

- 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 all'interno di una vertebra è stata acquisita un'immagine CT. Nell'immagine sono visibili 3 riferimenti fiduciali (marcatori radiopachi visibili in CT) applicati sulla cute (sulla schiena) del paziente. Le coordinate dei baricentri di detti riferimenti fiduciali nel sistema di riferimento CT valgono:

$$f_{CT1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{CT2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 8.0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{CT3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -21 \end{bmatrix}$$

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

$$f_{L1} = \begin{bmatrix} 0 \\ -21.0 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{L2} = \begin{bmatrix} 0 \\ -22.5 \\ 10 \end{bmatrix}; f_{L3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

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

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

Quesito 1 (Punti 6)

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

Quesito 2 (Punti 6)

Valutare se per determinare la matrice di registrazione è stato utilizzato o meno il metodo ai minimi quadrati.

Quesito 3 (Punti 6)

Una volta creato l'accesso chirurgico, tramite il puntatore in dotazione sono acquisiti dei punti per eseguire una registrazione di superficie. L'ICP fornisce la seguente matrice di ottimizzazione:

$$T_{raff} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Sulla vertebra è presente una calcificazione utilizzata come target fittizio t per eseguire un controllo di ragionevolezza visibile sia nell'immagine CT che nel campo operatorio. Determinare l'errore su detto target conoscendo:

$$t_{CT} = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \\ -7 \end{bmatrix}; t_L = \begin{bmatrix} 0 \\ -14 \\ 3 \end{bmatrix};$$

Quesito4 (Punti 6)

Un arco a C, che acquisisce un'immagine di 1024x1024 pixel con un angolo di vista orizzontale e verticale di 38° e con il punto principale (proiezione del centro di proiezione sull'immagine) esattamente al centro dell'immagine, è utilizzato per fornire una visualizzazione in realtà aumentata. Determinare la matrice di proiezione espressa in pixel da impostare per la camera virtuale al fine di ottenere una vista coerente in realtà aumentata.

Quesito5 (Punti 6)

Sull'arco a C è montato un sensore visibile dal localizzatore e calibrato rispetto al sistema di riferimento del suo modello di proiezione C secondo le convenzioni solite (origine del sistema di riferimento C nel centro di proiezione e asse Z ortogonale all'immagine) che fornisce ad ogni ciclo di acquisizione la matrice ${}^L T_C(t)$. Nella scena in realtà aumentata è possibile caricare il modello 3D della metastasi (non visibile nell'immagine RX dell'arco a C) espresso nel sistema di riferimento CT. Sulla base di tutto quanto descritto, determinare algebricamente la matrice di registrazione ${}^C T_{CT}(t)$ per rendere coerente il modello 3D con l'immagine RX nella scena in realtà aumentata.