

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,
automatique

M2 robotique : décision et commande

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>
<http://www.eea.ups-tlse.fr>

2020 / 2021

6 SEPTEMBRE 2021

SOMMAIRE

PRÉSENTATION	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS	3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique	3
Parcours	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 robotique : décision et commande	3
RUBRIQUE CONTACTS	5
CONTACTS PARCOURS	5
CONTACTS MENTION	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA	5
Tableau Synthétique des UE de la formation	6
LISTE DES UE	9
GLOSSAIRE	30
TERMES GÉNÉRAUX	30
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	30
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	30

PRÉSENTATION

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master, **labélisé CMI**, est de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et/ou Traitement du signal, capables d'intégrer les secteurs de l'Aéronautique, de l'Espace, de l'Energie, des Télécommunications et de la Santé. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) dans l'industrie ou une poursuite en doctorat.

Cette mention est composée de 8 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel**(ISTR)
- **Robotique : Décision et Commande**(RODECO)
- Signal Imagerie et Applications Audio-vidéo Médicales et Spatiales (SIA-AMS)
- Radiophysique Médicale et **Génie BioMédical**(RM-GBM)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable**(E2-CMD) - M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse
- Sciences et Technologies des Plasmas (STP) *bi-diplomation avec l'université de Montréal (Québec)*

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2, via des contrats de professionnalisation**, ou de façon classique.

PARCOURS

Ce parcours s'adresse à des étudiants ayant un profil orienté vers l'automatique. Les étudiants de profil informatique peuvent néanmoins être accueillis dans la spécialisation « Robotique et Décision » du M2 ou dans le parcours "Intelligence Artificielle et Reconnaissance des Formes" de la mention informatique. Le master RODECO vise à compléter les connaissances acquises en automatique par des enseignements avancés autour de la robotique, de l'informatique et de la commande des systèmes. Il permet d'aborder des problématiques très actuelles comme la robotique industrielle haute performance où les aspects commande sont fondamentaux et la robotique de service où la décision et la perception tiennent une place essentielle. Ainsi, en seconde année, il comporte deux spécialisations :

- **La spécialisation « Robotique et Décision »** qui propose un renforcement des aspects « informatique » (intelligence artificielle, reconnaissance des formes, ...), perception et robotique mobile.

- **La spécialisation "Robotique et Commande"** qui se focalise sur la synthèse et l'implantation de commandes avancées pour la robotique.

La seconde année est ouverte à l'alternance (contrat professionnel).

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 ROBOTIQUE : DÉCISION ET COMMANDE

Objectifs

Le parcours RODECO s'adresse à des étudiants ayant un profil orienté vers l'automatique :

- titulaire d'une licence EEA ou équivalent, pour une entrée en M1,
- ayant une première année de master validée pour une entrée en M2.

Les étudiants ayant un profil centré sur l'informatique peuvent être accueillis dans la spécialisation « Robotique et Décision » du M2 ou bien dans le parcours "Intelligence Artificielle et Reconnaissance des Formes" (IARF) de la mention informatique.

Le master RODECO a pour vocation de compléter les connaissances acquises dans le domaine de l'automatique par des enseignements avancés autour de la robotique, de l'informatique et de la commande des systèmes. Ces compétences permettent d'aborder des problématiques très actuelles comme la robotique industrielle haute performance où les aspects commande sont fondamentaux et la robotique de service où la décision et la perception tiennent une place essentielle. En deuxième année, il comporte deux blocs de spécialisation :

- "*Robotique et Décision*" qui propose un renforcement des aspects « informatique » (intelligence artificielle, reconnaissance des formes, dialogue homme/machine), vision par ordinateur et robotique mobile. Cette spécialisation donne les compétences nécessaires pour appréhender le domaine de la robotique de service. Tous les enseignements qui y sont dispensés sont communs avec le M2 IARF (Intelligence Artificielle et Reconnaissance des Formes).
- "*Robotique et Commande*" qui se focalise sur le développement et l'implantation de commandes avancées pour la robotique. Cette spécialisation donne donc les compétences nécessaires pour élaborer des solutions évoluées de contrôle/commande pour la réalisation de tâches robotique haute performance.

Organisation du cursus et contenu

- *La première année* : elle est commune avec celle du master ISTR. Elle est articulée autour d'un socle comprenant l'automatique à temps continu, l'automatique discrète, l'informatique industrielle et conception systèmes, auxquels s'ajoutent des unités d'enseignement (UE) plus spécifiques permettant d'approfondir ou de découvrir un certain nombre de disciplines connexes (réseaux pour la commande, commande des convertisseurs, traitement d'images, etc.). A ce socle scientifique, s'ajoutent les disciplines de formation générale et de langues afin de préparer l'étudiant à sa future insertion professionnelle. Au second semestre, un projet d'étude et de recherche en petit groupe encadré par un membre de l'équipe pédagogique permet de mettre en pratique certaines matières vues durant l'année. Un stage facultatif est de plus prévu afin de renforcer l'expérience professionnelle des étudiants.
- *La seconde année* : elle approfondit le socle de connaissances. Outre les UE de formation générale et de langues nécessaires à tout étudiant de niveau master, elle propose des enseignements scientifiques communs aux deux spécialisations sur les thèmes qui sont au coeur du master (robotique, automatique, informatique). Elle offre enfin des UE spécifiques pour approfondir et acquérir un double profil "robotique et automatique" ou "robotique et informatique" selon la spécialisation choisie.

La deuxième année est ouverte à l'alternance. Cela signifie qu'elle est organisée de manière à pouvoir accueillir au sein d'une même promotion des étudiants en formation initiale et des étudiants en **contrat professionnel**. Les enseignements sont donc répartis en plusieurs blocs, entrecoupés de semaines « libres » où :

- Les étudiants alternants rejoignent leur entreprise d'accueil pour leur contrat professionnel ;
- Les étudiants non alternants effectuent des projets par équipe sur des thèmes mixant les différentes thématiques abordées au sein du master : robotique, automatique, intelligence artificielle, reconnaissance des formes, vision, parole, etc. La pédagogie par projets est donc au centre de la formation.

