
PROGRAMME INGÉNIEUR

2024-2025

2e année / 3e année

Option Disciplinaire Robotique

OD ROBOTIQUE

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Abdelhamid CHRIETTE



1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73	12	Tronc commun	COBSS MOROB PROAV VIROB	Commande et observation des systèmes Modélisation des robots manipulateurs Programmation avancée Vision pour la robotique
UE 74	13	Tronc commun	COROB MIDWA P1ROBOTIQUE RASOM VETIN	Conception des robots Middleware Projet 1 Robots aériens et sous-marins Véhicules et transports intelligents

2e Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 83	2	Tronc commun	COMRO INTEG P2ROBOTIQUE PASME PLANI	Commande des robots Intégration Projet 2 Robotique parallèle, sociale et médicale Planification

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Commande et observation des systèmes [COBSS]

Responsable(s) du cours : Franck PLESTAN

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif principal d'introduire les outils de base pour l'analyse et la commande des systèmes linéaires et non-linéaires dans l'approche d'état.

Plan de l'enseignement

Systèmes linéaires

Partie 1: analyse des systèmes (commandabilité, observabilité)

Partie 2: synthèse de régulateurs (retour d'état, observateurs, retour d'état reconstruit)

Partie 3 : stabilité robuste.

Systèmes non-linéaires

Partie 4: analyse des systèmes (accessibilité, observabilité)

Partie 5: synthèse de régulateurs (linéarisation entrée-sortie, commande robuste-mode glissant).

Travaux pratiques:

LAB1: pendule inverse (version linéaire)

LAB2: pendule inverse (version non linéaire)

Bibliographie

- Philippe de Larminat, commande des systèmes linéaires, Hermès science, 2002, 288 p.
- Hassan K. Khalil, Nonlinear Systems, Prentice Hall,, 2002 - 750 pages
- Y. Shtessel, C. Edwards, L. Fridman, A. Levant, Sliding mode control and observation, Springer, New York, 2016.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	8 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Modélisation des robots manipulateurs [MOROB]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif principal d'étudier et de mettre en oeuvre les outils mathématiques pour élaborer les modèles (géométriques, cinématiques et dynamiques) dédiés aux robots manipulateurs et d'en étudier leurs redondance cinématique.

Plan de l'enseignement

- Partie1 : Introduction à la robotique
- Partie2 : Rappel sur la géométrie, cinématique (positionnement : matrice de rotation et dynamique des corps solides)
- Partie3 : Modélisation géométrique direct et inverse des bras manipulateurs
- Partie4 : Modélisation cinématique direct et inverse des bras manipulateurs
- Partie5 : Modélisation dynamique direct et inverse des bras manipulateurs
- Partie6 : Gestion de la redondance cinématique.

Travaux pratiques:

LAB1 : Modélisation géométrique d'un robot 3DDL plan.

LAB2 : Modélisation cinématique d'un robot manipulateur à 6DDL.

LAB3 : Exploitation de la redondance cinématique d'un robot anthropomorphe.

Bibliographie

- W. Khalil, and E. Dombre, Modelling, identification and control of robots, Hermes Penton, London, 2002.
- J. Angeles, Fundamentals of Robotic Mechanical Systems, Springer-Verlag, New York, 2002.
- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo, Robotics: Modelling, planning and control, 1st ed., Springer

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	10 hrs	8 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Programmation avancée [PROAV]

Responsable(s) du cours : Olivier KERMORGANT

Pré-requis

Objectifs

Le langage C++ est devenu incontournable en robotique, il est utilisé entre autres dans la librairie ROS (Robot Operating System).

Le but de cet enseignement est de présenter le langage C++ à travers des exemples pédagogiques.

L'enseignement se déroulera sous forme de séances alternant cours, TD, et travaux pratiques de programmation sur machine.

À l'issue du module, l'étudiant maîtrisera l'emploi d'une chaîne de compilation C++, aura une bonne connaissance des particularités du langage C++, telles que, la programmation par classe, les exceptions, les templates et la redéfinition des opérateurs.

