

## FICHE D'UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

### 1. Données concernant le programme d'études

1.1	Établissement d'enseignement supérieur	Université Technique de Cluj-Napoca
1.2	Faculté	Électronique, Télécommunications et Technologie de l'Information
1.3	Département	Télécommunications
1.4	Domaine d'étude	Ingénierie Électronique, Télécommunications et Technologies de l'Information
1.5	Cycle d'études universitaires	Master
1.6	Intitulé du programme d'études /de la qualification	Traitement du signal et des images (en français)
1.7	Type de formation	FP – formation présentielle
1.8	Code de l'UE	1.00

### 2. Données concernant l'UE

2.1	Intitulé	Éléments d'intelligence artificielle									
2.2	Domaine d'études (subject area)	Intelligence artificielle / Apprentissage profond									
2.3	Responsable de l'UE	Gabriel Oltean									
2.4	Responsable applications (TDs et TPs)	Laura Ivanciu									
2.5	Année d'études	I	2.6	Semestre	1	2.7	Méthode d'évaluation	E	2.8	Régime de l'UE	DS/DI

### 3. Volume horaire estimée

Année/ semestre	Intitulée de l'UE	No. sem.	Cours			Applications			Étude individuelle	TOTAL	Crédits ECTS
			[h/semaine]			[h/semaine]					
			S	L	P	S	L	P			
I / 1	Éléments d'intelligence artificielle	1	2		1				100	4	

3.1	Nombre d'heures par semaine	3	3.2	dont cours	2	3.3	applications	1
3.4	Nombre total d'heures dans le plan d'enseignement	120	3.5	dont cours	28	3.6	applications	14
Étude individuelle								Heures
Étude en utilisant le support et les notes de cours, manuels de spécialité et références bibliographiques								27
Documentation supplémentaire en bibliothèque, en utilisant des plateformes électroniques ou sur le terrain.								14
Préparation TDs/TPs, devoirs, rapports, portefeuilles, essais								14
Tutorat								
Méthode d'évaluation								3
Autres activités								-
3.7	Nombre total d'heures étude individuelle			58				
3.8	Nombre total d'heures par semestre			100				
3.9	Nombre de crédits ECTS			4				

#### 4. Pré-requis : (le cas échéant)

4.1	De curriculum	
4.2	En compétences	Connaissance des mathématiques élémentaires, utilisation des matrices, des mesures d'erreur, des fonctions, des dérivées partielles, une représentation binaire d'images, des notions d'optimisation; notions de programmation Python.

#### 5. Conditions (le cas échéant)

5.1	De déroulement du cours	Cluj-Napoca, online : Microsoft Teams
5.2	De déroulement des applications	Cluj-Napoca, online ; Microsoft Teams

#### 6. Compétences spécifiques

Compétences professionnelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Principes des techniques d'apprentissage automatique, apprentissage profond, optimisation.</li> <li>– Conception, mise en œuvre, test et exploitation de réseaux de neurones artificiels</li> <li>– Conception, implémentation, test et exploitation de réseaux de neurones profonds</li> <li>– Conception, mise en œuvre, test et fonctionnement de réseaux de neurones convolutifs</li> <li>– Utilisation de l'environnement Python, Colaboratory, pour le développement d'applications</li> </ul>
Compétences transversales	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identification des sources d'information et des ressources pour la communication et la formation professionnelle assistée (applications logicielles spécialisées, bases de données, portails Internet, cours en ligne, etc.) en roumain et en anglais.</li> <li>– Développement des compétences professionnelles, à la fois en équipe et de manière autonome; Résoudre des problèmes et prendre des décisions.</li> </ul>

#### 7. Objectifs d'apprentissage de l'UE (ressortant de la grille des compétences spécifiques)

7.1	Objectif général	Comprendre le besoin et les moyens de mettre en œuvre et d'utiliser des techniques d'intelligence artificielle (apprentissage automatique, réseaux de neurones artificiels, réseaux de neurones profonds, réseaux de neurones convolutifs, etc.)
7.2	Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre les concepts de base de l'intelligence artificielle / apprentissage profond</li> <li>- Acquérir les compétences nécessaires pour utiliser l'ARN pour la modélisation, la reconnaissance de forme, la prédiction.</li> <li>- Acquérir les compétences nécessaires pour utiliser les réseaux de neurones convolutifs (RNN) pour la vision par ordinateur (classification d'images, détection d'objets, reconnaissance de formes, etc.)</li> <li>- Acquérir les compétences nécessaires pour utiliser des réseaux de neurones récurrents pour des applications séquentielles</li> <li>- Acquérir les compétences nécessaires pour concevoir et mettre en œuvre des systèmes basés sur l'intelligence artificielle / l'apprentissage profond</li> </ul>

