Plans des cours du M2 – Parcours SS

Modules obligatoires (42h)

- ✓ Advanced Machine Learning et Deep Learning
- ✓ Génie des données massives
- ✓ Fouilles de données massives (Big Data Mining)
- ✓ Architectures d'objets connectés, plateformes IoT et systèmes cyber-physiques

Modules obligatoires (21h)

- ✓ Technologies de communications pour l'Internet of Things (IoT)
- ✓ Représentation de connaissances & Raisonnement
- ✓ Initiation à la recherche et à l'innovation pédagogique (à définir ult.)
- ✓ Séminaires (à définir ultérieurement)

Modules optionnels (liste prévisionnelle)

Spéc. « Advanced Intelligent Sys. »

- ✓ Génie des systèmes intelligents
- ✓ Systèmes complexes
- ✓ TALN
- ✓ Systèmes de recommandation
- ✓ BI et outils décisionnels (à confirmer)
- ✓ SIG intelligents (à confirmer)
- ✓ Web sémantique et Web de données
- ✓ Architecture d'entreprise et gouvernance
- ✓ Process Mining

Spéc. « Internet of Things »

- ✓ Cryptographie, IoT et Blockchain
- ✓ Cybersecurity
- ✓ Cloud Computing and Cloud networking
- ✓ Informatique quantique (à confirmer)
- ✓ Applications émergeantes de l'IoT (Exemple : Smart Cities)
- ✓ Simulations et éval. des perf.
- ✓ QoS dans les systèmes intelligents
- ✓ Systèmes robotiques intelligents
- ✓ Systèmes de Transport Intelligents

Advanced Machine & Deep Learning

Part 1: Récentes avancées en Machine Learning

Prérequis

- Algèbre linéaire,
- Analyse numérique matriciel
- Optimisation
- Probabilité et variables aléatoires.
- Probabilité multivarié
- Processus stochastique et séries temporelles
- Estimation statistique et simulation aléatoire
- Calcul différentiel
- Courbes et surfaces
- Introduction à la géométrie différentielle
- Algorithmes des réseaux de neurones
- Simulation des vecteurs aléatoire.

Plan du cours

1. Simulation de données

Création artificielle d'exemples d'observations de type données linéaires

- Notion d'échantillon, d'échantillon supervisé et non supervisé, échantillon d'apprentissage, échantillon test.
- Génération d'observations de vecteurs aléatoires pour une distribution donnée.

Notion de classifieur (K-partition, application mesurable de l'espace X des attributs dans l'ensemble des classe) classifieur linéaire et non linéaire

Le modèle probabiliste de la classification : le couple aléatoire (attribut, label)

Les probabilités a priori les probabilités a posteriori, la loi mélange, les loi conditionnelles

La règle de classification de Bayes

2. Estimation ponctuelle

- Estimation des densités de probabilité d'une variable aléatoire réelle puis de celle d'un vecteur aléatoire modélisant les primitives ou les attributs d'un objet d'un univers
    - Paramétrique
        - Par la méthode du maximum de vraisemblance
        - A l'aide du Système de Person
    - Non paramétrique et théorèmes de convergence des
        - De l'histogramme,
        - De la méthode du noyau, l'algorithme Plug-in
        - Noyau-difféomorphisme
        - De la méthode des fonctions orthogonales
          Plugin pour l'ajustement des paramètres des estimateurs non paramétriques : Discussion et intérêt en ML
- Programmation : étude des conditions de convergence du cas de l'estimateur de l'histogramme d'un vecteur aléatoire : Malédiction de la dimension (à l'aide de Matlab ou de Paython)

- Application de la règle de Bayes : Points fort et limitations (malédiction de la dimension et supervision)

Réduction de dimension linéaire

- Formulation du problème
- L'algorithme de l'analyse en composante principale (ACP)
- L'analyse discriminante Linéaire LDA, description et mise en œuvre sur des données multidimensionnelles simulées
- Intérêts
- Contribution à l'application de la règle de classification bayésienne : Etude du système : ACP LDA Bayes
- Intérêt et limitations.
- Les distance en probabilité

Réduction non linéaire

- Rappel Variétés différentielles et variétés de Riemann (espace tangent, les application exponentielles et logarithmique
- ACP fonctionnelle
- Exemple les espaces quotient et les espaces de formes
- Réducteur non linéaire et supervisé par Réseaux de neurones interconnectés

Classification linéaire

- K moyenne

- Classification non linéaire

- des K plus proches voisin (KNN) Comparaison avec le classifieur Bayésien)
- Sport Vectors Machine (SVM)
- Le classifieur basé sur les réseaux de neurones NN+ Naïve Bayes

Classification non linéaire et non supervisée

- La famille d'algorithme d'identification de mélange+ Bayés
- EM Gaussien EM Pearson EM non paramétrique, SEM SAEM, EM Bootstrapé ….EM Gaussien multivarié..
- Classifieur ACP EM Bayes multivarié (non linéaire et hybride)
- Réducteur de dimension basé distance L^2 (distance de Patrick-Fisher ou l'inertie probabiliste de L2) +Bayes

Classification par l'approche profonde non linéaire supervisée (Deep Learning)

- Convolutional Neural Network (CNN) + Soft Max puis Bayes
- CNN géométrique
- Augmentation de données par transformations géométriques linéaires (Linear geometric Data augmentation)
- Augmentation de données par transformations géométriques non linéaires (Non Linear Data augmentation)
- Critères de comparaison des classifieurs

Part 2: Applied Machine & Deep learning

Course description

This course aims to explore machine and deep learning advances. It will first provide a general introduction to machine and deep learning and their utility. Then, it will introduce the different algorithms and validation techniques, providing clear examples from the scientific literature, and including hands-on programming exercises in Python.

Course objectives:

The main objectives of this course are as follows:

1. Introduce the basics of machine and deep learning.
2. Introduce the different types of machine learning.
3. Practice some supervised, unsupervised, reinforcement and deep learning algorithms.