Plan de l'enseignement

- Comment compiler un programme avec CMake
- Utiliser un IDE et les outils de debug
- la syntaxe de base
- la Standard Template Library: conteneurs et algorithmes
- les classes en C++
- les templates
- fonctions lambda

Bibliographie

Christine EBERHARDT, Tout sur le C++, éditions Dunod, 2009, 224 pages, EAN13 : 9782100531899.

Scott Meyer, Effective C++: 55 Specific Ways to Improve Your Programs and Designs (3rd Edition), Addison-Wesley

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	10 hrs	12 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

Vision pour la robotique [VIROB]

Responsable(s) du cours : Elwan HERY

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif de présenter les principes de base en vision (formation des images, traitement d'images 2D, géométrie visuelle et apprentissage profond). Les thèmes abordés concernent la formation des images, les capteurs de vision, les traitements bas niveau, les détecteurs et descripteurs, l'étalonnage des caméras, l'estimation de pose, la géométrie multi-vues et la segmentation sémantique par apprentissage profond.

Plan de l'enseignement

Cours :

- Introduction
- Formation des images 1 : projection perspective et modèles de caméras
- Formation des images 2 : algorithmes d'étalonnage de caméras
- Filtrage et détection de contours
- Détection des points d'intérêt
- Géométrie multi-vues et estimation robuste
- Deep Learning et segmentation sémantique

Travaux dirigés :

- Géométrie projective et modèles de caméras

Travaux pratiques :

TP1 : étalonnage de caméras

TP2 : Détection de points d'intérêt

Bibliographie

- Multiple view Geometry, by R. Hartley and A. Zisserman, 2003.
- Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms, by Peter Corke, 2011.
- Digital Image Processing, by R. C. Gonzalez and R. E. Woods, 2002.
- Computer Vision: Algorithms and Applications, by Richard Szeliski, 2009.
- An Invitation to 3D Vision, by Y. Ma, S. Soatto, J. Kosecka, S.S. Sastry, 2004.
- Course from Davide Scaramuzza: <http://rpg.ifi.uzh.ch/teaching.html>
- OpenCV: <https://opencv.org/>

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	12 hrs	10 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Conception des robots [COROB]

Responsable(s) du cours : Stéphane CARO

Pré-requis

Objectifs

Ce cours porte sur la conception optimale des robots parallèles et série. Certains indices de performance seront fournis et les problèmes de conception seront formulés comme des problèmes d'optimisation. Ces problèmes d'optimisation peuvent être mono- ou multi-objectif et soumis à des contraintes. Les performances de type géométrique, cinématique, cinétostatique, élastostatiques et dynamique des robots sera considéré dans ces problèmes de conception. En outre, certaines routines d'optimisation seront enseignées pour résoudre les problèmes d'optimisation à portée de main.

Plan de l'enseignement

- Partie 1: géométrie, cinématique, cinétostatique, élastostatique et la modélisation dynamique des robots
- Partie 2: Indices de performance: espace de travail régulière maximale, les indices de la dextérité, les facteurs de transmission pour les vitesses et les clés, les indices élastostatiques et élastodynamiques (compte tenu actionneur rigidité seulement), la précision / résolution, la valeur maximale du couple, de l'énergie, etc.
- Partie 3: problème de la non-homogénéité des matrices jacobiniennes
- Partie 4: Analyse de sensibilité des manipulateurs série et parallèle à des erreurs géométriques et les dégagements communs.
- Partie 5: équilibrage statique: utilisation de contrepoids ou ressorts
- Partie 6: la planification de la trajectoire
- Partie 7: mise en place de la tâche optimale
- Partie 8: Optimal et de conception robuste

