

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA BIOMEDICA

BIOMECCANICA

9 CFU

Docente: Eduardo PALERMO

Date	11/07/2025
Nome	
Cognome	
Scritto	
Orale	
Finale	

1. Cinematica

Punti	Punti max
-------	-----------

1a Con riferimento alla figura 1, individuare il sistema di riferimento della mano destra ($\mathbf{CS}_{\text{hand}}$) nel sistema di laboratorio \mathbf{CS}_0 , tale che:

1. \mathbf{O}_{hand} coincidente con il baricentro dei marker **RWRB**, **RWRA** e **RFIN**;
2. Asse **z** diretto da \mathbf{O}_{hand} a **RFIN**;
3. piano **xz** definito dai tre punti **RWRB**, **RWRA** e \mathbf{O}_{hand} ;
4. **y** diretto lateralmente rispetto al corpo.

Si disegni il sistema di riferimento ottenuto e se ne scriva in forma vettoriale la matrice di posa.

4

1b Considerando quanto ricavato nel punto 1, con riferimento alla figura 1 si definisca il JCS di polso sapendo che l'ordine delle rotazioni è il seguente:

1. Flessione dorsale/palmare
2. Rotazione interna/esterna
3. Deviazione ulnare/radiale

3

Motivare la risposta e dire quale è la sequenza di Eulero/Cardano relativa.

Indicare le rotazioni positive per ogni piano.

1c Calcolare la matrice di trasformazione $\mathbf{H}(\boldsymbol{\alpha})$ tale per cui $\mathbf{f}_{\text{arm}}^{\text{farm}} \boldsymbol{\omega}_{\text{hand}}^{\text{farm}} = \mathbf{H}(\boldsymbol{\alpha}) \dot{\boldsymbol{\alpha}}$, corrispondente alla sequenza di Eulero/Cardano scelta in precedenza.

3

1d Con riferimento alla figura 2, calcolare gli output in tensione degli accelerometri sui piedi (IMU_1 e IMU_2). Si consideri una prova statica. Sapendo che:

$${}^0R_{IMU_1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0.707 & 0.707 & 0 \\ -0.707 & 0.707 & 0 \end{pmatrix};$$

4

$${}^0R_{IMU_2} = \begin{pmatrix} 0.67 & -0.12 & 0.73 \\ 0.49 & 0.81 & -0.32 \\ -0.55 & 0.57 & 0.60 \end{pmatrix};$$

$$S = \begin{pmatrix} 0.52 & -0.01 & -0.12 \\ -0.33 & 0.13 & 0.38 \\ -0.05 & 0.48 & 0.05 \end{pmatrix} \frac{v}{g};$$

$$S^{-1} = \begin{pmatrix} 2.40 & 0.80 & -0.16 \\ 0.03 & -0.27 & 2.16 \\ 2.07 & 3.40 & -0.88 \end{pmatrix} \frac{g}{v};$$

$$O = \begin{pmatrix} 0.58 \\ 0.20 \\ 0.62 \end{pmatrix};$$

Totale		14
2. Teoria	Punti	Punti max
2a Descrivere il ciclo del passo e approfondire il modello a sette fasi.		5
2b Descrivere il principio di funzionamento e disegnare le diverse configurazioni degli elettrogoniometri.		5
Totale		10

3. Programmazione in ambiente Matlab:	Punti	Punti max
Dati i seguenti dati: <ul style="list-style-type: none">• sens [nFx3]: componenti dello spostamento di un sensore di movimento, espresse in CS0;• opt [3xnF]: componenti dello spostamento di un marker solidale al sensore, espresse nel sistema di riferimento CS0;• nF = 500: numero di frame della prova;• fs = 60: frequenza di campionamento; si chiede di scrivere lo script che permette di: <ol style="list-style-type: none">1. Graficare nel tempo, in due figure separate, le tre componenti del sensore e del marker;2. Graficare nello stesso grafico in 3D la traiettoria del sensore rispetto a quella del marker;3. Calcolare il modulo dei segnali del sensore e del marker;4. Calcolare l'RMSE tra i moduli del sensore e del marker.	3	
NB: se si decide di usare funzioni studiate al corso è necessario specificare come sono costruite.		
Dato il seguente workspace:		3

Workspace

Name	Value	Size	Class
fs	120	1×1	double
mk_lasi	269×3 double	269×3	double
mk_lpsi	269×3 double	269×3	double
mk_rasi	269×3 double	269×3	double
mk_rpsi	269×3 double	269×3	double
pelvis_pl	1×3×4 double	1×3×4	double

dove:

- fs: frequenza di campionamento.
- mk_lasi/lpsi/rasi/rpsi: marker del bacino ottenuti durante una prova dinamica visti in CS0;
- pelvis_pl = media di ogni marker di bacino ottenuta durante una prova statica visti in CS1;

si chiede di scrivere lo script che permette di:

1. Creare una matrice che contenga tutti i marker di bacino ottenuti dalla prova dinamica;
2. Calcolare le matrici di rototraslazione per tutti i frame della prova da CS1 a CS0;

NB: se si decide di usare funzioni studiate al corso è necessario specificare come sono costruite.

Totale	6
Totale generale	30

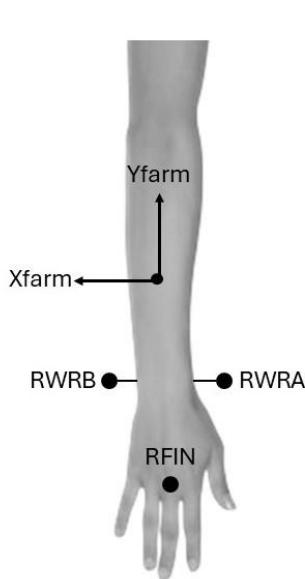


FIGURA 1 (vista laterale)

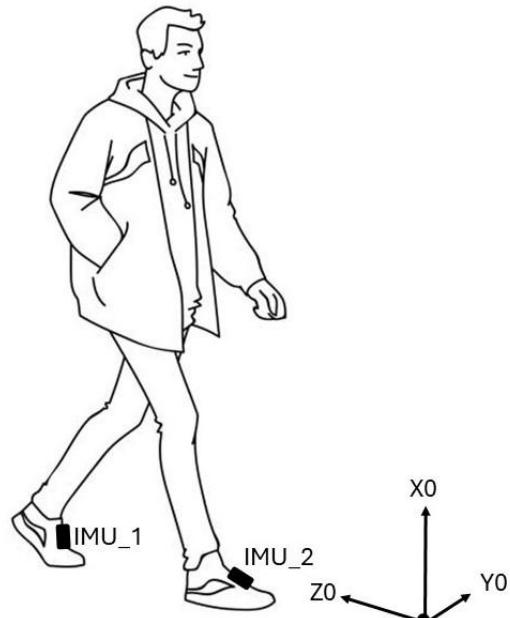


FIGURA 2 (vista frontale)