

# Commande et évitement d'obstacles

Théorème de stabilité de Lyapunov et méthode des cycles-limites

L'objectif de ce 3ème TP est de réaliser la navigation d'un robot mobile de type unicycle dans un environnement encombré (cf. Fig 1). Plus spécifiquement ce TP aborde la synthèse des lois de commande en utilisant le théorème de stabilité de Lyapunov (cf. polycopié du cours AURO12) et l'utilisation de la méthode des [cycles-limites](#) pour réaliser un évitement d'obstacles réactif. On va s'appuyer dans ce TP sur l'article fourni dans le répertoire de travail [1] (cf. ObstacleAvoidanceArticle.pdf).

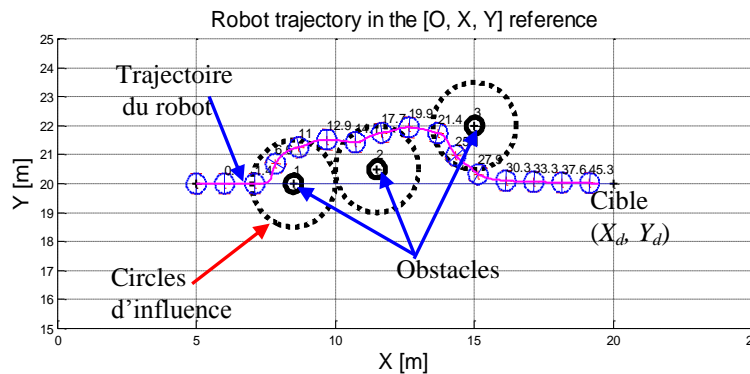


Fig. 1 Navigation d'un robot mobile dans un environnement encombré

## I) Modèle cinématique du robot

Dans la section III.B de l'article, le modèle cinématique d'un point  $P_i$  fixe par rapport à un robot mobile de type unicycle est donné par l'équation (1). Démontrez que ce modèle n'est autre que la généralisation du modèle cinématique d'un unicycle donné dans le cours d'AURO12.

Le modèle cinématique du robot mobile est implémenté dans la fonction *SF\_Unicycle.m*. Regardez attentivement l'ensemble des programmes Matlab/Simulink constituant le mini-logiciel fourni, spécifiquement *ProgrammePrincipal.m*, *CoordinationControleurs.m* et le fichier Simulink *ArchitectureControleNavigation.mdl* (Fig. 2). Ecrivez en langage algorithmique les différentes étapes liées à la commande du robot mobile.

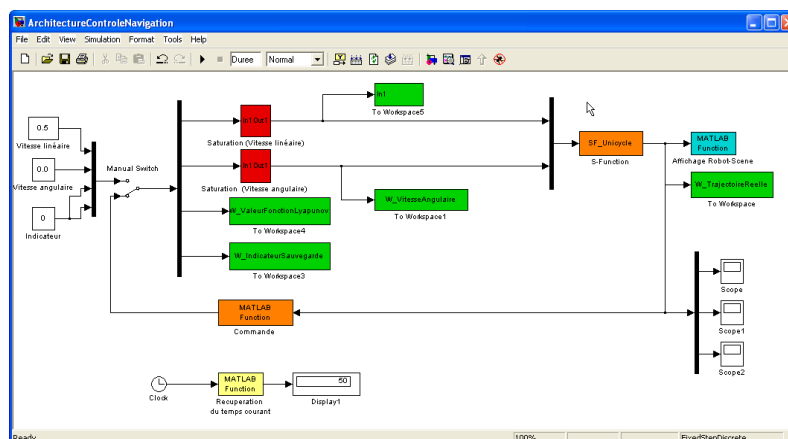


Fig. 2 Schéma Simulink utilisé pour les simulations

## II) Synthèse de commande en utilisant le théorème de stabilité de Lyapunov

L'une des tâches élémentaires qu'un robot mobile doit pouvoir réaliser dans son environnement consiste à aller vers une position désirée ( $X_d$ ,  $Y_d$ ) d'une manière stable et précise. Ceci est réalisé en utilisant la loi de commande proposée dans [1] (cf. équation 3).

- Démontrez en utilisant le théorème de stabilité de Lyapunov que la loi de commande proposée va garantir la convergence des erreurs ( $e_x$  et  $e_y$ ) vers zéro.
- Implémentez cette loi de commande en modifiant la fonction *CommandeAttraction.m*.

## III) Evitement d'obstacles avec la méthode des cycles-limites

Plusieurs méthodes sont proposées dans la littérature pour réaliser l'évitement d'obstacles pour un robot mobile. Citez les méthodes que vous connaissez. Commentez.

La méthode des cycles-limites (cf. [1] section III.B.2) va être implémentée dans ce qui suit. Avant de commencer, mettez en commentaire la partie « Forcer l'activation du contrôleur d'attraction vers la cible » de la fonction *CoordinationControleurs.m* et enlever les commentaires de la partie « Processus de Sélection » du même fichier .m.

- Pour commander le robot, celui-ci doit connaître avec précision la configuration dans laquelle il se trouve et ce pour prendre les décisions les plus pertinentes. A ces fins, vous devez compléter et modifier les parties de code de *VariablesCommandeEvitement.m*, plus spécifiquement :
  - l'équation (12) de l'algorithme d'évitement d'obstacles,
  - les équations (5) et (6).
- Démontrez en utilisant le théorème de stabilité de Lyapunov que la loi de commande proposée (9) va garantir la convergence de l'erreur d'orientation  $\theta_e$  vers zéro.
- Implémentez la loi de commande d'orientation pour le suivi des cycles-limites. Vous devez modifier pour ceci la fonction *CommandeEvitement.m*.
- Testez l'algorithme de contrôle/commande obtenu en mettant plusieurs obstacles dans l'environnement. Commentez.
- Testez l'influence du paramètre « *Mu* » dans *VariablesCommandeEvitement.m*. Commentez.

## IV) Architecture de contrôle globale

Que pourriez-vous dire de la stabilité de l'architecture de contrôle globale ? Utilisez pour votre analyse la figure représentant l'évolution des fonctions de Lyapunov en fonction du temps.

## Bibliographie

[1] Lounis Adouane, *Orbital Obstacle Avoidance Algorithm for Reliable and On-Line Mobile Robot Navigation*, 9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Robotica'09. Castelo-Branco Portugal.