Bibliographie

- W. Khalil, E. Dombre, Modelling, identification and control of robots, Hermes Penton, London, 2002.
- C. Germain, S. Caro, S. Briot and P. Wenger "Optimal Design of the IRSBot-2 Based on an Optimized Test Trajectory," Proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference IDETC/CIE 2013, August 4-7, 2013, Portland, Oregon, USA.
- S. Briot, A. Pashkevich and D. Chablat, "Optimal Technology-Oriented Design of Parallel Robots for High-Speed Machining Applications," Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2010), 3-8 mai, 2010, Anchorage, Alaska, USA
- Caro, S., Bennis, F. and Wenger, P., 2005, Tolerance Synthesis of Mechanisms : A Robust Design Approach, ASME Journal of Mechanical Design, Vol.127, pp. 86-94, January 2005. hal-00463707
- Wu, G., Bai, S., Kepler, J.A., and Caro, S., 2012, Error Modeling and Experimental Validation of a Planar 3-PPR Parallel Manipulator With Joint Clearances, ASME Journal of Mechanisms and Robotics, Vol. 4(4), pp. 041008-1-041008-12. hal-00832640
- Binaud, N., Cardou, P., Caro, S. and Wenger, P., The Kinematic Sensitivity of Robotic Manipulators to Joint Clearances, Proceedings of ASME Design Engineering Technical Conferences, August 15-18, 2010, Montreal, QC., Canada.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	8 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Middleware [MIDWA]

Responsable(s) du cours : Olivier KERMORGANT

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif principal de faire découvrir l'architecture ROS (Robot Operating System) permettant de faire communiquer des programmes élémentaires, situation très courante en robotique

Plan de l'enseignement

Partie 1: Architecture générale de ROS : noeuds, topics et services

Partie 2: Outils d'aide au développement

Partie 3: Outils avancés intégrés à ROS

Travaux pratiques: Les TP se font sur le robot Baxter de Rethink Robotics

LAB1: Utiliser les noeuds et topics de ROS, écrire des launchfiles

LAB2: Écrire et lire des messages

LAB3: Utilisation du topic TF (transformations entre repères) et des services

LAB4 : La stack navigation

Bibliographie

- Quigley, M., Conley, K., Gerkey, B., Faust, J., Foote, T., Leibs, J., ... & Ng, A. Y. (2009, May). ROS: an open-source Robot Operating System. In ICRA workshop on open source software (Vol. 3, No. 3.2, p. 5).

- <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>

- <https://docs.ros.org/en/foxy/index.html>

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	6 hrs	8 hrs	16 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Projet 1 [P1ROBOTIQUE]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE

Pré-requis

Objectifs

Initier les élèves ingénieurs aux outils de la robotique (modélisation, identification et commande) à travers des projets proposés par les enseignants de l'option.

Plan de l'enseignement

Projet en continu.

Bibliographie

En fonction du sujet

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	1	0 hrs	0 hrs	0 hrs	32 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Robots aériens et sous-marins [RASOM]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif principal d'éclairer l'élève ingénieur sur les problèmes liés à modélisation, la perception, la navigation et la commande des systèmes autonomes type drones aériens et sous-marins.

Plan de l'enseignement

Partie 1: systèmes aériens sans pilote (UAS)

Partie I1-1:

- a voilure fixe (Introduction générale et principes de base de l'aérodynamique, de stabilité et de dérivation d'un modèle dynamique, Contrôle, Aspects de la dynamique du vol et du pilote automatique)
- Voilures tournantes (Introduction à giravions, la modélisation dynamique des giravions, Contrôle de giravions).

Partie 2: Drones Sous-Marins (USV)

Introduction aux systèmes sous-marins, la modélisation dynamique des systèmes sous-marins, le contrôle des systèmes sous-marins.

Travaux Pratiques :

LAB1 : Modélisation et contrôle d'un drone avion.

LAB2 : Modélisation et contrôle d'un drone Quadcopter.

Bibliographie

- Unmanned Aerial Vehicles: Embedded Control, Rogelio Lozano (Editor), February 2013, Wiley-ISTE.
- Advances in Unmanned Aerial Vehicles State of the Art and the Road to Autonomy. Series: Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering, Vol. 33
Valavanis, Kimon P. (Ed.), 2007, XXIV, 543 p.
- Autonomous Underwater Vehicles: Modeling, Control Design, and Simulation, Pushkin Kachroo, Sabiha Wadoo. CRC Press Inc, 14 décembre 2010.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	8 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

Véhicules et transports intelligents [VETIN]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE / Gaëtan GARCIA