Course outline:

Section A: Machine Learning

Chapter 0. Introduction to machine learning

1. What is machine learning?
2. Learning paradigms
3. Key concepts
4. Types of machine learning
5. Applications
6. Practical: Introductory example with Pyhton
    a. Linear regression
    b. Gradient descent

Chapter 1. Supervised learning

1. Definition
2. Algorithms
3. KNN
4. Decision trees
5. The perceptron
6. Practical: KNN & Decision trees

Chapter 2. Unsupervised learning

1. Definition
2. Algorithms
3. K-means
4. Hierarchical Clustering
5. Practical: K-means

Chapter 3. Reinforcement learning

1. Definition
2. Why
3. Q-learning
4. Practical: Q-learning with Python

Section B: Deep Learning

Chapter 1. Introduction to deep learning for Epidemiology

1. What is deep learning?
2. Machine learning VS deep learning?
3. Deep learning in Epidemiology
4. Artificial neural networks (ANN)
5. Backpropagation
6. Typology
7. Applications

Chapter 2. Recurrent neural networks (RNN)

1. Definition
2. Algorithms
3. LSTM
4. GRU
5. Practical: LSTM for the prediction of epidemics outbreak (COVID-19 and Influenza cases)

Chapter 3. Feed-Forward Neural Network (FFNN)

1. Definition
2. Algorithms
3. MLP
4. CNN
5. Practical: CNN for the prediction of epidemics outbreak (COVID-19 and Influenza cases)

Course readings

- **Machine Learning Algorithms**, Giuseppe Bonaccorso, Packt Publishing Ltd, 2017 - 360 pages
- **Machine Learning: Algorithms and Applications**, Mohssen Mohammed, Muhammad
  - Badruddin Khan, Eihab Bashier Mohammed Bashier, CRC Press, 19 août 2016 - 226 pages
- **Deep Learning: Fundamentals, Theory and Applications**, Kaizhu Huang, Amir Hussain, Qiu-Feng Wang, Rui Zhang, Springer, 15 févr. 2019 - 163 pages

Génie des données massives

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce module consiste à introduire les notions de bases des Big Data. La maîtrise de ce concept d'actualité est indispensable pour la formation des jeunes ingénieurs et très bénéfique puisqu'elle leur permet d'aborder plus facilement les projets (surtout les projets de fin d'études) portant sur les Big Data qui deviennent de plus en plus nombreux. Au terme de ce cours l'étudiant est censé :

- Connaître la différence entre l'approche traditionnelle et l'approche Big Data et savoir dans quels cas le passage de la première vers la deuxième est justifié ;
- Maîtriser les briques de base de la plateforme Hadoop à savoir HDFS et MapReduce et avoir une idée sur les composants de son écosystème ;
- Appréhender l'approche MapReduce pour la résolution de problèmes ;
- Comprendre les limites du modèle relationnel et connaître les différents modèles des bases de données NOSQL.

- Connaître les différentes phases d'ingénierie des données, les outils et les processus.
- Mettre en place le patron de conception Data Access Object (DAO) pour accéder à des sources de données depuis un langage de programmation (Persistance)
- Mettre en œuvre les méthodes, exploiter les langages et les outils permettant la modélisation, la gestion efficace et l'exploitation des données fortement structurées ainsi que la transformation des modèles (Modélisation et échange de données)
- Connaître les approches et les métriques pour mettre en place et surveiller un processus de qualité de données (Qualité de données)

En parallèle avec le cours, des exercices et des manipulations pratiques sont proposés aux étudiants afin de leur permettre de concrétiser les notions théoriques qui leur sont enseignées surtout dans la partie MapReduce.

Chapitre I – Introduction aux Big Data

1. Constats
2. Définition du Big Data
3. Origines du Big Data
4. Les 3V
5. Les 2V supplémentaires
6. Approche traditionnelle vs approche Big Data

Chapitre II – Hadoop et MapReduce

1. Présentation de Hadoop
2. Histoire de Hadoop
3. Echosystème de Hadoop
4. HDFS
5. MapReduce V1
6. MapReduce V2
7. Design Patterns MapReduce

Chapitre III - Traitement des données

1. Traitement par lot
2. Traitement par streaming
3. Architecture Lambda

Chapitre IV – Bases de données NOSQL

1. Forces des SGBDR
2. Limites des SGBDR
3. BD NOSQL
4. BDR vs BD NOSQL
5. BD NewSQL
6. Etude de Cassandra

Etude de MongoDB

Chapitre V. L'ingénierie des données : Concepts clefs, Écosystème et Cycle de vie

1. Les rôles et les tâches clés d'un cycle de vie d'ingénierie des données sont présentés.
2. La typologie des données, les formats de fichiers, les sources de données et les langages couramment utilisés.
3. Les types de référentiels de données tels que les bases de données relationnelles et non relationnelles, les entrepôts de données, les magasins de données et les lacs de données.
4. Les différentes architectures d'une plate-forme de données, les facteurs de sélection et de conception des magasins de données.

Chapitre VI. Ingénierie des données : Approches, méthodes et techniques

1. Le processus, les étapes et les outils utilisés dans les différentes phases d'ingénierie des données pour collecter, importer, discuter et interroger des données. : Les processus ETL et ELT, les pipelines de données et les plateformes d'intégration de données.
2. Approches de réduction de la complexité, distribution (exemple Réduction du volume de données à travers les Calculs sur un échantillon, Réduction de dimensions : ACP, AFD, AFC)
3. Recherche par similarité : Application aux systèmes de recommandation
4. Application sur les fouilles des graphes : clustering hiérarchique, approches ascendantes et divisives

Chapitre VII. Mesures de la Qualité des données

1. Les composants de la qualité des données et les méthodes de validation et de vérification
2. Persistance des données : Interface d'accès à une base de données, Le patron de conception Data Access Object
3. Modélisation et échange de données (Modélisation et Méta Modélisation, OCL)
4. Data wragling

Chapitre VIII. Surveillance et amélioration de la qualité des données

Dans ce chapitre, nous nous concentrons sur la surveillance, la gestion et l'amélioration de la qualité des données à travers :

1. Data profiling
2. Master data Management (MDM)

Bibliographie

Ce cours est inspiré des sources suivantes :

Mooc

- « Fondamentaux pour le Big Data », Télécom ParisTech
- « Introduction à Hadoop et MapReduce », Université Nice Sophia Antipolis

Livres

- BRUCHEZ, Rudi. *Les bases de données NoSQL et le Big Data : Comprendre et mettre en oeuvre*. Editions Eyrolles, 2015.
- ZIKOPOULOS, Paul, EATON, Chris, *et al. Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. McGraw-Hill Osborne Media, 2011.
- Ryza, S., U. Laserson, S. Owen and J. Wills : Advanced Analytics with Spark, O'Reilly, 2014.
- A. Rajaraman and J. D. Ullman : Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2014.

