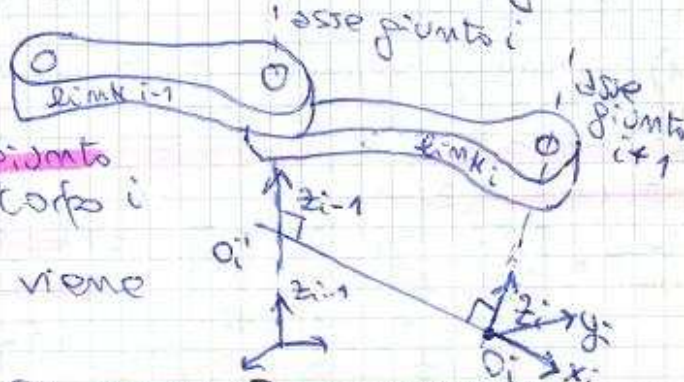


SCelta DELLE TERME SECONDO DENAVIT-HARTENBERG

Per rendere matematico e' approccio alla soluzione del problema come matematico diretto in modo da precedentemente bisogna eliminare e' altri tenete nella scelta delle terme solitamente si eliminano del robot

A tale scopo si adotta la convenzione di Denavit-Hartenberg:

- 1) scelta dell'asse z_i : la terza i-esima e' quella solidale al link i-esimo. (l'asse z_i viene preso lungo l'asse del giunto $i+1$, ovvero il punto che collega il corpo i solidale della terra al corpo $i+1$)
 Analogamente, peraltro, l'asse z_{i-1} viene preso lungo l'asse del giunto i



- 2) scelta dell'origine O_i : l'origine O_i viene presa sull'intersezione fra tale retta e l'asse z_i . (quindi gli assi di giunti $i+1$ ed i)
 Nel caso di assi sghembi O_i e' determinata (e' l'intersezione) mentre se gli assi di giunti i ed $i+1$ sono paralleli non esiste una retta normale comune e peraltro un solo punto di intersezione: questa permette al progettista di scegliere il punto piu' comodo (che solitamente e' tale da fissare l'origine realmente nel corpo i-esimo, mentre in caso di assi sghembi questo puo' non essere vero)

- 3) scelta dell'asse x_i : una volta tracciata la normale comune l'asse x_i sta su di essa con direzione del giunto i al giunto $i+1$

- 4) l'asse y_i e' quella che completa la terna secondo la regola della mano destra.

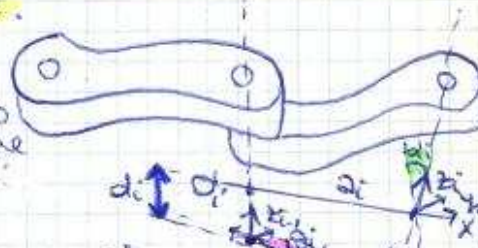
Oltre a quello degli assi di giunti paralleli alcuni casi particolari sono:

- a) la terna solidale alla base, in cui non avendo $z_{(0)}$ e' obbligata solo la scelta di z_0
- b) la terna solidale all'effector, in cui non essendo il giunto $m+1$, l'asse z_m puo' essere scelta arbitrariamente
- c) i giunti prismatici

un buon principio di semplificazione in questi casi e' la scelta degli assi di terne successive con parallele, in modo da avere parecchi zeri nella matrice di trasformazione.

PARAMETRI di DENAVIT-HARTENBERG

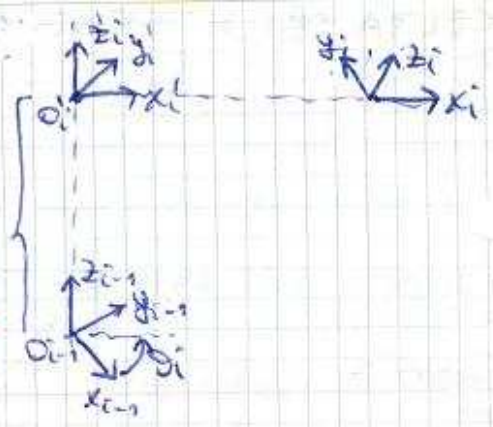
una volta fissate le terne solidali si appieno determinati per ogni membro 4 parametri, che comparano nella matrice di trasformazione fra la terna i e la terna $i-1$:



- 1) a_i = lunghezza del membro = distanza di O_i da O_{i-1} che e' l'intersezione fra la normale comune degli assi di giunti i e $i+1$ (z_{i-1}, z_i) e l'asse del giunto i (z_{i-1})
 * x_{i-1} come e' stato definito
- 2) d_i - offset relativo = coordinata di O_i lungo z_{i-1}
- 3) θ_i = torsione del membro = angolo fra gli assi z_i e z_{i-1}
- 4) α_i = rotazione relativa = angolo fra gli assi x_i ed x_{i-1}

Facendo riferimento ad una terna intermedia che ha origine in

Q'è verso $z_i' \equiv z_i, x_i' \equiv x_i$ possibili
 calcolare la matrice di trasformazione
 omogenea fa due terme consecutive di
 Denavit-Hartenberg come prodotto di due
 matrici corrispondenti alle seguenti
 trasformazioni:



1) sovrapposizione della terza $i-1$ con la terza
 intermedia in seguito a una ~~traslazione~~
 di lungo z_{i-1} e rotazione di θ_i attorno
 all'asse z_{i-1}

$${}_{i-1}^{int} T = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & 0 \\ s\theta_i & c\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2) ~~traslazione~~ lungo $x_i (= x_i')$ di a_i e rotazione
 di ϕ_i attorno ad x_i :

$${}_{int}^i T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & c\phi_i & -s\phi_i & 0 \\ 0 & s\phi_i & c\phi_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Otteniamo così la matrice
 complessiva

$${}_{i-1}^i T = {}_{i-1}^{int} T {}_{int}^i T = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i c\phi_i & s\theta_i s\phi_i & a_i c\theta_i \\ s\theta_i & c\theta_i c\phi_i & -c\theta_i s\phi_i & a_i s\theta_i \\ 0 & s\phi_i & c\phi_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

in cui
 • a_i, d_i descrivono la geometria del
 membro o sono
 parametri costanti
 • θ_i, ϕ_i descrivono la connessione tra due mem-
 bri consecutivi e parametrizzano uno dei due costanti
 secondo la convenzione di giunto q_i :

- di meccanismo di giunto prismatico
- di meccanismo di giunto rotoidale.