De manière plus précise, l'année de master 2 comprend environ 7 mois de cours à l'université. Les étudiants non alternants doivent alors effectuer un stage d'environ 5 mois de stage en entreprise ou en laboratoire, en France ou à l'étranger. Ainsi, quel que soit le mode d'apprentissage choisi, nos étudiants bénéficient d'une expérience professionnelle forte, à travers les projets et le stage ou bien le contrat professionnel.

Débouchés

Notre master étant indifférencié, il permet d'envisager une carrière professionnelle **aussi bien dans l'industrie que dans la recherche (à travers la préparation d'un doctorat)**. Notre master offre donc une palette variée de postes envisageables selon la spécialisation choisie : ingénieur roboticien et/ou automaticien, ingénieur d'études, de recherche, de développement en robotique ou automatique, intégrateur en industrie, ingénieur en développement d'applications, chercheur ou enseignant-chercheur en robotique et/ou automatique, etc. Concernant les carrières industrielles, les perspectives d'évolutions sont vastes : **chef de projet, consultant, technico-commercial** selon les souhaits et les opportunités.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 ROBOTIQUE : DÉCISION ET COMMANDE

CADENAT Viviane
Email : cadenat@laas.fr

DANES Patrick
Email : patrick.danes@laas.fr

Téléphone : 05.61.33.78.25

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne
Email : marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre
Email : pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr

CAMBRONNE Jean-Pascal
Email : jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal
Email : jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile
Email : marie-odile.laurent@univ-tlse3.fr

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier
3R1
118 route de Narbonne
31062 TOULOUSE cedex 9

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

parcours robotique et commande (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage
Premier semestre									
10	EIEAR3AM	CONCEPTION DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	4	O	16	6	26		
11	EIEAR3BM	VISION ET TRAITEMENT D'IMAGES 2D	3	O	8	20	12		
12	EIEAR3CM	OPTIMISATION ET ESTIMATION	5	O	12	30	16		
13	EIEAR3DM	RECONNAISSANCE DES FORMES ET APPRENTISSAGE	3	O	4	10	6		
14	EIEAR3EM	ROBOTIQUE INDUSTRIELLE	5	O					
	EIEAR3E1	Fondements de la robotique industrielle			4	10	10		
15	EIEAR3E2	Robotique industrielle avancée			8	12	16		
16	EIEAR3FM	COMMANDE LINÉAIRE AVANCÉE	3	O	8	20	12		
18	EIEAR3IM	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	4	O		48			
19	EIEAR3VM	ANGLAIS	3	O		24			
Second semestre									
20	EIEAR4AM	PROJET	3	O				75	
21	EIEAR4BM	COMMANDE POUR LES SYSTÈMES COMPLEXES	3	O	6	10	12		
22	EIEAR4DM	COMMANDE DE ROBOTS	3	O	6	12	12		
23	EIEAR4EM	COMMANDE OPTIMALE	3	O	6	10	12		
24	EIEAR4FM	STAGE	15	O					6
28	EIEAR4JM	CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE DES COMMANDES TEMPS RÉEL	3	O		6	14		

parcours robotique et decision (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage
Premier semestre									
10	EIEAR3AM	CONCEPTION DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	4	O	16	6	26		
11	EIEAR3BM	VISION ET TRAITEMENT D'IMAGES 2D	3	O	8	20	12		
12	EIEAR3CM	OPTIMISATION ET ESTIMATION	5	O	12	30	16		
13	EIEAR3DM	RECONNAISSANCE DES FORMES ET APPRENTISSAGE	3	O	4	10	6		
14	EIEAR3EM	ROBOTIQUE INDUSTRIELLE	5	O					
	EIEAR3E1	Fondements de la robotique industrielle			4	10	10		
15	EIEAR3E2	Robotique industrielle avancée			8	12	16		
18	EIEAR3IM	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	4	O		48			
17	EIEAR3HM	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET TRAITEMENT DE L'IN-CERTAIN	3	O	6	18	6		
19	EIEAR3VM	ANGLAIS	3	O		24			
Second semestre									
27	EIEAR4IM	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET DÉCISION	3	O	6	15	9		
20	EIEAR4AM	PROJET	3	O				75	
24	EIEAR4FM	STAGE	15	O					6
25	EIEAR4GM	ROBOTIQUE MOBILE & INTERGICIEL	3	O	6	6	16		
26	EIEAR4HM	PERCEPTION 3D	3	O	6	10	12		
29	EIEAR4KM	RECONNAISSANCE DES FORMES ET TECHNOLOGIES VOCALES	3	O	6	12	12		

LISTE DES UE

UE	CONCEPTION DES SYSTÈMES ORIENTÉE OBJET ET SYSTÈMES TEMPS RÉEL	4 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3AM	Cours : 16h , TD : 6h , TP : 26h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ALBERT Vincent

Email : valbert@laas.fr

DEMMOU Hamid

Email : hamid@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité est composée de deux enseignements indépendants : la conception des systèmes orientée objets et les systèmes temps réel.

Le premier enseignement vise à acquérir une expertise et un savoir-faire pour la conception des applications orientées objets avec le langage Java. Son évolutivité, son efficacité et la portabilité de sa plate-forme, font de cette technologie une solution idéale pour de nombreuses applications.

Le deuxième volet de cette unité d'enseignement est sur les applications temps réel (TR). Ces dernières se déploient de manière croissante dans de nombreux systèmes et dans pratiquement tous les domaines technologiques. Ces applications possèdent deux caractéristiques : la réactivité et le respect de contraintes temporelles. L'étude des exécutifs TR est abordée.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

A - Conception orientée objets :

1. Les principes généraux de la modélisation et de la programmation "objet"
2. Programmation orientée objets avec Java : classes, collections, héritage, polymorphisme, style (conception et bonne pratique de programmation)
3. Patrons de conception : singleton, factory, model-view-controller
4. Travaux Pratiques
 - Réalisation d'une simulation d'un robot de manutention avec Java3D.
 - Développement d'une interface graphique avec Swing et JGraphX.

