

Master Informatique

- Parcours Vision et Machine Intelligente

UFR de MATHÉMATIQUES et INFORMATIQUE

Université Paris Cité





Table des matières

1	Parcours Vision et Machine Intelligente (VMI)	5
1.1	Contexte de la formation	5
1.2	Présentation du parcours VMI	6
1.3	Objectifs	7
1.4	Débouchés	8
1.5	M2 en formation initiale (FI) ou en formation par apprentissage (FA)	8
1.6	Conditions et modalités d'admission	9
1.7	Candidatures	9
1.8	Contenu de l'enseignement	10
2	Syllabus M1	13
2.1	Programmation avancée	13
2.2	Bases du traitement du signal et des images	15
2.3	Introduction à la reconnaissance des formes	17
2.4	Analyse d'images	18
2.5	Géométrie algorithmique	19
2.6	Apprentissage machine	20
2.7	Réseaux de neurones pour la vision par ordinateur	22
2.8	Projet tutoré VMI	24
3	Syllabus M2	25
3.1	Apprentissage profond pour la vision	25
3.2	Imagerie 3D	27
3.3	Imagerie biomédicale	29
3.4	Séquences vidéo	31
3.5	Reconnaissance des formes avancée	32
3.6	Multi-modalité et IA générative	33
3.7	Recherche et extraction sémantique à partir de texte	34
3.8	Méthodologie et imageries thématiques	35
3.9	Interaction humain-robot	36
3.10	Sécurité de l'information appliquée	38
3.11	Veille et recherche sur sources ouvertes	40
3.12	Gouvernance et sécurité de l'information	42
3.13	Modélisation de systèmes intelligents	44
3.14	Projet de vision industrielle	45



1 Parcours Vision et Machine Intelligente (VMI)

Responsables :

- Parcours VMI et formation initiale : Laurent WENDLING et Camille KURTZ
- Formation en alternance (à partir du M2) : Nicolas LOMENIE et Sylvain LOBRY
- contacts : prénom.nom@u-paris.fr

Contact scolarité : masters@mi.parisdescartes.fr

CONTEXTE DE LA FORMATION

Université Paris Cité

L'Université Paris Cité (UPCité) est une université omni-disciplinaire, de recherche intensive et de rang mondial, labélisée « initiative d'excellence », avec une forte dimension professionnalisante. Elle se positionne au meilleur niveau international pour le rayonnement et l'originalité de sa recherche (117 unités de recherche), la diversité et l'attractivité de ses parcours de formation (une école d'ingénieur, deux IUT, 26 « graduate schools »), sa capacité d'innovation (Pôle Universitaire d'Innovation) et sa participation active à la construction de l'espace européen de la recherche et de la formation.

L'Université Paris Cité comprend trois Facultés (de Santé, des Sciences, et Sociétés & Humanités), et intègre un établissement-composante, l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP), et un organisme de recherche associé, l'Institut Pasteur. Elle compte 63 000 étudiant·es dont 3 000 doctorant·es, 7 540 enseignant·es chercheur·es, enseignant·es, chercheur·es et personnels administratifs. Forte de la grande diversité et de l'excellence de ses domaines disciplinaires alliant les sciences formelles, naturelles et expérimentales, les sciences humaines et sociales, et la santé, l'Université Paris Cité a fait de l'interdisciplinarité un marqueur essentiel de son identité et de sa signature « santé planétaire ». Elle s'appuie sur cette signature pour affirmer pleinement son ambition d'université à impact positif sur la société. Elle contribue ainsi à la préservation et au développement d'une société démocratique, plus durable, plus solidaire, plus égalitaire et plus robuste.

UFR de MATHÉMATIQUES et INFORMATIQUE

L'Unité de Formation et de Recherche (UFR) de Mathématiques et d'Informatique est l'une des dix composantes d'Université Paris Cité. Située au cœur du quartier Saint-Germain-des-Prés, à proximité du musée du Louvre et du Jardin des Tuileries, elle est responsable de



FIGURE 1.1 – L’Université Paris Cité et l’Unité de Formation et de Recherche (UFR) de Mathématiques et d’Informatique situées au cœur de Paris, quartier Saint-Germain-des-Prés, 45 rue des Saints-Pères, dans le 6e arrondissement.

la formation et de la recherche en informatique et en mathématiques appliquées de l’université. Elle compte 1102 étudiant·es, 170 intervenants extérieurs, 46 enseignants-Chercheurs et 23 personnels administratifs.

Master Informatique

Avec ce master, notre objectif est de présenter à tous les étudiants le monde de la recherche, élément nécessaire pour animer des entreprises innovantes. Les étudiants pourront découvrir des thématiques constituant les axes de recherche privilégiés du laboratoire LIPADE. Le M1 permet aux étudiants de passer du savoir au savoir-faire. Des projets applicatifs sont proposés.

Quatre parcours sont proposés à l’UFR de Mathématiques et d’Informatique :

- Parcours Intelligence Artificielle Distribuée (IAD)
- Parcours Données, Connaissances et Intelligence (DCI)
- Parcours Réseaux et Systèmes Autonomes (RSA)
- Parcours Vision et Machine Intelligente (VMI)

PRÉSENTATION DU PARCOURS VMI

Le parcours VMI propose aux étudiant(e)s une formation de [Master Informatique](#) approfondie dans les domaines liés au traitement d’images, à la reconnaissance visuelle, à la vision par ordinateur et à l’apprentissage machine qui forment des branches actuelles de l’intelligence artificielle (IA). Le parcours regroupe dans ses cours des agencements cohérents allant des fondements de la discipline jusqu’aux techniques les plus avancées pour la conception et le développement de machines intelligentes. La deuxième année (M2) peut être suivie soit en formation initiale (rythme classique d’enseignement puis stage de fin d’études) soit en formation par apprentissage (alternance entre périodes d’enseignement et périodes en milieu professionnel).



FIGURE 1.2 – Vidéo (accès en ligne) de présentation du parcours VMI.

Les enseignements sont dispensés aussi bien par des enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses de l'[Université Paris Cité](#) (notamment membres du [Laboratoire d'Informatique Paris Descartes](#) - LIPADE) et d'autres établissements (Institut Pasteur, Institut national de l'information géographique et forestière - IGN, etc.) que par des intervenants industriels. Le parcours aborde tous les thèmes de l'informatique moderne, des aspects pratiques aux aspects fondamentaux pour s'orienter vers les métiers de l'ingénierie informatique (R&D), de la recherche fondamentale ou appliquée et de l'enseignement supérieur.

OBJECTIFS

- **Développer une expertise avancée en imagerie et vision par ordinateur**

→ Acquérir des compétences approfondies en traitement, analyse et interprétation d'images, reconnaissance des formes, apprentissage machine (profond) et conception de systèmes intelligents.

- **Maîtriser les processus d'indexation et de traitement sémantique des contenus numériques**

→ Former des professionnels capables d'exploiter et d'automatiser l'analyse du contenu et des informations dans des bases de données multimédias et plurimédias.

- **Concevoir et mettre en œuvre des solutions innovantes dans des domaines appliqués**

→ Appliquer les méthodes théoriques à des cas concrets tels que l'imagerie médicale, la télédétection, l'analyse de vidéos, de documents, l'imagerie 3D ou le contrôle (qualité) non destructif.

