SORBONNE UNIVERSITÉ

Département des Masters de Sciences de l'Ingénieur
Mention Automatique, Robotique

MASTERS Sdi Sciences de l'ingénieur

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Commande des robots manipulateurs

Responsable de l'UE : Mahdi Khoramshahi (mahdi.khoramshahi@isir.upmc.fr)
Code UE : MU5RBR10-COM
Volumes horaires / étu : 16 h Cours, 6 h TD, 8 h TP
Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS
Parcours-type : ☒ ROBOT ☐ SI ☐ MeDH
Semestre où l'enseignement est proposé : ☐ S1 ☐ S2 ☒ S3 ☐ S4
Langue d'enseignement : ☒ Français ☐ Anglais
Public concerné : ☒ Département SDI ☐ Autre (préciser) :
Localisation : ☒ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique

Ce cours vise à former les étudiants aux principes et aux applications pratiques de la commande des robots manipulateurs, depuis la compréhension de leur dynamique jusqu'à la mise en œuvre de stratégies de commande avancées. L'enseignement met l'accent sur une compréhension approfondie de la dynamique des systèmes et de la théorie de la commande appliquée à la robotique.
Mots-clés : Dynamique des actionneurs, commande mono-articulaire, commande anticipative, couples précalculés, commande dans l'espace articulaire, commande dans l'espace opérationnel, planification du mouvement, interpolation de trajectoire, cinématique inverse sous contraintes, programmation quadratique, commande adaptative des robots manipulateurs, interaction physique, commande en impédance/admittance, stabilité des boucles de commande robotique, manipulation robotique.

Prérequis

Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :
- Calcul différentiel et intégral (à une et plusieurs variables), algèbre linéaire, équations différentielles
- Dynamique linéaire et commande
- Notions fondamentales de mécanique (notamment dynamique et cinématique)
- Recommandé : commande non linéaire, commande optimale, commande adaptative
- Recommandé : connaissance de ROS et programmation en Python

Acquis d'apprentissage visés (AAV)

À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Comprendre la dynamique d'une articulation robotique unique, notamment la dynamique d'un moteur à courant continu et l'effet de la transmission.
2. Comprendre et appliquer des correcteurs PD et PID à une articulation unique.
3. Comprendre et appliquer des méthodes de planification et d'interpolation de trajectoire à une articulation unique.
4. Comprendre et appliquer une commande anticipative à un robot manipulateur.
5. Appliquer et analyser la commande décentralisée d'un robot plan à deux dimensions.
6. Comprendre la commande centralisée des robots manipulateurs.
7. Comprendre et appliquer le théorème de stabilité de Lyapunov.
8. Appliquer et analyser la commande centralisée des robots manipulateurs.
9. Comprendre la commande du mouvement des robots manipulateurs.
10. Appliquer différents types de correcteurs pour la commande du mouvement.
11. Comprendre différentes approches de la commande dans l'espace opérationnel.

12. Comprendre les concepts fondamentaux de l'interaction robotique avec l'environnement et les humains.

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Dynamique d'une articulation robotique unique, effet de la transmission		AVV1-2
S2	C2	Commande de position et commande décentralisée		AVV3-4
S3	C3 / TD1	Méthodes de planification et d'interpolation de trajectoire		AAV5
S4	C4	Commande anticipative		AAV6
S5	TP1	Commande décentralisée d'un robot plan à deux dimensions		AAV6
S6	C5 / TD2	Commande dans l'espace articulaire, commande centralisée		AAV8-9
S7	TP2	Commande centralisée d'un robot plan à deux dimensions		AAV10
S8	C6	Commande du mouvement, commande adaptative des robots manipulateurs		AAV11-12
S9	C7	Commande dans l'espace opérationnel		AAV13-14
S10	C8 / TD3	Commande d'interaction : commande en impédance/admittance		AAV15

Déroulement de l'UE

L'UE est divisée en quatre séquences successives :
- Séquence 1 : introduction, commande mono-articulaire et génération de trajectoire (C1/2/3 + TD1 + Quiz1)
- Séquence 2 : commande anticipative, commande décentralisée (C4 + TP1)
- Séquence 3 : commande dans l'espace articulaire, commande centralisée (C5 + TD2 + TP2 + Quiz2).
- Séquence 4 : thèmes avancés de la commande des manipulateurs (C6/7/8 + TD3)

Modalités d'évaluation des acquis d'apprentissage (1ère session)

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S6	Individuel	Présentiel	Quiz	AAV 1-5	5 %
S12	Individuel	Présentiel	Quiz	AAV 6-9	5 %
S6	collectif	Présentiel	TP	AAV 1-10	30 %
S12	Individuel	Présentiel	Ecrit	AAV 1-15	60 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %

Références bibliographiques

— Spong, Mark W., Seth Hutchinson, and Mathukumalli Vidyasagar. Robot modeling and control. John Wiley Sons, 2020.
— Kelly, Rafael, Victor Santibáñez, and Antonio Loría. Control of robot manipulators in joint space. Vol. 693. London : Springer, 2005.
— Chung, Wan Kyun, Li-Chen Fu, and Torsten Kröger. "Motion control." Springer handbook of robotics (2016) : 163-194.

Date de génération de la fiche d'UE : 6 octobre 2026