Cours

- SFAXI, Lilia. *Cours Big Data*. INSAT, Université de Tunis Carthage, TUNISIE, 2016.
- NERZIC, Pierre. *Outils Hadoop pour le Big Data*. Université Rennes1, FRANCE, 2016.
- *Support du cours « IBM BigInsights v4.0 »*. IBM, 2016.

Big Data Mining

Objectifs de l'ECUE

- This course is a high-level theoretical introduction to the foundations and major techniques of data mining.

Plan

1) Introduction to Data Mining
2) The Data Mining process lifecycle
3) Frequent Itemsets & Association rules
4) Classification (k-Nearest neighbor; Decision Trees)
5) Regression (Linear Regression)
6) Recommender systems
7) Clustering (k-Means method)

Références

The following references are all in the public domain and are available for free on the Web.

1) "**An Introduction to Statistical Learning with Applications in R**", Gareth James et al., First Edition, 2013 http://www-bcf.usc.edu/~gareth/ISL/

2) "**Mining massive datasets**", Jure Leskovec et al., Second Edition, 2014 http://www.mmds.org/

3) **Notes de cours**, Prof. Philippe Preux , Université de Lille 3, 2011 http://www.grappa.univ-lille3.fr/~ppreux/fouille

4) "**Data Mining For The Masses**", Matthew North, 2012

Architectures d'objets connectés, plateformes IoT et systèmes cyber-physiques

Plan du Module :

Partie 1

Introduction IoT Transformation in motion

Chapitre 1 : IoT Concepts and Architecture

1. IoT concepts
2. IoT architecture
3. Iot Equipement : Hardware/Software architectures
    a. Gateway and Network
    b. Sensors Connectivity and peripherals
        - Parallel and serial interfaces
        - Timers
        - General purpose IO
4. IoT prototyping

Chapitre 2 : IoT Platforms

1. Designer Oriented Vision
2. Software Oriented Vision

Chapter 3 : Low-End Device Operating Systems (OS)

1. Major concerns in IoT OS design
    a. Architecture
    b. Scheduling & Real-time capabilities
    c. Programming model
    d. Memory footprint
    e. Network protocols
    f. Hardware
    g. Energy efficiency

2. Case study
    a. Linux OS
    b. FreeRtos
    c. MbedOS
    d. Contiki OS
    e. Tiny OS
    f. RIOT OS

Partie 2

- Lecture 0: Introduction
- Lecture 1: Motivation: Cyber Physical Systems
    - Embedded Systems vs. Cyber Physical Systems
    - Requirements and challenges
    - Examples of CPS and IoT applications

- Lecture 2: Model Based Design
    - Iterative process of: Modeling, design and analysis
    - Models vs. implementations, Abstraction layers
    - Continuous vs. Discrete dynamics
    - Finite State Machines
- Lecture 3: Sensors and Actuators
    - How Accelerometers work
    - Affine Model of Sensors
    - Bias and Sensitivity
    - Faults in Sensors
    - Brief Overview of Actuators
- Lecture 4: Embedded Processors & Memory Architectures
    - Memory Architectures
    - Microcontrollers and Memory organization for programs
    - Memory hierarchies
- Lecture 5: Inputs and Outputs, Interrupts
    - Microcomputer boards
    - Serial and parallel interfaces
    - Input/Output mechanisms in software
- Lecture 6: Multitasking
    - Thread scheduling
    - Thread programming problems
- Lecture 7: Operating Systems, Microkernels & Scheduling
    - Fixed priority vs. dynamic priority scheduling
    - Priority inversion anomalies
    - Scheduling anomalies
- Lecture 8: Analysis
    - Verification: Model checking
    - Worst case execution time problem
    - Equivalence and refinement

Bibliographie

- Chandra, T., Verma, P. and Dwivedi, A. (2016). Operating Systems for Internet of Things. Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies - ICTCS ’16.

- Elvstam, A. and Nordahl, D. (2016). Operating systems for resource constraint Internet of Things devices: An evaluation. [online] Dspace.mah.se. Available at: https://dspace.mah.se/handle/2043/20810 [Accessed 7 Feb2017].

- “Internet of Things: Principles and Paradigms”, edited by Rajkumar Buyya and Amir Vahid Dastjerdi,copyright Elseiver and inc. edition 2016.

- “Designing the Internet of Things”, Adrian McEwen, Hakim Cassimally, Wiley and sons Ltd, edition 2014.

- Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, by E. A. Lee and S. A. Seshia, 2015. (URL: http://leeseshia.org/)

- Based on “Introduction to Embedded Systems”: EECS 149/249A UC Berkeley

- Claudius Ptolemaeus, Editor, System Design, Modeling, and Simulation Using Ptolemy II, Ptolemy.org, 2014. (URL: https://ptolemy.eecs.berkeley.edu/books/Systems/)

Technologies de communications pour l'IoT

Plan

Objectifs de l'ECUE

- Maîtriser l'architecture protocolaire proposée pour l'Internet des objets.
- Connaitre les différents standards proposés pour la communications courte distance dans l'IoT
- Connaitre les différents standards proposés pour la communications longue distance dans l'IoT
- Appréhender les mécanismes de couche 3 dédiés à l'IoT
- Connaître les protocoles et les architectures de communication multi-couches dédiés à l'IoT

Plan

Chapitre 1: Architectures et protocoles de communication pour l'Internet des Objets

a) Introduction générale
b) Architectures de communication pour l'IoT
c) Notions de passerelles et interaction entre les technologies hétérogènes