B - Systèmes temps réel

Exécutifs temps réel

1. Concepts de base, fonctionnement multitâches
2. Ordonnement temps réel
3. Linux temps réel

Travaux Pratiques : Mesures de performances sur Linux temps réel, Génération de signaux ; Commande PWM d'un asservissement de position ;

PRÉ-REQUIS

Savoir utiliser Linux, connaître les concepts des systèmes d'exploitation, savoir programmer en Langage C, connaître les principes de la programmation parallèle

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Java examples in a nutshell, David Flanagan, O'Reilly Media, 3rd edition, January 2004

MOTS-CLÉS

Temps réel, Exécutif, multitâches, parallélisme, Orientée-Objet, Java, Patron de conception, 3d, interface graphique

UE	VISION ET TRAITEMENT D'IMAGES 2D	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3BM	Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BASARAB Adrian
 Email : basarab@irit.fr

Téléphone : 05 61 55 68 82

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le premier objectif de cette unité d'enseignement est d'introduire les notions de base en traitement d'images, comme les représentations par des transformées classiques, indispensable pour les méthodes de traitement et d'analyse d'images, formaliser la notion de bruit, formaliser par des modèles mathématiques les dégradations d'une image. Le deuxième objectif est de présenter les méthodes classiques de segmentation d'images.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette UE, comportant une série de 4 cours magistraux, 10 TP et 6 TP, abordera les points suivants :- Introduction et généralités : domaines applicatifs, applications vision industrielle, notions d'images et de colorimétrie, présentation de la chaîne de traitement, notions d'images et de colorimétrie.- Acquisition des images : optique de caméras, technologies de caméras, transmission capteur-PC, numérisation, lecture d'une documentation technique de caméra.- Descripteurs et interprétation des images par des exemples de vision industrielle. - Amélioration des images : Méthodes ponctuelles/anamorphoses, méthodes locales (filtres linéaires spatial, TF 2D, filtrage fréquentiel, filtrage non linéaire), filtrage non local - Notions de morphologie mathématique. - Restauration : modélisation de défauts optiques usuels, correction de défaut pas post-traitement des images - Analyse des images : Segmentation contours, segmentation régions (croissance de régions, split/merge)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Digital Image Processing**. Gonzalez, Woods, 3rd edition.
- **Image Processing using Matlab**. Gonzalez, Woods, Eddins. 2nd edition, Gatesmark Publishing.
- **Practical Image and Video Processing Using MATLAB**. Marques, Wiley-IEEE Press, 2011.

MOTS-CLÉS

Vision, traitement d'images.

UE	OPTIMISATION ET ESTIMATION	5 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3CM	Cours : 12h , TD : 30h , TP : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JAUBERTHIE Carine
Email : cjaubert@laas.fr

Téléphone : 0561336943

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nombreux problèmes de robotique, décision ou commande sont formalisés au moyen de modèles paramétriques dont il s'agit d'estimer ou d'optimiser les paramètres. Ainsi, la localisation d'un robot mobile s'appuie sur la recherche des valeurs des paramètres de situation expliquant au mieux les données. En robotique de manipulation, une tâche de positionnement peut s'exprimer comme la recherche des paramètres de configuration minimisant un critère de distance. Le but de cette UE est d'une part de présenter des techniques d'estimation paramétrique incluant une représentation probabiliste des incertitudes, et d'autre part, de constituer une introduction à l'optimisation sans contrainte ou sous contraintes. Des notions et algorithmes de théorie des graphes sont présentées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. **Introduction à l'estimation paramétrique** : bases de probabilités et statistiques - éléments d'identification de modèles paramétriques - notion d'identifiabilité - contextes de l'estimation classique et Bayésienne, construction et propriétés des estimateurs.
2. **Estimation en contexte classique** : notion de vraisemblance - estimateur du maximum de vraisemblance - Cas linéaire Gaussien.
3. **Estimateurs Bayésiens** : loi a posteriori - estimateurs du minimum d'erreur quadratique moyenne, du maximum a posteriori. Cas linéaire Gaussien.
4. **Éléments de filtrage de Kalman.**
5. **Introduction à l'optimisation** : notions fondamentales - modélisation - optimisation unidimensionnelle.
6. **Programmation Linéaire** : méthode du simplexe.
7. **Programmation non Linéaire** : avec et sans contrainte (conditions d'optimalité - méthodes numériques), Lagrangien augmenté, Programmation quadratique séquentielle.
8. **Théorie des graphes** : représentation de graphes, parcours de graphes, plus courts chemins, arbres couvrants, flots et recherche arborescente.

PRÉ-REQUIS

Notions de bases en probabilités et statistiques. Calcul du gradient et de la matrice hessienne d'une fonction.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Fundamentals of Statistical Signal Processing**. S. M. Kay. Prentice Hall. 1993
- **Introduction à l'optimisation différentiable**. M. Bierlaire. PPUR presses polytechniques, 2006
- **Graphes et Algorithmes**. M. Gondran - M. Minoux, Lavoisier, 2009

MOTS-CLÉS

Optimisation linéaire, optimisation non linéaire, estimation de paramètres, estimation bayésienne, filtrage de Kalman, recherche opérationnelle.

UE	RECONNAISSANCE DES FORMES ET AP- PRENTISSAGE	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3DM	Cours : 4h , TD : 10h , TP : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PELLEGRINI Thomas

Email : thomas.pellegrini@irit.fr

Téléphone : 05 61 55 68 86

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La reconnaissance des Formes regroupe les techniques informatiques de représentation et de décision qui donnent à la machine la capacité de simuler « un comportement sensible ». Il s'agit de donner les moyens à une machine dotée de capteurs (caméras, microphones) d'extraire l'information pertinente des signaux recueillis et l'interpréter en termes de formes ou classes. L'objectif du cours est de former aux principales approches statistiques et discriminantes, dans un cadre d'apprentissage supervisé ou non.

