

- 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.
- 4) NB: tutte le unità di misura sono in mm.

TESTO DELLA PROVA

Un intervento di riduzione di una frattura complessa scomposta al bacino è eseguito con un sistema di guida basato su localizzatore ottico (con relativo puntatore e sdr L) e arco a c (che permette di acquisire immagini tradizionali 2D) con proiezioni a piacere.

L'intervento è stato pianificato segmentando i frammenti in una immagine CT preoperatoria ed andando a ricomporre in un ambiente CAD la frattura. Tale pianificazione è stata eseguita spostando i frammenti virtuali nel sistema di riferimento CT .

Sulla porzione di bacino sana (la parte più grande) è applicato un sensore S a 6 gradi di libertà che sarà usato come riferimento durante la procedura.

La registrazione tra i sdr CT ed S è eseguita con tecnica 2D-3D utilizzando l'arco a C le cui immagini sono acquisite nel sistema di riferimento C . Tale registrazione prevede di determinare le trasformazioni intermedie CTCT e CT_S per poi determinare ${}^ST_{CT}$.

Quesito 1 (Punti 6)

Disegnare tutti i sistemi di riferimento e le trasformazioni corredate da archi orientati. Infine, determinare algebricamente la trasformazione ${}^LT_{CT}$.

Quesito 2 (Punti 6)

La trasformazione del punto precedente vale:

$${}^LT_{CT} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 15 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

e per eseguire un controllo di ragionevolezza si posiziona il puntatore su un riferimento anatomico la cui posizione è:

$$f_L = \begin{bmatrix} 0 \\ 10 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sapendo che il TRE su tale punto è 2 mm, determinare le coordinate in CT di tale punto per ottenere tale TRE. Esiste una sola soluzione? Perché?

Quesito 3 (Punti 6)

La matrice dei parametri intrinseci del modello di proiezione dell'arco a C vale:

$$L = \begin{vmatrix} 1000 & 0 & 602 & \begin{smallmatrix} \square \\ \square \\ \square \end{smallmatrix} \\ 0 & 1000 & 501 & \begin{smallmatrix} \square \\ \square \\ \square \end{smallmatrix} \\ 0 & 0 & 1 & \begin{smallmatrix} \square \\ \square \\ \square \end{smallmatrix} \end{vmatrix}$$

e la risoluzione dell'immagine è 1200x1000 Pixel.

Determinare la distanza minima a cui posizionare il bacino del paziente affinché sia inquadrato interamente considerando la sua dimensione massima pari a 40cm.

Quesito 4 (Punti 6)

Il chirurgo può utilizzare il puntatore per andare ad individuare i vari frammenti che, quantomeno nelle fasi iniziali dell'intervento, non si dovrebbero esser mossi relativamente tra loro rispetto alle loro pose assunte nell'immagine CT. Poiché il chirurgo non riesce a trovare corrispondenza tra la posizione del puntatore e un determinato frammento, quale potrebbe essere una procedura per verificare se i frammenti si siano mossi relativamente tra loro? Considerare che sui frammenti esistono dei punti univocamente determinabile sia in CT che col puntatore.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento, per indicare al chirurgo come debba essere mosso un frammento rispetto alla sua posa attuale, si vuol utilizzare anche una visualizzazione in realtà aumentata mostrando su ogni immagine 2D RX acquisita il profilo (la visualizzazione) del frammento nella sua posa pianificata sovrainpresso all'immagine RX nativa. Considerare che la telecamera virtuale è già impostata con i parametri intrinseci dell'arco a C. Ricordando che il frammento nella sua posa pianificata è noto nel sistema di riferimento CT, cosa è necessario fare per poter visualizzare coerentemente il profilo del frammento nella sua posa pianificata in tutte le immagini 2D RX acquisite -da ogni punto di vista-?