

*Segnali
spaziali*

e

Bioimmagini

SEGNALI SPAZIALI

- ◆ Coordinate spaziali cartesiane o polari **2D** e **3D**
- ◆ Variabile tempo, immagini in movimento: **filmati**
- ◆ **Camere**: strumenti per trasferire immagini da una superficie ad un'altra
- ◆ Immagini digitali: **pixel** e **voxel**
- ◆ **Risoluzione spaziale**: capacità di distinguere piccoli dettagli
- ◆ **Scala delle ampiezze**: numero di livelli di luminosità e colore associati ai pixel
- ◆ **Rumore**: grado di incertezza relativo ai valori assunti dal pixel

IMMAGINI BIOMEDICHE

◆ Raggi X.

Immagine proiettata su speciali pellicole dai raggi x attenuati nel passaggio attraverso tessuti biologici come ossa, cartilagine, ecc.

◆ Ecografia.

Immagine e filmati ottenuti dalla riflessione degli ultrasuoni nei tessuti biologici

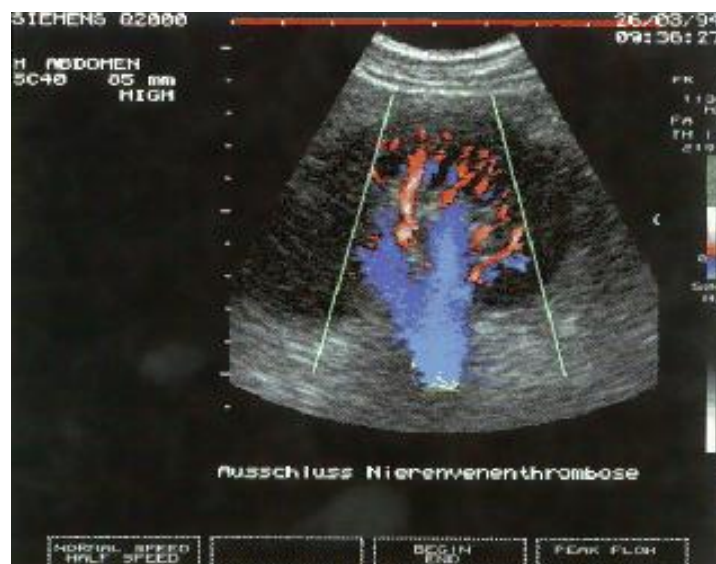
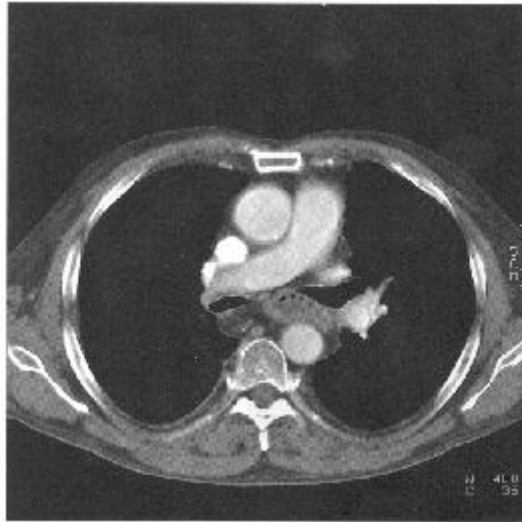


