Esercizio di cinematica inversa dello SCORBOT

Si consideri uno SCORBOT con i seguenti parametri: $d_1 = 30$ cm, $\ell_1 = 15$ cm, $\ell_2 = 20$ cm, $\ell_3 = 20$ cm, $d_5 = 15$ cm.
Calcolare $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5)$ tali che: $(x_d, y_d, \overset{z_d}{\cancel{x_d}}) = (20, 30, 10)$ e la pinza punti verso il basso con piano di apertura ortogonale a y_0.

Soluzione: La pinza punta verso il basso $\Rightarrow \beta_d = 90°$.

$$\theta_1 = \text{atan2}(y_d, x_d) = \text{atan2}(30, 20) = \underline{\underline{56.31°}}$$

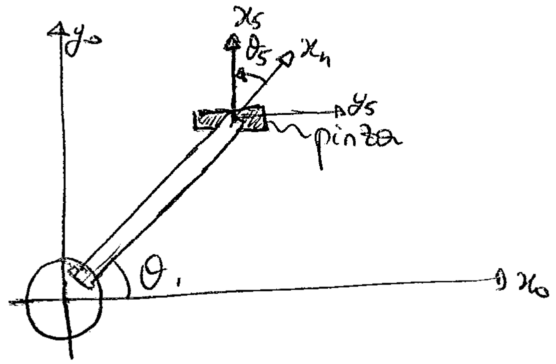
$$A_1 = x_d C_1 + y_d S_1 - d_5 \cos\beta_d - \ell_1 = 21.06 \text{ cm}$$

$$A_2 = d_1 - z_d - d_5 \sin\beta_d = 5 \text{ cm}$$

$$\theta_3 = \pm a\cos\left(\underbrace{\frac{A_1^2 + A_2^2 - \ell_2^2 - \ell_3^2}{2\ell_2\ell_3}}_{|-0.4166|<1 \Rightarrow \text{ la soluz. esiste}}\right) = \pm 114.48° \longrightarrow \text{Scelgo } \underline{\underline{114.48°}}$$

$$\theta_2 = \text{atan2}\Big(\underbrace{(\ell_2 + \ell_3 C_3)A_2 - \ell_3 S_3 A_1}_{-324.7},\ \underbrace{(\ell_2 + \ell_3 C_3)A_1 + \ell_3 S_3 A_2}_{337.5}\Big) = \underline{\underline{-43.89°}}$$

$$\theta_4 = \beta_d - \theta_2 - \theta_3 - 90° = \underline{\underline{-70.6°}}$$



Con riferimento alla figura qui a destra, in cui lo SCORBOT è visto dall'alto nella configurazione desiderata (l'asse x_5, ortogonale al piano di apertura della pinza, è diretto come y_0 – si poteva sceglierlo anche nell'altro verso), e osservando che θ_5 è positivo in senso orario (essendo z_4 diretto verso il basso, è quindi negativo quello riportato in figura) ~~deve~~ deve valere:

$$\theta_1 + |\theta_5| = 90° \longrightarrow \theta_1 - \theta_5 = 90°$$

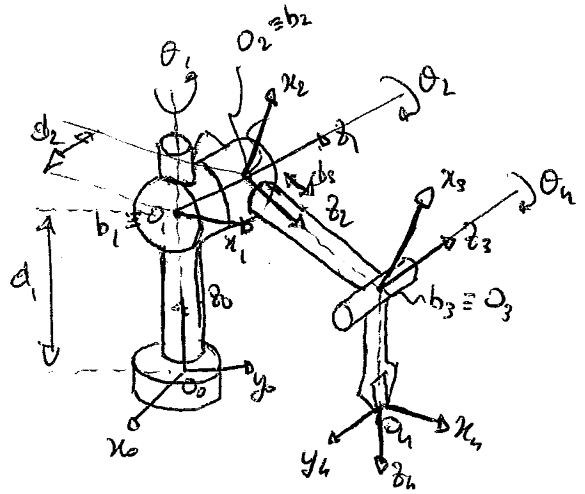
Così

$$\theta_5 = \theta_1 - 90° = \underline{\underline{-33.7°}}$$

Un caso "singolare" di Denavit-Hartenberg

Se un manipolatore presenta come asse dell'ultimo giunto z_{n-1} un asse non coincidente con z_n, la procedura di Denavit-Hartenberg diviene non applicabile.

Esempio



N.B. • x_3 è sempre parallelo a x_2 (giunto 3 prismatico)

• y_4 è sempre parallelo a $-z_3$ (il piano della pinza contiene z_3)

	θ	d	a	α
1	θ_1^*	d_1	∅	-90°
2	θ_2^*	d_2	∅	-90°
3	∅	d_3^*	∅	90°
4	?	?	?	?

Le distanze d_4 e a_4 non possono essere determinate non essendo definito b_4 (perché z_3 e x_4 non si intersecano!).

Un modo per risolvere il problema è quello di introdurre un giunto 5 di rollio "fittizio" ($\theta_5 \equiv 0$). In tal modo $b_4 \equiv O_4 \equiv b_3 \equiv O_3$: il sistema di riferimento della pinza non è più L_4 ma L_5 e si ha le ultime due righe della tabella diventano le seguenti, dove d_5 è la distanza tra O_4 e b_5 ($b_5 \equiv O_5$) che in figura corrispondono ai punti O_3 e O_4 rispettivamente. ~~in tal modo~~

	θ	d	a	α
4	θ_4^*	∅	∅	-90°
5	∅	d_5	∅	∅

Chiaramente l'ultima riga non contiene parametri variabili (θ_5 è identicamente nullo) e quindi i sistemi di riferimento L_4 e L_5 presentano sempre la stessa posizione relativa (T_4^5 è costante).