UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER

Faculté Sciences et Ingénierie

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSIT&EACUTE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique, automatique

M2 Signal, image et apprentissage automatique

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/

2024 / 2025

3 JUILLET 2025

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique 3
Compétences de la mention 3
Parcours 3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 Signal, image et apprentissage automatique 4
RUBRIQUE CONTACTS 6
CONTACTS PARCOURS 6
CONTACTS MENTION 6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA 6
Tableau Synthétique des UE de la formation 7
LISTE DES UE 11
GLOSSAIRE 29
TERMES GÉNÉRAUX 29
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 29
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 30

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master EEA, **labélisé CMI** , est, suivant le parcours choisi, de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et Traitement du Signal et des Images. Les diplômés peuvent intégrer les secteurs de l'aéronautique, de l'espace, de l'énergie, des télécommunications, mais également des transports, de l'environnement, des systèmes embarqués, de la production et du transport de l'énergie électrique ainsi que de sa conversion. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle dans l'industrie et les services (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) ou une poursuite en doctorat.

.

Ce Master est composée de 6 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable** (E2-CMD) - *M2 commun avec l'INP/ENSEEIHT de Toulouse*
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel** (ISTR)
- **Automatique et Robotique** (AURO)
- Signal Image et Apprentissage Automatique (SIA2)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2** (et dès le M1 pour le parcours SME), ou de façon classique.

COMPÉTENCES DE LA MENTION

- Mobiliser des méthodes et techniques d'analyse et de conception des systèmes relevant du domaine de l'EEA
- Modéliser différents aspects comportementaux d'un système relevant du domaine de l'EEA
- Extraire, analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation,
- Coordonner et gérer globalement un projet d'étude et/ou de recherche
- Communiquer de façon claire et non ambiguë, en français et en anglais, dans un registre adapté à un public de spécialistes ou de non spécialistes en utilisant les supports appropriés.
- Savoir questionner une thématique, élaborer une problématique, mobiliser les ressources pour documenter un sujet.
- Intégrer les aspects organisationnels et humains de l'entreprise afin de s'adapter et participer à son évolution future.

PARCOURS

Ce master SIA2 forme des Ingénieurs spécialisés dans la conception, la réalisation et l'exploitation des systèmes d'acquisition, de traitement et d'analyse de signaux, images, ou autres données, pour divers secteurs en forte croissance : télécommunications, multimédia, vision par ordinateur, observation de la terre et de l'univers, traitement d'images médicales...

Admission :

en M1, pour des étudiants titulaires d'une licence dans les domaines de l'EEA, de la physique appliquée, des mathématiques appliquées et de l'informatique.

en M2, une maîtrise des concepts et outils de base en traitement du signal, traitement d'images, analyse statistique des données, apprentissage automatique et informatique est nécessaire.

En deuxième année du master, 3 blocs de spécialisation sont proposées afin d'approfondir et appliquer les concepts, méthodes ou outils aux domaines d'applications du traitement du signal et des images :

- Signaux, Audio, Images, Vidéo
- Imagerie spatiale
- Traitement d'images médicale

A l'issue de ces deux années de formation et du stage de fin d'études, les étudiants peuvent intégrer le milieu professionnel en tant qu'ingénieur spécialisé en SIA ou préparer un doctorat.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 SIGNAL, IMAGE ET APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Objectifs

Les signaux, images, vidéos et dispositifs d'acquisition associés sont de plus en plus présents dans notre vie de tous les jours. On pense bien sûr aux signaux audio, à la photographie et à la vidéo, mais c'est le cas plus généralement des données issues d'observations de phénomènes physiques, telles que les images spatiales ou médicales ou pour la vision par ordinateur. De nouvelles applications s'appuyant sur de tels types de données sont proposées chaque jour. Si chaque dispositif s'appuie sur des connaissances particulières liées à son domaine d'application, un grand nombre d'outils sont communs à tous les domaines.

La formation vise le développement de compétences sur la compréhension des dispositif d'acquisition de signaux-images-vidéos et sur le traitement, la correction, la compression, la transmission et l'analyse haut niveau de telles données, incluant l'apprentissage automatique (Machine Learning), domaine de l'intelligence artificielle en fort développement. Elle s'appuie pour cela sur l'acquisition de connaissances théoriques et leur mise en œuvre pratique, en insistant sur la maîtrise des outils de développement informatique.

Organisation du cursus et contenu

Master 1

La première année s'articule autour d'un socle de connaissances de base communes au traitement des données pour tous les domaines d'application. Différentes Unités d'Enseignement (UE) sont ainsi centrées chacune sur une classe particulière de données, leur représentation et leur traitement :

- signaux temporels analogiques ou numériques, déterministes ou aléatoires,
- images,
- données de nature quelconque, qui donnent lieu à différents traitements statistiques, d'apprentissage automatique...
- outils informatiques pour la mise en œuvre.

Ce M1 comporte aussi des UE présentant les capteurs et chaînes d'acquisition et divers champs d'application : audio, vidéo, télécommunications, imagerie médicale, robotique...

De plus, les notions ainsi acquises par les étudiants sont mises en oeuvre de manière concrète lors de TP et projets d'Initiation à la recherche. Enfin, le Bureau d'Etude sur l'Apprentissage Automatique vise à familiariser les étudiants avec des outils logiciels et des librairies spécialisés pour l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond (deep learning) à travers des projets réalisés sur les processeurs graphiques (GPU).

