REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION
INGENIEUR D'ETAT

Intégration du module Lean Startup

Domaine	Filière	Spécialité
Mathématiques et Informatique	Informatique	Science de données

Le 16/09/2026

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية
لميدان الرياضيات والإعلام الآلي
أ.د بابا حنيني محمد شوقي

Année universitaire : 2026/2027

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عرض تكوين مسار مهندس دولة

إضافة مقياس المؤسسات الناشئة اللينة

الميدان	الشعبة	التخصص
رياضيات و إعلام آلي	الإعلام الآلي	علم البيانات

Le 16/09/2026

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية
لميدان الرياضيات والإعلام الآلي
أ.د بابا حنيني محمد شوقي

السنة الجامعية: 2027/2026

II – Fiche d’organisation semestrielle des enseignements de la spécialité

1- Semestre 5 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'enseignement		Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Autres			A distance	En présentiel	Continu	Examen
UE Fondamentales											
UEF51 (O/P)		4h30	1h30	4h30		9	13				
UEF511 : Compilation	63H	1h30	1h30	1h30		3	5		X	40	60
UEF512 : Réseaux Avancés	42H	1h30		1h30		3	4		X	40	60
UEF513 : Programmation Avancée	42H	1h30		1h30		3	4		X	40	60
UEFondamentales											
UEF52 (O/P)		4h30	3h00	3h00		6	9				
UEF521 : Les fondements de l'Intelligence Artificielle	63H	1h30	1h30	1h30		3	4		X	40	60
UEF522 : Analyse des données	84H	3h	1h30	1h30		3	5		X	40	60
UE Méthodologie											
UEM53(O/P)		3h00	1h30	1h30		4	6				
UEM531 : Fondement des sciences des données	42H	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UEM532 : Génie Logiciel	42H	1h30	1h30			2	3		X	40	60
UE Transversale											
UET54(O/P)		1h30				1	2				
UET541 : Management de l'innovation	21H	1h30				1	2		X		100
Total Semestre 5	399H	13h30	6h00	9h00		20	30				

2- Semestre 6 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'enseignement		Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Autres			A distance	En présentiel	Continu	Examen
UE Fondamentales											
UEF61 (O/P)		**4h30**	**1h30**	**6h00**		**9**	**14**				
UEF611 : Bases de données avancées	**63H**	1h30	1h30	1h30		**3**	**5**		**X**	**40**	**60**
UEF612 : Programmation Web Avancée	**63H**	1h30		3h00		**3**	**5**		**X**	**40**	**60**
UEF613 : Sécurité des données	**42H**	1h30		1h30		**3**	**4**		**X**	**40**	**60**
UEFondamentales											
UEF62 (O/P)		**4h30**	**1h30**	**4h30**		**7**	**10**				
UEF621 : Machine Learning 1	**84H**	3h00		3h00		**4**	**5**		**X**	**40**	**60**
UEF622 : Analyse de données avancée	**63H**	1h30	1h30	1h30		**3**	**5**		**X**	**40**	**60**
UE Méthodologie											
UEM63(O/P)		**1h30**	**1h30**	**1h30**		**3**	**4**				
UEM631 : Méthodes Numériques	**63H**	1h30	1h30	1h30		**3**	**4**		**X**	**40**	**60**
UE Transversale											
UET64 (O/P)		**1h30**				**1**	**2**				
UET641 : Cyber sécurité	**21H**	1h30				**1**	**2**		**X**		**100**
Total Semestre 6	**399H**	**12h00**	**4h30**	**12h00**		**20**	**30**				

3- Semestre 7 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'enseignement		Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Autres			A distance	En présentiel	Continu	Examen
UE Fondamentales											
UEF71 (O/P)		4h30	3h00	3h00		8	12				
UEF711 : Statistique en Science des données	84H	3h00	1h30	1h30		4	6		X	40	60
UEF712 : Programmation linéaire et Optimisation	63H	1h30	1h30	1h30		4	6		X	40	60
UEFondamentales											
UEF72 (O/P)		4h30	3h00	3h00		7	10				
UEF721 : Machine Learning 2	84H	3h	1h30	1h30		4	6		X	40	60
UEF722 : Visualisation des données	63H	1h30	1h30	1h30		3	4		X	40	60
UE Méthodologie											
UEM7(O/P)		3h		3h		4	6				
UEM731 : Gestion de projet en Science des données.	42H	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UEM732 : DEVOPS	42H	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UE Transversale											
UET74(O/P)		1h30				1	2		X	40	60
UET741 : Ethique et Déontologie	21H	1h30				1	2				100
Total Semestre 7	399h	13h30	6h00	9h		20	30				

4- Semestre 8 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'enseignement		Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			A Distance	En présentiel	Continu	Examen
UE fondamentales											
UEF81(O/P)		3h00	3h00	3h00		5	8				
UEF811 Gestion de l'Incertain	63h	1h30	1h30	1h30		3	4		X	40	60
UEF812 Techniques de Prédiction	63h	1h30	1h30	1h30		2	4		X	40	60
UEF82(O/P)		4h30		3h00		5	8				
UEF821 Deep Learning	63h	3h00		1h30		3	4		X	40	60
UEF822 Intelligence Artificielle Générative	42h	1h30		1h30		2	4		X	40	60
UE méthodologie											
UEM83(O/P)		3h00		6h00		7	10				
UEM831 Traitement Automatique du Langage Naturel	42h	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UEM832 Traitement d'Images Numériques	42h	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UEM833 Projet Pluridisciplinaire				3h		3	4				100
UE transversales											
UET84(O/P)		3h00		3h00		3	4				
UET841 Blockchain	42h	1h30		1h30		1	2		X		100
UET842 Lean Startup	42h	1h30		1h30		2	2		X	60	40
Total Semestre 8	399h	13h30	3h00	15h00		20	30				

5- Semestre 9 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff.	Crédits	Mode d'enseignement		Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Autres			A distance	En présentiel	Continu	Examen
UE Fondamentales											
UEF91 (O/P)		3h	3h	1h30		6	10				
UEF911 : Système d'Aide à la Décision	42	1h30	1h30			3	5		X	40	60
UEF912 : Big Data	63h	1h30	1h30	1h30		3	5		X	40	60
UEFondamentales											
UEF92 (O/P)		3h	1h30	3h		6	8				
UEF921 : Calcul Intensif	42h	1h30		1h30		3	4		X	40	60
UEF922 : Optimisation avancée et Méta heuristiques	63h	1h30	1h30	1h30		3	4		X	40	60
UE Méthodologie											
UEM93(O/P)		4h30		4h30		7	10				
UEM931 : Cloud Computing	42h	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UEM932 : Applications Avancées des Sciences de données	42h	1h30		1h30		3	4		X	40	60
UEM933 : Systèmes de Recommandation	42h	1h30		1h30		2	3		X	40	60
UE Transversale											
UET94(O/P)		1h30				1	2				
UET941 : Rédaction Scientifique	21h	1h30				1	2		X		100
Total Semestre 9	357h	12h00	4h30	9h00		20	30				

6- Semestre 10 :

Domaine : Mathématiques/ informatique
Filière : Informatique
Spécialité : Sciences des données

Sujet de recherche ou Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance. L'attribution des sujets doit se faire au début de l'année (Octobre)

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	140	/	/
Stage e entreprise	280	/	/
Séminaires	/	/	/
Autre (préciser)	/	/	/
Total Semestre 10	420	20	**30**

5- Récapitulatif global de la formation :(indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 06 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

UE VH	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	40h30	15h00		7h30	63h00
TD	22h30	3h00			25h30
TP	33h00	16h30		1h30	51h00
Travail personnel					
Autre (PFE)	30h00				30h00
Total	129h00	31h30		9h00	**169h30**
Crédits	131	39		10	180
% en crédits pour chaque UE					

III - Programme détaillé par matière

Semestre 5

UEF511 : Compilation

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Compilation

Coefficient : 03

Crédit : 5

Objectif du cours :

- Maîtrise des langages de programmation : En effet, il est primordial de comprendre le fonctionnement des compilateurs afin de programmer efficacement,
- Conception et description de langages dédiés à des applications spécifiques. Le processus de compilation est souvent associé et restreint aux langages de programmation (procéduraux, orientés objets) alors qu'il peut être généralisé à une multitude de langages.
- Écriture des compilateurs pour des processeurs spécifiques comme ceux présents dans les systèmes embarqués tels que les téléphones portables, les assistants personnels, les outils de positionnement (GPS), les caméscopes numériques, les systèmes de radiologie numériques,…
- Consolidation des connaissances acquises à travers différents modules à savoir les théories des Langages, Algorithmique, Architecture des ordinateurs, Théorie des graphes, Assembleur, les systèmes d'exploitation, la logique mathématique, …

Connaissances préalables recommandées :

Théorie des langages, Architecture des ordinateurs, Algorithmique, Système d'exploitation, Logique Mathématique

Programme :

Introduction générale

- Structure d'un compilateur
- Compilateurs, pré-compilateurs, traducteur et interpréteur

Chapitre 1 : Analyse lexicale

- Introduction
- Mise en œuvre d'un analyseur lexical
- Gestion des erreurs lexicales

Chapitre 2 : Analyse syntaxique

- Introduction
- Les concepts de base
  - Les formes normales des grammaires
  - Grammaire ε-libres et sans cycles
  - Elimination de la récursivité à gauche directe et indirecte dans une grammaire
  - Factorisation d'une grammaire
- Les méthodes d'analyse descendantes (récursive, LL(1), LL(k))
- Les méthodes d'analyse Ascendantes déterministes (LR(1), SLR(1), SALR)

Chapitre 3 : Les formes intermédiaires

- Introduction
- La forme post-fixée
- Les quadruplets
- Les triplets directs et indirects
- Les Arbres abstraits

Chapitre 4 : Traduction dirigée par la syntaxe

- Schéma de traduction dirigée par la syntaxe dans le cas de l'analyse descendante
- Schéma de traduction dirigée par la syntaxe dans le cas de l'analyse ascendante

Références :

1. A. Aho, R. Sethi, J. Ullman - "Compilateurs: principes, techniques et outils" - InterEditions.
2. D. Grune, H. Bal, C. Jacobs, K. Langendoen - "Compilateurs" - Dunod.
3. V. Aho, J.D. Ullman - "Principles of Compilers" - édition 2006.
4. A.W.Appel - "Modern compiler implementation in ML" - Cambridge University Press 1998.
5. P.Q G. Sorenson - "The theory and practice of compiler writing" - McGraw-Hill computer science series 1985

UEF512 : Réseaux Avancés

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Réseaux Avancés
Coefficient : 3
Crédit : 4
Objectif du cours :

L'objectif de ce cours est d'initier l'étudiant aux réseaux longues distances et les technologiesassociées. L'étudiant apprendra également le routage dynamique, la notion de qualité de servicedans les réseaux et les réseaux mobiles. Le cours attache un intérêt particulier à la couche transport ;réseau et à certains protocoles de la couche application, le DNS notamment.

Connaissances préalables recommandées :

Réseau 1, Notions de base de l'électricité et l'électronique, Systèmes d'exploitation de base

Programme :

Chapitre 1 : Protocoles de transport

- Rôle et position dans le modèle OSI - TCP/IP
- Notion de contrôle de flux et de récupération sur erreur
- Notion de port
- Protocole TCP (mode connecté)
- Protocole UDP (mode non connecté)
- Interface de programmation réseaux : Les sockets
- **TP (Utilisation de Telnet, FTP, WireShark)**

Chapitre 2 : Adressage et routage dynamique

- Rappels sur l'adressage IPV4
- La communication multicast dans les réseaux IP
- Le routage dynamique et le routage sur Internet (RIP, OSPF, BGP)
- Étude avancée de l'adressage IPV6: mécanismes d'auto configuration, gestion de la mobilité
- **TP (Configuration de routage dynamique (RIP, OSPF et BGP))**

Chapitre 3 : La qualité de service (QoS) dans les réseaux IP

- Définitions et problématique
- Mécanismes pour gérer la Qualité de Service (QoS)
- Architectures de la QoS: best effort, IntServ, DiffServ; Service à charge contrôlée
- Le protocole de signalisation RSVP
- Contrôle de congestion et contrôle de flux
- IPv6 et la QoS
- **TP (Mise en œuvre d'un mécanisme de QoS sur les routeurs)**

Chapitre 4 : Les réseaux étendus (haut débit)

- Réseaux à haut débit : architecture, techniques, commutation et routage
- Les technologies grande distance (PDH, SDH)
- Réseaux optiques (SONET/SDH): les techniques de multiplexage WDM, C-WDM, DWDM
- Les accès opérateurs : Types d'interface, Niveau de disponibilité, Les contraintes, Frame relay, ATM
- Technologie MPLS et GMPLS: techniques de commutation et de signalisation

Chapitre 5 : Introduction aux réseaux mobiles

- Réseaux mobiles radio de télécommunication : GSM, GPRS, UMTS
- Normes (3G et dérivées): architecture et protocoles
- Déploiement et administration des technologies de téléphonie mobile

Références :

1. Mühlethaler, P., "802.11 et les réseaux sans fil", Eyrolles, 2002.
2. Cisco system (Paris), Christian Soubrier, "Architecture de réseaux et études de cas", Campus Press, 1999.
3. Tanenbaum, A., "Réseaux: Architectures, protocoles, applications". Ed.: InterEditions, 3ème édition, 1997.
4. Kurose, J.F. and Ross, K.W., "Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet", Pearson, 3ème édition, 2004.
5. Ferguson, P., Huston, G., "Quality of Service: Delivering QoS on the Internet and in Corporate Network", Wiley, 1st edition, 1998.
6. Jain, R., "The art of computer systems performance analysis", John Wiley & Sons, 2008.

UEF613 : Programmation Avancée

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Programmation Avancée
Coefficient : 03
Crédit : 4
Objectif du cours :

L'objectif de ce module est de fournir aux étudiants une formation exhaustive en programmation avancée, spécifiquement orientée vers les sciences des données. Il vise à développer des compétences approfondies en manipulation et analyse de données, en utilisant des techniques de programmation avancées et des outils spécialisés. Les étudiants apprendront à gérer des structures de données complexes, à implémenter des algorithmes efficaces, et à appliquer des concepts de machine learning et de deeplearning pour résoudre des problèmes réels. En outre, le module met l'accent sur la programmation orientée objet, la programmation fonctionnelle, et le traitement de grandes quantités de données.

Connaissances préalables recommandées :

Programmation de base, Algèbre et statistiques de base,

Coefficient : 03

Programme :

Chapitre 1 : Introduction à la Programmation Avancée

- Concepts avancés en programmation : paradigmes, styles et techniques.
- Introduction aux langages de programmation utilisés en science des données : Python, R, Julia, etc.

Chapitre 2 : Structures de Données Avancées

- Structures de données linéaires et non linéaires : listes, piles, files, arbres, graphes.
- Utilisation de bibliothèques spécialisées : NumPy, pandas pour Python.

Chapitre 3 : Algorithmes et Complexité

- Concepts d'algorithmes : tri, recherche, et optimisation.
- Analyse de la complexité temporelle et spatiale.
- Algorithmes avancés en science des données : KNN, k-means, etc.

Chapitre 4 : Programmation Orientée Objet (POO)

- Programmation Java avancée.
- Conception de systèmes complexes en utilisant la POO.
- Application de la POO en sciences des données : cas pratique.

Chapitre 5 : Programmation Fonctionnelle

- Concepts de la programmation fonctionnelle : fonctions pures, immutabilité, expressions lambda.
- Utilisation de la programmation fonctionnelle en sciences des données : cas pratique.

Chapitre 6 : Traitement et Manipulation des Données

- Techniques avancées de manipulation de données avec pandas.
- Nettoyage et préparation des données pour l'analyse.
- Gestion des données manquantes et outliers.

Références :

1. "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software" par Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, et John Vlissides.
2. "Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship" par Robert C. Martin

UEF521 : Les fondements de l'Intelligence Artificielle

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Les fondements de l'Intelligence Artificielle
Coefficient : 03
Crédit : 4
Objectif du cours :

- Comprendre les concepts fondamentaux de l'IA et ses sous-domaines.
- Apprendre les principes de la logique, du raisonnement, de la recherche et de la planification en IA.
- Appréhender les techniques de représentation des connaissances.
- Maîtriser les algorithmes de recherche et les systèmes experts.

Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques (Algèbre linéaire, Calcul différentiel et intégral, Statistiques et probabilités) Programmation, Structures de données, Algorithmes : recherche, tri, algorithmes de base sur les graphes et Complexité algorithmique

Programme :

Chapitre 1 : Introduction à l'Intelligence Artificielle

1. Définition de l'IA :
   - Comprendre ce qu'est l'IA, son histoire et ses applications actuelles.
2. Domaines de l'IA :
   - Exploration des sous-domaines comme le machine learning, le deeplearning, le traitement du langage naturel, etc.
3. Applications de l'IA :
   - Exemples concrets d'utilisation de l'IA dans divers secteurs.

Chapitre 2 : Principes de Base de l'IA

1. Logique et Raisonnement :
   - Introduction à la logique propositionnelle et au raisonnement logique.
   - Types de raisonnement : déductif, inductif, abductif.
2. Recherche et Planification :
   - Algorithmes de recherche : recherche en profondeur, recherche en largeur, recherche A*.
   - Planification : algorithmes de planification classique, planification sous incertitude.
   - Satisfaction de contraintes : CSP, algorithmes de backtracking et de recherche locale.
3. Représentation des Connaissances :
   - Structures de représentation : ontologies, bases de connaissances.
   - Logiques descriptives et systèmes basés sur des règles.
   - Utilisation des graphes pour la représentation des connaissances.

Chapitre 3 : Algorithmes de Recherche

1. Recherche non informée :
   - Recherche en largeur (Breadth-First Search - BFS).
   - Recherche en profondeur (Depth-First Search - DFS).
2. Recherche informée :
   - Algorithmes A* et heuristiques.
   - Recherche gloutonne (GreedySearch).
   - Algorithmes IDA* et SMA*.
3. Optimisation :
   - Recherchelocale : hill climbing, recuitsimulé (simulated annealing).
   - Algorithmes génétiques et optimisation par essaim de particules.

Chapitre 4 : Raisonnement Automatisé

1. Moteurs d'inférence et chaînes de règles
2. Raisonnement basé sur des cas (Case-BasedReasoning)
3. Raisonnement déductif, inductif et abductif
4. Raisonnement probabiliste (Bayesian Networks, Markov Logic Networks)

Chapitre 4 : Langages et Outils pour les Bases de Connaissances :

1. Langages de programmation pour les systèmes experts (Prolog, CLIPS)
2. Outils modernes pour la création et la gestion des bases de connaissances (Protégé, Apache Jena)
3. Plateformes de cloud computing pour les bases de connaissances (Google Knowledge Graph, Microsoft Azure)

.

Références :

1. Finlay, Janet. An introduction to artificial intelligence. CrcPress, 2020.
2. Stahl, Bernd Carsten. Artificial intelligence for a better future: an ecosystem perspective on the ethics of AI and emerging digital technologies. Springer Nature, 2021.
3. Goodfellow, Ian, YoshuaBengio, and Aaron Courville. Deeplearning. MIT press, 2016.
4. Malik, Hasmat, et al., eds. Metaheuristic and evolutionary computation: algorithms and applications. Vol. 916. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2021.
5. Chowdhary, K. R. Fundamentals of artificial intelligence. Springer, 2020.
6. "Knowledge Representation and Reasoning" de Ronald Brachman et Hector Levesque

UEF522 : Analyse des données
Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Analyse des données
Coefficient : 03
Crédit : 5
Objectif du cours :
Ce module vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des principes fondamentaux de l'analyse de données. À travers une série de chapitres, les apprenants exploreront les concepts de base, y compris la collecte, le nettoyage et l'exploration des données. L'objectif est de les familiariser avec les processus essentiels de l'analyse de données, leur permettant ainsi de comprendre comment manipuler et interpréter efficacement les données. En mettant l'accent sur des techniques pratiques et des études de cas, ce module prépare les étudiants à aborder des problèmes réels et à appliquer leurs connaissances dans divers domaines professionnels.
Connaissances préalables recommandées : Connaissances de base en mathématiques et statistiques ainsi qu'une familiarité avec les outils informatiques comme les tableurs et les logiciels statistiques (R, Python).
Programme :

Chapitre 1 : Introduction à l'Analyse de Données
- Définition et importance de l'analyse de données
- Types de données
  - Données quantitatives
  - Données qualitatives
- Processus d'analyse de données
  - Collecte
  - Nettoyage
  - Exploration
  - Analyse
  - Interprétation
- TP : Introduction pratique à un projet d'analyse de données

Chapitre 2 : Collecte de Données
- Méthodes de collecte de données
  - Enquêtes
  - Expérimentations
  - Observations
  - Bases de données
- Échantillonnage
  - Techniques d'échantillonnage
  - Biais d'échantillonnage
- TP : Conception et mise en œuvre d'une enquête

Chapitre 3 : Nettoyage des Données
- Détection des valeurs manquantes
- Traitement des valeurs manquantes
  - Suppression
  - Imputation
- Détection et traitement des valeurs aberrantes
- Normalisation et standardisation des données
- TP : Nettoyage des données d'un jeu de données réel

Chapitre 4 : Exploration des Données
- Visualisation des données
  - Histogrammes
  - Boîtes à moustaches
  - Diagrammes de dispersion
- Statistiques descriptives
  - Mesures de tendance centrale (moyenne, médiane, mode)
  - Mesures de dispersion (variance, écart-type, étendue)
- Corrélations et relations entre variables
- TP : Exploration des données d'un jeu de données (marketing, etc.)

Chapitre 5 : Analyse Exploratoire des Données (EDA)

- Techniques avancées de visualisation des données
- Analyse exploratoire multivariée
- Identification de motifs et tendances dans les données
- TP : Analyse exploratoire avancée de données (marketing, etc.)

Références :

1. "Introduction to Data Mining" par Pang-Ning Tan, Michael Steinbach et Vipin Kumar
2. "Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking" par Foster Provost et Tom Fawcett
3. "Python for Data Analysis" par Wes McKinne

UEM531 : Fondement des sciences des données

Unité d'enseignement : Méthodologie
Matière : Fondement des sciences des données
Coefficient : 02
Crédit : 3
Objectif du cours :

L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants une base solide en sciences des données, en mettant l'accent sur les outils mathématiques essentiels, notamment l'algèbre linéaire. Ce cours prépare les étudiants à aborder des cours plus avancés en analyse des données et en machine learning en leur donnant les connaissances théoriques et pratiques nécessaires.

Connaissances préalables recommandées: Statistiques, Mathématiques, Programmation et Algèbre linéaire

Programme :

Chapitre 1. Introduction aux sciences de données

•Qu'est-ce qu'une science de données?
•Origines et enjeux de la science des données
•Facettes et types de données
•Comment fonctionne la science des données?
•Cas d'usage et domaines d'application
•L'écosystème du big data et la science des données

Chapitre 2. Le processus de science des données

•Rôles et responsabilités dans un projet de science des données
•Présentation du cycle de vie d'un projet de science des données
•Étape 1 : Définir les objectifs de recherche et créer une charte de projet
•Étape 2 : Récupération des données
•Étape 3 : Nettoyer, intégrer et transformer les données
•Étape 4 : Analyse exploratoire des données
•Étape 5 : Construire les modèles
•Étape 6 : Présentation des résultats et création d'applications au-dessus d'eux

Chapitre 3 : Outils et technologies utilisés en Data Science

•Les outils de stockage de données
•Les outils de préparation de données
•Les outils de visualisation de données
•Les outils IDE notebooks
•Les plateformes complètes de Data science

Chapitre 4 : Outil mathématiques utilisé en Data Science : **Algèbre Linéaire**

- **Définir les outils mathématiques utiles en Sciences de données**
- **Introduction à l'algèbre linéaire en sciences de données**
- **Définitions de Vecteurs et Espaces Vectoriels :**
  - Définition et opérations sur les vecteurs.
  - Espaces vectoriels et sous-espaces.
- **Matrices :**
  - Définition, types de matrices, opérations sur les matrices (addition, multiplication, inversion).
  - Matrices spéciales (matrices diagonales, orthogonales, identités).
- **Systèmes d'Équations Linéaires :**

- Résolution des systèmes linéaires (méthode de Gauss-Jordan, décomposition LU).
- Applications pratiques en sciences des données.

- **Modèles Linéaires**
  - Régression Linéaire Simple
  - Régression Linéaire Multiple
- **Algèbre Linéaire Avancée**
  - Valeurs Propres et Vecteurs Propres :
    - Calcul et interprétation des valeurs propres et des vecteurs propres.
    - Applications en réduction de dimensionnalité (analyse en composantes principales).
  - Décomposition en Valeurs Singulières (SVD) :
    - Théorie et calcul de la décomposition en valeurs singulières.
    - Applications pratiques (compression d'images, filtrage collaboratif).

Références :

1) Dietrich, D., "Data science & big data analytics: discovering, analyzing, visualizing and presenting data", Wiley, 2015.
2) Lutz, M., Biernat, E., "Data Science: fondamentaux et études de cas: Machine Learning avec Python et R", Editions Eyrolles, 2015.
3) "Introduction to LinearAlgebra" de Gilbert Strang.
4) "Probability and Statistics for Engineering and the Sciences" de Jay L. Devore.
5) "Calculus: EarlyTranscendentals" de James Stewart.
6) "Matrix Computations" de Gene H. Golub et Charles F. Van Loan.
7) "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction" de Trevor Hastie, Robert Tibshirani, et Jerome Friedman.
8) "Introduction to the Theory of Statistics" de Alexander M. Mood, Franklin A. Graybill, et Duane C. Boes.

UEM532 : Génie Logiciel

Unité d'enseignement : Méthodologie
Matière : Génie Logiciel
Coefficient : 03
Crédit : 4
Objectif du cours :
L'objectif de ce cours est de comprendre le processus de développement du logiciel, en particulier les phases d'analyse et de conception orientée objet.
Connaissances préalables recommandées : Connaissances en systèmes d'information.

Programme :

Chapitre 1 : Introduction au Génie Logiciel
Chapitre 2 : Fondements des méthodes de spécification logicielle
Chapitre 3 : Approche conceptuelle de la conception orientée objet
Chapitre 4 : Exploration approfondie du langage UML (UnifiedModelingLanguage)
Chapitre 5 : Analyse approfondie des différents diagrammes UML

- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme de cas d'utilisation
- Diagramme de séquence et de communication
- Diagramme d'activité
- Diagramme d'état-transition

Références :

1. Gustafson, D.,"Génie Logiciel", Dunod, Paris, 2003
2. Lemoine, M.,"Précis de génie logiciel", Masson, Paris, 1996
3. Roques, P.,"UML 2 par la pratique - Etudes de cas et exercices corrigés", éditions eyrolles, 2006.
4. Gabay, J., Gabay, D., "UML 2 Analyse et conception, Mise en œuvre guidée avec études de cas", Dunod, 2008.

UET531 : Management de l'innovation
Unité d'enseignement : Transversale
Matière : management de l'innovation
Coefficient : 01
Crédit : 2
Objectif du cours : L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts, des stratégies et des pratiques de gestion de l'innovation dans les organisations. Les étudiants apprendront comment identifier, développer et gérer des innovations pour assurer la compétitivité et la croissance des entreprises dans un environnement en constante évolution.
Contenu de la matière :
Chapitre 1 : Introduction au Management de l'Innovation
- **Définitions et Concepts de Base :**
  - Définition de l'innovation
  - Types d'innovation : produit, processus, business model, innovation ouverte
  - Importance de l'innovation dans l'économie contemporaine
- **Historique et Évolution de l'Innovation :**
  - Les grandes étapes de l'évolution de l'innovation
  - Exemples d'innovations majeures et leur impact sur les industries

Chapitre 2 : Stratégies d'Innovation
- **Développement d'une Stratégie d'Innovation :**
  - Analyse SWOT (Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces)
  - Identification des sources d'innovation (R&D, clients, partenaires)
  - Stratégies de diversification et de différenciation
- **Gestion du Portefeuille d'Innovation :**
  - Évaluation et sélection des projets d'innovation
  - Gestion des risques et des incertitudes liés à l'innovation

Chapitre 3 : Processus d'Innovation
- **Modèles de Processus d'Innovation :**
  - Modèles linéaires et non linéaires
  - Le modèle Stage-Gate
- **Gestion de Projet d'Innovation :**
  - Planification et gestion des ressources
  - Coordination des équipes multidisciplinaires
  - Méthodologies agiles et Lean

Chapitre 4 : Culture et Organisation pour l'Innovation
- **Création d'une Culture de l'Innovation :**
  - Encouragement de la créativité et de l'initiative
  - Gestion des talents et de la diversité
- **Structures Organisationnelles :**
  - Structures formelles et informelles
  - Rôles et responsabilités dans une organisation innovante

Chapitre 5 : Financement de l'Innovation
- **Sources de Financement :**
  - Financement interne vs externe
  - Capital-risque, business angels, subventions publiques
- **Évaluation des Projets d'Innovation :**
  - Analyse coûts-avantages
  - Techniques d'évaluation financière (NPV, IRR)

Chapitre 6 : Innovation Ouverte et Collaboration
- **Concepts et Avantages de l'Innovation Ouverte :**
  - Collaboration avec les clients, fournisseurs, universités et startups
  - Partage des risques et des bénéfices
- **Outils et Plateformes de Collaboration :**
  - Plateformes d'innovation ouverte
  - Partenariats stratégiques et alliances

Chapitre 7 : Innovation et Propriété Intellectuelle
- **Propriété Intellectuelle et Protection de l'Innovation :**

- Brevets, marques, droits d'auteur, secrets commerciaux
- Stratégies de gestion de la propriété intellectuelle

- **Litiges et Négociations :**
  - Gestion des conflits liés à la propriété intellectuelle
  - Négociation de licences et d'accords de partenariat

Chapitre 8 : Mesurer et Évaluer l'Innovation

- **Indicateurs de Performance :**
  - KPI (Key Performance Indicators) pour l'innovation
  - Métriques de succès et d'impact
- **Retour sur Investissement (ROI) de l'Innovation :**
  - Méthodologies pour mesurer le ROI
  - Cas pratiques d'évaluation de projets innovants

Chapitre 9 : Études de Cas et Applications Pratiques

- **Études de Cas Réelles :**
  - Analyse de cas d'entreprises innovantes
  - Leçons apprises et bonnes pratiques
- **Projets Pratiques :**
  - Développement de projets d'innovation en équipe
  - Présentation et évaluation des projets

Références Bibliographiques :

1. **Livres de Base :**
   - "The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail" de Clayton M. Christensen
   - "Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change" de Joe Tidd et John Bessant
   - "The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses" de Eric Ries
2. **Livres Avancés :**
   - "Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology" de Henry Chesbrough
   - "Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles" de Peter F. Drucker
   - "Creative Construction: The DNA of Sustained Innovation" de Gary P. Pisano
3. **Articles et Revues Académiques :**
   - Articles du "Journal of Product Innovation Management"
   - Recherches publiées dans "Research Policy" et "Technovation"
   - Études de cas et papiers blancs d'instituts comme le MIT Sloan Management Review
4. **Ressources en Ligne :**
   - Cours en ligne sur Coursera, edX, et LinkedIn Learning sur le management de l'innovation
   - Conférences TED et vidéos sur YouTube présentant des leaders et des experts en innovation
   - Blogs et sites web spécialisés (par exemple, Harvard Business Review, Innovation Excellence)

Semestre 6

UEF611 : Bases de données avancées

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Bases de données avancées
Coefficient :03
Crédits : 05
Objectif du cours :
Ce cours a l'objectif ambitieux de permettre la découverte des différents aspects liés aux nouvelles tendances dans les bases de données :
- Connaissances sur les bases de données et SGBD orientés objet
- Connaissances sur les bases de données distribuées
- Découvertes des bases de données mobiles

Connaissances préalables recommandées : Connaissances sur les bases de données classiques : modélisation relationnelle, notion detransaction, langages de requête etc.

