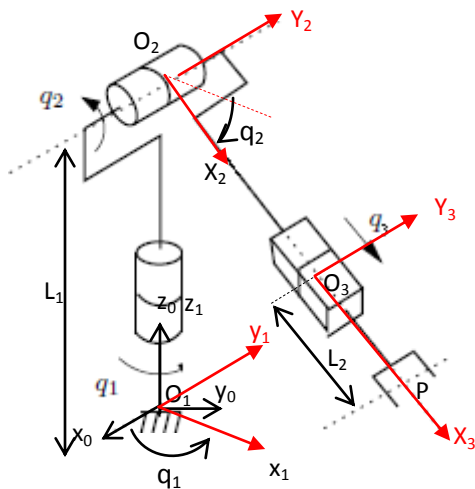


Corrigé type contrôle robotique 2019/2020

Exo1 : Remarque : Pas de DH dans cet exercice



- Les matrices de passage homogènes entre les 4 repères.

1. De R0 à R1, on a une rot(q_1, z)

$$R(q_1, Z) = \begin{bmatrix} Cq_1 & -Sq_1 & 0 \\ Sq_1 & Cq_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dont la forme homogène est } T^{01} = \begin{bmatrix} Cq_1 & -Sq_1 & 0 & 0 \\ Sq_1 & Cq_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. De R1 à R2, on a une rot(q_2, y)

$$R(q_2, Y) = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & Sq_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ -Sq_2 & 0 & Cq_2 \end{bmatrix};$$

il ya une distance entre les origines est $T^{12} = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & Sq_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -Sq_2 & 0 & Cq_2 & l \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

De R2 à R3, on une Tr d'axe X et de déplacement q_3

$$T^{23} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & q_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- La matrice globale est

$$T = T^{01} * T^{12} * T^{23}$$

$$\begin{bmatrix} Cq_1 Cq_2 & -Sq_1 & Cq_1 Sq_2 & q_3 Cq_1 Cq_2 \\ Cq_2 Sq_1 & Cq_1 & Sq_1 Sq_2 & q_3 Cq_2 Sq_1 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & l_1 - q_3 Sq_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- la position angulaire de R_3 par rapport à R_0 par les angles d'Euler

la matrice d'Euler est donnée (voir notes de cours) par :

$$A^{ij} = \begin{bmatrix} C\psi C\varphi - S\psi C\theta S\varphi & -C\psi S\varphi - S\psi C\theta C\varphi & S\psi S\theta \\ S\psi C\varphi + C\psi C\theta S\varphi & -S\psi S\varphi + C\psi C\theta C\varphi & -C\psi S\theta \\ S\theta S\varphi & S\theta C\varphi & C\theta \end{bmatrix}$$

Avec (ψ, θ, φ) les angles d'Euler autour des axes (Z,X,Z)

par comparaison entre la matrice de rotation globale (partie rotation de la matrice de passage) :

$$\begin{bmatrix} Cq_1 Cq_2 & -Sq_1 & Cq_1 Sq_2 \\ Cq_2 Sq_1 & Cq_1 & Sq_1 Sq_2 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\psi C\varphi - S\psi C\theta S\varphi & -C\psi S\varphi - S\psi C\theta C\varphi & S\psi S\theta \\ S\psi C\varphi + C\psi C\theta S\varphi & -S\psi S\varphi + C\psi C\theta C\varphi & -C\psi S\theta \\ S\theta S\varphi & S\theta C\varphi & C\theta \end{bmatrix}$$

Les termes les plus simples sont :

Le premier est : $Cq_2 = C\theta$ d'où

$$\theta = \mp q_2$$

Le deuxième est $0 = S\theta C\varphi$ comme θ n'est pas toujours nulle, donc $C\varphi = 0$ d'où

$$\varphi = \mp \pi/2$$

Le troisième est $-Sq_1 = -C\psi S\varphi - S\psi C\theta C\varphi$ et comme $C\varphi = 0$ $-Sq_1 = -C\psi S\varphi$

$$\psi = \mp (\frac{\pi}{2} - q_1)$$

- Les coordonnées de $P \begin{Bmatrix} l_2 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix} / R_3$ dans R_0 sont :

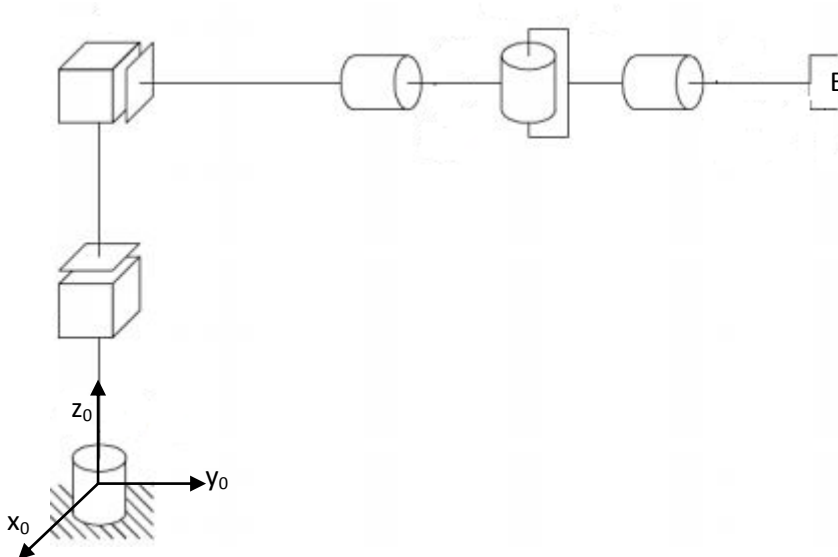
$${}^{T^{03*}} P \begin{Bmatrix} l_2 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix} / R_3 = \begin{bmatrix} Cq_1 Cq_2 & -Sq_1 & Cq_1 Sq_2 & q_3 Cq_1 Cq_2 \\ Cq_2 Sq_1 & Cq_1 & Sq_1 Sq_2 & q_3 Cq_2 Sq_1 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & l_1 - q_3 Sq_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} l_2 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

