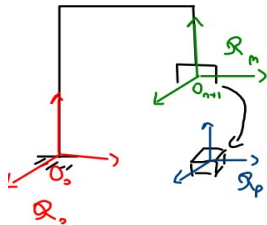


ASSERVISSEMENT VISUEL

Une structure de commande qui relie étroitement
perception et mouvement

Introduction

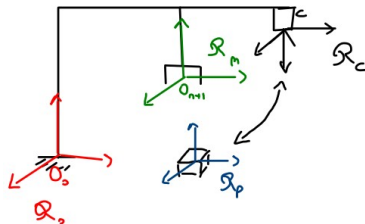
□ Problématique : Approche classique vs Approche référencée capteur



Saisir la pièce = Amener R_n sur R_p
Faire correspondre les 2 situations

2 étapes :

- Génération de trajectoire
- Suivi de trajectoire

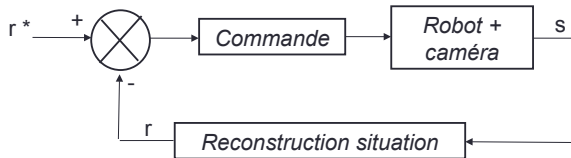


Saisir la pièce = Définir une image désirée
qui correspond à la situation à atteindre

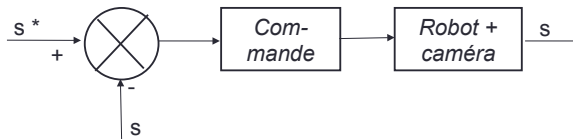
→ Faire bouger le robot pour avoir l'image désirée

Les structures de commande

- Asservissement visuel 3D ou Position-Based Visual Servoing (PBVS)



- Asservissement visuel 2D ou Image-Based Visual Servoing (IBVS)



Focus sur l'IBVS

□ Principe général :

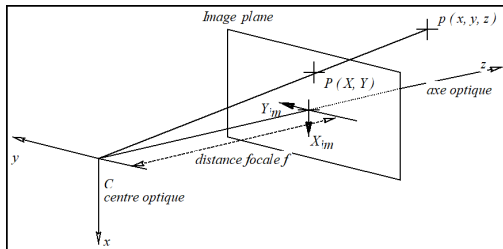
- **Modélisation → Étape 1**
 - **But** : Lier le plus étroitement possible la perception et l'action
 - **Méthode** : établir la relation entre le mouvement des indices visuels dans l'image et le mouvement du robot
 - Modélisation de la caméra
 - Modélisation de l'interaction caméra/environnement
 - Modélisation du robot
- **Commande → Étape 2**
 - **But** : Déterminer la commande à envoyer au robot pour qu'il se déplace de manière à ce que la tâche soit réalisée (i.e., $s=s^*$ en fin de mouvement)
 - **Méthode** : Technique la plus utilisée → « Jacobienne inverse »

Focus sur l'IBVS - Modélisation

Etape
1

□ Modélisation de la caméra

- Modèle sténopé
- Projection perspective



Où :

- f : focale, C : centre optique
- (x, y, z) : Coordonnées du point p dans le repère caméra
- (X, Y) : Coordonnées **métriques** de p dans le plan image

Focus sur l'IBVS - Modélisation

Etape
1

□ Modélisation de l'interaction entre la caméra et l'environnement

- **But** : RELIER LE MOUVEMENT DES INDICES VISUELS DANS L'IMAGE AU MOUVEMENT DE LA CAMÉRA
- **Structure générale du modèle** $\rightarrow \dot{s} = L T_{C/R}$
- **Détermination de la matrice d'interaction L** :
 - A partir du modèle de caméra et des indices visuels utilisés \rightarrow Calcul analytique
 - Elle est bien connue pour toutes les primitives visuelles basiques : Points, droites, segments, cercles, cylindres, sphères, etc.
 - Cf. « *La relation vision – commande : théorie et applications à des tâches robotiques* ». F. Chaumette. Thèse de l'Université Rennes I, 1990
- **Exemple : Cas d'un point $P_i (X_i, Y_i)$** $\rightarrow \dot{s} = \begin{pmatrix} \dot{X}_i \\ \dot{Y}_i \end{pmatrix} = L_i T_C$

$$L_i = \begin{pmatrix} -1/z_i & 0 & X_i/z_i & X_i Y_i & -(1+X_i^2) & Y_i \\ 0 & -1/z_i & Y_i/z_i & 1+Y_i^2 & -X_i Y_i & -X_i \end{pmatrix} \quad \text{Où : } (x_i, y_i, z_i) : \text{Coord. du point P dans le repère caméra } (X_i, Y_i) : \text{Coord. métriques de P dans le plan image}$$

Focus sur l'IBVS - Modélisation

Etape
1

□ Modélisation du robot

- **But** : Établir la relation entre le mouvement de la caméra et les vitesses articulaires du BM → Besoin de la jacobienne
- Détermination du modèle basée sur le MDD/MCD

$$\begin{pmatrix} V_{C/R0} \\ \Omega_{RC/R0} \end{pmatrix} = J_{vs} \dot{q}$$

□ Bilan

$$\left| \begin{array}{l} \dot{s} = L \begin{pmatrix} V_{C/R0} \\ \Omega_{RC/R0} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} V_{C/R0} \\ \Omega_{RC/R0} \end{pmatrix} = J_{vs} \dot{q} \end{array} \right. \longrightarrow \boxed{\dot{s} = L J_{vs} \dot{q}}$$

⇒ Au final : Perception et action sont étroitement liées

Focus sur l'IBVS - Commande

Etape
2

□ Détermination de la commande

- But : Faire converger l'erreur $e = s - s^*$ à 0 au cours du mouvement
- Hypothèse : le robot est commandé en vitesse
- Principe :
 - Imposer une décroissance exponentielle à e
 - Déterminer les vitesses articulaires qui font décroître e exponentiellement à 0
- Méthode :

Modélisation : $\dot{s} = L J_{VS} \dot{q}$

Commande : $\dot{e} = -\lambda e$

➡ **Résoudre :** $L J_{VS} \dot{q} = -\lambda e + \dot{s}^*$