Coefficient :03
Programme :
Chapitre 1 : Modélisation des Données

- Modélisation relationnelle avancée
- Théorie des dépendances fonctionnelles et normalisation avancée

Chapitre 2 : Bases de Données Orientées Objets, Objets-Relationnelles, et Programmation SQL

- Concepts et modélisation orientée objet
- Intégration de concepts objets dans les SGBD relationnels
- Comparaison entre bases de données relationnelles et orientées objet
- Langages de requêtes pour bases de données orientées objet
- Programmation des procédures stockées
- Triggers (déclencheurs)
- Vues et index matérialisés
- Cursors et gestion des erreurs
- Transactions et verrouillage

Chapitre 3 : Bases de Données Distribuées

- Concepts et architectures des bases de données distribuées
- Protocoles de cohérence et de coordination
- Techniques de partitionnement et de répartition des données
- Traitement des requêtes dans un environnement distribué

Chapitre 4 : Sécurité des Bases de Données

- Contrôles d'accès et gestion des droits
- Chiffrement des données et intégrité
- Audit et journalisation des accès

Chapitre 5 : Optimisation et Performances des Bases de Données

- Techniques d'indexation avancées
- Optimisation des requêtes SQL
- Analyse et tuning des performances
- Mécanismes de gestion des transactions et de concurrence

Chapitre 6 : Bases de Données NoSQL

- Introduction aux bases de données NoSQL : types (clé-valeur, document, colonne, graphes)
- Comparaison entre bases de données relationnelles et NoSQL
- Cas d'utilisation et applications des bases de données NoSQL
- Modélisation et conception des bases de données NoSQL
- Études de cas et mise en œuvre des outils.

Chapitre 7 : Bases de Données Mobiles

- Introduction aux bases de données mobiles
- Différences et similitudes avec les bases de données traditionnelles
- Synchronisation des données et gestion des conflits
- Considérations de performance et de sécurité pour les applications mobiles
- Études de cas : SQLite, Realm, Firebase, Couchbase Mobile

Références :

1. Bases de données. Georges Gardarin. 5ème édition 2003
2. SQL Les fondamentaux du langage. EricGodoc et Anne-Christine Bisson. Edition Eni. 2017
3. Bases de données : concepts, utilisation et développement. Jean-Luc Hainaut. Édition DUNOD. 2015

UEF612 : Programmation Web Avancée
Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Programmation Web Avancée
Coefficient : 03
Crédit : 05
Objectif du cours :

- Apprendre à créer des sites et applications Web.
- Maîtriser les standards du Web

- Maîtriser la programmation Web côté client et côté serveur.

Connaissances préalables recommandées : Algorithmique et programmation en C, Bases de données et Langage SQL.

Crédit :

Programme :

Chapitre 1 : Introduction à la Programmation Web Avancée :

- Revue des concepts de base : HTML5, CSS3, JavaScript ES6+
- Introduction aux architectures web modernes
- Aperçu du stack MERN

Chapitre 2 : Langage HTML 5feuilles de style CSS

- Historique et différentes versions
- Syntaxe du Langage : document bien formé, document conforme, outils de validation
- Présentation des éléments de base du Langage :
  - Sauts de ligne et séparateurs, titres, paragraphes, listes, tableaux, ….
  - Sections sémantiques (section, article, nav, …)
  - Les formulaires
- Les éléments multimédias (audio, vidéo,…) et les graphiques : Canvas et SVG
- Séparation entre contenu et mise en forme et avantages
- Syntaxe de base de CSS :
  - Sélecteurs
  - Propriétés
- Media Queries et responsive design
- Gestion des conflits

Chapitre 4 : Le langage JavaScript

- Principe de la programmation web côté client
- Syntaxe de JavaScript
- Gestion des événements
- Objets JS prédéfinis
- Le DOM
- Gestion des exceptions

Chapitre 5 : Le Langage PHP 7

- Aperçu sur les langages de programmation coté serveur.
- Syntaxe du langage PHP.
- Fonctions PHP prédéfinies
- Traitement des formulaires en PHP
- Interaction avec les bases de données (MySQL).
- Sessions et cookies
- Gestion des fichiers

Chapitre 6 : Node.js et Express.js :

- Introduction à Node.js : architecture, installation, et configuration
- Modules et gestion des dépendances avec npm
- Création de serveurs web avec Express.js
- Middleware et routage dans Express.js
- Gestion des erreurs et middleware personnalisé

Chapitre 6: Frontend Moderne avec React :

- Introduction à React : composants, état, et propriétés
- Cycle de vie des composants et hooks (useState, useEffect)
- Gestion du routage avec React Router
- State Management avec Redux
- Communication avec des API RESTful depuis React
- Intégration du Stack MERN : Connexion du frontend (React) avec le backend(Node.js/Express.js)
- Gestion de la session utilisateur et de l'authentification
- Synchronisation des données entre MongoDB et React via Express.js
- Déploiement et Scalabilité : Préparation de l'application pour le déploiement (build scripts, environnement)
- Déploiement de l'application MERN sur des plateformes cloud (Heroku, AWS, etc.)

- Scalabilité et gestion de la charge (LoadBalancers, Clustering)

Chapitre 7 : Projets Pratiques :

- Projet de développement d'une application complète utilisant le stack MERN
- Études de cas et analyse critique d'applications existantes
- Présentation et discussion de projets en groupe

Références :

1. World Wide Web Consortium, standards for web Design and applications : https://www.w3.org/standards/webdesign/
2. Site Web partenaire du consortium W3C destiné aux développeurs Web. https://www.w3schools.com/
3. Site Web officiel : Manuel du PHP. https://www.php.net/docs.php
4. Rodolphe Rimelé « HTML 5 Une référence pour le développeur web », éditions Eyrolles, 2017.
5. J. Engels « PHP 7 - Cours et exercices. », éditions Eyrolles, 2017.
6. Mat Marquis « JavaScript pour les web designers », éditions Eyrolles, 2017.
7. "Express in Action: Writing, building, and testing Node.js applications" de Evan Hahn
8. "MongoDB: The Definitive Guide" de Shannon Bradshaw, EoinBrazil, et Kristina Chodorow
9. "Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps" de Alex Banks et Eve Porcello
10. "Full-Stack React Projects: Modern web development using React, Node, Express, and MongoDB" de ShamaHoque
11. "Web Application Security: Exploitation and Countermeasures for Modern Web Applications" de Andrew Hoffman
12. Documentation Heroku et AWS pour le déploiement d'applications Node.js

UEF613 : Sécurité des données

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Sécurité des données
Coefficient :03
Crédit : 04
Objectifs de l'enseignement:

Ce cours vise à introduire les principaux concepts de la sécurité des données, mettant en avant les piliers fondamentaux que sont la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données.
L'étudiant sera initié aux techniques clés d'identification et d'authentification, avant d'étudier différentes politiques de contrôle d'accès.
Les concepts cryptographiques seront mis en avant, offrant aux étudiants un aperçu complet des principaux algorithmes utilisés dans le chiffrement, l'authentification et les signatures électroniques. Le cours abordera les différentes facettes de la cryptographie, de son histoire à ses applications modernes, en passant par des aspects avancés tels que les algorithmes de chiffrement symétrique (comme DES, 3DES, AES), la cryptographie asymétrique (notamment RSA), et les techniques de signature électronique. L'objectif est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des outils et des mécanismes essentiels utilisés pour assurer la sécurité des données dans divers contextes.

Connaissances préalables recommandées: Notions de base en mathématiques et informatique

Programme :

Chapitre 1 : Introduction
- Principes fondamentaux de la sécurité des données CIA : (Confidentiality, Integrity, Availability)
- Sécurité VS vie privée (Privacy)
- Risques associés à la manipulation et à l'analyse des données
- Identification et Authentification :Techniques (2FA, MFA, certificat…)

Chapitre 3 : Contrôle d'accès
- Définition et objectifs
- Politiques de contrôles d'accès (ACLs, DAC, MAC, RBAC, ABAC…)

Chapitre 4 : Cryptographie
1. Historique
2. Cryptographie classique : mono et poly-alphabétique
3. Cryptographie moderne :

o Cryptographie à clé secrète

- Chiffrement par flot, chiffrement par blocs
- Transposition/substitution, schémas de Feistel
- DES, 3DES, AES

o Cryptographie à clé publique
- RSA

4. Cryptanalyse
o Attaques à force brute, attaques par rejeu
o Attaques à chiffré seul, attaques à clair choisi, attaques à clair et chiffré choisis
o Attaques interactives et non interactives
o Attaque par analyse de fréquence (Al Kindi)
5. Fonctions à sens unique, fonctions de hachage
o Algorithmes d'échange de clés
o Algorithmes zero-knowledge
o Chiffrement :quantique, courbes elliptiques

Chapitre 5 :Sécurité des Réseaux :
- Sécurité des couches réseau et transport (firewalls, IDS/IPS)
- Sécurité des réseaux sans fil (WPA3, WEP, WPA2)
- VPN et sécurisation des communications
- Sécurité des protocoles (HTTP, HTTPS, DNSSEC)

Chapitre 6 :Sécurité des Systèmes et des Applications :
- Sécurité des systèmes d'exploitation (Windows, Linux, MacOS)
- Sécurité des applications web (OWASP Top 10, CSP, SameSite Cookies)
- Sécurisation des API (OAuth, OpenIDConnect)
- DevSecOps et intégration de la sécurité dans le cycle de vie du développement logiciel (SDLC)

Chapitre 7 :Contrôle d'Accès et Authentification :
- Modèles de contrôle d'accès (RBAC, ABAC, DAC, MAC)
- Méthodes d'authentification (2FA, MFA, biométrie)
- Gestion des identités et des accès (IAM)
- SSO (Single Sign-On) et fédération des identités

Chapitre 8 :Sécurité des Données en Transit et au Repos :
- Chiffrement des données en transit (HTTPS, SSH)
- Chiffrement des données au repos (disques durs, bases de données)
- Techniques de masquage et d'anonymisation des données
- Sécurisation des environnements de cloud computing

Chapitre 9 :Sécurité des Bases de Données :
- Sécurisation des bases de données relationnelles (SQL Injection, chiffrement)
- Sécurité des bases de données NoSQL (MongoDB, Cassandra)
- Surveillance et audit des bases de données
- Gestion des privilèges et des accès aux bases de données

Références

1. W. Stallings. "Computer Security: Principles and Practice". Editions Prentice Hall. 2011
2. M. T. Goodrich, R. Tamassia. "Introduction to Computer Security". Editions Pearson, International Edition. 2010.
3. PIPER, Frederick Charles, ROBSHAW, Matt JB, et SCHWIDERSKI-GROSCHE, Scarlet. Identities and authentication. ForesightDirectorate, 2004.
4. HU, Vincent C., FERRAIOLO, David, KUHN, D. Richard, et al. Assessment of access control systems. Gaithersburg, MD : US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2006.
5. TouradjEbrahimi , Franck Leprévost , Bertrand Warusfel, Cryptographie et sécurité des systèmes et réseaux, Hermès - Lavoisier (2006)
6. W. Stallings. "Cryptography and Network Security: Principles and Practice". Editions Pearson, International Edition. 2010
7. G. Avoine, P. Junod, P. Oechslin. "Sécurité Informatique". Editions Vuibert. 2010.

UEF621 : Machines Learning 1

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Machines Learning 1
Coefficient : 04
Crédit : 5
Objectif du cours :
Ce module initie les étudiants aux bases essentielles du Machine Learning. Il couvre la préparation des données, les fondements mathématiques et statistiques, ainsi que les algorithmes de base tels que la régression, la classification et le clustering. L'accent est mis sur l'acquisition de compétences pratiques en implémentation avec des bibliothèques populaires comme Scikit-Learn et pandas.
Connaissances préalables recommandées :
Il est recommandé d'avoir des bases solides en mathématiques, y compris l'algèbre linéaire et le calcul différentiel, ainsi qu'une compréhension de base des statistiques et de la programmation, notamment en Python.
Programme :
Chapitre 1 : Introduction et Fondamentaux

1- Introduction au Machine Learning

- Aperçu du Machine Learning
- Types de Machine Learning : supervisé, non supervisé, semi-supervisé, apprentissage par renforcement, apprentissage autonome
- Applications du Machine Learning
- TP : Configurer l'environnement de développement et implémenter une régression linéaire simple

2- Rappel de Probabilités et Statistiques

- Bases de la théorie des probabilités
- Variables aléatoires et distributions
- Pensée bayésienne

Chapitre 2 : Apprentissage Supervisé

1- Modèles Linéaires et Régularisation

- Régression linéaire
- Régression logistique
- Techniques de régularisation : Ridge (L2), Lasso (L1), Elastic Net
- Sujets avancés : régression polynomiale, termes d'interaction
- TP : Implémenter et comparer des modèles de régression linéaire et logistique avec régularisation

2- Arbres de Décision et Méthodes d'Ensemble

- Arbres de décision
- Bagging : Forêts aléatoires
- Boosting : Gradient Boosting Machines (GBM), AdaBoost, XGBoost, LightGBM, CatBoost
- Stacking et Blending
- TP : Implémenter et analyser la performance des arbres de décision et des méthodes d'ensemble

3- Machines à Vecteurs de Support et Optimisation Avancée

- Introduction aux Machines à Vecteurs de Support (SVM)
- Astuce du noyau : linéaire, polynomial, RBF, sigmoïde
- Techniques d'optimisation : Descente de Gradient Stochastique (SGD), Adam, RMSprop
- TP : Implémenter les SVM en utilisant une bibliothèque et expérimenter avec différents noyaux et techniques d'optimisation

Chapitre 3 : Apprentissage Non Supervisé

1- Clustering

- Clustering k-means
- Clustering hiérarchique (Agglomératif, Divisif)
- Clustering basé sur la densité (DBSCAN, OPTICS)
- Métriques d'évaluation : score de silhouette, indice de Davies-Bouldin, indice de Rand ajusté, information mutuelle
- TP : Appliquer des algorithmes de clustering sur un jeu de données et analyser les résultats

2- Réduction de la Dimensionnalité

- Analyse en Composantes Principales (PCA)
- t-SNE
- Analyse Discriminante Linéaire (LDA)
- Analyse en Composantes Indépendantes (ICA)
- Techniques avancées : UMAP, Analyse Factorielle

- TP : Implémenter et appliquer des techniques de réduction de la dimensionnalité sur des données de haute dimension

3- Apprentissage des Règles d'Association

- Analyse du panier d'achat
- Algorithme Apriori
- Algorithme Eclat
- Croissance de motif fréquent (FP-Growth)
- Métriques d'évaluation : support, confiance, levier, conviction
- TP : Implémenter et analyser des règles d'association sur des données transactionnelles

Chapitre 4 : Techniques Spécialisées

1- Réseaux Bayésiens et Processus Gaussiens

- Introduction aux réseaux bayésiens
- Apprentissage de la structure et des paramètres dans les réseaux bayésiens
- Processus Gaussiens : régression et classification
- Applications et exemples
- TP : Implémenter un réseau bayésien pour un jeu de données donné

2- Algorithmes Génétiques et Fonctions de Croyance

- Introduction aux algorithmes génétiques
- Fonction de fitness, sélection, croisement, mutation
- Introduction aux fonctions de croyance et à la théorie de Dempster-Shafer
- Applications en optimisation et modélisation de l'incertitude
- TP : Résoudre un problème d'optimisation en utilisant un algorithme génétique

Chapitre 5 : Apprentissage Semi-Supervisé et Par Renforcement

1- Apprentissage Semi-Supervisé

- Introduction à l'apprentissage semi-supervisé
- Auto-formation et co-formation
- Modèles génératifs pour l'apprentissage semi-supervisé
- SVM semi-supervisés
- TP : Implémenter un algorithme d'apprentissage semi-supervisé sur un jeu de données partiellement étiqueté

2- Apprentissage Par Renforcement

- Fondamentaux de l'apprentissage par renforcement
- Processus de Décision Markovien (MDP)
- Q-Learning, SARSA
- Méthodes de Gradient de Politique
- Applications : jeux, robotique
- TP : Implémenter un algorithme de Q-learning pour un environnement de jeu simple

Chapitre 6 : Ingénierie des Caractéristiques et Détection d'Anomalies

1- Ingénierie des Caractéristiques et Prétraitement

- Techniques de prétraitement des données
- Mise à l'échelle et normalisation des caractéristiques
- Gestion des valeurs manquantes et des données catégorielles
- Méthodes de sélection des caractéristiques : élimination récursive des caractéristiques, SelectKBest, sélection basée sur L1
- Extraction de caractéristiques : PCA, LDA, t-SNE
- TP : Effectuer le nettoyage et le prétraitement des données sur un jeu de données réel

2- Détection d'Anomalies

- Types d'anomalies : ponctuelles, contextuelles, collectives
- Méthodes statistiques : score Z, test de Grubbs
- Méthodes basées sur le machine learning : Isolation Forest, One-Class SVM, Local Outlier Factor (LOF), autoencodeurs pour la détection d'anomalies
- Métriques d'évaluation : précision à N, courbe ROC pour la détection d'anomalies, AUC-ROC, score F1 pour les données déséquilibrées
- TP : Détecter des anomalies dans un jeu de données donné en utilisant différentes méthodes

Références :

1. Murphy, K.M., “Machine Learning”, MIT Press, 2012.

2. Mohri, M., Rostamizadeh, A., and Talwalkar, A., “Foundations of Machine Learning”, MIT Press, 2012.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A., “Deep Learning”, MIT Press, 2016.
4. Borwein, J. M., and Lewis, A. S., “Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples”, Springer, 2006

UEF622 : Analyse de données avancée

Unité d’enseignement : Fondamentale
Matière : Analyse de données avancée
Coefficient : 03
Crédit : 05
Objectif du cours :

Ce module se concentre sur l'approfondissement des compétences en analyse de données en explorant des techniques avancées et des méthodes statistiques plus complexes. Les apprenants seront exposés à des sujets tels que la modélisation statistique avancée, l'analyse de séries temporelles et la visualisation avancée des données. L'objectif est de permettre aux étudiants de développer une expertise dans des domaines spécifiques de l'analyse de données, ce qui leur permettra de résoudre des problèmes complexes et d'extraire des informations significatives à partir de grands ensembles de données. En combinant la théorie avec des applications pratiques, ce module prépare les étudiants à relever les défis analytiques les plus exigeants rencontrés dans divers secteurs industriels.

