

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) E' consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. E' consentito parlare solo col docente.

TESTO DELLA PROVA

Ad un paziente che deve essere sottoposto ad intervento per la rimozione di una metastasi in prossimità di una vertebra è stata acquisita un'immagine CT. Nell'immagine sono visibili 3 riferimenti fiduciali (marcatori radio opachi) applicati sulla cute (sulla schiena) del paziente. Le coordinate dei baricentri di detti riferimenti fiduciali in CT sono:

$$f_{CT1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{CT2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{CT3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -21 \end{bmatrix}$$

e le coordinate dei medesimi punti acquisiti manualmente in sala operatoria con il puntatore del sistema di navigazione nel sistema di riferimento L sono:

$$f_{L1} = \begin{bmatrix} 0 \\ -20.5 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{L2} = \begin{bmatrix} 0 \\ -22.5 \\ 10 \end{bmatrix}; f_{L3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Il sistema di riferimento CT è stato registrato con il sistema di sistema riferimento L ottenendo:

$${}^L T_{CT} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -21.5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Il paziente è molto magro ed il processo spinoso di una delle due vertebre malate è pressoché in corrispondenza della cute. I riferimenti fiduciali radio opachi sono stati posizionati, prima dell'acquisizione dell'immagine CT, in modo che il centro del processo spinoso cadesse pressoché nel baricentro di detti riferimenti fiduciali.

Quesito 1 (Punti 6)

Determinare l'errore di registrazione globale FRE in termini di scarto quadratico medio.

Quesito 2 (Punti 6)

Determinare quanto vale l'errore di registrazione sul baricentro dei riferimenti fiduciali (indipendentemente da dov'è realmente il processo spinoso). Valutare inoltre se per determinare la matrice di registrazione è stato utilizzato o meno il metodo ai minimi quadrati.

Quesito 3 (Punti 6)

Supponiamo che utilizzando le medesime coordinate dei riferimenti fiduciali (sia in CT che in L) sia calcolata nuovamente la matrice di registrazione e che stavolta si abbia la certezza di aver utilizzato il metodo ai

minimi quadrati. Viene poi acquisita col puntatore la posizione PS_L del centro del processo spinoso della vertebra attorno alla quale sono stati posizionati i riferimenti fiduciali (in modo che il centro del processo spinoso cadesse nell'immagine CT pressoché nel baricentro di detti riferimenti fiduciali):

$$PS_L = \begin{bmatrix} 2 \\ -14.5 \\ 16/3 \end{bmatrix}$$

Determinare quanto vale l'errore di registrazione TRE su detto target.

Quesito 4 (Punti 6)

Motivare - con almeno 2 possibili cause - l'errore di registrazione sul centro del processo spinoso.

Quesito 5 (Punti 6)

L'intervento è eseguito con tecnica endoscopica. E' a disposizione un endoscopio con un sensore di 4X3 mm ed una distanza focale di 3 mm. La zona sulla quale si deve intervenire ha una forma pressoché sferica con diametro approssimativamente di 3 cm. Calcolare la distanza minima rispetto al centro della zona dell'intervento alla quale si può porre il centro di proiezione dell'endoscopio avendo un'inquadratura di tutta la zona d'interesse.