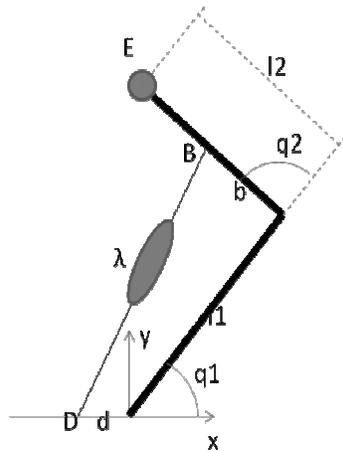


---

Robotica Antropomorfa  
14 luglio 2008

Esercizio 2



Sia dato il modello di manipolatore planare in figura. Esso rappresenta i due gradi di libertà relativi alla spalla e gomito. È anche indicata la posizione del bicipite con relativi punti di attacco. Sono date le seguenti quantità:

- $q_1, q_2$ : angoli ai giunti
- $l_1, l_2$ : lunghezze dei link
- $D$ : punto di attacco del muscolo sulla spalla di coordinate  $(-d, 0)$
- $B$ : punto di attacco del muscolo sul link 2, a distanza  $b$  dal gomito
- $\lambda$ : lunghezza del muscolo
- $E$ : posizione end-effector

Si richiede di determinare la forza all'end-effector in funzione della forza generata dal muscolo. Per fare questo si risponda alle domande riportate nel seguito. L'espressione finale avrà la forma:

$$F = h(q_1, q_2) \cdot f$$

dove  $F$  è la forza all'end-effector e  $f$  è la forza generata dal muscolo e  $h$  una funzione da determinare.

Domanda 1:

Si scriva la formula generale che lega le forze all'end-effector con quelle ai giunti e quindi a quelle generate dal muscolo (si indichino in maniera opportuna i vari Jacobiani necessari). Si faccia un'analisi dimensionale delle varie quantità (es: dimensione delle matrici, vettori, ecc).

Domanda 2:

Si scriva la relazione cinematica che lega gli angoli  $q1, q2$  alla lunghezza  $\lambda$  del muscolo e se ne calcoli lo Jacobiano. Si facciano opportune sostituzioni per tenere i calcoli sotto controllo.

Eq 1) cinematica:

$$\lambda = f(q1, q2)$$

Eq 2) Jacobiano:

$$J_{\lambda}(q1, q2) =$$

Domanda 3:

Si scriva il mapping cinematico tra spazio ai giunti e spazio dei task per il manipolatore in questione e se ne calcoli lo Jacobiano.

Eq 3) cinematica:

$$E = f(q1, q2)$$

Eq 4) Jacobiano:

$$J(q1, q2) =$$

Domanda 4:

Si combinino i risultati delle risposte precedenti in maniera opportuna per rispondere alla domanda iniziale. Si indichino chiaramente le sostituzioni effettuate.