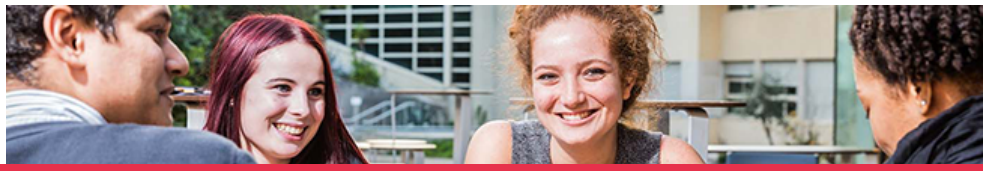

Robotique Appliquée

ECTS
10 crédits

Composante
Faculté des Sciences

Présentation

Description

Cette unité d'enseignement couvre un ensemble de thématiques en robotique, allant de l'échelle micro à macro, incluant les micro manipulateurs, les robots à câbles, chirurgicaux, sous-marins, volants, humanoïdes et en passant par la téléopération, la réalité virtuelle et augmentée ainsi que la sécurité opérationnelle. Le contenu de chaque thématique est détaillé ci-après. Des mini projets sur les thématiques susmentionnées seront menés pour approfondir les bases enseignées en utilisant à la fois des logiciels de simulation et de vrais robots.

Micro-robotique : la microrobotique concerne la conception, la modélisation et la commande de systèmes robotiques miniaturisés permettant d'exécuter des tâches de manipulation sur des objets de tailles comprises entre 1µm et 1mm. Les champs applicatifs incluent tous les domaines qui requièrent une grande précision (assemblage de microsystèmes mécaniques, électroniques ou optiques, micro-chirurgie, etc). A ces échelles dimensionnelles les robots ne peuvent pas être réalisés par simple miniaturisation homothétique de robots conventionnels. De nouveaux concepts de robots et de nouveaux principes d'actionnement doivent être utilisés. Ce cours est une introduction à la microrobotique et présente les concepts essentiels que sont : l'effet d'échelle, la physique du micromonde, la robotique déformable et souple ainsi que les micro-actionneurs.

Robotique chirurgicale : l'objectif de ce cours est de donner aux étudiants une introduction au domaine de la robotique chirurgicale. Il s'agit d'être a# même de comprendre les besoins exprimés par les cliniciens et de montrer a# travers quelques exemples la démarche qui a permis la conception et la réalisation de robots utilisés pour des actes de chirurgie. Quelques éléments de conception ainsi que quelques architectures de contrôle seront évoqués en insistant sur la nécessité de garantir la sécurité du patient et de l'équipe médicale.

Robots sous-marins et volants : La robotique mobile dédiée aux environnements aérien et sous-marin s'appuie sur des spécificités qui seront introduites dans ce cours. Les solutions actuelles et les problèmes encore ouverts seront exposés. Les questions relatives à la modélisation et aux commandes non-linéaires appliquées à des systèmes sous/iso/sur-actionnés seront traitées.

Robotique humanoïde : Il s'agira de présenter les méthodes de modélisation géométrique et cinématiques avancées pour les structures robotiques arborescentes telles que les robots humanoïdes. Des notions de base seront également présentées sur le centre de masse, le centre des pressions, le ZMP, la stabilité statique, la stabilité dynamique. Une étude sur la commande de la marche bipède sera réalisée incluant les modèles de marche, la génération de trajectoire et la commande du ZMP/COM ainsi que la stabilisation dynamique du robot. La deuxième partie du cours s'orientera vers le contrôle cinématique de structures très redondantes

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 15 février 2023

(système sous déterminé de type Ax=b) par l'utilisation de méthodes basées sur des techniques d'optimisation (LP, QP) sous contraintes ainsi que sur le contrôle hiérarchisé basé sur des techniques de projection dans l'espace nul ou de hiérarchie de tâches basée sur des hiérarchies de QP ou LP.

Robots parallèles à câbles : ce cours présente le principe des Robots Parallèles à Câbles (RPC) suivi d'un état l'art incluant des exemples d'applications, des démonstrateurs de RPC et des RPC commerciaux. Les modèles géométriques, cinématiques et dynamiques des RPC sont ensuite développés. Sur la base de ces modèles, les différents types de RPC, plusieurs définitions de leur espace de travail, les principaux concepts utiles à leur conception ainsi que des méthodes simples de commande seront finalement présentés.

Réalités virtuelle et augmentée : Les techniques de Réalité Augmentée (RA) et Virtuelle (RV) consistent en la simulation interactive d'un univers 3D, dans lequel l'utilisateur est immergé. Cette simulation est généralement essentiellement de nature visuelle, cependant elle peut également inclure d'autres informations perceptuelles, au travers de plusieurs modalités sensorielles : son spatialisé, retour haptique ou d'effort, approche somatosensorielle, etc. Ce cours est une introduction aux différentes techniques utilisées dans les systèmes de RV/RA : nous traiterons les principales librairies de synthèse 3D (OpenGL, Vulkan), les périphériques existant sur le marché, les bases des moteurs physiques ainsi que les techniques utilisées pour localiser l'utilisateur et estimer en temps réel son point de vue.

Fiabilité et sécurité opérationnelle : ce cours s'intéresse à la fiabilité d'un système robotique, en particulier en phase opérationnelle. Lorsqu'un robot évolue dans un environnement complexe et partiellement inconnu, des événements imprévus peuvent survenir auquel le système devra réagir s'il veut garantir sa propre sécurité et celle de son environnement. Ce cours introduira les notions de base de sûreté de fonctionnement, et présentera des exemples de mécanisme de fiabilité appliqués à la robotique mobile.

