

Département Électronique et Traitement du Signal

Option de 3^{ème} année : Traitement du Signal et des Images (TSI)

Responsable : *Nicolas Dobigeon*

Site web : <http://sc.enseeiht.fr/tsi/>

UE NEET1 – Modélisation et représentation des signaux

Responsable : *Corinne Mailhes (INP-ENSEEIHT, Dépt. EN)*

Crédits : 4

NEES1A : Analyse Spectrale Paramétrique

Enseignant : David Bonacci (TéSA)

Objectif : Acquérir des méthodes d'analyse spectrale performantes basées sur une modélisation paramétrique du signal : exposé de différentes modélisations, des méthodes d'estimation de leurs paramètres et de leur application.

Programme :

- Modélisation paramétrique de signaux scalaires
- Modèles linéaires : modèles ARMA stationnaires, modèles ARIMA et évolutifs.
- Modèle de Prony : modèle déterministe, modèle de processus aléatoire stationnaire.
- Approche géométrique : décomposition en valeurs singulières, sous-espaces signal et bruit, modèle de Pisarenko, MUSIC
- Estimation paramétrique : maximum de vraisemblance, moindres carrés, minimisation de l'erreur de prédiction, algorithmes rapides récursifs en ordre, estimateurs en treillis
- Autres modèles : approche des moindres carrés, filtrage des valeurs singulières.

Bibliographie :

- S.Kay, Modern Spectral Analysis, Prentice Hall, 1988 (prêté aux élèves, 1 par élève pour l'année scolaire)
- F.Castanié, Analyse Spectrale, Hermès (prêté aux élèves, 1 par élève pour l'année scolaire)

Organisation de la matière

- Volume horaire : 5 CM + 2 TD
- Examen : Ecrit
- Crédits : 1

NEET1B - Représentation et Analyse des Signaux

Enseignant : Marie Chabert (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Objectif : Se placer dans un espace transformé permet de mettre en évidence des caractéristiques particulières du signal. Le cours a pour but de présenter la diversité des outils de représentations des signaux déterministes ou aléatoires et l'usage que l'on peut en faire en matière de décision, d'analyse, de compression...

Programme :

- Les différentes classes de signaux
- Rappel des représentations classiques (corrélations, densités spectrales)
- Décomposition sur des bases de fonctions (Fourier, Haar, Hadamard, ...)
- Représentations temps-fréquence (Transformée de Fourier glissante, distributions d'énergie - classe de Cohen : Wigner-Ville,...)
- Représentations temps-échelle (transformée en ondelette continue décompositions en ondelettes orthogonales, bi-orthogonales, frames, analyse multirésolution).

Bibliographie :

- P. Flandrin, Temps-Fréquence, Hermès 1993.
- L. Cohen, Time Frequency Analysis, Prentice Hall, 1995.
- G.G. Walter, Wavelet and other orthogonal systems with applications, CRC Press, 1994.
- Y. Meyer, Les ondelettes, algorithmes et applications, Armand Colin, 1992

Organisation de la matière

- Volume horaire : 5 cours + 3 TD + 2 TP
- Examen : Ecrit (3/4) + TP (1/4)
- Crédits : 2

NEET1C : Codage de source – Application à l'audio

Enseignant : Corinne Mailhes (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Objectif : Connaître les méthodes générales de compression de données (avec pertes) et les méthodes particulières appliquées dans le cadre de l'audio (parole et musique).

Programme :

- Introduction, définition des critères de comparaison de méthodes (taux de compression, critère de distorsion)
- Codage prédictif : DPCM , ADPCM, Modulation Delta
- Codage par Transformées : DCT, Karhunen-Loève, Hadamard, transformées en ondelettes, codage en sous-bande,
- La Parole : le contexte - Codage dans le plan temporel - Codage fréquentiel : modèles d'analyse/synthèse sinusoïdaux –
- Codage paramétrique : les vocodeurs : LPC, RELP, MBE - Codage par analyse par synthèse : MPE, CELP - Codage audio : MPEG 1, 2, 4.