Chapitre 2 : Technologies standards au niveau des couches basses (1 et 2)

a) Technologies de communication radio courte portée
   - Les réseaux Wifi (802.11ah) et LiFi
   - RFID
   - NFC
   - Z-Wave
   - Le protocole RFID (Radio Frequency Identification)
     Le protocole BLE (Bluetooth Low Energy)
   - Les réseaux LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Area Network) ou IEEE 802.15.
   - Le protocole d'automatismes pour le bâtiment KNK

b) Technologies de communications radio mobiles longue portée
   - LoRaWan
   - Les réseaux cellulaires : 3G, 4G, 5G
   - SIGFOX

Chapitre 3 : Protocoles de la couche 3

a) IPv6
b) 6LowPan
c) Routage dans l'IoT : le protocole RPL

Bibliographie

- Camilo Alejandro Medina, Manuel Ricardo Perez, Luis Carlos Trujillo: IoT Paradigm into the Smart City Vision: A Survey. iThings/GreenCom/CPSCom/SmartData 2017: 695-704

- Matthias Wählisch, Damla Turgut, Tom Pfeifer, Anura P. Jayasumana: Special issue: Current and future architectures, protocols, and services for the Internet of Things. Computer Communications 74: 1-2 (2016)
- Isam Ishaq, David Carels, Girum Teklemariam, Jeroen Hoebeke, Floris Van Den Abeele, Eli De Poorter, Ingrid Moerman, Piet Demeester: IETF Standardization in the Field of the Internet of Things (IoT): A Survey. J. Sensor and Actuator Networks 2(2): 235-287 (2013)
- Ala I. Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari, Moussa Ayyash: Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. IEEE Communications Surveys and Tutorials 17(4): 2347-2376 (2015)

Représentation des Connaissances et Raisonnement

Objectifs de l'ECUE

Ce cours expose la nature diverse des connaissances acquises, les problèmes de leur représentation dans un contexte incomplet, incertain, vague, etc., les formalismes de représentation existants et les moyens d'interprétation permettant la mise en œuvre du raisonnement.

Chapitre I – Représentation de connaissances

Introduction : Définition des connaissances
Section I : Types des connaissances
Section II : Représentations relationnelles
Section III : Représentation procédurale
Section IV : Représentations objet

Chapitre II – Représentations relationnelles

Introduction : Caractéristiques relationnelles
Section I : Logique classique
Section II : Logique non classique
Section III : Règles de production

Chapitre III – Représentations objet

Introduction : Caractéristiques
Section I : Réseaux sémantiques
Section II : Frames
Section III : Ontologies

Chapitre IV – Ingénierie ontologique

Introduction :
Section I : Les ontologies
Section II : Typologie des ontologies
Section III : L'ingénierie ontologique
Section IV : Ontologies et raisonnement

Génie de systèmes intelligents

Objectifs de l'ECUE

- Passer en revue les disciplines de l'Intelligence Artificielle
- Découvrir les principales approches de prise de décision et de prédiction en Intelligence Artificielle.
- Comprendre le fonctionnement de la résolution collective des problèmes et la prise de décision distribuée.

Chapitre I - Intelligence Artificielle et approche symbolique

Introduction : Représentation symbolique
Section I : Systèmes à base de connaissances
Section II : Apprentissage symbolique
Section III : Problèmes de l'IA symbolique

Chapitre II - Intelligence Artificielle et approche connexionniste

Introduction : Le connexionnisme
Section I : Modèle biologique
Section II : Modèle mathématique et fonctionnement
Section III : Apprentissage connexionniste

Chapitre III - Intelligence Artificielle et approche bayésienne

Introduction : Le théorème de Bayes
Section I : Réseaux bayésiens
Section II : Inférences bayésiennes
Section III : Apprentissage bayésien

Chapitre IV - Intelligence Artificielle Distribuée

Introduction : De l'IA à l'IAD aux Agents Logiciels
Section I : Intelligence collective
Section II : Métaphore sociale
Section III : Métaphore biologique
Section IV : Simulation multi-agents

Systèmes complexes

Objectifs

1. Introduire les systèmes de systèmes.
2. Expliquer et présenter les principes de l'ingénierie des systèmes de systèmes.
3. Appliquer ces principes sur des études de cas.

Plan

1. **Les Systèmes-de-Systèmes**
   a. Définitions : Composant, Système monolithique, Système monolithique complexe, SdS
   b. les caractéristiques d'un SdS
   c. Les catégories de SdS
      i. SdS dirigés
      ii. SdS reconnus
      iii. SdS collaboratifs
      iv. SdS virtuels
   d. Exemples de SdS

2. **Ingénierie SdS**

a. Définition
b. Ingénierie SdS vs. Ingénierie Système
c. Processus de construction d'un SdS
d. Les patrons d'architecture dans le cadre de l'ISdS
e. Application

3. **Etudes de cas** (applications de l'ingénierie SdS)

Traitement automatique du langage naturel

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

- Le but de ce cours est de donner un panorama relativement large des algorithmes et outils utilisés pour le Traitement Automatique des Langues naturelles (TALN).

Chapitre 1 : Introduction

- Présentation générale du domaine du Traitement Automatique du Langage Naturel
- Domaines d'application du TALN
- Niveaux d'analyse
- Types de problèmes à résoudre
- Techniques et approches utilisées pour le TALN

Chapitre 2 : Traitement automatique de la morphologie

- Présentation de la morphologie (flexion, dérivation)
- Représentation de la morphologie par listes lexicales
- Représentation de la morphologie par automates à états finis
- Représentation de la morphologie par automates à transducteurs

Chapitre 3 : Etiquetage morpho-syntaxique

- Définitions (Etiquetage morpho-synatxique, jeux d'étiquettes,...)
- Etiqueteur à base de règles (Exemple: étiqueteur de Brill)
- Etiqueteurs probabilistes (N-Grams, à base de Chaines de Markov cachées)

Chapitre 4 : Analyse syntaxique

- Présentation générale de l'analyse syntaxique
- Grammaire formelle : définition et types
- Grammaire Hors Contexte (HC) pour le TALN
- Analyse syntaxique avec une grammaire (HC)
- Algorithmes d'analyse syntaxiques usuels (CYK, Earley, Bottum_up chart parsing)

Chapitre 5 : Traitement de la sémantique

- Présentation de la sémantique
- Types de relations sémantiques entre les mots
- Similarité sémantique entre les mots basée sur un thésaurus
- Similarité sémantique entre les mots basée sur un thésaurus
- Similarité sémantique entre les mots basée sur le contexte

