

# BE : Système de navigation multi-senseurs CNAM 2021 - 2022

Damien Vivet & Eric Chaumette

Novembre 2021

## Introduction

L'objectif de ce BE est de mettre en application le Filtrage de Kalman dans le contexte de la robotique autonome et plus précisément de la navigation multi-senseurs.

L'application visée consiste en la localisation et la navigation d'un robot mobile simple dans un monde 2D. Ce même type d'algorithme est utilisé pour la navigation autonome de véhicule comme celui de l'équipe Navigation de la figure 1.



FIGURE 1 – Type de robot mobile utilisant des algorithmes de navigation multi-senseurs

La plateforme mobile est équipée de centrales inertielles, de capteurs GNSS, de caméras stéréo et monoculaires, d'un Laser 3D ainsi que d'un système de positionnement de référence. L'ensemble de ces capteurs est utilisé dans des approches de navigation multicapteur.

Dans le cadre de ce BE, le robot simulé est équipé avec des capteurs proprioceptifs dont des capteurs de vitesses linéaires et angulaire et d'un système de positionnement GNSS (GPS). Un laser 2D est également disponible.

Les objectifs sont :

- Comprendre le principe d'un filtrage de Kalman,
- Mettre en place un modèle d'évolution de véhicule,
- Mettre en place différents modèles d'observation,

— Réaliser un premier algorithme de SLAM simplifié.  
Ce BE sera réalisé sur MATLAB en utilisant les fichiers de mesure simulés fournis.

## 1 Prise en main de l'environnement et des données

Le robot est équipé d'un capteur de vitesse fournissant les informations suivantes :  $V = \{V_x, V_y\}$ , d'un capteur de vitesse angulaire  $w$ , d'un capteur GNSS ainsi que d'un lidar 2D fournissant une liste d'impacts, chaque impact appelé amer contient les données suivantes :  $amer = \{\rho, \theta, ID\}$ . Ces capteurs sont tous synchronisés et fournissent des données à la fréquence de  $F_s = 1Hz$

Il est à noter que l'expérimentation a été réalisé avec des capteurs de trois gammes différentes. Chaque enregistrement correspond à un fichier de données différent dont les variances sont fournies dans le tableau suivant :

- *GPS\_S1.mat* et *SLAM\_Noise\_1.mat* : données acquises avec des capteurs très bon
- *GPS\_S2.mat* et *SLAM\_Noise\_2.mat* : données acquises avec des capteurs de qualité moyenne
- *GPS\_S3.mat* : données acquises avec des capteurs bas coût

	$\sigma_{V_x}$	$\sigma_{V_y}$	$\sigma_w$	$\sigma_\rho$	$\sigma_\theta$
Data 1	0.01	0.01	0.005	0.05	0.005
Data 2	0.1	0.1	0.05	2	0.05
Data 3	0.5	0.5	0.15	N.A.	N.A.

## 2 Positionnement d'un robot mobile par GNSS

Le robot navigue dans un environnement inconnu en présence de 4 satellites GPS. Sa trajectoire est représentée sur la figure 2.

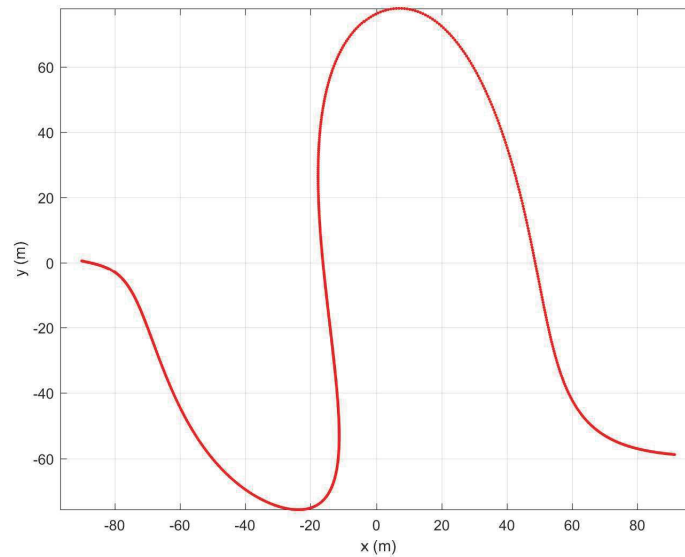


FIGURE 2 – Trajectoire réalisée

## Modèle d'état du robot

On souhaite à tout instant connaître la position 2D du robot  $(x, y)$ . Cela sous-entend également que l'on doit connaître les covariances de ces états.

Ainsi on cherche à chaque point de trajectoire à estimer :

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \text{ et } PX = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_y^2 \end{bmatrix}$$

## Travail à réaliser

Le robot est équipé d'un capteur de vitesse fournissant les informations  $V = \{V_x, V_y\}$  avec une certaine variance  $\sigma_{V_x} = \sigma_{V_y}$ .

1. Coder un modèle d'évolution du robot utilisant les données du capteur de vitesse afin de tracer la trajectoire estimée du robot.
2. On suppose maintenant disposer d'une estimation de la position du robot à partir d'un récepteur GPS. Ecrire un modèle état-mesure prenant en compte les informations disponibles.
3. Proposer un modèle de matrice de covariance du bruit du modèle d'état.
4. ~~Proposer un modèle de matrice de covariance du bruit de mesure GNSS (cf. cours "Introduction to SPP").~~
5. Implémenter le filtre de Kalman associé (cf. cours "Introduction to KF and EKF"). On prendra le cas  $iCase = 1$  ( $algoRef = false$ ).
6. Sur un même graphe, tracer l'évolution au cours du temps : de la position vraie, de la position estimée par le modèle d'évolution du robot (1.), de la position prédite à l'instant  $k$ , de la position filtrée à l'instant  $k$ .
7. Faire tourner le filtre de Kalman obtenu sur les autres cas et proposer une analyse des résultats obtenus.