• Former à la recherche et au développement (R&D) dans le domaine de la vision et de l'imagerie

→ Préparer les étudiants à contribuer à l'innovation scientifique et technologique, tant dans les laboratoires académiques que dans les entreprises du secteur.

Les concepts **d'intelligence économique, de veille stratégique au service de la défense de l'entreprise** seront aussi mis particulièrement en avant pour sensibiliser les étudiant(e)s à la nécessité de protéger le patrimoine informationnel.

DÉBOUCHÉS

Le parcours VMI forme des experts capables de concevoir, développer et déployer des systèmes intelligents autonomes et performants. Les diplômés acquièrent des compétences avancées en apprentissage automatique, traitement d'images, analyse de données multimédias, vision par ordinateur, intelligence artificielle (IA) et programmation logicielle, leur ouvrant l'accès à un large éventail de métiers.

Les débouchés se situent principalement dans les secteurs de la technologie, de la santé, de l'industrie, des transports, de l'édition électronique, de la sécurité / biométrie et de la recherche. Parmi les fonctions les plus courantes, on retrouve :

- **Ingénieur / concepteur en vision par ordinateur** : conception d'algorithmes de détection, reconnaissance et suivi d'objets ;
- **Data scientist / Data engineer** : analyse et valorisation de données multimédias (massives) pour la prise de décision ;
- **Chercheur, chef de projet ou ingénieur en IA** : développement de modèles d'apprentissage profond et d'IA générative ;
- **Ingénieur en robotique intelligente** : intégration de la perception visuelle et de la prise de décision dans les robots autonomes ;
- **Développeur de systèmes embarqués intelligents** : conception de solutions d'IA adaptées aux contraintes matérielles ;
- **Consultant en innovation ou en transformation numérique** : accompagnement des entreprises dans l'intégration de l'IA.

Les diplômés peuvent évoluer dans des entreprises technologiques, des laboratoires de recherche, des start-ups innovantes ou des centres R&D industriels, voire poursuivre en doctorat dans les thématiques du laboratoire LIPADE (ou d'autres structures) pour approfondir la recherche en IA et vision artificielle.

M2 EN FORMATION INITIALE (FI) OU EN FORMATION PAR APPRENTISSAGE (FA)

La première année (M1) est intégralement en formation initiale. La deuxième année (M2) peut être suivie soit en formation initiale (rythme classique d'enseignement puis stage de fin



FIGURE 1.3 – Soutenances de fin d’année des étudiants en alternance avec le [CFA numiA](#).

d’études) soit en formation par apprentissage (alternance entre périodes d’enseignement et périodes en milieu professionnel). Le centre de formation en apprentissage (CFA) nous accompagne dans la FA, d’une part dans la recherche d’entreprises pouvant accueillir nos étudiants et d’autre part dans le suivi des apprentis dans leurs missions. L’enseignement est organisé avec un rythme de 2 à 3 jours entre l’université et l’entreprise.

CONDITIONS ET MODALITÉS D’ADMISSION

Être titulaire d’une L3 à dominante informatique, ou d’un diplôme dans une formation d’un niveau équivalent. Les admissions en M1 reposent sur une sélection sur dossier (plateformes MonMaster, eCandidat, etc.). Une admission directe en M2 peut être envisagée (écoles d’ingénieurs, etc.) si les pré-requis sont satisfaits. Des bases en informatique et en mathématiques sont exigées pour l’entrée en M1 et M2.

Rentrée : mi-septembre.

CANDIDATURES

Vous trouverez sur [la page des candidatures](#) toutes les informations utiles.



FIGURE 1.4 – Une variété d’enseignements pluridisciplinaires pour acquérir les aspects fondamentaux de la vision par ordinateur, en intégrant des notions d’IA pour modéliser des systèmes allant de l’acquisition des données à l’extraction de connaissances et leur interprétation (ingénierie des connaissances), en passant par les modèles génératifs et la multimodalité.

CONTENU DE L’ENSEIGNEMENT

La première année (M1) est un tronc commun offrant une importante mutualisation d’enseignements avec d’autres parcours du Master Informatique. Elle introduit entre autres les bases du traitement des images, de la géométrie algorithmique, de l’apprentissage machine pour la vision, et de la reconnaissance des formes. Elle a pour but de fournir un ensemble d’outils informatiques et mathématiques nécessaires à la formation ainsi que quelques ouvertures.

La deuxième année (M2) est par essence pluridisciplinaire et les étudiants acquièrent les aspects fondamentaux de la vision par ordinateur, en intégrant des notions d’IA pour modéliser des systèmes allant de l’acquisition des données à l’extraction de connaissances et leur interprétation (ingénierie des connaissances), en passant par les modèles génératifs et la multimodalité. Les concepts d’intelligence économique, de veille stratégique au service de la défense de l’entreprise sont aussi mis particulièrement en avant pour une sensibilisation à la protection du patrimoine informationnel. L’orientation des étudiants vers un métier se fera par leur stage de M2 qui a lieu pendant tout le second semestre (ou par l’alternance sur toute l’année en FA) et pourra être réalisé dans un laboratoire de recherche ou dans une entreprise, avec l’accent mis soit sur la recherche soit sur le développement.



M1 semestre 1 (Informatique - Parcours VMI)

- Programmation avancée - 6 ECTS (Cours : 15h, TD/TP : 25h)
- Bases du traitement du signal et des images - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Introduction à la reconnaissance des formes - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Représentation des connaissances et raisonnement - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Optimisation et algorithmique - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Complexité algorithmique - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Probabilités et statistiques pour l'ingénieur - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Anglais - 3 ECTS (Autre forme d'enseignement : 20h)
- 1 UE obligatoire au choix - 3 ECTS : Administration système Unix/Linux (Cours : 13h, TD/TP : 12h); Engagement étudiant; Sport; UE d'ouverture; UE libre : mobilité

M1 semestre 2 (Informatique - Parcours VMI)

- Big data - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Apprentissage machine - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Géométrie algorithmique - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Analyse d'images - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Réseaux de neurones pour la vision par ordinateur - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Data science - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Programmation distribuée - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Programmation web - 3 ECTS (Cours : 13h, TD/TP : 12h)
- Projet tutoré VMI - 6 ECTS (Projet long étudiant)
- Stage facultatif - 0 ECTS

M2 semestre 3 (Informatique - Parcours VMI)

- Bloc "Vision par ordinateur" - 6 ECTS
 - Apprentissage profond pour la vision (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Imagerie 3D (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Imagerie biomédicale (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Séquences vidéo (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
- Bloc "Machine intelligente et perception" - 9 ECTS
 - Multi-modalité et IA générative (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Reconnaissance des formes avancée (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Méthodologie et imageries thématiques (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Recherche et extraction sémantique à partir de texte (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Interaction humain-robot (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
- Bloc "Veille et sécurité de l'information" - 6 ECTS
 - Gouvernance et sécurité de l'information (Cours et TD/TP intégrés : 12h)
 - Sécurité de l'information appliquée (Cours et TD/TP intégrés : 12h)
 - Veille et recherche sur sources ouvertes (Cours et TD/TP intégrés : 12h)
- Bloc "Compétences transversales" - 9 ECTS
 - Méthodes d'évaluation de la recherche (Cours et TD/TP intégrés : 15h)
 - Modélisation de systèmes intelligents (Projet long étudiant d'initiation à la recherche)
 - Projet de vision industrielle (TD/TP : 35h)