Bibliographie :

- A.Gersho, R.M.Gray, Vector Quantization and Signal Compression , Kluwer Academic, 1991.
- A.Spanias, Speech Coding, a tutorial review, Proceedings of the IEEE, Oct. 1994
- N. Moreau, Techniques de compression des signaux, Ed Masson, collec. CNET / ENST.
- R. Boite, H.Bourlard, T.Dutoit, J.Hancq, H.Leich, Traitement du la parole, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2000.
- D. Pan, A tutorial on MPEG/Audio compression, IEEE Trans. Multimedia, 1995, pp. 60-74 (dispo web)
- MPEG Audio and Video Coding, IEEE Signal Processing Magazine, Sept 97, vol 14, n5.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 6 CM
- Examen : Oral
- Crédits : 1

UE NEET2 – Traitement des signaux numériques

Responsable : Nicolas Dobigeon (INP-ENSEEIHT, Dépt. EN)

Crédits : 4

NEET2A -Traitement Numérique du Signal 2 (TNS2)

Enseignants : Nicolas Dobigeon (INP-ENSEEIHT, Dépt. EN)

Objectif : Donner aux étudiants des éléments de traitement numérique du signal de pointe optimisation de filtres, filtres QMF et traitement numérique à 2 dimensions.

Programme :

- Synthèse optimale des filtres, stabilisation
- Effets numériques
- structures non-standards : treillis/échelles, rationnelles, multi-cadences

Bibliographie :

- P. P.Vaidyanathan, Multirate Systems and FilterBanks, Prentice Hall, 1995.
- F.Castanié, Traitement Numérique du Signal : 2 Méthodes Avancées, polycopié N7, 1997.
- M.Bellanger, TNS, Edition Dunod

Organisation de la matière

- Volume horaire : 6 CM + 2 TD
- Examen : Ecrit (1/2) + Projet (1/2)
- Crédits : 1

NEET2B - Processeurs de Traitement du Signal (DSP)

Enseignants : Adam Quotb (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Objectif : savoir implanter des algorithmes temps réel de traitement du signal ou d'image sur un DSP à virgule fixe, qui représente 90% du marché (par rapport aux DSP à virgule flottante). Le projet sera dédié à la réalisation d'une plate-forme de traitement audio (égaliseur, chorus, flanger etc...).

Organisation de la matière

- Volume horaire : 3 CM + 14 TP
- Examen : Projet
- Crédits : 3

UE NEET3 – Méthodes avancées en TSI

Responsable : Jean-Yves Tourneret (INP-ENSEEIH, Dépt. TR)

Crédits : 5

NEET3A - Traitement d'antennes

Enseignants : Stéphanie Bidon (ISAE)

Objectif : Dans de nombreuses applications, la dimension spatiale procurée par l'utilisation de plusieurs antennes réparties dans l'espace permet d'améliorer la réception de signaux. C'est par exemple le cas en radar pour obtenir une meilleure localisation de cibles, en communications mobiles où les réseaux d'antennes sont prévus dans les futures normes, ou dans le domaine biomédical. L'objectif du cours est de présenter les moyens de récupérer un signal ou d'en localiser la provenance à l'aide de réseaux d'antennes.

Programme :

- Modélisation
- Filtrage spatial et formation de faisceaux
- Réseaux partiellement adaptatifs et réjection d'interférences
- Localisation de sources

Bibliographie

- H.L. Van Trees, Optimum Array Processing, John Wiley, 2002.
- D.G. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon, Statistical and Adaptive Signal Processing, Mc Graw Hill, 2000.
- S. Marcos, les méthodes à haute résolution : Traitement d'antennes et analyse spectrale, Hermes, 1998.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 7 CM + 2 TD
- Examen : Projet
- Crédits : 1

NEET3B - Traitement adaptatif

Enseignants : Marie Chabert (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Objectif : Donner aux étudiants les algorithmes de filtrage adaptatif avec leurs principales applications.

Programme :

- Algorithme du gradient : solution de Wiener, gradient stochastique
- Algorithme des moindres carrés récursifs
- Applications.

Bibliographie

- M. Bellanger, Analyse des signaux et filtrage numérique adaptatif, Masson Ed., 1989.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 4 CM + 2 TP
- Examen : Ecrit (3/4) + TP (1/4)
- Crédits : 1

NEET3C – Estimation, détection

Enseignant : Herwig Wendt (IRIT, CNRS)

Objectif : Savoir construire les méthodes mathématiques et techniques concernant l'estimation des paramètres et la détection des signaux.

Programme :

- Théorie de l'estimation : qualités d'un estimateur, méthode du maximum de vraisemblance, estimation bayésienne
- Théorie de la décision : Test de Neyman-Pearson, test de Bayes, hypothèses composées.

Bibliographie

- S.Kay, Fundamentals of statistical signal processing, estimation theory, Prentice Hall, 1993.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 7 CM + 2 TD
- Examen : Ecrit
- Crédits : 1

NEET3D – Classification et reconnaissance des formes

Enseignant : Jean-Yves Tourneret (INP-ENSEEIH, Dépt. TR)

Objectif : Comprendre les principales techniques de classification, tout d'abord en mode supervisé (on dispose d'une base d'apprentissage), puis en mode non supervisé.