Immagine ecografica di un rene con tecnica eco-color-Doppler

◆ **Tomografia Assiale Computerizzata.**

Immagini di tessuti biologici ricostruite col computer da scansioni ai raggi x



Scansione TAC di una sezione che mostra il cuore e i polmoni

◆ **Angiografia.**

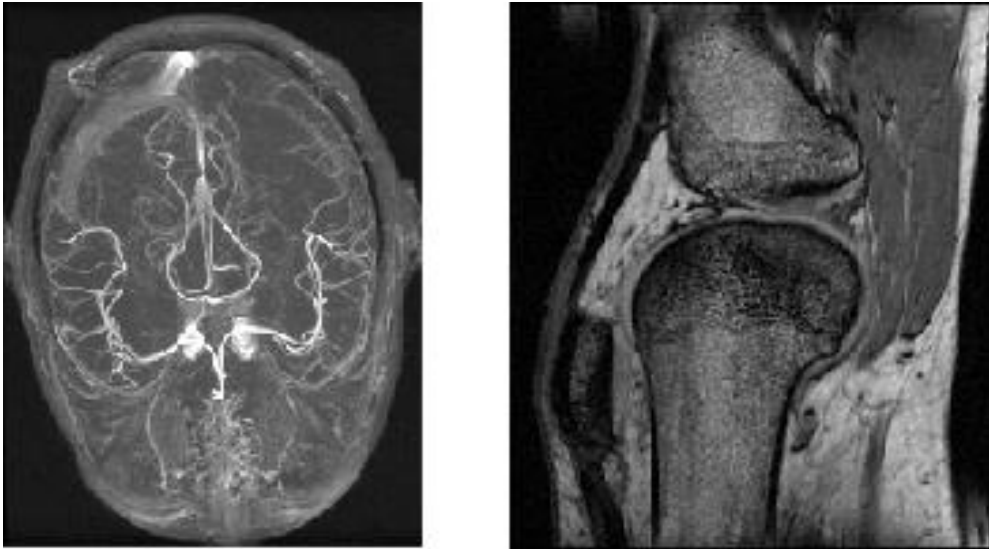
Immagini ai raggi x del sistema vascolare ottenute utilizzando mezzi opacizzanti

◆ **Mammografia.**

Immagini ai raggi x delle mammelle, per lo screening tumorale

◆ **Risonanza Magnetica Nucleare.**

Immagini di tessuti biologici ricostruite col computer da scansioni con campi magnetici



Scansioni RMN del cervello (sn.) e del ginocchio (ds.)

◆ **Microscopia a Risonanza Magnetica.**

Immagini microscopiche di biopsie o tessuti biologici in vivo ottenute con tecniche RMN

◆ **Medicina Nucleare.**

Immagini ottenute dalla diffusione di sostanze radioattive iniettate nel sangue

◆ **Single-Photon Emission Computed Tomography.**

Immagini di medicina nucleare ricostruite col computer con tecniche TAC

◆ **Positron-Emission Tomography.**

Immagini ottenute dalla diffusione di isotopi radioattivi prodotti artificialmente

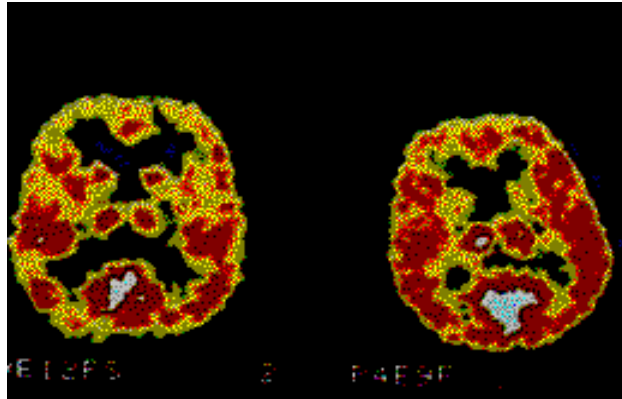


Immagine PET del cervello

◆ **Tomografia a Impedenza Elettrica.**

Immagini ottenute con tecniche TAC dalle conducibilità elettriche dei tessuti biologici

◆ **Realtà Virtuale.**

Tecnologia software emergente in grado di generare immagini virtuali 3D usando un elaboratore elettronico. Consente di immergersi nell'ambiente, navigare al suo interno ed interagire con oggetti presenti

