

- 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

Per eseguire un intervento per l'asportazione di una lesione mammaria si utilizza un sistema di navigazione dotato di localizzatore elettromagnetico L e di una sonda ecografica 3D sulla quale è applicato un sensore $S1$ a 6 gradi di libertà calibrato rispetto al sistema di riferimento dell'immagine US attraverso la trasformazione ${}^{S1}T_{US}$.

Quesito 1 (Punti 6)

Il baricentro della lesione è identificato durante l'intervento nel sistema di riferimento dell'immagine US e memorizzato come B_{US} . Calcolare B_L e disegnare i punti e le trasformazioni utilizzate nella formula.

Quesito 2 (Punti 6)

Il punto di accesso A_L sulla cute è scelto dal chirurgo e localizzato con il puntatore del localizzatore. Successivamente viene deciso di spostare la sonda ecografica e pertanto la posizione del baricentro della lesione si sposterà in nuova posizione rispetto alla sonda B'_U . Potendo approssimare la mammella in quella zona ristretta come rigida, ed avendo la garanzia che non si sia spostata rispetto al localizzatore, individuare tutti gli elementi necessari e calcolare le coordinate del punto di accesso rispetto al sistema di riferimento della sonda A'_{US} senza procedere ad una nuova acquisizione con il puntatore.

Quesito 3 (Punti 6)

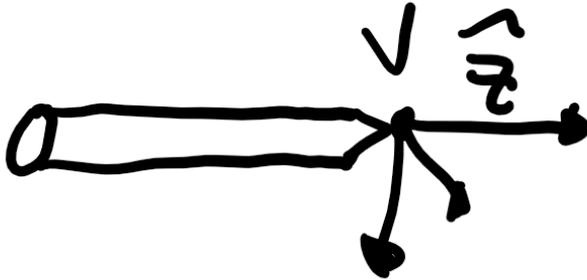
L'enucleazione è eseguita con un elettrobisturi con elettrodo cilindrico ad ago come quello mostrato in figura:



Dovendo localizzare la punta e l'asse principale dell'elettrobisturi, indicare quanti sensori elettromagnetici sono necessari, dove poterli posizionare e descrivere le eventuali calibrazioni necessarie per determinare la posizione della punta P_L ed il versore che ne indica l'orientamento \widehat{P}_L .

Quesito 4 (Punti 6)

Il navigatore fornisce una visualizzazione in realtà virtuale nella quale il sistema di riferimento di base coincide con quello dell'immagine ecografica US . Nella scena è visualizzato insieme al punto di accesso, al baricentro della lesione e ad altre strutture, il seguente oggetto 3D che rappresenta la parte terminale dell'elettrobisturi:



Il sistema di riferimento V di detto oggetto 3D è posizionato ed orientato come in figura. Conoscendo P_L ed il versore che indica l'orientamento dell'elettrobisturi \widehat{P}_L , determinare la matrice ${}^{US}T_V$ che permette di posizionare coerentemente l'oggetto virtuale rispetto all'immagine ecografica.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento c'è il dubbio che il sensore del bisturi non sia più calibrato e si vuol verificare che le coordinate della punta del bisturi P_L fornite dal navigatore siano corrette. Come eseguireste tale verifica? Qual' è l'ordine di grandezza dell'errore sotto al quale potete ritenere valida la misura di P_L ?