

Compito di Robotica I – 27 Gennaio 2010

- 1) Seguendo la via diretta e senza l'impiego delle matrici elementari di rotazione, si ricavi la matrice di rotazione generale associata alla rappresentazione asse/angolo.
- 2) Si enuncino e discutano accuratamente tutti i passi della procedura di applicazione della convenzione di Denavit-Hartenberg alla parametrizzazione di una struttura cinematica seriale. La si applichi alla parametrizzazione del manipolatore *DLR Lightweight III* riportato in Fig. 1. Scelta una configurazione di riferimento, si calcolino in essa la postura dell'end-effector ${}^0\mathbf{A}_e$ ed il Jacobiano ${}^0\mathbf{J}_{O_e}$. Si discuta come può essere determinata la versione del Jacobiano ${}^e\mathbf{J}_{O_e}$ e cosa rappresenta. Come si modifica il Jacobiano se il link di base (0) viene montato su una piattaforma mobile che può traslare e ruotare liberamente sul piano del pavimento?

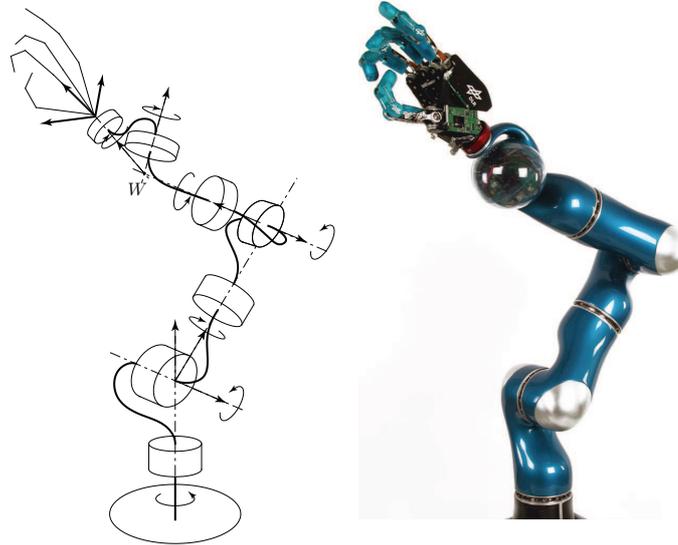


Figura 1: DLR Lightweight III e suo schema cinematico.

- 3) La Fig. 2 mostra un braccio seriale RRR che afferra un disco di raggio a con metodologia *whole-arm*, ossia si ha contatto sui link prossimale e mediale oltre che su quello distale. La configurazione del robot è descritta da $\mathbf{q} = [q_1 \ q_2 \ q_3]^T$, mentre le coppie ai giunti sono $\boldsymbol{\tau} = [\tau_1 \ \tau_2 \ \tau_3]$. I vincoli in corrispondenza dei contatti sono tutti di tipo Point Contact With Friction (PCWF) e tutti i giunti sono sia attuati che sensorizzati. Nella configurazione di figura (e solo in essa!) si ricavano: l'opportuna matrice Jacobiana \mathbf{J} da impiegarsi nell'analisi; la matrice di Grasp \mathbf{G} ; la matrice dei vincoli \mathbf{H} ; la forma Pfaffiana delle equazioni globali di vincolo. Si discutano, corredandole con soluzioni numeriche, le seguenti proprietà del sistema: ridondanza, difettività, esistenza di moti labili dell'oggetto, esistenza di forze interne, iperstaticità. (*Suggerimenti: (i) si noti che l'introduzione di contatti multipli su uno stesso braccio rende, di fatto, parallela la struttura del meccanismo e quindi analizzabile con le tecniche studiate; (ii) ci si limiti alla sola forma 2D delle equazioni*).

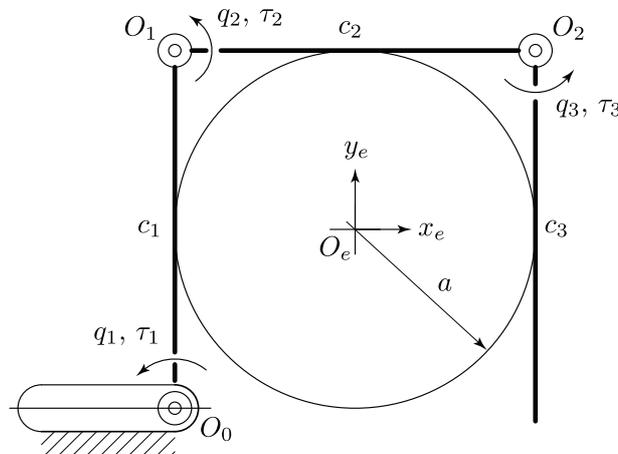


Figura 2: Afferraggio *whole-arm* di un disco con manipolatore RRR .