresentativa dell'immagine è un vettore del tipo (con tre elementi):

$$[R[m,n],G[m,n],B[m,n]]$$

Quindi una immagine a colori può essere interpretata tramite una **terna di matrici**, ciascuna rappresentativa di uno dei tre colori fondamentali (che viene detto canale): l'immagine nella sua interezza sarà allora la sovrapposizione delle immagini corrispondenti a ciascuna matrice:

