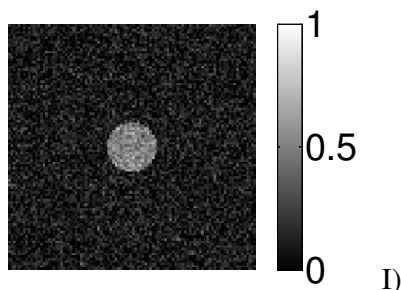


Cognome Nome Matr.
 Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica Politecnico di Milano

BIOIMMAGINI

1) Qualità immagine: rapporto segnale rumore.

Si consideri l'immagine I). Scrivere l'espressione del rapporto segnale rumore (SNR), indicando chiaramente sull'immagine le regioni in cui devono essere calcolati i diversi termini. Spiegare il significato del rapporto segnale rumore.

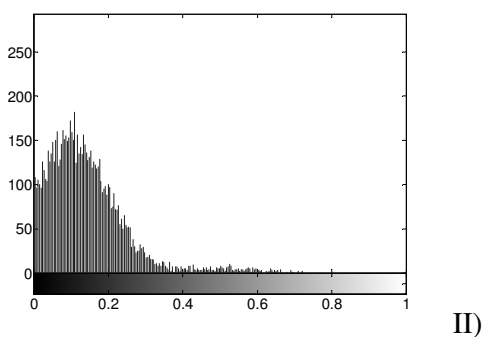


$$SNR = \frac{\text{Media intensità in oggetto} - \text{Media intensità in background}}{\text{Deviazione standard intensità background}}$$

2) Istogramma ed enhancement dell'immagine.

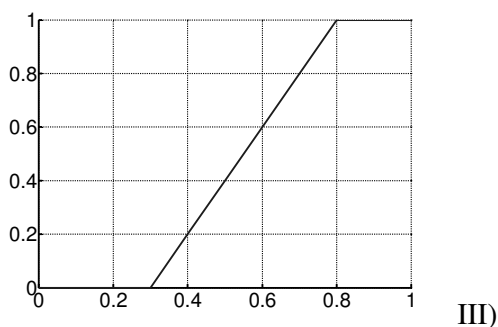
Si supponga di voler migliorare il rapporto segnale rumore dell'immagine I) agendo sull'istogramma.

- a. L'istogramma dell'immagine I) è riportato in figura II). Indicare chiaramente sull'istogramma la porzione prevalentemente occupata dai pixel dell'oggetto e la porzione prevalentemente occupata dai pixel del background.



Cognome Nome Matr.

- b. Si ritiene che la rimappatura dei livelli di grigio in figura III) possa aumentare il rapporto segnale rumore dell'immagine?

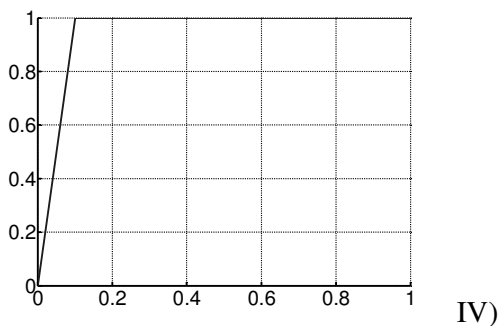


SI NO

Motivare la risposta.

La rimappatura pone a zero il background e usa l'intera scala dei grigi per rappresentare l'oggetto di interesse; aumenta quindi notevolmente il rapporto segnale rumore (oggetto meglio distinguibile).

- c. Si ritiene che la rimappatura dei livelli di grigio in figura IV) possa aumentare il rapporto segnale rumore dell'immagine?

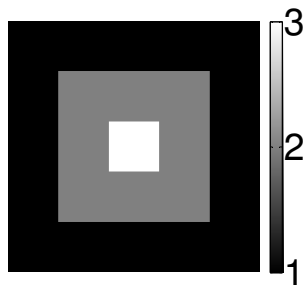


SI NO

Motivare la risposta.

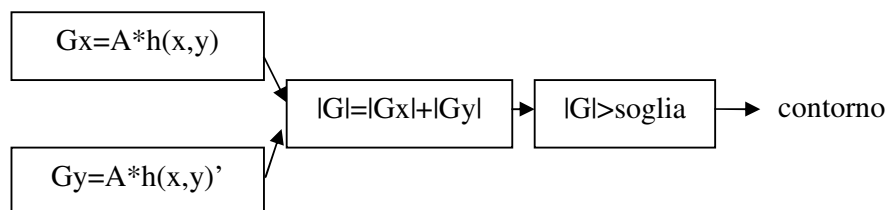
La rimappatura satura a 1 sia l'oggetto di interesse che buona parte del background; riduce quindi notevolmente il rapporto segnale rumore (oggetto indistinguibile dal rumore sul background).

- 3) Si considerino la matrice A e la corrispondente immagine in scala di grigi.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$


Cognome Nome Matr.

- a. Si supponga che l'immagine rappresenti un oggetto immerso in un background con una zona di transizione a rampa che costituisce il contorno dell'oggetto stesso. Indicare chiaramente sull'immagine la porzione di oggetto, background e contorno.
- b. Si voglia estrarre il contorno dell'oggetto individuato in a) mediante il metodo del gradiente.
 - I. Fare uno schema a blocchi dei passi necessari.



- II. Proporre un filtro 3x3 per il calcolo delle componenti del gradiente. Indicare inoltre un metodo per il padding dei bordi nel calcolo della convoluzione. Motivare le scelte.

Filtro più semplice, causa assenza di rumore sull'immagine: $h = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

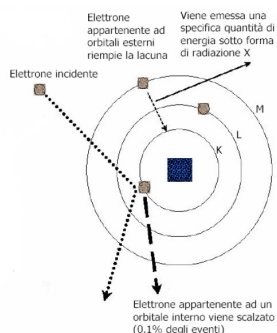
Padding di 1, per evitare falsi contorni.

- III. Calcolare il gradiente con il filtro scelto nei punti ritenuti necessari per poter proporre un valore di soglia che consenta di estrarre i punti di contorno individuati in a)

Per il filtro scelto, la soglia da utilizzare è 2.

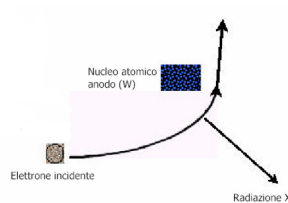
4) Generazione raggi X.

- a. Descrivere il fenomeno di generazione della radiazione caratteristica e fare un semplice disegno che lo rappresenti.



Cognome Nome Matr.

- b. Descrivere il fenomeno di Bremsstrahlung (frenamento) e fare un semplice disegno che lo rappresenti.



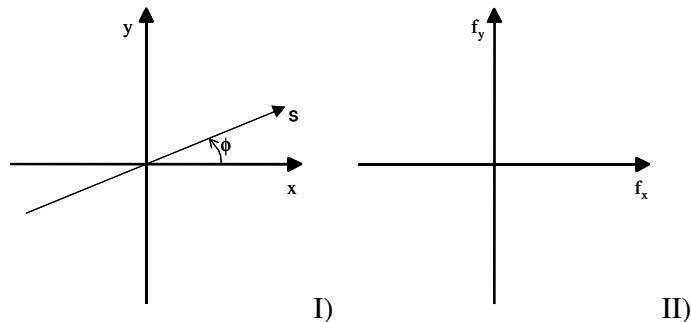
- c. Per quale motivo a valle del tubo radiogeno viene posizionato un filtro di alluminio? Quale è l'effetto del filtro sull'energia equivalente del fascio RX generato?

Il filtro di alluminio blocca i fotoni a bassa energia che altrimenti verrebbero completamente attenuati nel paziente, contribuendo alla dose ma non al contrasto immagine. Aumenta quindi l'energia equivalente del fascio.

Cognome Nome Matr.

1) Teorema della sezione centrale.

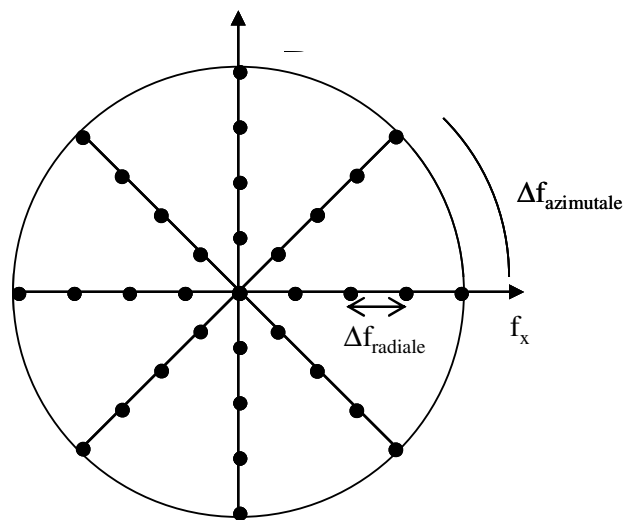
Si considerino una funzione $f(x,y)$ i sistemi di riferimento in figura (I: dominio spaziale; II: dominio della trasformata di Fourier 2D della funzione).



a. Enunciare il teorema della sezione centrale.

La TF 1D della proiezione di $f(x,y)$ all'angolo ϕ in figura coincide con la TF 2D di $f(x,y)$ lungo una retta del piano f_x, f_y che forma un angolo ϕ con l'asse f_x .