M2 semestre 4 (Informatique - Parcours VMI)

- Stage de M2 VMI - 30 ECTS (Stage de 4 à 6 mois)



2 Syllabus M1

PROGRAMMATION AVANCÉE

ECTS

6 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Sylvain Lobry

Objectifs

Obtenir un niveau en C++ et Python permettant de suivre les autres cours des parcours du Master Informatique

Compétences visées

Niveau de base en C++; Niveau avancé en Python

Contenu du cours

Ce cours introduit les bases de la programmation en C++ et Python. Après une introduction à la programmation générale (notamment, l'intérêt de maîtriser plusieurs langages, les paradigmes de programmation), les deux langages sont enseignés. En C++, nous partons d'un niveau basique en C pour voir les améliorations par rapport à ce langage. En particulier, nous nous concentrons sur la STL et la programmation orientée objet. En Python, toutes les bases sont revues pour arriver à une maîtrise basique du langage. Là encore, un accent particulier est mis sur la programmation orientée objet.

Volume horaire, modalité

Cours : 15h, TD/TP : 25h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Quiz en TD, projet, examen

Bibliographie et ressources

The Art of Computer Programming, Volume 1 : Fundamental Algorithms 1997 (Donald Knuth)

Prérequis

Expérience en C ou autre langage compilé.



Langue d'enseignement

Français



BASES DU TRAITEMENT DU SIGNAL ET DES IMAGES

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Gaël Mahé, Florence Cloppet

Objectifs

Savoir représenter un signal 1D ou 2D, l'analyser dans le domaine fréquentiel et lui appliquer différentes transformations de base (échantillonnage, filtrage, égalisation d'histogramme)

Compétences visées

Représenter, analyser et transformer un signal 1D ou 2D

Contenu du cours

Introduction : qu'est-ce que le traitement du signal et des images? Représentation fréquentielle des signaux analogiques 1D. Échantillonnage et quantification. Traitement de l'histogramme d'une image. Filtrage numérique. Analyse spectrale numérique

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

épreuves écrites et TP

Bibliographie et ressources

Le signal déterministe, David Declercq et André Quinquis, ed. Hermès, 1996; Le filtrage des signaux, David Declercq et André Quinquis, ed. Hermès, 1996; Signal déterministe, signal aléatoire : exercices et problèmes corrigés, sous la dir. de André Quinquis, ed. Hermès, 1999; Filtrage des signaux exercices et problèmes corrigés sous la dir. de André Quinquis, ed. Hermès, 1999; Aide-mémoire de traitement du signal, Francis Cottet, ed. Dunod, 2002; Traitement numérique du signal, une introduction. cours et exercices corrigés, Ad.W.M., ed. Dunod, 2003; Traitement numérique du signal, théorie et pratique, Maurice Bellanger, ed. Dunod, 2002

Prérequis

nombres complexes, manipulation de sommes et d'intégrales



Langue d'enseignement

Français



INTRODUCTION À LA RECONNAISSANCE DES FORMES

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Laurent Wendling

Objectifs

Ce module a pour objectif de former les étudiants à appréhender les mécanismes de base de la perception par ordinateur tout en gardant un esprit critique.

Compétences visées

Savoir modéliser les principales étapes d'un système de reconnaissance des formes.

Contenu du cours

Le module se fonde naturellement sur les méthodes de reconnaissance des formes statistiques et structurelles mais s'intéresse aussi à la démarche et aux interrogations que l'on doit se poser lors de l'élaboration d'un système de RF et sur les critères d'évaluation des approches via un projet. Le module s'achève sur un chapitre allant de l'historique des Réseaux de Neurones aux RN profonds.

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

1 projet et 1 examen final

Bibliographie et ressources

Pattern Recognition and Machine Learning– 23 août 2016 Édition en Anglais de Christopher M. Bishop

Prérequis

Bases en mathématiques; Algorithmique, structures de données

Langue d'enseignement

Français

ANALYSE D'IMAGES

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Camille Kurtz

Objectifs

L'objectif est de présenter les méthodes fondamentales de traitement d'images et de vision par ordinateur (acquisition, échantillonnage, amélioration, filtrage spatial et fréquentiel, détection de contours et de points d'intérêt, segmentation, etc.), participant à l'Intelligence Artificielle, et de donner un certain nombre d'applications pratiques sur des problèmes spécifiques. Il s'agit ici de comprendre les contraintes posées par l'automatisation de l'interprétation des contenus d'images et d'acquérir des méthodes de transformation d'images.

Compétences visées

Connaître des techniques d'analyse d'image. Savoir analyser un problème et concevoir une chaîne de traitement d'image. Savoir évaluer un logiciel et présenter les résultats. Réaliser un projet de vision par ordinateur, en C++ / Python avec OpenCV.

Contenu du cours

Révision / découverte des méthodes locales d'analyse d'image. Méthodes globales d'analyse, segmentation. Transformées : Hough, Radon, Moments variés. Points d'intérêt et descripteurs. Une variété de caractéristiques de formes, de textures et de contours.

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Examen final écrit, un projet et rendus de TP

Bibliographie et ressources

Gonzalez, Rafael (2018). Digital image processing. New York, NY : Pearson. ISBN 978-0-13-335672-4. OCLC 966609831

Prérequis

Bases en mathématiques (algèbre linéaire, probabilité, analyse); Notions d'apprentissage machine; Algorithmique, structures de données; Programmation impérative

Langue d'enseignement

Français



GÉOMÉTRIE ALGORITHMIQUE

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Florence Cloppet

Objectifs

Ce cours introduit les concepts fondamentaux de la géométrie algorithmique, branche de l'informatique qui étudie les algorithmes sur les objets géométriques. Les notions clés abordées incluent les structures de données géométriques, les triangulations, les enveloppes convexes et les intersections. L'objectif est de développer une compréhension pratique des méthodes permettant de modéliser, analyser et résoudre efficacement des problèmes géométriques complexes.

Compétences visées

Les étudiants acquerront la capacité de concevoir et analyser des algorithmes géométriques efficaces. Ils sauront manipuler des structures de données spatiales et implémenter des solutions à des problèmes de géométrie computationnelle. Ils développeront une pensée algorithmique rigoureuse appliquée à la modélisation et à la résolution de problèmes géométriques réels.

Contenu du cours

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Bibliographie et ressources

Géométrie algorithmique, 5 juillet 2000 de Jean-Daniel Boissonnat (Auteur), Mariette Yvinec (Auteur)

Prérequis

Une bonne maîtrise des structures de données, de la complexité algorithmique et des bases de la programmation (C++, Python ou équivalent). Des notions élémentaires en mathématiques discrètes et géométrie sont également recommandées.

