

Esercizio 1

Durante un intervento di neurochirurgia eseguito per via endoscopica è disponibile un sistema di navigazione dotato di localizzare ottico. Al cranio del paziente è applicato un sensore a 6 dof SC. E' disponibile un'immagine TC del paziente. E' disponibile anche un sensore a 6 dof applicato alla base dell'endoscopio SE.

Acquisendo dei punti fiduciali sul volto del paziente (identificati anche nell'immagine TC) è eseguita una prima registrazione rigida con l'immagine TC preoperatoria. Questa prima registrazione ha fornito la seguente matrice di registrazione tra i sistemi di riferimento TC ed SC:

$${}^{SC}T_{TC} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

A questo punto il chirurgo esegue un controllo di ragionevolezza acquisendo un punto target t facilmente identificabile sia sul paziente che sull'immagine TC. Tale punto target ha le seguenti coordinate nei sistemi di riferimento TC ed SC:

$$t_{TC} = \begin{bmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \end{bmatrix}; t_{SC} = \begin{bmatrix} 20 \\ -10 \\ -9.5 \end{bmatrix};$$

Quesito 1 (Punti 5)

Determinare l'errore di registrazione sul target t

Quesito 2 (Punti 5)

Dopodiché è eseguita anche una registrazione di superficie, tra una nuvola di punti acquisiti sul volto nel sistema di riferimento SC con la superficie del volto ricostruita dalle immagini preoperatorie opportunamente pre-registrate. Questa procedura fornisce la seguente matrice di trasformazione omogenea di raffinamento:

$${}^{SC}T_{SC_Raf} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0.1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Determinare quanto vale ora l'errore di registrazione sul target t .

Quesito 3 (punti 5)

Poiché si vogliono fornire funzionalità di realtà aumentata per la visualizzazione di target chirurgici non esposti, è stata eseguita la calibrazione dell'endoscopio al fine di determinarne i parametri intrinseci (di proiezione). Per lo stesso fine è stato anche calibrato il sensore SE rispetto al sistema di riferimento C

utilizzato nel modello di proiezione ottenendo la matrice di trasformazione omogenea ${}^SE T_C$. Il sistema di navigazione fornisce in tempo reale la relazione tra i sistemi di riferimento SE ed SC (non C!) attraverso la matrice ${}^SC T_{SE}$. In uno scenario virtuale il cui sistema di riferimento globale è R, il target chirurgico virtuale è già stato posizionato nella giusta posizione tenendo come riferimento la posizione del target reale rispetto al sistema di riferimento SC, in altre parole la posizione del target in SC è stata replicata in R. Nello stesso scenario è possibile posizionare una telecamera virtuale CV settando la matrice di trasformazione ${}^R T_{CV}$ dove CV è un sistema di riferimento solidale alla telecamera virtuale del tutto analogo al sistema di riferimento C della telecamera reale. Determinare algebricamente ${}^R T_{CV}$ affinché l'immagine virtuale acquisita possa essere coerente con quella reale.

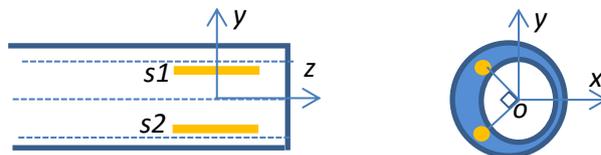
Quesito 4 (punti 5)

La telecamera reale fornisce un'immagine in formato 16:9 e l'angolo di vista orizzontale è 38° . La telecamera virtuale fornisce un'immagine che può essere solo quadrata. A quanto deve essere fissato il suo angolo di vista orizzontale (uguale a quello verticale) affinché l'immagine virtuale acquisita possa essere coerente con quella reale?

Esercizio 2

Quesito 1 (Punti 7)

Nella porzione distale (finale sulla punta) di un catetere, all'interno della parete dello stesso catetere, sono stati inseriti come mostrato in figura due sensori $s1$ ed $s2$ compatibili con un localizzatore elettromagnetico:



La distanza dei sensori rispetto alla punta del catetere non è nota con precisione, mentre lo è la distanza degli assi principali dei sensori rispetto al baricentro del lume interno del catetere o che è pari a d . I sensori sono disposti a 90° rispetto al baricentro del lume. Il sistema di localizzazione fornisce la posizione del baricentro dei sensori $b1$ e $b2$ ed i versori $v1$ e $v2$ che indicano l'orientamento degli assi principali dei due sensori. Determinare algebricamente, a partire dai dati forniti, la matrice di trasformazione omogenea T che rappresenta la posizione e l'orientamento della porzione distale del catetere utilizzando il sistema di riferimento in figura.

Quesito 2 (Punti 3)

Descrivere una metodica per determinare dalla conoscenza della matrice T una seconda matrice T' riferita ad un sistema di riferimento orientato come quello in figura ma con origine sulla punta del catetere.