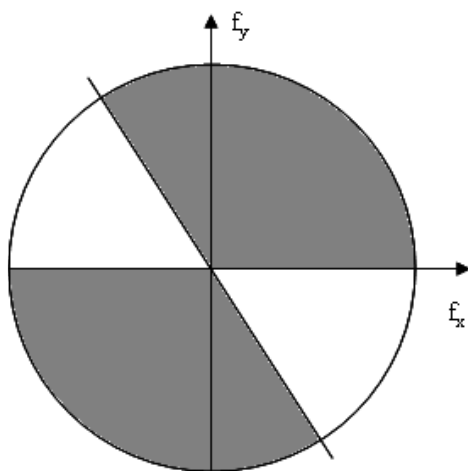
b. Si supponga di acquisire 4 proiezioni di $f(x,y)$ in corrispondenza degli angoli $\phi = [0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ]$. Ciascuna proiezione sia costituita da N campioni con passo di campionamento Δs . Disegnare nel dominio f_x, f_y i campioni della Trasformata di Fourier della funzione ricavabili dalle proiezioni acquisite, indicando la risoluzione in frequenza radiale e azimutale (massima).



$$\Delta f_{radiale} = \frac{1}{N\Delta s} ; \Delta f_{azimutale} = \frac{\pi}{4} \frac{N}{2} \frac{1}{N\Delta s} = \frac{\pi}{8\Delta s}$$

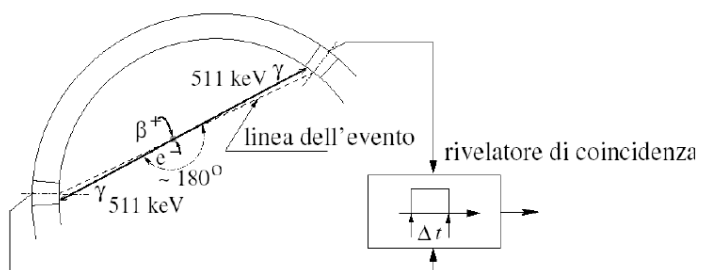
Cognome Nome Matr.

- c. Si supponga di acquisire un gran numero di proiezioni di $f(x,y)$ nel range $\phi=[0^\circ-120^\circ]$. Indicare nel dominio f_x, f_y la regione corrispondente alle frequenze spaziali coinvolte nel campionamento.



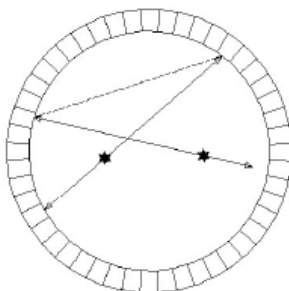
2) PET.

- a. Descrivere la funzione del rivelatore di coincidenza.



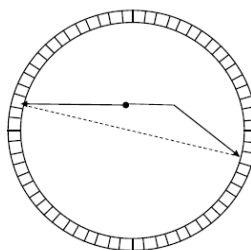
Il rivelatore di coincidenza rileva le coppie di fotoni che giungono a due detettori dell'anello entro una finestra temporale Δt e assegna l'energia rilevata alla linea che congiunge i due detettori.

- b. Che cosa si intende per coincidenza random? Fare un semplice disegno rappresentativo.



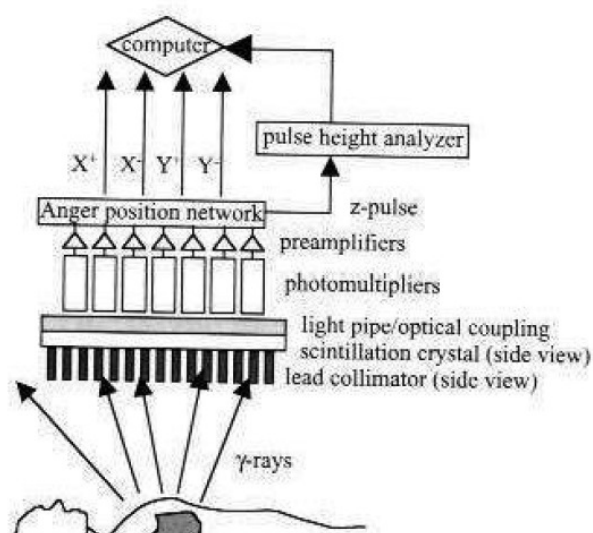
Cognome Nome Matr.

- c. Che cosa si intende per coincidenza di scatter? Fare un semplice disegno rappresentativo.



3) Logica di Anger.

- a. Si faccia un semplice schema di una gamma camera indicando chiaramente la posizione della logica di Anger.



- b. Quale è il ruolo della Logica di Anger? Quale significato hanno i segnali in ingresso e in uscita?

Assegna coordinate all'evento di scintillazione; discrimina i fotoni gamma rilevati sulla base della loro energia (rimozione scatter).

Ingresso: segnali in uscita dai fotomoltiplicatori.

Uscita: coordinate x e y dell'evento; energia fotone.

4) MRI.

- a. Che cosa è il FID?

FID = segnale generato dal decadimento della componente M_{xy} del vettore magnetizzazione dopo lo spegnimento della radiofrequenza B_1 .

- b. Da cosa dipende la frequenza del FID? Da che cosa dipende la costante di tempo che determina il decadimento esponenziale?

Frequenza = frequenza di Larmor $\gamma B_0 / 2\pi$

Cognome Nome Matr.

Costante di tempo $T2^*$ responsabile della perdita di coerenza degli spin e dovuta sia alle interazioni spin-spin che alle disomogeneità di campo magnetico.