

Esercizio 1

Per eseguire un intervento di protesica d'anca si vuol utilizzare un nuovo robot molto piccolo ed efficiente. La base di questo robot può essere applicata ad un supporto paziente specifico da applicare al femore ed in particolare alla porzione di femore che verrà rimossa durante l'intervento. Il robot è in grado di eseguire tagli, fresature, inserimento dello stelo della protesi nel femore ed infine montare la protesi lato femore. Al chirurgo rimane solo da fresare il cotile e montare la protesi lato bacino.

Quesito 1 (punti 5)

Il piano dei movimenti da far compiere all'utensile del robot è definito prima dell'intervento nel sistema di riferimento CT di un'immagine tomografica. La stessa immagine è anche utilizzata per progettare il supporto paziente specifico (che sarà realizzato con stampante 3D). Sulla base del robot sono presenti 3 cunei che si vanno ad incastrare sul supporto paziente specifico. Le coordinate delle sommità di detti cunei sono note sia nel sistema di riferimento del robot RB che nel sistema di riferimento CT: $(c_{RB1}, c_{RB2}, c_{RB3})$; $(c_{CT1}, c_{CT2}, c_{CT3})$.

Dato un target t espresso in CT da far raggiungere alla punta dell'utensile del robot, calcolare algebricamente il suo valore in RB affinché possa essere correttamente fornito al controllore del robot.

Quesito 2 (Punti 10)

Una volta effettuato il posizionamento della protesi, l'utensile del robot viene fissato al bacino (mentre la sua base continua ad essere vincolata al femore). A questo punto il robot può essere utilizzato in modalità passiva, il che vuol dire che i motori sui giunti del robot non sono attivi ed i giunti si possono muovere passivamente in funzione della posizione e dell'orientamento fatto assumere all'utensile rispetto alla base del robot. Leggendo i valori degli encoder presenti sui giunti è possibile determinare la matrice di trasformazione omogenea ${}^{RB}T_U$ che lega un sistema di riferimento U vincolato all'utensile a quello della base del robot RB.

E' nota la posizione del centro di rotazione prima dell'intervento R_{CT} nel sistema di riferimento CT. Descrivere una procedura corredata degli opportuni calcoli algebrici per determinare, rispetto al femore, l'errore tra la posizione del centro di rotazione post-intervento in relazione alla sua posizione prima dell'intervento. Indicazione: si utilizzi il metodo del pivot.

Quesito 3 (Punti 5)

Con la metodica ed i dispositivi descritti, è possibile determinare l'errore tra la posizione del centro di rotazione post-intervento in relazione alla sua posizione prima dell'intervento rispetto al bacino? Perché/come?

Quesito 4 (Punti 10)

Qualora sia disponibile anche un C-Arm con il quale è possibile ottenere con tecniche di registrazione 3D/2D: 1) la matrice di registrazione ${}^{CA}T_{CT}$ dell'immagine rispetto al bacino nel sistema di riferimento CA 2) la matrice di calibrazione ${}^{CA}T_{RB}$ tra la base del robot ed il C-Arm,

è possibile determinare l'errore tra la posizione del centro di rotazione post-intervento in relazione alla sua posizione prima dell'intervento rispetto al bacino? Perché/come?