Programme :

- Modélisation et obtention des paramètres pertinents : Analyse en Composantes Principales, critère de Fisher
- Méthodes statistiques : décision bayésienne avec apprentissage supervisé ou non
- Fonctions discriminantes linéaires, réseaux neuronaux, machines à vecteurs supports
- Classification structurelle - Mise en œuvre et évaluation d'un classifieur.

Bibliographie

- R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork, Pattern Classification, John Wiley & Sons, NY 2001.
- J.Y.Tourneret, Classification et Reconnaissance des Formes, polycopié N7, 2001.
- S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, 4th Edition, Elsevier, 2009
- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 7 CM
- Examen : Ecrit
- Crédits : 1

NEET3E – Problèmes inverses

Enseignants : Nicolas Dobigeon (INP-ENSEEIH, Dépt. EN) et Herwig Wendt (CNRS, IRIT)

Objectif : savoir identifier un problème inverse, comprendre la notion de problème mal-posé, comprendre l'intérêt de régularisation, maîtriser quelques méthodes de régularisation, formuler une régularisation dans un contexte bayésien.

Programme :

- Introduction aux problèmes inverses
- Régularisation
- Formulation bayésienne
- Méthodes de résolution

Bibliographie :

- J. Idier, Ed., Bayesian Approach to Inverse Problems, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, Avr. 2008.
- S. Boyd and L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004
- C. P. Robert and G. Casella, Monte Carlo Statistical Methods, Springer, 2004

Organisation de la matière

- Volume horaire : 9 CM
- Examen : Projet
- Crédits : 1

UE NEET4 : Vidéo et multimedia

Responsable : Sylvie Chambon (INP-ENSEEIHT, Dépt. IMA)

Crédits : 4

NEET4A – Vision par Ordinateur

Enseignant : Philippe Marthon (INP-ENSEEIHT, Dépt. IMA) et B. Vandeportaele (Univ. Paul Sabatier)

Objectif : Donner aux étudiants une méthodologie générale pour développer un système de vision par ordinateur. On insistera tout particulièrement sur la géométrie de la vision optique et les techniques de reconstruction en trois dimensions d'une scène à partir de ses images.

Programme :

- Introduction : Définitions. Applications. Système visuel humain. Illusions visuelles. Démarche méthodologique en trois étapes.
- Modélisation géométrique et radiométrique : Modélisation et calibration d'une caméra en trou d'épingle. Modèles de scène. Modélisation de l'éclairage. Modélisation des images. Relations géométriques et radiométriques entre les images d'une même scène.
- Mise en relations des modèles : Carte de réflectance. Equation de l'eikonale.
- Résolution : Stéréovision monoculaire sans traitement d'images: stéréophotométrie, photoclinoétrie - Stéréovision monoculaire avec traitement d'images : analyse des contours et des lignes, analyse des variations de texture, calcul des points de fuite - Stéréovision binoculaire et reconstruction 3D - Vision du mouvement - Reconnaissance et interprétation de la scène.

Bibliographie :

- Multiple View Geometry, Richard Hartley et Andrew Zisserman, Cambridge University Press, 2003.
- Computer Vision : Algorithms and applications, Richard Szeliski, Springer, 2010
site web : <http://szeliski.org/Book>
- Robotics, Vision and Control, Peter Corke, Springer, 2013.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 5 CM + 6 TP
- Examen : Ecrit (3/4) + TP (1/4)
- Crédits : 1,5

NEET4B – Synthèse d'images et modélisation géométrique

Enseignants : Géraldine Morin et Simone Gasparini (INP-ENSEEIHT, Dépt. IMA)

Objectifs :

- Donner aux étudiants les connaissances de base pour effectuer de modélisation d'objets 2D et 3D.
- Proposer une analyse multirésolution des courbes en faisant le lien entre modélisation par ondelettes et subdivision.

- Apprendre à utiliser une bibliothèque logiciel de modélisation 3D: OpenGL.

