

- 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

E' disponibile un sistema di guida e verifica per interventi di rinoplastica dotato di: 1) una coppia di videocamere  $C1$  e  $C2$  impiegate per ottenere una scansione 3D del volto e del naso del paziente; 2) Un proiettore  $P$  rigidamente vincolato a dette videocamere utilizzato per proiettare direttamente sul naso una mappa in falsi colori per indicare al chirurgo le zone che, rispetto al planning, rientrano nei margini di tolleranza (ad esempio in verde), quelle dove c'è eccesso di tessuto (ad esempio in rosso) e quelle dove c'è carenza di tessuto (ad esempio in blu).

Il planning  $PL$  è ottenuto a partire da una scansione preoperatoria del volto modificata con un software CAD dal chirurgo in collaborazione col paziente. Il planning preoperatorio è registrato rispetto alla scansione intraoperatoria ottenuta tramite le videocamere  $C1$  e  $C2$  ed è determinata la distanza tra le due nuvole di punti dalla quale è poi ottenuta la mappa in falsi colori.

Durante l'intervento, il chirurgo utilizza il sistema descritto per verificare che il risultato rientri nei margini di tolleranza ed eventualmente opera delle miglierie agendo sulle zone colorate dal proiettore.

### Quesito 1 (Punti 6)

La scansione 3D intraoperatoria è riferita rispetto al sistema di riferimento  $C1$ , la registrazione del planning è definita  ${}^{C1}T_{PL}$ , la matrice di calibrazione tra le videocamere è definita  ${}^{C1}T_{C2}$ , la matrice di calibrazione del proiettore rispetto alla video camera  $C2$  è definita  ${}^PT_{C2}$ .

Rappresentare graficamente tutti i sistemi di riferimento e le trasformazioni descritte e calcolare algebricamente la trasformazione che permette di trasformare il planning espresso nel sistema di riferimento  $PL$  nel sistema di riferimento del proiettore  $P$ .

### Quesito 2 (Punti 6)

Una prima matrice di registrazione è ottenuta utilizzando 3 punti anatomici individuati sia sul planning  $PL$  che nel sistema di riferimento della videocamera  $C1$  ottenendo:

$${}^{C1}T_{PL} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sapendo che le coordinate dei punti valgono:

$$p_{PL1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; p_{PL2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 30 \end{bmatrix}; p_{PL3} = \begin{bmatrix} 0 \\ -20 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$p_{C11} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -300 \end{bmatrix}; p_{C12} = \begin{bmatrix} 0 \\ -29 \\ -300 \end{bmatrix}; p_{C13} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -320 \end{bmatrix}$$

Determinare l'errore di registrazione FRE.

Quesito 3 (Punti 6)

Dopodiché è effettuata una registrazione per superfici ottenendo:

$${}^{c1'}T_{C1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Determinare il nuovo errore di registrazione FRE' utilizzando i medesimi punti fiduciali riportati al punto precedente.

Quesito 4 (Punti 6)

Confrontare e motivare il risultato ottenuto al punto 3 con quello ottenuto al punto 2.

Può essere utilizzata la matrice di registrazione ottenuta con metodo della superficie?

Quesito 5 (Punti 6)

Sapendo che la matrice di proiezione degli intrinseci in pixel vale:

$$PI = \begin{bmatrix} 1000 & 0 & 500 & 0 \\ 0 & 1000 & 600 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

e che il proiettore ha risoluzione pari a 1200 pixel in orizzontale e 1000 in verticale determinare qual è la distanza minima alla quale posizionarlo per poter proiettare sull'intero volto considerando una sua dimensione massima pari a 22 cm.