Téléopération : Cette partie couvre une brève introduction à l'historique du développement de la téléopération, la modélisation des composants de téléopération et leurs schémas. Les critères d'évaluation de performance en téléopération sont définis. Les méthodes d'analyse des performances et de conception de commande sont également introduites. Le cours fournit les applications de la téléopération dans le domaine de la robotique chirurgicale ainsi que les questions ouvertes et les défis restants à résoudre.

This teaching unit covers a set of specialities in robotics, ranging from micro to macro scales, including micro manipulation, surgical, sub-marine, flying, humanoid and cable-driven robots passing through teleoperation, virtual and augmented reality as well as operational safety. The content of each sub-unit is detailed hereafter. Projects on the mentioned topics will be carried out to deepen the thought basics using both simulation softwares and real robots.

Micro-robotics: Micro-robotics concerns the design, modelling and control of miniaturized robotic systems able to perform handling tasks on objects between 1µm and 1mm in size. Application fields include all areas requiring high precision (assembly of mechanical, electronic or optical microsystems, microsurgery, etc.). At these scales, robots cannot be fabricated by simple homothetic miniaturization of conventional robots. New robot concepts and new actuating principles must be used. This course is an introduction to micro-robotics and presents the essential concepts of scale effect, physics of the micro-world, deformable and flexible robotics and micro-actuators.

Surgical robotics: The objective of this sub-unit is to give students an introduction to the field of surgical robotics. It

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 15 février 2023

is about being able to understand the needs expressed by clinicians and to show, through few examples, the process that allowed the development of robots used for surgical procedures. Some design elements as well as some control architectures will be discussed, emphasizing the need to ensure the safety of the patient and the medical team.

Sub-marine and flying robots: The specificities of underwater and aerial robotics will be presented. Current solutions and open issues will be exposed. The basic elements required by the control design for this type of vehicles, from modelling to nonlinear control techniques, will be addressed, according to the under/iso/over actuation property of the systems.

Humanoid robotics: This sub-unit concerns advanced kinematic and differential kinematics modelling methods for humanoid robots. Basics on the centre of mass (COM), the centre of pressure, the zero-moment point (ZMP), static stability and dynamic stability are addressed. A study on biped gait control will be carried out including gait models, trajectory generation and ZMP / COM control as well as dynamic stabilization of the robot. The second part of the sub-unit is focused on the differential kinematic control of very redundant structures (underdetermined system of type Ax = b) by the use of methods based on optimization techniques (LP, QP) under constraints as well as on the hierarchical control based on the projection in the null space or tasks hierarchy based on QP or LP hierarchies.

Cable-driven parallel robots: This sub-unit presents the basic principle of Cable-Driven Parallel Robots (CDPRs) followed by a state of the art including application examples, CDPR demonstrators and commercial CPPRs. Geometric, kinematic and dynamic models of CDPRs are then developed. Based on these models, the different types of CDPRs, several definitions of their workspace, the main concepts useful for their design as well as simple control strategies will finally be presented.

Virtual and Augmented Reality: AR and VR consist in providing the user with an interactive simulation of a 3D world, where one can simulate physics, but also enhance it with additional data visualization. This simulation is usually mostly a graphical one, but it can also include other perceptual information across multiple sensory modalities: spatialized sound, haptics, somatosensory, etc. This course is an introduction to the different techniques involved when creating an AR/VR system. We will address the current 3D technologies (OpenGL, Vulkan), the devices available, the basics of physical engines, and the localisation and vision techniques used to track the user movements in real time and compute his point of view.

Operational safety of robots: This part concerns the reliability of robotic systems, mainly in the operational phase. When a robot moves in a complex and partially unknown environment, unforeseen events can occur. The system must react to these events to ensure its own safety and that of its environment. This course will introduce the basic notions of dependability, and will present examples of safety mechanisms applied to mobile robotics.

Teleoperation: This part covers a brief introduction of the development history, the typical structures of teleoperation schemes and the modelling of teleoperation components. Based on the system modelling, the teleoperation performance evaluation criteria are defined and accordingly the performance analysis and control design methods are introduced. The course also provides the applications of teleoperation in the domain of robotic surgery as well as the open issues and challenges existing in practical implementation.

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 15 février 2023

Objectifs

* S'ouvrir sur un ensemble de thématiques actuelles de la robotique
* Découvrir les techniques de modélisation et de commande spécifiques à chaque domaine de la robotique
* Apprendre à prendre en compte la sécurité de l'humain pendant les phases de conception et de commande des robots
* Découvrir de nouveaux concepts de robots et de nouveaux principes d'actionnement
* Apprendre l'importance de la sûreté de fonctionnement d'un système pour garantir sa sécurité et celle de son environnement
* ----------
* Open up to a set of current topics in robotics
* Discover the modelling and control techniques specific to each field of robotics
* Learn to take into account human safety during the robot design and control phases
* Discover new robot concepts and new actuation principles
* Learn the importance of operational safety of a system to guarantee its safety and that of its environment

Contact Hours:

Taught lectures: 45 hours

Laboratory Practicals: 39 hours

Informations complémentaires

CM : 45h

TP : 39h

Taught lectures: 45 hours

Laboratory Practicals: 39 hours

Infos pratiques

Contacts

Salih ABDELAZIZ

Salih.Abdelaziz@umontpellier.fr

Informations non contractuelles.
Dernière mise à jour le 15 février 2023