

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA BIOMEDICA

BIOMECCANICA

9 CFU

Docente: Eduardo PALERMO

Data	29/10/2025	
Nome		
Cognome		
	Scritto	
	Orale	
	Finale	

	1. Cinematica	Punti	Punti max
1a	<p>Con riferimento alla figura 1, individuare il sistema di riferimento della gamba destra (CS_{leg}) nel sistema di laboratorio CS_0, tale che:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O_{leg} coincidente con il punto medio tra il punto medio dei marker RKNE_l e RKNE_m e RANK; 2. Asse y diretto da O_{leg} a RANK; 3. piano xy definito dai tre punti RSHA, O_{leg} e RANK; 4. x diretto lateralmente rispetto al corpo. <p>Si disegni il sistema di riferimento ottenuto e se ne scriva in forma vettoriale la matrice di posa.</p>		4
1b	<p>Considerando quanto ricavato nel punto 1, con riferimento alla figura 1 si definisca il JCS di ginocchio sapendo che l'ordine delle rotazioni è il seguente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Flessione/estensione 2. Adduzione/abduzione 3. Rotazione interna/esterna <p>Motivare la risposta e dire quale è la sequenza di Eulero/Cardano relativa. Indicare le rotazioni positive per ogni piano.</p>		3
1c	<p>Calcolare la matrice di trasformazione $H(\alpha)$ tale per cui ${}^{uleg}\omega_{leg}^{uleg} = H(\alpha)\dot{\alpha}$, corrispondente alla sequenza di Eulero/Cardano scelta in precedenza.</p>		3
1d	<p>Con riferimento alla figura 2, calcolare gli output in tensione degli accelerometri sul braccio (IMU_1 e IMU_2). Si consideri una prova statica. Sapendo che:</p> ${}^0R_{IMU_1} = \begin{pmatrix} 0.61 & -0.61 & 0.5 \\ 0.66 & 0.05 & -0.75 \\ 0.44 & 0.79 & 0.43 \end{pmatrix};$		4

${}^0R_{IMU_2} = \begin{pmatrix} 0.87 & -0.50 & 0 \\ 0.35 & 0.61 & -0.71 \\ 0.35 & 0.61 & 0.71 \end{pmatrix};$ $S = \begin{pmatrix} 0.56 & 0.08 & -0.04 \\ 0.08 & 0.53 & 0.01 \\ -0.07 & -0.08 & 0.59 \end{pmatrix} \frac{v}{g};$ $S^{-1} = \begin{pmatrix} 1.84 & -0.26 & 0.13 \\ -0.28 & 1.92 & -0.05 \\ 0.18 & 0.23 & 1.70 \end{pmatrix} \frac{g}{v};$ $O = \begin{pmatrix} 1.96 \\ 1.16 \\ 1.97 \end{pmatrix};$		
Totale		14
2. Teoria	Punti	Punti max
2a Descrivere una cella di carico multicomponente per la misura di Fx, Fy e Fz. Disegnare la configurazione del ponte di Wheatstone per le tre misure possibili.		6
2b Descrivere il funzionamento e le applicazioni degli elettrogoniometri.		4
Totale		10
3. Programmazione in ambiente Matlab:	Punti	Punti max
<p>Scrivere una funzione (chiamata Point2CS) che, prendendo in ingresso un insieme di punti visti in CS0 e CS1, calcoli la matrice di rototraslazione mediante ricostruzione ottima. L'implementazione deve essere per un solo frame.</p> <p>Con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1_0: [4x4] matrice di rototraslazione - P1: [1x3xnP] punti visti in CS1 - P0: [1x3xnP] punti visti in CS0 <p>NB: se si decide di usare funzioni studiate al corso è necessario specificare come sono costruite.</p>		3
<p>Dati i seguenti dati:</p> <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 CS1; • T0_1 [4x4]: matrice di rototraslazione da CS0 a CS1; • nF = 300: numero di frame della prova; • fs = 100: frequenza di campionamento; <p>si chiede di scrivere lo script che permette di:</p>		3

<ol style="list-style-type: none"> 1. Graficare nel tempo, in due figure separate, le tre componenti del sensore e del marker nel sistema CS0; 2. Graficare nello stesso grafico in 3D la traiettoria del sensore rispetto a quella del marker in CS0; 3. Calcolare il modulo dei segnali del sensore e del marker; 4. Calcolare l'RMSE tra i moduli del sensore e del marker. <p>NB: se si decide di usare funzioni studiate al corso è necessario specificare come sono costruite.</p>		
<p>Totale</p>		<p>6</p>
<p>Totale generale</p>		<p>30</p>

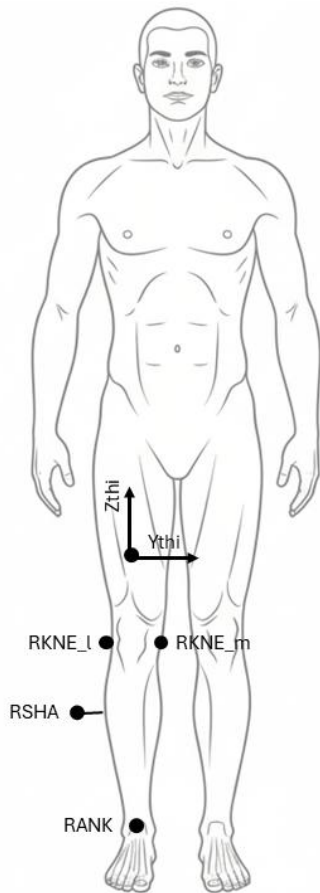


FIGURA 1 (vista frontale)

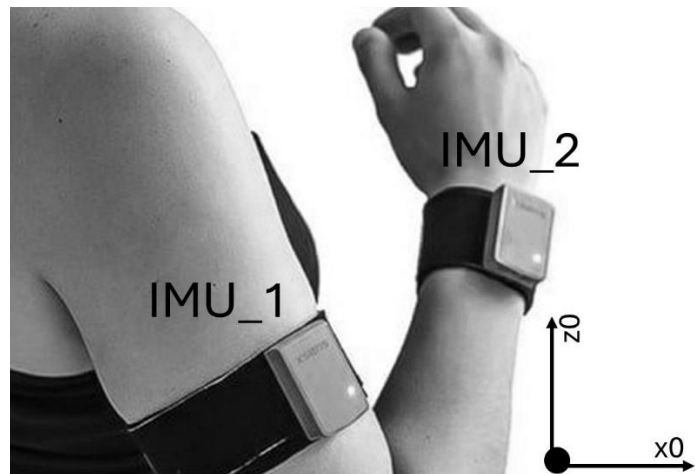


FIGURA 2 (vista laterale)