



DIGISPORT
GRADUATE SCHOOL

SYLLABUS

MASTER SCIENCES DU NUMÉRIQUE ET SPORT

MASTER 2 – SEMESTRE 1

Période d'habilitation 2022 -2027

L'ÉCOLE UNIVERSITAIRE DE RECHERCHE DIGISPORT

DIGISPORT est une École Universitaire de Recherche (EUR) proposant une formation hybride qui englobe les domaines des sciences du sport et des sciences du numérique.

Elle garantit l'excellence dans la recherche et l'enseignement pour les étudiants et les professionnels en proposant des collaborations avec des équipes de recherche nationales et internationales. DIGISPORT contribue à faire progresser l'utilisation et l'efficacité des technologies numériques dans le domaine du sport et de l'activité physique, en ayant un impact sur toutes les parties prenantes, qu'il s'agisse des utilisateurs sportifs ou en quête d'activité physique, des entraîneurs, des éducateurs, des gestionnaires ou des acteurs du monde socio-économique.

DIGISPORT propose une formation intégrée sur 5 ans (Master, Doctorat) : modulaire, interdisciplinaire et internationale, qui permet à l'étudiant de construire un parcours individualisé.

PRÉSENTATION DE LA MENTION

Le master mention Sciences du Numérique et Sport propose une formation basée sur la recherche et l'innovation, pour former des professionnels capables de :

- Appréhender les enjeux de la transformation numérique du sport dans toutes ses dimensions (sport performance, sport santé, sport pour tous).
- Développer une vision cohérente des principales problématiques scientifiques et techniques liées à l'intégration des nouvelles technologies dans le domaine du sport et de l'activité physique, de leurs usages ainsi que des mutations structurantes et des innovations qu'elles apportent.
- Maîtriser les concepts, méthodes, outils, et savoir-faire technologiques qui soutiennent les développements actuels du domaine.



CONTACTS

Responsables pédagogiques :

Françoise Rannou Bekono – françoise.bekono@univ-rennes2.fr

Richard Kulpa – richard.kulpa@univ-rennes2.fr

Responsable scolarité :

Meyline Houdus – digisport@univ-rennes2.fr

GLOSSAIRE

UEF : Unité d'Enseignement Fondamental

UE : Unité d'Enseignement

ECTS : European Credits Transfer System

CM : Cours magistral

TD : Travaux dirigés

TP : Travaux pratiques



UEF1 : Socle commun (05NF91)

Outils et méthodes	05NF81
2 unités d'enseignement (UE) obligatoires à tous les étudiants	6 ECTS

UE1 : Outils numériques et suivi de la charge d'entraînement..... 2

UE2 : Méthodologie de la recherche 4

UE1 : Outils numériques et suivi de la charge d'entraînement

Outils numériques et suivi de la charge d'entraînement	05WF911	O
Volume horaire total : 24h	4 ECTS	
12h CM ; 12h TD		
Salle Campus La Harpe, Campus Villejean, Rennes ; Laboratoire M2S, Campus Ker Lann, Bruz		
Responsables : Solène Le Douairon, Frédéric Derbré, Hugo Kerhervé (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif ; X : Non ouvert pour l'année 2022-23

Description du cours

L'objectif de ce module est d'être capable de réaliser un suivi de la charge d'entraînement d'un sportif ou d'un groupe de sportif et d'être capable d'interpréter les données physiologiques et biologiques afin de proposer des outils numériques adaptés aux staffs d'entraînement et médicaux

Compétences visées

- Comprendre les modifications biologiques s'opérant dans l'organisme en situation de surmenage et de surentrainement
- Maîtriser les paramètres biologiques et physiologiques pouvant être intégré dans un suivi médico-sportif d'athlètes de haut niveau (bilan sanguin, indicateurs cardiaques)
- Savoir analyser et interpréter les données à des fins d'accompagnement scientifique de la performance, de la prévention des blessures et de la reprise de l'activité après blessure.
- Etre capable de proposer des outils de visualisation pour monitorer l'ensemble de ces données et les rendre accessible et compréhensible auprès des staffs sportifs.



Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport. Il est nécessaire de bien connaître les grands principes de planification de l'entraînement, les concepts de surmenage, surentrainement et affutage.

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Ce module s'organise sous la forme de cours magistraux entrecoupés de séances pratiques.

L'évaluation sera basée sur le contrôle continu.

Contact(s)

Solène Le Douairon (Université Rennes 2) : solene.le-douairon@univ-rennes2.fr

Frédéric Derbré (Université Rennes 2) : frederic.derbre@univ-rennes2.fr

Hugo Kerhervé (Université Rennes 2) : hugo.kerherve@univ-rennes2.fr

UE2 : Méthodologie de la recherche

Ce module est divisé en deux parties, « Plan d'expérience » et « Données manquantes », dont le contenu est décrit ci-dessous.

Plan d'expérience	05NF911	O
Volume horaire total : 9h	1 ECTS	
9h TD		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsable : Maela Kloareg (Kuzulia)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif ; X : Non ouvert pour l'année 2022-23

Description du cours

L'objectif de cet enseignement est de vous rendre autonome dans la construction et l'analyse de plans d'expériences.

