

Homework1 (in italian)

Argomenti: Cinematica diretta.

Materiale fornito.

1. Cartella “Materiale/VrepScene”: contiene il modello del robot da caricare in V-REP
2. Cartella “Materiale/VrepLibraryFunctions”: contiene alcune funzioni per interagire con vrep. In ciascun file, trovare le note per il suo utilizzo.
3. Cartella “Materiale/ModelloSix/LimitiManipolatore.m: contiene i limiti di posizione, velocità, accelerazione e coppia ai giunti (primi due valori relativi alla base mobile, e altri 6 valori relativi ai giunti del manipolatore)
4. Cartella “Materiale/”:
 - MAIN_InitScript.m: script principale di inizializzazione.

Per quanto riguarda il layout della cella, si può fare riferimento a quanto rappresentato in VREP:

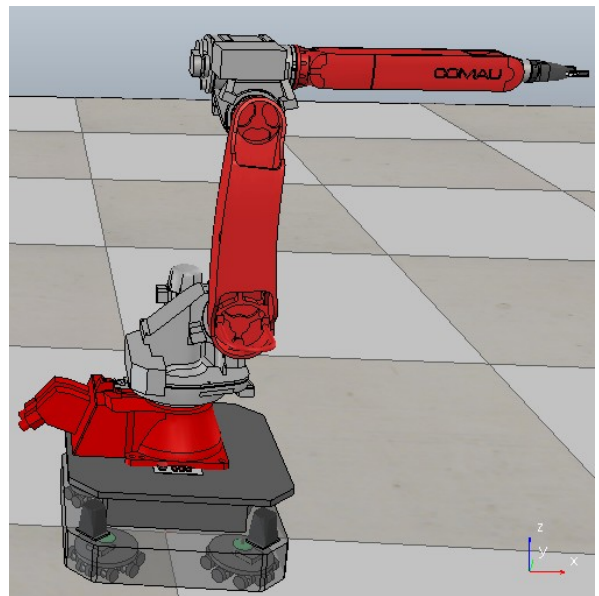
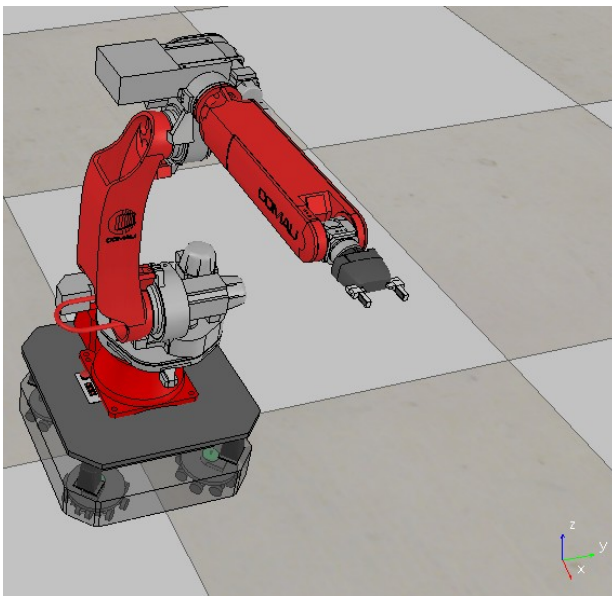


Figura 1. Manipolatore in V-REP

Il robot Comau SmartSix è montato su una base mobile che è libera di traslare lungo due direzioni x, y e non ruota. La base mobile è tale che il robot è sollevato rispetto al piano orizzontale di 0.2985 m.