Connaissances préalables recommandées : Une maîtrise des concepts fondamentaux, des statistiques avancées, et une expérience pratique avec des langages de programmation tels que R, Python, SQL

Programme :

Chapitre 1 : Modèles Statistiques de Base

- Régression linéaire simple
- Régression linéaire multiple
- Modèles de classification
  - k-NN
  - Régression logistique
- Validation des modèles
  - Cross-validation
  - Mesures de performance
- TP : Modélisation et validation dans un projet de prévision

Chapitre 2 : Techniques de Prétraitement des Données

- Ingénierie des caractéristiques
- Sélection de caractéristiques
- Réduction de dimensionnalité
- Techniques de resampling
  - Sur-échantillonnage
  - Sous-échantillonnage
- TP : Prétraitement des données pour un modèle prédictif

Chapitre 3 : Modèles de Séries Temporelles

- Concepts de base des séries temporelles
- Analyse de tendance
- Analyse de saisonnalité
- Modèles de séries temporelles
  - ARIMA
  - Modèles de lissage exponentiel
- TP : Analyse et prévision des séries temporelles de ventes

Chapitre 4 : Visualisation Avancée des Données

- Principes de conception de visualisations efficaces
- Outils de visualisation avancés
  - Tableau
  - Power BI
  - ggplot2 (pour R)
- Storytelling avec les données

- TP : Création d'un tableau de bord interactif pour une entreprise

Chapitre 5 : Analyse Factorielle

- Analyse en Composantes Principales (ACP)
  - Concepts et objectifs
  - Méthode et interprétation des résultats
  - TP : Utilisation de l'ACP pour la réduction de dimensionnalité
- Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)
  - Concepts et objectifs
  - Méthode et interprétation des résultats
  - TP : Application de l'AFC à un jeu de données catégoriel
- Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)
  - Concepts et objectifs
  - Méthode et interprétation des résultats
  - TP : Application de l'AFCM à un jeu de données catégoriel Multiples
- Analyse Factorielle Discriminante Multivariée (AFDM)
  - Concepts et objectifs
  - Méthode et interprétation des résultats
  - TP : Utilisation de l'AFDM

Chapitre 6 : Etude de cas

Références :

1. "Pattern Recognition and Machine Learning" par Christopher M. Bishop
2. "Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples" par Robert H. Shumway et David S. Stoffer
3. "Interactive Data Visualization for the Web: An Introduction to Designing with D3" par Scott Murray

UEM 631 : Méthodes Numériques

Unité d'enseignement : Méthodologie
Matière : Méthodes Numériques
Coefficient : 03
Crédit : 4
Objectif du cours :

- Acquérir la base des méthodes d'analyse numérique
- Acquérir des méthodes numériques standards programmables permettant de résoudre des problèmes complexes
- Résolution d'équations différentielles par différentes méthodes
- Calcul des valeurs propres

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base acquises des mathématiques de la première et deuxième année du parcours

Programme :

Chapitre 1 : Introduction aux Méthodes Numériques

- Importance et applications des méthodes numériques.
- Erreur numérique et précision des calculs.
- Représentation des nombres en virgule flottante.

Chapitre 2 : Résolution de Systèmes Linéaires

- Méthodes directes : élimination de Gauss, décomposition LU.
- Méthodes itératives : Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation successive.
- Analyse de la convergence et critères d'arrêt.

Chapitre 3 : Résolution d'Équations Non Linéaires

- Méthode de la dichotomie.
- Méthode de Newton-Raphson.
- Méthodes itératives pour les équations non linéaires.
- Étude de la convergence et critères d'arrêt.

Chapitre 4 : Interpolation et Approximation

- Interpolation polynomiale : méthodes de Lagrange, Newton.
- Méthodes d'approximation : moindres carrés.
- Utilisation des splines pour l'interpolation cubique.

Chapitre 5 : Intégration Numérique
- Méthodes de quadrature : rectangles, point milieu, Simpson.
- Estimation de l'erreur et choix de la méthode adaptée.

Chapitre 6 : Dérivation Numérique
- Différences finies : avant, arrière, centrale.
- Formules d'approximation de l'ordre supérieur.
- Évaluation de l'erreur et choix du pas de discrétisation.

Chapitre 7 : Résolution Numérique d'Équations Différentielles
- Méthodes de Runge-Kutta : RK2, RK4.
- Méthodes à pas multiples : Euler implicite et explicite.
- Stabilité et convergence des méthodes.

Chapitre 8 : Méthodes Avancées
- Approches pour les équations différentielles partielles (EDP).
- Méthodes pour l'optimisation numérique.
- Techniques pour les problèmes de valeurs propres.

Références :

1. **"Numerical Methods for Engineers"** de Steven C. Chapra et Raymond P. Canale
2. **"NumericalAnalysis"** de Richard L. Burden et J. Douglas Faires
3. **"Introduction to Numerical Analysis"** de Josef Stoer et Roland Bulirsch
4. **"Numerical Methods for Engineers" de Steven C. Chapra et Raymond P. Canale**
5. **"NumericalAnalysis" de Richard L. Burden et J. Douglas Faires.**
6. **"Introduction to NumericalAnalysis" de Josef Stoer et Roland Bulirsch**

UET641 : Cyber sécurité

Unité d'enseignement : Transversale
Matière : Cyber sécurité
Coefficient : 01
Crédit : 02
Objectif du cours :
Ce module structuré vise à fournir une compréhension approfondie des aspects techniques et organisationnels de la Cyber sécurité, tout en offrant des compétences pratiques pour la mise en œuvre de mesures de protection adéquates. Chaque chapitre aborde des domaines spécifiques pour garantir une couverture exhaustive de la Cyber sécurité moderne.
Connaissances préalables recommandées :
Programme :

Chapitre 1: Fondamentaux de la Cyber sécurité
- Définition et importance de la Cyber sécurité
- Historique des cyber menaces et des technologies de défense
- Panorama des principales cyber menaces

Chapitre 2: Principes de Sécurité Informatique
- Confidentialité, intégrité, disponibilité (CIA)
- Authentification, autorisation, audit
- Gestion des risques de sécurité

Chapitre 3: Cryptographie
- Principes de base de la cryptographie
- Algorithmes symétriques et asymétriques (AES, RSA, etc.)
- Applications de la cryptographie dans la sécurité des données

Chapitre 4: Sécurité des Données
- Protection des données personnelles (RGPD, CCPA)

- Gestion des sauvegardes et récupération après sinistre
- Chiffrement des données au repos et en transit

Chapitre 5: Sécurité des Réseaux

- Architecture des réseaux sécurisés
- Protocoles de sécurité (IPsec, SSL/TLS, VPN)
- Détection et prévention des intrusions (IDS/IPS)

Chapitre 6: Sécurité des Systèmes d'Exploitation

- Sécurisation des systèmes Windows et Unix/Linux
- Gestion des correctifs et des mises à jour
- Contrôle d'accès et gestion des privilèges

Chapitre 7: Sécurité des Applications

- Développement sécurisé (DevSecOps)
- Vulnérabilités des applications web (OWASP Top Ten)
- Tests de pénétration et audits de sécurité

Chapitre 8: Gouvernance, Risque et Conformité (GRC)

- Élaboration et mise en œuvre des politiques de sécurité
- Normes et réglementations (ISO 27001, NIST, PCI-DSS)
- Audit et conformité en Cyber sécurité

Chapitre 9: Réponse aux Incidents et Gestion des Crises

- Planification de la réponse aux incidents
- Enquête et analyse médico-légale
- Communication de crise

Chapitre 10: Tendances et Évolutions en Cyber sécurité

- Nouvelles technologies et défis émergents (IoT, cloud computing, IA)
- Menaces avancées persistantes (APTs), attaques zero-day
- Formation continue et veille technologique

Références :

1. "Cryptography and Network Security: Principles and Practice" par William Stallings
2. "Network Security Essentials: Applications and Standards" par William Stallings
3. "Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems" par Ross J. Anderson
4. "The Tangled Web: A Guide to Securing Modern Web Applications" par Michal Zalewski
5. "CISSP (ISC)2 Certified Information Systems Security Professional Official Study Guide" par Mike Chapple, James Michael Stewart, et Darril Gibson

Semestre 7

UEF711 : Statistiques en Science des données

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Statistiques en Science des données
Coefficient : 04
Crédit : 06
Objectif du cours :

Le cours de Statistiques en Sciences des Données vise à approfondir les connaissances des étudiants dans le domaine des statistiques appliquées à l'analyse de données complexes et volumineuses. L'objectif principal est de familiariser les étudiants avec des méthodes statistiques avancées et des techniques d'analyse adaptées aux défis spécifiques rencontrés dans le domaine des sciences des données.

Connaissances préalables recommandées :

- Une solide compréhension des concepts statistiques de base et des techniques d'analyse de données.
- Une expérience pratique avec des outils logiciels utilisés en science des données, tels que R ou Python, est recommandée.

Programme :

1. **Chapitre 1 : Rappels et Fondamentaux**
   - **Rappel des concepts de base en statistiques : moyenne, variance, distributions, tests d'hypothèses**
   - **Probabilités conditionnelles et indépendance**
   - **Variables aléatoires discrètes et continues**
   - **Théorème central limite et loi des grands nombres**
2. **Chapitre 2 : Estimation et Inférence**
   - **Estimation ponctuelle et par intervalle**
   - **Propriétés des estimateurs : biais, consistance, efficacité**
   - **Tests d'hypothèses : tests paramétriques et non-paramétriques**
   - **Analyse de la puissance des tests**
3. **Chapitre 3 : Modèles Linéaires**
   - **Régression linéaire simple et multiple**
   - **Hypothèses du modèle linéaire**
   - **Diagnostic et validation du modèle**
   - **Multicolinéarité, sélection de variables et régularisation (Ridge, Lasso)**
4. **Chapitre 4 : Modèles Linéaires Généralisés**
   - **Introduction aux modèles linéaires généralisés (GLM)**
   - **Régression logistique**
   - **Régression de Poisson**
   - **Modèles linéaires mixtes**
5. **Chapitre 5 : Analyse de la Variance (ANOVA)**
   - **ANOVA à un facteur et à plusieurs facteurs**
   - **Hypothèses et tests**
   - **Modèles à effets fixes et à effets aléatoires**
   - **Interactions et modèles mixtes**
6. **Chapitre 6 : Techniques de Classification Avancées**
   - **Analyse discriminante linéaire (LDA) et quadratique (QDA)**
   - **K-nearest neighbors (K-NN)**
   - **Arbres de décision et forêts aléatoires**
   - **Support Vector Machines (SVM)**
7. **Chapitre 7 : Techniques de Réduction de Dimensionnalité**
   - **Analyse en composantes principales (PCA)**
   - **Analyse factorielle**
   - **t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)**
   - **Analyse discriminante linéaire (LDA)**
8. **Chapitre 8 : Séries Temporelles et Analyse de Données Longitudinales**

- **Séries temporelles : ARIMA, modèles saisonniers, décomposition**
- **Analyse de cohorte et de survie**
- **Modèles mixtes pour données longitudinales**

9. **Chapitre 9 : Méthodes Bayésiennes**
   - **Introduction à la statistique bayésienne**
   - **Modèles hiérarchiques bayésiens**
   - **Inférence bayésienne par échantillonnage de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC)**
   - **Applications en sciences des données**
10. **Chapitre 10 : Applications en Sciences des Données**
    - **Prétraitement des données et ingénierie des features**
    - **Analyse exploratoire des données (EDA)**
    - **Modèles prédictifs et validation croisée**
    - **Études de cas et projets pratiques en sciences des données**

Références Bibliographiques :

- ✓ **"The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction" de Trevor Hastie, Robert Tibshirani, et Jerome Friedman**
- ✓ **"AppliedMultivariateStatisticalAnalysis" de Richard A. Johnson et Dean W. Wichern**
- ✓ **"An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R" de Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, et Robert Tibshirani**
- ✓ **"Bayesian Data Analysis" de Andrew Gelman, John B. Carlin, Hal S. Stern, David B. Dunson, Aki Vehtari, et Donald B. Rubin**
- ✓ **"Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples" de Robert H. Shumway et David S. Stoffer**

Ressources en Ligne :

- ✓ **"Coursera Statistics with R" (Duke University)**
- ✓ **"Data Science Specialization" sur Coursera par Johns Hopkins University**
- ✓ **"Advanced Statistical Methods" sur edX par Georgia Institute of Technology**
- ✓ **Frameworks et Outils :**
- ✓ **Documentation officielle de R (CRAN)**
- ✓ **Documentation officielle de Scikit-Learn**
- ✓ **Documentation officielle de TensorFlowProbability**

UEF712 : Programmation linéaire et Optimisation

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Programmation linéaire et Optimisation
Coefficient : 04
Crédit : 06
Objectif du cours :

Le cours de Programmation Linéaire et Optimisation vise à enseigner aux étudiants les concepts fondamentaux de la programmation linéaire, ainsi que les techniques avancées d'optimisation pour résoudre une variété de problèmes du monde réel. L'objectif principal est de fournir aux étudiants les outils nécessaires pour formuler et résoudre des problèmes d'optimisation linéaire et non linéaire de manière efficace.

Connaissances préalables recommandées :

- Une compréhension de base des mathématiques, y compris l'algèbre linéaire et le calcul différentiel.
- Familiarité avec au moins un langage de programmation utilisé pour l'optimisation (comme Python avec PuLP ou Gurobi).