Compétences visées

- Identifier les conditions de mise en œuvre des plans d'expériences
- Décrire le problème à résoudre et l'objectif à atteindre
- Définir les caractéristiques du plan d'expériences et le construire
- Planifier et réaliser les essais
- Exploiter les résultats

Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Le module comprend 6h de cours théorique et 3 h de cours pratique.

L'évaluation prendra la forme d'une soutenance orale.

Contact(s)

Maéla Kloareg : maela.kloareg@kuzulia.com

Données manquantes	05NF911	O
Volume horaire total : 9h	1 ECTS	
9h TD		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsable : Maela Kloareg (Kuzulia)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif ; X : Non ouvert pour l'année 2022-23

Description du cours

Ce cours vise à introduire les concepts et techniques pour traiter les données manquantes en sciences des données. Les étudiants apprendront à identifier, diagnostiquer et imputer les données manquantes dans divers contextes. Le cours couvrira des méthodes allant des techniques simples aux approches avancées utilisant des modèles de machine learning.

Compétences visées

- Comprendre les causes et les types de données manquantes.
- Diagnostiquer et visualiser les schémas de données manquantes.
- Appliquer différentes techniques pour traiter les données manquantes.
- Évaluer l'impact des données manquantes et des méthodes d'imputation sur les analyses statistiques et les modèles prédictifs.
- Utiliser des outils logiciels pour la gestion des données manquantes

Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Le module comprend 6h de cours théorique et 3 h de cours pratique.

L'évaluation prendra la forme d'un écrit à la fin de module.

Contact(s)

Maela Kloareg : maela.kloareg@kuzulia.com



UEF2 : Compétences professionnelles 2 (05NF92)

Modules de majeure	05NF82
3 unités d'enseignement (UE) dont 2 UE obligatoires pour tous et 1 UE définie en fonction de la majeure choisie	10 ECTS

UE1 : Apprentissage statistique	8
UE2 : Modélisation pour données complexes	10
UE5 : Apprentissage profond	12
UE6 : Data mining and clustering	14
UE7 : Capteurs et instrumentation 3.....	17
UE8 : Cosimulation humain-systèmes	18



UE1 : Apprentissage statistique

Apprentissage statistique	05NF921	O
Volume horaire total : 34 h	4 ECTS	
12h CM ; 12 h TD ; 10h TP		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsable : Magalie Fromont (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Ce module a pour objectif de comprendre les fondements théoriques des principaux algorithmes d'apprentissage supervisé, de manière à pouvoir les mettre en œuvre correctement sur des données réelles issues des sciences du sport. Une très grande place est laissée à la pratique (avec le logiciel R) dans ce cours. Les thèmes suivants sont abordés :

- Estimation du risque d'un algorithme d'apprentissage supervisé.
- Modèles de régression linéaire et de régression logistique et régularisation.
- Méthodes de prédiction par moyennes locales.
- Arbres de décision et méthodes d'agrégation : bagging, forêts aléatoires et boosting.
- Méthodes à noyaux : SVM, SVR.

Compétences visées

- Définir un risque adéquat pour un problème donné et mettre en œuvre une méthode de validation croisée pour l'estimer.
- Calibrer les principaux algorithmes d'apprentissage.
- Comparer les algorithmes en gardant les objectifs « métier » à l'esprit.



Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

L'enseignement comporte 12 séances de 3 heures.

L'évaluation est basée sur un projet en groupe.

Contact

Magalie Fromont : magalie.fromont@univ-rennes2.fr

UE2 : Modélisation pour données complexes

Modélisation pour données complexes	05NF923	0
Volume horaire total : 21 h	3 ECTS	
12 h CM ; 9 h TP		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsable : Maela Kloareg		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Ce cours a pour objectif de former les étudiants à la modélisation de données complexes spécifiques aux sciences du sport. Les étudiants apprendront à appliquer des méthodes avancées de modélisation pour analyser des données issues de diverses disciplines sportives.

Compétences visées

- Comprendre les principes de base de la modélisation de données complexes.
- Appliquer des techniques avancées de modélisation pour analyser des données sportives.
- Utiliser des logiciels de modélisation pour traiter et visualiser des données complexes.
- Interpréter les résultats des analyses pour prendre des décisions éclairées en sciences du sport.
- Développer des compétences en résolution de problèmes à travers des études de cas pratiques.

Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.



Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Ce module de 24 heures s'organise sous la forme de cours magistraux entrecoupés de séances pratiques.

L'évaluation se fera sous la forme d'un écrit à la fin du module.

Contact

Maela Kloareg : maela.kloareg@kuzulia.com



UE5 : Apprentissage profond

Apprentissage profond	05NF922	C
Volume horaire total : 24 h	3 ECTS	
6h CM ; 18h TD		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsable(s) : Romain Tavenard (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Ce cours présente l'apprentissage profond, avec des aperçus théoriques et pratiques des méthodes. Plusieurs architectures de modèles d'apprentissage profond standard sont présentées (modèles entièrement connectés, convolutifs et récurrents). Pour ces modèles, les procédures d'estimation et les stratégies de sélection de modèles sont couvertes. Les applications des modèles proposés à des données réelles et simulées sont présentées.