Informazioni relative alla cinematica Comau SmartSix

- In Figura 1, il robot è composto da un manipolatore Comau SmartSix montato su una base mobile. Nella configurazione mostrata, il manipolatore è in *configurazione di calibrazione*.
- Il manipolatore è montato su una base mobile che muove l'intero manipolatore nel piano (x,y) (Figura 1).
- **Posizione Terna Base** La *terna base* coincide con quella della scena in VREP ed è mostrata in basso a destra in Figura 2. Rispetto ad essa, l'origine della *terna 0* del manipolatore (in rosso in basso in Figura 3) si trova in (0, 0, 0.2985) m. Mentre la posizione della *terna 0* relativa alla base mobile si trova in (0, 0, 0) m. Questi valori fanno riferimento alla configurazione iniziale.
- **Orientamento Terna base.** La *terna base* è orientata come mostrato in Figura 2 (in basso a destra) in cui il *manipolatore è in configurazione di calibrazione*. Gli orientamenti della *terna 0* del manipolatore (in rosso in Figura 3) e della *terna 0* relativa alla base mobile coincidono con quello della *terna base*.
- La *terna end-effector* (pinza a due dita) è orientata come in Figura 2 *quando il robot è nella sua configurazione iniziale*.
- Il manipolatore è sprovvisto inizialmente di pinza. Successivamente, viene montata sulla flangia una pinza a due dita come raffigurato nelle Figure 1,2. La *terna end-effector* è mostrata nelle Figure 5,6. La distanza fra le due dita in posizione di massima apertura è 0.0716m, mentre la lunghezza delle due dita, misurata lungo l'asse di approach, **a**, a partire dal piano **s-n**, è 0.035m
-
- La matrice di roto-traslazione fra la *terna flangia* (*terna n* in rosso in alto in Figura 3) e la *terna end-effector* (*terna end-effector (e)*) è (la posizione è in m):

$$A_e^n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0.0884 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

La *terna n* si intende disposta non nel centro del polso sferico ma all'estremità dell'ultimo braccio (estrema sinistra Figura 4).

- Le terne DH devono essere posizionate in modo che, *per quanto riguarda il manipolatore, in posizione di calibrazione* (Figure 4) il valore delle variabili di giunto deve essere:
 $q=[0 \ -\pi/2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ (rad rad rad rad rad rad) (solo manipolatore).
- Il verso di ciascun giunto è definito come segue:
 1. Giunto 1. Il verso positivo è quello anti-orario intorno a z-base (regola della mano destra).
 2. Giunto 2. Il verso positivo è quello anti-orario intorno all'asse y-base
 3. Giunto 3. Il verso positivo è quello anti-orario intorno all'asse y-base
 4. Giunto 4. Il verso positivo è quello anti-orario intorno all'asse x-base
 5. Giunto 5. Il verso positivo è quello anti-orario intorno all'asse y-base
 6. Giunto 6. Il verso positivo è quello anti-orario intorno all'asse x-base

I versi così definiti sono da prendere come riferimento solo quando il manipolatore è in configurazione di calibrazione. Tale scelta permette di allinearsi con il modello fornito in V-REP. Altre scelte sono possibili, ma la visualizzazione in V-REP richiederebbe che I valori ai giunti vengano opportunamente convertiti prima di essere inviate al simulatore in modo da allinearsi alla sua convenzione.

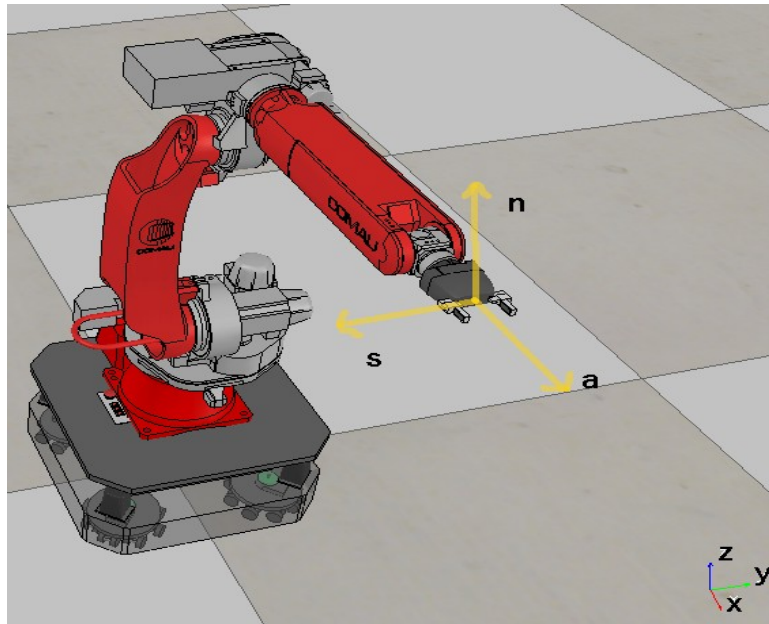


Figura 2. Manipolatore in V-REP con evidenziate la terna end-effector (in giallo) e la terna mondo (in basso a destra)