Langue d'enseignement

Français

APPRENTISSAGE MACHINE

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Bruno BOUZY

Objectifs

Comprendre les fondements, souvent assez mathématiques, de l'apprentissage automatique. Être capable de développer un agent apprenant sur des problèmes de classification, d'approximation de fonction, ou d'optimisation. Avoir une vision la plus large possible des principaux outils d'apprentissage avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Compétences visées

Développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines (RNCP 39278 BC02). Mettre en relation une catégorie de problèmes avec les algorithmes de résolution adaptés et en évaluer la pertinence : limites d'utilisation et efficacité (RNCP 39278 BC05). Analyser, interpréter et synthétiser les résultats issus de systèmes informatiques complexes (RNCP 39278 BC07).

Contenu du cours

Ce cours est une introduction à l'apprentissage machine. Il donne un aperçu des méthodes d'apprentissage pour permettre aux étudiants informaticiens de faire le lien entre les outils informatiques existants et les méthodes souvent assez mathématiques qui sous-tendent ces outils. La première séance traite des généralités de l'apprentissage : les problèmes ciblés (classification, approximation de fonction, prédiction et optimisation) et les méthodes (principalement celles de l'apprentissage supervisé mais pas seulement). Le cours aborde ensuite les méthodes d'apprentissage une par une telles que les réseaux de neurones, les réseaux bayésiens, les arbres de décision, l'apprentissage symbolique, les méthodes ensemblistes, et les algorithmes génétiques. Il n'aborde pas l'apprentissage par renforcement et très peu l'apprentissage non supervisé.

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Contrôle continu intégral



Bibliographie et ressources

Antoine Cornuéjols, Laurent Miclet, Apprentissage artificiel, concepts et algorithmes, Eyrolles, 2002. Stuart Russell, Peter Norvig, Artificial Intelligence, a modern approach, Part V, chapters 18, 19, 20.

Prérequis

Quelques bases mathématiques.

Langue d'enseignement

Français

RÉSEAUX DE NEURONES POUR LA VISION PAR ORDINATEUR

ECTS

3 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Nicolas Loménie

Objectifs

Introduction aux bases de l'apprentissage profond pour la vision par ordinateur. Le cours couvre les réseaux de neurones convolutionnels et leurs applications principales. Des exercices pratiques illustrent les techniques modernes de traitement d'images.

Compétences visées

Comprendre les principes fondamentaux de l'apprentissage profond et des réseaux de neurones convolutionnels. Savoir concevoir, entraîner et évaluer des modèles pour des tâches de vision par ordinateur. Être capable d'appliquer des outils et frameworks modernes (Tensor Flow, PyTorch) à des problèmes réels d'analyse d'images. Esprit d'analyse d'un article ou d'un ensemble d'articles. Réalisation pratique d'un projet de vision par ordinateur et son évaluation

Contenu du cours

Séance 1 : MLP; Séance 2 : Backpropagation et regularization; Séance 3 : Principe CNN; Séance 4 : Regularization CNN; Séance 5 : CNN in practice (data aug + fine-tuning); Séance 6 : Révisions et TP; Séance 7 : Représentation aet visualisation (TSNE, UMAP, CAM); Séance 8 : Soutenance projet

Volume horaire, modalité

Cours : 13h, TD/TP : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Quiz en TD, projet, examen

Bibliographie et ressources

Dive into Deep Learning : Interactive deep learning book with code, math, and discussions; <https://d2l.ai/index.html>

Prérequis

Algèbre Linéaire



Langue d'enseignement

Français

PROJET TUTORÉ VMI

ECTS

6 ECTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Laurent Wendling

Objectifs

Ce module a pour objectif d'initier les étudiants à la recherche à partir d'une problématique concrète en lien avec les thèmes du Master VMI et les axes de recherche du laboratoire LIPADE.

Compétences visées

Savoir modéliser et analyser une méthode de recherche. Savoir présenter des travaux de recherche.

Contenu du cours

Projet long 1 semestre en binôme. Étude d'une problématique de recherche. Modélisation informatique. Évaluation expérimentale des résultats.

Volume horaire, modalité

Projet long étudiant

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Rapport, code et soutenance

Bibliographie et ressources

Prérequis

Introduction à la reconnaissance des formes

Langue d'enseignement

Français

3 Syllabus M2

APPRENTISSAGE PROFOND POUR LA VISION

Responsable(s) pédagogique(s)

Sylvain Lobry

Objectifs

Maîtriser des techniques récentes de vision par ordinateur

Compétences visées

Etre capable de proposer des solutions pour la segmentation, la détection d'objet la compréhension de séquences et l'apprentissage auto-supervisé

Contenu du cours

Ce module présente des techniques récentes, basées sur l'apprentissage profond pour résoudre des tâches classiques de la vision par ordinateur. Après une séance de rappel sur les notions de base de l'apprentissage profond, une séance est dédiée à la détection d'objet. Ensuite, une troisième séance traite de la segmentation sémantique. La quatrième séance est consacrée à la représentation des séquences (par exemple, avec les Transformers) et ses applications en vision. Enfin la dernière séance traite de l'apprentissage des représentations, notamment en auto-supervisé.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Examen, TP notés

Bibliographie et ressources

Elgendy, M. (2020). Deep Learning for Vision Systems. Manning Publications. ISBN 9781617296192. Bardhan, V. (2021). Computer Vision Using Deep Learning : Neural Network Architectures with Python and Keras. Apress. Shanmugamani, R. (2018). Deep Learning for Computer Vision : Expert Techniques to Train Advanced Neural Networks using TensorFlow and Keras. Packt Publishing. ISBN 9781788295628. Hassaballah, M., et Awad, A. I. (Eds.). (2020). Deep Learning in Computer Vision. CRC Press. ISBN 9780367484378.

Prérequis

Connaissances en apprentissage machine



Langue d'enseignement

Français



IMAGERIE 3D

Responsable(s) pédagogique(s)

Mehdi Daakir (IGN)

Objectifs

Comprendre le fonctionnement instrumental de la captation d'images ainsi que les phénomènes physiques impliqués dans ce processus. Analyser la chaîne de traitement photogrammétrique, en mettant l'accent sur les algorithmes utilisés à chaque étape. Savoir utiliser des outils logiciels pour générer un modèle 3D à partir d'images stéréoscopiques et évaluer la qualité du résultat obtenu.

Compétences visées

Comprendre les principes de la captation d'images, le fonctionnement des systèmes de prise de vue et les protocoles d'acquisition. Maîtriser l'ensemble de la chaîne de traitement photogrammétrique, de la prise d'images à la restitution 3D. Être capable de produire des modèles 3D à partir d'images et de réaliser une évaluation de la qualité des résultats.

Contenu du cours

Le module "Imagerie 3D" propose une initiation aux techniques de modélisation 3D à partir d'images, en particulier la photogrammétrie. Les élèves y découvrent les principes de la captation d'images et les protocoles d'acquisition, ainsi que les méthodes d'extraction de points d'intérêt (features), d'estimation de la trajectoire caméra par ajustement de faisceaux (bundle adjustment) pour restituer la géométrie d'acquisition, et enfin d'appariement dense (matching) pour reconstruire la géométrie de la scène. Le module alterne cours magistraux et séances de travaux pratiques, comme suivant : Séance 1 : Cours magistral – Introduction à la photogrammétrie : principes fondamentaux. Séance 2 : Travaux pratiques – Acquisition d'images d'une statuette à l'aide d'un plateau rotatif et d'une caméra montée sur trépied. Séance 3 : Cours magistral – Photogrammétrie avancée : calibration, ajustement de faisceaux, appariement dense. Séance 4 : Travaux pratiques – Traitement des données acquises et génération d'un modèle 3D de la statuette. Séance 5 : Travaux pratiques – Traitement d'un jeu de données drone avec couplage caméra/capteur de positionnement (GNSS) pour réaliser une modélisation 3D d'une scène réelle.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Devoir sur table d'une durée de 2h.



