

# Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi

Faculté des SESNV | Département MI

Matière : Imagerie Industrielle

Niveau : (Master 2/S3)

Le : 16/01/2024. Durée : 1h 30min

## Examen de la Session Normale

### Questions de cours (07 pts)

1. Quelle est la différence entre les capteurs actifs et passifs des robots. (1 pt)
2. Qu'est-ce qu'un capteur proprioceptif et extéroceptif, donner des exemples sur les deux types. (2 pts)
3. Citer trois défis (challenges) dans le suivi d'objet. (1 pt)
4. Expliquer brièvement le dilemme exploration/exploitation du Q-learning. (2 pts)
5. Expliquer les concepts de la précision et de l'exactitude (Accuracy) dans un système d'inspection. (1 pt)

*Remarque : Les unités de mesure doivent également être mentionnées dans les calculs*

### Exercice 01 (06 pts)

1. Est-il possible d'observer la totalité d'une feuille de papier au format A4 (21 cm x 29,7 cm) en utilisant une caméra matricielle équipée d'un capteur de taille deux tiers de pouce (largeur=6,6mm et longueur=8,8 mm) et d'un objectif de focale  $f=25$  mm sachant que la distance de travail est  $D=1$  m ? Pourquoi ? Si non alors que proposez-vous ? (1 pt)
2. Calculer par deux (02) méthodes la résolution  $R_y$  lorsque la résolution du capteur dans la direction x (la longueur)  $R_x=800$ px et que  $P_x = P_y = P$  (Précision). (2 pts)
3. Calculer la taille des pixels dans les deux directions  $c_x$  et  $c_y$  en micromètres. (1 pt)
4. Pour une meilleure précision  $P$ , que suggérez-vous de faire si possible? Prouvez votre proposition. (2pts)

### Exercice 02 (07 pts)

1. Calculer la fréquence ligne  $F$  et la résolution  $R$  que doit posséder au minimum une caméra linéaire pour contrôler un objet cylindrique de hauteur  $H = 20$  cm et de diamètre  $\Phi = 8$  cm mis en rotation à la vitesse  $\Omega = 60$  tour/min de telle sorte à obtenir une précision transversale égale à la précision longitudinale lorsque cette caméra doit acquérir toutes les images-lignes commandées par un codeur incrémental délivrant  $N=10000$  impulsions par tour. (5 pts)
2. Dessiner ce système d'inspection et indiquer les directions transversale et longitudinale. (2pts)

بالتوفيق

**Questions de cours :**

1/ Capteur actif VS capteur passif

**1pt**

Capteur actif	capteur passif
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possède à la fois un émetteur et un récepteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possède un récepteur seulement</li> </ul>

2/ Capteurs proprioceptifs et extéroceptifs

**2pts**

Les capteurs proprioceptifs	Les capteurs extéroceptifs
Fournissent des informations sur l'état interne du robot	Ils ont pour but d'acquérir des informations sur l'environnement immédiat du robot
Exemple : L'odomètre	Exemple: les télémètres à ultrasons, à infrarouge, à laser, les caméras

3/ Les défis de suivi d'objets sont :

- Mouvements dans l'arrière-plan
- Vibration ou instabilité de la caméra utilisée
- Obstacles sur l'objectif de la caméra comme les gouttes d'eau, la poussière, les insectes... etc.

**1pt**

4/ L'exploration et l'exploitation dans Q-Learning :

- Exploration : choix aléatoire d'actions
- Exploitation : choix d'actions qui donnent de bonnes récompenses
- Après l'apprentissage, il faut garder un équilibre entre l'exploitation et l'exploration, pour cela nous utilisons la stratégie Epsilon Greedy.

**2pts**

5/ Precision vs. Accuracy: La précision fait référence à la proximité de deux mesures ou plus l'une de l'autre, tandis que l'exactitude fait référence à la proximité d'une valeur mesurée par rapport à la valeur réelle.

**1pt****Exercice 01**

Données :

- l'objet est une feuille de papier A4 (longueur  $L_x = 29.7$  cm , largeur  $L_y = 21$  cm)
- Camera matricielle  $C_x = 8.8$  mm  $C_y = 6.6$  mm , focale  $f = 25$  mm
- Distance  $D = 1$  m

1/ est-t-il possible d'observer la totalité de la feuille ?

Réponse : Le champ de vision doit être supérieur ou égal à la taille de la feuille

$$H_x = (C_x \cdot D) / f = (8.8 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}) / 25 \text{ mm} = \underline{352 \text{ mm} > 297 \text{ mm}}$$

$$H_y = (C_y \cdot D) / f = (6.6 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}) / 25 \text{ mm} = \underline{264 \text{ mm} > 210 \text{ mm}}$$

**Oui c'est possible de visualiser la totalité de la feuille car  $H_x > L_x$  et  $H_y > L_y$** **1pt**

2/ Calcule de la résolution  $R_y$  sachant que  $R_x = 800\text{px}$  et  $P_x = P_y = P$  (Précision) **par 02 méthodes**

**2pts****Méthode 1 :**  $R_x \rightarrow H_x$ 

$$R_y \rightarrow H_y \quad \text{donc } \mathbf{R_y} = (R_x * H_y) / H_x = (800\text{px} * 264\text{mm}) / 352\text{mm} = \mathbf{600\text{px}}$$

**Méthode 2 :**  $R_x \rightarrow C_x$ 

$$R_y \rightarrow C_y \quad \text{donc } \mathbf{R_y} = (R_x * C_y) / C_x = (800\text{px} * 6.6\text{mm}) / 8.8\text{mm} = \mathbf{600\text{px}}$$