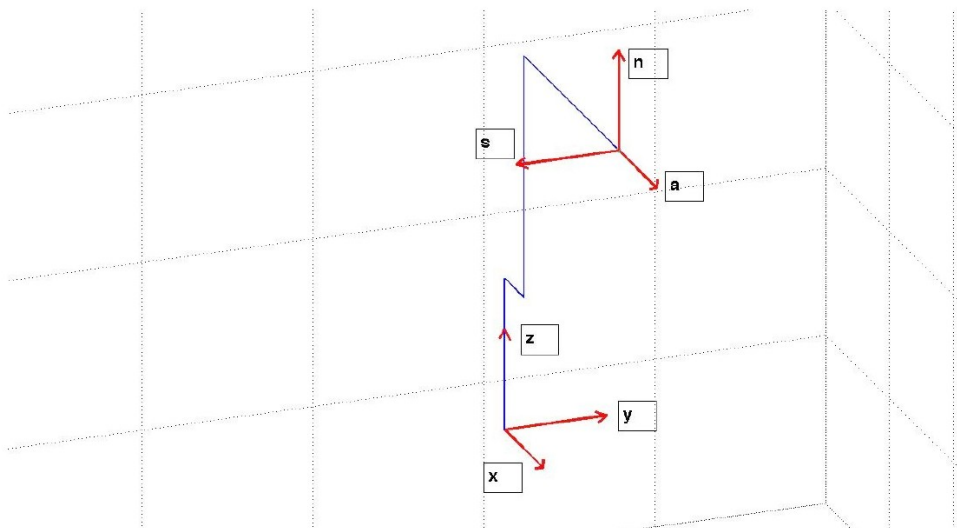


Figura 3. Manipolatore in V-REP con evidenziate la terna 0 (in rosso in basso) e la terna n (in rosso in alto).