Les domaines d'application sont le traitement d'image - reconnaissance de visages, de caractères manuscrits, d'objets...- et le traitement de la musique et la parole - reconnaissance de notes, d'instruments de musique, reconnaissance de la parole, du locuteur...

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

[u]Réduction de dimensionnalité à des fins de classification : extraction d'attributs par analyse en composantes principales et analyse discriminante de Fisher. Méthodes de sélection de caractéristiques.

Classification non supervisée : algorithme des k-moyennes flous, algorithme EM, arbres de décision hiérarchique
Approche statistique :

1- Théorie de la décision bayésienne : risque conditionnel.

2- Apprentissage statistique

- Estimation des densités de probabilité (méthodes paramétriques) : de l'estimation par maximum de vraisemblance à l'adaptation par maximum a posteriori (MAP)

- Estimation des densités de probabilité (méthodes non paramétriques) : méthode de Parzen-Rosenblatt.

Fonctions discriminantes linéaires et non linéaires : approches neuronales, perceptron multicouches, deep neural network (DNN), machines à vecteurs supports (SVM).

Evaluation d'un système de reconnaissance : intervalles de confiance, precision, rappel, F mesure, courbe ROC.[/u]

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en statistiques et probabilités. Connaissances de base en algèbre linéaire et en analyse (niveau L1)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pattern Recognition, R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork, Ed John Wiley & sons, inc. , 2001

Apprentissage artificiel, A. Cornuéjols, L. Miclet, Ed Eyrolles, 2002

Statistical Pattern Recognition, Andrew Webb, John Wiley & Sons Ltd, 2002

MOTS-CLÉS

Classification, approche bayésienne, apprentissage, estimation, modèles gaussiens, neurone forme, perceptron multicouches, DNN, SVM

UE	ROBOTIQUE INDUSTRIELLE	5 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Fondements de la robotique industrielle		
EIEAR3E1	Cours : 4h , TD : 10h , TP : 10h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CADENAT Viviane

Email : cadenat@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nombreux robots sont désormais déployés sur des chaînes de production pour réaliser des tâches diverses allant de la mesure, à la peinture ou la soudure ainsi qu'à la manipulation d'objets pour l'assemblage ou la manutention. Cette UE a pour objectif de donner aux étudiants les fondements nécessaires pour utiliser et déployer des bras manipulateurs en contexte industriel. Elle couvre ainsi des domaines très variés, à la fois théoriques et pratiques : les outils mathématiques et les modèles géométriques des bras qui sont indispensables pour concevoir une trajectoire à réaliser ; les capteurs, les actionneurs et la commande qui garantissent le suivi de la trajectoire planifiée.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Introduction à la robotique
2. Outils mathématiques pour la robotique
3. Modélisation géométrique des bras manipulateurs
4. Génération de trajectoires dans l'espace articulaire
5. Capteurs et actionneurs
6. Introduction à la commande des robots industriels

Des travaux pratiques permettent d'illustrer ces différents points ainsi que de manipuler des robots industriels. Cette UE est proposée à la formation tout au long de la vie.

PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Modélisation, identification et commande des robots. W. Khalil et E. Dombre. Editions Hermès.

Robot Modeling and Control. M. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar.

Introduction to robotics : Mechanics and control. J.J. Craig. Prentice Hall.

MOTS-CLÉS

Robotique, Bras manipulateurs, Modélisation des robots, Génération de trajectoires, Capteurs et actionneurs en robotique.

UE	ROBOTIQUE INDUSTRIELLE	5 ECTS	1^{er} semestre
Sous UE	Robotique industrielle avancée		
EIEAR3E2	Cours : 8h , TD : 12h , TP : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CADENAT Viviane

Email : cadenat@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La réalisation de tâches robotisées en contexte industriel peut nécessiter de définir et d'exécuter des trajectoires évoluées (suivi de contours complexes, saisie d'objets détectés par une caméra, etc.), intégrant éventuellement des contraintes sur la rapidité et la précision. Cette UE a pour but de donner aux étudiants les connaissances et compétences nécessaires pour effectuer ce type de tâche. Elle permet ainsi d'approfondir la modélisation des robots manipulateurs, les techniques de génération de trajectoire et de commande déjà abordées de manière à répondre à ces objectifs.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Modélisation avancée des bras manipulateurs.

- *Le modèle géométrique inverse*
- *Les modèles cinématiques*
- *La redondance et la manipulabilité*
- *Le modèle dynamique*

2. Génération de trajectoire dans l'espace opérationnel.

3. Commande par vision des robots industriels.

Des travaux pratiques permettent d'illustrer ces différents points ainsi que de manipuler des robots industriels.

PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire, Fondements de la robotique industrielle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Modélisation, identification et commande des robots. W. Khalil et E. Dombre. Editions Hermès.

Robot Modeling and Control. M. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar.

Introduction to robotics : Mechanics and control. J.J. Craig. Prentice Hall.

MOTS-CLÉS

Robotique, Bras manipulateurs, Modélisation des robots, Génération de trajectoires, Commande référencée vision, Asservissement visuel.