Chapitre 6 : Recherche d'information

- Présentation générale de la Recherche d'Information (RI)
- Indexation automatique

- Analyse de la requête
- Modèles de RI
- Modèle booléen pour la RI
- Modèle vectoriel pour la RI
- Modèle probabiliste pour la RI
- Apports du TALN pour la RI

Chapitre 7 : Correction orthographique

- Présentation générale de la correction orthographique
- Types d'erreurs orthographiques
- Détection-Correction des mots erronés
- Détection-Correction des erreurs correspondant à des mots valides
- Distance d'édition pour la génération des candidats de correction
- Méthode probabiliste pour le choix des candidats
- Méthodes d'évaluation de la correction orthographique

Chapitre 8 : Classification textuelle

- Présentation générale de la classification textuelle (Définition, But, Applications)
- Méthodes de classification textuelle à base d'apprentissage automatique supervisé
- Etude du classifieur Naïve Bayes pour la classification textuelle
- Méthodes d'évaluation de la classification textuelle

Références bibliographiques :

Bouillon P., Traitement automatique des langues naturelles, Duculot, 1998.

Habash N., Introduction to Arabic Natural Language Processing, Morgan & Claypool, 2010.

Pierrel J.M., Ingénierie des langues, Hermes, 2000.

Kurdi M. Z., Natural Language Processing and Computational linguistics, Wiley, 2016.

Systèmes de recommandation

Objectifs de l'ECUE

- Présenter les systèmes de recommandation et leurs intérêts
- Maîtriser les techniques, algorithmes et approches de recommandation
- Appliquer certaines techniques à des domaines d'intérêt particuliers

Chapitre I : Introduction aux systèmes de recommandation

1) Motivations
2) Qu'est-ce qu'un système de recommandation ?
3) Pourquoi de tels systèmes ?
4) Historique
5) Défis soulevés par les systèmes de recommandation
6) Les approches de recommandation : Comment classer les différents systèmes de recommandation ?

Chapitre II : Recommandation basée sur le contenu

8) Définition
9) La notion de profil utilisateur
10) Les techniques utilisées
11) Exemple de systèmes de recommandation basée sur le contenu
12) Les avantages et limites de la recommandation basée sur le contenu

Chapitre III : Recommandation par filtrage collaboratif

1) Principe
2) Filtrage collaboratif utilisateur
3) Filtrage collaboratif objets/items
4) Exemple de systèmes de recommandation par filtrage collaboratif (python)
5) Avantages et limites

Chapitre IV : Recommandation à base de connaissances

1) Principe
2) Le raisonnement à base des cas
3) Le raisonnement à base de contraintes
4) Exemples de systèmes de recommandation à base de connaissances (ontologies)

Chapitre IV : Recommandation communautaire ou sociale

1) Les réseaux sociaux au cœur de la recommandation sociale
2) Le clustering
3) La détection de communautés
4) Exemples de systèmes de recommandation sociale

Références

Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor, Recommender Systems Handbook, e-ISBN 978-0-387-85820-3 DOI 10.1007/978-0-387-85820-3 Springer New York Dordrecht Heidelberg London, Springer 2011.

Web sémantique et Web de données

Objectifs de l'ECUE

Les objectifs sont de 1/ connaître les langages et principes du web sémantique et 2/ comprendre le fonctionnement du web des données. La représentation et la publication des données liées sur le web, leur interrogation sur le web permet de raisonner et de déduire de nouvelles relations entre ces données. Ceci permet le traçage de ces données.

Evaluation

Projet à développer avec Jena, SPARQL et java

Plan

I. Le web Sémantique

1. Définition et description générale
2. Infrastructure du Web
3. Langages et modèles du Web sémantique
4. Ingénierie ontologique
5. Recherche sémantique et requêtes

II. Le web des données

1. Définition et positionnement
2. Architecture LOD (Linked Open Data)
3. Construction du nuage LOD
4. Requêtage et points d'accès

Bibliographie

- Fabien Gandon, Catherine Faron Zucker et Olivier Corby, Le Web sémantique : comment lier les données et les schémas sur le Web?, Dunod, 2012 (ISBN 978-2-10-057294-6 et 2-10-057294-6, OCLC 795501050)
- Linked Open Data -- Creating Knowledge Out of Interlinked Data: Results of the LOD2 Project Broché, 2014, Sören Auer et Volha Bryl
- Le Linked Data à l'université: La plateforme LinkedWiki Broché, 2019, Karima Rafes

Architectures d'Entreprise (EA) et Gouvernance

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

- Présenter l'organisation des activités, d'architecture et les modes de gouvernance de l'architecture au sein de l'entreprise
- Comprendre les enjeux de Gouvernance dans la maîtrise des activités des entreprises
- Connaître les meilleures pratiques en matière de Gouvernance du SI
- Donner une vision des composantes de l'entreprise digitale et des questions d'architecture qu'elles posent

Chapitre I Les architectures d'entreprise : modéliser pour décider

Section I : Présentation du domaine de l'EA

1. Définitions
2. Modélisation de l'entreprise
   - 2.1. Normalisation de la modélisation
   - 2.2. Méthodes de modélisation de l'entreprise (stratégique, coopération, urbanisation)
   - 2.3. Langages de modélisation de l'entreprise (définitions, normalisation et exemples)
   - 2.4. Cadres d'architectures d'entreprise (Zachman, TOGAF, Urbanisation, …)

Section II : Architecture de l'entreprise digitale

1. Economie immatérielle
2. L'entreprise dématérialisée
   - 2.1. Définitions
   - 2.2. L'agilité : essai-erreur-industrialisation
   - 2.3. Le contexte du SI de l'entreprise digitale
   - 2.4. Les qualités techniques
3. Systèmes décisionnels,
   - 3.1. Entreposage, Data Analytics
   - 3.2. Les nouveaux services connectés
   - 3.3. Le Cloud de l'entreprise, le Cloud du client, MDM et mobilité, l'omnicanal
   - 3.4. Les risques d'entreprise (solvabilité, fraudes, erreurs, exceptions, attaques)
   - 3.5. Les données personnelles