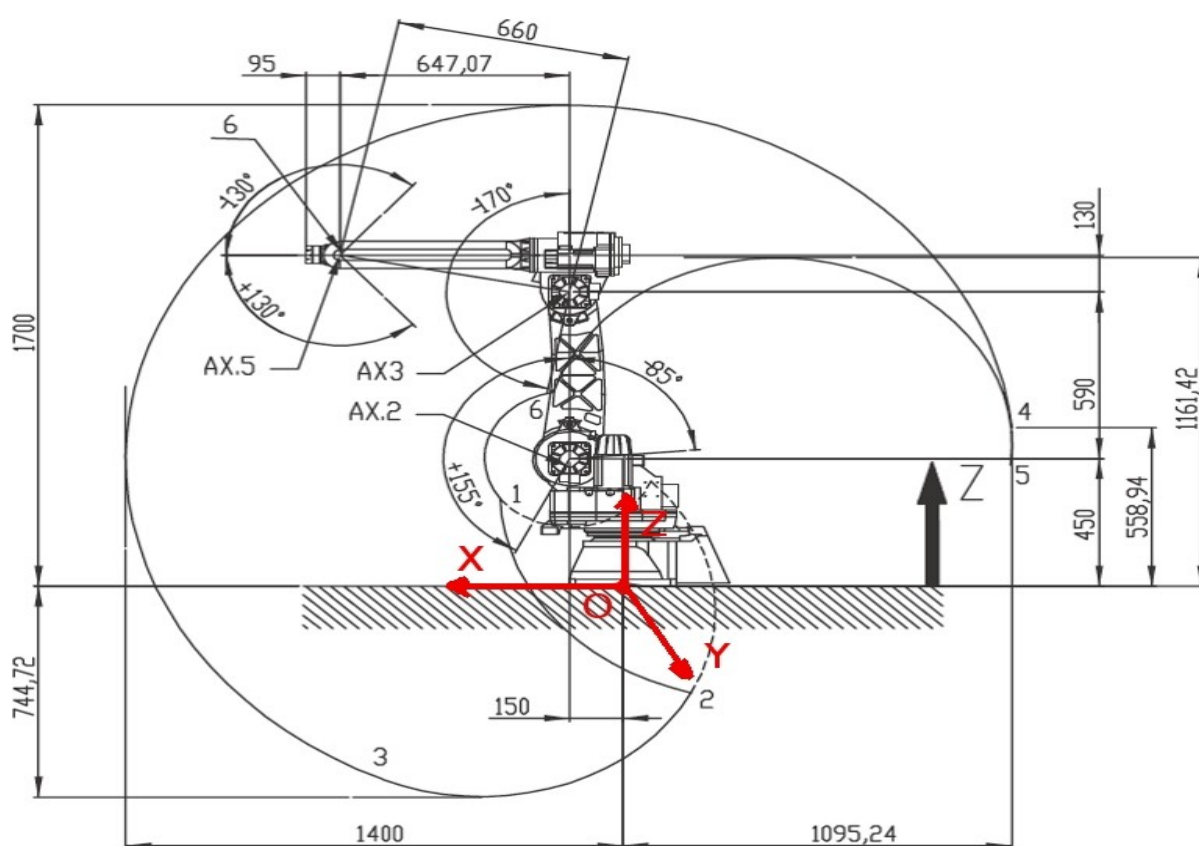


Figura 4. Distanza degli assi in posizione di calibrazione e range dei giunti. (Lunghezze in mm ed angoli in gradi).

