
Robotique: modélisation et commande

GMC714 - DEVOIR NO1 INTRODUCTION À LA COMMANDE NON-LINÉAIRE

Préparé par
Pr. Alexandre GIRARD



Université de Sherbrooke

INSTRUCTIONS:

Vous pouvez faire les calculs à la main ou avec un script Matlab ou Python.
Vous pouvez consulter vos collègues pour vous entraider, mais chacun doit individuellement effectuer une résolution et produire un devoir.

La remise doit être un seul *pdf* qui contient tous vos résultats et calculs.

ÉVALUATION SELON UNE ÉCHELLE DESCRIPTIVE GLOBALE:

- A** : L'étudiant arrive à toute les solutions, avec seulement des erreurs mineures, et démontre qu'il maîtrise les notions abordées dans le devoir.
- B** : L'étudiant n'arrive pas à obtenir toutes les solutions, mais démontre qu'il a en bonne partie assimilé les notions abordées dans le devoir du à un effort soutenu de résoudre chacun des numéros.
- C** : L'étudiant n'arrive pas à obtenir la majorité des solutions, ne démontre pas qu'il a assimilé les notions abordées dans le devoir et travaillé sérieusement sur chacun des numéros.
- E** : L'étudiant ne présente aucune démarche sérieuse.

Tutoriels recommandés

1) Introduction à Pyro

On va utiliser une librairie Python à plusieurs reprise dans le cours (<https://github.com/SherbyRobotics/pyro>), je vous recommande de suivre les tutoriels suivants pour avoir une vision globale de son fonctionnement: <https://github.com/SherbyRobotics/pyro#how-to-use>

2) Introduction à l'espace des phases



Exercice de code

Introduction à l'espace des phases

<https://colab.research.google.com/drive/1t6BVw32Vn2AjcnWuQmmQLsCRnxQyoRgc?usp=sharing>

1 Dynamique latérale d'un véhicule

Compétences à développer dans ce devoir

- Être capable d'interpréter l'espace des phase d'un système dynamique.
- Utiliser l'espace des phases d'un système pour conclure sur la stabilité d'un système.
- Analyser l'effet d'une boucle fermée dans l'espace des phases

Un modèle simple pour analyser le comportement de véhicules est le modèle bicyclette décrit à la Figure 1. Ici on désire utiliser ce modèle pour développer un contrôleur latéral: asservir la position latérale y en contrôlant l'angle de la direction δ . Dans ce contexte la variable x est ignorée et la vitesse v est considérée comme constante. À l'aide de l'amorce de code et de l'environnement de simulation disponible au lien suivant:



Exercice de code

Commande latérale modèle bicyclette

<https://colab.research.google.com/drive/183p93qiatzJJJ6QXXZo47k0ZBcMiq5Ub?usp=sharing>

a) Testez la loi de commande:

$$\delta = 0.5 * (y_d - y) \quad (1)$$

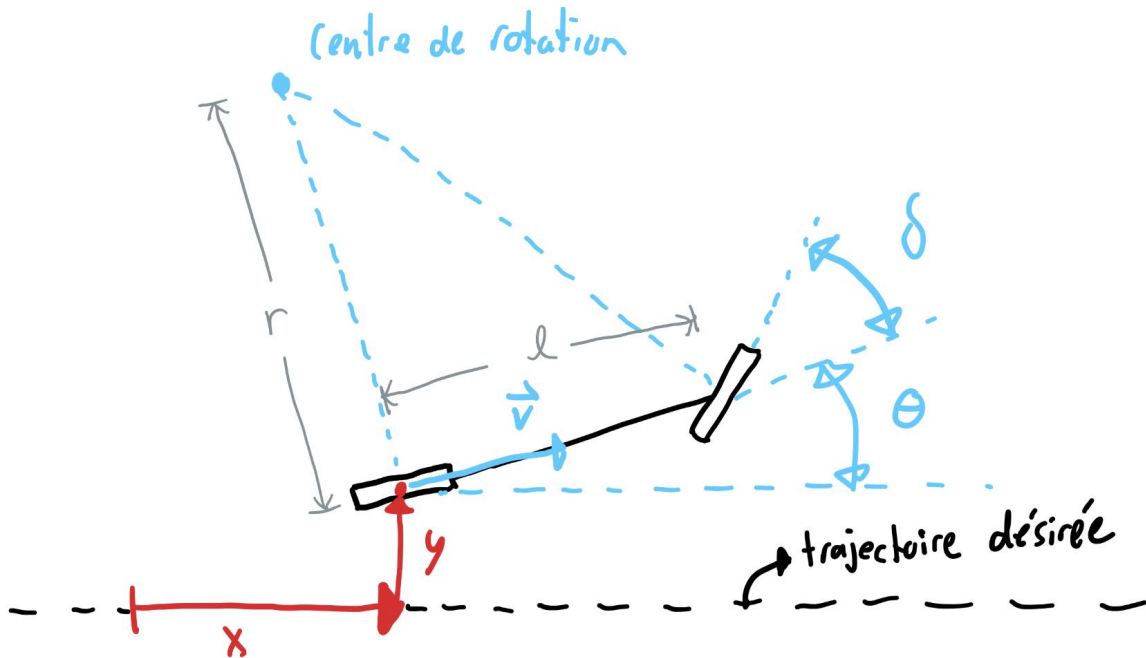
et observez l'effet sur l'espace des phases. Exécutez quelques simulations avec divers conditions initiales. Tirez des conclusions sur la performance de cette loi de commande (stabilité, convergence, etc.).

b) Proposez une nouvelle loi de commande linéaire plus performante, observez l'effet sur l'espace des phases et exécutez quelques simulations avec divers conditions initiales. Tirez des conclusions sur la performance de cette loi de commande (stabilité, convergence, etc.).

Note Vous pouvez simplement modifié la ligne $\delta = 0.5 * (y_{desired} - y_{car})$ dans le code pour remplacer par vos nouvelles lois de commandes.

c) Comment se comporte votre loi de commande lorsqu'on initialise (conditions initiales) le système loin de la cible?

d) Proposez une loi de commande non-linéaire qui fonctionne peut importe les conditions initiales.



x : position longitudinale
 y : position latérale
 θ : position angulaire
 l : longueur du véhicule

δ : angle de la direction
 \vec{v} : vecteur vitesse de la roue arrière
 v : $\|\vec{v}\|$ amplitude du vecteur vitesse
 r : rayon de courbure de la trajectoire

Cinématique

$$\begin{aligned} \dot{x} &= v \cos \theta \\ \dot{y} &= v \sin \theta \end{aligned}$$

Contrainte "no-slip"

$$\dot{\theta} = \frac{v}{r} \quad \tan \delta = \frac{l}{r}$$

Figure 1: Modèle bicyclette d'un véhicule