Bibliographie et ressources

Özyeşil, O., Voroninski, V., Basri, R., et Singer, A. (2017). A survey of structure from motion*. Acta Numerica, 26, 305-364. Förstner, W., et Wrobel, B. P. (2016). Photogrammetric computer vision (Vol. 6). Switzerland : Springer International Publishing. Pierrot-Deseilligny, M., et Paparoditis, N. (2006). A multiresolution and optimization-based image matching approach : An application to surface reconstruction from SPOT5-HRS stereo imagery. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36(1/W41), 1-5. Lowe, G. (2004). Sift-the scale invariant feature transform. Int. J, 2(91-110), 2. Fraser, C. S. (1997). Digital camera self-calibration. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote sensing, 52(4), 149-159.

Prérequis

Connaissances en traitement d'images, géométrie projective, estimation statistique, propagation des incertitudes, et expérience pratique en programmation (shell, Python, ... etc).

Langue d'enseignement

Français



IMAGERIE BIOMÉDICALE

Responsable(s) pédagogique(s)

Vannary MEAS-YEDID HARDY (Institut Pasteur)

Objectifs

Découvrir les principes fondamentaux des principales modalités d'imagerie médicale et biologique (ex. : IRM, scanner X, fluorescence, microscopie électronique). Comprendre les enjeux scientifiques, techniques et éthiques liés à l'acquisition et à l'analyse d'images biomédicales dans contextes variés de recherche, du diagnostic ou de l'innovation. Acquérir les compétences techniques nécessaires pour prétraiter, segmenter et interpréter une image biomédicale à l'aide de méthodologies dédiées et d'outils spécialisés.

Compétences visées

Être capable d'identifier la modalité d'imagerie biomédicale la plus adaptée à un contexte donné et d'en évaluer la qualité en s'appuyant sur les paramètres physiques (résolution, caractéristiques du signal, SNR). Être capable d'analyser une image biologique issue de la microscopie afin d'extraire, quantifier et interpréter des informations morphologiques, cellulaires et subcellulaires utiles à la recherche biomédicale ou au diagnostic.

Contenu du cours

Introduction à l'imagerie biomédicale : contexte et enjeux; Imagerie médicale; Imagerie microscopique; Analyse d'images biologiques : Détecter et suivre des spots, objets intracellulaires, Segmenter et suivre les cellules, Colocalisation. Computational pathology, Transformée en ondelettes, filtrage de Kalman, MHT (multiple hypothesis tracking), fonction K de Ripley, méthodes d'apprentissage profond, cadre statistique. Icy : <https://icy.bioimageanalysis.org/>, QuPath, <https://qupath.github.io/>

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Examen final Rapports de TD Capsule de présentation de 10'

Bibliographie et ressources

Chenouard et al. Objective comparison of particle tracking methods, Nature Methods, 11, pages 281–289 (2014); Smal et al. Quantitative Comparison of Spot Detection Methods in Fluorescence Microscopy, IEEE transactions on medical imaging 29 (2), 282–301; de Chaumont et al : Icy : an open bioimage informatics platform for extended reproducible research, Nature Methods, 9, 7, pp. 690–6, (2012); Bankhead, P., Loughrey, M.B., Fernández, J.A. et al. QuPath : Open source software for digital pathology image analysis. Sci Rep 7, 16878 (2017);



Mukherjee et al, Generalizing the Statistical Analysis of Objects' Spatial Coupling in Bioimaging, IEEE Signal Processing Letters, 27, 6, pp. 1085-9. (2020); Stringer et al. Cellpose : a generalist algorithm for cellular segmentation. Nat Methods 18, 100–106 (2021); N. Siddique, et al, "U-Net and Its Variants for Medical Image Segmentation : A Review of Theory and Applications," in IEEE Access, vol. 9, pp. 82031-82057, 2021; Benimam et al. Statistical analysis of spatial patterns in tumor microenvironment images. Nature Commun, 3090, 16, 1, 2025

Prérequis

Traitements et analyse d'images, python

Langue d'enseignement

Français



SÉQUENCES VIDÉO

Responsable(s) pédagogique(s)

Nicolas LOMENIE

Objectifs

Dans ce cours, il s'agit d'être capable de modéliser et calculer le mouvement dans des séquences d'images numériques.

Compétences visées

Esprit d'analyse d'un article ou d'un ensemble d'articles. Esprit de synthèse suite à la lecture d'un article. Réalisation pratique d'un projet de vision par ordinateur et son évaluation

Contenu du cours

Première partie : les problématiques de calibration de caméra permettent de faire le lien entre la perception 2D d'une scène et sa réalité 3D. Des techniques classiques d'estimation de paramètres de capteurs physiques sont passées en revue. Deuxième partie : les problématiques de calcul de flot optique sont étudiées et mise au goût du jour apprentissage profond. Troisième partie : une ouverture sur les problématiques de suivi d'objets est abordée avec des exemples pratiques notamment en imagerie médicale. Support de cours écrits et exploration de la librairie OpenCV

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Rendus de compte-rendu de travaux pratiques et lecture d'article

Bibliographie et ressources

Introductory techniques for 3-D computer vision - Trucco, Emanuele; Verri, Alessandro

Prérequis

Traitement d'Images

Langue d'enseignement

Français

RECONNAISSANCE DES FORMES AVANCÉE

Responsable(s) pédagogique(s)

Laurent Wendling

Objectifs

Comprendre les mécanismes de logique floue et leur intérêt pour la reconnaissance des formes

Compétences visées

Connaître les fondements pour modéliser des approches de fusions multi-sources ou la définition d'un système d'inférences en maîtrisant des concepts issus de la logique floue

Contenu du cours

Le contenu du cours reprend les notions de sous-ensembles flous (et systèmes d'inférences flous), classification floue, intégrales floues, théorie des possibilités et croyances re-centrées sur des problématiques de reconnaissance des formes.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

TP et examen

Bibliographie et ressources

Pattern Recognition and Machine Learning– 23 août 2016 Édition en Anglais de Christopher M. Bishop (Auteur); Fuzzy sets and fuzzy logic : theory and applications / George J. Klir, Bo Yuan

Prérequis

Algorithmique avancé; IA symbolique; Logique des prédicats

Langue d'enseignement

Français



MULTI-MODALITÉ ET IA GÉNÉRATIVE

Responsable(s) pédagogique(s)

Ayoub Karine

Objectifs

L'objectif de ce module est de comprendre les fondements des modèles d'IA générative et de l'apprentissage multimodal. Au-delà de la manipulation de l'apprentissage de ces modèles, des composantes de leurs architectures seront à programmer sans bibliothèques afin de bien assimiler leurs fonctionnements.