IMMAGINI DIGITALI



$I(x,y)$

$$I(x,y) = [R(x,y) \ G(x,y) \ B(x,y)]$$

CONTENUTO INFORMATIVO DI UN'IMMAGINE DIGITALE

$$C_i = N_p N_1$$

N_p = numero di pixel dell'immagine

N_1 = numero di livelli d'ampiezza

In presenza di **rumore**:

$$N_1 = \text{SNR}$$

SNR = rapporto segnale/rumore

$$C_i = N_p \text{SNR}$$

SCANSIONE DI UN'IMMAGINE DIGITALE

Definizione

➡ produzione dell'immagine su un monitor riproducendo nel tempo, sequenzialmente, tutti i pixel, linea dopo linea

Risoluzione spaziale

➡ si misura in numero di pixel (detti anche punti) per millimetro o per pollice (**ppi**)

➡ determina la **banda** di frequenza per la scansione dell'immagine

Banda dell'immagine

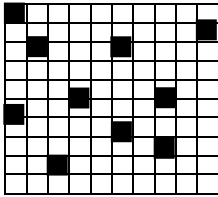
Numero di oggetti in orizzontale

Numero di oggetti in verticale

$$\Delta f = \frac{n_h \cdot 2n_v \sqrt{2}}{T}$$

Periodo di tempo per la scansione completa

Fattore correttivo per la casuale distribuzione verticale degli oggetti



RUMORE

Immagini reali discrete

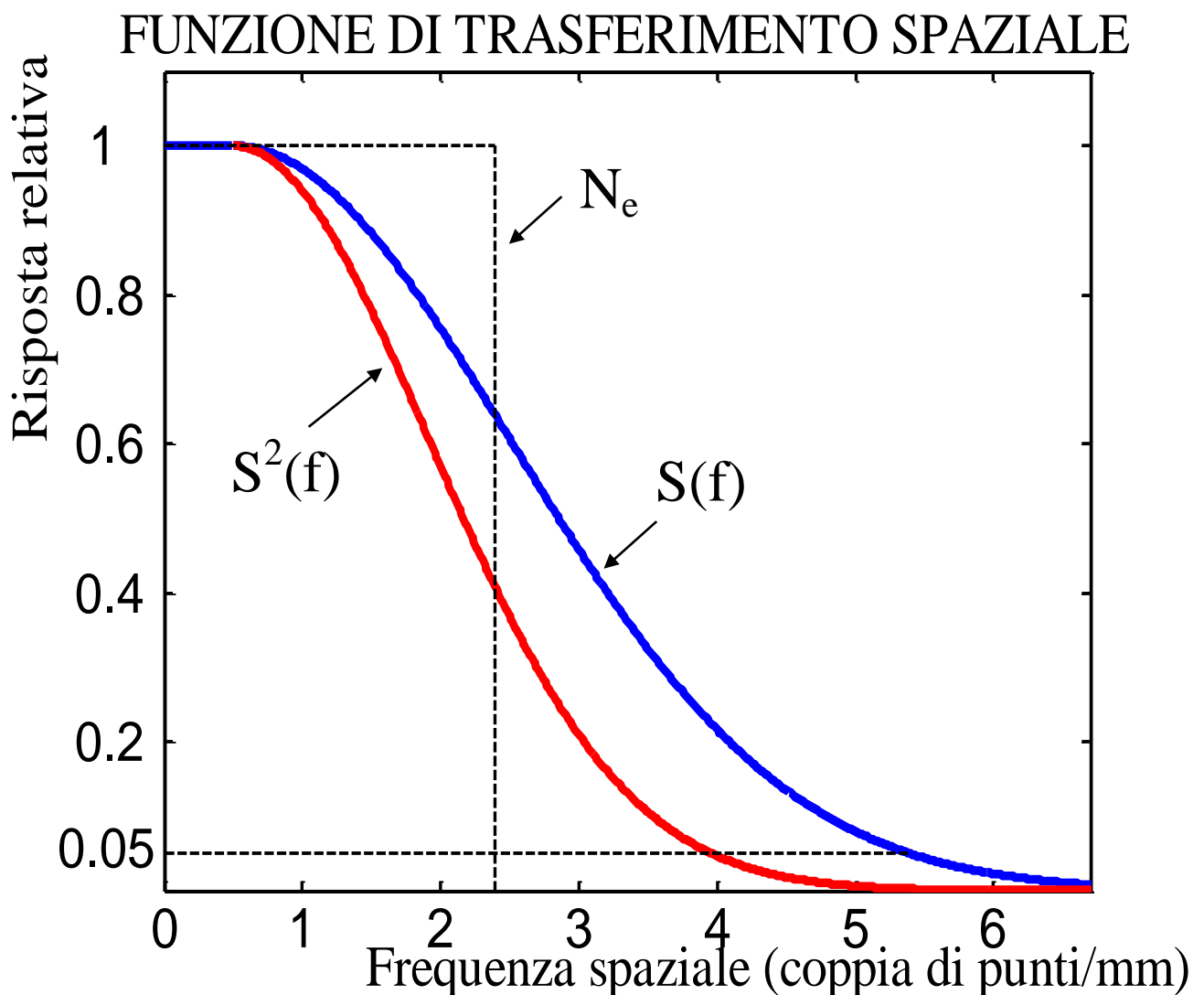
- dimensioni fisiche delle particelle per produrre immagini (raggi X, raggi elettronici, fosfori, ecc.)
- elementi più piccoli binari: bianchi o neri
 - ➔ **risoluzione spaziale** massima
 - ➔ **rumore** massimo
 - ➔ **scala di ampiezza minima**: solo 2 livelli
- elementi più grandi grigi, come rapporto tra il numero dei componenti elementari B/N
 - ➔ diminuzione della **risoluzione spaziale**
 - ➔ diminuzione del **rumore**
 - ➔ più **livelli** possibili per ogni pixel