$$P = \begin{Bmatrix} l_2 Cq_1 Cq_2 + q_3 Cq_1 Cq_2 \\ l_2 Cq_2 Sq_1 + q_3 Cq_2 Sq_1 \\ l_2 Sq_2 + l_1 - q_3 Sq_2 \\ 1 \end{Bmatrix} / R_0$$

Exo2

Juste appliquez l'algorithme DH

- Appliquer l'algorithme DH pour placer les repères du robot suivant :



- Tracer le tableau des paramètres DH

Questions de cours

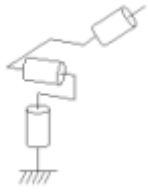
Quelles sont les deux parties principales d'un robot ou d'un système automatique ?

Réponse : *Partie commande et partie opérative*

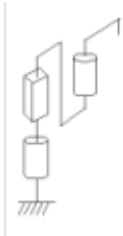
Quelle est la différence entre un robot et un système automatique ?

Réponse : *La partie opérative du robot est un système mécanique articulé*

Tracer les porteurs RRR, RPR et donner les espaces de travail engendrés.



Porteur RRR dont l'espace est une sphère



Porteur RPR dont l'espace est cylindrique

Quels sont les critères de choix d'un robot?

Réponse : Charge maximale, répétabilité, vitesse maximale, espace de travail

Définir le porteur et le poignet.

Réponse :

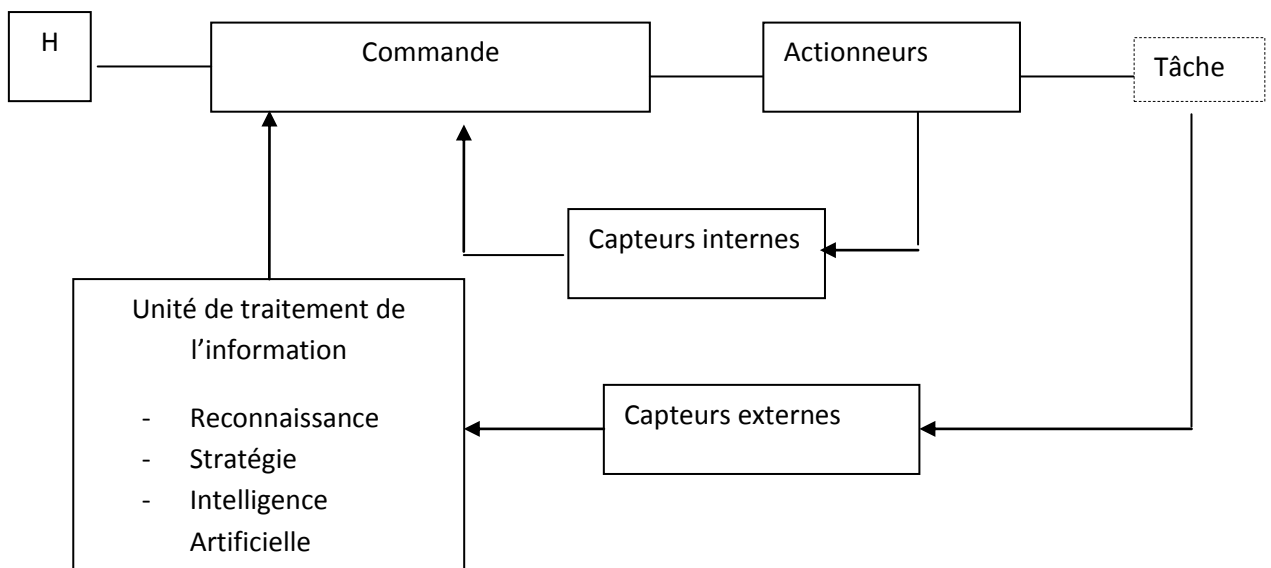
Porteur : les 3 premières liaisons du bras manipulateur. Il positionne le poignet

Poignet : La partie du bras manipulateur formée des (1 ou 2 ou 3) dernières liaisons pivots. Il oriente l'outil ou la pince.

Schématiser la relation homme-tâche en montrant les différents composants de la boucle.

Réponse :

Le schéma le plus complet (robot 3^{ème} génération) est :



Définir le degré de liberté (ddl) d'un robot.

Réponse : le nombre de liaisons du robot mues par des actionneurs

Quelle est la différence entre une liaison active et une liaison passive dans un robot?

Réponse : La liaison active est mue par un actionneur

Pourquoi utilise-t-on les coordonnées homogènes dans la modélisation des robots?

Réponse : Pour prendre dans la même formule les mouvements de rotation et de translation