Programme :

- Techniques et algorithmes 2D, modèles de courbes paramétriques, surfaces paramétriques, modélisation surfacique et volumique générales
- Modélisation multirésolution: lien entre subdivision et ondelettes
- Traitements et algorithmes 3D: Modélisation 3D en OpenGL, modélisation de scène dynamiques et matrices de transformation. Subdivision

Bibliographie :

- Subdivision: A Constructive Approach, Warren, Weimer
- Curves and Surfaces for CAGD, A practical guide, Gerald Farin
- Pyramid Algorithms, Ron Goldman
- Fundamentals of Computer Graphics, Peter Shirley
- OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 4.3 (8th Edition) 8th Edition, D. Shreiner, G. Sellers, J. Kessenich, B. Licea-Kane

Organisation de la matière

- Volume horaire : 4 CM + 5 TP (1 TP modélisation + 4 TPs OpenGL)
- Examen : Projet
- Crédits : 1,25

NEET4C – Analyse de la vidéo

Enseignant : Sylvie Chambon (INP-ENSEEIH, Dépt. IMA)

Objectif : Acquérir la connaissance sur les principales techniques d'analyse spatio-temporelle et de caractérisation de contenus vidéo. En connaître les modalités de mise en pratique et les limitations.

Programme :

- Analyse spatiotemporelle de vidéo, modèles de mouvement, détection de caractéristiques, alignement d'images, méthodes d'estimation, suivi 2D et 3D
- Extraction de couleurs dominantes
- Analyse spectrale et statistique de la texture
- Caractérisation de contours et de régions.
- Calcul de distance entre descripteurs bas-niveau
- Systèmes de recherche d'image.

Bibliographie :

- Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision Monocular Model-Based 3D Tracking of Rigid Objects By V. Lepetit and P. Fua (EPFL)
- L'indexation multimédia - Description et recherche automatiques. Patrick Gros Hermes Science Publications - IC2 signal et image – 978-2-7462-1492-7
- Richard Szeliski. Computer Vision: Algorithms and Applications. Springer, 2010

Organisation de la matière

- Volume horaire : 3 CM + 2 TP + 3BE
- Examen : Projet
- Crédits : 1,25

<p style="text-align: center;">UE NEET5 : TSI et applications <i>Responsable : Adrian Basarab (Univ. Paul Sabatier)</i> Crédits : 5</p>
--

NEET5A – Imagerie médicale

Enseignants : Adrian Basarab et Denis Kouamé (Univ. Paul Sabatier)

Objectif : connaître les principales modalités en imagerie médicale et les techniques de traitement d'image associées.

Programme :

- Introduction à l'imagerie médicale et aux mesures de qualité image
- Physique de la médecine nucléaire, imagerie PET et SPECT et traitements associés
- Physique de la radiologie
- Technique de reconstruction en tomographie
- Principe physique de la Résonance, Imagerie par résonance magnétique
- Principes physiques des ultrasons, imagerie par ultrasons et élastographie
- Imagerie Doppler ultrason
- Imagerie multimodale et problématiques associées : recalage, fusion,...
- Standards en imagerie médicale
- Exemples de thématiques de recherche en imagerie médicale.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 7 CM + 3 TP
- Examen : Ecrit (1/2) + TP (1/2)
- Crédits : 1,5

NEET5B – Télédétection

Enseignant : Mathieu Fauvel (INP-ENSAT)

Objectif : L'objectif du cours concerne l'utilisation d'outils de traitement du signal et des images en télédétection.

Programme :

- Dans une première partie, les bases physiques seront présentées, ainsi que les différents domaines d'utilisations de la télédétection. Les principaux outils du traitement du signal et des images seront présentées.
- La seconde partie traitera en détail de la classification d'image de télédétection, avec notamment le problème de la grande dimension spectrale et l'inclusion de l'information spatiale.

Bibliographie :

- Signal Theory Methods in Multispectral Remote Sensing, D. A. Landgrebe, John Wiley & Sons, 2003.

- Kernel Methods for Remote Sensing Data Analysis, G. Camps-Valls and L. Bruzzone, John Wiley & Sons, 2009.
- Morphological Image Analysis: Principles and Applications, P. Soille, Springer-Verlag, 2nd edition, 2003.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 8 CTD
- Examen : Ecrit (3/4) + Oral (1/4)
- Crédits : 1,5

NEET5C – Signal Radar

Enseignants : Juliette Lambin, Alain Mallet, Roger Fjortoft et Nadine Pourthie(CNES)

Objectif :Panorama des techniques d'imagerie radar en télédétection.