Master 2

En deuxième année, suite à un tronc commun d'approfondissement sur les outils de traitement du signal, des images et vidéo, de statistique, d'apprentissage automatique et un projet informatique, 3 blocs de spécialisation sont proposés suivant les 3 domaines d'application :

- Signal, Audio, Images, vidéo,
- Imagerie Spatiale,
- Traitement d'Images Médicales.

Des enseignements de disciplines générales (communication, gestion de projet, langue...) ainsi qu'un projet Informatique long complètent la formation.

Stage de fin d'études

Un stage de fin d'études est obligatoire pour valider le master 2, d'une durée de 4 mois (minimum) à 6 mois (durée conseillée) durant la période mars-août. Il permet aux étudiants de mettre en pratique leurs connaissances tout en s'insérant dans le monde professionnel.

Les sujets de stage doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle acquise soit valorisable sur le CV.

Ce stage permet aux étudiants de se préparer à la recherche d'emploi ; d'acquérir un expérience professionnelle conséquente valorisable sur leur CV ; de travailler sur des missions scientifiques et techniques ; de découvrir un domaine d'application lié à leur formation.
Nos étudiants sont accueillis en stage aussi bien par des grands groupes que des start-up ou des PME. Ils peuvent aussi effectuer leur stage au sein de centres de recherche et de laboratoires français ou étrangers.

Débouchés

Notre master forme aux métiers de la conception et de l'exploitation des systèmes d'acquisition de traitement et d'analyse de signaux, images et vidéo dans divers secteurs en forte croissance : télécommunications, vision par ordinateurs, observation de la terre, de l'environnement et de l'espace, traitement d'images médicales, machine learning.
Notre master étant indifférencié, il permet d'envisager une carrière professionnelle aussi bien dans l'industrie (Ingénieur d'étude, de recherche et développement, chef de projet, consultant, technico-commercial...) que dans la recherche (chercheur et enseignant-chercheur suite à la préparation d'une thèse de doctorat). C'est bien souvent la nature du stage qui détermine le caractère du master, plutôt orienté recherche ou Professionnel.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 SIGNAL, IMAGE ET APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu Téléphone : 05 61 33 28 66

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne
Email : marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr Téléphone : 05 61 55 82 74

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

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

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr Téléphone : 05 61 33 78 61

VIALLON Christophe
Email : cviallon@laas.fr Téléphone : 05 61 33 68 40

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

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

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

MICHEL Florence
Email : florence.michel@univ-tlse3.fr Téléphone : 0561557621

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

Itinéraire M2 EEA-SIA2 AV (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage*
		Premier semestre								
13	KEAI9ABU	OUTILS AVANCÉS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	I	3	O	10	14	9		
12	KEAI9AAU	OUTILS AVANCÉS POUR L'IMAGE ET LA VIDÉO	I	3	O	10	13	9		
15	KEAI9ADU	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES	I	3	O	10	16	9		
14	KEAI9ACU	ESTIMATION ET OPTIMISATION (EA)	I	3	O	10	14	9		
16	KEAI9AEU	VISION PAR ORDINATEUR	I	3	O	10	13	9		
17	KEAI9AFU	CAPTEURS ET INSTRUMENTATION (CAPINST)	I	3	O	10	13		5	
18	KEAI9AGU	INFORMATIQUE ET PROJET SCIENTIFIQUE	I	6	O	10	10	40		
19	KEAI9AHU	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE, COMMUNICATION, GESTION DE PROJET	I	3	O	12	12	6		
20	KEAI9AVU	ANGLAIS	I	3	O		24			
		Second semestre								
21	KEAIAAAU	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET SEPARATION DE SOURCES	II	4	O	10	18	12		
25	KEAIAADU	COMPRESSION DES SIGNAUX IMAGES ET VIDÉO	II	4	O	8	17	9		
26	KEAIAAEU	DEBRUITAGE TRAITEMENT DE LA PAROLE ET DE LA MUSIQUE	II	4	O	10	20	9		
27	KEAIAAFU	STAGE	II	18	O					6

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage*
Premier semestre										
13	KEAI9ABU	OUTILS AVANCÉS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	I	3	O	10	14	9		
12	KEAI9AAU	OUTILS AVANCÉS POUR L'IMAGE ET LA VIDÉO	I	3	O	10	13	9		
15	KEAI9ADU	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES	I	3	O	10	16	9		
14	KEAI9ACU	ESTIMATION ET OPTIMISATION (EA)	I	3	O	10	14	9		
16	KEAI9AEU	VISION PAR ORDINATEUR	I	3	O	10	13	9		
17	KEAI9AFU	CAPTEURS ET INSTRUMENTATION (CAPINST)	I	3	O	10	13		5	
18	KEAI9AGU	INFORMATIQUE ET PROJET SCIENTIFIQUE	I	6	O	10	10	40		
19	KEAI9AHU	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE, COMMUNICATION, GESTION DE PROJET	I	3	O	12	12	6		
20	KEAI9AVU	ANGLAIS	I	3	O		24			
Second semestre										
21	KEAIAAAU	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET SEPARATION DE SOURCES	II	4	O	10	18	12		
28	KEAIAAHU	EXTRACTION DE DONNEES ANATOMIQUES ET PHISIOPA-THOLOGIQUES	II	4	O	16	17	9		
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :										
25	KEAIAADU	COMPRESSION DES SIGNAUX IMAGES ET VIDÉO	II	4	O	8	17	9		
22	KEAIAABU	OBSERVATION DE LA TERRE	II	4	O	8	16	15		
24	KEAIAACU	CARTOGRAPHIE THEMATIQUE	II	4	O	8	17	9		
27	KEAIAAFU	STAGE	II	18	O					6

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage*
Premier semestre										
13	KEAI9ABU	OUTILS AVANCÉS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	I	3	O	10	14	9		
12	KEAI9AAU	OUTILS AVANCÉS POUR L'IMAGE ET LA VIDÉO	I	3	O	10	13	9		
15	KEAI9ADU	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES	I	3	O	10	16	9		
14	KEAI9ACU	ESTIMATION ET OPTIMISATION (EA)	I	3	O	10	14	9		
16	KEAI9AEU	VISION PAR ORDINATEUR	I	3	O	10	13	9		
17	KEAI9AFU	CAPTEURS ET INSTRUMENTATION (CAPINST)	I	3	O	10	13		5	
18	KEAI9AGU	INFORMATIQUE ET PROJET SCIENTIFIQUE	I	6	O	10	10	40		
19	KEAI9AHU	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE, COMMUNICATION, GESTION DE PROJET	I	3	O	12	12	6		
20	KEAI9AVU	ANGLAIS	I	3	O		24			
Second semestre										
21	KEAIAAAU	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET SEPARATION DE SOURCES	II	4	O	10	18	12		
22	KEAIAABU	OBSERVATION DE LA TERRE	II	4	O	8	16	15		
24	KEAIAACU	CARTOGRAPHIE THEMATIQUE	II	4	O	8	17	9		
27	KEAIAAFU	STAGE	II	18	O					6

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

LISTE DES UE

UE	OUTILS AVANCÉS POUR L'IMAGE ET LA VIDÉO	3 ECTS	1er semestre
KEAI9AAU	Cours : 10h , TD : 13h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 43 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module décrit les outils de traitement d'images, allant de l'amélioration des images acquises à leur traitement en vue de faciliter leur manipulation et leur interprétation.
Ce cours permet de comprendre et d'appréhender la chaîne de traitement à effectuer une fois l'image numérique acquise, afin de pouvoir l'analyser au mieux, selon l'application visée.
Les méthodes de traitement d'images communes à tous les domaines d'application sont ici présentées sous forme de cours/TD et mises en pratique dans les Travaux Pratiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours/TD est structuré comme suit :
1. Introduction : notions de colorimétrie, visualisation et applications
2. Numérisation et pré-traitements
3. Opérations et transformations 2D
4. Filtrage linéaire et non-linéraire, restauration
5. Méthodes avancées de segmentation d'images
6. Formats d'images et vidéos

Les séances de TP se séquencent comme suit :
1. Filtrage et détection de contours(3h).
2. Débruitage d'images non-linéaire pour des images couleur (3h).
3. Segmentation d'images par méthode de split and merge (3h).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Industrial Image Processing* , C.Demant, B.Streicher-Abel, P.Waszkewitz, Springer, 1999.
— *Les secrets de l'image vidéo* , P.Bellaïche, Eyrolles, 2015.
— *Introduction au traitement d'images* , D. Lingrand, Vuibert, 2008.

MOTS-CLÉS

Acquistion d'images, fitrage, débruitage, restauration, segmentation, reconnaissance, méthodes linéaires et non-linéaires

UE	OUTILS AVANCÉS POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	3 ECTS	1er semestre
KEAI9ABU	Cours : 10h , TD : 14h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 42 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les signaux sont à la base de la manipulation de l'information, car ils sont généralement le support physique d'une information. Leur appréhension est donc une étape incontournable pour qui souhaite travailler dans le domaine des STIC (Sciences et Technologies de l'Information et la Communication) et particulièrement dans chacun des domaines d'application audio-vidéo, médical et spatial.
Cette UE permet aux étudiants de prendre du recul sur les bases nécessaires à l'étude des signaux quel que soit le domaine d'application et de maîtriser des outils avancés pour leur représentation et leur analyse, qui seront utiles pour aborder les enseignements ultérieurs.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La première partie est un rapide rappel sur les représentation temporelles et fréquentielles des signaux déterministes et aléatoires et leur filtrage.
La deuxième présente des outils avancés de représentation et d'analyse des signaux

- Analyse spectrale des signaux, estimation spectrale,
- Modèles aléatoires de signaux (ARMA, AR) pour l'analyse et la prédiction des signaux. Analyse spectrale à haute résolution.
- Analyse temps-fréquence (décompositions énergétiques et atomiques), spectrogramme et analyse des signaux audio.
- Analyse temps-échelle (transformée en ondelettes continues ou discrètes orthogonales) et extension aux images
- Introduction aux représentation parcimonieuse dans un dictionnaire redondant

PRÉ-REQUIS

UE du M1 "Signaux et systèmes" et "Traitement numérique du signal"

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Traitement numérique des signaux, M. Kunt, PPUR, 1996.
- A Wavelet Tour of Signal Processing : The Sparse Way, Third Edition, S. Mallat, Academic Press, 2009.
- Temps-fréquence : concepts et outils, F. Hlawatsch et F. Auger, Lavoisier 2005.

MOTS-CLÉS

Signaux déterministes et aléatoires. Analyse spectrale à haute résolution. Représentations temps-fréquence, temps-echelle, ondelettes, rep. parcimonieuses.

UE	ESTIMATION ET OPTIMISATION (EA)	3 ECTS	1er semestre
KEAI9ACU	Cours : 10h , TD : 14h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 42 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

JAUBERTHIE Carine
Email : cjaubert@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'estimation paramétrique consiste à déduire de données expérimentales la valeur de paramètres physiques d'intérêt. On peut ainsi découper le schéma d'estimation en trois parties :

- construction d'un estimateur en prenant en compte un modèle d'acquisition des données et les perturbations ;
- calcul de cet estimateur, le plus souvent par un algorithme d'optimisation ;
- caractérisation de cet estimateur en terme d'incertitude sur les paramètres estimés.

A l'issue de ce cours, l'étudiant connaîtra l'ensemble du schéma d'estimation qu'il aura appliqué à des problèmes concrets de traitement du signal et d'imagerie et saura faire face à de nouveaux problèmes d'estimation.
Un accent particulier sera mis sur la résolution des problèmes inverse fréquemment rencontrés en signal et en imagerie

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Cadre de l'estimation
Définition d'un estimateur, propriétés des estimateurs (biais, variance, erreur quadratique moyenne), notions d'identifiabilité et de discernabilité. Construction des estimateurs : méthode des moments, minimisation de critères, maximum de vraisemblance, cadre Bayésien. Principe du calcul des estimateurs et d'incertitude sur les paramètres estimés.
II. Introduction à l'optimisation et présentation des méthodes classiques
Conditions de minimalité, cas des fonctions convexes. Moindres carrés et méthodes dérivées. Optimisation locale par algorithmes de descente (sans dérivées, gradient, gradient conjugués, Newton...). Algorithmes d'optimisation sous contrainte (pénalités, barrières) et algorithmes d'optimisation globale.
III. Ouverture sur les problèmes inverses
Notion de problème mal posé, de conditionnement, de régularisation et les approches générales de résolution
IV Ouverture sur les méthodes de Monte-Carlo
Estimation de paramètre et de l'incertitude sur les paramètres estimés
Les travaux pratiques, sous Matlab, concernent la résolution de problèmes concrets d'estimation.

PRÉ-REQUIS

Connaissance de bases en probabilités (vecteurs aléatoires, lois, lois conditionnelles, indépendance, espérances), en estimation et en calcul matriciel.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Identification de Modèles Paramétriques à Partir de Données Expérimentales, E. Walter, Masson, 1994.
- Numerical Optimization, J. Nocedal, Springer, 2006.
- Approche bayésienne pour les problèmes inverses, J. Idier, Hermès, 2001.

MOTS-CLÉS

Biais, variance, vraisemblance, estimateurs Bayésiens, optimisation locale, sous contrainte, algorithmes de descente, sous contrainte, problèmes inverses

UE	ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES	3 ECTS	1er semestre
KEAI9ADU	Cours : 10h , TD : 16h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 40 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

DEVILLE Yannick
Email : Yannick.Deville@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de maîtriser les outils classiques d'analyse de données expérimentales, issues de systèmes variés (étude de la tendance moyenne d'un paramètre tel que salaire ou âge, mesuré sur une *population* , histogramme des valeurs de ce paramètre...)
Des outils plus élaborés, tels que l'analyse en composantes principales, sont ensuite considérés.
Un autre objectif est de présenter la notion de test d'hypothèse. Les hypothèses sont décrites par des modèles probabilistes et les données sont considérées comme des réalisations des variables aléatoires. L'objet d'un test statistique est de formuler un jugement sur une hypothèse et de distinguer ce qui est plausible de ce qui est peu vraisemblable. Les principaux tests statistiques sont présentés en s'appuyant sur des exemples d'application.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Introduction générale
II Outils d'analyse de données expérimentales
Paramètres permettant d'analyser les valeurs d'une unique variable (moyenne, écart-type, histogramme...).
Outils d'étude de liaisons entre deux variables (analyse de corrélation).
Problème d'extraction d'information à partir d'un nombre quelconque de variables, en particulier à l'aide de l'analyse en composantes principales.
Notions de base concernant la classification automatique de divers types « d'objets » à partir de paramètres mesurés sur chacun d'eux (et la régression) sont présentées.
II Variables aléatoires et tests statistiques
Modèles probabilistes, hypothèses nulle et alternative, région de rejet, règles de décision.
Test du rapport de vraisemblance, tests classiques sur la moyenne, la variance et le coefficient de corrélation, tests d'adéquation à une loi de probabilité.
Les divers aspects de la Statistique ainsi présentés conduisent à des applications extrêmement variées. Différentes applications de ce type sont présentées dans les travaux dirigés et travaux pratiques.

PRÉ-REQUIS

Cette UE n'a pas de pré-requis spécifiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Probabilités, analyse des données et statistique* , G. Saporta , Technip, 1990.
— *Probability and statistics for engineers* , R. A. Johnson,, Prentice Hall, 2005.
— *Testing statistical hypotheses* , E. Lehmann, J. P. Romano, Springer, 2005.

MOTS-CLÉS

Paramètres statistiques (moyenne, écart-type...). Analyse en composantes principales. Classification. Régression. Tests d'hypothèses, de comparaison...

UE	VISION PAR ORDINATEUR	3 ECTS	1er semestre
KEAI9AEU	Cours : 10h , TD : 13h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 43 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LERASLE Frédéric
Email : lerasle@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but est de maîtriser les principales techniques de Vision 3D à partir de capteurs optiques (stéréovision, vision mono- et multi-oculaire, lumière structurée, etc.).
Plus spécifiquement, cette UE se focalise sur quatre modalités essentielles : l'acquisition 3D, la modélisation 3D de scènes, la localisation/reconnaissance 3D, enfin la reconnaissance dans les images par caractéristiques locales.
L'UE est illustrée par des exemples concrets d'applications pour des systèmes embarqués, ou ambiants (vidéo-surveillance).
Des séances de travaux pratiques et des exercices sont associés à chacune des fonctionnalités étudiées.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Acquisition de données par capteurs extéroceptifs 3D
- Capteurs actifs versus passifs.
- Techniques d'étalonnages et de reconstruction 3D associés.

1 séance de TP sur python/OpenCV illustrant étalonnage et reconstruction 3D par stéréovision passive et capteur actif RGB-D.

II Modélisation 3D
- Modélisation incrémentale.
- Représentations 3D.
- Techniques de segmentation 3D et invariants.
- Exercices.

1 séance de TP sur python/OpenCV illustrant la modélisation incrémentale d'un environnement inconnu par capteur 3D.

III Reconnaissance 3D
- Principales techniques de localisation 3D.
- Application à la reconnaissance 3D.

1 séance de TP sur python/OpenCV illustrant la localisation 3D d'objets par vision mono- et binoculaire.

IV Reconnaissance dans les images par caractéristiques locales

PRÉ-REQUIS

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

MOTS-CLÉS

Capteurs optiques 3D et leur étalonnage, reconstruction 3D, modélisation 3D de scènes, localisation et reconnaissance 3D, reconnaissance par points d'intérêts.

UE	CAPTEURS ET INSTRUMENTATION (CAPINST)	3 ECTS	1er semestre
KEAI9AFU	Cours : 10h , TD : 13h , TP DE : 5h	Enseignement en français	Travail personnel 47 h
URL	http://userpages.irap.omp.eu/~{}ogodet/		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

GODET Olivier
Email : Olivier.Godet@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module présente différents type de capteurs électromagnétiques, leur chaine analogique/numérique et leurs domaines d'application. Il permet de donner les clés pour prototyper et mettre en oeuvre l'électronique d'une chaîne d'instrumentation (du capteur au convertisseur analogique numérique).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Ce module présente différents capteurs photo-sensibles utilisés en imagerie multi-longueur d'onde et spectroscopie. Les grands principes physiques de fonctionnement de ces capteurs sont décrits. Il discute aussi les principes de fonctionnement d'une chaîne d'acquisition analogique/numérique ainsi que de ses spécificités pour faire de l'imagerie et de la spectroscopie. Les paramètres dimensionnants de ces capteurs sont introduits au travers d'exemples. Des applications au domaine industriel sont discutées afin de montrer la versalité de leur utilisation.
La seconde partie du module aborde la notion d'aberration des images numériques et présente quelques moyens de correction en se basant sur les technologies de capteurs CCD sous forme de TD et de TP (avec un mini-projet à mener).
La troisième partie portera sur les capteurs utilisés en télédétection et en particulier sur les radars imageurs de type SAR (Synthetic Aperture Radar). Pour ces capteurs, un dimensionnement au niveau système est indispensable, la résolution finale de l'appareil dépendant fortement de l'adaptation entre le matériel utilisé et le traitement numérique associé.

PRÉ-REQUIS

UE du M1 : 'Instrumentation et chaîne de mesure', 'Traitement numérique du signal' , 'Capteurs optiques et formation des images'.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Traitement des signaux et acquisitions de données* , Cottet, Dunod, 2002.
— *Acquisition de données du capteur l'ordinateur* , Asch, Dunod, 2003.
— *Imaging with synthetic aperture radar* , D. Massonnet et J.-C. Souyris, EPFL Press 2008.

MOTS-CLÉS

Capteurs numériques, télédétection, radar ; lumière, processus physiques ; chaine électronique, résolution, spatial ; aberrations, imagerie, spectroscopie.

UE	INFORMATIQUE ET PROJET SCIENTIFIQUE	6 ECTS	1er semestre
KEAI9AGU	Cours : 10h , TD : 10h , TP : 40h	Enseignement en français	Travail personnel 90 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

DE BONNEVAL Agnan
Email : agnan@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'enseignement est axé sur la pratique de l'informatique en tant qu'outil pour le traitement du signal, d'image et vidéo.
Un premier volet vise à homogénéiser le niveau de la promotion sur les fondements d'architecture d'ordinateurs, des systèmes d'exploitations, d'algorithmique, de programmation en langage C et d'utilisation d'ateliers logiciels (environnements intégrés de programmation).
Enfin, Matlab est étudié en vue d'une utilisation intensive dans d'autres UE.
Un deuxième volet conséquent, porte sur les concepts de programmation orientée objet (langage de mise en œuvre : C++).
Enfin, un troisième volet approfondit la mise en œuvre d'algorithmes spécifiques au signal et à l'imagerie au travers de la réalisation d'un projet.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement est surtout pratique, mais les bases théoriques indispensables sont présentées au fil des besoins.
Dans un premier temps, des travaux pratiques classiques illustrent les bases en système d'exploitation, langage C et Matlab, puis en programmation orientée objet.
Dans un second temps, la programmation objet est approfondie au travers d'un projet (par groupe de 3 à 5 étudiants), sur des thèmes teintés par les domaines d'application Spatial, Médical et Audio-Vidéo. Ce projet permet aussi une mise en situation plus proche du monde du travail : gestion du travail en équipe et des phases d'un projet (de l'analyse du besoin jusqu'à la réalisation d'une application logicielle), communication pendant et après la réalisation du travail. Ces aspects s'appuient sur les enseignements de conduite de projets et de communication de l'UE EIEAI3B1. Ce projet donne lieu à un rapport, une présentation orale et une démonstration sur ordinateur de l'application développée.
L'ensemble de l'enseignement est conçu pour que chaque étudiant puisse progresser à son rythme (selon son cursus passé), jusqu'à la fin du projet.

PRÉ-REQUIS

Connaissances sur les architectures de calculateurs et systèmes d'exploitation.
Notions d'algorithmique, utilisation basique du langage C. Bases de Matlab.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Systèmes d'exploitation* , A. Tanenbaum, Pearson, 2008.
— *Méthodologie de la programmation en C* , J.-P. Braquelaire, Dunod, 2005.
— *Programmer en C++* , C. Delannoy, Eyrolles, 2014.

MOTS-CLÉS

Systèmes d'exploitation, Matlab, programmation, langage C, orienté objet, langage C++, traitements informatique, images et signaux, gestion de projet.

UE	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE, COMMUNICATION, GESTION DE PROJET	3 ECTS	1er semestre
KEAI9AHU	Cours : 12h , TD : 12h , TP : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module porte sur la connaissance de l'entreprise, la conduite de projets, la communication orale et écrite.
Il sera accompagné par quelques séminaires généraux par des industriels du domaine du signal et de l'image...

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'enseignement de connaissance de l'entreprise porte sur l'entreprise en tant que système (chiffre d'affaire, résultats, produits, etc.), la gestion quantitative de l'entreprise (charges, rentabilité, etc.), la gestion analytique et prévisionnelle (bilan, soldes, plan de trésorerie, etc.), enfin la stratégie industrielle (diagnostic, orientations).
L'enseignement de conduite de projets décrit les principes (stratégie, objectifs, structuration) et méthodes associés (gestion d'équipe, outils de gestion de projet -planification, analyse des risques, suivi des coûts et techniques de valorisation des projets, etc.)
L'enseignement de communication porte sur la rédaction de CV et de lettre de motivation, les techniques vocales, la prise de parole en public, enfin la mise en situation lors de présentation orale en public.
Ces deux derniers enseignements sont mis en pratique lors du projet informatique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Project Management Body of Knowledge (PMBoK- V5), édité par Projet Management Institute.

MOTS-CLÉS

Connaissance de l'entreprise, communication orale et écrite, gestion d'équipe, gestion de projet, GANTT, SWOT,

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1er semestre
KEAI9AVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AVRIL Henri
Email : h-avril@live.com

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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

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

UE	APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET SEPARATION DE SOURCES	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAAAU	Cours : 10h , TD : 18h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 60 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

DEVILLE Yannick
Email : Yannick.Deville@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ces enseignements permettent aux étudiants de se familiariser avec :

— des méthodes avancées d'apprentissage automatique et en particulier les réseaux de neurones artificiels et les machines à vecteurs de support,

— des méthodes de séparation aveugle de sources qui visent à estimer des signaux sources inconnus à partir de leurs mélanges observés.

A l'issue de cette UE, les étudiants seront capables d'appliquer ces méthodes aux signaux naturels.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les enseignements de cette UE sont répartis en deux parties :

1) Approfondissement sur les méthodes d'apprentissage automatique (*Machine Learning*)

On décrit ici des méthodes dites classiques (maximum de vraisemblance ...), diverses classes de réseaux de neurones artificiels (perceptrons multi-couches ou MLP, réseaux à fonctions de base radiales ou RBF, cartes auto-organisatrices de Kohonen ou SOM), ainsi que les machines à vecteurs de support (SVM).

2) Séparation aveugle de sources

On présente différents types de méthodes de séparation aveugle, basées sur les hypothèses d'indépendance statistique, de parcimonie, ou de non-négativité des sources. Ces méthodes seront appliquées aux signaux audio, télécommunications, imagerie multi-temporelle ou multi-spectrale en astrophysique et télédétection, et signaux et images biomédicaux.

PRÉ-REQUIS

UEs « Traitement du signal » et « Analyse statistique de données. »

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Traitement du signal : signaux temporels et spatiotemporels, Y Deville, Ellipses, 2011

MOTS-CLÉS

Séparation de sources, Machine Learning, Classification, Réseaux de Neurones.

UE	OBSERVATION DE LA TERRE	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAABU	Cours : 8h , TD : 16h , TP : 15h	Enseignement en français	Travail personnel 61 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

DEVILLE Yannick
Email : Yannick.Deville@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La première partie de cette UE a pour objectif de former les étudiants dans les domaines suivants :
- les enjeux de l'observation de la Terre dans la société actuelle,
- les applications fonctionnelles et les applications à venir,
- les « outils » (capteurs, satellites, ...) qui existent déjà et les évolutions,
- les « méthodes » de traitement d'images qui sont utilisées pour ce type de données.

La deuxième partie de cette UE apporte aux étudiants la maîtrise de la conception et la réalisation d'un Système d'Information Géographique dans toutes les étapes constituées par l'analyse des besoins, la conception, la mise en oeuvre de la base de données et la pratique des analyses spatiales.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Première partie :
1. Vue d'ensemble des enjeux de la télédétection et plus particulièrement de l'observation de la Terre : grands programmes européens et mondiaux, causes, conséquences, impact des satellites sur notre vie quotidienne... Applications opérationnelles de l'observation de la Terre par satellites : Lesquelles ? Quelles utilisations actuelles et futures ? Quel degré d'opérationnalité ?
2. Caractéristiques de l'acquisition d'images aériennes ou satellitaires, capteurs existants et caractéristiques des images.
3. Méthodes de traitement et d'analyse d'images régulièrement employées dans ce contexte.