Programme :

Chapitre 1: Introduction à la Programmation Linéaire

- Définitions et concepts de base
- Formulation de problèmes d'optimisation linéaire
- Représentation graphique des contraintes et de la fonction objectif

Chapitre 2: Méthodes de Résolution des Problèmes de Programmation Linéaire

- Méthode du simplexe

- Méthode du gradient projeté
- Méthodes de points intérieurs

Chapitre 3: Extensions de la Programmation Linéaire

- Programmation linéaire en nombres entiers (PLNE)
- Programmation linéaire en nombres entiers mixtes (PLNEM)
- Programmation linéaire multicritère

Chapitre 4: Optimisation Convexe

- Définitions et propriétés des fonctions convexes
- Méthodes de descente de gradient
- Optimisation sans contraintes et avec contraintes convexes

Chapitre 5: Optimisation Non Linéaire

- Méthodes de recherche unidirectionnelle et multidirectionnelle
- Méthodes de gradient conjugué
- Optimisation globale et locale

Chapitre 6: Applications de la Programmation Linéaire et de l'Optimisation

- Planification de la production et de la logistique
- Affectation des ressources et gestion des stocks
- Modélisation des réseaux et des systèmes

Chapitre 7: Projet d'Optimisation

- Résolution d'un problème d'optimisation réel à l'aide d'un logiciel spécialisé
- Analyse et interprétation des résultats
- Présentation des conclusions et recommandations

Références :

1. "Introduction to Operations Research" par Frederick S. Hillier et Gerald J. Lieberman
2. "ConvexOptimization" par Stephen Boyd et LievenVandenberghe
3. "Nonlinear Programming: Theory and Algorithms" par Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali, et C. M. Shetty
4. "Optimization Methods in Management Science" par Gerard Sierksma

UEF721 : Machines Learning 2

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Machines Learning 2
Coefficient : 4
Crédit : 6
Objectif du cours :

Le second module approfondit les connaissances avec des techniques avancées telles que la régression avancée, les ensembles d'apprentissage, et les réseaux de neurones. Il explore également la réduction de dimensionnalité, l'apprentissage profond (CNN, RNN), le traitement du langage naturel (NLP), et l'analyse de séries temporelles. Ce module met l'accent sur l'optimisation des modèles, le déploiement en production (MLOps), et les bonnes pratiques d'industrialisation des solutions de machine learning.

Connaissances préalables recommandées :
Programme :

Chapitre 1 : Optimisation et Performances

- Objectifs et fonctions de coût
- Types de problèmes d'optimisation (convexes vs non convexes)
- Gradient Descent et ses types
- Variantes de Gradient Descent
- HyperparameterTuning

Chapitre 2 : Ensemble Learning – Apprentissage Ensembliste et Combinaison de modèles

- Bagging
- RandomForests
- Stacking
- Boosting (GBM, XGBoost, etc.)

Chapitre 3: Techniques Avancées et Applications

1. Apprentissage Profond

- Introduction aux Réseaux de Neurones Convolutionnels (CNN)
- Introduction aux Réseaux de Neurones Récurrents (RNN)

2. Traitement du Langage Naturel (NLP)
   - Word embeddings
   - Modèles de langue de base

Chapitre 4: MLOps, ou Machine Learning Operations

Introduire le concept qui est un ensemble de pratiques et de principes conçus pour déployer et maintenir des modèles d'apprentissage automatique en production de manière fiable et automatisée. S'inspirant des concepts de DevOps, MLOps se concentre sur l'intégration continue, le déploiement continu, la surveillance et la gestion des modèles de machine learning.

Son objectif est de résoudre les défis liés à la mise en production des modèles, notamment en garantissant leur performance, leur évolutivité et leur gestion efficace au sein des environnements de production. Les concepts d'AutoML, la surveillance des modèles, la journalisation des données et l'implémentation dans des infrastructures cloud comme AWS, Microsoft Azure et Google Cloud sont à introduire aux étudiants.

Références :

1. "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems" par AurélienGéron, publié par O'Reilly Media en 2019.
2. "Machine Learning Yearning" par Andrew Ng, publié en auto-édition en 2018.
3. "Deep Learning" par Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, et Aaron Courville, publié par MIT Press en 2016.
4. "Pattern Recognition and Machine Learning" par Christopher M. Bishop, publié par Springer en 2006.
5. Practical MLOps, Noah Gift & Alfredo Deza, O'REILLY Media, 2021
6. Introducing MLOps, Mark Treveil& the Dataiku Team, O'REILLY Media, 2020

UEF722 : Visualisation des données

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Visualisation des données
Coefficient : 03
Crédit : 4
Objectif du cours :

Le cours de Visualisation des Données vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des principes, des techniques et des outils utilisés pour représenter visuellement les données de manière efficace et significative. L'objectif principal est de permettre aux étudiants de maîtriser les compétences nécessaires pour créer des visualisations attrayantes et informatives, permettant ainsi une meilleure compréhension et communication des données.

Connaissances préalables recommandées :

- Une compréhension de base des statistiques et de l'analyse de données est utile.
- Familiarité avec au moins un langage de programmation pour la visualisation de données, tel que Python, R, ou JavaScript.

Programme :

Chapitre 1: Introduction à la Visualisation des Données

- Définitions et concepts de base
- Importance de la visualisation dans l'analyse de données
- Principaux objectifs de la visualisation des données

Chapitre 2: Principes de Conception de Visualisations

- Perception visuelle et cognition
- Sélection appropriée des types de graphiques
- Bonnes pratiques en matière de conception graphique

Chapitre 3: Visualisation de Données Unidimensionnelles

- Histogrammes
- Diagrammes en barres et en secteurs
- Diagrammes de dispersion

Chapitre 4: Visualisation de Données Bidimensionnelles

- Nuages de points
- Diagrammes de densité
- Heatmaps

Chapitre 5: Visualisation de Données Multidimensionnelles

- Visualisation en 3D
- Parallèles coordonnées
- Treemaps

Chapitre 6: Visualisation Temporelle et Séries Temporelles

- Graphiques de lignes
- Graphiques à barres temporelles
- Diagrammes de Gantt

Chapitre 7: Outils et Technologies de Visualisation

- Utilisation de bibliothèques de visualisation (matplotlib, ggplot2, D3.js, etc.)
- Outils de création de visualisations interactives (Tableau, Power BI, etc.)
- Techniques de visualisation avancées (storytelling, animations, etc.)

Références :

1. "The Visual Display of Quantitative Information" par Edward R. Tufte
2. "Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals" par Cole NussbaumerKnaflic
3. "Interactive Data Visualization for the Web" par Scott Murray
4. "Data Visualization: A Practical Introduction" par Kieran Healy

UEM711 : Gestion de projet en Science des données.

Unité d'enseignement : Méthodologie
Matière : Gestion de projet en Science des données.
Coefficient : 02
Crédit : 3
Objectif du cours :

Le module "Gestion de Projet en Science des Données" vise à doter les étudiants des compétences nécessaires pour gérer efficacement des projets complexes en science des données. Les objectifs incluent la compréhension des fondamentaux de la gestion de projet, l'application des méthodologies traditionnelles et agiles, et la capacité à planifier et organiser des projets spécifiques à la science des données. Les participants apprendront à définir l'étendue du projet, à créer des plans détaillés, à gérer les ressources et à identifier et gérer les risques. Ils acquerront également des compétences en gestion des données, incluant la collecte, le nettoyage, le pré-traitement, et le développement, la validation et le déploiement de modèles de machine learning.

Connaissances préalables recommandées : Statistiques, et compétences en programmation (Python ou R)

Programme :

Chapitre 1 : Introduction à la Gestion de Projet en Science des Données

- Définition et Importance
- Cycle de Vie des Projets (Initiation, planification, exécution, contrôle, clôture)
- Rôles et Responsabilités
- Identification des Parties Prenantes
- Définition des Objectifs du Projet

Chapitre 2 : Planification du Projet

- Définition de l'Étendue du Projet
- Création du Plan de Projet (échéancier, ressources, budget)
- Gestion des Risques
- Décomposition du Projet en Tâches (WBS)

Chapitre 3 : Méthodes et Outils de Gestion de Projet

- Méthodologies Traditionnelles (Cascade)
- Méthodologies Agiles (Scrum, Kanban)
- Choix de la Méthodologie Appropriée
- Outils de Gestion de Projet (MS Project, Trello, JIRA, Asana)
- Techniques de Planification (Diagrammes de Gantt, PERT/CPM)

Chapitre 4 : Gestion des Ressources et de l'Exécution

- Allocation des Ressources (humaines et matérielles)
- Outils de Gestion des Ressources
- Gestion des Tâches et Suivi de l'Avancement
- Techniques de Communication et de Collaboration
- Suivi et Gestion des Modifications

Chapitre 5 : Contrôle, Suivi et Clôture du Projet

- Mesures de Performance (KPI, tableaux de bord)
- Gestion des Risques et des Problèmes
- Techniques de Reporting
- Évaluation du Projet et des Livrables
- Rétrospective et Leçons Apprises
- Documentation de Fin de Projet et Archivage

Chapitre 6 : Aspects Spécifiques à la Science des Données

- Gestion des Données (Collecte, nettoyage, pré-traitement)
- Outils et Technologies de Science des Données (Python, R, SQL, Hadoop, Spark)
- Gestion des Modèles de Machine Learning (Développement, validation, déploiement)

Chapitre 7 : Études de Cas, Projets Pratiques et Compétences Soft Skills

- Études de Cas Réels
- Projets Pratiques
- Communication Efficace
- Travail d'Équipe et Collaboration
- Résolution de Problèmes et Prise de Décision
- Tendances et Innovations (Nouvelles technologies, évolution des méthodologies, impact de l'IA et du Big Data sur la gestion de projet)

Références :

1. "Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking" par Foster Provost et Tom Fawcett.
2. "Agile Data Science: Building Data Analytics Applications with Hadoop" par Russell Jurney.
3. "Data Science for Dummies" par Lillian Pierson.
4. "Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython" par Wes McKinney.

UEM712 : DEVOPS

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Devops

Coefficient : 02

Crédit : 03

Objectif du cours :

Les objectifs d'un module DevOps pour ingénieurs sont de les doter des compétences essentielles pour implémenter efficacement les pratiques DevOps. Cela comprend la maîtrise de l'automatisation, de l'intégration continue, de l'infrastructure as code, de la conteneurisation, de l'orchestration, ainsi que des principes de sécurité et de surveillance. Le module vise à encourager une culture de collaboration et d'amélioration continue, permettant aux ingénieurs de jouer un rôle clé dans l'optimisation des processus de développement et d'exploitation pour améliorer la productivité, la qualité et la stabilité des applications.

Connaissances préalables recommandées :

Programme :

Chapitre 1: Introduction à DevOps

- Définition et principes fondamentaux de DevOps
- Historique et évolution de DevOps
- Avantages et objectifs de DevOps

Chapitre 2: Gestion de Code Source

- Introduction aux systèmes de contrôle de version (Git)
- Branching, merging et bonnes pratiques de gestion de code

Chapitre 3: Automatisation et Intégration Continue (CI/CD)
- Concepts de CI/CD et importance dans DevOps
- Outils populaires (Jenkins, GitLab CI/CD, Travis CI)
- Création et gestion de pipelines CI/CD

Chapitre 4: Infrastructure as Code (IaC)
- Introduction à IaC avec Terraform, Ansible, etc.
- Création et gestion d'infrastructures déclaratives

Chapitre 5: Containers et Orchestration
- Introduction à Docker et concepts de conteneurisation
- Orchestration de conteneurs avec Kubernetes
- Déploiement et gestion d'applications conteneurisées

Chapitre 6: Surveillance et Gestion des Logs
- Outils de surveillance (Prometheus, Grafana) et ELK Stack
- Collecte, analyse et visualisation des logs et métriques

Chapitre 7: Sécurité dans le Pipeline DevOps
- Bonnes pratiques de sécurité des applications et infrastructures
- Intégration de la sécurité (DevSecOps)
- Outils et techniques pour l'audit et la gestion des identités

Chapitre 8: Culture DevOps et Meilleures Pratiques
- Adoption d'une culture DevOps au sein de l'organisation
- Compétences interpersonnelles et collaboration
- Gestion du changement et amélioration continue

Chapitre 9: Cas Pratiques et Études de Cas
- Analyse de cas réels d'application de DevOps avec succès
- Résolution de problèmes et prises de décision en équipe

Références :

1. "The Phoenix Project: A Novel About IT, DevOps, and Helping Your Business Win" par Gene Kim, Kevin Behr, et George Spafford (2013)
2. "Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation" par Jez Humble et David Farley (2010)
3. "Infrastructure as Code: Managing Servers in the Cloud" par Kief Morris (2016)
4. "The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, & Security in Technology Organizations" par Gene Kim, Patrick Debois, John Willis, et Jez Humble (2016)

UET711 : Ethique et Déontologie

Unité d'enseignement : Transversale
Matière : Éthique et Déontologie
Coefficient : 01
Crédit : 02
Objectif du cours :

Les objectifs de l'enseignement de la matière "Éthique" sont les suivants :
- Sensibiliser à l'éthique dans le domaine de la Data Science .
- Développer les compétences éthiques des étudiants.
- Intégrer des pratiques éthiques dans leur pratique professionnelle future.
- Préparer les étudiants à assumer leur responsabilité sociale.
- Encourager l'innovation éthique pour créer un impact positif sur la société.

Connaissances préalables recommandées

- Une maîtrise élémentaire des mathématiques, y compris l'algèbre et les statistiques de base, est utile pour comprendre certains concepts de la Data Science.
- La capacité à remettre en question, à analyser et à examiner de manière critique les informations est essentielle pour aborder les questions éthiques dans le contexte de la Data Science.
- Une attitude ouverte à l'apprentissage de nouveaux concepts et idées, ainsi qu'un intérêt pour les implications éthiques des technologies émergentes, sont des qualités précieuses pour les étudiants.

Programme :

Chapitre 1 : Introduction à l'éthique dans la Data Science et l'Entrepreneuriat

• Définition de l'éthique et son importance dans la Data Science et l'entrepreneuriat.
• Principes éthiques fondamentaux applicables à la collecte, à l'analyse et à l'utilisation des données ainsi qu'à la création de startups.
• Principes de base de l'entrepreneuriat et du démarrage d'une entreprise.
• Processus de création d'une startup, de l'idéation à la mise sur le marché.
• Intégration de l'éthique dans la planification et le développement d'une startup technologique.
• Responsabilité sociale des entreprises technologiques.

Chapitre 2 : Éthique dans la collecte, la préparation et l'analyse des données
• Principes éthiques pour la collecte et le nettoyage des données.
• Considérations éthiques concernant la qualité, la provenance et la confidentialité des données.
• Détection et gestion des biais dans les données.
• Approches éthiques pour l'analyse et l'interprétation des résultats.

Chapitre 3 : Protection de la vie privée et des données personnelles (Protéger notre identité numérique)
• Le cadre légal et déontologique
  o Les droits des individus
  o Traitement des données personnelles
  o Responsabilité
  o Confidentialité par défaut, confidentialité par conception
• Préservation de la vie privée et éthique de l'information
  o Le sens de la confidentialité numérique
  o La compatibilité de la préservation de la vie privée avec la science
  o Outils pour mener des recherches tout en préservant la vie privée

Chapitre 4 : Propriété intellectuelle et éthique (protéger la valeur de la science)
• Qu'est-ce que la propriété intellectuelle ?
  o Copyright (Droits de 'auteur)
  o Utility patents (Brevets)
▪ Valorisation de la recherche par des brevets
• Gestion de la propriété intellectuelle
  o En tant que consommateur
  o En tant que producteur
▪ Sécuriser votre production
▪ Publication dans des formats compatibles avec la « Open Science »
▪ Demande de brevet
• Défis et enjeux de la propriété intellectuelle dans les entreprises technologiques.

Chapitre 5 : L'Éthique en intelligence artificielle :
• Les défis spécifiques des systèmes d'intelligence artificielle.
• Principes éthiques pour le développement en intelligence artificielle.
• Considérations éthiques lors de la collecte et de l'utilisation de données pour l'apprentissage des modèles d'IA.
• Gestion des biais et des risques éthiques dans les applications d'intelligence artificielle.

Références:

1. Kord Davis, Doug Patterson, Ethics of Big Data, 1st Edition, Oreilly& Associates Inc., September 28, 2012.
2. Cathy O'Neil, "Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy Hardcover", Crown, September 6, 2016.
3. Katherine O'Keefe, Daragh O Brien, "Ethical Data and Information Management: Concepts, Tools, and Methods", Kogan Page, May 29, 2018.

Semestre 8

UEF811 : Gestion de l'Incertain

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Gestion de l'Incertain

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

La gestion de l'incertitude dans les problèmes de décision (statique ou séquentielle) est l'objet principal de ce cours. En particulier, il sera question des réseaux bayésiens standards et dynamiques, des modèles de Markov cachés, du filtrage bayésien et des processus de décision de Markov standards et partiellement observables. Ces techniques donnent lieu à des applications dans les domaines de la prise de décision, la fusion de données, la reconnaissance de formes et d'autres. On essayera aussi de donner une vision unifiée de ces techniques et de fournir un lien vers les autres méthodes d'apprentissage numérique

Connaissances préalables recommandées : Modules des mathématiques et de statistiques de licence

Programme :

Chapitre 1: Vision Bayésienne des Probabilités

Le premier chapitre du cours sera consacré à une interprétation des probabilités selon la vision bayésienne.