#### 8. Contenu

8.1. Cours (syllabus)		Méthodes d'enseignement	Remarques
1	1. Introduction. Fondamentaux de l'intelligence artificielle, apprentissage automatique, l'apprentissage profond. Types d'apprentissage.	Exposition, conversation heuristique, exemplification, problématisation, exercice didactique, étude de cas, démonstration, évaluation formative	Ordinateur portable, vidéoprojecteur, carte, connexion Internet, accès Google Drive
2	2. Modèles statistiques. Régression: simple, multiple, polynomiale. Qualité de la régression. Méthode de la descente de gradient (DG) pour l'apprentissage automatique. Fonction de perte, fonction de coût. Dérivé.		
3	3. Régression logistique du point de vue des réseaux de neurones. Fonction de coût. Méthode de la descente de gradient (DG) pour la régression logistique. Rétropropagation. DG pour plusieurs exemples d'apprentissage. Le perceptron.		
4	4. Réseaux de neurones artificiels (RNA) - concepts fondamentaux. Neurone artificiel. Réseaux de neurones artificiels à propagation avant. Paramètres d'apprentissage. Détermination de la sortie. Fonctions d'activation. Descente de gradient pour le RNA. Rétropropagation.		
5	Aspects de la mise en œuvre de l'ARN, en utilisant Python. Propagation avant, rétropropagation. Étude de cas. Mesures de la performance d'un classificateur binaire.		
6	Réseaux de neurones profonds avec L couches. Structure. Paramètres d'apprentissage. Propagation avant et rétropropagation. Paramètres et hyperparamètres; optimisation. Aspects de mise en œuvre pour plusieurs exemples d'apprentissage: apprentissage, test, utilisation.		
7	Réseaux de neurones convolutifs (RNC). Couches dans RNC. Convolution 2D, Convolution dans le volume de données, Fonction de regroupement (pooling), Couches entièrement connectées. Paramètres et hyperparamètres. Fonction d'activation Softmax. Schéma fonctionnel d'un RNC.		
8	Architectures RNC: LeNet-5, AlexNet, VGG-16., Inception, ResNets.		
9	Recommandations pour le développement et la mise en œuvre de réseaux neuronaux profonds: transfert de connaissances (transfer learning); Optimisation des hyperparamètres; Régularisation: L2, Normalisation, Abandon (dropout), augmentation des données.		
10	Algorithmes de détection. Localisation d'objets, détection d'objets, prédiction de Boîte englobante, Intersection sur Union (IOU), Suppression non-max, Boîtes d'ancrage.		
11	L'algorithme YOLO. Etude de cas: détection, suivi et comptage de véhicules avec YOLO.		
12	Reconnaissance de visage. Réseaux siamois convolutifs. Vérification et classification des visages. Transfert de style pour la génération d'images à l'aide de réseaux de neurones		
13	Réseaux de neurones récurrents. Structure. Architecture de la cellule de mémoire à long-court terme (LSTM). Étude de cas, prédisant le prix d'une monnaie virtuelle.		
14	Récapitulation. Préparation à l'évaluation.		

8.3. Applications (TPs)		Méthodes d'enseignement	Remarques
1	Google Colaboratory. Notebook. Utilisation de Python dans Colab, fonctions d'activation pour l'RNA	Expérience didactique, problématisation, analyse, implémentation et test de code	Un ordinateur, un tableau intelligent, connexion à l'internet, Google Colaboratory est utilisé
2	Opérations de base dans Python. Représentation d'image, redimensionnement massif des données, normalisation, diffusion, fonction Softmax, fonctions de perte.		
3	Classification des données planaires avec RNA, classification du prix d'une maison		
4	Implémentation de RNA à deux couches: définition d'architecture, initialisation des paramètres, propagation avant, rétropropagation, mise à jour des paramètres, apprentissage, tests.		
5	Réseau de neurones convolutifs pour la reconnaissance d'objets - CIFAR10		
6	Transfert de connaissances et optimisation d'un RNC		
7	TP de synthèse		