Pré-requis

Objectifs

Une première partie du cours vise à donner aux élèves un aperçu des applications des robots mobiles, et leur enseigner les bases de leur modélisation cinématique, ainsi que les outils mathématiques utilisés pour la localisation des véhicules. Une seconde partie du cours aborde quelques-unes des problématiques liées aux interactions homme-machine dans le domaine du transport automobile. L'accent est mis sur une approche pluridisciplinaire de la conception des systèmes, à l'articulation entre psychologie ergonomique et ingénierie. Les illustrations sont essentiellement issues du domaine de l'assistance à la conduite et du véhicule autonome.

Plan de l'enseignement

- Equations des contraintes des robots à roues.
- Mobilité des robots en fonction des types de roues utilisées.
- Modélisation cinématique des robots à roues.
- La fonction de localisation en robotique mobile, avec un gros plan sur l'odométrie et les applications du filtrage de Kalman.
- La Psychologie ergonomique appliquée aux systèmes homme-machine.
- La perception pour le contrôle du déplacement véhiculaire.
- La coopération homme-machine en conduite automobile.
- Le véhicule autonome.

Bibliographie

- C.Canudas, B. Siciliano, G.Bastin (editors), « Theory of Robot Control », Springer-Verlag, second edition 1999, Chapitres 7,8 et 9.
- B.Siciliano, O.Khatib, (editors), « Robots Handbook », Springer-Verlag 2008, Chapitres 17, 34, 35.
- Pierre Dauchez (editor), « Applications non manufacturières de la robotique », traité I2S, Hermès Science Publications 2000, ISBN 2-7462-0165-8.
- Berthoz, A. (1997) Le sens du mouvement, Odile Jacob
- Cacciabue, PC (2007) Modelling Driver Behaviour in Automotive Environments: Critical Issues in - Driver Interactions with Intelligent Transport Systems, Springer
- Jagacinski & Flach (2002). Control Theory for Humans, Quantitative Approaches to Modeling Performance. Lawrence Erlbaum Associates.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	18 hrs	0 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Commande des robots [COMRO]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE

Pré-requis

Objectifs

Ce cours a pour objectif principal d'appliquer les techniques de commande des systèmes non linéaires au cas particuliers des robots manipulateurs et des robots mobiles.

Plan de l'enseignement

Partie 1 : Introduction à la commande classique des robots

Partie 2 : Commande par couple calculé des bras manipulateurs

Partie 3 : Commande position/force

Partie 4 : Introduction à l'identification paramétrique des robots

Partie 5 : Commande des robots mobiles par retour statique, retour dynamique, et Lyapunov

Partie 6 : Suivi de chemin et de trajectoire

Travaux pratiques:

LAB1: Commande par couple calculé d'un bras manipulateur

LAB2: Commande de robots mobiles

LAB3: Identification paramétrique (paramètres géométriques, dynamiques)

Bibliographie

- W. Khalil, and E. Dombre, Modelling, identification and control of robots, Hermes Penton, London, 2002.
- C.Canudas, B. Siciliano, G.Bastin (editors), Theory of Robot Control, Springer-Verlag, 1996.
- R.Siegwart I.R. Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press second edition 2010.
- B.Siciliano, O.Khatib,edt , Robots Handbook, Springer-Verlag 2008, Chapters 17, 34, 35.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	6 hrs	12 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Intégration [INTEG]

Responsable(s) du cours : Gaëtan GARCIA / Olivier KERMORGANT / Vincent FRÉMONT

Pré-requis

Objectifs

Permettre aux étudiants de réaliser un travail de groupe intégrant les notions enseignées dans divers modules de la formation.

Plan de l'enseignement

Le module vise à traiter l'ensemble de la chaîne perception en effort, perception visuelle, étalonnage, contrôle d'un robot manipulateur.

Il se base sur un travail en simulation sous Gazebo et ROS, puis validation sur robot réel (Franka Panda).