Compétences visées

Définir et expliquer les principes de la multimodalité (texte, image, audio, etc.); Comprendre les architectures d'apprentissage multimodal; Comprendre les architectures de l'IA générative; Évaluer et comparer les différentes architectures selon des métriques appropriées

Contenu du cours

Modèles multi-modaux non génératifs. Grands modèles de langage (LLM). Réseau Antagoniste Génératif (GAN). Modèles de diffusion. Modèles de vision et langage (VLM)

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Examen final écrit + projet

Bibliographie et ressources

Alamar, Jay, and Maarten Grootendorst. "Hands-on large language models : language understanding and generation. " O'Reilly Media, Inc., 2024; Joseph Babcock, and Raghav Bali. "Generative AI with Python and PyTorch : Navigating the AI frontier with LLMs, Stable Diffusion, and next-gen AI applications." Packt Publishing, 2025.

Prérequis

Mathématiques; Python et les bibliothèques Hugging Face et Pytorch; Apprentissage machine; Traitement d'images; Réseau neuronal convolutif; Réseau neuronal récurrent; Traitement du langage naturel

Langue d'enseignement

Français

RECHERCHE ET EXTRACTION SÉMANTIQUE À PARTIR DE TEXTE

Responsable(s) pédagogique(s)

Salima Benbernou

Objectifs

Comprendre les aspects de recherche d'information et extraction de la connaissance à partir du texte

Compétences visées

Recherche d'information, extraction de connaissances

Contenu du cours

Dans un premier temps, prise en main des techniques de recherche d'information classique (TF-Idf). Par la suite, les aspects extraction sémantiques sont abordés. Puis une introduction à l'utilisation de l'IA générative pour l'extraction sémantique en l'occurrence les transformers. Un cours est proposé avec des techniques de base. Puis un sujet de projet est proposé aux étudiants pour se familiariser avec l'extraction des connaissances en utilisant différentes techniques de machine learning/deep learning/réseau de neurones. Les étudiants doivent savoir maîtriser ces techniques et analyser les résultats obtenus.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

note de projet

Bibliographie et ressources

Prérequis

Langue d'enseignement

Français



MÉTHODOLOGIE ET IMAGERIES THÉMATIQUES

Responsable(s) pédagogique(s)

Camille Kurtz

Objectifs

Le but de ce module est d'enrichir la culture des étudiant(e)s dans les domaines liés à l'image et la vision machine, aussi bien au niveau méthodologique que thématique / applicatif, sur des sujets qui ne seront pas abordés dans les cours. Elle se décompose en un ensemble de séminaires (environ 5 séances de 3h) pouvant combiner cours et travaux pratiques. Les séminaires, qui pourront varier d'une année sur l'autre, feront intervenir des enseignants-chercheurs de l'UFR mais également des chercheurs d'autres instituts (IGN, Pasteur, etc.) ou des personnes extérieures du monde de la recherche, de la RetD, ou de l'industrie.

Compétences visées

Éléments d'analyse d'images, de reconnaissance des formes, de vision par ordinateur. Applications thématiques (géosciences, médecine, etc.). Emploi de bibliothèques de vision artificielle (OpenCV, Pytorch) et thématiques (manipulation d'images satellitaires, biomédicales, etc.)

Contenu du cours

Illustration de cinq chapitres pouvant être abordés : Analyse d'images de télédétection. Pathologie digitale, modèles "fondation" et science de la couleur. Imagerie sous-marine. Analyse d'images de documents. Apprentissage profond éco-responsable : distillation, frugalité

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

TP notés

Bibliographie et ressources

Prérequis

Connaissances en traitement d'images, vision, reconnaissance des formes, apprentissage machine

Langue d'enseignement

Français

INTERACTION HUMAIN-ROBOT

Responsable(s) pédagogique(s)

Nizar Ouarti (Pixel Robotics)

Objectifs

Ce cours d'introduction est conçu pour explorer la synergie entre capteurs et intelligence artificielle. Adapté aux étudiants de master, il ne requiert aucune connaissance préalable, hormis une compréhension de base des mathématiques et une connaissance de base de Pytorch. Nous explorerons comment la perception numérique peut émerger grâce à la synergie entre capteurs et modèles d'IA.

Compétences visées

À la fin de ce cours, les étudiants seront capables de : se familiariser avec les différents types de capteurs couramment utilisés en robotique, notamment les caméras, la stéréovision, les caméras à temps de vol (ToF), les LIDAR, les IMU et les microphones. Comprendre les principes de base des algorithmes clés tels que les algorithmes de disparité, les filtres complémentaires, les arbres de distribution de clés, les réseaux convolutifs et les réseaux de transformateurs. (Remarque : la description détaillée des algorithmes dépasse le cadre de ce cours ; nous nous concentrerons sur leurs principes généraux et leurs applications.). Comprendre les avantages et les limites des différents capteurs et algorithmes. Tester quelques algorithmes.

Contenu du cours

Le cours est structuré en plusieurs modules, chacun axé sur différents aspects de la perception numérique et de l'IA. Le calendrier provisoire est le suivant : Introduction à la perception numérique et à l'IA : Présentation du domaine et de son importance. Capteurs en robotique : Exploration de différents capteurs et de leurs applications. Principes fondamentaux des modèles d'IA : Introduction aux modèles standard et pilotés par l'IA pour l'interprétation des données. Exploration des algorithmes clés : Compréhension des algorithmes fondamentaux de la perception numérique. Code de base et test des bibliothèques. Bilan du cours et préparation à l'examen : Synthèse du contenu du cours et préparation à l'évaluation finale.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 15h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Un examen basé sur le contenu du cours sera proposé pour évaluer les étudiants. Un projet développé avec Pytorch est développé pendant cette période, avec des retours fréquents de l'enseignant. L'objectif est d'obtenir un logiciel d'IA original, lié à la perception. Les notes finales seront calculées sur la base de la moyenne de l'examen final et de la note du projet. Une présence régulière et une participation active sont fortement encouragées pour une bonne compréhension du contenu du cours.



Bibliographie et ressources

Une liste de ressources et de logiciels en ligne sera fournie au début du cours. Des bibliothèques open source clés telles qu'OpenCV, PyTorch et NumPy seront largement utilisées dans le cadre du projet. Ce cours est conçu pour être interactif et favoriser la réflexion. L'objectif n'est pas d'être un simple utilisateur des bibliothèques, mais de comprendre ce qui se passe en coulisses. Des devoirs seront fournis pour assurer un apprentissage et une évaluation continus. Les étudiants sont encouragés à participer activement aux discussions et à tester les bibliothèques et le code proposé.

Prérequis

Compréhension de base des mathématiques, de Pytorch et de Python.

Langue d'enseignement

Français

SÉCURITÉ DE L'INFORMATION APPLIQUÉE

Responsable(s) pédagogique(s)

Christophe BATBEDAT (cybersécurité) Bruno NOEL (Sécurité économique)

Objectifs

Permettre aux étudiants de comprendre les problématiques de cybersécurité en pratique et d'être en mesure d'échanger sur ces sujets avec des équipes dédiées au sein de leur organisation.