#### Bibliografie

1. Oltean, G., Elemente de inteligența artificială, <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/eai/>
2. Andrew Ng, Neural Networks and Deep Learning, <https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?specialization=deep-learning>
3. Andrew Ng, Improving Deep Neural Networks: Hyperparameter tuning, Regularization and Optimization, <https://www.coursera.org/learn/deep-neural-network?specialization=deep-learning#about>
4. Andrew Ng, Convolutional Neural Networks, <https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks?specialization=deep-learning>
5. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning), MIT Press, 2016, <http://www.deeplearningbook.org>
6. Ivan Vasilev, Daniel Slater, Gianmario Spacagna, Peter Roelants, Valentino Zocca, Python deep learning : exploring deep learning techniques and neural network architectures with PyTorch, Keras, and TensorFlow, Birmingham, UK ; Mumbai : Packt Publishing, 2019
7. Phil Kim, MATLAB deep learning : with machine learning, neural networks and artificial intelligence, Apress, 2017
8. Rutkowski, L., Computational Intelligence. Methods and Techniques, Springer, 2005, ISBN 978-3-540-76287-4, pp. 514;
9. Eberhart, R., Shi, Y., Computational Intelligence, Concepts to implementations, Elsevier Inc., 2007, ISBN: 978-1-55860-759-0, 467 pp.
10. Padhy, N., P., Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Oxford University Press, 2007, ISBN-13:978-0-19-567154-4, 614 pp.
11. Bastien Maurice, Deeply Learning, Cours theoriques, 2018, <https://deeplylearning.fr/cours-theoriques/>
12. Corentin Hardy. Contribution au développement de l'apprentissage profond dans les systèmes distribués. Intelligence artificielle Université Rennes 1, 2019. Français.
13. Frederic Sur. Introduction à l'apprentissage automatique. Ecole des Mines de Nancy. 2020-2021; [https://members.loria.fr/FSur/enseignement/apprauto/poly\\_apprauto\\_FSur.pdf](https://members.loria.fr/FSur/enseignement/apprauto/poly_apprauto_FSur.pdf)

9. Corroboration du contenu de la discipline avec les attentes des représentants de la communauté, des associations professionnelles et des employeurs dans le domaine lié au programme

Les compétences acquises sont nécessaires aux spécialistes travaillant dans le domaine du développement de solutions basées sur des techniques d'intelligence artificielle, des réseaux de neurones, des réseaux de neurones profonds, des réseaux convolutifs.

#### 10. Évaluation

Type	10.1	Critères d'évaluation	10.2	Méthode d'évaluation	10.3	Pourcentage de
------	------	-----------------------	------	----------------------	------	----------------

d'activité				la note finale
Cours		Le niveau d'acquisition des connaissances théoriques et le niveau des compétences pratiques acquises	Examen écrit / code Python pour l'évaluation sommative (traitement de sujets théoriques, résolution de problèmes)	60%
Applications		Le niveau de compétences pratiques acquises	Evaluation pendant les TPs, test des connaissances pratiques	40%

10.4 Normes minimales de performance

- Connaissance des concepts de base de l'intelligence artificielle / apprentissage profond, apprentissage supervisé et non supervisé,
- Connaissance des principes de fonctionnement des algorithmes / opérations fondamentaux DG, RNA, RNC
- Connaissance des moyens de configurer, mettre en œuvre, apprendre, tester et utiliser un RNA
- Connaissance des moyens de configurer, mettre en œuvre, apprendre, tester et utiliser un RNC pour la vision par ordinateur (classification d'images, détection d'objets, reconnaissance de formes, etc.)

$L \geq 5$  și  $E \geq 4$ , Nota =  $0,6E + 0,4L$

Date de remplissage	Responsable des applications	Responsable du cours
19.06.2023	Laura Ivanciu	Gabriel Oltean

Date d'avis en département 11.07.2023	Directeur du département Virgil Dobrotă, Professeur des universités
Date d'avis dans le Conseil de la Faculté d'Electronique, Télécommunications et Technologie de l'Information 12.07.2023	Doyen Ovidiu Pop, Professeur des universités