

BE noté : Localisation indoor

Dans ce BE, on cherche à localiser un robot dans un bâtiment à explorer. Le bâtiment (figure 1) est modélisé par des segments $[a,b]$ dont les coordonnées sont données dans le fichier « bâtiment.csv ». La structure du fichier est la suivante :

Abscisse point a	0	7	7	...
Ordonnée point a	0	2	-3	...
Abscisse point b	7	7	15	...
Ordonnée point b	0	-3	-3	...

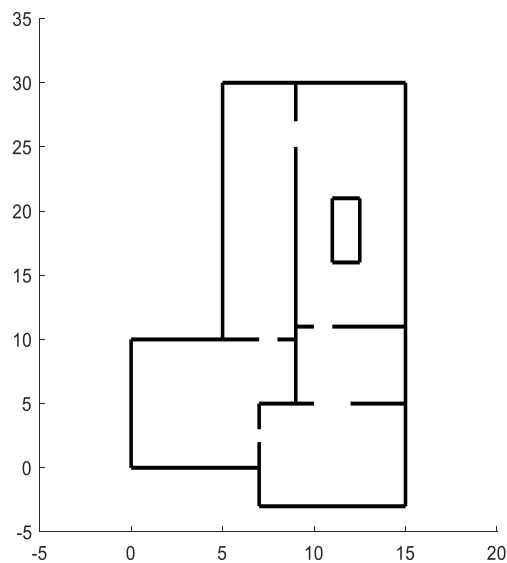


Figure 1 – Plan du bâtiment

Le robot utilisé est présenté figure 2 et ses équations d'état sont :

$$\begin{pmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\vartheta} \\ \dot{\delta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \vartheta \cos \delta \cos \theta \\ \vartheta \cos \delta \sin \theta \\ \vartheta \sin \theta + \alpha_1 \\ u_1 + \alpha_2 \\ u_2 + \alpha_3 \end{pmatrix}$$

Où α_1 , α_2 et α_3 sont des bruits blancs gaussiens de variance 0.05dt. u_1 et u_2 sont les consignes d'accélération et de variation de cap, données dans le fichier « consigne.csv ».

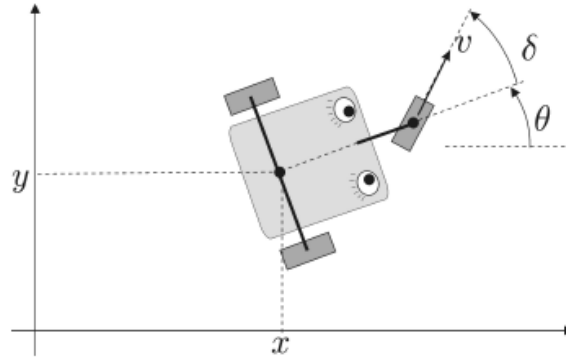


Figure 2 – Robot considéré

On considère le vecteur d'état initial :

$$u_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2.2 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

1. Réaliser une simulation permettant de visualiser l'évolution du robot dans le bâtiment avec $dt=0.5s$

Le robot est équipé d'une boussole qui permet de connaître θ avec une grande précision et un capteur d'angle qui fournit δ (dans le cadre du BE ces valeurs sont obtenues à partir de la simulation de la question 1)

2. Donner une forme linéaire à ce problème
3. Utiliser un filtre de Kalman pour prédire la position du robot et la matrice de covariance associée.
4. On suppose que la position finale est identique à la position de départ. Utiliser cette information pour améliorer la position avec un lisseur.

Afin d'améliorer la précision de la localisation, on dispose 4 balises à l'extérieur du bâtiment qui permettent au robot de connaître sa distance à chacune des balises. Les balises sont situées aux coordonnées $(-2,-5)$, $(17,-5)$, $(17,32)$ et $(-2,32)$. Les mesures ont une variance de 0.02 et sont effectuées toutes les 10s. Les valeurs obtenues sont données dans le tableau suivant :

Temps (s)	Balise 1	Balise 2	Balise 3	Balise 4
0	7.8	17.5	33.8	29.9
10	14.1	10.2	30.4	31.9
20	19.8	16.4	22.7	25.2
30	27.6	22.5	14.9	21.8
40	33.9	31.9	8.3	14.1
50	30.2	31.3	13.7	10.9
60	23.5	22.8	18.1	19.0
70	16.4	17.4	25.3	24.6
80	13.8	21.4	28.7	23.6

5. Donner l'équation d'observation associé aux mesures des distances avec les balises
6. Linéariser l'équation d'observation
7. Donner les nouvelles positions et matrices de covariances obtenues par le filtre de Kalman en utilisant l'équation d'observation
8. Donner les positions et matrices de covariances obtenues avec un lisseur de Kalman

On équipe le robot d'un odomètre afin de connaître sa vitesse avec une variance de 0.06 (on prendra les valeurs obtenues dans la question 1).

9. Donner l'équation d'observation associée
10. Implémenter un filtre de Kalman intégrant les équations d'observation correspondant aux mesures des distances avec les balises et la vitesse fournie par l'odomètre.

Afin d'améliorer le positionnement du robot sans utiliser de balises extérieures on équipe le robot d'un LIDAR 8 directions qui réalise des mesures toutes les 5s. Les mesures obtenues sont données dans le fichier « LIDAR.csv ».

11. Vérifier graphiquement la cohérence des mesures avec le plan du bâtiment
12. Proposer une méthodologie pour exploiter les données issues du LIDAR
13. Implémenter votre proposition.