Les tâches à réaliser sont les suivantes :

- développement d'une stratégie de coopération avec contraintes de centrage de la mire d'étalonnage
- validation de la stratégie sur le vrai robot, afin d'acquies des photos de la mire
- étalonnage, à partir des photos, hors ligne, de la matrice homogène effecteur/caméra
- développement d'une méthode d'asservissement visuel en simulation
- développement d'une commande hybride vision-force en simulation
- validation de la commande hybride vision-force sur le vrai robot

Bibliographie

Telle que fournie dans chacun des cours dont relève le travail.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	0 hrs	32 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Projet 2 [P2ROBOTIQUE]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE

Pré-requis

Objectifs

Initier les élèves ingénieurs aux outils de la robotique (modélisation, identification et commande) à travers des projets proposés par les enseignants de l'option.

Plan de l'enseignement

Projet en continu.

Bibliographie

Fonction du projet.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	0 hrs	0 hrs	0 hrs	48 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Robotique parallèle, sociale et médicale [PASME]

Responsable(s) du cours : Juan SANDOVAL AREVALO

Pré-requis

Objectifs

Familiariser les étudiants avec les robots parallèles, la robotique sociale et la robotique médicale.

Partie A: Robots parallèles

Un robot parallèle est composé d'une plate-forme mobile à n degrés de liberté et d'une base fixe reliés entre eux par au moins deux chaînes cinématiques. Les mouvements de la plateforme mobile sont généralement commandés par n liaisons cinématiques motorisées. Le robot parallèle le plus répandu est la plateforme de Gough-Stewart. Cette plateforme est entre autres utilisée dans les simulateurs de vol et est commandée par l'intermédiaire de six liaisons prismatiques motorisées. Cependant, de nombreux autres manipulateurs parallèles à six degrés de liberté ou moins ont été développés ces trois dernières décennies. Dans ce cours, plusieurs robots parallèles, incluant les robots parallèles à câbles, seront présentés et analysés.

Partie B : Robotique sociale

La robotique sociale concerne le champ très vaste des robots proposant une interaction (au sens large du terme) avec l'humain. Ces robots peuvent prendre diverses formes allant de l'objet le plus abstrait au robot humanoïde reproduisant l'apparence du corps humain, ainsi que certaines de ses possibilités sensorielles et cognitives. L'objectif du cours est de sensibiliser les étudiants aux très nombreuses promesses sociales attachées à ces technologies, ainsi qu'aux problèmes scientifiques et humains qu'elles posent, notamment sur le plan éthique.

Partie C : Robotique médicale

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants un aperçu général des différentes avancées de la robotique dans le domaine médical. Des cas emblématiques de robots médicaux actuellement sur le marché seront étudiés en détail, ainsi que de nouvelles applications en phase de recherche. Les systèmes d'assistance robotique télé-opérés et comanipulés seront étudiés, et des études de cas seront proposées pour comprendre les enjeux robotiques liés aux contraintes médicales.

Plan de l'enseignement

Plan de l'enseignement

Partie A: Robots parallèles (4h CM, 4h TD)

Partie 1 : Énumération et classification de robots parallèles existants

Partie 2 : Modélisation géométrique de robots parallèles

Partie 3 : Analyse de l'espace de travail de robots parallèles

Partie 4 : Modélisation cinématique de robots parallèles

Partie 5 : Analyse des singularités de robots parallèles

Partie 6 : Présentation de manipulateurs parallèles ayant plusieurs modes de mouvement

TD1 : Tracé de l'espace de travail de robots parallèles planaires

TD2 : Recherche des configurations singulières de manipulateurs parallèles

Partie B : Robotique sociale (4h CM)

Partie 1 : Etat de l'art et définitions

Partie 2 : Acceptabilité sociale

Partie 3 : Interaction Homme-Robot

Partie 4 : Robotique et intelligence sociale

Partie 5 : Influence de l'apparence du robot

Partie 6 : Robotique sociale et étique

Partie C : Robotique médicale (4h CM, 2h TD, 12h TP)