Compétences visées

Connaissances générales en matière de cybersécurité appliquée. Bases permettant d'approfondir ces questions si besoin. Compréhension de la méthodologie d'analyse de risques et de risque en général. Compréhension de ce que fait une équipe de cybersécurité dans une entreprise.

Contenu du cours

Ce module présente (selon le temps disponible dû aux échanges avec les étudiants) : Le marché des vulnérabilités ; La gestion des vulnérabilités : cycle d'exploitation, CVSS, processus de gestion ; Le top-10 OWASP ; Les vulnérabilités réseau ; L'analyse de risques de cybersécurité : norme ISO 27005, EBIOS, EBIOS RM ; Une brève histoire de la cryptographie ; Les bases de cryptographie : principes de Kerckhoffs, types et familles de chiffrement, modes d'opération dans le chiffrement par blocs ; Échanges de clés ; Fonctions à sens unique ; Protocoles de sécurité ; PKI et Certificats ; Cybersécurité : Le cours est magistral, basé sur une présentation powerpoint, illustrée par mon expérience professionnelle (depuis 2011). Il s'appuie sur la participation active des étudiants. Le contenu des cours est transmis aux étudiants. Sécurité économique : idem

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Cybersécurité : Contrôle continu Type du contrôle continu (exposé, QCM, écrit...) : Quiz : QCM incluant du texte court écrit : 3 cours x 20 min (1h) + MOOC : SecNumAcademie.gouv.fr (ANSSI) : 4 modules x 1h (4h) + MOOC : atelier-rgpd.cnil.fr/ (CNIL) : 5 modules x 1h (5h) Quiz (interrogations en séance) : Au début de chaque cours, les étudiants sont susceptibles d'avoir environ 15 min pour répondre à quelques questions portant sur le cours précédent. Le travail préparatoire consiste à écouter le cours en séance, et à le lire attentivement avant la séance suivante. MOOC (travail à faire chez soi) : Les étudiants ont jusqu'au dernier cours pour transmettre leurs certificats des MOOC de l'ANSSI SecNumAcademie et de la CNIL L'Atelier RGPD. Chacune des entités de chaque module se termine par un questionnaire qui peut être tenté autant de fois que souhaité.

Sécurité économique : à définir



Bibliographie et ressources

Selon le dernier rapport du World Economic Forum, la cybersécurité se place en 4^{ième} (à échéance 0-2 ans) et 8^{ième} (à échéance 2-5 ans) positions des enjeux les plus importants pour l'humanité. Loi de Programmation Militaire (voir chapitre IV LPM 2013), Référentiel Général de Sécurité, RGPD, directives Network and Information Security (NIS1 et NIS2, DORA, MiCA, CRA)... la réglementation se durcit pour protéger le tissu économique et la démocratie. Avec la dématérialisation croissante (très accélérée par le confinement) l'usage des services numériques a explosé, offrant de nouvelles opportunités pour les sources de menaces, qui peuvent jouer avec les frontières et les juridictions dans le cyberspace pour réduire leurs risques. L'offre d'outils et services de cyber malveillance se développe toujours plus rapidement. Par exemple, le délai entre l'apparition d'une nouvelle vulnérabilité publique et les premières exploitations malveillantes ne fait que diminuer. Des équipes spécialisées proposent des solutions qu'ils louent au plus grand nombre, faisant chuter le prix unitaire : l'accès à des fonctions de pointe est devenu possible à des personnes qui ne pouvaient pas. Les actes de cybercriminalité à but lucratif se multiplient (cf. Etat de la menace liée au numérique), mais l'Influence (cf. TikTok) et l'espionnage de journalistes ou de personnalités politiques ne sont pas en reste. Il apparaît donc indispensable de sensibiliser les étudiants à ces enjeux, de leur expliquer comment fonctionne la cybersécurité, sa normalisation, la réglementation, les principes de l'analyse de risques en cybersécurité, de la gestion des vulnérabilités, et de leur présenter les bases de la cryptographie pour qu'ils disposent du socle minimal pour comprendre la complexité de cet environnement qui peut leur paraître distant mais dans lequel ils sont pourtant, comme tout le monde, immergés.

Prérequis

Pas de prérequis particulier

Langue d'enseignement

Français

VEILLE ET RECHERCHE SUR SOURCES OUVERTES

Responsable(s) pédagogique(s)

Buno NOEL

Objectifs

Vous faire prendre conscience que chaque individu est en permanence engagé dans un processus de veille, avec une appétence variable d'un individu à l'autre, basée sur une compétence tacite, "la curiosité". Nous allons vous proposer une approche pragmatique, facile à assimiler et adaptable, qui vous soit utile dans votre prochaine vie professionnelle, particulièrement lorsque vous aurez à faire un choix. Au final, les bonnes décisions s'appuient sur des informations fiabilisées pour en limiter les risques. C'est le propre de la veille d'apporter ces renseignements utiles à partir des bonnes sources, au bon moment dans la forme attendue et dans le respect de règles strictes.

Compétences visées

Fondamentaux de la veille et de l'intelligence économique ; Recherche d'information sur internet

Contenu du cours

Le module vise à acquérir et mettre en pratique. Compréhension des enjeux, des apports, moyens et limites. Concepts clés liées. Approche méthodologique / conceptualisation : cycle du renseignement / cycle de l'information ; types de veille ; processus de veille : du besoin à la mise en œuvre d'une démarche de veille stratégique. Approche technique et pratique - Professionnaliser et adapter sa veille aux sources d'informations. Les fondamentaux de la recherche efficace sur sources ouvertes ; Premiers pas dans l'utilisation d'outils permettant l'automatisation de certaines tâches de veille ; apport de l'analyse et de l'IA. Mise en application : réalisation d'un projet de veille (méthodologie de veille / recherche d'information, consolidation et synthèse). CM en présentiel sous forme de conférence participative. Support slides. L'étudiant souhaitant approfondir sera orienté vers un référentiel documentaire et de sources disponibles sur Internet pour enrichir ses connaissances.

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Contrôle continu dont projet

Bibliographie et ressources

Rapport Martre – « IE et Stratégie des entreprises » (Commissariat Général au Plan) - 1994 ; Veille Stratégique - E. PATEYRON - 1999 -Ed Decitre ; Rapport CARAYON – « IE, compétitivité et cohésion sociale » - 2003 ; L'Intelligence Économique : la comprendre, l'implanter, l'utiliser -