UE	COMMANDE LINÉAIRE AVANCÉE	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3FM	Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric

Email : fgouaisb@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans de nombreuses applications, comme les commandes de vol en aéronautique ou la commande d'un bras robotisé, les systèmes que nous voulons asservir sont constitués de dizaines de variables interagissant de manière complexe et qui possèdent plusieurs entrées de commande et plusieurs mesures. D'autre part, ces mêmes systèmes sont souvent entachés d'incertitudes de modélisation et soumis à des entrées de perturbations. Pour aborder ces systèmes, il convient d'étudier leur modélisation, apprendre à quantifier leurs performances, savoir analyser leur robustesse et résoudre la question de la synthèse de correcteurs satisfaisant des compromis entre différentes performances et robustesse. Ces nombreux problèmes seront abordés dans ce module tant du point de vue des méthodes que par des exemples.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. **Problématique des systèmes linéaires multi-entrées, multi-sorties (MIMO)** : Multiplicité des capteurs/actionneurs, entrées/sorties de performance, incertitudes dans un schéma de commande
2. **Représentation et modélisation des systèmes linéaires MIMO** : Modélisation externe et interne, équations différentielles couplées, matrice de transfert, théorie de la réalisation.
3. **Commande des systèmes linéaires MIMO** : Placement de pôle par retour d'état, placement de structure propre, retour de sortie dynamique, commande non interactive.
4. **Outils d'optimisation convexe pour les systèmes linéaires MIMO** : Inégalités matricielles linéaires pour l'analyse de performances (localisation de pôles, H-infini), synthèse de retours d'état.
5. **Modélisation polytopique des systèmes linéaires incertains** : Représentation par intervalles, modèles polytopiques, analyse robuste par LMI, synthèse de retours d'état robustes et performants.
6. **Représentations linéaires fractionnaires (LFT) des systèmes incertains et leur étude** : Modélisation LFT, Théorème du petit gain, synthèse H-infini, mu-analyse

Travaux pratiques : Commande d'un procédé à trois bacs d'eau, commande robuste d'un modèle de lanceur, commande d'un bras robotisé.

PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires, Algèbre linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Multivariable Feedback Control : Analysis and Design**. S. Skogestad, I. Postlethwaite. Wiley.
- **Robustesse et Commande Optimale**. D. Alazard et al. Cépaduès.
- **Feedback Systems**. K.J. Åström, R.M. Murray. Princeton University Press.

MOTS-CLÉS

Systèmes linéaires multivariables, théorie de la réalisation, analyse de performances, robustesse, retour d'état, optimisation convexe, mu-analyse.

UE	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET TRAITEMENT DE L'INCERTAIN	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3HM	Cours : 6h , TD : 18h , TP : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BANNAY Florence

Email : Florence.Bannay@irit.fr

Téléphone : 05 61 55 63 30

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La modélisation et la conception de systèmes complexes nécessitent la maîtrise de techniques et outils pour le raisonnement et la décision en présence de connaissances imprécises et/ou incertaines. L'objectif de cette unité d'enseignement est de présenter et d'illustrer des méthodes de représentation et de traitement de telles connaissances, à savoir le formalisme des réseaux bayésiens, une méthode à base de logique pondérée et des éléments de logique floue.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- 1- Imprécision et incertitude en Intelligence Artificielle
- 2- Théories de l'incertain : théorie des probabilités, théorie des possibilités
- 3- Le formalisme des réseaux bayésiens
 - Modélisation, indépendance, réseau causal probabiliste
 - Propagation de l'information dans les réseaux bayésiens
 - Application à l'aide à la décision : diagrammes d'influence
- 4- Raisonnement en logique possibiliste
- 5- Raisonnement approximatif en logique floue

PRÉ-REQUIS

Notions de théorie des graphes

Notions élémentaires en théorie des probabilités

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Panorama de l'Intelligence Artificielle, Vol. 1, Cépaduès, 2014

Probabilistic graphical models. D. Koller, N. Friedman. MIT Press, 2010

La logique floue. B. Bouchon-Meunier, Puf (4^e édition), 2007

MOTS-CLÉS

Réseau bayésien, aide à la décision, logique pondérée, incertitude, imprécision

UE	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	4 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3IM	TD : 48h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyril

Email : briand@laas.fr

Téléphone : 0561337818

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'agilité est un paradigme qui vise à rendre l'entreprise d'aujourd'hui plus adaptable, plus flexible et beaucoup plus réactive. En lien avec ce concept, l'objectif de ce module est de décrire divers modèles d'organisation d'entreprises et de conduite de projets, ainsi que d'initier aux méthodes et outils permettant de développer l'agilité de l'organisation et de son management. Les principaux modèles utiles pour la planification de production, l'ordonnancement et la conduite de projet sont en particuliers étudiés. En lien avec les spécificités de l'organisation en termes de métiers, de réactivité, de sécurité, ... divers modèles de systèmes d'informations sont décrits et analysés .

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Gestion de production

Typologie des entreprises, typologie des produits et services, planification, MRP, ordonnancement sous contraintes de temps et de ressources, ERP, MES.

Conduite de projet

IS et conduite de projet, ordonnancement, suivi de projet, gestion des revues et des livrables, agilité, gestion des risques et des incertitudes, gestion de la communication.

Management

Concepts de management : Contexte et enjeux du management, typologie des modes de management, analyser une situation managériale, exercices pratiques et étude de cas

Systèmes d'informations

Définitions, Architecture de SI, Modélisation de SI, Urbanisation, Sécurité, Gestion des utilisateurs/autorisations/droits d'accès

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SCRUM : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire, C. Aubry, Dunod, 2010

Le grand livre de la gestion de projet. J.Y. Moine. Afnor, 2013

Gestion de la production et des flux. V. Giard, Economica, 2003

MOTS-CLÉS

Conduite de projets, Management, Production, Agilité, Systèmes d'information,

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAR3VM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

Email : claire.chaplier@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1 du CECRL (Cadre Européen de Certification en Langues)

Développer les compétences indispensables aux étudiant/es en vue de leur intégration dans la vie professionnelle.

Perfectionner les outils de communication permettant de s'exprimer dans le contexte international d'aujourd'hui et acquérir l'autonomie linguistique nécessaire à cette intégration

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu linguistique de la discipline :

Enseignement axé sur le travail de l'expression orale

Documents du domaine de spécialité pouvant faire l'objet de collaboration entre enseignants de science et enseignants de langue

Nécessité d'un parcours individualisé répondant aux attentes de chaque étudiant.