Compétences visées

Après avoir suivi ce cours, les participants pourront/devront savoir ou comprendre (résultats fondés sur la connaissance)

- Quand les modèles profonds peuvent-ils être utilisés pour l'apprentissage et quand ne devraient-ils pas l'être ?
- Quels sont les éléments de base utilisés dans les modèles profonds (couches entièrement connectées, convolutionnelles, récurrentes) et comment les paramètres d'un modèle profond sont estimés.

Plus précisément, les participants devraient être en mesure de (résultats basés sur les aptitudes et les compétences)

- Choisir un modèle d'apprentissage profond adéquat pour une tâche donnée

- Implémenter le modèle en Python (en utilisant keras) et évaluer la performance du modèle Après avoir suivi ce cours, les participants pourront/devront savoir ou comprendre (résultats basés sur les connaissances)

Publics visés et prérequis éventuels

Pour suivre ce module, les étudiants doivent maîtriser les bases de l'apprentissage supervisé (module « Apprentissage supervisé »), la notion de dérivée en mathématiques et les bases du langage Python. **Ce module fait partie de l'UEF2 « Compétences professionnelles » pour la majeure « Sciences des données pour le sport »**

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

L'enseignement comporte 8 séances de 3 heures composées, en règle générale, d'une partie théorique (explication des principes de base) et d'une partie pratique en langage Python (avec la librairie keras).

L'évaluation sera faite sur la base d'un projet.

Contact

Romain Tavenard (Université Rennes 2) : romain.tavenard@univ-rennes2.fr



UE6 : Data mining and clustering

Data mining and clustering	05NF929	C
Volume horaire total : 30h	3 ECTS	
30h CM		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, et Salle, Campus Villejean		
Responsable(s) : Yann Soullard (Université Rennes 2) ; Alexandre Termier (Université de Rennes)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Ce module fait partie de l'UEF2 « Compétences professionnelles » pour la majeure « Solutions numériques d'interaction pour le sport ». Il se découpe en deux parties : Data mining and visualization (DMV ; 20h) et data mining and Clustering (DMC ; 10h). Le détail de chaque enseignement est présenté ci-dessous.

Description de la partie DMV

Learning Objectives

This course deals with the discovery of structure in data. Indeed, in many cases the process of data analysis starts with data delivered "as is", without much additional information, and is not purposed for a well defined task such as "*separate class A from class B*". The sheer volume of most datasets prevents manual data analysis, so data exploration approaches must be used. This course will first introduce the basics of data visualization, presenting the main families of visualization and the "dos and don'ts" of a good data visualization. Then the course will be dedicated to a thorough presentation of the *pattern mining* field of Data Mining. The goal of pattern mining is to find regularities in data, allowing to find large and small structures that organize the data. These approaches explore a huge combinatorial space, hence relying on elegant algorithms in order for computation to complete in a reasonable amount of time. They also have to cope with the underlying data, borrowing on the one side techniques from databases and system for efficient data access, and on the other side from statistics and information theory to select the most relevant patterns to show.

Keywords

Pattern mining, frequent itemset mining, frequent subgraph mining, patternset mining, generic and declarative data mining, interactive data mining, data visualization.



Contents

- Introduction to Knowledge Discovery in Data
- Data visualization
- Basic pattern mining : frequent patterns in tables, sequences, graphs
- Information-theory based pattern set mining
- Pattern mining in a supervised setting: discriminant pattern mining, subgroup discovery
- Declarative and interactive pattern mining

Learning outcomes

- Understand the main challenges of Knowledge Discovery in Data, and the process used to face them
- Understand the main data visualization techniques, and when to apply each of them
- Understand in which cases pattern mining can help discover knowledge in data, how the algorithms operate, and how to interpret the patterns found
- Understand the notion of "pattern set", and how it captures the main structure of the data
- Understand how subgroup discovery can allow to discover patterns in numerical data, and the interpretation of its results

Pre-requisites

Master of Computer-Science level in Algorithmics, interest for data exploration.

Contact

Alexandre Termier (Université de Rennes) : alexandre.termier@univ-rennes1.fr)

Peggy Cellier (INSA Rennes) : peggy.cellier@insa-rennes.fr

Ferran Argelaguet (INRIA) : ferran.argelaguet@inria.fr



Description de la partie DMC

La partie Data Mining & Clustering présente des approches de référence en classification non supervisée. Ces approches visent à partitionner des données en différents groupes, sans connaissance de la catégorie (classe) d'appartenance des données. Cette partie du cours comporte 5 séances de 2h où les séances sont composées d'une partie théorique (présentation du fonctionnement des méthodes et de leurs avantages et limites) et d'une partie pratique en langage Python. La mise en application de ces méthodes est réalisée sur des données réelles et simulées et vise à mettre en œuvre les méthodes pas à pas ainsi qu'à savoir utiliser des librairies existantes.

Mots clés

Partitionnement de données, classification non supervisée, analyse de données, programmation Python

Compétences visées

- Déterminer la ou les méthode(s) de classification non supervisée de données adéquate(s) pour un cas d'usage
- Implémenter le code permettant d'appliquer correctement la méthode retenue
- Déterminer le partitionnement le plus approprié d'un jeu de données

Pré-requis

Ce cours s'inscrit dans la continuité du cours de M1 « Fouille de données » dispensé en master 1.

