

# CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA BIOMEDICA


BIOMECCANICA

9 CFU

Docente: Eduardo PALERMO

Date	07/06/2023	
Nome		
Cognome		
	Scritto	
	Orale	
	Finale	

	Punti	Punti max
<p><b>1. Cinematica</b></p> <p>1a Con riferimento alla figura 1, individuare il sistema di riferimento della testa (<math>CS_{hd}</math>) nel sistema di laboratorio <math>CS_0</math>, tale che:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>O_{hd}</math> coincidente con il baricentro dei marker <b>RFHD, LFHD, RBHD e LBHD</b>;</li> <li>2. Asse <b>z</b> diretto da <math>O_{hd}</math> al punto medio tra <b>RBHD e RFHD</b>;</li> <li>3. piano <b>zy</b> definito dai tre marker <b>RBHD, RFHD e LBHD</b>;</li> <li>4. <b>x</b> uscente dal foglio.</li> </ol> <p>Si disegni il sistema di riferimento ottenuto e se ne scriva in forma vettoriale la matrice di posa.</p>		4
<p>1b Considerando quanto ricavato nel punto 1a, con riferimento alla figura 2 si definisca il JCS di collo sapendo che l'ordine delle rotazioni è il seguente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flessione anteriore/posteriore</li> <li>2. Rotazione destra/sinistra</li> <li>3. Flessione destra/sinistra</li> </ol> <p>Motivare la risposta e dire quale è la sequenza di Eulero/Cardano relativa.</p> <p>Indicare le rotazioni positive per ogni piano.</p>		3
<p>1c Calcolare la matrice di trasformazione <math>H(\alpha)</math> tale per cui <math>{}^{tk}\omega_{hd}^{tk} = H(\alpha)\dot{\alpha}</math>, corrispondente alla sequenza di Eulero/Cardano scelta in precedenza.</p>		3
<p>1d Con riferimento alla figura 3, si calcolino gli output in tensione degli accelerometri su piede e gamba (IMU_1 e IMU_2). Si consideri una prova statica:</p> <p>Le matrici di rotazione sono:</p> ${}^0R_{IMU_1} = \begin{pmatrix} -0.87 & 0 & 0.5 \\ 0.35 & -0.71 & 0.61 \\ 0.35 & 0.71 & 0.61 \end{pmatrix}$ ${}^0R_{IMU_2} = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 & 0.87 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0.87 & 0 & 0.5 \end{pmatrix}$		4

<p>Le matrici di sensibilità e offset per entrambe le IMU sono:</p> $S = \begin{pmatrix} 0.37 & 0.21 & -1 \\ 1.32 & 0.04 & 0.02 \\ -1.23 & 0.43 & 0.61 \end{pmatrix} \frac{V}{g}$ $S^{-1} = \begin{pmatrix} -0.02 & 0.71 & -0.06 \\ 1.06 & 1.28 & 1.69 \\ -0.79 & 0.53 & 0.33 \end{pmatrix} \frac{g}{V}$ $O = \begin{pmatrix} 0.93 \\ 1.42 \\ -0.12 \end{pmatrix} V$			
<b>Totale</b>			14
<b>2. Teoria</b>		Punti	Punti max
2a	Disegnare e descrivere il principio di funzionamento di una cella di carico a flessione con 4 estensimetri collegati a un ponte di Wheatstone e ricavarne la sensibilità.		6
2b	Definire (anche con le formule matematiche) cosa sono il Centro di Massa (CoM), il Centro di Gravità (CoG) e il Centro di Pressione (CoP).		4
<b>Totale</b>			10
<b>3. Programmazione in ambiente Matlab:</b>		Punti	Punti max
<p>Dato il seguente Workspace e facendo riferimento alla figura 4:</p>  <p>Dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "F_0" contiene le tre componenti della forza esercitata sul punto P di un soggetto, espresse nel sistema di riferimento di laboratorio (CS0),</li> <li>• "O_tk0" contiene le tre componenti dell'origine del sistema di riferimento di tronco del soggetto, espresse in CS0,</li> <li>• "O_P0" contiene la distanza tra l'origine e il punto di applicazione della forza, espressa in CS0.</li> <li>• "T1_0" è la matrice di roto-traslazione per andare dal sistema di tronco (CS1) al sistema CS0.</li> </ul> <p>Si chiede di scrivere lo script che permette di:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcolare il braccio del momento nel sistema CS1,</li> </ol>			6

2. Calcolare il modulo del braccio,		
3. Ricavare e graficare le tre componenti della forza in CS1,		
4. Ricavare e graficare il momento in CS1 rispetto all'origine O <sub>tk</sub> ,		
<b>Totale</b>		<b>6</b>
<b>Totale generale</b>		<b>30</b>

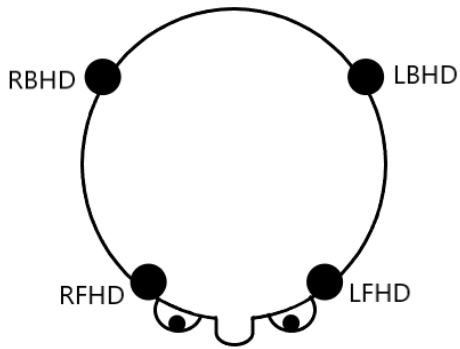


FIGURA 1

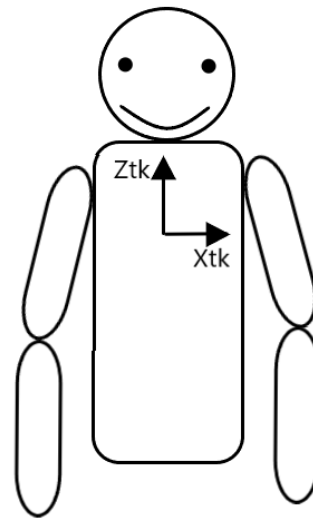


FIGURA 2

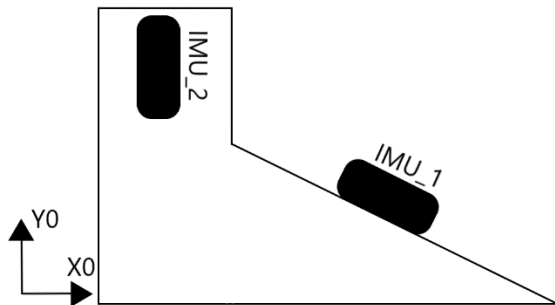


FIGURA 3

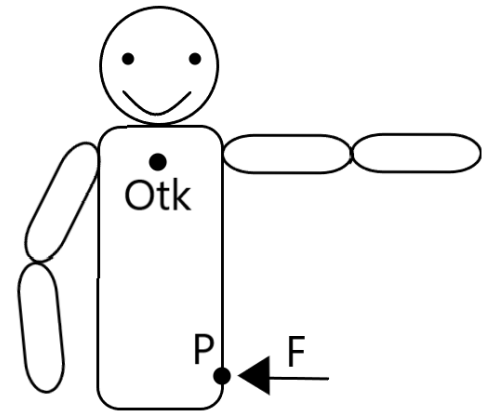


FIGURA 4