Compétences

CO - EE - EO - EE

- Savoir communiquer en anglais scientifique
- Savoir repérer les éléments constitutifs d'une communication écrite ou orale dans le domaine de spécialité
- Savoir prendre la parole en public (conférence ou réunion) dans le cadre d'un colloque, projet de recherche, projet professionnel

PRÉ-REQUIS

N/A

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

N/A

MOTS-CLÉS

Projet - Repérer - Rédaction anglais scientifique - style - registre - critique - professionnel - commenter

UE	PROJET	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4AM	Projet : 75h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FERRANE Isabelle

Email : Isabelle.Ferrane@irit.fr

Téléphone : 05 61 55 60 55

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont doubles :

- Mettre en pratique et développer les compétences en gestion de projet et dans les différents domaines de spécialité de la formation : robotique, reconnaissances des formes, intelligence artificielle.
- Concevoir, développer, implémenter et valider des solutions suivant un cahier des charges initial visant la réalisation d'une application reposant sur la complémentarité des disciplines enseignées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Organisation en équipe pour la réalisation d'un projet portant sur un sujet aux confluent de plusieurs thématiques propres du master
- Analyse du cahier des charges
- Spécification fonctionnelle
- Choix d'architecture matérielle et logicielle
- Conception, développement, et intégration de différents modules liés au projet (perception, décision, action)
- Validation et livraison du produit
- Utilisation d'outils de gestion de projet (outils de suivi de version)

PRÉ-REQUIS

Gestion de projet, programmation, robotique, perception, reconnaissance des formes, intelligence artificielle, automatique, commande.

MOTS-CLÉS

Projet transversal, intégration, travail en équipe.

UE	COMMANDE POUR LES SYSTÈMES COMPLEXES	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4BM	Cours : 6h , TD : 10h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric

Email : fgouaisb@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nombreux systèmes physiques ont des comportements que ne peuvent rendre compte des modèles linéaires. Saturation de la commande, zone morte des capteurs sont autant de phénomènes qui sont difficilement appréhendés par des modèles linéaires. Ce module vise à fournir la méthodologie pour étudier des systèmes non linéaires et les asservir. Une première partie du cours sera consacrée à l'étude de la stabilité pour les systèmes non linéaires. Une attention particulière sera portée à la théorie de Lyapunov. Une seconde partie est consacrée à la commande des systèmes non linéaires et l'exposition des méthodes classiques de commande basées sur l'utilisation de fonctions de Lyapunov ou de fonctions de stockage. Enfin, une introduction aux concepts de retour linéarisant est proposée.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Problématique des systèmes non linéaires

- Les dynamiques non linéaires,
- Rappel du plan de phase.

2. Analyse de stabilité pour les systèmes non linéaires

- Stabilité au sens de Lyapunov
- Stabilité Entrée-Sortie

3. Commande des systèmes non linéaires

- La commande backstepping et feedforward
- Notions de commande passifiante
- Introduction à la géométrie différentielle et à la linéarisation.

Travaux pratiques :Commande par backstepping d'un procédé électro-mécanique, commande linéarisante d'un robot mobile.

PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Nonlinear Analysis**.M. Vidyasagar, Prentice-Hall editions, 2002.
- **Nonlinear systems**.Khalil, H.K., Prentice-Hall editions, 2002.

MOTS-CLÉS

Systèmes non linéaires, théorie de Lyapunov, Stabilité Entrée- Sortie, commande linéarisante.

UE	COMMANDE DE ROBOTS	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4DM	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DANES Patrick

Email : patrick.danes@laas.fr

Téléphone : 05.61.33.78.25

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Depuis quelques années, on assiste au développement de systèmes robotisés capables de réaliser des tâches de plus en plus évoluées, aussi bien dans un contexte industriel que domestique : assemblage de pièces de taille sub-millimétrique, mouvements à haute vitesse/accélération, mouvements compliants en co-botique,... Dans ces contextes, il est essentiel de développer des lois de commande permettant un haut niveau de performance. Cette unité a pour objectif d'apporter les fondements théoriques nécessaires à leur calcul. Des techniques combinant des concepts et techniques génériques de l'Automatique avec les spécificités des modèles des robots manipulateurs ou des robots mobiles non holonomes feront l'objet d'une attention particulière.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cet enseignement est organisé en deux parties :

1. Commande des robots manipulateurs (chaînes cinématiques ouvertes rigides)

- Problématique et spécificités de la commande en robotique de manipulation.
- Éléments de modélisation dynamique des robots manipulateurs.
- Commande en position d'un robot manipulateur :
 1. Commande décentralisée, commande centralisée par anticipation.
 2. Commande centralisée par découplage.
 3. Commande basée Lyapunov et par passivité.
- Commande en effort d'un robot manipulateur :
 1. Commande par impédance.
 2. Commande hybride force/position.

2. Commande des robots mobiles

- Modélisation des robots mobiles à roues et problématique de la commande de ces systèmes.
- Panorama des structures de commande en robotique mobile.

Des Travaux Pratiques illustrent ces différents aspects.

PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire, représentations d'état linéaires et non linéaires, commande linéaire et non linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Robotics : Modelling, Planning & Control. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo.

Modeling, Identification and Control of Robots. W. Khalil, E. Dombre.

Theory of Robot Control. C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin.

MOTS-CLÉS

Robotique, Robots manipulateurs, Robots mobiles, Modélisation des robots, Commande en position, Commande en effort.