Chapitre 2: Réseaux Bayésiens et Extensions

Dans ce chapitre seront abordés les réseaux bayésiens standards et quelques extensions (réseaux bayésiens dynamiques, graphes de décisions).

Chapitre 3: Modèles Probabilistes Temporels et Filtrage Bayésien

Les modèles de Markov cachés. Les algorithmes d'apprentissage et de résolution (algorithmes de Viterbi, Baum-Welch) des modèles de Markov cachés, le filtrage, les principes généraux du filtrage bayésien et développement du filtre de Kalman.

Chapitre 4: Processus de Décision de Markov et Apprentissage par Renforcement

Les processus de décision de Markov observables et partiellement observables (MDP : Markov DecisionProcess et POMDP : Partially Observable MDP), les applications à l'optimisation des chaînes d'approvisionnement, systèmes de recommandation, contrôle robotique et à la planification de la maintenance et à l'optimisation de stratégies d'interaction homme-machine, du diagnostic médical, de la finance et de la sécurité et surveillance pour l'identification et réponse aux menaces basées sur des données incomplètes ou incertaines.

Références :

1. Pearl. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems. Morgan Kaufman, San Mateo, California, 1988.
2. F.V. Jensen. Bayesian Networks and Decision Graphs. Springer-Verlag, 2000
3. O. Sigaud and O. Buffet. Processus Décisionnels de Markov en Intelligence Artificielle - Tome 1 : Principes Généraux et Applications. Lavoisier, 2008

UEF812 : Techniques de Prédiction

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Techniques de Prédiction

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

Ce cours vise à explorer en profondeur les techniques avancées de prédiction utilisées dans divers domaines, en mettant l'accent sur la compréhension théorique et l'application pratique de ces techniques. L'objectif principal est de fournir aux étudiants les connaissances et les compétences nécessaires pour utiliser efficacement ces techniques dans des problèmes de prédiction réels

Connaissances préalables recommandées :

- Une compréhension solide des concepts de base du machine learning et de l'apprentissage automatique.
- Une expérience préalable avec des langages de programmation pour l'analyse de données, comme Python ou R.
- Une connaissance des méthodes de validation demodèle et des métriques de performance est utile.

Programme :

Chapitre 1 : Techniques d'Ensemble Avancées

- **Introduction aux méthodes d'ensemble avancées pour la prédiction**
- **Bagging** : BootstrapAggregating, Forêts aléatoires
- **Boosting** : Gradient Boosting Machines (GBM), XGBoost, LightGBM, CatBoost
- **Stacking et Blending** : Techniques et stratégies
- **TP** : Comparaison des performances des modèles sur des jeux de données complexes

Chapitre 2 : Réseaux de Neurones et Deep Learning pour la prédiction

- **Révision des réseaux de neurones** : Concepts avancés
- **Réseaux de neurones convolutifs (CNN)** : Applications en vision par ordinateur
- **Réseaux de neurones récurrents (RNN) et LSTM** : Applications en séries temporelles et NLP
- **Modèles de transformer** : BERT, GPT
- **Frameworks de Deep Learning** : TensorFlow, PyTorch, Keras
- **TP** : Implémentation et optimisation de réseaux de neurones profonds pour des applications spécifiques de prédiction

Chapitre 3 : Prédiction en Séries Temporelles

- **Modèles traditionnels** : ARIMA, SARIMA, GARCH
- **Méthodes avancées** : Prophet, modèles de Deep Learning pour séries temporelles (RNN, LSTM, GRU)
- **Forecasting** : Méthodes hybrides
- **TP** : Prévision de séries temporelles complexes (financières, météorologiques, etc.)

Chapitre 4 : Apprentissage Par Renforcement

- **Concepts de base et avancés** : MDP, politiques, récompenses
- **Algorithmes** : Q-learning, SARSA, Deep Q-Learning, Policy Gradients, Actor-Critic
- **Applications** : Jeux, robotique, optimisation de processus
- **TP** : Implémentation d'algorithmes de renforcement dans des environnements simulés

Chapitre 5 : Méthodes Bayésiennes Avancées

- **Introduction à la statistique bayésienne** : Concepts avancés
- **Modèles hiérarchiques bayésiens**
- **Inférence bayésienne par MCMC** : Gibbs Sampling, Hamiltonian Monte Carlo
- **Applications** : Prédiction avec incertitude, modèles de mélange gaussien
- **TP** : Application des méthodes bayésiennes à des problèmes réels de prédiction

Chapitre 6 : Techniques de Prédiction Non-Paramétriques

- **Méthodes Kernel** : Machines à vecteurs de support (SVM), Régression Kernel
- **Forests aléatoires et arbres de décision** : Techniques avancées
- **Méthodes de voisinage (k-NN)** : Optimisation et applications
- **TP** : Comparaison et optimisation des techniques non-paramétriques

Chapitre 7 : Prédiction avec Données Imparfaites

- **Gestion des données manquantes** : Imputation, techniques bayésiennes
- **Prédiction avec des données bruitées** : Robustesse des modèles
- **Analyse des biais et des variances** : Techniques de correction
- **TP** : Nettoyage et préparation de jeux de données réels pour la prédiction

Chapitre 8 : Applications Pratiques et Impact sur les Sciences des Données

- **Études de cas** : Prédiction en finance, santé, marketing, etc.
- **Projets de prédiction** : Développement de solutions prédictives de bout en bout
- **Impact des techniques de prédiction** : Éthique, biais, et implications sociales
- **TP** : Développement et présentation de projets de prédiction

Références Bibliographiques

- "The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction" de Trevor Hastie, Robert Tibshirani, et Jerome Friedman
- "Deep Learning" de Ian Goodfellow, YoshuaBengio, et Aaron Courville
- "Pattern Recognition and Machine Learning" de Christopher M. Bishop
- "Machine Learning: A Probabilistic Perspective" de Kevin P. Murphy
- "Bayesian Data Analysis" de Andrew Gelman, John B. Carlin, Hal S. Stern, David B. Dunson, Aki Vehtari, et Donald B. Rubin
- "Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples" de Robert H. Shumway et David S. Stoffer

- "Deep Learning Specialization" sur Coursera par Andrew Ng et deeplearning.ai
- "Advanced Machine Learning Specialization" sur Coursera par HSE University
- "Fast.ai" cours en ligne et MOOC sur le deeplearning
- "Kaggle" pour des compétitions et des jeux de données pratiques
- Documentation officielle de Scikit-Learn
- Documentation officielle de TensorFlow
- Documentation officielle de PyTorch

UEF821 : Deep Learning

Unité d'enseignement : Fondamentale
Matière : Deep Learning
Coefficient : 03
Crédit : 5
Objectif du cours :

Le cours d'Apprentissage Profond et Data Analysis vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des techniques d'apprentissage profond et de leur application dans le domaine de l'analyse de données. L'objectif principal est de permettre aux étudiants de maîtriser les concepts avancés de l'apprentissage profond, d'explorer les méthodes de traitement et d'analyse de données adaptées à ces techniques, et de développer les compétences nécessaires pour résoudre des problèmes complexes dans divers domaines.

Connaissances préalables recommandées :

- Une compréhension solide des fondements de l'apprentissage automatique et de l'analyse de données.
- Des connaissances en mathématiques et en algèbre linéaire sont recommandées.
- Une expérience préalable avec des bibliothèques de deeplearning comme TensorFlow ou PyTorch serait bénéfique.

Programme :

Chapitre 1 : Fondements de l'Apprentissage Profond

1. Concepts de base de l'apprentissage profond et des réseaux de neurones
2. Architectures classiques de réseaux de neurones
   - Réseaux de neurones multicouches
   - Réseaux de neurones convolutionnels
   - Réseaux de neurones récurrents
3. Principes de l'entraînement et de l'optimisation des réseaux de neurones

Chapitre 2 : Traitement et Préparation des Données

1. Techniques de prétraitement des données pour l'apprentissage profond
   - Normalisation
   - Transformation
2. Gestion des données de grande dimension et des données non structurées
3. Exploration et visualisation des données pour l'analyse préliminaire

Chapitre 3 : Réseaux de Neurones Convolutionnels (CNN)

1. Architecture et fonctionnement des CNN
2. Applications des CNN
   - Classification d'images
   - Détection d'objets
   - Segmentation d'images
3. Entraînement de CNN
   - Entraînement à partir de zéro
   - Transfert d'apprentissage

Chapitre 4 : Réseaux de Neurones Récurrents (RNN)

1. Architecture et fonctionnement des RNN
2. Applications des RNN
   - Modélisation de séquences
   - Génération de texte

- Traduction automatique

3. Techniques avancées de régularisation et de gestion du gradient dans les RNN

Chapitre5 :Generative Adversarial Networks (GAN)

1. Principes de base des GAN et de l'entraînement adversarial
2. Applications des GAN
   - Génération d'images
   - Synthèse de données
   - Génération de contenus créatifs
3. Évaluation et stabilisation des performances des GAN

Chapitre 6 : Applications Pratiques de l'Apprentissage Profond

1. Études de cas et projets pratiques
2. Exploration et interprétation des résultats
   - Évaluation des performances
   - Ajustement des modèles
3. Discussion des défis et des opportunités dans l'utilisation de l'apprentissageprofond pour l'analyse de données

Références :

1. "Deep Learning" par Ian Goodfellow, YoshuaBengio et Aaron Courville
2. "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow" par AurélienGéron
3. "Neural Networks and Deep Learning: A Textbook" par Charu C. Aggarwal

UEF822 : Intelligence Artificielle Générative

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Intelligence Artificielle Générative

Coefficient : 02

Objectif du cours : 03

L'objectif de ce module est de fournir aux apprenants une compréhension approfondie de l'intelligence artificielle générative dans le contexte de la science des données. En explorant les principes théoriques et les techniques pratiques, les participants acquerront les compétences nécessaires pour concevoir, entraîner, évaluer et déployer des modèles génératifs. Ce cours vise à outiller les étudiants pour qu'ils puissent non seulement comprendre les fondements de l'IA générative, mais aussi l'appliquer de manière efficace et éthique dans divers domaines, allant de la création artistique à la conception de produits et à la génération de contenu pour les médias.

Connaissances préalables recommandées :

Bases de l'apprentissage automatique, de la manipulation de données et l'algèbre linéaire.

Coefficient : 03

Programme :

Chapitre 1. Introduction à l'IA Générative

- Définition de l'IA Générative
  - Qu'est-ce que l'IA générative ?
  - Applications courantes et impacts
- Historique et Évolution
  - Evolution des modèles génératifs
  - Progrès récents et innovations

Chapitre 2. Réseaux Antagonistes Génératifs (GANs)

- Concepts de Base
  - Architecture des GANs : générateur et discriminateur
  - Fonctionnement de l'entraînement
- Types de GANs
  - GANs classiques
  - GANs conditionnels, StyleGAN, CycleGAN
- Applications
  - Génération d'images, de texte, et de vidéos
- Défis et Limitations
  - Problèmes de mode collapse, difficulté de convergence

Chapitre 3. Réseaux de Neurones Variants (VAEs)

- Concepts de Base
    - Architecture des VAEs : encodeur et décodeur
    - Fonctionnement de l'entraînement avec la divergence KL
- Applications
    - Génération d'images, réduction de dimensionnalité
- Comparaison avec les GANs
    - Avantages et inconvénients des VAEs

Chapitre 4. Modèles Auto-regressifs

- Concepts de Base
    - Réseaux neuronaux autoregressifs
    - Fonctionnement des modèles autoregressifs pour la génération de séquences
- Exemples et Applications
    - GPT (Generative Pre-trained Transformer) pour la génération de texte
    - Applications dans la génération de séquences et de dialogues

Chapitre 5. Méthodes de Diffusion en IA Générative

- Introduction aux Méthodes de Diffusion
    - Qu'est-ce qu'un modèle de diffusion ?
    - Historique et développement
- Processus de Bruit et de Débruitage
    - Ajout de bruit à des données structurées
    - Débruitage pour la reconstruction de données
- Techniques et Algorithmes
    - Denoising Diffusion Probabilistic Models (DDPM)
        - Architecture et fonctionnement
        - Applications pratiques et qualité de génération
    - Latent Diffusion Models (LDMs)
        - Réduction dimensionnelle et diffusion dans l'espace latent
        - Avantages pour l'efficacité et la génération de haute qualité
- Applications des Modèles de Diffusion
    - Génération d'images, amélioration de la qualité d'image, et autres applications

Chapitre 6. Applications Pratiques de l'IA Générative

- Création de Contenu
    - Génération d'images, de vidéos et de musique
    - Création de contenu artistique et design
- Amélioration des Données
    - Super-résolution d'images, imputation de données manquantes
- Applications Médicales et Scientifiques
    - Génération de molécules, amélioration d'images médicales

Chapitre 7 Outils et Ressources pour l'IA Générative

- Frameworks et Bibliothèques
    - TensorFlow, PyTorch, Hugging Face Transformers
- Outils de Développement
    - Google Colab, Jupyter Notebooks
- Ressources d'Apprentissage
    - Articles de recherche, tutoriels, cours en ligne

Chapitre 8. Projet de Fin de Cours

- Description du Projet
    - Application pratique des techniques d'IA générative pour résoudre un problème concret
- Exemples de Projets
    - Génération d'images avec DDPM ou LDM
    - Création d'un texte ou d'une histoire avec un modèle autoregressif
- Présentation des Résultats
    - Analyse des résultats, discussion sur les défis rencontrés et les solutions trouvées

Références :

1. "Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play" par David Foster
2. "Deep Learning" par Ian Goodfellow, YoshuaBengio et Aaron Courville

UEM 831 : Traitement Automatique du Langage Naturel

Intitulé de la matière : **Traitement Automatique du Langage Naturel**
Coefficients : 2
Crédit : 3

Objectifs de l'enseignement :

Après avoir suivi ce cours, les étudiants auront une solide compréhension des techniques de traitement du langage naturel. En acquérant une expérience pratique des outils NLP disponibles, ils apprendront également à évaluer les avantages et les inconvénients des différentes technologies et des frameworks NLP.

Contenu de la matière :

1. Introduction
   a. Historique
   b. Applications du TALN
   c. Défis du TALN
2. Traitements basiques du texte
   a. Segmentation du texte
   b. Normalisation et filtrage du texte
   c. Analyse morphologique (Tokenisation, N-grammes, Stemming and Lemmatisation)
   d. Balisage POS (Part-Of-Speech) et mots vides.
3. Sémantique lexicale
   a. Représentation vectorielle des mots (TF-IDF, Mot-Mot, LSA)
   b. Word embedding (word2vec, GloVe, BERT, etc.)
   c. Désambiguïsation lexicale (bases lexicales, apprentissage automatique)
4. Traitement du langage naturel avec classification et espaces vectoriels
   a. Régression logistique et naïve Bayes,
   b. Utilisation des modèles d'espace vectoriel et l'ACP (pour découvrir les relations entre les mots).
5. Traitement du langage naturel avec des modèles probabilistes
6. Traitement du langage naturel avec des modèles de séquences
7. Traitement du langage naturel avec les modèles basés sur le mécanisme d'attention
   a. Construire un modèle de Transformer pour résumer un texte
   b. Construire un modèle BERT pour répondre aux questions
   c. Construire un chatbot

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen

Références :

- Traitement Automatique du Langage Naturel: Intelligence artificielle, Théorie de l'information, Algèbre linéaire, Génération automatique de textes, Traduction automatique. Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, John McBrewster.Alphascript Publishing. 2010.
- Rothman, D. (2021). Transformers for Natural Language Processing: Build innovative deep neural network architectures for NLP with Python, PyTorch, TensorFlow, BERT, RoBERTa, and more. PacktPublishing Ltd.

