

MASTER 2 Recherche

SYSTÈMES INTELLIGENTS ET COMMUNICANTS (SIC)
**Master en INFORMATIQUE ET INGÉNIERIE DES SYSTÈMES
COMPLEXES**

Quatre parcours Recherche :

- Data Science & Machine Learning : responsables S. VU et D. KOTZINOS
- Electronique des Systèmes Intelligents : responsable J. LORANDEL
- Intelligence artificielle et Robotique : responsable A. PITTI
- Signal, Information, Télécommunications : responsable I. FIJALKOW

ENSEA

Secrétariat du Master Recherche

6, avenue du Ponceau

CS 20707 Cergy

95014 Cergy Cedex

Tél. : (33) 1.30.73.62.63

Email : mastersic@ensea.fr

Inscription jusqu'au 29 juin

Mise à jour : Février 2021

Objectifs scientifiques et pédagogiques

Les parcours orientés recherche ou Recherche et Développement (R&D) du master Systèmes Intelligents et Communicants (SIC) visent à :

- former des étudiants aux techniques les plus récentes en matière de traitement numérique de l'information, depuis le capteur jusqu'à la prise de décision. Elle recouvre des champs thématiques variés tels que : le traitement du signal et des images, les télécommunications, la reconnaissance des formes, l'analyse "intelligente" des données, les sciences cognitives et la robotique, les systèmes intégrés hétérogènes, l'architecture des systèmes embarqués, etc.

Les technologies de l'information et de la communication génèrent des besoins importants en termes de logiciels, de matériels informatiques spécifiques et de systèmes électroniques embarqués. L'évolution de ces technologies va permettre à l'informatique et à l'électronique d'investir les objets de tous les jours de façon transparente. Elles apparaissent déjà dans de nombreux champs applicatifs, on les retrouve notamment dans la conception :

- D'outils logiciels (compression d'images et de sons, traitement d'images numériques, reconnaissance de formes, indexation de bases de données...), visualisation et analyse de données,
- De produits dédiés appelés objets communicants ou info-appliances (domotique, assistants personnels, systèmes intelligents pour l'automobile, etc.),
- De services pour le commerce électronique (sites internet spécialisés, agents logiciels mobiles, fouille de données...),
- D'interfaces homme-machine multimodales intuitives (IHMs).

Spécificité de la formation

Notre formation a pour but de former des étudiants qui effectueront une recherche fondamentale ou appliquée d'un haut niveau scientifique. Le but est d'apprendre aux étudiants à analyser et concevoir de nouveaux algorithmes et systèmes pour :

- Concevoir des systèmes embarqués numériques et mixtes analogiques/numériques,
- Concevoir des architectures matérielles/logicielles,
- Traiter et analyser des signaux de natures différentes (traitement du signal, des images),
- Analyser, indexer, retrouver des documents multimédia (images, vidéos),
- Classifier et fusionner, fouiller dans des flux de données complexes,
- Stocker, analyser et retrouver des données complexes et en temps réel par utilisation des techniques de Data Mining, Machine Learning et l'Intelligence Artificielle,
- Apprendre à réagir de manière pertinente à un environnement difficile (intelligence artificielle, robotique, systèmes numériques reconfigurables),
- Transmettre, sécuriser et stocker ces informations (communications numériques), en utilisant des outils d'optimisation et d'apprentissage (machine learning, IA).

Quatre parcours Recherche :

- Data Science & Machine Learning : responsables S. VU et D. KOTZINOS
- Electronique des Systèmes Intelligents : responsable J. LORANDEL
- Intelligence artificielle et Robotique : responsable A. PITTI
- Signal, Information, Télécommunications : responsable I. FIJALKOW

La spécificité de la formation, unique à notre connaissance, est de permettre grâce à un enseignement diversifié l'acquisition de compétences transversales utiles dans les activités pluridisciplinaires qu'ils seront amenés à exercer. La formation couvre un large spectre de compétences et s'adresse à des étudiants ayant suivi des parcours variés (informatique, électronique, physique, mathématiques, etc.). La première semaine de cours/TP de remise à niveau permet d'assurer à tous les étudiants un socle de connaissances communes nécessaires au bon suivi de la formation (programmation, bases de traitement du signal et de processus aléatoires), ainsi que des TP associés aux unités d'enseignement fondamentales.

Au travers de l'un des quatre parcours proposés, l'étudiant pourra acquérir une spécialisation de très grande qualité grâce à des intervenants ayant une expertise reconnue au niveau international.

Le caractère applicatif des thèmes abordés permet aux étudiants de s'orienter soit vers une thèse dans un cadre universitaire ou industriel (CIFRE), soit vers un emploi dans l'industrie en recherche et développement.

Le M2 SIC s'appuie majoritairement sur les chercheurs du laboratoire ETIS (Equipes de Traitement de l'Information et Systèmes, UMR CNRS 8051). Elle bénéficie en outre, grâce aux relations et collaborations d'ETIS, des apports d'enseignants ou de chercheurs issus de différents laboratoires reconnus dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication.

Conditions d'admissions

La sélection des étudiants se fait sur dossier par les membres de l'équipe pédagogique. La formation est ouverte :

- aux étudiants de niveau M1 de la mention « Informatique et Ingénierie des Systèmes Complexes », de « Mathématiques, physique et applications » (MFPA) et de « Génie électrique et informatique industrielle » (GEII) de l'Université de Cergy-Pontoise, sous réserve de prérequis ;
- aux étudiants de niveau M1 des universités françaises ou étrangères des domaines afférents à la formation (électronique, mathématique, physique, informatique, etc.), sous réserve de prérequis ;
- aux élèves d'un niveau suffisant en deuxième année d'écoles d'ingénieurs du site de Cergy-Pontoise (ENSEA, CY Tech) en cursus conjoint de dernière année du cycle d'ingénieur sous réserve d'acceptation par leur école et dans le cadre des conventions avec ces établissements précisant les dispenses et équivalences de cours ;
- aux élèves de troisième année d'écoles d'ingénieurs du site de Cergy-Pontoise ;
- aux étudiants diplômés de niveau Bac+5 ;
- aux ingénieurs diplômés cherchant une spécialisation ;
- aux personnes reprenant leurs études ou désirant valoriser leur expérience professionnelle dans le cadre de la valorisation des acquis de l'expérience après instruction d'un dossier spécifique et entretien.

Organisation de la formation

Les étudiants devront effectuer (UE = unité d'enseignement) :

- 5 UE Fondamentales (UEF) à choisir
- 4 UE Complémentaires (UEC) à choisir
- 1 UE d'Anglais
- 1 UE Management
- 1 UE libre à choisir parmi les UE des parcours Recherche
- 1 UE de Projet de Recherche
- Stage long (de préférence de 6 mois)

Le choix des UEF et UEC dépend du parcours suivi (6 étudiants au minimum doivent être inscrits à un cours pour que ce cours puisse ouvrir).

La formation est organisée en deux semestres :

SEMESTRE 3 = 30 crédits à valider

Les étudiants choisissent un parcours dès le début de l'année. Les étudiants suivent 9 unités d'enseignement (UE) de 20h chacune et représentant 3 ECTS (27 ECTS sur les 60 nécessaires à l'obtention du diplôme).

Chaque étudiant suit 5 unités d'enseignement fondamentales (UEF) et choisit 4 unités d'enseignement complémentaires (UEC) parmi la liste détaillée plus bas. Ce choix se fera au cours du premier trimestre et devra être validé par l'équipe de formation qui veille à la cohérence pédagogique.

Les UEF visent à s'assurer que les étudiants provenant de cursus très différents (informatique, électronique, mathématiques, génie électrique, etc.) disposent à la fin de la première partie des enseignements d'un socle minimal de compétences pour suivre les cours complémentaires ou de spécialités qui sont proposés. Les UEC sont dispensées dans la deuxième partie du semestre (de décembre à février). En fonction des choix des étudiants, 6 à 8 unités d'enseignement ouvrent en général. Les UE complémentaires approfondissent le parcours choisi. Les UEC choisies par les étudiants doivent être validées par l'équipe de formation. L'équipe de formation pourra éventuellement valider un choix transverse aux parcours, en veillant à sa cohérence après discussion avec l'étudiant.

Les étudiants peuvent suivre en plus une UE libre. L'UE libre est à choisir dans l'ensemble des autres parcours recherche de la mention.

Ces enseignements scientifiques sont complétés par une UE de Management et une UE d'Anglais. Un projet de recherche permet de préparer les étudiants à leur stage. Le projet de recherche implique une mise en pratique poussée (pratique et théorique) sur des thèmes proposés par les enseignants du Master. Ce projet s'effectue au sein du laboratoire ETIS et a une durée supérieure à 150h. Un stage long (en laboratoire de recherche privé ou public) d'une durée habituelle de 6 mois (5 mois minimum) complète la formation.

SEMESTRE 4 = 30 crédits à valider sur 30

Grâce aux 80h de modules de spécialisation du M2 dans l'un des parcours et au projet, puis au stage, les étudiants vont découvrir les outils et les problématiques de recherche leur permettant d'accéder à une thèse du domaine.

Liste des UE par parcours

Parcours Data Science & Machine Learning (DSML)

Liste des UE fondamentales du parcours – Data Science & Machine Learning

2 UEF obligatoires :

UEF-r2 Traitement numérique des images (M. Chapron, S. Vu et A. Histace)

UEF-r&p2 Intégration et fouille de données (partie UEF SICp) (D. Kotzinos et D. Vodislav)

3 UEF à choisir parmi :

UEF-r3 Communications numériques (V. Belmega)

UEF-r4 Intelligence artificielle (Ph. Gaussier et M. Quoy)

UEF-r5 Bases de données (D. Kotzinos et V. Christophides)

UEF-r6 Techniques d'optimisation adaptative (I. Fijalkow et Ph. Gaussier)

UEF-r10 Machine Learning (M. Chafii)

UEF-r&p1 Architectures des Systèmes Intelligents (partie de l'UEF SIC) (Ph. Gaussier)

UEF-r&p3 Systèmes et applications distribués 1 (SAD1) (D. Kotzinos)

Liste des UE complémentaires du parcours – Data Science & Machine Learning

3 UEC recommandées :

UEC-r1 Apprentissage profond pour l'analyse d'images et de vidéos (S. Vu et X.-S. Nguyen)

UEC-r10 Big Data (D. Kotzinos, D. Vodislav et T.-Y. Jen)

UEC-r19 Transparency and Fairness in AI and Big Data algorithms (D. Kotzinos et V. Christophides)

UEC-r&p2 Systèmes et applications distribués 2 (SAD2) (D. Kotzinos)

1 UEC au choix parmi :

- UEC-r2 Fundamentals of Cryptography and Physical Layer Security (L. Luzzi et A. Chorti)
- UEC-r3 Principes de physique-mathématique, problèmes inverses et Deep learning en imagerie (M. K. Nguyen-Verger)
- UEC-r5 Vision naturelle et artificielle (Ph. Gaussier et L. Hafemeister)
- UEC-r7 Apprentissage, adaptation (Ph. Gaussier, A. Pitti et M. Quoy)

Parcours – Intelligence Artificielle et Robotique (IAR)

Liste des UE fondamentales du parcours – Intelligence Artificielle et Robotique

3 UEF obligatoires :

- UEF-r4 Intelligence artificielle (Ph. Gaussier et M. Quoy)
- UEF-r6 Techniques d'optimisation adaptative (I. Fijalkow et Ph. Gaussier)
- UEF-r&p1 Architectures des Systèmes Intelligents (partie de l'UEF SICp 4) (Ph. Gaussier)

2 UEF à choisir parmi :

- UEF-r1 Ondelettes et bancs de filtres (M. Chapron)
- UEF-r2 Traitement numérique des images (M. Chapron, S. Vu et A. Histace)
- UEF-r3 Communications numériques (V. Belmega)
- UEF-r5 Bases de données (D. Kotzinos et V. Christophides)
- UEF-r&p2 Intégration et fouille de données (partie UEF SICp) (D. Kotzinos et D. Vodislav)

Liste des UE complémentaires du parcours – Intelligence artificielle et robotique

3 UEC recommandées :

- UEC-r5 Vision naturelle et artificielle (Ph. Gaussier et L. Hafemeister)
- UEC-r6 Robotique et commande bio-inspirée (A. Pitti)
- UEC-r7 Apprentissage, adaptation (Ph. Gaussier, A. Pitti et M. Quoy)
- UEC-r-18 Capteurs et algorithmes pour véhicules autonomes et robotique mobile (C. Simon-Chane et N. Cuperlier)

1 UEC au choix parmi :

- UEC-r1 Apprentissage profond pour l'analyse d'images et de vidéos (S. Vu et X.-S. Nguyen)
- UEC-r15 Architectures des systèmes reconfigurables (F. Ghaffari, J. Lorandel et S. Zuckerman)
- UEC-r&p3 Interfaces Homme Machine Multimodales - IHMs (A. Pitti)

Parcours – Signal, Information, Télécommunications (SIT)

Liste des UE fondamentales du parcours – Signal, Information, Télécommunications

2 UEF obligatoires :

- UEF-r3 Communications numériques (V. Belmega)
- UEF-r6 Techniques d'optimisation adaptative (I. Fijalkow et Ph. Gaussier)

3 UEF à choisir parmi :

- UEF-r1 Ondelettes et bancs de filtres (M. Chapron)
- UEF-r2 Traitement numérique des images (M. Chapron, S. Vu et A. Histace)

UEF-r4 Intelligence artificielle (Ph. Gaussier et M. Quoy)
UEF-r10 Machine Learning (M. Chafii)
UEF-r11 Communications embarquées (R. Sobot)

Liste des UE complémentaires du parcours – Signal, Information, Télécommunications

3 UEC recommandées :

UEC-r2 Fundamentals of Cryptography and Physical Layer Security (L. Luzzi et A. Chorti)
UEC-r8 Error-correcting codes for future networks (I. Andriyanova et S. Berri)
UEC-r9 Mathematical tools for information and optimization (L. Wang et M. Le Treust)

1 UEC au choix :

UEC-r3 Principes de physique-mathématique, problèmes inverses et Deep learning en imagerie (M. K. Nguyen-Verger)
UEC-r Apprentissage, adaptation (Ph. Gaussier, A. Pitti et M. Quoy)
UEC-r16 Vers des systèmes embarqués efficaces en énergie (J. Lorandel)

Parcours – Electronique des Systèmes Intelligents

Liste des UE fondamentales du parcours - Electronique des Systèmes Intelligents

3 UEF obligatoires :

UEF-r8 Architectures de traitement pour les systèmes embarqués (J. Lorandel)
UEF-r9 Systèmes d'exploitation pour architectures logicielles/matérielles (F. Ghaffari)
UEF-r11 Communications embarquées (R. Sobot)

2 UEF à choisir parmi :

UEF-r2 Traitement numérique des images (M. Chapron, S. Vu et A. Histace)
UEF-r3 Communications numériques (V. Belmega)
UEF-r4 Intelligence artificielle (Ph. Gaussier et M. Quoy)
UEF-r7 Conception et modélisation en VHDL (M. Karabernou)
UEF-r10 Machine Learning (M. Chafii)

Liste des UE complémentaires du parcours - Electronique des Systèmes Intelligents

Choisir 4 UEC parmi :

UEC-r11 Interactions des systèmes électroniques complexes avec le vivant (F. Kölbl)
UEC-r12 Fiabilité des architectures électroniques numériques et analogiques (F. Ghaffari)
UEC-r13 Traitement de l'information et systèmes embarqués temps-réel (A. Histace et O. Romain)
UEC-r14 Systèmes électroniques implantables (R. Sobot)
UEC-r15 Architectures des systèmes reconfigurables (F. Ghaffari, J. Lorandel et S. Zuckerman)
UEC-r16 Vers des systèmes embarqués efficaces en énergie (J. Lorandel)
UEC-r-18 Capteurs et algorithmes pour véhicules autonomes et robotique mobile (C. Simon-Chane et N. Cuperlier)

Projet de recherche

Le Projet de Recherche est un travail de synthèse (comprenant bibliographie, analyse théorique et mise en pratique) permettant d'approfondir l'un des champs disciplinaires du Master et de préparer le stage en laboratoire de recherche (apprendre à planifier son travail, à rédiger un rapport, à faire un exposé de recherche...).

L'étudiant est encadré pendant la période du Projet de Recherche par un enseignant.

Stage

Le stage long d'une durée habituelle de 6 mois (4 mois au minimum) constitue une part très importante de la formation. Il valide 20 crédits ECTS sur les 60 crédits totaux. Ce stage validé par l'un des responsables du parcours doit s'effectuer sur un sujet de recherche au sein d'un laboratoire universitaire ou industriel. Parmi nos partenaires français ayant accueilli des stagiaires ces dernières années, citons :

Laboratoire d'appui

ETIS (Equipes Traitement de l'Information et Systèmes, UMR 8051), ENSEA - CY Université Paris Cergy -CNRS.

Autres laboratoires ou partenaires industriels pouvant accueillir les étudiants en stage (liste non-limitative) :

Laboratoires locaux :

QUARTZ, EPMI, SATIE (UMR8029) antenne de Cergy, Johnson Controls Automotive (Osny), SAGEM (Cergy), Thalès Broadcast and Multimedia (Conflans Sainte Honorine), EADS (Les Mureaux), SYRTEM (Franconville)

Laboratoires nationaux :

INRIA (Sophia Antipolis), Armines (Paris), ENS (Lyon), Centre Hospitalier Becquerel (Rouen), CEA Saclay (Gif-sur-Yvette), CEA-LETI (Grenoble), INSERM (Paris), ENST (Paris), IRISA (Rennes), LIP6 (UMR7606) à l'Université Pierre-et-Marie-Curie, IEF (UMR8622) à l'Université Paris-Sud, LSS (UMR8506) à Supélec, LRV (FRE2659) à l'Université de Versailles-Saint-Quentin, LVR (EA2078) à Bourges, LAAS (UMR8001) à Toulouse, TRT (UMR137) à Orsay-Corbeville, United Monolithic Semiconductors à Orsay-Corbeville, Alcatel Space Industries à Toulouse, Thalès Air Defence à Ymare, Thalès Electron Devices à Vélizy, Thales Research and Technologie (Palaiseau), LIRMM (UMR CNRS, Université de Montpellier 2), IMS (UMR5218, Talence), etc.

Partenaires industriels :

Orange Labs (Issy-les-Moulineaux, Meulan, Lannion), Thalès ATM (Bagneux), Thalès Communications (Gennevilliers), Thalès Services SAS (Osny), Thomson Airsystèmes (Vélizy), Safran (Eragny), Morpho (Osny), EDF (Chatou), EADS (Vernon), Alcatel (Vélizy), Loxane (Cergy), IGN (Saint-Mandé), Gostai (Paris), SNCF (Paris), Institut Français du Pétrole, ONERA (Arcueil, Palaiseau), DOLABS (Boulogne), METACOM (Magny-Chateaufort), ST Microelectronics (Grenoble), etc.

Et à l'étranger :

HW Communications Limited (Lancaster, UK), University of Central Lancashire (Preston, UK), Lulea Tekniska Universitet (Lulea, Suède), Université de Laval (Québec, Canada), ITT (Illinois Institute of Technology, Chicago, USA), Université Technique de Sofia (Bulgarie), Université Gh. Asachi à Iasi (Roumanie), Ecole Polytechnique de Tunisie à La Marsa (Tunisie), Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Université de Cantabrie à Santander (Espagne), Université Technique de Berlin (Allemagne), ACCO-USA à Littleton (Etats-Unis), School of Electrical Engineering, Information Technology and Maths SEEITM (University of Surrey, GB), etc.

Voir aussi les annonces sur les différents GDR et associations liées à nos domaines :

<http://gdr-isis.fr/> (Image-signal)

<http://www.gdr-robotique.org/> (robotique)

<http://www.risc.cnrs.fr/> (sciences cognitives)

<http://gdr-biocomp.fr>

<http://www.gdr-soc.cnrs.fr/> (Systèmes sur Puces). Remarque : s'inscrire sur le site pour recevoir les offres.

<https://www.madics.fr/> (Masses de Données, Informations et Connaissances en Sciences)

<https://www.gdria.fr/> (Aspects Formels et Algorithmiques de l'Intelligence Artificielle)

Calendrier

UE fondamentales	Octobre à décembre
UE complémentaires	Novembre à février
Projet de Recherche	Novembre à mars
Stage	Avril à septembre

Evaluation des enseignements

Un questionnaire à remplir anonymement est distribué aux étudiants avant leur départ en stage. Ils sont invités à donner leur avis sur le déroulement des enseignements UE par UE.

Un délégué des étudiants élu par ses pairs est invité aux différents jurys. Il a la possibilité de transmettre les avis des étudiants. Toutes ces remarques sont prises en compte par l'équipe de formation pour l'améliorer l'enseignement.

Un questionnaire plus général est également proposé par l'Université de Cergy-Pontoise.

MASTER Informatique & Ingénierie des Systèmes Complexes

Responsable : Professeur Philippe GAUSSIER

Correspondante ENSEA : Emmanuelle BOURDEL

Contact :

Secrétariat MASTER M2 Recherche :

ENSEA
6, avenue du Ponceau – CS 20707 CERGY
95014 CERGY-PONTOISE
Tél. : (33) 01 30 73 62 63
Fax : (33) 01 30 73 66 27
Courriel : mastersic@ensea.fr

Contenu des enseignements du M2 Recherche (Le nom du responsable est souligné)

Unités d'Enseignement Fondamentales

UEF-r1 : Ondelettes et bancs de filtres (Michel CHAPRON – ETIS, ENSEA).

Mots clés : Ondelettes continues et discrètes, Analyse multi-résolution, Filtres Miroirs en Quadrature, algorithmes Pyramidaux, décomposition Dyadiques, Relations d'Incertitude, facteur de qualité constant, Pavage du plan temps-fréquence.

Ce cours introduit les bases de la théorie des ondelettes qui permettent de maîtriser leur utilisation et de saisir leurs enjeux dans des différentes applications, telles que le codage et la compression, la détection de non-stationnarités, la synthèse de bancs de filtres, le débruitage. Les points suivants seront traités :

- Transformée en ondelettes discrètes et continues.
- Transformée en ondelettes orthogonales et bi-orthogonales.
- Analyse Multirésolution 1D et 2D.
- Algorithmes pyramidaux.
- Algorithmes à trous, en quinconce.
- Filtres Miroirs en quadrature QMF et à reconstruction parfaite.
- Transformée en ondelettes et leur transformées de Fourier, propriétés.
- Transformée en ondelettes géométriques (bandlets, curvelets).

Le cours se termine par une présentation d'applications dans le domaine du traitement des images, ainsi que les problématiques et solutions engendrées par le passage aux signaux à deux dimensions.

Prérequis : Transformée de Fourier.

UEF-r2 : Traitement numérique des images

(Michel CHAPRON – ETIS, ENSEA, Son VU – ETIS, ENSEA, et Aymeric HISTACE – ETIS, ENSEA).

Mots clés : numérisation, filtrage, segmentation, approche variationnelle, contours actifs, restauration par EDP, décomposition, compression.

L'objet de ce cours est, dans un premier temps, de présenter les concepts de base du traitement d'images, depuis l'acquisition et la formation de l'image, jusqu'à l'extraction de primitives contours et régions et dans un deuxième temps de présenter des méthodes avancées et récentes dans les domaines de la segmentation, de la restauration d'image, de la décomposition et de l'estimation du mouvement. L'objectif est donc double : (i) se familiariser avec l'objet étudié, à savoir l'image numérique comme signal bidimensionnel discret, puis (ii) d'apporter les outils mathématiques nécessaires permettant de maîtriser les techniques de filtrage, de restauration, de segmentation et de compression des images.

Introduction (02h00) : Acquisition d'images, échantillonnage, quantification, pavage du plan, modèles mathématiques.

1. Fondamentaux du traitement des images (08h00) :

- 1.1 Opérations élémentaires : transformations d'histogrammes, transformée de Fourier, convolution
- 1.2 Filtrage : débruitage (filtrage linéaire et non linéaire), détection de contours (gradient, Laplacien, Sobel, Prewitt, Canny-Deriche...), transformée de Hough, déconvolution.
- 1.3 Segmentation : principe, application, approches classiques (croissance de région, ligne de partage des eaux).
- 1.4 Compression des images : principe, compression avec pertes, sans pertes, principaux standards.

2. Méthodes avancées (10h00) :

- 2.1 Approche variationnelle en traitement d'image.
- 2.2 Restauration d'image par EDP (Equations aux Dérivées partielles) : Equation de la chaleur, isotropie, anisotropie, non-linéarité (Perona-Malick), approche tensorielle (Weickert).
- 2.3 Segmentation d'images par contours actifs : principe des contours actifs, approche contour,

approche région, modèle explicite ou paramétrique, modèle implicite ou courbes de niveaux (level-set), a priori de forme, de bruit...

2.4 Estimation du mouvement dans des séquences d'images.

Prérequis : Traitement numérique du Signal, Transformée de Fourier, Signal aléatoire.

UEF-r3 : Communications numériques : information, détection

(Veronica BELMEGA – ETIS, ENSEA, et Laura LUZZI – ETIS, ENSEA).

Mots clés : capacité, codage de source, alphabet de modulation, codage de canal, condition de Nyquist, filtre de mise en forme, canal additif Gaussien, rapport signal à bruit, filtre adapté, probabilité d'erreur bit, efficacité spectrale, canal dispersif en temps, canal dispersif en fréquence, égalisation.

Le but de ce cours est de présenter les différents organes d'une chaîne de communication usuelle, en insistant sur les outils empruntés aux théories de l'information et de la détection.

Émission.

Au niveau de l'émetteur, on utilise les résultats de la théorie de l'information pour transformer les signaux que l'on veut émettre. Ces transformations servent entre autre à réduire la redondance des signaux (codage de source), mettre en forme l'information (techniques de modulation), sécuriser ou améliorer la transmission (codage de canal), maximiser le débit d'information utile (calcul de capacité).

Réception.

En présence de bruit thermique et en l'absence d'autres perturbations, le récepteur d'une chaîne de communication se construit comme une fonction de détection. On dérive ainsi le filtre adapté, les détecteurs optimaux et les performances des différents alphabets de modulation. Lorsque l'on considère en plus un canal de propagation, de nouvelles perturbations sont introduites. On décrira en particulier, les canaux dispersifs en temps ou en fréquence et les traitements appliqués pour réduire les perturbations, codage correcteur d'erreur ou égalisation.

Prérequis : Bases de Probabilités, Filtrage, Processus aléatoires.

UEF-r4 : Intelligence artificielle

(Mathias QUOY – ETIS, CY Cergy Paris Université, et Philippe GAUSSIER – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : résolution de problèmes, algorithmes de jeu, systèmes experts, logique floue, réseaux de neurones, algorithmes génétique.

Le but de ce cours est d'introduire différents types de techniques dites d'Intelligence Artificielle (IA) appliquées à des problèmes liés au traitement du signal, à la reconnaissance des formes et à la robotique. Tout d'abord, nous présenterons la notion d'agent intelligent puis les techniques classiques de résolution automatique de problèmes dans un espace d'état de grandes dimensions :

- Rappels de recherche dans un arbre ou un graphe.
- Algorithme A* (notion de fonction heuristique).
- Arbres ET/OU, minimax, alpha/beta, ...

Nous étudierons ensuite comment le raisonnement peut être formalisé et utilisé dans des systèmes experts :

- Logique formelle d'ordre 0 et d'ordre 1 (principe de résolution, ...).
- Systèmes à bases de règles.
- Logique floue.

Nous analyserons les limites de ce type de systèmes ("symbol grounding problem" et "frame problem"). Nous montrerons comment dans certains cas des systèmes réactifs très simples peuvent être utilisés pour résoudre des problèmes qui semblaient au départ relativement complexes (approche ascendante de la cognition) :

- Planification réactive (potential fields, ...).
- Notion de systèmes multi-agents.
- Intelligence collective (application à des tâches de clustering, de recherche de plus court chemin...).

Par la suite, des techniques basées sur l'emploi de réseaux de neurones seront présentées de même que les systèmes à base de classer et les algorithmes génétiques :

- Notion de neurone formel (règle de Hebb, réseaux de Hopfield, ...).
- Perceptrons.
- Classification on supervisée (carte de Kohonen).

Prérequis : bonnes bases en Algorithmique et en Programmation.

UEF-r5 : Bases de données

(Dimitris Kotzinos – ETIS, CY Cergy Paris Université, et Vassilis CHRISTOPHIDES – ETIS, ENSEA).

Le but de ce cours est de présenter un condensé des notions fondamentales en bases de données, nécessaires pour pouvoir suivre les autres modules du parcours traitant de la gestion des masses de données.

Le cours aborde les notions présentées autour d'exercices dirigés sur des exemples concrets. Centré sur les bases de données relationnelles, il présente le modèle de données, avec l'algèbre relationnelle et le langage SQL, ainsi que le fonctionnement d'un système de gestion de bases de données (SGBD) pour l'exécution des requêtes. Au-delà du modèle relationnel, sont également présentées d'autres types de données courants sur le Web: texte, HTML et XML.

Le cours est enseigné en anglais.

Contenu :

- * Bases de données relationnelles: modèle relationnel, algèbre, SQL.
- * Exécution de requêtes dans un SGBD: plans d'exécution, optimisation.
- * Données sur le web: texte, HTML, XML.

UEF-r6 : Techniques d'optimisation adaptative

(Inbar FIJALKOW – ETIS, ENSEA, et Philippe GAUSSIER – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : erreur quadratique moyenne, filtre de Wiener, gradient déterministe, gradient stochastique, LMS, RLS, Kalman, équation différentielle ordinaire, recuit simulé, optimisation sous contrainte, multiplicateurs de Lagrange, régularisation.

Le but de ce cours est de présenter des techniques de résolution de problèmes se traduisant par l'optimisation d'un critère (ou fonction de coût). Nous abordons d'abord le critère quadratique qui correspond à maximiser la ressemblance entre un signal de référence et le filtrage (spatial ou temporel) des signaux observés. Pour minimiser ce critère avec une complexité réduite, nous envisageons :

- La solution linéaire optimale (filtre de Wiener).
- Des algorithmes adaptatifs (LMS).
- Des algorithmes récursifs (RLS, Kalman).

L'optimisation de critères plus complexes comprenant des minima locaux peut être réalisée par des algorithmes adaptatifs (gradient stochastique) avec des risques de minima locaux ou par des techniques alternatives de type recuit simulé ou algorithmes génétiques.

Les méthodes d'analyses des performances de ces algorithmes seront également présentées.

La construction et l'optimisation de critères convexes fournissent une classe très vaste de solutions non linéaires, dont les performances peuvent être très supérieures à celles du filtrage linéaire. On présentera quelques propriétés générales liées à la convexité, dont l'absence de minima locaux, puis leurs conséquences en déconvolution : approche pénalisée non quadratique, interprétation probabiliste bayésienne, formulation semi-quadratique, ainsi que des techniques d'optimisation adaptées (relaxation, gradient conjugué, relaxation sur critère semi-quadratique).

- Approximation d'une fonction par un réseau de neurones multi-couches (rétro-propagation du gradient).
- Recuit simulé et Algorithmes génétiques.

Application : annulation d'écho en visiofonie, restauration d'images, classification.

Prérequis : filtrage de Processus aléatoire, modélisation des Signaux aléatoires.

UEF-r7 : Conception et modélisation en VHDL (Si Mahmoud KARABERNOU – ETIS, ENSEA).

Ce module présente le flot et la méthodologie de conception des circuits numériques pour le traitement de l'information. Les différents types de circuits (ASIC, CPLD, PLA, FPGA) sont présentés. Les outils de conception assistée par ordinateur sont présentés ainsi que les langages de description et modélisation de matériel tel que VHDL, HandelC, Verilog.

Des applications de description en VHDL de quelques circuits simples puis leur simulation, synthèse et implémentation sur des cartes cibles à base de FPGA seront développées.

UEF-r8 : Architectures de traitement pour les systèmes embarqués

(Olivier ROMAIN – ETIS, CY Cergy Paris Université).

L'objectif de ce module de tronc commun est de donner aux étudiants du Master les bases générales des architectures de traitement numérique : architectures câblées vs architectures programmées, architectures des unités de traitement (processeurs CISC, processeurs RISC, processeurs DSP, processeur GPU).

- Classification des architectures de traitement.
- Evaluation des performances des unités de traitement.
- Les concepts généraux.
- CISC/RISC/DSP.
- Pipeline, super-pipeline.
- Architectures scalaires et super-scalaires.
- Architectures VLIW.
- Architectures GPU.
- Programmation des unités de traitement.

Pré-requis : Programmation en Langage C.

UEF-r9 : Systèmes d'exploitation pour architectures logicielles/matérielles

(Fakhreddine GHAFARI – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Ce module s'intéresse au contrôle et à la gestion des plateformes embarquées temps réel à travers l'étude des systèmes d'exploitation temps réel (RTOS: Real Time Operating System) et de leur programmation. Nous y étudierons le modèle de programmation d'applications temps réel, les principales caractéristiques et la comparaison de ces systèmes d'exploitation ainsi que les politiques d'ordonnancement existantes dans la bibliographie monoprocesseur et multiprocesseur.

Nous terminerons le module par une réflexion sur le passage des OS du logiciel vers le matériel, notamment pour gérer au plus près les plateformes reconfigurables dynamiquement.

- Composition d'un OS en services.
- Classification et comparaison des OS existants.
- Etude de la littérature sur l'implémentation matérielle des OS.
- Exploration et conception d'OS dédié au domaine des MPSoC.
- Les OS pour les systèmes reconfigurables.

Pré-requis : Programmation en Langage C.

UEF-r-10 : Machine Learning (Marwa CHAFII – ETIS, ENSEA).

This course is an introduction to machine learning. The first part of the course presents supervised learning algorithms including linear regression, support vector machines, decision trees, and artificial neural networks. The second part is dedicated to reinforcement learning algorithms such as monte carlo methods, temporal-difference learning and multi-armed bandits.

Contents:

- Supervised Learning :
 - Linear regression.
 - Classification.
 - Generalized Linear Models.

- Support Vector Machines.
- Decision Trees.
- K-nearest neighbors.
- Artificial Neural Networks.
- Generative Learning Algorithms.
- Ensemble Learning.
- Model Selection.
- Reinforcement Learning :
 - Markov decision Process.
 - Dynamic programming.
 - Monte Carlo Methods.
 - Temporal-Difference Learning – Q-learning.
 - Multi-armed Bandits.

Prérequis : Programmation en Python.

UEF-r11 : Communications embarquées (Robert SOBOT - ETIS, ENSEA).

Après un rappel concernant la mise en forme des signaux à transmettre (modulation, filtrage), le cours s'orientera principalement sur l'étude du front-end RF d'une chaîne d'émission/réception. Les caractéristiques des circuits utilisés dans les systèmes autonomes doivent répondre à des contraintes de taille, coût, consommation et performances. Les architectures et les circuits sont donc présentés.

Ce cours s'articule autour des parties suivantes :

1. Architecture d'un RF émetteur/récepteur.
2. Contraintes et conception des circuits analogiques : réseau d'adaptation, amplificateur RF, oscillateur- étage mélangeur RF, et décodeur.
3. La technologie microélectronique pour des capteurs biomédicaux.
4. Les systèmes RF embarquées pour le corps humain.

Un TP illustre ce cours et permet de concevoir et de simuler des circuits analogiques.

Prérequis : notions de base sur les circuits analogiques et les modulations numériques

UEF-r&p1 : Architectures des Systèmes Intelligents

(Philippe GAUSSIER – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Le but de ce cours est d'apprendre à intégrer les différentes briques de base (vues dans les autres cours du master) nécessaires à un système « intelligent ». Le cours est basé sur les modèles d'architectures de contrôles imaginées en IA, robotique et SMA pour contrôler des systèmes complexes. Des comparaisons avec des résultats en psychologie, neurobiologie et éthologie seront discutées. De nombreuses études de cas seront présentées.

- Architectures pour les systèmes intelligents :
 - Introduction à la théorie des systèmes.
 - Méthodologie de conception de systèmes.
 - Dynamique des boucles Perception/Action.
 - Modèles d'architectures de contrôle pour les systèmes robotiques.
 - Dynamique des processus de prise de décision.
- Systèmes multi-agents :
 - Résolution de problèmes à base d'agents réactifs ou d'éco-agents. Agents mobiles sur Internet.
 - Application à la recherche d'information sur le web et à la communication avec des systèmes embarqués.
 - Etudes de cas d'objets communicants et de systèmes intelligents.
- IHM multimodales (image/parole) :
 - Analyse du signal de parole.
 - Codages.
 - La reconnaissance en ligne de l'écriture.
 - L'utilisation de la vision pour les IHMs.
 - Présentation par un industriel des problèmes liés aux IHMs sur un cas pratique.

Prérequis : Intelligence artificielle, Architecture.

UEF-r&p2 : Intégration et fouille de données

(Dimitris KOTZINOS et Dan VODISLAV – ETIS, CY Cergy Paris Université).

L'objectif de ce cours est de présenter les notions de base et les principales approches en intégration et fouille de données. Le cours présente les principaux algorithmes de fouille de données et les architectures d'intégration de sources de données hétérogènes sur le Web, en s'appuyant sur des exemples et des exercices.

Contenu :

- * Principales méthode de fouille de données.
 - Classification supervisée et application à la prédiction.
 - Classification non supervisée (ou clustering).
 - Extraction de motifs fréquents et règles d'association.
- * Intégration de données.
 - Architectures de médiateur et d'entrepôt.
 - Intégration Global-as-View et Local-as-View.
 - Architectures distribuées sur le Web.

Prérequis : Bases de données relationnelles, Logique.

UEF-r&p3 : Systèmes et Applications Distribuées – SAD1 (partie de UEF-SICp9)

(Dimitris Kotzinos – ETIS, CY Cergy Paris Université).

The course introduces the students to the world of parallel and distributed computations and the corresponding environments that support this kind of computations. The course introduces the principles of parallel and distributed programming, discusses algorithms that allow the synchronization of the distributed computations, the allocation of the computation to the distributed resources and the storage of data in an optimized distributed fashion (including the use of blockchains for such purposes).

Contents:

- Distributed and Cloud based Platforms.
 1. Principles of Distributed Systems.
 2. Cloud based platforms.
 3. Parallel Computing.
 4. High Performance Computing.
- Query algorithms for distributed and cloud based platforms.
 1. Query optimization in distributed environments.
 2. Allocation of resources.
 3. Synchronization of results.
 4. Performance optimization.
- Blockchain and Distributed Ledgers.
 1. Blockchain structure.
 2. Blockchain operations.
 3. Blockchain usage.
- Use cases for distributed algorithms.
 1. Text analytics.
 2. Log analysis.
 3. Network analytics.

Prérequis : Bases de données ou Cloud Computing.

UEC-r1 : Apprentissage profond pour l'analyse d'image et de vidéos

(Son VU – ETIS, ENSEA, et Xuan-Son NGUYEN).

L'objectif de ce cours est de présenter les dernières avancées en apprentissage profond et ses applications pour l'analyse des informations contenues dans des images ou des vidéos.

Nous nous intéresserons aux différentes échelles d'analyse de l'image et de vidéos et différentes applications: la détection dans les images, la classification d'images et de vidéos, la prédiction dans les vidéos, la segmentation d'images, ...

Les thèmes suivants seront abordés pendant ce cours:

- Apprentissage supervisé/non-supervisé, apprentissage auto-supervision.
- Réseaux de neurons profonds: (Multi-layer) Perceptron, fonctions non-linéaires, algorithmes de Back-Propagation, SGD, ADAM, ...
- Réseaux convolutionnels (ConvNet) et les architectures récents (AlexNet, VGGNet, Inception, Resnet, ...).
- Réseaux récurrents (RNN, LSTM, GRU).
- Auto-encoder, GAN.
- Apprentissage profond géométrique.
- Apprentissage profond pour les données multimodales.

Prérequis : cours de base en Traitement d'images.

UEC-r2 : Fundamentals of Cryptography and Physical Layer Security

(Laura LUZZI – ETIS, ENSEA, et Arsenia CHORTI – ETIS, ENSEA).

Le syllabus est :

- Fundamental concepts in security : confidentiality, integrity, authenticity, availability.
- Semantic security, chosen plaintext attacks, chosen ciphertext attacks, propositional logic and formal proofs.
- Block ciphers, asymmetric key encryption, public key infrastructure, TLS/SSL.
- Physical layer security, secret key generation, secrecy encoders.
- Wiretap channel, secrecy capacity of wireless channels.
- Physical unclonable functions and biometrics, reconciliation encoders.
- Multi-factor authentication, trust models.

Pré-requis : Outils mathématiques pour l'information et optimisation.

UEC-r3 : Principes de physique-mathématique, problèmes inverses et Deep learning en imagerie

(Mai K. NGUYEN-VERGER - ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : systèmes d'imagerie, formation d'images, reconstruction d'images, méthodes inverses, Deep learning, Intelligence artificielle.

L'objectif du cours est de fournir les connaissances pluridisciplinaires (physique, mathématiques, problèmes inverses et traitement d'image) en vue d'étudier les différents aspects d'un système d'imagerie, à savoir le processus physique de formation d'images, instrumentation, reconstruction d'images et leurs modélisations mathématiques ainsi que l'approche émergente de Deep learning. Sont concernés les systèmes d'imagerie qui utilisent les ondes acoustiques, électromagnétiques et les rayonnements ionisants (X et gamma). Ces systèmes d'imagerie trouvent leurs applications dans de nombreux secteurs économique, industriel, biomédical, astronomique ainsi qu'en sécurité du territoire, défense nationale, patrimoine culturel, etc.

Contenu : les points suivants seront abordés et illustrés :

- Principes d'imagerie par émission, par transmission et par réflexion basés sur l'interaction ondes-matière.
- Transformations intégrales (Radon, Fourier, Hankel, Legendre, etc.) et les éléments d'analyse harmonique en imagerie.
- Problèmes inverses en imagerie.
- Méthodes de reconstruction d'images (analytique, algébrique et statistique).
- Approche de Deep learning et l'apport de l'Intelligence artificielle (IA) en imagerie.

Prérequis : Optimisation, Traitement d'images, Deep learning, Intelligence artificielle.

UEC-r5 : Vision naturelle et artificielle

(Laurence HAFEMEISTER - ETIS, ENSEA, et Philippe GAUSSIER - ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : vision, perception, systèmes bio-inspirés, modélisation neuronale, systèmes dynamiques, navigation visuelle.

Dans ce cours nous montrerons que la conception de systèmes artificiels s'inspirant de l'étude des systèmes nerveux biologiques peut déboucher sur des réalisations très performantes. Centré principalement sur l'étude de la modalité visuelle (insectes, mammifères, primates...) nous présenterons des modèles allant de la rétine aux centres de décision moteurs en passant par les différentes aires corticales visuelles...

Ce cours s'appuiera sur des exemples de transferts réussis entre biologie et sciences pour l'ingénieur, notamment :

- Rétines artificielles (perception contraste, couleur, mouvement, ...).
- Systèmes de segmentation (extraction de contours, contours virtuels, extraction de points d'intérêt, ...).
- Reconnaissance et discrimination de formes (différents circuits de reconnaissance, propriétés des mécanismes de reconnaissance de l'homme, ...).
- Robotique (localisation, navigation, ...).

Ce cours permettra aussi d'introduire les outils de modélisation et de simulation neuronale actuels :

- Théorie des câbles (modèles de neurones à compartiments).
- Modèles de neurones directement inspirés de la neurobiologie (modèles de neurones à spikes / integrate and fire, à fréquence moyenne de décharge, ...).
- Mécanismes de compétition et de coopération dynamique (utilisation pour des problèmes de régularisation, remplissage de région, ...).
- Théorie des systèmes dynamiques.
- L'accent sera mis sur le fait que les systèmes de vision n'ont de sens que dans le cadre d'une approche écologique de la vision (Gibson). C'est à dire, prenant en compte le couplage perception/action et la dynamique des interactions entre l'agent et son environnement.

Prérequis : modèles classiques de Réseaux de neurones, Traitement d'images.

UEC-r6 : Robotique et commande bio-inspirée (Alexandre Pitti – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : Robotique, modélisation, commande, préhension, locomotion, commande par apprentissage, contrôleurs bio-inspirés,

Le but de ce cours est d'acquérir d'une part les éléments essentiels à la compréhension des modèles mécaniques utilisés classiquement en robotique, et d'autre part de découvrir les méthodes de commande de robots inspirées de la biologie. Le cours se situera dans le cadre de la robotique humanoïde en se focalisant sur les tâches de manipulation et de locomotion.

1ère partie : Robotique.

- Principes de base des modèles géométrique, cinématique, dynamique.
- Types d'actionnement (électrique, pneumatique, hydraulique,) et de liaisons (prismatique, rotoïde).
- Automatique linéaire et commande des robots: systèmes du premier ordre et du second ordre, boucle ouverte, boucle fermée, correcteur PID, notion de stabilité et de précision, notion de contrôle optimal, notion de contrôle adaptatif.
- Manipulation et préhension : stratégies.
- Notion de compliance : mécanique, contrôlée.

2ème partie: commande bio-inspirée.

- Robotique humanoïde: intérêts et difficultés.
- Principes du système nerveux moteur chez l'animal et l'homme : membres supérieurs (manipulation, préhension) et inférieurs (locomotion).
- Notion de plasticité synaptique et neuronale.
- Synthèse évolutionniste: coévolution morphologie/contrôleurs, impact des modèles utilisés (robot, variables d'environnements du robot,...) contrôleurs neuronaux : modèles de neurones (statique, dynamiques) et modèles d'architectures.
- Algorithmes d'apprentissage de lois de commande, rétropropagation classique et temporelle
- Liens rétropropagation/contrôle optimal, plasticité/contrôle adaptatif.
- Genèse de mouvements rythmiques: modèles de CPG (neuronaux, à base d'oscillateurs linéaires ou non linéaires).

Prérequis : bases en Intelligence artificielle.

UEC-r7 : Apprentissage, adaptation

(Philippe GAUSSIER, Alexandre PITTI et Mathias QUOY – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Mots clés : classification statistique, réseaux de neurones pour la classification, apprentissage associatif, apprentissage par renforcement, cartes cognitives, dynamique et adaptation.

L'objectif de ce cours est d'étudier des techniques permettant à un système de s'adapter aux variations de son environnement ou de classifier des données en fonction de certaines régularités statistiques. Chaque technique sera illustrée par des études de cas pratiques : classification de billets de banques, apprentissage de la planification dans un labyrinthe, optimisation du routage dans un réseau ATM.

Tout d'abord nous étudierons les différents types de techniques de classification de données :

- Analyse des données (analyse en composantes principales, ...).
- Classifieurs statistiques (classifieurs bayésien, nuées dynamiques, ...).
- Réseaux de neurones supervisés (LMS, rétropropagation du gradient, ...).
- Arbres de décision.
- RN non supervisés (LVQ, cartes topologiques, ART, ...).
- Machines à support vecteur.

Ensuite nous nous intéresserons aux problèmes d'apprentissage par renforcement :

- Apprentissage d'associations sensori-motrices (conditionnement).
- Politiques de maximisation de renforcement (greedy policy, fonction d'utilité, mécanismes de prise de décision simples, ...).
- Résolution de problème avec une récompense frustrée et/ou retardée (TD-lambda, Q-learning, mécanismes de prise de décision complexes ...).

Ces techniques seront comparées à des techniques de planification classiques et/ou de construction de carte cognitives (grilles résistives, réseaux de croyance, graphes pour la planification). Pour finir, le problème de la dynamique de la prise de décision et de ses implications à la fois pour l'apprentissage

et la stabilité des comportements sera abordé (winner take all dynamiques, théorie des systèmes dynamiques, champs neuronaux : équations d'Amari, ...).

Prérequis : techniques de base d'Intelligence artificielle, Statistiques et Optimisation.

UEC-r8 : Error-correcting codes for future networks

(Iryna ANDRIYANOVA – ETIS, CY Cergy Paris Université, Sara BERRI – ETIS, ?).

Syllabus :

- Basic notions on error-correcting codes: codelength, code rate, minimum distance, error-correction capability.
- Maximum-likelihood decoding of error-correcting codes.
- Error-correcting codes for wireless networks: LDPC codes, turbo codes, polar codes.
- Applications of coding in wireless: high-rate (4G/5G) and low-rate (IoT) communication systems.
- Error-correcting codes for wired networks: MDS codes.
- Example of coding in core and storage networks: coded caching.

Prérequis : Bases de Communications numériques, Probabilités.

UEC-r9 : Mathematical tools for information and optimization

(Maël LE TREUST et Ligong WANG – ETIS, CNRS).

Mots clés : Théorie de l'information, Entropie de Shannon, Théorème de Codage de Source et de Canal / Théorie des Jeux, Équilibre de Nash, Jeux Répétés, Transmission d'Information Stratégique.

Ce cours se déroule en deux parties, la première est consacrée à la théorie de l'information, la seconde est consacrée à la théorie des jeux. L'objectif est de présenter un large spectre d'outils mathématiques afin de déterminer les limites fondamentales de la transmission d'information, ainsi que d'optimiser les performances dans des scénarios de communication avec décisions décentralisées, p.ex. dans la radio cognitive, en vue de la conception de nouveaux algorithmes.

Les points suivants seront traités :

- Théorème de codage de source.
- Théorème de codage de canal.
- Théorème de codage source/canal conjoint.
- Existence de l'équilibre de Nash.
- Jeux répétés.
- Jeux de transmission d'information stratégiques.

Prérequis : UEF-r3 Communications numériques : information, détection ; Bases de Probabilités.

UEC-r10 : Big data

(Dimitris KOTZINOS, Dan VODISLAV et Tao-Yuan JEN – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Le but de ce cours est d'introduire les principales problématiques de recherche liées au défi actuel de gestion de grandes masses de données ("Big Data"). L'accent est mis sur les aspects intégration et fouille de ces grands volumes de données, sur leurs principales sources (Web, flux d'information, réseaux sociaux, etc.) et sur les techniques de type "cloud computing" pour leur traitement. Les élèves présenteront des exposés basés sur des articles de recherche dans ce domaine qui leur seront proposés.

Contenu :

- Principes du traitement massif des données (Map-Reduce, cloud, etc.).

- RDF, données ouvertes et web de données.
- Réseaux sociaux et flux d'information.
- Fouille de données dans le cloud.
- Traitement de requêtes OLAP dans le cloud.
- Lecture d'articles et exposé.

Prérequis : Intégration et Fouille de données.

UEC-r11 : Interactions des systèmes électroniques complexes avec le vivant

(Florian KOLBL - ETIS, CY Cergy Paris Université).

Ce module s'intéresse aux interactions entre les systèmes électroniques et le vivant, et bien en écho au module Interfaces électronique/vivant. Certaines cellules biologiques (neurones, cellules musculaires, certaines cellules pancréatiques, ...) ont une activité électrique permettant soit l'acquisition et l'interprétation de bio-potentiels, soit leur stimulation par des dispositifs électroniques. De nombreux systèmes thérapeutiques (implants type pacemakers par exemple) ou des interfaces cerveau machine (BCI) sont à ce jour basés sur ces principes. D'autres interactions, notamment entre les cellules et les champs électro-magnétiques sont également au cœur d'enjeux de sociétés avec le développement des dispositifs de communication.

Ce cours traitera entre autre de(s) :

- Notions de base d'électrophysiologie.
- Electrodes - physique des interfaces.
- Interface électronique/vivant.
- Interfaces cerveau/machines.

UEC-r12 : Fiabilité des architectures électroniques numériques

(Fakhreddine GHAFARI – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Dans cette UEC, nous étudierons la problématique de la fiabilité des circuits électroniques contre les fautes permanentes et transitoires et les solutions existantes à l'échelle industrielle et académique. Nous commençons par étudier la fiabilité des transistors en mode opérationnel et nous finirons par la fiabilité des circuits reconfigurables dynamiquement tels que les FPGAs à base des mémoires SRAMs.

- Inversion des bits.
- Etude des transistors en mode opérationnel (vieillesse des transistors, effet de la température, fluctuation de la tension, ...).
- Analyse microstructurale (échelle atomique)
- Codes redondants (ECC, CRC, Hamming, Checksum, ...).
- Redondance matérielle (TMR, DWC,...), redondance temporelle.
- Checkpointing/Recovery.

UEC-r13 : Traitement de l'information et systèmes embarqués temps-réel

(Olivier ROMAIN - ETIS, CY Cergy Paris Université, et Aymeric HISTACE – ETIS, ENSEA).

Ce module s'intéresse aux méthodologies de conception d'architecture de traitement pour des applications liées à la vision par ordinateur et à la radio logicielle. Cette UE comprend à la fois des cours de traitement d'image et des cours de méthodologie d'exploration architecturale à haut niveau de type System Level Design – SLD et High Level Synthesis – HLS.

Ce cours abordera les notions de :

- Traitement d'image.
- SDR.
- Exploration architecture.
- Modélisation.

- Méthodologie type System Level Design – SLD.
- Méthodologie type High Level Synthesis – HLS.

Pré-requis : UEF-r7 Conception et modélisation en VHDL ; Programmation en Langage C.

UEC-r14 : Systèmes électroniques implantables

(Florian KOLBL – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Un système embarqué implantable est un concept très important dans des applications biomédicales pour la surveillance des signes vitaux en temps réel et la stimulation à des fins thérapeutiques. Les systèmes implantables sont destinés à fonctionner en interface et à l'intérieur d'un être vivant. Le cours s'orientera principalement sur l'étude des principes de fonctionnement des implants, des contraintes de leurs architectures et la conception d'un système implantable.

Ce cours s'articule autour des parties suivantes :

1. Notions de base d'électrophysiologie pour l'ingénieur.
2. Interfaces électronique/vivant.
3. Approches thérapeutiques en boucle fermée vivant/artificiel.
4. Les capteurs et l'interface.
5. Le dispositif de commande.

Un TP illustre ce cours et permet la conception et la simulation des circuits analogiques.

Pré-requis : UEF-r11 Communications embarquées

UEC-r15 : Architectures des systèmes reconfigurables

(Jordane Lorandel, Fakhreddine Ghaffari, et Stéphane Zuckerman – ETIS, CY Cergy Paris Université).

L'objectif de ce module est de présenter le plus largement possible les concepts technologiques et architecturaux qui permettent l'exploitation des circuits reconfigurables pour la réalisation de systèmes de traitement numérique embarqués.

- La technologie des circuits FPGA.
 1. Les ressources de routage.
 2. Les cellules de base (LE, CLB).
 3. L'organisation générale des circuits FPGA.
 4. Les ressources spécifiques (PLL, E/S rapides, multiplieurs, mémoires).
- Introduction aux architectures de Systèmes Programmables (SOPC).
 1. Les « Intellectual Properties ».
 2. Les processeurs reconfigurables/custom.
 3. Les bus embarqués.
- Introduction aux systèmes auto-reconfigurables.

Pré-requis : Programmation en Langage C

UEC-r16 : Vers des systèmes embarqués efficaces en énergie

(Jordane LORANDEL – ETIS, CY Cergy Paris Université).

La consommation énergétique est devenue un critère majeur durant la conception de système, particulièrement lors que ce système est embarqué, avec une source d'énergie limitée. Les systèmes actuels sont de plus en plus complexes afin de pouvoir atteindre un haut niveau de performance. Pour supporter cette complexité croissante, des circuits reconfigurables comme les FPGAs peuvent s'avérer être une solution opportune avec leur grand nombre de ressources et leur flexibilité. Dans ce contexte, l'objectif de ce cours est d'identifier les problématiques de l'évaluation de la consommation dans l'optique de mieux appréhender les manières d'optimiser la consommation d'un circuit numérique.

Pour cela, on dressera un état de l'art sur :

- Les techniques permettant de réduire et d'estimer la consommation dans un circuit numérique.
- Les outils et plateformes académiques / industriels intégrant la dimension énergétique dans un flot de conception.

Un accent particulier sera mis sur l'estimation de la consommation de circuits logiques reconfigurables de type FPGA.

UEC-r18 : Capteurs et algorithmes pour véhicules autonomes et robotiques mobile

(Nicolas CUPERLIER – ETIS, CY Cergy Paris Université, et Camille SIMON-CHANE – ETIS, ENSEA).

Cette UEC a pour objectif d'introduire les problématiques de la localisation et du SLAM auxquels sont confrontés les véhicules autonomes évoluant dans un environnement a priori inconnu avec une ouverture sur les solutions bio-inspirées. Plusieurs approches classiques de l'état de l'art seront abordées, reposant sur les capteurs les plus communément utilisés telle que les caméras (reconnaissance de scènes) et les lidars. Des modèles bio-inspirés pour la navigation seront présentés et un focus sera fait sur les caméras événementielles, capteur bio-mimétique qui gagne en importance, notamment pour le véhicule autonome.

- Localisation visuelle.
- Localisation basée lidars/lasers.
- SLAM, approches classiques.
- Modèles bio-inspirés pour la navigation.
- Caméras événementielles.
- Traitement de données événementielles.
- Briques événementielles pour la navigation.

Pré-requis : notions de base en Informatique et en Traitement d'images

UEC-r19 : Transparency and Fairness in AI and Big Data algorithms

(Dimitris KOTZINOS – ETIS, CY Cergy Paris Université, et Vassilis CHRISTOPHIDES, ETIS, ENSEA).

This class will introduce concepts that will allow you to recognize where and understand why questions around transparency, bias and fairness can arise when applying data science to real world problems. We will combine analytical and technical precision to the discussion about the role that data science, machine learning, and artificial intelligence play in consequential decision-making in commerce, employment, finance, healthcare, education, policing, and other areas. We will focus on ways to conceptualize, measure, and mitigate bias in data-driven decision-making, to audit and evaluate models, and to render these analytic tools more interpretable and their determinations more explainable.

We will cover the following topics (this is a non-exhaustive list) :

- Introduction to Responsible Data Analysis.
- Machine Learning pipelines and Decision Lifecycle management, which includes Data Preprocessing, Data diagnosis, Data cleaning and Data transformation.
- Fairness of ML models, definitions and trade-offs.
- Fairness mitigation strategies (Systems and Tools).
- Explainability / Interpretability of ML models.
- Explainability / Interpretability of data integration.

Pré-requis : Machine Learning, Databases.

UEC-r&p2 : Systèmes et Applications Distribuées 2 (partie de UEF SIC-p9)

(Dimitris KOTZINOS – ETIS, CY Cergy Paris Université).

The course continues the discussion on parallel and distributed systems and we now use those systems as the basis for processing more complex and bigger datasets and we explore methods and algorithms that allow us to deal with this complexity and size. More specifically we introduce the problems of processing data streams and processing large data graphs, including knowledge graphs used in major search engines.

We cover the following topics :

- Stream Processing of large data sets : algorithms and techniques (including sampling algorithms and algorithms on streaming computations).
- Stream Processing in Distributed platforms: APIs, advantages and shortcomings.
- Algorithms for Large Scale Data Graph Processing (including algorithms on ranking like PageRank, Community detection, etc.).
- Graph Processing in Distributed Platforms: APIs, advantages and shortcomings

We explore various use cases, like:

- Social media platforms.
- Search engines.
- Knowledge graphs.

Pré-requis : Bases de données ou Cloud Computing ou SAD1.

UEC-p&r3 : Interfaces Homme Machine Multimodales

(Alexandre PITTI – ETIS, CY Cergy Paris Université).

Ce cours présente les techniques actuelles en Interactions Hommes Machines (système immersif, GUI, Réalité Virtuelle/Augmentée, Interface Tangible), un descriptif en sciences cognitives des propriétés de l'interaction perceptuelle et active d'un utilisateur. Divers algorithmes d'optimisation en machine learning et en reconnaissance des formes seront montrés pour le suivi d'une personne, le recalibrage d'un QR code pour les systèmes augmentés, le clustering d'individus par affinité et l'analyse textuelle et la représentation graphique.

Pré-requis : notions de base en Informatique, Mathématique et en Traitement du Signal.