**Méthode 3 :** par précision  $P_x = P_y = P$ 

$$R_x = H_x / P \quad \text{donc } \mathbf{P} = \mathbf{H_x / R_x} = (352\text{mm} / 800\text{px}) = \mathbf{0.44\text{mm/px}}$$

$$\mathbf{R_y} = H_y / P = 264\text{mm} / 0.44(\text{mm/px}) = \mathbf{600\text{px}}$$

**Méthode 4 :** Par la taille du pixel ( $P_x = P_y$  càd pixel carré  $c_x = c_y = c$ )**La taille de pixel (c) = taille du capteur en mm / Résolution en pixels**

$$c_x = C_x / R_x = 8.8\text{mm} / 800\text{px} = 0.011\text{mm/px}$$

$$R_y = C_y / c = 6.6\text{mm} / 0.011(\text{mm/px}) = \mathbf{600\text{px}}$$

3/ Calcule de la taille des pixels :

**1pt****La taille de pixel (c) = taille du capteur en mm / Résolution en pixels**

$$c_x = C_x / R_x = 8.8\text{mm} / 800\text{px} = 0.011\text{mm} = \mathbf{11\mu\text{m}} \text{ par pixel}$$

$$c_y = C_y / R_y = 6.6\text{mm} / 600\text{px} = 0.011\text{mm} = \mathbf{11\mu\text{m}} \text{ par pixel}$$

4/ Pour une meilleure précision on suggère de profiter de tout le champ de vision possible avec cette caméra, càd faire rapprocher la feuille le maximum, soit on minimise la distance ou on augmente la focale (zoom)  $\rightarrow$  **On utilise la longueur de la feuille  $L_x$  comme un champ de vision  $H_x$**

**1pt****Méthode 1 : Par distance :**

$$D' = (L_x * f) / C_x = (297 * 25) / 8.8 = 843.75\text{mm}$$

Si  $H_y > L_y$  avec cette distance alors la solution est valide.

$$H_y = (D' * C_y) / f = (843.75 * 6.6) / 25 = 222.75\text{mm} > 210\text{mm}$$

$$\text{Calcul de la nouvelle précision } P_x = H_x / R_x = 297 / 800 = \mathbf{0.37 \text{ mm/px}}$$

$$P_y = H_y / R_y = 222.75 / 600 = \mathbf{0.37 \text{ mm/px}}$$

**1pt****Ou Méthode 2 : Par focale**

$$f' = (D * C_x) / H_x = (1000 * 8.8) / 297 = 29.63 \text{ mm}$$

Si  $H_y > L_y$  avec cette focale alors la solution est valide.

$$H_y = (D * C_y) / f' = (1000 * 6.6) / 29.63 = 222.75\text{mm} > 210\text{mm}$$

**Donc  $P_x = P_y = 0.37 \text{ mm/px}$  (même application dans la méthode 1)****Exercice 02**

Données :

- Camera linéaire
- Object cylindrique  $H=20\text{cm}$
- Diamètre  $\Phi=8\text{cm}$
- Vitesse de rotation (vitesse angulaire)  $\Omega=60 \text{ tour/min} = 1 \text{ tour/second}$
- $P_T = P_L$  lorsque  $N=10000$  impulsion par tour (ou 10000 lignes)

1/ Fréquence ligne  $F = ?$  et Résolution  $R = ?$

Il faut trouver  $P_L$  et  $P_T$  avant.

Méthode 1:

$$N = \Delta d / P_L$$

$$P_L = (\pi * \Phi) / N = (3.14 * 0.08m) / 10000 = \boxed{25 * 10^{-6} \text{ m/ligne} = 25 \mu\text{m /ligne}}$$

Méthode 2 :

$$10000 \text{ impulsions(lignes)} \rightarrow 1 \text{ tour ( C\grave{a}d } \pi * \Phi)$$

$$1 \text{ impulsion} \rightarrow P_L$$

$$\text{donc } P_L = (\pi * \Phi) / 10000 = (3.14 * 0.08m) / 10000 = \boxed{25 * 10^{-6} \text{ m/ligne}}$$

$$F = V / P_L \text{ tel que } V \text{ est la vitesse linéaire} = \Delta d / 1\text{sec} = (\pi * \Phi) = 0.25\text{m/s}$$

$$\boxed{F = (0.25 / 25 * 10^{-6}) = 10000 \text{ lignes/s}}$$

2.5pts

La résolution  $R = ?$ .

$$\text{Nous avons } P_L = P_T \text{ et } R = H / P_T \text{ donc } \boxed{R = 0.2m / 25 * 10^{-6} = 8000\text{px}}$$

Une autre méthode sans calculer  $P_L$  et  $P_T$  :

2.5pts

$$\Delta d = (\pi * \Phi) \text{ m}$$

$$V = (\pi * \Phi) \text{ m/s}$$

$$V = (F * \Delta d) / N \rightarrow F = (V * N) / \Delta d$$

$$F = ((\pi * \Phi) * N) / (\pi * \Phi)$$

$$F = \boxed{10000 \text{ lignes/s}}$$

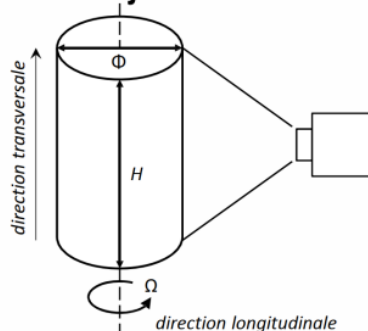
Nous avons  $F = V / P_L$  ,  $R = H / P_T$  et  $P_L = P_T$

$$P_L = P_T \rightarrow H / R = V / F$$

$$\boxed{R = (F * H) / V = (10000 * 0.2) / (3.14 * 0.08) = (2000 / 0.25) = 8000\text{px}}$$

2/

Cas d'un objet en rotation



2pts