

NOTE:

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: 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 al cervello è stata acquisita un'immagine CT nella quale è visibile la metastasi da rimuovere. In sala operatoria è presente un sistema di navigazione dotato sia di localizzatore elettromagnetico EM che di localizzatore ottico O. I sistemi di riferimento di detti localizzatori sono calibrati ed è nota la matrice ${}^O T_{EM}$.

Quesito 1 (Punti 6)

Le immagini del paziente sono registrate sul paziente attraverso 3 punti fiduciali anatomici che in CT hanno coordinate:

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

ed i medesimi punti acquisiti in O valgono:

$$f_{O1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 26.5 \\ 0 \end{bmatrix}; f_{O2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 26.5 \\ 10 \end{bmatrix}; f_{O3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

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

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

Quante vale l'FRE in termini di scarto quadratico medio?

Quesito 2 (Punti 6)

La matrice ${}^O T_{CT}$ è utilizzata per inizializzare un algoritmo di registrazione di superficie con una nuvola di punti acquisita sul volto del paziente.

Il risultato della procedura di ottimizzazione con la registrazione di superficie è:

$${}^{O_ott} T_O = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2.5 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Determinare quanto vale ora l'FRE in termini di scarto quadratico medio.

Quesito 3 (Punti 6)

La matrice di calibrazione tra i sistemi di riferimento dei due localizzatori vale:

$${}^oT_{EM} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1000 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Per effettuare un controllo di ragionevolezza sull'intero sistema, il chirurgo acquisisce il primo punto fiduciale in EM:

$$f_{EM1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 26.0 \\ -999 \end{bmatrix}$$

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

Quesito 4 (Punti 6)

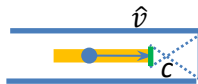
La procedura è eseguita per via trans-nasale utilizzando un endoscopio. L'endoscopio è dotato di un sensore elettromagnetico S a 6 gradi di libertà e sono state eseguite le opportune calibrazioni per poter guidare il chirurgo mediante realtà aumentata. Il sensore S fornisce in tempo reale la trasformazione ${}^{EM}T_S$ e per rendere coerente la vista reale con quella virtuale basta impostare la matrice ${}^S T_{CT}$. Ad un certo istante la matrice ${}^{EM}T_S$ vale:

$${}^{EM}T_S = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Determinare numericamente i valori da impostare a quell'istante nella matrice ${}^S T_{CT}$

Quesito 5 (Punti 6)

Prima di terminare la procedura, il sensore elettromagnetico S a 6 gradi di libertà smette di funzionare ma una delle due spire che lo costituiscono può essere ancora letta. La spira che continua a funzionare è quella montata coassialmente all'endoscopio come mostrato in figura:



Tramite questa spira è possibile determinare la posizione del centro di proiezione C e l'orientamento dell'asse principale dell'endoscopio, che a un certo istante valgono:

$$C_{EM} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 100 \end{bmatrix}; \widehat{v_{EM}} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} \end{bmatrix}$$

L'angolo di vista dell'endoscopio è 90° e le immagini acquisite sono circolari.

Il seguente target:

$$t_{EM} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 150 \end{bmatrix};$$

è visualizzabile con l'attuale posizione dell'endoscopio?