

FUSION DE DONNÉES PAS FILTRAGE DE KALMAN.

1• OBJECTIF DE CE TRAVAIL.

Il s'agit pour vous de fusionner des données de vitesse et de position permettant d'estimer la position d'un véhicule mobile décrivant une trajectoire bouclée (la position initiale est égale à la position finale).

Pour réaliser cette expérience, vous disposez de deux jeux de données, tous deux issus d'une simulation.

2• LES DONNÉES.

2.1• Simulation.

L'objet de la simulation est un véhicule non holonome idéal (ne glissant pas avec des roues infiniment fines) décrivant une trajectoire bouclée un peu complexe (Figure 1).

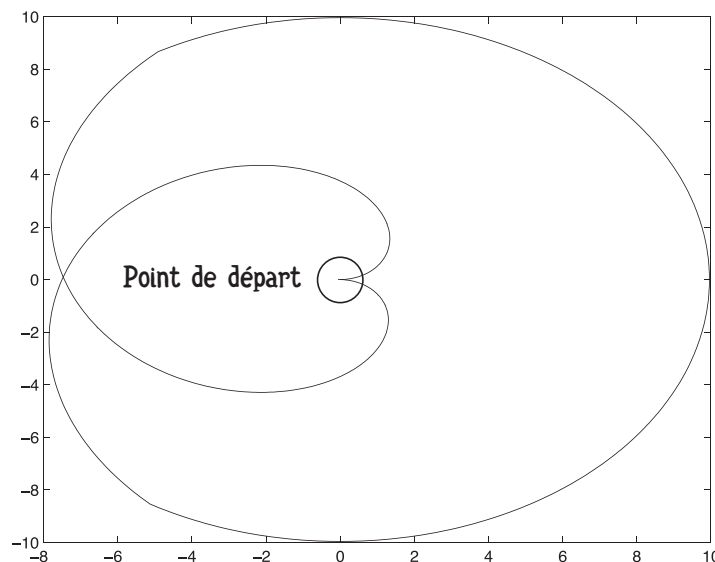


Figure 1 : Trajectoire simulée du robot mobile non-holonome.

2.2• Expérience 1.

Dans la première expérience, on suppose qu'on dispose d'un capteur de positionnement et d'un capteur de vitesse donnant des mesures précises mais entachées de bruits aléatoires (centrés et blancs). Vous pouvez charger ces données qui se trouvent dans le fichier `Experience1.mat`.

x et y sont la trajectoire réelle (simulée), x_{mesure} et y_{mesure} sont les trajectoires données par les capteurs de position (dans le repère scène) tandis que dx_{mesure} et dy_{mesure} sont les vitesses mesurées toujours dans le même repère scène. La donnée `Le bruit` sur les mesures a été estimé au préalable. Les mesures de position sont entachées d'un bruit de variance 0.7 sur l'axe X et de 0.8 sur l'axe Y . Les mesure de vitesse sont aussi entachées de bruit de 0.3 sur l'axe X et 0.2 sur l'axe Y . La donnée `temps` représente la mesure de temps à chaque acquisition. On suppose que l'échantillonnage se

fait à temps constant. Les positions sont données en mètre, les vitesses en mètre par seconde et le temps en secondes.

On suppose que les données sont d'une précision infinie (pas de troncature due à la numérisation).

2.3• Expérience 2.

La seconde expérience est un peu plus réaliste. On suppose que les données de position sont issues d'un capteur par triangulation (comme un GPS ou un système de vision avec cible). Ces données sont toujours entachées du même bruit d'acquisition mais issues de données numérisées à faible résolution. Cette faible résolution est simulée en tronquant les données à l'entier le plus proche.

D'autre part, on ne dispose plus du vecteur vitesse dans les deux directions mais du vecteur d'avancée du robot (c'est à dire de la norme du vecteur vitesse). Cette donnée est entachée d'un bruit de variance 0.3.

Toutes ces données (ainsi que la trajectoire simulée) sont disponibles dans le fichier `Experience2.mat`. Ce fichier contient les données `X_mesure` et `Y_mesure` (mais ayant subi une troncature cette fois-ci) ainsi que `Vitesse_mesure` qui est la mesure d'avancée du robot et `temps`.

3• QUELQUES PRÉCISIONS SUR LE ROBOT.

Ces précisions sont là pour vous aider à développer votre filtre de Kalman.

3.1• Modèle de déplacement.

La solution immédiate qui vous viendrait à l'esprit serait de modéliser complètement le robot mobile non-holonyme. Ce n'est pas la solution la plus simple et surtout elle risque de vous mener vers des modèles non-linéaires (qui ne sont pas la spécialité des filtres de Kalman). Nous vous conseillons donc d'adopter la solution suivante : vous supposez que le mouvement du véhicule peut être approximé par une équation du type :

$$x_{k+1} = x_k + \Delta t \dot{x}_k + \frac{\Delta t^2}{2} \ddot{x}_k, \quad \dot{x}_{k+1} = \dot{x}_k + \Delta t \ddot{x}_k \quad (\text{et idem en } y).$$

Le robot mobile ne donnant pas des accélérations très fortes pendant sa trajectoire, celle-ci peut être considérée comme une perturbation de variance σ à spécifier.

3.2• Modèle de mesure.

Si la relation entre la mesure et les observations dans la première expérience est triviale et linéaire, il n'en est pas de même dans la seconde expérience. Le plus simple est de supposer que la mesure de vitesse d'avancée v_k est reliée à \dot{x}_k et \dot{y}_k par :

$$v_k = \sqrt{(\dot{x}_k)^2 + (\dot{y}_k)^2}.$$

4• EXPÉRIMENTATION.

Dans un premier temps chargez les données de chaque expérimentation et visualisez les. Visualisez la trajectoire mesurée sur la trajectoire réelle. Reconstituez la trajectoire à l'aide des données de vitesse et superposez cette trajectoire reconstruite sur la trajectoire originale. Tirez-en des conclusions.

Ecrivez les équations d'évolution et de mesure, écrivez puis implantez votre filtre de Kalman. N'oubliez pas de paramétrer votre solution de façon à pouvoir jouer sur les différents paramètres. Entre autre essayez ce qui se passe lorsque sont modifiés :

- l'initialisation du vecteur d'état,
- l'initialisation de la matrice de variance de l'état (P_k),
- la variance de l'accélération (σ),
- la prise en compte (ou non) du fait que la troncature amène une erreur supplémentaire (on vous rappelle à l'occasion que la variance d'un variable suivant une distribution uniforme entre a et b est $(b-a)/12$ et qu'une troncature peut être considérée comme générant un bruit uniforme entre les bornes de troncature).