Contact

Yann Soullard (Université Rennes 2) : yann.soullard@univ-rennes2.fr



UE7 : Capteurs et instrumentation 3

Capteurs et instrumentation 3	05NF924	C
Volume horaire total : 24 h	3 ECTS	
8 h CM ; 4 h TD ; 12 TP		
Salle TP1, ENS Rennes, Campus de Ker Lann, Bruz		
Responsable(s) : Florence Razan (ENS Rennes)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

L'enseignement est dans la continuité du module « Capteurs et instrumentation niveau 2 ». Son objectif est de présenter les principes de base des capteurs (principes, classification, performances...) puis de concevoir et de tester un système : fabrication du capteur et de son instrumentation, caractérisation, expérimentations.

Publics visés et prérequis éventuels

Ce module ne nécessite pas de prérequis particulier. **Ce module fait partie de l'UEF2 « Compétences professionnelles » pour la majeure « Métrologie et capteurs innovants pour le sport »**

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

L'enseignement comporte 6 séances de 4 heures composées d'une partie théorique et d'une partie pratique.

L'évaluation sera basée sur un compte rendu de TP au format d'une publication en français et une présentation de 7 minutes avec support.

Contact

Florence Razan (ENS Rennes) : florence.razan@ens-rennes.fr

UE8 : Cosimulation humain-systèmes

Cosimulation humain-systèmes	05NF926	C
Volume horaire total : 30 h	3 ECTS	
10 h CM ; 20h TD		
Salle à définir		
Responsable(s) : Nicolas Bideau (Université Rennes 2), Charles Pontonnier (ENS Rennes)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Ce cours a pour objectifs d'introduire les grandes notions liées à la modélisation de l'humain en interaction avec un environnement physique. Les thématiques abordées seront :

- Les modèles biomécaniques de l'humain : modèle multi-corps rigides, modèles musculosquelettiques, modèles de tissus biologiques déformables (os, cartilage, tendon, etc)
- Les modèles d'environnement et de systèmes en interaction : fluide, matériau déformable, tissus biologiques
- La co-simulation numérique et le couplage de modèles : couplage faible, couplage fort

Les applications visées porteront sur :

- Les interactions humain-matériel, les interactions humain-fluide, les interactions humain-exosquelette
- La mise en œuvre d'un projet de co-simulation (ex : exploiter un modèle musculosquelettique pour définir les conditions de chargement sur un os pour la prévention de blessure dans une activité sportive, développement d'un modèle couplé rigide-déformable pour l'évaluation de l'interaction sportif-matériel, ...)

Publics visés et prérequis éventuels

Ce module s'inscrit dans la continuité des modules de modélisation biomécanique. **Ce module fait partie de l'UEF2 « Compétences professionnelles » pour la majeure « Analyse, modélisation et simulation du mouvement »**



Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

L'enseignement comporte des séances de 3 heures composées d'une partie théorique et d'une partie pratique à ceci s'ajoute une partie projet à réaliser en autonomie.

Contact

Charles Pontonnier (ENS Rennes) : charles.pontonnier@ens-rennes.fr

Nicolas Bideau (Université Rennes 2) : nicolas.bideau@univ-rennes2.fr



UEF3 : Interaction avec le milieu professionnel (05NF93)

Interaction avec le milieu professionnel	05NF93
2 unités d'enseignement (UE) obligatoires à tous les étudiants	4 ECTS

UE1 : Séminaire/Conférence

Séminaire/Conférence	05NF931	O
Volume horaire total : 10 h	/	
10h TD		
Responsables : Françoise Rannou Bekono, Richard Kulpa (Université Rennes 2), Brigitte Gelein (ENSAI)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Cet enseignement est basé sur des séminaires scientifiques (conférences, thèses, etc.) en lien avec le domaine du numérique et du Sport. Un séminaire spécifique sera dédié à la notion de données répétées.

Compétences visées

- Être capable de s'approprier les connaissances apportées dans le cadre des séminaires à des fins personnelles de recherche ou professionnelles.
- Être capable de traiter des données répétées via des modèles adaptés (ex. : modèles mixtes).

Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.

Modalités d'évaluation

L'évaluation sera basée sur la présence.

Contact

Françoise Rannou Bekono (Université Rennes 2) : francoise.bekono@univ-rennes2

Richard Kulpa (Université Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr

Brigitte Gelein (ENSAI) : brigitte.gelein@ensai.fr



UE2 : Suivi de stage

Suivi et accompagnement de stage	05NF9XX	O
Volume horaire total : 20 h	4 ECTS	
20h TD		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean		
Responsables : Françoise Rannou Bekono, Richard Kulpa (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Cet enseignement est là pour vous accompagner dans la mise en place de votre stage de fin d'étude.

Publics visés et prérequis éventuels

Le stage est obligatoire pour les étudiants du master Sciences du Numérique et Sport

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Ce module comporte 2 séances de 3 heures étalées sur le semestre et du travail en autonomie réservé à la préparation du stage de fin d'étude.