Partie 1 : Introduction à la robotique médicale

Partie 2 : Robotique chirurgicale

Partie 3 : Robotique médicale non-invasive

Partie 4 : Systèmes télé-opérés

Partie 5 : Systèmes comanipulés

TP1 : Simulation d'un assistant chirurgical robotisé

Bibliographie

- J. Angeles, Fundamentals of Robotic Mechanical Systems, Springer-Verlag, New York, 3rd edition, 2007
- Merlet, J. P., 2006, Parallel Robots (Solid Mechanics and Its Applications), Springer, New York, Vol. 128.
- Amine, S., Tale-Masouleh, M., Caro, S., Wenger, P., and Gosselin, C., 2012, "Singularity Analysis of 3T2R Parallel Mechanisms using Grassmann-Cayley Algebra and Grassmann Line Geometry", Mechanism and Machine Theory, Vol. 52, pp. 326--340. hal-00833520
- Amine, S., Caro, S., Wenger, P. and Kanaan, D., 2012, Singularity Analysis of the H4 Robot using Grassmann-Cayley Algebra", Robotica, Vol. 30(7), pp. 1109-1118, hal-00642230 - Amine, S., Tale-Masouleh, M., Caro, S., Wenger, P., and Gosselin, C., 2012, Singularity Conditions of 3T1R Parallel Manipulators with Identical Limb Structures", ASME Journal of Mechanisms and Robotics, Vol. 4(1), pp. 011011-1{011011-11, doi:10.1115/1.4005336. hal-00642238
- Baddoura, R. & Venture, G. (2013). Social vs. Useful HRI: Experiencing the familiar, perceiving the robot as a sociable partner and responding to its actions. International Journal of Social Robotics, 5(4), 529-547.
- Guay, F., Cardou, P., Cruz Ruiz, A. L. and Caro, S., 2013, Measuring How Well a Structure Supports Varying External Wrenches", The Second Conference on Mechanisms, Transmissions and Applications (MeTrApp 2013), Bilbao, Spain, October 2-4, 2013.
- Wisama Khalil, Etienne Dombre. Modeling, identification and control of robots. Butterworth-Heinemann 2004.
- Shuuji Kajita, Hirohisa Hirukawa, Kensuke Harada, Kazuhito Yokoi: Introduction à la commande des robots humanoïdes: De la modélisation à la génération du mouvement. Springer 2009.
- Troccaz, J. (Ed.). (2013). Medical robotics. John Wiley & Sons.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	12 hrs	6 hrs	12 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR - OD ROBOTIQUE

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

Planification [PLANI]

Responsable(s) du cours : Abdelhamid CHRIETTE / Gaëtan GARCIA

Pré-requis

Objectifs

L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec les principales notions et méthodes de la planification de trajectoires sans collisions en robotique.

Plan de l'enseignement

- Survol de différentes classes de problèmes en planification de trajectoires.
- Concepts utiles: chemin, trajectoire, espace des configurations, topologie et dimension de l'espace des configurations, espace de travail, obstacles, obstacles dans l'espace des configurations.
- Propriétés des algorithmes: optimalité, complexité, complétude.
- Génération de trajectoires pour les robots manipulateurs: synchronisation des axes, interpolateurs.
- Planification dans les espaces à nombre fini d'états, arbres et graphes, algorithme A, conditions d'optimalité de l'algorithme A.
- Algorithmes "Bug1" et "Bug2".
- Méthodes de potentiels.
- Planification à l'aide de cartes (roadmaps), graphe de visibilité, diagrammes de Voronoi et diagramme de Voronoi généralisé, construction du diagramme de Voronoi généralisé par exploration de l'espace à l'aide d'un capteur.
- Planification à l'aide de tirages aléatoires: PRM (Probabilistic Road Map), implantation d'un PRM.
- Planificateurs mono-requête: EST (Expansive Search Tree), RRT (Rapidly exploring Random Trees)
- Études de cas.

Bibliographie

- "Principles of Robot Motion – Theory, Algorithms and Implementation" by H. Choset, K. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. Kavraki and S. Thrun, Bradford Book, MIT Press.
- "Planning Algorithms", S. M. LaVallén, Cambridge University Press.
- "Modeling, Identification and Control of Robots", W. Khalil and E. Dombre. Kogan Page Science.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	12 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs