

MASTER INGENIERIE DES SYSTEMES COMPLEXES

1^{ère} ANNEE

PARCOURS VISTA

SYLLABUS SIMPLIFIE

Semestre 1

UE 11 : Compétences 1 (commun VISTA et RISE)

- Projet collaboratif 1
- Anglais 1

UE 12 : Traitement de l'information (commun VISTA et RISE)

- Automatique linéaire des systèmes multivariables
- Estimation 1a
- Apprentissage supervisé
- RadioCom

UE 13 : Approfondissement traitement de l'information 1

- Electronique numérique & FPGA
- Estimation 1b
- Multicapteurs, séparation aveugle de sources

Semestre 2

UE 21 : Compétences 2 (commun VISTA et RISE)

- Techniques de recherche d'emploi
- Projet collaboratif 2
- Anglais 2

UE 22 : Images et systèmes embarqués (commun VISTA et RISE)

- Vision
- Techniques d'optimisation
- Instrumentation et capteurs embarqués
- Systèmes embarqués

UE 23 : Approfondissement traitement de l'information 2

- Signal Aléatoire
- Réseaux sans fil (microcontrôleur)
- Transmissions numériques

UE 11 : Projet collaboratif 1 (TP : 18h)

Exemples de sujets de projet :

- Drone quadcopter :
 - Réalisation d'un contrôleur de vol avec capteurs accéléromètre, gyroscope, magnétomètre, altimètre, télécommande et commandes PID des moteurs brushless.
 - Contrôle du drone par un système embarqué Linux avec réseau sans fil, caméra, capteur GPS ...
 - Transmission des données de télémétrie, de la vidéo et commande du drone à partir d'une station au sol.
 - Fonctionnement en mode autonome, planification de trajectoire.

- Robot mobile
 - Mise en œuvre de robots mobiles contrôlés par des systèmes Linux embarqués avec traitement d'images temps réel, applications au déplacement autonome, localisation (SLAM : Simultaneous Localization And Mapping) ...
 - Utilisation de ROS (Robotic Operating System).

- Commande de moteurs triphasés
 - Commande de moteurs asynchrones et brushless par des systèmes embarqués.
 - Moteurs avec ou sans capteur de position à effet hall et contrôle vectoriel de flux (Field Oriented Control).

UE 11 : Anglais 1 (TD : 18h)

L'enseignement de l'anglais à l'UFR Sciences & Techniques, et a fortiori au niveau Master, est axé sur les cinq compétences langagières : compréhensions orale et écrite ; productions orale et écrite ; interaction orale. L'objectif est d'atteindre, à la sortie du Master, un niveau B2+ du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (https://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework_FR.pdf). Il s'agira, en première année, de travailler ces cinq compétences dans le cadre d'un enseignement d'anglais dit général, contextualisé dans le cadre de thématiques scientifiques. Il sera demandé aux étudiants de produire un exposé oral au cours de chaque semestre. Une participation orale soutenue et régulière est attendue. A noter que les cours d'anglais en Master se font en priorité en laboratoire de langues.

UE 12 : Automatique linéaire des systèmes multivariables **(cours : 18h, TD : 15h, TP : 18h)**

Objectifs

Ce cours a pour objectif de présenter les bases théoriques et les concepts généraux pour l'analyse et la commande des systèmes dynamiques multivariables linéaires ou linéarisés autour d'un point de fonctionnement.

Contenu

- Représentation d'état à temps continu et discret,
- Représentation d'état vs formalisme de Laplace,
- Résolution de l'équation d'état – Matrice de transition,
- Forme de Jordan
- Commandabilité et observabilité (critère de Kalman, critère modal, grammien).
- Forme de Brunovsky.
- Stabilité au sens de Lyapunov,
- Commande par retour d'état,
- Commande modale,
- Commande linéaire quadratique (LQR),
- Synthèse d'Observateurs (Luenberger, Kalman),
- Introduction à la commande Linéaire Quadratique Gaussienne (LQG)

Prérequis

- Bases de l'automatique et notions élémentaires de l'analyse et la commande des systèmes linéaires continus et discrets.
- Identification et commande des systèmes.
- Algèbre linéaire.
- Programmation sous MATLAB

UE 12 : Estimation 1a (cours : 9h, TD : 9h, TP : 9h)

Objectifs

Introduire la notion d'estimateur et donner un aperçu de plusieurs techniques d'estimation.

Contenu

- Introduction à la théorie de l'information (divergence de Kullback, entropie, information mutuelle)
- Apprentissage statistique
- Estimateur des moindres carrés
- Estimateur des moments
- Estimateur du maximum de vraisemblance

Prérequis

Le cours de probabilité (e.g. 3^{ème} année de la licence SI).

UE 12 : Apprentissage supervisé (cours : 9h, TP : 9h)

Objectifs

L'objectif du cours est de présenter les principes de base de l'apprentissage supervisé.

Contenu

I. Généralités : Classification et régression par le Maximum de Vraisemblance et les méthodes Bayésiennes

II. Modèles linéaires pour la régression

III. Modèles linéaires pour la classification

a. Fonctions discriminantes : modèle de Fisher

b. Modèles probabilistes génératifs

c. Modèles probabilistes discriminants : régression logistique

IV Méthodes à noyaux : Support Vector Machine

V. Méthodes combinées : AdaBoost

VI Exemple d'application : Méthode de Viola Jones

Prérequis

Algèbre linéaire

Notions de base en probabilités : Variables, vecteurs et signaux aléatoires, moments, lois conditionnelles, théorème de Bayes, ...

UE 12 : RadioCom (cours : 12h, TD : 3h, TP : 3h)

Objectifs

Comprendre le fonctionnement des systèmes électroniques pour les télécoms ainsi que les principes de modulation et de démodulation associés. Être capable d'analyser et de simuler une chaîne de transmission (TX) ou de réception (RX) radiofréquence.

Contenu

Ce cours concerne l'étude des principaux procédés de modulation et de démodulation analogiques ainsi que les modulateurs-démodulateurs numériques (introduction) utilisés dans les systèmes de communication. L'étudiant qui complète le cours avec succès devrait être en mesure d'expliquer les principes de fonctionnement des différents procédés de modulation et de démodulation et d'apprécier leurs exigences spectrales (distorsion, intermodulation, rapport signal/bruits ...); être familier avec les schémas blocs et les caractéristiques globales d'une chaîne de modulation ou de démodulation; avoir la capacité d'identifier la fonction et les caractéristiques de chacun des éléments d'une chaîne RX ou TX; de pouvoir évaluer et simuler les performances des systèmes étudiés.

Prérequis :

Transformée de Fourier, filtres passifs, fonctions de la variable complexe, diagramme de Bode, théorie de la stabilité (principe, i.e. Nyquist), dérivées partielles, principe électrique des systèmes linéaires, théorie des quadripôles, électronique analogique, automatique (niveau L3).

UE 13 : Electronique numérique & FPGA (TP : 21h)

Objectifs

Être capable de concevoir des systèmes numériques complexes sur des FPGA en utilisant les outils de synthèse logique.

Contenu

Conception avancée de systèmes numériques sur FPGA : machines à états finis (FSM et FSMD), implantation de cœurs de microcontrôleurs, mise en œuvre des blocs IP d'interface : bus, mémoires, périphériques, convertisseurs, bus SPI et I2C, réseaux ...

Prérequis

Architecture et technologie des circuits logiques programmables, FPGA, langage VHDL, CAO.

UE 13 : Estimation 1b (cours : 9h, TD : 6h, TP : 9h)Objectifs

Être capable de mettre en œuvre plusieurs estimateurs et savoir analyser leurs performances.
Préparer les cours d'estimation, de détection et d'estimation bayésienne du M2 ISC/VISTA.

Contenu

- Définition d'un critère de performance
- Biais, variance et erreur quadratique moyenne
- Ellipses de confiance d'un estimateur.
- Information de Fisher et de borne de Cramér-Rao dans le cas monodimensionnel.
- Performances asymptotiques.

Prérequis

Estimation 1a.

UE 13 : Multicapteurs, séparation aveugle de sources (Cours : 6h, TP : 3h)

Objectif

Aborder les notions de base du traitement numérique de systèmes collaboratifs de capteurs. Etudes des hypothèses de mélanges instantanés, préalable au traitement d'antennes et à la séparation aveugle de sources. Initiation aux méthodes de séparations de sources à l'ordre deux.

Contenu

- Objectifs des traitements multicapteurs
- Modélisation des signaux de propagation
- Modélisation du système sources-réseau (hypothèses simplificatrices)
- Initiation à la séparation de sources décorréélées

Prérequis

Calcul matriciel, espaces vectoriels, traitement du signal déterministe et estimation 1.

UE 21 : Techniques de recherche d'emploi (TD : 10h)

Objectifs

L'objectif du cours est de préparer les étudiants aux techniques de recherche de stage et d'emploi. Travailler sur l'aisance relationnelle, les techniques d'entretien, la communication verbale et non verbale en lien avec le marché de l'emploi. Nous aborderons également les outils, la veille et le réseau.

Contenu

- I. Méthodologie à la réalisation d'un CV
- II. Méthodologie à la réalisation d'une lettre de motivation, mail de motivation
- III. Réseau professionnel, comment mobiliser son réseau
- IV. Préparation à l'entretien
- V. Simulation d'entretien

UE 21 : Projet collaboratif 2 (TP : 18h)

Même syllabus que l'UE 11.

UE 21 : Anglais 2 (TD : 18h)

Le même syllabus que celui de l'UE 11 « Anglais 1 ».

UE 22 : Vision (cours : 9h, TP : 9h)

Objectifs

L'objectif du cours est de présenter les principes du traitement de l'image et de la vision par ordinateur.

Contenu

- I. Rappels : Acquisition et représentation des images en niveaux de gris et couleur
- II. Modèle géométrique de la caméra et perception 3D
 - a. Représentation en coordonnées homogènes
 - b. Modèle géométrique de la caméra.
 - c. Calibration : Méthode de Faugeras-Toscani
 - d. Reconstruction 3D
- III. Détection de points d'intérêt dans une image
 - a. Détecteurs de Shi-Tomasi et Harris
 - b. Détecteurs Harris-Laplace et SIFT
- IV Estimation du mouvement : Algorithme de Lucas-Kanade
- V. Approches globales
 - a. Restauration d'image
 - b. Estimation du mouvement : méthode de Horn & Schunck
 - c. Estimation avec préservation du contour : Algorithme GNC

Prérequis

Algèbre linéaire

Notions de base en traitement du signal et image (cours de L2) : Convolution, transformée de Fourier

Notions de base en probabilités : Variables, vecteurs et signaux aléatoires, moments, lois conditionnelles, théorème de Bayes, ...

UE 22 : Techniques d'optimisation (cours : 12h, TP : 12h)

Objectifs

Savoir formuler un problème d'optimisation numérique (identifier les paramètres, définir la fonction de coût, décrire les contraintes)

Savoir le caractériser (linéaire ou non, avec ou sans contraintes)

Savoir choisir la méthode d'optimisation adaptée au problème.

Contenu

1. Rappels mathématiques

Positivité, Convexité

Notion de minimum

Dérivabilité, Gradient et Hessien

Conditions d'existence d'un point minimum

2. Optimisation sans contraintes

Formulation du problème d'optimisation

Méthode du gradient

Méthodes des directions conjuguées

Méthodes de Newton et de Levenberg-Marquardt

3. Optimisation avec contraintes

Méthode du simplexe

Méthode du point intérieur

Multiplicateurs de Lagrange

Conditions de Karush-Kuhn-Tucker

Prérequis

Mathématiques : analyse numérique, notion de dérivabilité, de continuité.

Programmation scientifique : maîtriser les outils de programmation scientifique.

UE 22 : Instrumentation et capteurs embarqués (cours : 9h, TD : 9h, TP : 9h)

Objectifs

Mettre en œuvre des fonctions électroniques permettant de traiter des signaux électriques à temps continu issus de capteurs. Comprendre et savoir simuler le fonctionnement d'une chaîne d'instrumentation pour capteurs embarqués.

Contenu

Ce cours présente les techniques récentes permettant de mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation. Il comprend une base théorique liée à la notion d'amplification différentielle de précision mais aussi l'étude de composantes fondamentales permettant l'interprétation ou la reconstruction de l'information issues de capteurs. Capteur fournissant une information primitive (*tension et/ou en courants électriques*). Le cours introduit la notion de traitement linéaire du signal analogique et des principes de conversions associés pour la mesure. Plusieurs solutions architecturales seront étudiées en fonction d'un cahier des charges. En effet la notion de prétraitement in situ ou reportée aura un impact sur la définition du système d'instrumentation. Dans un premier temps les caractéristiques métrologiques : sensibilité, linéarité, rapidité, précision des capteurs sont présentés. Ensuite certains montages électroniques ou « conditionneur » sont étudiés (*ponts de Wheatstone résistif, capteurs capacitifs, piézoélectrique, amplificateurs, différenciateurs, filtrages et convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique*). Les contraintes de mise en œuvre dues aux sources de bruits et à la présence de tensions ou de courants d'offsets seront aussi présentées. La notion et certains principes de calibration sont abordés. Le cours et les TD/TP associés comportent des études de cas allant jusqu'à l'étude d'un système complet.

Prérequis

Systèmes électriques linéaires & équations différentielle associées ; fonctions de la variable complexe. Transformée de Fourier, série de Taylor, notion en traitement analogique et numérique du signal.

UE 23 : Signal aléatoire (cours : 15h, TD : 15h, TP : 18h)Objectifs

Savoir extraire de l'information de signaux aléatoires.

Contenu

Description des signaux aléatoires stationnaires et ergodiques au sens des moments à l'ordre deux : fonction de corrélation.

Densité spectrale, filtrage des fonctions aléatoires, formule des interférences.

Cas des signaux d'énergie finie, d'énergie infinie mais de puissance finie et signaux numériques.

Applications au débruitage, à la déconvolution (filtrage de Wiener), à l'écholocalisation.

Prérequis

Le cours de probabilité de la 3^{ème} année de la licence SI, ou l'équivalent et le cours de signal déterministe de cette même année de licence.

UE 23 : Réseaux sans fils (microcontrôleur) (TD : 15h)

Objectifs

- être capable de concevoir et de développer des applications embarquées avec une communication par réseau sans fils (WiFi, BlueTooth, ZigBee, réseau 5G, LoRaWAN, Sigfox ...)

Contenu

- Caractéristiques et architectures des réseaux sans fils
- Protocoles de communication
- Réseaux de capteurs
- Mise en œuvre sur des systèmes embarqués

Prérequis

- Electronique numérique
- Transmissions numériques
- Systèmes embarqués
- Langage C++

UE 23 : Transmissions numériques (cours : 15h, TP : 15h)

Objectifs

- être capable d'analyser et de mettre en œuvre des circuits de transmission de données numériques.

Contenu

- Transmissions numériques en bande de base : codage, propriétés spectrales, rapport signal/bruit, taux d'erreur
- Détection et correction d'erreurs
- Modulations numériques : ASK, FSK, GMSK, BPSK, QPSK, QAM ..., efficacité spectrale
- Boucle à verrouillage de phase et boucle de Costas
- Étalement de spectre, générateurs pseudo-aléatoires
- Multiplexages et codages : FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA ...
- Notion de canal multi trajets (canal sélectif en fréquence, OFDM avec préfixe cyclique)

Prérequis

- Electronique numérique
- Systèmes électroniques : circuits et fonctions analogiques, Conversions ADC et DAC, échantillonnage, principe des PLL, modulations et transmissions analogiques.
- Traitement du signal