Deuxième partie :
Les concepts nécessaires à la compréhension des Systèmes d'Information Géographique comprennent les projections, la modélisation par couches, les mondes vecteur/raster et l'architecture des SIG. Dans le monde vecteur, la logique MERISE est introduite pour comprendre les contraintes des bases de données implémentées dans le moteur du SIG et les apports du SQL spatial. Dans le monde raster, les notions de résolution spatiale, de re-projection, de conversion de vecteur en raster, d'algèbre de cartes sont présentées en fonction des problématiques de télédétection.

PRÉ-REQUIS

Toutes les UE de Traitement du Signal, Traitement d'Images et Analyse statistique de données de ce M2.

SPÉCIFICITÉS

La première partie de l'UE repose sur l'analyse des méthodes par l'angle de leur utilisation et de leur opérationnalité plus que par un développement théorique pointu en traitement du signal et des images.
L'enseignement de la deuxième partie est conçu pour permettre aux étudiants de s'adapter à d'autres environnements informatiques, les parties théoriques donnent une connaissance valide quels que soient les logiciels utilisés. Les travaux pratiques s'appuient sur des logiciels du monde libre : GRASS, QGIS, spatialite, R du cran... Ils reposent sur l'analyse de cas concrets issus de travaux de recherche. Chaque exemple est accompagné d'une fiche qui guide l'étudiant. Les cas d'étude concernent les modèles numériques de terrain, les modèles hydrologiques, les modèles du paysage...
Outre de donner à l'étudiant une solide formation théorique et pratique, l'objectif est de lui permettre de développer un esprit critique lui permettant d'analyser une situation concrète, de choisir le bon outil, la méthode

d'analyse adaptée, de lever les difficultés techniques et surtout d'éviter les erreurs les plus communément rencontrées dans l'utilisation des SIG.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Satellite Imagery : from acquisition principles to processing of optical images for observing the Earth* , CNES-IGN-ONERA, Cépaduès, 2012.
— *Systèmes d'information géographique - 2e édition* , Yves Auda, Sciences Sup, Dunod, mars 2022.

MOTS-CLÉS

Observation de la Terre, Imagerie satellitaire et aérienne, géographie, bases de données, projection, raster, vecteur, SQL.

UE	CARTOGRAPHIE THEMATIQUE	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAACU	Cours : 8h , TD : 17h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 66 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

DEVILLE Yannick
Email : Yannick.Deville@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans la première partie de cette unité, on présente d'une part des méthodes génériques de classification et d'autre part les notions fondamentales de la télédétection optique (luminance, réflectance, types de capteurs, prétraitements...). On applique ensuite ces notions à l'analyse d'images de la Terre fournies par des instruments embarqués sur des satellites (en particulier SPOT et/ou LANDSAT), afin de réaliser des cartes d'occupation du sol (champs, forêts...) et d'analyser le lien entre les signatures spectrales des surfaces étudiées et leur fonctionnement.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

On décrit les principes de télédétection, les caractéristiques des capteurs d'observation de la Terre, les grandeurs physiques mesurées (luminance, réflectance, émittance) et les facteurs influençant la mesure.
On présente les notions de signatures spectrales et de couleur.
Les travaux dirigés et travaux pratiques de cette unité incluent tout d'abord des exercices de mise en oeuvre des méthodes de classification vues en cours, puis des manipulations d'images satellitaires (SPOT et/ou LANDSAT) à l'aide du logiciel ENVI. L'objectif de ces travaux consiste à réaliser des classifications pixel et objet en mode supervisé et non supervisé pour des agrosystèmes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— *Climatologie de l'environnement. De la plante aux écosystèmes* , G. Guyot, Masson, 1997.

MOTS-CLÉS

Télédétection optique, imagerie satellitaire et aéroportée, cartes d'occupation du sol, logiciel ENVI.

UE	COMPRESSION DES SIGNAUX IMAGES ET VIDÉO	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAADU	Cours : 8h , TD : 17h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 66 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

HERBULOT Ariane
Email : ariane.herbulot@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nos jours, les signaux images et vidéo sont pratiquement exclusivement numériques et il est souvent nécessaire de les compresser dans un but de stockage ou de transfert plus rapide. Les différentes méthodes de compressions existantes s'appuient sur des outils de représentation et des propriétés spécifiques à chaque type de données.
L'objectif de ce cours est de présenter les méthodes classiques de compression des signaux, images et vidéo.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

— Définition des critères de comparaison de méthodes, Compression sans pertes, Quantification scalaire, Codage prédictif, Codage par Transformées, Quantification Vectorielle

Puis plus spécifiquement seront traitées les notions de compression de signal audio, image et vidéo :

— La Parole : le contexte - Codage dans le plan temporel - Codage fréquentiel : modèles d'analyse/synthèse sinusoïdaux - Codage paramétrique : les vocodeurs - Codage par analyse par synthèse - Codage audio : MPEG 1, 2, 4.
— Compression d'images, principaux formats utilisant la compression avec pertes.
— Estimation du mouvement pour la compression vidéo (flot optique, block matching), suivi d'objets dans des vidéos, codages vidéo MPEG, formats vidéo.

PRÉ-REQUIS

Outils avancés de traitement du signal, d'images et d'estimation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Techniques de compression des signaux . N. Moreau, Masson, 1995.