L'évaluation sera basée sur un dossier à rendre en fin de semestre.

Contact

Françoise Rannou Bekono (Université Rennes 2) : francoise.bekono@univ-rennes2

Richard Kulpa (Université Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr

UMI1 : Sciences du numérique et sport 2 (05NMI91)

EC1 : Modules complémentaires

Modules complémentaires	05NMI911
2 unités d'enseignement (UE) à choisir parmi celles proposées ci-dessous et parmi les UE non obligatoires proposées dans les UEF2 du master 2 et du Master 1 semestre 7	6 ECTS

UE1 : Technologies émergentes pour la performance

Technologies et performance	05WF921	C
Volume horaire total : 24 h	3 ECTS	
12h CM ; 12h TD		
Salle Campus la Harpe		
Responsable(s) : Nicolas Bideau ; Richard Kulpa (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Ce module se découpe en deux parties. Une première partie sur l'analyse du mouvement (6h CM, 6h TD) et une seconde sur la réalité virtuelle et le sport (6h CM, 6h TD). Le détail de chaque partie est présenté ci-dessous.

Description de la partie analyse du mouvement

Dans de nombreuses activités physiques et sportives, le suivi des fonctions physiologiques, des habiletés techniques et de la performance lors des entraînements et des compétitions est devenu un élément central. Les sportifs ainsi que les staffs techniques et médicaux ont de plus en plus facilement accès à des dispositifs et des capteurs portables qui permettent de quantifier objectivement les performances plutôt que de dépendre uniquement de l'œil critique de l'entraîneur. En outre, la combinaison de capteurs portables avec la disponibilité accrue, le coût réduit et les progrès des outils informatiques mobiles tels que les smartphones, les tablettes et les montres numériques, peut être utilisée dans une variété d'applications, notamment en ce qui concerne la surveillance des sportifs de l'amateur jusqu'au plus haut-niveau. Les récents progrès technologiques permettent désormais aux athlètes, aux entraîneurs et aux chercheurs de capturer les mouvements in-situ et d'extraire différents indicateurs biomécaniques à l'aide de capteurs portables afin d'optimiser les performances et la prévention des blessures dans de nombreux sports. Ces données sont souvent acquises par des unités de mesure inertielle (IMU). Contrairement aux méthodes basées sur la vidéo, les IMU ne nécessitent aucun équipement externe et ne sont pas confinées dans des zones de capture restreintes. Un avantage important de ces systèmes portables est la possibilité de quantifier le mouvement du sujet dans un environnement réel permettant un retour d'information rapide, ce que n'offre pas l'analyse vidéo. L'objectif de cet enseignement est de développer des méthodes d'analyses de mouvement à l'aide



de centrales inertielles intégrant des accéléromètres, des gyroscopes et des magnétomètres 3D. Le cours portera essentiellement sur intérêt et les verrous associés à l'utilisation des centrales inertielles pour l'analyse de mouvement, la capacité à maîtriser les erreurs de mesures propres à ce type de technologie dans des applications sportives ainsi qu'à l'estimation des orientations de la centrale à partir des données brutes enregistrées par la centrale et à la correction du désalignement entre les axes des centrales et ceux associés aux segments corporels au travers de méthodologies spécifiques de calibrages biomécaniques. Les applications porteront sur la classification de mouvement ainsi que sur l'estimation des angles articulaires au cours du geste sportif.

Compétences visées

- Connaître les différents enjeux associés à la capture de mouvement inertielle dans le domaine du sport et de l'activité physique (Reconnaissance et classification des mouvements, obtention des paramètres spatio-temporels du mouvement, intégration des données dans un modèle biomécanique humain) ;
- Comprendre les principes généraux de la capture et de l'analyse du mouvement humain à l'aide de centrales inertielles ;
- Comprendre les principes d'obtention de l'orientation des centrales inertielle (fusion de données, correction de dérive) ;
- Comprendre les principes de correction du désalignement capteur-segment corporel
- Maîtriser les principales méthodologies de calibrage (calibrages statiques, calibrages fonctionnels) permettant d'obtenir des angles articulaires 3D pertinents ;
- Comprendre les principes d'obtention des paramètres spatio-temporels du mouvement (méthodes directes et approches par classification) ainsi que des paramètres cinématiques articulaires ;
- Mettre en œuvre une analyse de mouvement complète, de la mesure à l'exploitation des résultats. L'analyse impliquant une partie expérimentale et une partie numérique servira de fil rouge tout au long du cours autour d'un exemple de geste sportif.

Publics visés et prérequis éventuels

Ce module s'adresse à des étudiants de niveau Master 2. Des bases de mécanique des solides rigides et en traitement du signal sont recommandées pour pouvoir suivre l'enseignement. Des connaissances en biomécanique humaine en capture de mouvement optoélectronique et science des données sont également bienvenues.



Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Ce module de 24 heures s'organise sous la forme de cours magistraux entrecoupés de séances pratiques en salle de capture de mouvement, puis de travaux pratiques en salle informatique pour le traitement des données. Un travail sous forme de projet intégrant une partie expérimentale et/ou une partie numérique sera proposé pour chaque étudiant.

L'évaluation se fera sur la base d'un contrôle continu incluant le projet.

