

SY28 - TD 3

Exercice : Localisation collaborative de trois robots

On considère trois robots à deux roues qui bougent dans un milieu intérieur. Le but est de localiser les robots par rapport à un repère global noté R.

Chaque robot i est doté de capteurs proprioceptifs qui permettent de mesurer le déplacement et la rotation élémentaires : $\Delta_{i,k}$, $\omega_{i,k}$. Ces deux mesures sont obtenues à partir des **encodeurs**.

Chaque robot est encore équipé d'un **gyro** et d'une **caméra (ou Lidar)**. Chaque robot i peut alors mesurer la pose relative de chacun des autres robots par rapport à son propre repère. Par contre, pour s'approcher de la simulation que vous allez réaliser au niveau du projet, on suppose que, du fait d'une erreur d'enregistrement des données, on a accès aux poses relatives exprimées par rapport au repère global. Pour cela, une reconstruction des mesures sera nécessaire pour les exprimer par rapport aux repères locaux. Dans ce but, vous avez besoin des caps (*yaw*) des robots qui sont obtenus à partir des gyros.

Dans le dossier mis à votre disposition, vous pouvez accéder à $\Delta_{i,k}$, $\omega_{i,k}$ de chaque robot. De même, vous pouvez accéder aux poses relatives notées X_{ji} : X_{ji} représente la pose relative du robot j par rapport au robot i , exprimée dans le repère global.

La vérité terrain $[x_i, y_i]_k$ de chaque robot vous est fournie. La fréquence des données est de 5Hz.

Les poses initiales des robots sont :

$$X_1 = [x_1, y_1, \theta_1] = [0, 0, 0]^T$$

$$X_2 = [x_2, y_2, \theta_2] = [0, -0.5, 0]^T$$

$$X_3 = [x_3, y_3, \theta_3] = [0, 0.5, 0]^T$$

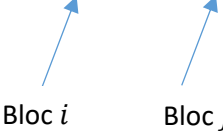
On considère que le système est constitué de ces trois robots et ce nombre ne bouge pas au cours du temps. Autrement dit, la dimension du vecteur d'état est constante.

- 1- Avec les données fournies et en se basant sur le fichier « main.m », implémentez le modèle de prédiction du filtre informationnel de ces trois robots.
- 2- Comparez les poses avec la vérité terrain. Tracer la courbe de l'erreur et calculer l'erreur moyenne. Tracez les erreurs suivant les axes x et y et les régions $\pm 3 \times \sigma_x$ et $\pm 3 \times \sigma_y$. Commentez le résultat.
- 3- Réalisez la localisation collaborative en supposant que tous les robots s'observent. Pour cela, vous devez compléter le fichier robot3_Sy28.
- 4- Comparez les trajectoires avec la vérité terrain et avec les trajectoires de la question 1.
- 5- Modifiez le programme pour considérer le cas où seulement les robots 1 et 2 s'observent. Comparer avec les questions 4 et 1.

Annexe : Cas général N robots et M observations

En partant des démonstrations faites dans le cours et dans le cas où le robot i observe le robot j , le vecteur d'observation estimé peut s'écrire sous la forme :

$$\widehat{Z}_k^{ji} = \gamma^T(\theta_{k/k-1}^i) \begin{pmatrix} 0_{3 \times 3} & \dots & -I_{3 \times 3} & \dots & I_{3 \times 3} & \dots & 0_{3 \times 3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^1 \\ y^1 \\ \theta^1 \\ \vdots \\ x^i \\ y^i \\ \theta^i \\ \vdots \\ x^j \\ y^j \\ \theta^j \\ \vdots \\ x^N \\ y^N \\ \theta^N \end{pmatrix}_{k/k-1}$$



$$H_k^{ji} = \frac{\partial Z_k^{ji}}{\partial X} \bigg|_{X_{k/k-1}} = \gamma^T(\theta_{k/k-1}^i) h_k^{ji}$$

avec :

$$h_k^{ji} = \begin{pmatrix} & \text{Bloc } i & & \text{Bloc } j \\ & -1 & 0 & y_{k/k-1}^j - y_{k/k-1}^i \\ 0_{3 \times 3} & \dots & 0 & -1 & -x_{k/k-1}^j + x_{k/k-1}^i & \dots & I_{3 \times 3} & \dots & 0_{3 \times 3} \\ & 0 & 0 & & -1 & & & & \end{pmatrix}$$

soit :

$$h_k^{ji} = \begin{pmatrix} 0_{3 \times 3} & \dots & \widetilde{h}_k^{ji} & \dots & I_{3 \times 3} & \dots & 0_{3 \times 3} \end{pmatrix}$$

et :

$$\widetilde{h}_k^{ji} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & y^j - y^i \\ 0 & -1 & -x^j + x^i \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}_{k/k-1}$$

$$\gamma(\theta_k^i) = \begin{pmatrix} \cos \theta_k^i & -\sin \theta_k^i & 0 \\ \sin \theta_k^i & \cos \theta_k^i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$