Programme :

- Présentation des techniques RF en télédétection
- Principes généraux et exemples d'images radar
- Technologie du Radar à Synthèse d'Ouverture
- Radiométrie et altimétrie radar
- Bilan de liaison radar
- Interferométrie et polarimétrie radar
- Traitement des images radar : filtrage, segmentation, estimation. Géométrie des images radar.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 6 CM
- Examen : Ecrit
- Crédits : 1

NEET5D – Audionumérique

Enseignants : Jérôme Farinas (Univ. Paul Sabatier)

Objectif :Après avoir donné les éléments fondamentaux en analyse d'un signal acoustique (paramétrisation, codage et normes), les modèles théoriques de la reconnaissance de la parole et de la synthèse de parole à partir du texte sont approfondies afin d'acquérir les connaissances nécessaires pour affronter un travail de recherche dans le domaine. Les solutions aux problèmes d'apprentissage et d'adaptation largement présents actuellement en recherche, sont détaillées. Les méthodes d'analyse et d'identification automatique en musique sont étudiées. Nombre de problèmes restent ouverts (musique polyphonique, parole spontanée, parole naturelle, recherche d'informations dans des documents sonores...); ce cours donne quelques pistes quant aux défis posés à la recherche de demain.

Programme :

- Initiation à la musique et à la parole : Eléments de production et perception, Description acoustique des sons
- Bases en traitement du signal acoustique : Transformées de Fourier et analyse cepstrale pour la reconnaissance, Transformées pour le codage (LPC), Normes (MP3,...)
- Modélisation statistique pour la reconnaissance automatique (parole et musique) : Mélange de lois gaussiennes, Modèles de Markov Cachés, Réseaux de neurons, Modèles de langage (ngram, nclass)
- Apprentissage : Algorithme de type EM, Adaptation de type MAP, MMI et MLLR, Méthodes d'évaluation, Corpus, Ressources, Mesure de confiance. Fiabilité. Robustesse.
- Synthèse vocale : Synthèse à partir du texte, Synthèse par unités élémentaires (diphones...),
- Applications : Commandes vocales en milieu bruité, Transcription automatique parole/musique, Reconnaissance de la langue et du locuteur, Indexation parole/musique

Bibliographie :

- La parole et son traitement automatique, Calliope, Masson, 1989.
- Fundamentals of Speech Recognition, L.Rabiner, B.H. Juang, Prentice Hall Signal Processing Series, 1993
- Reconnaissance automatique de la parole, JP Haton, C. Cerisera, D. Fohr, Y. Laprie, K. Smaili, Ed. Dunod, 2006
- Synthèse de la Parole à partir du texte, C. d'Alessandro, E. Tzoukermann - Hermes, collection Traitement automatique des langues, 2001
- Applications of digital signal processing to audio and acoustics, M. Kahrs, Kluwer Academic Publishers, 1998.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 5 CM + 4 TP
- Examen : Ecrit (3/4) + Oral (1/4)
- Crédits : 1

UE NEE1 – Vers le métier d'ingénieur

Responsable : Marie Charbert (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Crédits : 8

NEE1A – Sécurité, Fiabilité

Enseignant : Marie Chabert (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Objectif : Modéliser et analyser la fiabilité d'un système.

Programme :

- Définitions - Domaines d'application.
- Analyse des grandeurs caractéristiques d'un composant non réparable (fiabilité, taux de défaillance...).
- Modèles statistiques (loi exponentielle, Gamma, processus de Poisson...).
- Estimation de la fiabilité et des durées de vies.

- Analyse d'un système (fonction de structure, arbre de défaillances, diagramme de fiabilité).
- Modélisation markovienne d'un système réparable.

Bibliographie :

- A. Hoyland, M. Rausand, System reliability theory, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, 1994.
- A. Villemeur, Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels, Eyrolles, 1988. J.-L. Bon, Fiabilité des systèmes, Masson, 1995.
- C. Coccozza-Thivent, Processus stochastiques et fiabilité des systèmes, Springer, 1997.

Organisation de la matière

- Volume horaire : 4 CM + 2 TD
- Examen : Ecrit
- Crédits : 1,25

NEE1B – Conférences

Enseignants : Dix intervenants du monde industriels (CNES, Thalès, Airbus, etc...)

Organisation de la matière

- Volume horaire : 10 Conférences
- Examen : Ecrit
- Crédits : 0,75

NEE1C – Soutenance de stage de 2ième année**Organisation de la matière**

- Examen : Oral
- Crédits : 2

NEE1D – Anglais**Organisation de la matière**

- Volume horaire : 1 CM/semaine
- Crédits : 1,5

NEE1E – Les métiers et fonctions de l'ingénieur dans l'industrie

Enseignant : Thierry Bosch (INP-ENSEEIH, Dépt. EN)

Organisation de la matière

- Volume horaire : 5 CM + 3TD
- Crédits : 1,25

NEE1F – Conduite de Projet

Enseignant : Hubert Soliveres (Thales Avionics)

Organisation de la matière

- Volume horaire : 4 CM + 1TD
- Crédits : 1,25