Chapitre II La gouvernance du SI de l'entreprise

Section I : La gouvernance du SI

1. Introduction
2. Caractéristiques de la gouvernance du SI (connaître et anticiper, décider, communiquer et suivre, adapter)
3. Evolution de l'approche stratégique des SI
4. Définition de la gouvernance des systèmes d'information (exigences transverses : métier, fonctionnelles, données)

Section II : Fondements d'un modèle de gouvernance des SI

1. Alignement stratégique
2. Création de valeur
3. Gestion des risques
4. Gestion des ressources

5. Mesure de la performance

Section III : Principales initiatives

4.1. Organismes (ISACA, AFAI, itSMF, SEI, ITGI)

4.2. Référentiels de bonnes pratiques (Cobit, ITIL, CMMI, …)

Références

- IT Governance : How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results, Peter Weill, Jeanne W. Ross , Harvard Business School Press, mai 2004
- It Savvy: What Top Executives Must Know to Go from Pain to Gain, Peter Weill , Jeanne W. Ross, Harvard Business School Press, juin 2009
- Architecture and Patterns for IT Service Management, Resource Planning, and Governance, Charles T. Betz, Morgan Kaufmann, Novembre 2011
- Urbanisme des SI et gouvernance : Bonnes pratiques de l'architecture d'entreprise, 2ème édition, Club URBA-EA, Dunod, 2ème édition, avril 2010
- L'entreprise à l'ère du digital, Les nouvelles pratiques collaboratives, Jean-Pierre Bouchez, MÉTHODES & RECHERCHES, 1re Édition, Octobre 2016

Processus mining

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

1. Approfondir et maîtriser les métiers de l'entreprise afin d'optimiser les SI correspondants
2. Maîtriser la modélisation des processus métiers avec BPMN
3. Maîtriser les processus métiers pour une gouvernance de l'entreprise et des SI
4. Renforcer l'aptitude d'analyse et d'amélioration des processus métiers pour piloter l'entreprise

Chapitre I Les Processus métiers

1. Généralités sur les processus métiers
2. Modélisation des processus métiers
3. Processus métier et sécurité de l'information

Chapitre II Modélisation et gestion des processus métiers

1. Approche du BPM (Business Process Management)
2. Les systèmes BPMS (Business Process Management Systems)

Chapitre III Les workflows

1. Définitions
2. Principes, concepts, fonctions et architectures
3. Outils et modèles de workflows
4. Configuration et exécution de workflows
5. Business Activity Monitoring et Process Mining

Références

- Davenport & Short (1990), The new industrial Engineering: Information technology and Business Process Redesign, Sloan Management Review.
- Briol P. (2008), Ingénierie des processus métiers, De l'élaboration à l'exploitation.
- Dumas M., LaRosa M., Mendling J. & ReijersH.A. (2013), Fundamentals of business process management. Springer.
- Workflow Management: Models, Methods and Systems. ISBN 0-262-01189-1. MIT Press, 2002, W.M.P. van der Aalst and K.M. van Hee.
- Process Aware Information Systems, Wiley, 2005, Dumas Marlon, Van Der Aalst Wil and Arthur H. M. ter Hofstede.

Processus métiers et S.I., "Evaluation, modélisation et mise en oeuvre", Edition Dunod, 2005, Chantal Morley, Jean Hugues, Bernard Leblanc, Olivier Hugues

Cryptographie, IoT et Blockchain

Objectifs de l'ECUE

Fournir la maîtrise et les compétences nécessaires pour développer et / ou mettre en place un crypto système. Au terme de ce module, l'étudiant ou l'étudiante sera en mesure de :

- Maîtriser les concepts de base et notions fondamentales de la cryptographie
- Identifier les risques et menaces qui pèsent sur les applications/systèmes IoT et qui nécessitent des outils cryptographiques.
- Développer de nouvelles approches et solutions de sécurisation pour systèmes IoT au moyen des crypto systèmes.
- Prendre en considération la protection de la vie privée.

Plan

Chapitre 1 Introduction

1. Historique
2. Terminologie
3. Concepts de base
4. Eléments théoriques de la cryptographie
5. Transactions IoT & sécurité

Chapitre 2 Fonctions et mécanismes cryptographiques

1. Algorithmes de chiffrement symétriques & asymétriques & variantes.
2. Cryptographie ellyptique
3. Cryptographie à seuil
4. Identity based cryptography
5. Fonctions de hachage
6. Signature numérique
7. Scellement, MAC & MIC
8. Signature de groupe
9. Performances des fonctions cryptographiques

Chapitre 3 L'échange des clés

1. Hiérarchie des clés
2. Le transport des clés
3. La génération des clés
4. Transport des clés

Chapitre 4 Authentification & gestion d'identités

1. IDMS
2. Authentification
3. Protocole Needham-Schroeder
4. Protocoles d'authentification pour l'IoT
5. Protocoles zero-knowledge

Chapitre 5 Les protocoles de sécurité

1. Protocoles de sécurité dans la pile TCP/IP
2. Protocoles de la couche2
3. Le protocole IPsec
4. Le protocole SSL/TLS/DTLS

Chapitre 6 Développement des protocoles cryptographiques

1. Introduction
2. Spécification des protocoles cryptographiques
3. Vérification des protocoles cryptographiques

Chapitre 7 Technologie Blockchain

1. Mode de fonctionnement et catégories
2. Les blockchain existantes
3. L'usage du blockchain dans la sécurité

Chapitre 8 Cryptographie et protection de la vie privée

1. Introduction à la privacy et relation avec la sécurité
2. IDMS, Authentification et privacy
3. Data mining & privacy
4. Web & privacy
5. Anonymisation
6. Minimisation

Bibliographie

1- "Handbook of applied cryptography", Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot and Scott A. Vanstone, CRC Press, Fifth Printing (August 2001)

2- "Blockchain: Discover the Technology behind Smart Contracts, Wallets, Mining and Cryptocurrency (including Bitcoin, Ethereum, Ripple, Digibyte and Others)", Abraham K White,

3- "Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C", **Bruce Schneier,** John Wiley & Sons,1996

Cybersécurité des systèmes IoT

Objectifs de l'ECUE

L'objectif de ce cours est de comprendre les risques et les menaces associés aux systèmes IoT et d'identifier les outils cryptographiques et les protocoles les plus adaptés pour sécuriser les appareils, les communications et les plateformes IoT. Nous étudions des cas pratiques relatifs à des domaines de pointe tels que les réseaux véhiculaires ou le eGouvrnement.

