

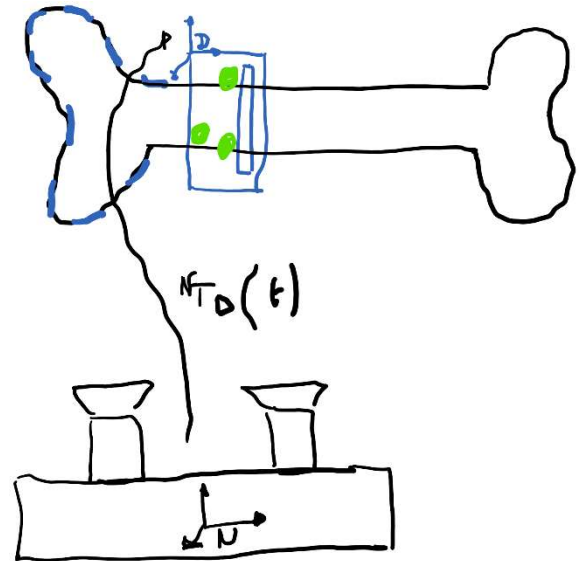
- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) E' 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

Tutte le misure sono espresse in mm.

Un sistema di navigazione chirurgica è interamente indossabile e costituito da due display in corrispondenza di ciascun occhio e due videocamere solidali al visore per inquadrare la scena. Il navigatore è utilizzato eseguire un intervento ortopedico che prevede una serie di resezioni nel bacino e l'inserimento di una protesi. Sia i tagli che la posa ottimale della protesi sono pianificati nel sistema di riferimento di un'immagine preoperatoria TC.

Il sistema fornisce funzionalità di realtà aumentata fondendo coerentemente le immagini acquisite dalle videocamere con la guida virtuale. I tagli sono eseguiti con delle dime dotate di un'asola per l'inserimento della sega e 3 marker puntuali localizzabili dalle video camere per il loro posizionamento.



- 1) Per verificare il corretto funzionamento del sistema di localizzazione, una dima D è posizionata di fronte al sistema di navigazione N ed è acquisita sia la matrice di trasformazione ${}^N T_D$ che la posa dei singoli marker nel sistema di riferimento N :

$${}^N T_D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -300 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$m_{N1} = \begin{bmatrix} 0 \\ -300 \\ 0 \end{bmatrix}; m_{N2} = \begin{bmatrix} 0 \\ -300 \\ 29 \end{bmatrix}; m_{N3} = \begin{bmatrix} 0 \\ -320 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sapendo che le coordinate dei medesimi marker nel sistema di riferimento della dima D valgono:

$$m_{D1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; m_{D2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 30 \\ 0 \end{bmatrix}; m_{D3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 20 \end{bmatrix}$$

Determinare lo scarto quadratico medio -che possiamo chiamare FLRE- nel localizzare i marker.
NB: si consideri la matrice ${}^N T_D$ come una matrice di registrazione tra i sistemi di riferimento N e D .

2) Verificare se la matrice ${}^N T_D$ minimizza lo scarto quadratico medio.

3) La posa della dima D è stata pianificata prima dell'intervento (facendo coincidere l'asola di foratura lungo la linea osteotomica ottimale) nell'immagine TC ed è nota la trasformazione ${}^{TC} T_D$.

Nella medesima immagine sono individuati dei riferimenti ossei il cui modello 3D (a tratteggio in figura) è visualizzato in realtà aumentata per posizionare correttamente la dima ed è riferito al sistema di riferimento TC. In particolare, l'utente deve far combaciare i riferimenti ossei virtuali con l'osso reale al fine di posizionare correttamente la dima.

Determinare la matrice di trasformazione ${}^N T_{CT}(t)$ che permette di riferire coerentemente detto modello 3D rispetto al navigatore.

4) Un secondo taglio è guidato con la medesima procedura utilizzando una seconda dima d . Considerando che le dime possono essere avvitate all'osso prima di eseguire il taglio, descrivere una procedura corredata dagli opportuni calcoli per verificare il corretto posizionamento relativo tra le dime.

5) Anche la protesi P è dotata di marker ed è localizzabile in N tramite la matrice di trasformazione ${}^N T_P(t)$. Descrivere una procedura, quanto più possibile robusta e ridondante, corredata dagli opportuni calcoli per posizionare correttamente la protesi.