Contact

Nicolas Bideau (Université Rennes 2) : nicolas.bideau@univ-rennes2.fr

Richard Kulpa (Université Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr

Guillaume Nicolas (Université Rennes 2) : guillaume.nicolas@univ-rennes2.fr

Description de la partie réalité virtuelle et sport

A venir

Contact

Benoît Bideau (Université Rennes 2) : benoit.bideau@univ-rennes2.fr

Richard Kulpa (Université Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr



UE4 : Fatigue et stratégies de récupération

Fatigue et récupération	05WF931	C
Volume horaire total : 24 h	3 ECTS	
12h CM ; 12h TD		
Salle Campus La Harpe		
Responsable(s) : Hugo Kerhervé (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Cet enseignement est centré sur la fatigue et les stratégies de récupération chez les sportifs. Il est mutualisé avec le Master Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive proposé par l'UFR-STAPS.

Compétences visées

- Être capable de comprendre et expliquer les mécanismes physiologie de la fatigue
- Être capable de maîtriser l'ensemble des stratégies de récupérations du sportif sur le plan de la compréhension de leurs effets ainsi que sur le plan de leur faisabilité

Publics visés et prérequis éventuels

Ce module s'adresse à des étudiants de niveau Master 2 avec un bon niveau en Sciences du sport.

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

L'enseignement comporte 8 séances de 3 heures comprenant une partie théorique et une partie applicative.

L'évaluation se fera sur la base d'un contrôle continu.

Contact

Hugo Kerhervé (Université Rennes 2) : hugo.kerherve@univ-rennes2.fr



UE9 : Sciences du numérique compétences avancées 1

Deep learning for visualization (DLV)	05NF927	C
Volume horaire total : 22 h	3 ECTS	
22 h CM		
Salle à définir		
Responsable(s) : Alexandre Termier (université de Rennes) ; Adnane Boukhayma (Inria Rennes)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Learning Objectives

This course studies learning visual representations for common computer vision tasks including matching, retrieval, classification, and object detection. Related problems are discussed including indexing, nearest neighbor search, clustering, and dimensionality reduction. The course discusses well-known methods from low-level description to intermediate representation, and their dependence on the end task. It then studies a data-driven approach where the entire pipeline is optimized jointly in a supervised fashion, according to a task-dependent objective. Deep learning models are studied in detail and interpreted in connection to conventional models. The focus of the course is on recent, state of the art methods and large scale applications.

Contents

Part 1 - Conventional methods

- Global and local visual descriptors, dense and sparse representation, feature detectors. Encoding and pooling methods, vocabularies, bag-of-words. Match kernels, high-dimensional embedding, Fisher vectors, vectors of locally aggregated descriptors.
- Spatial matching, geometric models, RANSAC, Hough transform. Pyramid matching, spatial and Hough pyramids. Object localization and detection, subwindow search, constellation model, Hough model, deformable part model.
- Indexing and approximate nearest neighbor search. Tree-based methods, inverted index and multi-index. Hashing, product quantization, optimized methods. Clustering, dimensionality reduction, density estimation, expectation-maximization.



- Naive Bayes and nearest neighbor classification. Linear regression and classification, logistic regression, support vector machines, neural networks. Activation functions and loss functions, stochastic gradient descent.

Part 2 - Deep learning approach

- Back-propagation, computational graphs, automatic differentiation, Jacobian and Hessian calculation.
- Convolution, pooling, strided convolution, dilated convolution. Convolutional neural networks, deep learning. Deconvolution, fully convolutional networks. Efficient implementations.
- Parameter initialization, data-dependent initialization, normalization, regularization. Optimization methods, second-order methods, Hessian-free methods.
- Convolutional networks for object localization and detection. Class-agnostic region proposals, bounding box regression, non-maxima suppression, part-based models, spatial transformers, attention networks.
- Recurrent networks, context modeling. Residual networks, architecture learning. Network visualization, image synthesis, adversarial learning. Transfer learning, weakly supervised, semi-supervised and unsupervised learning.
- Convolutional networks for image retrieval. Siamese, triplet, and batch-wise loss functions. Embedding, pooling, dimensionality reduction and manifold learning. Region proposals, partial matching, spatial matching, quantization and diffusion.

Learning outcomes

- Understand conventional visual representations including local features, descriptors, vocabularies, encoding.
- Understand geometric models, transformations, invariant matching, robust estimation.
- Be able to adjust existing algorithms and pipelines into parameterized, differentiable functions that can be learned from data in an end-to-end fashion.
- Understand deep learning essentials including backpropagation, initialization, regularization, activation and loss functions for different tasks.
- Understand different models and architectures including residual and networks; siamese, unsupervised, adversarial and transfer learning.
- Familiarize with and use existing deep learning libraries and models.