MOTS-CLÉS

Compression avec ou sans perte, MP3, MPEG

UE	DEBRUITAGE TRAITEMENT DE LA PAROLE ET DE LA MUSIQUE	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAAEU	Cours : 10h , TD : 20h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 61 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

HOSSEINI Shahram
Email : Shahram.Hosseini@irap.omp.eu

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans de nombreuses applications, on souhaite extraire un signal d'intérêt à partir des observations qui sont des mélanges de ce signal avec d'autres signaux (bruit ou interférence). A l'issue de cette unité d'enseignement, les étudiants maîtriseront les techniques de débruitage mono et multicapteur et seront capables de les appliquer aux signaux naturels.
Un autre objectif de cette UE est de présenter aux étudiants les méthodes d'analyse et de caractérisation de la parole et de la musique.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1) Méthodes de débruitage, d'extraction et de localisation de sources
méthodes de base (filtrage de Wiener, soustraction spectrale, débruitage avec référence de bruit), méthodes sous-espace, autoencodeurs, traitement d'antenne et ses applications pour l'extraction et la localisation des signaux audio et télécommunications.
2) Traitement de la parole et de la musique
Perception des sons et production de la parole. Description acoustique des sons de parole. Spécificités de la musique et différentes paramétrisations.
Applications : Lecture/décodage de spectrogramme. Analyse du signal : Extraction de l'énergie à court terme, du taux de passages par zero, extraction de la fréquence fondamentale par analyse temporelle/spectrale/cepstrale.
TP :
- Localisation de sources sonores par une antenne de microphones
-Manipulation du son (parole et musique) et extraction de différents paramètres. Reconnaissance de notes de musiques de différents instruments.

PRÉ-REQUIS

UEs « Outils avancés de traitement du signal » et « Analyse statistique de données »

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- S Vaseghi, Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction, Wiley, 2000.
- Y Deville, Traitement du signal : signaux temporels et spatiotemporels, Ellipses, 2011.
- J-P Haton, Reconnaissance automatique de la parole, Dunod, 2006.

MOTS-CLÉS

Débruitage, Traitement d'antenne, Traitement de la parole et de la musique

UE	STAGE	18 ECTS	2nd semestre
KEAIAAFU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 450 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : Herve.Carfantan@irap.omp.eu

TROUILHET Jean-François
Email : jean-francois.trouilhet@irap.omp.eu

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, etc) ;
- 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 d'une durée de 4 à 6 mois peut être réalisé en France ou à l'étranger, dans un laboratoire de recherche ou une entreprise.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master Signal Imagerie et Applications afin que l'expérience professionnelle ainsi acquise soit facilement valorisable pour leur future recherche d'emploi.
Il est préférable que le domaine d'application du stage soit le domaine choisi pour l'option à savoir celui du traitement du signal, du traitement d'image et de la vidéo, celui de imagerie médicale ou de l'imagerie spatiale.
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.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle, mise en situation.

UE	EXTRACTION DE DONNEES ANATOMIQUES ET PHISIOPATHOLOGIQUES	4 ECTS	2nd semestre
KEAIAAHU	Cours : 16h , TD : 17h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 58 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ARRIBARAT Germain
Email : germain.arribarat@inserm.fr

FRANCERIES Xavier
Email : xavier.franceries@inserm.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Après l'acquisition des bases techniques en imagerie médicales, cette UE traitera des méthodes permettant d'extraire et de quantifier l'information pertinente contenue dans ces images : information de type anatomique, morphométrique ou de type fonctionnel. Elle servira de base au clinicien pour tirer les conclusions pathophysiologiques. Les objectifs de cette UE sont d'abord de permettre la maîtrise de la problématique des différentes techniques puis de savoir utiliser les modèles sous-jacents afin de pouvoir déterminer la méthode adéquate pour répondre à des questions d'ordre médical.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Généralités :
  Rappels de quelques outils mathématiques Caractéristiques des images médicales ; Formats d'images médicales, DICOM ;
- Composantes connexes ; Caractérisations des composantes ; squelettisation.
- Transformations d'images : transformations linéaires unitaires, transformations stochastiques ; transformée de Hough
- Détection de contours, segmentation.
- Compléments sur les outils de traitement d'images médicales : Extraction des tissus mous et solides ; Filtrage Linéaire et Non Linéaire en IRM ; Morphologie mathématique.
- Morphométrie en imagerie cérébrale
- Traitements statistiques en Imagerie fonctionnelle
- Recalage d'Images Médicales, multimodalité : Normalisation spatiale en imagerie cérébrale, utilisation d'atlas, recalage rigide, recalage élastique...
- Extraction des données physiopathologiques en imagerie de diffusion (DWI, DTI, modèles de diffusion, connectivité cérébrale), en imagerie de Perfusion.

PRÉ-REQUIS

UEs « Interactions rayonnement-matière » et « Techniques d'imagerie et images en médecine. »

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- *Human brain function* , R.S.J Frakowiak et coll, Elsevier 2004.
- *Networks in the Brain* , O. Sporns, MIT Press, 2010.
- *Cerebral MR Perfusion Imaging* , A.Sorenson & P. Riemer, Thieme Publishing Group, 2000.

MOTS-CLÉS

Connexité, morphométrie, transformations d'images, recalage d'images, multimodalité, imagerie de diffusion, segmentation, approximation de contours, formes.

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

DÉPARTEMENT

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

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en 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 des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

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

LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant·e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant·e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT·E RÉFÉRENT·E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant·e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant·e, l'équipe pédagogique et l'administration.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD 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 et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et 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 de 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.

SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.

UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER