

## Esercizio 1

Per eseguire un intervento in chirurgia aperta per l'asportazione di metastasi al fegato si ricorre ad un sistema di guida con immagini preoperatorie. Da un'immagine tomografica acquisita nel sistema di riferimento CT si progetta un involucro paziente specifico in grado di contenere il fegato del paziente. Tale involucro è realizzato con stampa 3D. L'involucro è rigido ed "a rete". Sull'involucro sono predisposti dei supporti per applicarvi 5 led ad infrarossi localizzabili con un localizzatore ottico. La posizione dei led è nota nel sistema di riferimento CT:  $(LD_{CT1}, LD_{CT2}, LD_{CT3}, LD_{CT4}, LD_{CT5})$ . Una volta creato l'accesso chirurgico, il fegato del paziente è inserito nell'involucro.

Quesito 1 (punti 10)

Descrivere una procedura corredata dagli opportuni calcoli e formule algebriche che permetta di registrare il contenuto informativo presente nell'immagine (espresso in CT) nel sistema di riferimento L del localizzatore in modo coerente rispetto al fegato.

Quesito 2 (punti 10)

Supponiamo che al punto precedente si sia ottenuta la seguente matrice di registrazione tra il sistema di riferimento CT ed il sistema di riferimento del localizzatore L:

$${}^L T_{CT} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

e che il chirurgo, per effettuare un controllo di ragionevolezza, posizioni il puntatore su un punto P della superficie del fegato nel quale vi penetra un'arteria ottenendo le seguenti coordinate espresse in L:

$$P_L = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -12 \end{bmatrix};$$

e che le coordinate del medesimo punto in CT siano:

$$P_{CT} = \begin{bmatrix} 10 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix};$$

Calcolare l'errore di registrazione su questo target, sia lungo le singole coordinate che in modulo.

Quesito 3 (Punti 10)

Il team chirurgico può agire sull'interfaccia utente del navigatore variando il punto di vista dello scenario virtuale contenente le metastasi, modificando manualmente il punto di vista e l'orientamento della telecamera camera virtuale. Il navigatore mette a disposizione anche una routine denominata LookAt(x, y, z) che in automatico ruota la telecamera affinché questa inquadrì il punto di coordinate (x, y, z).

Una metastasi è rappresentata sotto forma di superficie triangolarizzata le cui coordinate dei vertici nel sistema di riferimento TC sono:

0	0	0
10	0	0
0	10	0
0	0	10
20	20	20
10	10	10

Considerando che il sistema di riferimento dello scenario virtuale coincide con L e che la metastasi virtuale è stata opportunamente registrata con la matrice riportata al quesito 3, si calcolino le coordinate (x, y, z) per far inquadrare alla camera il baricentro della metastasi.