

MONORS FIELD (elecctives)_9 ECTS

Introducing

Description

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse

Image

Introducing

Description

Program (detailed contents):

Main difficulties for students:

Differentiable optimization.

Optimality conditions.

Gradient descent.

Link with ODEs

Non differentiable optimization.

Sub-gradient.

Proximal operator

Forward-Backward algorithm.

Advanced algorithms

FISTA

Douglas-Rachford

Fenchel conjugate

Primal Dual Algorithms

Objectives

At the end of this module, the student will have understood and be able to explain (main concepts):

- Modeling an image processing problem as an optimization problem.
- The notions of proximal operators, Fenchel conjugate, algorithm convergence rate.

The student will be able to:

- Understand and know how to use the different convex optimization algorithms.
- Know how to use neural networks to perform different image processing tasks.

Necessary prerequisites

Convex Optimization, Fourier Analysis, wavelets and Python

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse

Data Assimilation

Introducing

Description

- Basics tools to solve inverse problems (including examples): least-squares (linear, non-linear), regularization.

- Data Assimilation principles (variational, sequential).

- Bayesian analysis.

- Equivalences between the BLUE:Kalman filter, the MAP and VDA in the Linear-Quadratic-Gaussian case.

- A first application to model identification in experimental mechanics: (i) computation of the measures from image registration and (ii) data assimilation to calibrate constitutive laws.

- Optimal control of ODEs. Linear-Quadratic case, maximum principle, Hamiltonian.

Small practical: optimal control of a vehicle trajectory.

- Optimal control of PDEs. Gradient computation, adjoint model, optimality system.

- Variational Data Assimilation (steady-state case, unsteady case). Algorithms (3D-VAR, 4D-Var, variants).

- Examples, practical aspects.

- DA by Physics Informed Neural Networks (PINNs).

Practical (marked): estimation of river bathymetry from water surface measurements (problem arising in spatial hydrology).

Ocean circulation modelling

- Fluid mechanics at the planetary scale, Equilibrium solutions

- Shallow water equations: derivation and description of wave propagation. Applications: Gravity waves, Poincaré Waves, Kelvin Waves

- Quasi-Geostrophic equations: derivation and description of wave propagation. Applications: Rossby Waves, Gulf Stream.

Objectives

- Standard basic tools to analyze and solve inverse problems.

- How to fuse measurements (datasets) and PDE-based models.

- Set up the optimal control of a system (ODEs and PDEs).

- Compute the gradient of a model output (cost function) in large dimensional cases by the adjoint method.

- Set up a control-like algorithm to identify uncertain parameters and/or calibrate the model (Variational Data Assimilation, 4D-Var).

- Explain the links and differences between VDA, filters

(Kalman etc) and Bayesian estimations.

- Explain what is a Physics Informed Neural Network (PINN).

- Carry out the non dimensionalization of a system of PDE, use correctly physical units in a PDE system.

- Carry out the analysis of the dynamics around equilibrium of PDE system with dispersion relations.

Necessary prerequisites

Differential calculus, numerical optimisation, bases of functional analysis and mechanical models, the few classical PDE models (weak forms and FE schemes is a plus), Python programming.

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse

IA Frameworks (AIF)

Introducing

Description

Programme (contenu détaillé) :

Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les différents outils et applications du machine learning qu'ils seront amenés à utiliser dans leur carrière professionnelle. Les participants auront l'opportunité de développer leurs compétences en matière de partage de code et de déploiement de modèles entraînés en production.

- Introduction à Pytorch
- Introduction à Git
- Mise en production avec Docker
- Traitement du langage
- Systèmes de recommandations
- Détection d'anomalies
- Prédiction conforme
- Interprétabilité en machine learning

En somme, ce cours permettra aux étudiants de développer une expertise technique dans le domaine du machine learning, ainsi que les compétences nécessaires pour utiliser ces outils dans un contexte professionnel. Les connaissances acquises seront applicables dans de nombreuses industries et aideront les étudiants à répondre aux besoins de leurs futurs employeurs en matière de développement et de mise en œuvre de solutions basées sur le machine learning.

Objectives

A la fin de ce module, l'étudiant.e devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Apprentissage automatique
- Ecriture de scripts Python
- Utilisation de Git
- Utilisation de Docker
- Systèmes de recommandation
- Détection d'anomalies
- Prédiction conforme
- Traitement automatique du langage
- Méthodes d'attributions

L'étudiant.e devra être capable de :

- Écrire des scripts pour entraîner des systèmes de décision
- Deployer ses modèles dans un environnement de production
- Construire des systèmes de recommandation intelligents.
- Traiter de la donnée textuelle.
- Utiliser des techniques d'interprétation des décisions fournies par les systèmes de machine learning.

Necessary prerequisites

Apprentissage Machine, Deep Learning
Langages, Python

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse

Stochastic Calculus

Introducing

Description

Program (detailed content):

- Continuous-time stochastic processes and martingales. Introduction to stopping times.
- Construction of Brownian motion and the stochastic integral, followed by the derivation of Itô's formula.
- Introduction to stochastic differential equations (SDEs) and derivation of the Fokker-Planck equations.
- Solving a parabolic equation using a solution of an SDE.
- Solving a Dirichlet problem using Brownian motion.
- Girsanov's theorem.
- Ergodicity of Markov processes.
- Maximum likelihood estimation of parameters in an SDE.

Objectives

At the end of this module, the student should have understood and be able to explain (main concepts):

- The Brownian motion, as well as the Wiener integral and Itô's formula.
- The relationship between a stochastic differential equation and its Fokker-Planck equation.
- The formulation of a solution to a parabolic or elliptic PDE using a suitably chosen stochastic process.
- The maximum likelihood estimation of parameters in a stochastic differential equation.

The student should be able to:

- Perform stochastic calculus by applying Itô's formula.
- Implement numerical methods for solving a parabolic or elliptic equation using a probabilistic approach based on solutions of stochastic differential equations.
- Use Girsanov's theorem combined with the ergodicity results of Markov processes to estimate parameters via maximum likelihood in stochastic differential equations.

Necessary prerequisites

Complements of Probability (3A), Advanced Probability (4A).

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse

Lifetime Analysis

Introducing

Description

Program (detailed contents):

- Survival distributions: specific functions, usual laws for durations
- The notion of censoring and truncation
- Parametric estimation
- Non-parametric estimation of the survival function and the hazard function (Kaplan-Meier, Nelson-Aalen)
- Adequacy to a probability law and study of the heterogeneity between subgroups
- Parametric regression models
- The semi-parametric Cox model: estimation and model validation
- Applications in the field of reliability or survival analysis

Objectives

By the end of this module, the student should have understood and be able to explain (main concepts):

- the usual probability laws for modeling survival data
- the notion of censoring and truncation in data
- parametric, non-parametric, and semi-parametric estimation of a survival function

The student will be able to:

- statistically analyze right-censored data with the R software
- estimate a survival function through parametric, non-

parametric, and semi-parametric approaches

- test the adequacy to a law or the equality of two survival distributions for censored data
- model and test the effect of covariates on lifespan

Necessary prerequisites

- Inferential Statistics (PO 3MIC)
- Elements of Statistical Modeling (4MA)

Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

Practical info

Location(s)

 Toulouse