$$\begin{cases} X = f\,\dfrac{x}{z} \\[2mm] Y = f\,\dfrac{y}{z} \end{cases}$$

⚠ (x, y, z) = Coord données ds le repère caméra.

$\longrightarrow$ Coord métriques ds l'image.

* __Notations :__ s indices visuels $(k, 1)$

r situat° caméra $(p, 1)$

$$\dim(s) = (k, 1)$$

$$\underset{(k=4)}{s} = \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \end{pmatrix}, \quad r = \begin{pmatrix} r_P \\ r_R \end{pmatrix} \begin{array}{l} \updownarrow 3 \text{ param} \\ \updownarrow \geq 3 \text{ ''} \end{array} \Bigg) \rightarrow p \geq 6$$

* <u>But</u> : Mouvemt des indt visuels de l'image $\longleftrightarrow$ Mouvemt de la caméra.

$$\dot{s} \overset{?}{\Longleftrightarrow} T_{c/\mathcal{R}} = \begin{pmatrix} \vec{V}_{c/\mathcal{R}} \\ \vec{\Omega}_{\mathcal{R}_c/\mathcal{R}} \end{pmatrix}$$

$\mathcal{R}$ = repère scène

$\mathcal{R}_c$ = " caméra

* Structure du modèle

$$s = f(r(t)) \longrightarrow \dot{s} = \frac{\partial f}{\partial r}\dot{r}$$

$$\dot{r} = \begin{pmatrix} \dot{r}_P \\ \dot{r}_R \end{pmatrix}$$

Si r_P = Coord cart., $\dot{r}_P = \vec{V}_{c/\mathcal{R}}$

Si $r_P \neq$ ______, $\dot{r}_P = \Pi_P \vec{V}_{c/\mathcal{R}}$

Pour $\dot{r}_R$. $\dot{r}_R = \Pi_R \vec{\Omega}_{\mathcal{R}_c/\mathcal{R}_R}$

$$\Rightarrow \dot{r} = \underbrace{\begin{pmatrix} \Pi_P & 0 \\ 0 & \Pi_R \end{pmatrix}}_{\Pi} T_{c/\mathcal{R}} = \Pi T_{c/\mathcal{R}}$$

$$\Longrightarrow \underbrace{\dot{s}}_{(k,1)} = \boxed{\frac{\partial f}{\partial x} \Pi} \, T_{c/\mathcal{R}} \longrightarrow (6,1)$$

L : Matrice d'interaction

"Jacobienne de l'image"

$$\dim(L) = (k, 6)$$

→ Relat° similaire au MDD

II.3) Modélisat° du robot.

* Besoin du MDD / MCD.

$$\begin{pmatrix} d\vec{p} \\ d\vec{\varphi} \end{pmatrix} = J\,dq \quad \text{ou} \quad \begin{pmatrix} \vec{V}_{O_m/\mathcal{R}} \\ \vec{\Omega}_{\mathcal{R}_m/\mathcal{R}} \end{pmatrix} = J\,\frac{dq}{dt}$$

$\Rightarrow \overline{T}_{O_m/\mathcal{R}} = J\,\dot{q}$

$\Rightarrow$ le MCD donne le mouvem^t "de l'OT" exprimé au p^t O_m

$\Rightarrow$ 2 cas. ① Si $O_m = C$,

$$\overline{T}_{C/\mathcal{R}} = \overline{T}_{O_m/\mathcal{R}} = \overline{J}\,\dot{q}$$

② Si $O_m \neq C$

$$\begin{pmatrix} \vec{V}_{c/\mathcal{R}} \\ \vec{\Omega}_{\mathcal{R}_c/\mathcal{R}} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} I_{3\times 3} & -\hat{P}' \\ 0_{3\times 3} & I_{3\times 3} \end{pmatrix}}_{\Lambda} \begin{pmatrix} \vec{V}_{O_m/\mathcal{R}} \\ \vec{\Omega}_{\mathcal{R}_m/\mathcal{R}} \end{pmatrix}$$

$$\hat{P}' = \begin{pmatrix} 0 & -z & y \\ z & 0 & -x \\ -y & x & 0 \end{pmatrix} \quad \text{avec} \quad \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \overrightarrow{O_m C}$$

$$T_{c/R} = \underbrace{L\,\bar{J}}_{\bar{J}_{vs}}\,\dot{q} = \bar{J}_{vs}\,\dot{q}$$

$\Rightarrow$ Au final :

$$\boxed{\underset{(k,1)}{\dot{s}} = \underset{(k,6)}{L}\,\underset{(6,n)}{\bar{J}_{vs}}\,\underset{(n,1)}{\dot{q}}}$$

Modèle : $\dot{s} = L J_{vs} \dot{q}$

$$\dot{e} = -\lambda \underbrace{e_0 e^{-\lambda t}}_{e} = -\lambda e$$

Au final : trouver $\dot{q} \mid \dot{e} = -\lambda e$ $(\lambda > 0)$

$$e = s - s^*$$

Cas général où s^* peut être fct du tps

$$\dot{e} = \dot{s} - \dot{s}^*$$

$$= L J_{vs} \dot{q} - \dot{s}^*$$

On veut $\dot{e} = -\lambda e$

$$\Rightarrow L J_{vs} \dot{q} - \dot{s}^* = -\lambda e$$

$$\Rightarrow \underbrace{L J_{vs}}_{A} \dot{q} = \underbrace{-\lambda e + \dot{s}^*}_{B}$$

$\Rightarrow$ Trouver $\dot{q}$ revient à résoudre ce syst lin :

$$\boxed{A \dot{q} = B}$$

$\rightarrow$ On a donc à résoudre 1 pb du m̄ type que le MDI.

$\rightarrow$ Si A est inv, 1 seule solut° :

$$\boxed{\dot{q} = A^{-1} B}$$

⚠ Pb de singularité

1 seule

$\boxed{A^{-1} B}$

unité

cf cours Michel.

→ Si A n'est pas inv :

$$\dim(A) = (k, n) = \dim(LJ_{vs})$$

$k < n$

- d'ind visuels que de commandes

↓

Pb sous-contraint

↓

REDONDANCE

$k > n$

↓

+ d'ind visuels que de comm

Syst sur-contraint

↓

$$\min \frac{1}{2} \| A\dot{q} - B \|^2$$

$$\dot{q} = (A^T A)^{-1} A^T B$$

MOINDRES CARRÉS

*