F. JAKOBIAK - Éditions Eyrolles - 2009 ; Guide pratique de l'intelligence économique - la méthode MADIE - C. COUTENCEAU - Editions Eyrolles - 2009 ; Maîtriser et pratiquer - Veille Stratégique et Intelligence Economique - 2010 - L.HERMEL, Edition AFNOR ; Référentiel formation Intelligence Economique et nouveaux risques du 21ème siècle - 2011 - Ministère de l'Enseignement Supérieur ; Intelligence Économique : Références et notions clés - juin 2015 - Délégation Interministérielle à l'Intelligence Économique ; Le Guide du Routard de l'Intelligence Économique – Ed 2016 - Délégation Interministérielle à l'Intelligence Économique ; Système 1, Système 2 : les deux vitesses de la pensée - D. KAHNEMAN, Ed. Flammarion ; Gouvernance de la politique de sécurité économique. Décret n°2019-206 (20/03/2019) ; Circulaire du 17 juin 2019 relative à la politique interministérielle de sécurité économique (SGDSN, CISSE et SHFD MININT) ; Veille Stratégique à l'usage des décideurs, M-C CHALUS-SAUVANNET - Ed. EMS ; Management et Sociétés - 2021 ; Rapport Sénat « Anticiper, adapter, influencer : l'IE comme outil de reconquête de notre souveraineté » - 2023 ; La boîte à outil de l'intelligence économique - C. Deschamps, N.Moinet - DUNOD - 2017 ; Livre blanc "Le cadre légal de l'OSINT : reflexion communautaire" - AEGE - 1ère édition 2023 ; OSINT techniques : ressources for uncovering online information M.Bazzell et J.Eduson, Eleven Edition - 2024

Prérequis

Curiosité ; capacité d'analyse ; capacité de synthèse

Langue d'enseignement

Français

GOUVERNANCE ET SÉCURITÉ DE L'INFORMATION

Responsable(s) pédagogique(s)

Christophe BATBEDAT (cybersécurité)

Objectifs

Faire comprendre aux étudiants le contexte général de la cybersécurité afin d'être en mesure d'échanger sur ces sujets avec des équipes dédiées au sein de leur organisation; voire de travailler dans ce domaine.

Compétences visées

Connaissances générales en matière de cybersécurité appliquée. Bases permettant d'approfondir ces questions si besoin. Compréhension de la méthodologie d'analyse de risques et de risque en général. Compréhension de ce que fait une équipe de cybersécurité dans une entreprise.

Contenu du cours

Ce module présente (selon le temps disponible dû aux échanges avec les étudiants) : Le vocabulaire général; Les catégories de cibles, motivations, méthodes; Les acteurs de la cybersécurité; Les outils de détection et de réaction; La gestion des crises d'origine cyber; Le cadre réglementaire; L'état de la menace liée au numérique; La norme ISO 27000; Le corpus documentaire en sécurité de l'information; Le référentiel général de sécurité (RGS); Le guide d'hygiène informatique; Le framework du NIST

Volume horaire, modalité

Cours et TD/TP intégrés : 12h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Contrôle continu; Type du contrôle continu (exposé, QCM, écrit...) : Quiz : QCM incluant du texte court écrit : 3 cours x 20 min (1h) + MOOC : SecNumAcademie.gouv.fr (ANSSI) : 4 modules x 1h (4h) + MOOC : atelier-rgpd.cnil.fr/ (CNIL) : 5 modules x 1h (5h); Quiz (interrogations en séance) : Au début de chaque cours, les étudiants sont susceptibles d'avoir environ 15 min pour répondre à quelques questions portant sur le cours précédent. Le travail préparatoire consiste à écouter le cours en séance, et à le lire attentivement avant la séance suivante. MOOC (travail à faire chez soi) : Les étudiants ont jusqu'au dernier cours pour transmettre leurs certificats des MOOC de IA NSA SecNum Académie et de la CNIL L'Atelier RGPD. Chacune des entités de chaque module se termine par un questionnaire qui peut être tenté autant de fois que souhaité.



Bibliographie et ressources

"Selon le dernier rapport du World Economic Forum, la cybersécurité se place en 4^{ième} (à échéance 0-2 ans) et 8^{ième} (à échéance 2-5 ans) positions des enjeux les plus importants pour l'humanité. Loi de Programmation Militaire (voir chapitre IV LPM 2013), Référentiel Général de Sécurité, RGPD, directives Network and Information Security (NIS1 et NIS2, DORA, MiCA, CRA)... la réglementation se durcit pour protéger le tissu économique et la démocratie. Avec la dématérialisation croissante (très accélérée par le confinement) l'usage des services numériques a explosé, offrant de nouvelles opportunités pour les sources de menaces, qui peuvent jouer avec les frontières et les juridictions dans le cyberspace pour réduire leurs risques. L'offre d'outils et services de cyber malveillance se développe toujours plus rapidement. Par exemple, le délai entre l'apparition d'une nouvelle vulnérabilité publique et les premières exploitations malveillantes ne fait que diminuer. Des équipes spécialisées proposent des solutions qu'ils louent au plus grand nombre, faisant chuter le prix unitaire : l'accès à des fonctions de pointe est devenu possible à des personnes qui ne pouvaient pas. Les actes de cybercriminalité à but lucratif se multiplient (cf. Etat de la menace liée au numérique), mais l'Influence (cf. TikTok) et l'espionnage de journalistes ou de personnalités politiques ne sont pas en reste. Il apparaît donc indispensable de sensibiliser les étudiants à ces enjeux, de leur expliquer comment fonctionne la cybersécurité, sa normalisation, la réglementation, les principes de l'analyse de risques en cybersécurité, de la gestion des vulnérabilités, et de leur présenter les bases de la cryptographie pour qu'ils disposent du socle minimal pour comprendre la complexité de cet environnement qui peut leur paraître distant mais dans lequel ils sont pourtant, comme tout le monde, immergés.

"

Prérequis

Pas de prérequis particulier

Langue d'enseignement

Français

MODÉLISATION DE SYSTÈMES INTELLIGENTS

Responsable(s) pédagogique(s)

Camille Kurtz

Objectifs

Il s'agit d'aborder la vision artificielle et les machines intelligentes à partir d'études de cas et d'un projet long. Par binôme, les étudiant(e)s choisissent en début d'année un thème scientifique faisant écho aux thématiques du parcours VMI (IA, vision, image, texte, etc.) et aux travaux de recherche du laboratoire (apprentissage de représentations, détection, reconnaissance, multimodalité, etc.). L'objectif est ensuite de monter en compétence sur ce domaine sous l'angle de la démarche scientifique. Ce module-projet comporte plusieurs étapes : état de l'art, communication orale, projet de développement.

Compétences visées

Apprentissage de la démarche scientifique, étude de cas et projet de développement, communication orale / écrite

Contenu du cours

Le module se déroulera en trois phases principales : Phase 1 : approfondissement d'un thème de recherche spécifique : projet d'analyse et de synthèse qui consiste en la rédaction d'un état de l'art sur un sujet ; Phase 2 : communication orale (présentation d'un article scientifique) : exposé en anglais d'un article de recherche ; Phase 3 : réalisation d'un système intelligent d'analyse de données (image, texte) - projet : pour juger de la capacité à réaliser pratiquement une application et à développer un esprit critique

Volume horaire, modalité

Projet long étudiant d'initiation à la recherche

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

rapports, soutenances et codes via Github

Bibliographie et ressources

Prérequis

Connaissances en traitement d'images, vision, reconnaissance des formes, apprentissage machine

Langue d'enseignement

Français



PROJET DE VISION INDUSTRIELLE

Responsable(s) pédagogique(s)

Nizar Ouarti (Pixel Robotics)

Objectifs

Compétences visées

Contenu du cours

Volume horaire, modalité

TD/TP : 35h

Mode d'évaluation (CC, examen final, projet, etc.)

Bibliographie et ressources

Prérequis

Langue d'enseignement

Français