Plan

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Risques et menaces de sécurité dans les systèmes IoT

- 2.1 Analyse du risque
  - 2.1.1 Appareils
  - 2.1.2 Applications
  - 2.1.3 Protocoles de communication
  - 2.1.4 Collecte d'informations
  - 2.1.5 Plateformes et cloud
- 2.2 Gestion du cycle de vie de la sécurité

Chapitre 3 : Sécurité des systèmes IoT

- 3.1 Objectifs de sécurité
  - 3.1.1 Authentifier les appareils
  - 3.1.2 Sécuriser les communications
  - 3.1.3 Sécuriser le code à exécuter
  - 3.1.4 Sécuriser la sauvegarde des données
- 3.2 Protocoles de sécurité adaptés à l'IoT

Chapitre 4 : Cas d'études

- 4.1 Réseaux véhiculaires
- 4.2 eHealth
- 4.3 Smart Grid
- 4.4 eGouvernement

Conclusion

Bibliographie

1- "Security and Privacy in Internet of Things (IoTs): Models, Algorithms, and Implementations", Fei Hu, CRC Press, 2016

2- “Practical Internet of Things Securit”, Brian Russell and Drew Van Duren, PACKT Publishing, June, 2016

3- “Securing the Internet of Things”, Shancang Li and Li Da Xu, Syngress, 2017.

4- “IoT Hackers Handbook: An Ultimate Guide to Hacking the Internet of Things and Learning IoT Security”, Aditya Gupta, CreateSpace Independent Publishing Platform, August 2017.

5- “Abusing the Internet of Things: Blackouts, Freakouts, and Stakeouts”, Nitesh Dhanjani, O'Reilly, 2015.

6- “Designing the Internet of Things”, Adrian McEwan and Hakim Cassimally, Wiley, 2013.

Cloud Computing and Cloud Networking

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

- Comprendre les notions de bases du Cloud computing.
- Comprendre et comparer les différents services et modèles du Cloud Computing.
- Discuter les atoûts du Cloud computing et ses limites.
- Maîtriser la virtualisation.
- Manipuler des services Cloud comme AWS et IBM.

Plan du module

Partie Théorique

Chapitre1 : Introduction au cloud computing

- Introduction
- Cloud computing: Définitions
- Caractéristiques
- Ancêtres du cloud
- Atouts et faiblesses

Chapitre2 : Modèles & Services du cloud Computing

- Modèles de services
- Modèles de déploiement
- Acteurs
- Difficultés liées au Cloud Computing

Chapitre3 : Virtualisation

- Concepts clés
- Définitions
- Intérêt de la virtualisation
- Types des hyperviseurs
- Techniques de virtualisation
- Types de virtualisation

  Principales solutions de virtualisation : OpenStack

Partie pratique

TP1 : Amazon Web Services

- Lancement d'une machine virtuelle Windows
- Lancement d'une machine virtuelle Linux
- Synchronisation entre AWS EC2 et S3 : Lancement d'une instance EC2 Amazon Linux et manipulation des compartiment S3
- Création d'une web application

TP2 : IBM Bluemix

- Cloud Foundry
- DevOps Services

Bibliographie

- PeterMell, Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145 2011.
- Duncan Christopher Hill, “Cloud computing gateway, cloud computing hypervisor, and methods”, International Conference on Cloud Computing, 2017.
- Kyriakos Kritikos ,Kostas Magoutis and Dimitris Plexousakis“Towards Knowledge-Based Assisted IaaS Selection”,International Conference on Cloud Computing Technology and Science,2017.
- David Breitgand, Dilma M. Da Silva, Amir Epstein, Alexander Glikson, Michael R. Hines, Kyung D. Ryu, Marcio A. Silva, “Dynamic virtual machine resizing in a cloud computing infrastructure”, 2017.
- Kanagasabai R. “OWL-S based semantic Cloud service broker” Proceedings of the IEEE 19th international conference on web services (ICWS). Honolulu, HI, 2016.
- Romain Hennion, Hubert Tournier, Eric Bourgeois, “Cloud computing : Décider - Concevoir - Piloter - Améliorer, Eyrolles”, 2015.
- Guillaume Plouin, Cloud Computing, “Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Collection InfoPro”, Dunod, 2014.
- Rapport Cigref, “Fondamentaux du Cloud Computing : Le point de vue des Grandes Entreprises”, mars 2013 [lire en ligne] [PDF]

Microsoft, cloud economics, Livre blanc, novembre 2010 [lire en ligne] [PDF]

Applications émergeantes de l'IoT (Smart Cities)

1. Objectifs de l'UE

Ce cours propose un tour d'horizon des infrastructures numériques de la ville connectée et des applications cibles.

Il s'agit d'une introduction aux différents constituants des infrastructures numériques cibles, du réseau aux systèmes logiciels, qui met en particulier en avant les défis posés aux nouvelles technologies pour répondre aux exigences de la ville connectée.

2. Eléments de contenu

Chapitre 1. Introduction

Chapitre 2. Communications pour Internet des choses (IoT)
- Quelques cas d'usage
- Réseaux de capteurs sans-fil (exemple)
- Les outils de collecte d'information (LoRA, SigFox)

Chapitre 3. Communications pour les transports intelligents (ITS)
- Quelques cas d'usage
- Communications locales (V2V, V2I) : IEEE 802.11p, Géonetworking
- Architecture de communication ITS (ETSI / ISO)

Chapitre 4. Quelques exemples d'applications combinant plusieurs segments
- Autour de la gestion de la consommation : dans la maison, dans le réseau
- Autour de la gestion des réseaux de distribution (eau, gaz)
- Logistique et accès aux centres urbains

Chapitre 5. Perspectives
- Vers la 5G …
- Vers des dépôts de données publics …
- Le difficile problème de la sécurisation de l'infrastructure et des données

Bibliographie

- Badis Hammi, Rida Khatoun, Sherali Zeadally, Achraf Fayad, Lyes Khoukhi: IoT technologies for smart cities. IET Networks 7(1): 1-13 (2018)
- Ammar Gharaibeh, Mohammad A. Salahuddin, Sayed Jahed Hussini, Abdallah Khreishah, Issa Khalil, Mohsen Guizani, Ala I. Al-Fuqaha: Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies. IEEE Communications Surveys and Tutorials 19(4): 2456-2501 (2017)

Simulations et évaluation des performances

Plan du cours

Objectifs

L'objectif de ce cours est de présenter des techniques de modélisation et d'évaluation de performance des réseaux. Nous balayons les principaux résultats issus de la théorie des files d'attente permettant l'évaluation des performances des différents types de réseaux. Le dernier objectif est de présenter les techniques de simulations de réseaux.