UE	COMMANDE OPTIMALE	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4EM	Cours : 6h , TD : 10h , TP : 12h		

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans un grand nombre d'applications, il est devenu essentiel d'exécuter une tâche en gérant au mieux les ressources et en respectant les conditions environnantes. Par exemple, la phase de décollage de lanceurs spatiaux est soumise à des contraintes de sécurité (non survol de zones habitées, retombée en mer des étages vides, etc.) en consommant au minimum. De même, l'aide au stationnement automobile doit calculer une manœuvre pour atteindre une position donnée en évitant des obstacles. L'objectif de ce module est de fournir les méthodes et outils numériques associés permettant de calculer des profils nominaux (boucle ouverte) de commande et de trajectoires qui permettent à un système de réaliser une mission de façon optimale en respectant les contraintes imposées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Ce module nécessite de savoir formaliser le problème considéré sous la forme d'un problème d'optimisation particulier dit de "commande optimale". L'une des principales caractéristiques de ce type de problème est de compter la satisfaction de la dynamique du système parmi les contraintes. Une fois ce problème posé, ce module abordera les méthodes formelles et numériques de résolution. Il se déroulera en plusieurs étapes :

- **Introduction au calcul variationnel** qui est une extension à l'espace des fonctions des conditions d'optimalité. Une application du calcul variationnel aux systèmes linéaires sera réalisée (théorie de la commande LQ).
- **Introduction au principe du maximum de Pontryagin** qui permettra la prise en compte de bornes sur la commande.
- **Mise en place de méthodes numériques** basées sur la discrétisation de la dynamique et la collocation des contraintes afin d'obtenir des solutions sous-optimales à des problèmes de commande optimale complexes (avec contraintes sur la trajectoire).

PRÉ-REQUIS

Formalisme de l'espace d'état pour la commande, optimisation linéaire et non linéaire, analyse et intégration numérique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Calculus of variations.** Gelfand, I.M. and Fomin, S.V. Prentice-Hall, 1963.
- **Optimal Control System.** Naidu, D.S., CRC Press Edition, 2003.
- **Practical methods for optimal control using nonlinear programming.** Betts J.T., SIAM, 2001.

MOTS-CLÉS

Commande optimale, génération de trajectoire sous contraintes, approches numériques.

UE	STAGE	15 ECTS	2nd semestre
EIEAR4FM	Stage : 6 mois		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CADENAT Viviane

Email : cadenat@laas.fr

DANES Patrick

Email : patrick.danes@laas.fr

Téléphone : 05.61.33.78.25

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise (grand groupe, PME, startup) ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi. Voici quelques thématiques propres au master RODECO, selon la spécialisation choisie : robotique de manipulation, robotique mobile, commande des systèmes, intelligence artificielle, reconnaissance des formes, vision par ordinateur, perception, dialogue homme-machine, traitement d'images, de la parole, etc.

Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'un laboratoire ou d'une entreprise sous la direction d'un responsable. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle, mise en situation.

UE	ROBOTIQUE MOBILE & INTERGICIEL	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4GM	Cours : 6h , TD : 6h , TP : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TAIX Michel

Email : taix@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Des explorations du rover Curiosity sur Mars à l'inauguration de la première ligne d'assemblage 100% robotisée par l'industriel Fanuc au Japon en 2013, chaque jour la liste des applications issues de la robotique s'allonge. À la différence d'un robot industriel qui évolue dans un milieu conçu et organisé pour l'efficacité, le robot mobile intervient dans un environnement humain beaucoup plus complexe. La fonction de mobilité est essentielle pour concevoir les applications des futurs robots de service.

Cette UE a pour objectif de donner aux étudiants les fondements nécessaires pour savoir développer et concevoir des applications en robotique de service et de montrer que la robotique mobile est une discipline à part entière visant à maîtriser le mouvement.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Problématique de la robotique mobile

2. Modélisation

- Structure des robots à roues
- Structure des robots à pattes

3. Localisation

- Technologie et capteurs pour la localisation
- Localisation statique (relative et absolue) et dynamique

4. Planification de trajectoires

- Espace des configurations
- Méthodes et algorithmes déterministes et probabilistes

5. Robots humanoïdes

- Modélisation
- Principe du générateur de marche

6. Architecture logicielle ROS (Robot Operating System)

Des travaux pratiques sur les robots mobiles Turtlebot sous ROS illustrent ce cours.

PRÉ-REQUIS

Notions d'algorithmique. Outils mathématiques de l'ingénieur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **La robotique mobile.**J.P Laumond et al., Hermès, Traité IC2, 2000.
- **Computational principles of mobile robotics.**G. Dudek et M. Jenkin, Cambridge Univ. Press, 2000.
- **Principles of robot motion.**H. Choset et all (Collectif), The MIT, 2005.

MOTS-CLÉS

Robotique mobile, Robots à roues, Humanoïde, Planification de mouvement, Localisation, ROS.

UE	PERCEPTION 3D	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4HM	Cours : 6h , TD : 10h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LERASLE Frédéric
Email : lerasle@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but est de maîtriser les principales techniques de perception 3D de scènes à partir de capteurs extéroceptifs 3D embarqués ou ambiants (fixes). Plus spécifiquement, cette UE se focalise sur quatre modalités essentielles : l'acquisition 3D, la modélisation 3D de scènes robotiques, enfin la localisation et reconnaissance 3D. L'UE est illustrée par des exemples concrets d'applications à la navigation de robotiques mobiles, la manipulation d'objets par des bras manipulateurs, et la vidéosurveillance. Des séances de travaux pratiques et des exercices sont associées à chacune des fonctionnalités étudiées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

— Les capteurs extéroceptifs pour l'acquisition 3D

- Capteurs actifs versus passifs.
 - Techniques d'étalonnages et de reconstruction 3D associés.
- 1 séance de TP sur OpenCV illustrant étalonnage et reconstruction 3D par stéréovision passive et capteur actif RGB-D.

— Modélisation 3D

- Modélisation incrémentale.
 - Représentations 3D.
 - Techniques de segmentation 3D et invariants.
 - Exercices.
- 1 séance de TP sur MATLAB illustrant la modélisation incrémentale.

— Reconnaissance 3D

- Principales techniques de localisation 3D.
 - Application à la reconnaissance 3D.
- 1 séance de TP sur MATLAB illustrant la localisation 3D d'objets par vision mono- et binoculaire.

- **Illustrations sur des applications robotiques** : navigation de robot mobile, manipulation d'objets par un bras robotisé.