UEM 832 : Traitement d'Images Numériques

Intitulé de la matière : **Traitement d'Images Numériques**
Coefficients : 2
Crédit : 3

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière est une initiation aux traitements de bas niveau des images (amélioration, restauration et segmentation). La finalité de ce cours est de donner aux étudiants les connaissances de bases liées aux différents types de traitement d'image et les algorithmes associés.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances acquises durant le cursus de formation de la licence : Systèmes informatiques (SI) ou Ingénierie des Systèmes d'Information et du Logiciel (ISIL)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'image Numérique

- Historique et Définition du Terme Scientifique
- Les Différentes Transformations Possibles sur l'Image Numérique
- Exemples de Domaines d'Applications
- L'Image Numérique (Acquisition et Numérisation, Domaine Couleur, etc…)
- Formats d'images
- Outils Fondamentaux

Chapitre 2 : Amélioration et Restauration d'Images Numériques

- Notions de Bases
- Traitement et Analyse Spatial
  - Transformations Linéaires et Non Linéaires
  - Egalisation d'Histogrammes
  - Operations Logiques et Arithmétiques
  - Interpolation d'images Numérique
  - Opération de Convolution et Filtarge Spatial
- Traitement et Analyse Fréquentiel

Transformation et Analyse Spectrale d'une Image

Filtrage dans le domaine Spectral

Filtrage Passe_Bas et Passe_Haut Spectral

Rehaussement du Contrast dans le domaine Spectral

- Quelques Filtres Spectraux
  - Filtre Passe_BasIdeal
  - Filtre Passe-Bas Idéal 1 et ½
  - Filtre Butterworth Passe-Bas
- Filtre Gaussien

Chapitre 3 : Détection de Contour

- Notions de Bases
- Différents types de Contours
- La dérivée d'une image
- Filtrage Passe_Haut
- L'Operateur Gradient
- L'OperateurLaplacien
- Transformée de Hough et detection de linéaments

Chapitre 4 : Segmentation d'Images Numériques

- Notion de Bases
- Approches par Seuil
- Classification par K-Moyennes
- Algorithme Division_Fusion
- Croissance en Région

Chapitre 5 : Opérateurs Morpho_mathématiques

- Notions de Bases
- Opérateur de Dilatation
- Opérateur d'Erosion
- Ouverture et Fermeture
- Gradient Morphologique
- Amincissement et squelettisation

Chapitre 6 : Codage et Compression d'Images Numérique

- Notions de Bases
- Types de Compressions
- Compression sans perte
  - Codage RLE (RunLengthEncoded)
  - Codage de Huffman
  - Codage LZW (Lempel-Ziv-Welch)
  - Conclusion

- Compression avec pertes
- Compression JPEG (Joint Photographic Experts Group)
- Décompression JPEG
- Aperçu sur JPEG2000

Chapitre 7 : Création de Corpus d'Images Numériques

- Contexte et Objectifs
- Variabilité et Diversification
- Filtrage des Images :
  - Suppression des Duplications
  - Elimination du Bruit
  - Réglage de la Résolution Spatiale, etc…
- Autres Paramètres.
- Etiquetage.
- Subdivision : Apprentissage et Test.
- Control de Qualité et Amélioration.

Références :

- T Guyer. « Cours de traitement d'images ». Université de Chambéry.
- R.C. Gonzalez et Woods. « Digital Image Processing - 2d edition ». Addison Wesley 2002.
- Ravikumar, R., &Arulmozhi, V. (2019). Digital image processing-a quick review. International Journal of Intelligent Computing and Technology (IJICT), 2(2), 11-19.

UEM 833 : Projet Pluridisciplinaire

Intitulé de la matière : Projet Pluridisciplinaire

Coefficients : 3

Crédit : 4

Objectif : L'objectif de ce projet est de permettre aux étudiants de mettre en pratique les compétences et les connaissances acquises en sciences des données dans un environnement professionnel réel. Les étudiants travailleront en collaboration avec une entreprise ou avec un laboratoire de recherche pour résoudre un problème concret en utilisant des techniques de science des données. Ils devront analyser des données réelles, développer des modèles prédictifs, et présenter des recommandations basées sur leurs analyses.

Structure du Projet

1. Choix du Projet et Définition des Objectifs

- **Rencontre avec l'Entreprise Partenaire :**
  - Les étudiants rencontreront les représentants de l'entreprise pour comprendre les besoins et les défis spécifiques.
  - Identification des objectifs et des résultats attendus du projet.
- **Problématique :**
  - Définition claire du problème à résoudre.
  - Identification des questions clés à adresser.

2. Collecte et Préparation des Données

- **Collecte des Données :**
  - Collecte de données pertinentes auprès de l'entreprise (bases de données internes, données publiques, etc.).
  - Assurer la conformité avec les politiques de confidentialité et de protection des données.
- **Préparation des Données :**
  - Nettoyage des données : traitement des valeurs manquantes, gestion des doublons, etc.
  - Transformation des données : normalisation, encodage des variables catégorielles, etc.

3. Exploration et Analyse des Données

- **Exploration des Données :**
  - Analyse exploratoire des données (EDA) pour identifier les tendances, les schémas et les anomalies.
  - Visualisation des données pour une meilleure compréhension.
- **Analyse Statistique :**
  - Calcul des statistiques descriptives.
  - Tests statistiques pour vérifier les hypothèses.

4. Modélisation et Machine Learning

- **Sélection des Modèles :**

- Choix des algorithmes de machine learning appropriés (régression, classification, clustering, etc.).
- Justification du choix des modèles.

- **Entraînement des Modèles :**
  - Division des données en ensembles d'entraînement et de test.
  - Entraînement des modèles sur les données d'entraînement.
- **Évaluation des Modèles :**
  - Utilisation de métriques d'évaluation pour mesurer les performances des modèles (précision, rappel, F1-score, RMSE, etc.).
  - Comparaison des performances des différents modèles.

5. Optimisation et Validation

- **Optimisation des Modèles :**
  - Réglage des hyperparamètres.
  - Utilisation de techniques de validation croisée pour améliorer la robustesse des modèles.
- **Validation Finale :**
  - Validation des modèles sur un ensemble de test indépendant.
  - Interprétation des résultats et ajustement final des modèles.

6. Présentation des Résultats et Recommandations

- **Rapport Final :**
  - Rédaction d'un rapport détaillé décrivant les étapes du projet, les analyses effectuées, les résultats obtenus, et les recommandations.
  - Inclusion des visualisations, des graphiques, et des tableaux pour illustrer les résultats.
- **Présentation Orale :**
  - Préparation d'une présentation pour les représentants de l'entreprise.
  - Présentation des résultats et des recommandations, suivie d'une session de questions-réponses.

7. Implémentation et Suivi

- **Implémentation :**
  - Assistance à l'entreprise pour implémenter les modèles et les recommandations dans leur système.
  - Documentation de l'implémentation et des instructions pour l'utilisation.
- **Suivi et Évaluation :**
  - Suivi des performances des modèles après leur implémentation.
  - Évaluation de l'impact des recommandations sur les opérations de l'entreprise.

Références Bibliographiques et Ressources

- "Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking" de Foster Provost et Tom Fawcett.
- "Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython" de Wes McKinney.
- "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow" de AurélienGéron.
- Articles du Journal of Machine Learning Research (JMLR).
- Tutoriels en ligne sur DataCamp, Coursera, et edX.

- **Outils et Logiciels :**
  - Environnement de développement intégré (IDE) : Jupyter Notebook, PyCharm.
  - Bibliothèques et frameworks : Pandas, NumPy, Scikit-Learn, TensorFlow, Keras.

UET 841 : Blockchain

Unité d'enseignement : Découverte

Matière : Blockchain

Coefficient : 01

Crédit : 2

Objectif du cours :

Ce cours est une introduction à la technologie blockchain, aux DistributedLedgers, aux outils cryptographiques pertinents et à l'implémentation des Smart contacts. Principalement, l'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour comprendre l'architecture de base, les mécanismes de consensus et d'autres principes qui sous-tendent la blockchain. Ce cours

permettra aussi aux étudiants d'acquérir des compétences pratiques pour utiliser, développer et exploiter de la technologie dans leurs projets de recherche et leurs activités professionnelles.

Connaissances préalables recommandées :

Les systèmes répartis et sécurité

Coefficient : 01

Programme :

Chapitre-1: Fondamentaux de la Blockchain
Chapitre-2: L'architecture technique et les composants de base de la blockchain
Chapitre-3: La Cryptomonnaie
Chapitre-4: Mécanismes de consensus
Chapitre-5 :Types de réseaux blockchain : permissioned, permission-lessledgers.
Chapitre-6 : Protocoles blockchain (platforms)
Chapitre-7 : Les smart contracts et les applications en science des données (gestion des données et de la sécurité, automatisation des processus analytiques, partage de données et l'auditabilité et traçabilité des données)

Références :

Xu, X., Weber, I., Staples, M. (2019). Existing Blockchain Platforms. In: Architecture for Blockchain Applications. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03035-3_2

Semestre 9

UEF911 : Système d'Aide à la Décision

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Système d'Aide à la Décision

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

Le module "Systèmes d'Aide à la Décision" vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts, des méthodes et des outils utilisés dans la conception, le développement et l'application des systèmes d'aide à la décision dans le contexte spécifique des Sciences des Données. À travers une exploration structurée des fondements théoriques, des composants technologiques, des types de systèmes et de leurs applications pratiques, ce module vise à habiliter les apprenants à analyser, interpréter et exploiter les données massives pour une prise de décision stratégique, tactique et opérationnelle efficace dans divers domaines des Sciences des Données.

Connaissances préalables recommandées :

Programme :

Chapitre 1 : Introduction aux Systèmes d'Aide à la Décision

- Définition et objectifs
- Importance et enjeux
- Historique et évolution
- Terminologie et concepts de base

Chapitre 2 : Fondements théoriques des Systèmes d'Aide à la Décision

- Modèles de prise de décision (rationnels, comportementaux)
- Processus de prise de décision
- Méthodes d'analyse des décisions

Chapitre 3 : Composants des Systèmes d'Aide à la Décision

- Systèmes informatiques (Logiciels, Matériel)
- Données et bases de connaissances
- Utilisateurs et interfaces

Chapitre 4 : Business Intelligence (BI)

- Définition et objectifs
- Composants et fonctionnalités
- Types de données et sources
- Outils et technologies
- Applications et bénéfices

Chapitre 5 : Types de Systèmes d'Aide à la Décision

- Systèmes d'information géographique (SIG)
- Systèmes experts
- Systèmes d'aide multicritère à la décision (MCDA)
- Systèmes de support interactif à la décision (SSID)
- Systèmes de recommandation

Chapitre 6 : Applications et bénéfices des Systèmes d'Aide à la Décision

- Secteurs d'application
- Avantages et inconvénients
- Études de cas et exemples pratiques

Chapitre 7 : Implémentation et gestion des Systèmes d'Aide à la Décision

- Processus de conception et de développement
- Intégration avec les systèmes existants
- Formation des utilisateurs
- Maintenance et évaluation des performances

Références :

1. Turban, E., & Aronson, J. E. (2018). "Decision Support Systems and Business Intelligence." Pearson.
2. Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). "Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective." Pearson.

UEF912 : Big Data

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Big Data

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

Le monde du big data implique des dimensions d'exploitation de données qui ne peuvent plus être gérées avec les approches classiques (programmation classique), dans ce contexte et à travers le contenu du module l'étudiant aura les compétences scientifiques et techniques pour la mise en place d'une solution de Big Data en environnement Hadoop, la mise en place d'une solution de stockage HDFS permettant d'organiser un très grand volume de données ainsi que la maîtrise des tâches MapReduce, le Framework qui permet d'agréger et de filtrer les données pour finalement les analyser.

Connaissances préalables recommandées :

Algèbre Linéaire et Statistiques, programmation et Bases de Données (SQL et NoSQL)

Programme :

CHAPITRE 1 : Paradigme de traitement des données massives

1- Identification

a. Données massives : Définitions et principes

b. Caractéristiques (5 V) : Volume, Vélocité, Variété, Véracité, Valeur.

2- Modèles de stockages des données massives : SGF Distribués

a. Qu'est-ce qu'un Système de Gestion de fichiers

b. Etude de cas : HDFS Hadoop

i. Introduction à l'écosystème Hadoop

ii. Hadoop (Définition et Historique)

iii. HDFS (rôle et principe)

iv. HDFS (Commandes usuelles)

v. HDFS (Architecture)

vi. HDFS (Configuration du Cluster)

vii. HDFS (Configuration Hardware du Cluster)

3. Modèle de traitement des données massives : MapReduce
   a. Introduction aux modèles de traitement distribué
   b. Traitement distribué avec MapReduce
      i. Qu'est-ce que HadoopMapReduce et pourquoi l'utiliser ?
      ii. Phases clés de MapReduce
      iii. Adaptation d'un algorithme pour le modèle MapReduce
      iv. MapReduce (Use cases)
   c. Traitement en mémoire avec Apache Spark
      i. Qu'est-ce qu'Apache Spark et pourquoi l'utiliser ?
      ii. Utilisation de RDD dans Spark
      iii. Utilisation de Spark SQL
      iv. Adaptation d'un algorithme pour le modèle Apache Spark
   d. Installation et configuration de Spark : Hadoop HDFS et Yarn
4. Langages d'abstraction des données
   a. Langage d'Abstraction avec Apache Hive
      i. Introduction à Apache Hive (Qu'est-ce que Apache Hive et pourquoi l'utiliser ?)
      ii. Le modèle de données Hive (tables, colonnes et types de données, les partitions)
      iii. HiveQL
      iv. Chargement des données avec Hive
      v. Analyse de données avec Hive (filtrage, agrégation et jointure)
      vi. Installation et Configuration de Hive.
   b. Langage d'Abstraction avec Apache PIG
      i. Introduction à PIG (Qu'est-ce que Apache Pig et pourquoi l'utiliser ?)
      ii. Modèle de données PIG (types de données, relations et opérations)
      iii. Fonctions PIG (fonctions de base, et fonctions utilisateur UDF)

iv. Langage PIG Latin (syntaxe, commandes et expressions)
v. Analyse des données avec PIG (chargement, filtrage, transformation, agrégation)
vi. Installation et Configuration de PIG

5. Les bases de données décentralisées
   a. Introduction aux bases de données NoSQL.
   b. Mécanismes de mise en oeuvre des bases de données NoSQL.
   c. Introduction à Apache HBase
   d. Modélisation, chargement et interrogation des données avec HBase
   e. Installation et configuration de HBase

CHAPITRE 2 : Ecosystèmes pour le traitement des données massives

1. Qu'est-ce qu'un écosystème ?
2. Architectures matériels et virtualisation
3. Etude de cas
   a. Hadoop, Spack, Yarn, …. etc

CHAPITRE 3 : Intégration des données : Création des pipelines

1. Introduction aux pipelines
2. Création de pipeline avec à Apache Flume et Sqoop
3. Ingestion de données avec Flume (fonctionnement Source, Channel, Sink)
4. Importation et l'exportation de données avec Sqoop
5. Configuration de Flume et Sqoop pour des cas d'utilisation spécifiques
6. Installation et configuration d'Apache Flume et Sqoop

CHAPITRE 4 : Mécanismes de traitement des flux de données continus

1- Introduction au traitement de flux de données en continu
2- Traitement de flux de données en continu avec Spark Streaming
   a. Qu'est-ce que Spark Streaming et pourquoi l'utiliser ?
   b. Utilisation de DStreams dans Spark Streaming
   c. Utilisation de sources de données en continu
   d. Utilisation de fenêtres de temps dans Spark Streaming

3-Traitement de flux de données en continu avec Kafka
   1- Architecture de Kafka
   2- Utilisation de Kafka Producer/Consumer/Connect

CHAPITRE 5 : Visualisation des données massives : Dashbord
   1- 1. Qu'est-ce qu'un tableau de bord
   2- 2. Mise en place d'un tableau de bord pour traitement de données en temps réel o
   3- (Kafka, Spark Stream, Hive, HDFS, etc.).