Keywords

Visual representations, convolutional neural networks, classification, regression, matching, image retrieval, object detection

Prerequisites

Basic knowledge of Linear Algebra, Calculus, Probabilities, Machine Learning, Python, C++

Contact

Alexandre Termier (Université de Rennes) : alexandre.termier@univ-rennes.fr

Adnane Boukhayma (Inria Rennes)



UE3 : Sciences du numérique compétences avancées 2

Analyse du ouvement et reconnaissances des gestes (2D/3D) (AMRG)	05NF928	C
Volume horaire total : 30 h	3 ECTS	
16 h CM, 14h TP		
Salle à définir		
Responsables : Eric Anquetil (INSA) ; Richard Kulpa (université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Avec le développement des écrans tactiles et des technologies de capture de mouvement (Kinect, Leap Motion...) de nouvelles interactions homme-machine sont apparues ces dernières années. Ces approches ont été conçues pour tirer parti du potentiel d'interaction offert par l'analyse et la reconnaissance du mouvement et des gestes 2D et 3D. Ces commandes gestuelles permettent à l'utilisateur d'exécuter de nombreuses actions simplement en faisant des gestes. Aujourd'hui, la reconnaissance de commandes gestuelles 2D et 3D est devenue un sujet de recherche très actif dans les domaines scientifiques suivants : Computer Vision, Pattern Recognition et Man-Machine Interaction. Dans ce cours, nous abordons ce thème émergent: l'analyse du mouvement et la reconnaissance des gestes 2D et 3D pour de nouvelles interactions homme-machine. Techniquement, une action est une séquence de gestes générée par un sujet humain pendant l'exécution d'une tâche. La reconnaissance d'action consiste à identifier automatiquement cette séquence de mouvement par rapport à un ensemble de commandes possibles. L'interprétation de ces mouvements/gestes sera notamment mise en application dans le contexte de l'animation. Ce cours exposera les spécificités des processus de reconnaissance de ces deux types d'actions (gestes 2D et 3D) mais aussi les convergences possibles des approches scientifiques utilisées. Nous aborderons aussi dans ce cours les notions d'animations, domaine d'application pour lequel les commandes gestuelles pourront être pleinement exploitées.

Contenu

1ère partie : Acquisition de signaux, prétraitement et normalisation (Richard Kulpa)

- Acquisition de signaux sur écran tactile, orienté stylet et sur surface tangible qui permettent la participation simultanée de plusieurs utilisateurs.



- Systèmes de capture de mouvement (MoCap) pour extraire des postures corporelles basées sur des positions et des orientations articulaires 3D en utilisant des marqueurs et un ensemble de caméras haute précision.
- Microsoft Kinect ou Capteur Leap Motion.
- Prétraitement et normalisation morphologique.
- Modélisation du squelette humain.

2ème partie : Reconnaissance du geste 2D/3D (Eric Anquetil)

- Extraction de caractéristiques 2D et 3D.
- Modélisation des relations temporelles, spatiales et de mouvement.
- Reconnaissance de gestes segmentés (basée sur le squelette)
- Moteurs de reconnaissance et d'apprentissage automatique:
 - Graph modelling DTW, HMM, SVM, NN...
 - Option de rejet...
- Méthodes de segmentation temporelle, fenêtres glissantes...
 - Détection précoce d'une action dans un flux de mouvement non segmenté.
- Interaction Homme Machine : Notion de Commandes directes et indirectes

3ème partie : Animation (Ludovic Hoyet)

- Cinématique directe et cinématique inverse (méthodes analytiques et numériques)
- Interpolations (linéaires, splines, etc.)
- Edition de mouvements (déformations, mélanges, transplantation, corrections, etc.)
- Contrôle de mouvements
 - Machines d'état fini
 - Graphes de mouvements

Publics visés et prérequis éventuels

Maitrise de la programmation orientée objet. **Les étudiants intéressés par ce module doivent contacter les responsables du master SNS** car le nombre de place est limité et une sélection sera mise en place en fonction du nombre d'étudiants intéressés

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Ce module sera articulé sur un cours (16h) qui sera épaulé par un TP (10h) mettant en application les notions du cours à travers une réalisation pratique allant de la captation



du geste, sa reconnaissance et son utilisation dans le contexte de l'élaboration d'un challenge d'animation. **Les cours se poursuivent jusqu'à fin janvier ce qui implique un début de stage début février.**

L'évaluation est basée sur une soutenance du TP/projet développé pendant le module. Le support de présentation et le code développé feront partis des livrables demandés.

Contact

Richard Kulpa (Université de Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr



UE 4 : Entreprendre et innover

Entreprendre et innover	05NMI91A	C
Volume horaire total : 30 h	/	
30h CM		
Salle C2-B5, Rennes School of Business ; INSA Rennes		
Responsable(s) : Thierry Bossée-Pilon (RSB) ; Éric Anquetil (INSA Rennes)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

Ce module est proposé par l'INSA Rennes et Rennes School of Business. Il comprend :

- le cours « De l'idée au plan d'action » du master « Innovation & entrepreneurship »
- la participation à des événements de Station Rennes Innovation (i.e. le challenge « 48h pour faire vivre des idées »)

Compétences visées

- savoir appliquer les méthodes et les outils permettant de passer d'une idée ou d'un concept au développement d'un modèle d'affaires solide en vue de l'élaboration du Business Plan
- élargir et approfondir ses connaissances dans les domaines de l'innovation technologique et de la pratique entrepreneuriale
- renforcer sa capacité à générer au sein d'une équipe des idées innovantes et créatives dans le cadre d'un challenge innovation

Publics visés et prérequis éventuels

Cet enseignement s'adresse à des étudiants de master 2 intéressés par l'innovation et la création d'entreprise. **Les étudiants intéressés par ce module doivent contacter les responsables du master SNS** car le nombre de place est limité et une sélection sera mise en place en fonction du nombre d'étudiants intéressés.