PRÉ-REQUIS

Traitement des images, calcul matriciel, géométrie, techniques d'estimation et d'optimisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Vision par Ordinateur.** R.Horaud et O.Monga, Edition Hermès, 1993.
- **Perception visuelle par imagerie vidéo.** M.Dhome. Edition Hermès et Lavoisier, 2003.
- **Three dimensional computer vision. A geometric viewpoint.** O.Faugeras, MIT Press, 1993.

MOTS-CLÉS

Capteurs 3D et étalonnage ; reconstruction 3D ; modélisation 3D, localisation et reconnaissance 3D de scènes, applications à la robotique et vidéosurveillance.

UE	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET DÉCISION	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4IM	Cours : 6h , TD : 15h , TP : 9h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARIS Frédéric

Email : frederic.maris@irit.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Introduction au paradigme de la programmation par contraintes, planification automatique et apprentissage par renforcement, trois problèmes génériques combinatoires importants dans des applications diverses. On insistera sur la modélisation de problèmes réels et les algorithmes pour les résoudre, et certaines notions théoriques liées à leur complexité computationnelle seront aussi abordées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. CSP

1. Introduction et modélisation : définitions et notation, programmation par contraintes, exemples classiques de modélisation (attribution de fréquences, mariages stables, gestion de ligne de production)

2. Opérations de réduction : consistance d'arc, consistance d'arc pour des contraintes globales

3. Résolution intelligente

II. Planification

1. Introduction générale : qu'est-ce que la planification, applications.

2. Algorithmes de planification : le cadre classique, langage STRIPS et ses extensions (ADL, PDDL...), résolution par espace d'états, recherche dans l'espace de plans, méthodes GRAPHPLAN, SATPLAN et CSP-PLAN, heuristiques.

III. Apprentissage par renforcement

Introduction aux processus de décision Markoviens et apprentissage par différences temporelles

PRÉ-REQUIS

Connaissance de base d'algorithmique et de logique propositionnelle. Notions de base de complexité théorique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Rossi, van Beek, Walsh "Handbook of Constraint Programming". Foundations of AI, Elsevier.

Régnier. "Algorithmique de la planification en I.A.". Cépaduès.

Wiering & van Otterlo "Reinforcement Learning, State-of-the-Art" Springer.

MOTS-CLÉS

Constraints, Planning, Learning

UE	CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE DES COMMANDES TEMPS RÉEL	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4JM	TD : 6h , TP : 14h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
 Email : nriviere@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 78 61

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les étudiants apprendront à réaliser la commande d'un système temps réel de bout en bout, du prototypage à la mise en œuvre sur un calculateur numérique (type microcontrôleur). Pour cela, ils apprendront à tenir compte des contraintes matérielles de la chaîne de contrôle-commande (i.e. du calculateur au procédé) pour effectuer le bon choix des différentes interfaces et de la meilleure architecture logicielle.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La commande d'un système temps réel nécessite de tenir compte de nombreux paramètres permettant d'obtenir une certaine performance globale. Ces paramètres sont, entre autres, la stabilité, les contraintes temporelles, la robustesse. Pour réaliser cela, il faut effectuer le bon choix : du système d'interfaçage entre le calculateur et le procédé, des adaptations nécessaires à effectuer sur les signaux, de l'échantillonnage, de l'environnement logiciel. Les étudiants apprendront à tenir compte de ces paramètres et contraintes afin d'avoir la commande la plus adéquate. Ensuite, ils devront faire le prototypage de la commande continue avec un outil logiciel qu'ils transposeront dans le domaine discret en vue d'effectuer l'implémentation associée sur un calculateur (PC, microcontrôleur). Ils devront mettre en place une méthode permettant de vérifier les exigences du système.

PRÉ-REQUIS

Systèmes linéaires à temps discret et identification, Systèmes temps réel, Microcontrôleur.

MOTS-CLÉS

Commande, Temps réel, Mise en œuvre.

UE	RECONNAISSANCE DES FORMES ET TECHNOLOGIES VOCALES	3 ECTS	2nd semestre
EIEAR4KM	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FARINAS Jérôme

Email : jerome.farinas@univ-tlse3.fr

Téléphone : 0561558343

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il est reconnu que le moyen le plus naturel de communication entre hommes est la parole et que la parole doit être considérée comme un moyen de communication homme-machine privilégié. Les systèmes automatiques de reconnaissance ou de synthèse de parole ont acquis des performances telles que leur intégration dans des systèmes interactifs est devenue effective. Ce cours a pour but de donner les fondements théoriques du traitement automatique de la parole. La problématique des systèmes interactifs est abordée au travers de la compréhension automatique de la parole et des processus de gestion de dialogue.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Paramétrisation avancée parole (LPC,FCC, PLP et optimisations MPE, STC)
- Modélisation acoustique (HMM, DNN/CNN/RNN, optimisations MLLR, MMI...)
- Modélisation du langage (ngram, nclass, prise en compte du contexte)
- Méthodes d'évaluation (Corpus, Ressources, Mesure de confiance, Fiabilité, Robustesse)
- Synthèse de la parole à partir du texte (normalisation du texte, synthèse par règle, par concaténation, modélisation de la prosodie)
- Application aux serveurs vocaux interactifs (Architectures et Applications, Conception et développement d'un système de dialogue oral, Compréhension de la parole et Gestion de dialogue, Evaluation des systèmes de dialogue oral)

PRÉ-REQUIS

UE M2 IARF Reconnaissance des Formes et Apprentissage, connaissances de base en algèbre linéaire et statistiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Rabiner, Juang, Fundamentals of Speech Recognition, Prentice Hall 1993

Joseph Mariani, Reconnaissance de la parole, Hermes 2002

Haton, Cerisara, Fohr, Laprie, Smaïli, La reconnaissance de la parole : du signal à son interprétation, Dunod 2006"

MOTS-CLÉS

reconnaissance automatique de la parole grand vocabulaire, systemes interactifs

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