FUNZIONE DI TRASFERIMENTO SPAZIALE

Definizione

- ➡ risposta in ampiezza dell'immagine in presenza di rumore, riferita alla frequenza spaziale
- ➡ si trascura la fase e si normalizza rispetto alla frequenza zero, assunta pari al 100%



N_e = **Banda equivalente di rumore**

COMPRESSIONE DI IMMAGINI DIGITALI

Scopo

➡ le tecniche di compressione consentono di ridurre le dimensioni di dati per renderne agevole la manipolazione, memorizzazione e trasmissione

Senza perdita

➡ migliora l'efficienza della codifica dei pixel dell'immagine basandosi sulla frequenza statistica dei dati (algoritmo run-length)

Con perdita

➡ riduce la ridondanza nella codifica dei pixel eliminando quegli elementi non (o poco) percepibili dai nostri sensi (algoritmo jpeg)



Immagine GIF

Compressione 1:1

Dimensione file: 37.3 Kbyte

Disponendo solo di **256** colori come scala di
ampiezza, per rendere i toni intermedi utilizza il
"dithering", una sorta di puntinatura.



Immagine JPEG

Compressione **1:11**

Dimensione file: **23.9** Kbyte

La qualità è migliore e il file è più “leggero”.



Compressione **1:19**

Dimensione file: **14.4** Kbyte

La qualità è ancora buona e il file è ulteriormente alleggerito



Compressione **1:33**

Dimensione file: **8.4** Kbyte

L'immagine comincia a "sporcarsi", ma può essere ancora accettabile



Compressione **1:44**

Dimensione file: **6.3** Kbyte

La qualità è proprio scadente: se si desiderasse mantenere questa dimensione del file sarebbe consigliabile ridurre la dimensione dell'immagine e scegliere una compressione minore.



Compressione **1:96**

Dimensione file: **2.9** Kbyte

Davvero pessima: siamo scesi sotto il minimo consigliato dal jpeg.

Immagini di bassa qualità (cioè povere di informazione colore) in partenza, raggiungono questo punto critico anche con compressioni molto minori di questa.