Ateliers et TP

- Installation de l'environnement (Machine virtuelle Linux Ubuntu + Docker)
- Configuration d'un Cluster Hadoop avec des conteneurs Docker
- Hadoop HDFS
- Hadoop MapReduce
- Pig
- Hive
- Flume et Sqoop
- Hbase et Hive
- Spark et (Spark+HBase)
- Spark Streaming
- Kafka et (Kafka+Spark)

Mode d'évaluation : Contrôle continu (40%), Examen (60%)

Références bibliographiques *(Livres et polycopiés, sites internet, etc)* :

1. Chokogoue, J. (2017). Hadoop: Devenez opérationnel dans le monde du Big Data.
2. White, T. (2012). Hadoop: The Definitive Guide (3rd ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
3. Ting, K., &Cecho, J. J. (2013). Apache Sqoop Cookbook. O'Reilly Media.
4. Narkhede, N., Shapira, G., &Palino, T. (2017). Kafka - The Definitive Guide. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
5. Thomas Erl, WajidKhattak, and Paul Buhler (2016): Big Data Fundamentals Concepts, Drivers & Techniques.

6. RajkumarBuyya Ph.D., Rodrigo N. Calheiros, Amir VahidDastjerdi (2016) : Big Data: Principles and Paradigms.

UEF921 : Calcul intensif

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Calcul Intensif

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

L'objectif de ce module est d'identifier les différentes architectures du HPC (High-Performance Computing) comme les MultiCoeurs, Cluster, Grilles et GPU (Graphical Processor Unit). Lister les différentes applications du HPC Optimiser les programmes pour tirer avantage des caractéristiques de l'architecture des processeurs. Concevoir, implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire partagée en utilisant OpenMP. Concevoir, implémenter et analyser des programmes parallèles avec mémoire distribuée en utilisant MPI (Message Passing Interface). Implémenter des programmes parallèles sur les GPUs en utilisant CUDA.

Connaissances préalables recommandées :

Architecture des Ordinateurs, Systèmes d'Exploitation et Programmation.

Programme :

Chapitre 1: Introduction au calcul Intensif

- Introduction aux architectures Parallèles
- Applications du HPC (High-Performance Computing)
- Modèles de Machines Parallèles et Classifications
- Modèle de Programmation Parallèle et Distribuée
- Problèmes Fondamentaux de la Programmation Parallèle Distribuée

Chapitre 2: Programmation Parallèle

- Modèles de Programmation Parallèle : mémoires partagées et distribuées et Multithreading
- Programmation parallèle avec les POSIX Threads du langage C (PThreads).
- Programmation parallèle avec les threads JAVA.TP
- Programmation parallèle avec OpenMP.

Chapitre 3: Calcul Distribué et Réparti

- Notions de Base
- Hadoop
- Spark

Chapitre 4: Calcul Parallèle avec GPU

- Introduction à l'architecture et calcul GPU
- Programmation CUDA
- Programmation OpenCL

Références :

1. Plaza, A. J., & Chang, C. I. (Eds.). (2007). High performance computing in remote sensing. CRC Press.
2. Dowd, K., & Severance, C. (2010). High performance computing.

UEF922 : Optimisation avancée et Méta heuristiques

Unité d'enseignement : Fondamentale

Matière : Optimisation avancée et Méta heuristiques

Coefficient : 03

Crédit : 05

Objectif du cours :

- Comprendre les concepts de base des métaheuristiques
- Concevoir et implémenter des algorithmes métaheuristiques
- Analyser et évaluer les performances des algorithmes métaheuristiques
- Comprendre les limitations et les défis des métaheuristiques
- Appliquer des techniques métaheuristiques à des problèmes réels

Connaissances préalables recommandées :

- Connaissance des langages de programmation tels que Python, Java, ou C++
- Connaissance de base de la théorie des probabilités et des statistiques
- Familiarité avec l'algèbre linéaire et le calcul

Programme :

Chapitre 1 : Introduction aux Métaheuristiques
- Aperçu des métaheuristiques
- Problèmes d'optimisation et défis
- Paradigmes de recherche métaheuristique
- Enjeux éthiques et juridiques des métaheuristiques

Chapitre 2 : Recherche Locale
- Escalade de colline et variantes
- Recuit simulé
- Recherche tabou
- Recherche locale itérée

Chapitre 3 : Algorithmes Génétiques
- Opérateurs génétiques
- Fonctions de fitness
- Taille et diversité de la population
- Évaluation des algorithmes génétiques

Chapitre 4 : Intelligence Collective
- Optimisation par essaims de particules (PSO)
- Optimisation par colonies de fourmis (ACO)
- Optimisation par essaim d'abeilles (BSO)
- Comprendre les concepts de base des métaheuristiques
- Concevoir et implémenter des algorithmes métaheuristiques
- Analyser et évaluer les performances des algorithmes métaheuristiques
- Comprendre les limitations et défis des métaheuristiques
- Appliquer des techniques métaheuristiques à des problèmes réels
- Évaluation de l'intelligence collective

Chapitre 5 : Optimisation Multi-Objectif
- Optimalité de Pareto et dominance de Pareto
- Algorithmes d'optimisation multi-objectifs
- Algorithme génétique de tri non dominé
- Optimisation multi-objectifs par essaim de particules

Chapitre 6 : Métaheuristiques Hybrides
- Algorithmes mémétiques
- Algorithmes génétiques hybrides
- Algorithmes d'intelligence collective hybrides
- Évaluation des métaheuristiques hybrides

Chapitre 7 : Applications des Métaheuristiques
- Métaheuristiques en ingénierie
- Métaheuristiques en finance
- Métaheuristiques en logistique
- Métaheuristiques en ordonnancement

Chapitre 8 : Défis et Perspectives Futures
- Défis et limitations des métaheuristiques
- Perspectives futures de la recherche sur les métaheuristiques
- Implications éthiques et sociétales des métaheuristiques

Références :

1. Drias-ZerkaouiHabiba : Algorithmique Moderne: Analyse et Complexité', OPU, Algiers
2. Kennedy, J. and Eberhart, R. (2001). Swarm Intelligence. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
3. Blum, Christian &Blesa, María&Roli, Andrea &Sampels, Michael. (2008). HybridMetaheuristics: An Emerging
4. Approach to Optimization. 10.1007/978-3-540-78295-7. Ma, Haiping& Shen, Shigen& Yu, Mei & Yang, Zhile&Fei, Minrui& Zhou, Huiyu. (2018). Multi-population

5. techniques in nature inspired optimization algorithms: A comprehensive survey. Swarm and Evolutionary Computation. 44. 10.1016/j.swevo.2018.04.011.
6. Sharma, s &Chahar, Vijay. (2022). A Comprehensive Review on Multi-objective Optimization Techniques: Past,
7. Present and Future. Archives of Computational Methods in Engineering. 29. 3. 10.1007/s11831-022-09778-9.

UEM931 : Cloud Computing

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Cloud Computing

Coefficient :02

Crédit : 03

Objectif du cours :

L'un des concepts les plus stratégiques sur lequel le cloud CloudComputing se base est le concept de virtualisation. Les services fondamentaux du cloud tels que le PaaS et le Iaas sont les services les plus touchés par le concept de virtualisation. Ces services font face à des défis importants tels que le redimensionnement des machines virtuelles suite à des besoins dynamiques de l'utilisateur, l'augmentation des ressources des machines virtuelles en termes de CPU, mémoire ou autre ressource. L'objectif de ce cours est de montrer d'une part l'évolution des technologies et des défis auxquels ont fait face les systèmes informatiques pré-cloud, notamment le clustering et palper ensuite d'une part les différences fondamentales entre les cluster et les cloud et d'autre part les défis et les problèmes techniques auxquels font face les infrastructures (les data center) du cloud.

Connaissances préalables recommandées :

Principes des bases de données, les réseaux informatiques et les systèmes d'exploitation.

Programme :

Chapitre 1: Introduction, Définition, origines et intérêt du Cloud Computing

- Définition du Cloud Computing
- Origines et évolution
- Caractéristiques et avantages du Cloud
- Importance dans le paysage technologique actuel

Chapitre 2: Modèles du Cloud.

- Software as a Service (SaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Infrastructure as a Service (IaaS)

Chapitre 3: Modèles du déploiement du Cloud.

- Cloud public
- Cloud privé
- Cloud hybride
- Cloud communautaire

Chapitre 4: Les Datacenters et Infrastructures Cloud

- Rôle des datacenters dans le Cloud Computing
- Architecture et fonctionnement des infrastructures cloud
- Tendances et innovations dans la conception des datacenters

Chapitre 5: Les techniques de virtualisation.

- Virtualisation des serveurs
- Virtualisation du stockage
- Virtualisation du réseau

Chapitre 6: Gestion des données dans le Cloud.

- Stockage et traitement des données
- Bases de données dans le cloud
- Data Lake et Data Warehouse

Chapitre 7: Sciences des Données dans le Cloud

- Analyse de données en ligne
- Machine Learning et Deep Learning dans le cloud

Chapitre 8: Sécurité dans le Cloud

- Défis de sécurité dans le cloud computing
- Mécanismes de sécurité et bonnes pratiques

- Solutions de cryptage, gestion des accès et surveillance des menaces

Chapitre 9: Service Level Agreement (SLA).

- Définition et importance des SLA
- Contenu typique des SLA dans le Cloud Computing
- Gestion et suivi des SLA pour assurer la qualité de service.

Références :

1. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture (The Prentice Hall Service Technology Series from Thomas Erl) 1st Edition by Thomas Erl, Ricardo PuttiniandZaigham Mahmood, 2014

UEM932 : Applications Avancées des Sciences de données

Unité d'enseignement : **Méthodologie**

Matière : Applications Avancées des Sciences de données

Coefficient : 03

Crédit : 04

Objectif du cours :

Le module "Applications avancéesdes Sciences de Données" vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des concepts fondamentaux et des outils pratiques des sciences de données, tout en explorant leur application dans des domaines spécifiques tels que la médecine, le forecasting et l'économie. En mettant l'accent sur les compétences pratiques, le programme permet aux étudiants de développer leur capacité à manipuler, analyser et interpréter des données, ainsi qu'à construire des modèles prédictifs dans des contextes réels. Le projet final offre une opportunité aux étudiants de mettre en pratique leurs connaissances en réalisant une analyse approfondie dans l'un des domaines étudiés. **Connaissances préalables recommandées** :

Programme :

Chapitre 1 : Introduction aux Sciences de Données

- Concepts fondamentaux des sciences de données
- Outils et langages de programmation (Python, bibliothèques essentielles)

Chapitre 2 : Applications en Médecine

- Introduction à l'analyse de données médicales
- Modélisation et prévision des données médicales
- Apprentissage automatique pour la prédiction des maladies

Chapitre 3 : Applications en Prévision (Forecasting)

- Introduction aux techniques de forecasting
- Séries temporelles et analyse de tendance
- Modèles ARIMA et autres méthodes de prévision

Chapitre 4 : Applications en Économie

- Analyse des données économiques
- Modèles économétriques et régression
- Applications de l'apprentissage automatique en économie

Chapitre 5 : Techniques Avancées en Projet Final

- Techniques avancées en science de données (Réseaux de neurones, Deep Learning)
- Visualisation des données et interprétation des résultats
- Projet final : Analyse complète de données dans un des domaines étudiés (médecine, forecasting, économie)

Références :

1. "Python for Data Analysis" par Wes McKinney
2. "Introduction to Statistical Learning" par Gareth James et al.
3. "Forecasting: Principles and Practice" par Rob J Hyndman et George Athanasopoulos

UEM933 : Système de Recommandation

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Système de Recommandation

Coefficient : 02

Crédit : 03

Objectif du cours :

Le cours de Systèmes de Recommandation vise à familiariser les étudiants avec les concepts, les techniques et les applications des systèmes de recommandation. L'objectif principal est de permettre aux étudiants de comprendre le fonctionnement des systèmes de recommandation, de maîtriser les méthodes de conception et d'évaluation, et d'explorer les défis et les opportunités dans ce domaine en pleine expansion.

Connaissances préalables recommandées :

- Une compréhension de base des concepts de base en intelligence artificielle et en apprentissage automatique.
- Des connaissances en programmation et en traitement de données seraient bénéfiques.
- Familiarité avec les concepts de base en théorie des graphes et en analyse de réseau

Programme :

Chapitre 1 : Introduction aux Systèmes de Recommandation

- **Définitions et Concepts de Base**
  - Introduction aux systèmes de recommandation et leur rôle dans la personnalisation des expériences utilisateur.
  - Applications et impact dans divers domaines tels que le commerce électronique, les médias sociaux et le streaming de contenu.

Chapitre 2 : Méthodes Collaboratives

- **Filtrage Collaboratif Utilisateur-Utilisateur**
  - Techniques pour identifier les utilisateurs similaires et recommander des items en fonction de leurs comportements passés.
- **Filtrage Collaboratif Objet-Objet**
  - Utilisation de similarités entre les items pour recommander des produits ou du contenu similaire à ceux déjà appréciés.

Chapitre 3 : Méthodes Basées sur le Contenu

- **Représentation et Extraction de Caractéristiques des Éléments**
  - Techniques avancées pour analyser les caractéristiques des items à recommander, en mettant l'accent sur l'importance de l'analyse de texte.
- **Utilisation de Classification et Clustering**
  - Application de techniques de machine learning pour organiser et recommander des items basés sur leurs caractéristiques.

Chapitre 4 : Modèles Probabilistes pour la Recommandation

- **Modèles Probabilistes Graphiques**
  - Utilisation de modèles probabilistes pour modéliser les relations entre utilisateurs, items et leurs interactions.
- **Modèles de Factorisation de Matrice**
  - Techniques de factorisation pour prédire les préférences utilisateur en utilisant des approches probabilistes.

Chapitre 5 : Évaluation des Systèmes de Recommandation

- **Métriques d'Évaluation**
  - Introduction aux métriques telles que la précision, le rappel et le taux d'erreur pour évaluer la performance des systèmes de recommandation.
- **Techniques d'Évaluation Offline et Online**
  - Méthodologies pour évaluer les systèmes de recommandation en temps réel et hors ligne, en se basant sur les interactions utilisateur.

Chapitre 6 : Problèmes et Défis dans les Systèmes de Recommandation

- **Problème de Démarrage à Froid**
  - Stratégies pour surmonter les défis liés au démarrage à froid des nouveaux utilisateurs et items.
- **Gestion de la Dynamique et de l'Évolutivité**
  - Techniques pour gérer la croissance des données et maintenir la performance à mesure que le système évolue.

Chapitre 7 : Applications Pratiques et Études de Cas

- **Études de Cas d'Implémentation**

- Exemples concrets d'implémentation de systèmes de recommandation dans différents secteurs comme le commerce électronique et les médias sociaux.

- **Développement de Projets Pratiques**
  - Guide étape par étape pour développer un projet de système de recommandation, en mettant l'accent sur l'application des méthodes étudiées.

Références :

1. "RecommenderSystems: An Introduction" par Jannach, Dietmar et al.
2. "Building Recommender Systems with Machine Learning and AI" par Priyanka et al.
3. "Introduction to Information Retrieval" par Manning, Christopher D. et al.
4. "Mining of Massive Datasets" par Leskovec, Jure et al.

UET211 : Rédaction Scientifique

Intitulé de l'UE : Rédaction Scientifique
Intitulé de la matière : Rédaction scientifique
Coefficients : 1
Crédit : 2
Objectifs de l'enseignement :
Cette matière vise à enseigner aux étudiants comment mener un travail scientifique correct tout en évitant les fautes. Ce module porte sur la méthodologie du travail scientifique.
Connaissances préalables recommandées :
Connaissances acquises durant le cursus de formation de la licence : Systèmes informatiques (SI) ou Ingénierie des Systèmes d'Information et du Logiciel (ISIL)

Programme :

1. Méthodologies/approches de recherche scientifique
2. Recherche bibliographique (localiser des articles dans des bons journaux, lecture Correcte)
3. Analyse critique des données/résultats
4. Structuration de rapports scientifiques
5. Rédaction académique (comment rédiger)
6. Présentation (comment exposer)
7. Ethique de recherche
8. Planification de recherche
9. Rédaction de propositions de recherche

Mode d'évaluation : Examen final écrit.
Références

Gastel, B., & Day, R. A. (2022). How to write and publish a scientific paper. ABC-CLIO.
Yentis, S. 19. How to write a paper. The SAS Handbook, 53.
Macnab, A. J. (2022). How to write up and publish your scientific research. GHMJ (Global Health Management Journal), 5(2), 88-91.