Organisation, méthodes pédagogiques, évaluation

L'enseignement comporte 7 séances de 3 heures et est associé à des challenges ponctuels échelonnés sur l'année. **A noter que les cours se terminent fin janvier, ce qui implique un début de stage début février.**

Contact

Thierry Bossée-Pilon (RSB) : eric.bossee-pilon@rennes-sb.com

Éric Anquetil (INSA Rennes) : eric.anquetil@insa-rennes.fr



EC2 : Projet

Projet	05NMI912
1 unité d'enseignement (UE) obligatoire à tous les étudiants	4 ECTS

EC2 : Projet 38



EC2 : Projet

Projet	05NMI912	O
Volume horaire total : 24 h	4 ECTS	
24h TD		
Salle L263 - DIGISPORT, Bât L, Campus Villejean et Plateforme DIGISPORT, Bât Mussat, Campus Villejean		
Responsable(s) :		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

L'objectif est de former les étudiants à la gestion de projets mais également de leur faire comprendre l'intérêt de l'interdisciplinarité pour résoudre une problématique donnée.

Chaque étudiant est ainsi intégré à une équipe composée d'étudiants de disciplines différentes pour travailler sur un sujet réel fourni par un ou plusieurs partenaire(s). Chaque équipe s'empare du sujet proposé et mène le projet de bout en bout, de l'étude bibliographique, au recueil des données et à leur exploitation. Les situations et questionnements rencontrés au cours du projet permettent de mettre en œuvre les concepts dispensés dans les différents modules de la formation.

La plateforme d'expérimentation DIGISPORT est mise à disposition des étudiants pour qu'ils puissent travailler en large autonomie.

Compétences visées

- S'initier à la démarche scientifique ;
- Conduire un projet et travailler en équipe pluridisciplinaire ;
- Appréhender les outils de la recherche bibliographique et l'organisation d'une bibliographie ;
- Mettre en œuvre une expérimentation répondant à une problématique scientifique ;
- Présenter des résultats scientifiques à l'écrit et à l'oral

Publics visés et prérequis éventuels

Ce cours est obligatoire pour les étudiants inscrits dans le master Sciences du Numérique et Sport.

Organisation, méthodes pédagogiques, évaluation

L'enseignement comporte 6 séances projet de 4 heures en salle de TD ou à la plateforme d'expérimentation DIGISPORT. Une grande flexibilité est accordée au travail des étudiants qui peut se faire hors de ces horaires aménagés. Un tutorat est assuré pour permettre un suivi des projets.

Modalités d'évaluation

L'évaluation revêt la forme d'un rapport et d'une présentation orale.

Contact

Antoine Marin (Université Rennes 2) : antoine.marin@univ-rennes2.fr

SEMESTRE 2

UE1 : Stage

Stage	05NF01	O
Volume horaire total : ≥ 560 h	30 ECTS	
≥ 560 h étudiant		
/		
Responsable(s) : Françoise Rannou Bekono ; Richard Kulpa (Université Rennes 2)		

O : obligatoire ; C : à choix ; F : facultatif

Description du cours

L'objectif du stage de fin d'étude est de vous former à la démarche scientifique. Vous devrez ainsi être capable de dégager une problématique originale et d'y répondre au moyen d'une approche cohérente et adaptée. Il s'agira avant tout de s'approprier les méthodes et outils pour réaliser des recherches bibliographiques, évaluer les informations et les organiser, et acquérir une réflexion critique.

Compétences visées

- Être capable de définir, de gérer et de conduire un projet professionnel ou une recherche
- Analyser les besoins et les demandes du public pour répondre à la problématique d'une structure professionnelle ou de recherche
- Mettre en place les étapes nécessaires et les organiser pour répondre à cette problématique
- Choisir les outils et méthodes adaptés à la situation en maîtrisant les limites
- Recueillir des données, les traiter et les analyser

- Être capable d'organiser ses données en vue d'une restitution adaptée (supports écrits : dossier, compte-rendu, mémoire ; présentation orale appuyée par un support) à la structure ou l'université en se conformant au cahier des charges
- Être capable de s'exprimer, négocier, argumenter, coordonner ses activités
- Être capable de gérer son temps et son projet

Publics visés et prérequis éventuels

Le stage est obligatoire pour les étudiants du master Sciences du Numérique et Sport

Organisation, méthodes pédagogiques et modalités d'évaluation

Le stage se déroule en structure (laboratoire académiques ou R&D, clubs sportifs, fédérations sportives...) pendant une durée de 560 h minimum à partir du mois de janvier.

L'évaluation sera basée sur un écrit et une soutenance orale.

Contact

Françoise Rannou Bekono (Université Rennes 2) : francoise.bekono@univ-rennes2

Richard Kulpa (Université Rennes 2) : richard.kulpa@univ-rennes2.fr