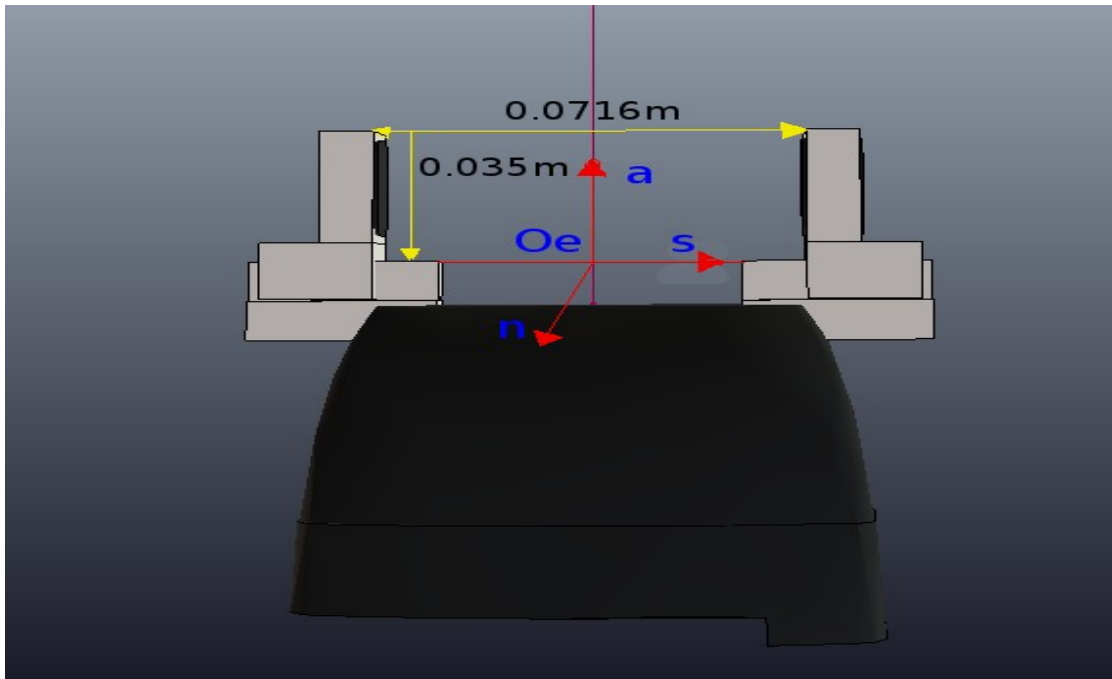


Figura 5. Terna end-effector

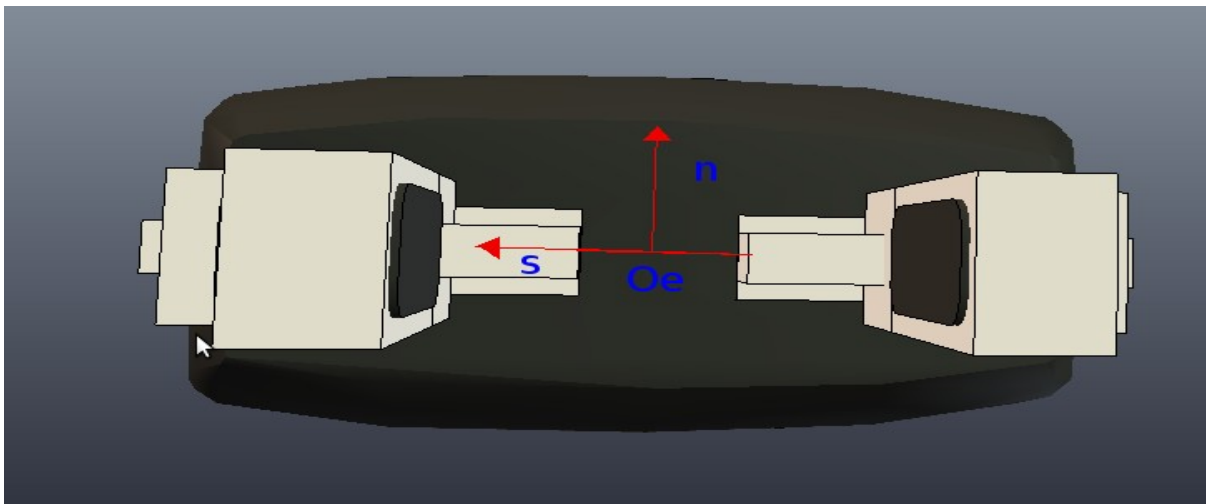


Figura 6. Terna end-effector

Note per connetersi via Matlab al simulatore.

All'interno della cartella di installazione di Vrep si trova il file `remoteApiConnection.txt`. Le seguenti linee devono essere decommentate ed apparire come segue

```
portIndex1_port = 19998  
portIndex1_debug = true  
portIndex1_syncSimTrigger = true
```

In MacOS il file in questione si trova in:

/Applicazioni/VrepPath/vrep.app/Contents/MacOS/

L'utilizzo di Matlab-64bit richiede la installazione del compilatore e la ricompilazione delle librerie vrep al fine di connettersi al simulatore.

IL DOCENTE NON FORNIRA' SUPPORTO IN QUESTO SENSO.

Task homework1

Si dovrà calcolare la cinematica diretta del manipolatore mobile in questione. La base si muove nel piano $X-Y$. A tal fine si può immaginare che la base mobile sia caratterizzata da due giunti prismatici con i relativi assi appartenenti al piano (x,y) e ortogonali tra loro.

Cosa dovrà essere consegnato:

- 1) Tutto il codice prodotto, pronto per essere eseguito, debitamente commentato e con relative istruzioni di uso. In particolare, il codice dovrà contenere una funzione che, a partire dalle variabili di giunto, restituisca la posizione e l'orientamento dell'organo terminale. La funzione dovrà permettere di specificare in ingresso quali angoli di eulero utilizzare per l'orientamento (ZYZ o RPY) e dovrà restituire:
 - a) la posizione della terna end-effector (in metri)
 - b) l'orientamento della terna end-effector secondo gli angoli di eulero specificati in ingresso (in radianti)
 - c) la matrice di rotazione relativa alla terna end-effector
 - d) le matrici di roto-traslazione relative ai vari link in una opportuna struttura.*eg. $[p, \mathbf{phi}, \mathbf{R}, \mathbf{A}] = \text{cindir}(\mathbf{q}, \text{'ZYZ'})$;*
- 2) Ogni studente dovrà scrivere la propria relazione in maniera indipendente. Nella relazione dovranno essere ben dettagliata la cinematica diretta del robot in questione mostrando le terne scelte in accordo con la convenzione DH e la relativa tabella.