Plan

- Problématique de l'évaluation de performances

- Modélisation
    - Modèles simples à base de Chaînes de Markov
    - Modèles plus complexes de type Files d'attente

- Analyse
    - Chaînes de Markov
    - Files d'attente simples
    - Réseaux de files d'attente à forme produit

- Simulation à événements discrets
    - Généralités sur la simulation
    - Simulateur NS (*Network Simulator*)
    - Le simulateur COOJA

Bibliographie

- Measuring Computer Performance: A Practitioner's Guide David J. Lilja, Cambridge University Press (2005)
- Discrete-event system simulation Jerry Banks, John Carson, Barry Nelson and David Nicol, Pearson (2005).
- Finite Markov Chains and Algorithmic Applications Olle Haggstrom, Cambridge University Press, 2002 (preliminary version)
- Performance Guarantees in Communications Networks, C.-S. Chang, Springer, 2000.
- The Network Simulator : https://www.nsnam.org
- Cooja simulator : http://anrg.usc.edu/contiki/index.php/Cooja_Simulator

Qualité de service dans l'IoT

Plan du cours

Objectifs

Il s'agit d'analyser la problématique de la qualité de service au niveau des protocoles de communication pour l'IoT. Les mécanismes existants pour la qualité de service au niveau de la couche 2, de la couche réseau et de la couche applicative seront étudiés.

Plan

1. Caractéristiques et besoins des applications IoT du point de vue Réseaux
2. Introduction à la qualité de service (QoS) dans les réseaux
3. QoS au niveau de la couche 2
4. Contrôle d'admission
5. Routage à QoS dans l'IoT
6. Techniques d'ordonnancement de paquets
7. Réservation de ressources, gestion de buffers
8. Protocoles et architectures de QoS dans l'IoT
9. Qualité de service dans les réseaux sans-fil, mobiles et ad hoc.

Bibliographie

- Ravi C Bhaddurgatte and Vijaya Kumar. A Review: QoS Architecture and Implementations in IoT Environment. Research & Reviews: Journal of Engineering and Technology, 2015.
- Marie AN, et al. Enabling QoS in the Internet of Things, CTRQ: The Fifth International Conference on Communication Theory, Reliability, and Quality of Service 2012.
- Duan R, et al. AQoS Architecture for IOT, IEEE International Conferences on Internet of Things, and Cyber, Physical and Social Computing 2011; 717-720.
- Zheng Wang, Internet QoS: Architectures and mechanisms for quality of service, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- Tim Szigeti and Christina Hattingh, End-to-end- QoS network design: Quality of service in LANs, WANs, and VPNs, CISCO Press, 2004.
- Amitabb Mishra, Quality of Service in Communications Networks, John Wiley & Sons, 2001.

Systèmes robotiques intelligents

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

- Acquérir les compétences de base du soft computing.
- Maîtriser la notion de robotique comportementale.
- Mettre en œuvre une commande intelligente pour un robot mobile autonome.

Chapitre I

Introduction : Introduction à la robotique

Section I : Historique

Section II : Les commandes classiques en position

Section III : Les commandes classiques en vitesse

Section IV : Limites de la commande classique en robotique

Chapitre II

Introduction : Introduction à la logique floue

Section I : Opérateurs flous

Section II : inférence floue

Section III : Commande floue des processus incertains.

Chapitre III

Introduction : Introduction aux réseaux Neuronaux

Section I : Perceptron déterministe

Section II : Perceptron probabiliste

Section III : Apprentissage par rétro propagation de l'erreur

Section IV : Mise en œuvre d'une commande neuronale

Chapitre IV

Introduction : Introduction aux réseaux Neuronaux

Section I : Perceptron déterministe

Section II : Perceptron probabiliste

Section III : Apprentissage par rétro propagation de l'erreur

Chapitre V

Introduction : Introduction aux Algorithmes génétiques

Section I : Problèmes d'optimisation en robotique intelligente

Section II : Mise en œuvre des Algorithmes génétiques en robotique

Bibliographie

- Autonomous Robotic Systems: Soft Computing and Hard Computing Methodologies and Applications, Da Ruan, Darío Maravall, Changjiu Zhou, 2003 Springer.
- Soft Computing for Intelligent Robotic Systems , Toshio Fukuda , Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K (2013)

Systèmes de Transport Intelligents

Plan du cours

Objectifs de l'ECUE

L'objectif du cours est d'offrir aux étudiants un panorama de méthodologies et de technologies modernes pour les Systèmes de Transport Intelligents (ITS) à travers l'étude de projets réels organisés par thèmes. A la suite du cours, l'étudiant sera en mesure de :

- Proposer un projet ITS utilisant les connaissances acquises dans les autres modules de la formation
- Estimer les moyens technologiques et budgétaires à déployer dans un projet ITS
- Avoir une idée des tendances récentes et des programmes ITS nationaux et internationaux

Chapitre I : Introduction aux ITS

- Bref historique
- Objectifs des ITS, architecture et orientations

Chapitre II : Exemples de projets

(un ou plusieurs exemples pour chacune des rubriques suivantes)

- ATIS (*Advanced Traveler Information Systems*)
- ATMS (*Advanced Transportation Management Systems*)
- APTS (*Advanced Public Transportation Systems*)
- Véhicules Connectés et Véhicules Autonomes
- ITS dans la gestion des crises et des urgences

Chapitre III : ITS en Tunisie

- Stratégie du Ministère de transports dans le domaine des ITS
- Exemples de projets réalisés
- Présentation des initiatives des étudiants