

Description du module

Algorithmique

Généralités
Nombres de crédits ECTS

3

Sigle du module

TSM_Alq

Responsable du module

Éric Taillard, HES-SO

Langue
Explications concernant les langues définies par site:

- L'enseignement se déroule dans la langue définie ci-dessous selon le site/ la réalisation.
- La documentation est disponible dans les langues définies ci-dessous. En présence de plusieurs langues, un pourcentage par langue est indiqué (100% = documentation complète)
- L'examen est entièrement (100 %) disponible dans la langue cochée selon le site / la réalisation.

	Berne	Lausanne		Lugano	Zurich	
Enseignement	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> F 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> D 100%
Documentation	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 50% <input checked="" type="checkbox"/> F 50%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E % <input type="checkbox"/> D %
Examen	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100% <input checked="" type="checkbox"/> F 100%	<input type="checkbox"/> E 100%	<input checked="" type="checkbox"/> E 100%	<input type="checkbox"/> E 100% <input type="checkbox"/> D 100%

Catégorie du module

- FTP Bases théoriques élargies
- TSM Approfondissement technique et scientifique
- CM Modules de saviors contextuels

Périodes

2 périodes d'enseignement frontal et 1 période d'exercice par semaine

Conditions préalables
Connaissances et compétences prérequis

L'étudiant dispose de connaissances pratiques en :

géométrie, algèbre linéaire, algorithmes (classification, recherche, hachage) et structures de données (structures linéaires, structures arborescence)

connaissances de base de la théorie des graphes (structures de données et algorithmes)

complexité algorithmique, logique, théorie des probabilités

Ces connaissances font partie de tout bon livre d'introduction sur les algorithmes. Par exemple, les chapitres 1-12, 15-17, 22-26, 28-29, 34-35 de Cormen (2009) couvrent parfaitement les pré-requis de ce cours.

Brève description / Explication des objectifs et du contenu du module en quelques phrases

Ce module présente différentes catégories d'algorithmes avancés ainsi que leurs domaines d'application typiques.

La première partie du module approfondira les connaissances sur les structures de données qui permettent de gérer efficacement des ensembles de données très grands, complexes ou dynamiques, voire combinant ces trois caractéristiques. À l'issue du module, les étudiants seront capables de sélectionner le meilleur algorithme et de l'appliquer à des tâches telles que l'indexation, la recherche, l'extraction, l'insertion ou la mise à jour de données volumineuses, comme celles que l'on rencontre dans les systèmes d'informations géographiques, les hypertextes ou en intelligence artificielle.

La seconde partie du module présentera des techniques de base pour la conception d'algorithmes appliqués à des problèmes d'optimisation difficiles. La combinaison de ces techniques de base —modélisation, construction de solution, amélioration de solution, décomposition de problème, apprentissage— conduit à des métaheuristiques classiques comme les algorithmes génétiques, les colonies de fourmi artificielles ou la recherche avec tabous. À l'issue du module, les étudiants seront capables de concevoir et d'appliquer ces techniques à des problèmes d'optimisation difficiles.

Objectifs, contenu et méthodes
Objectifs d'apprentissage et compétences visées

Ce module donne une vue d'ensemble diverses classes d'algorithmes fréquemment utilisés en pratique. Sur la base de connaissances solides, l'étudiant est capable de concevoir et d'implanter les algorithmes les plus efficaces et les plus appropriés pour ses propres applications. À l'issue du module, l'étudiant :

- connaît différentes catégories d'algorithmes avancés et leurs domaines d'application ;
- a une bonne connaissance en structures de données avancées et leur utilisation pour gérer efficacement des données

volumineuses, complexes et/ou dynamiques ;

- est en mesure d'évaluer quels algorithmes sont appropriés pour réaliser efficacement certaines tâches telles que l'indexation, la recherche, l'extraction, l'insertion ou la mise à jour de données volumineuses ;
- connaît les algorithmes dynamiques utilisés en robotique, en intelligence artificielle ou en sciences moléculaires

Contenu du module avec pondération des contenus d'enseignement

Géométrie computationnelle et structures de données multidimensionnelles. Pondération: 50%

- algorithmes géométriques
- géométrie computationnelle
- structures de données et algorithmes multidimensionnels

Algorithmes basés sur les métaheuristiques. Pondération: 50%

- Méthodes constructives
- Recherches locales
- Techniques de décomposition
- Méthodes d'apprentissage
- Métaheuristiques classiques: GRASP, Colonies de fourmis artificielles, recherche avec tabous, recuit simulé, méthodes de bruitage, algorithmes génétiques, etc.

<p>Partie I : Géométrie computationnelle</p> <p>Rappels :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notation asymptotique • Complexité d'algorithmes récursifs • Structures de données de base (tableau, liste, pile, queue, arbre binaire, tas, table de hachage) • Algorithmes de base (tri, indexation et recherche monodimensionnelles) • Graphes et réseaux, graphes planaires, liste d'arcs doublement connectés (DCEL) • Algèbre linéaire (point, vecteur, produit scalaire, produit vectoriel)
<p>Introduction à la géométrie computationnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problème introductif : visibilité (carte de visibilité, polygones, opérations booléennes, intersection de segments, problèmes numériques) • Objets élémentaires et primitives (points, segments, polygones, produits scalaire et vectoriel, intersection) • Bibliothèques logicielles de géométrie computationnelles
<p>Paradigmes de construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construction incrémentale (arrangement de ligne, intersection de segments, problème de superposition) • Diviser pour régner (enveloppe convexe de points du plan) • Technique de balayage (paire de points les plus proches, détection des intersections de segments)
<p>Recherches énumératives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbre de requête d'énumération et arbre KD pour recherches orthogonales (exemple de structure multi-niveaux) • Arbre de quadrants
<p>Fenêtrage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbre d'intervalles pour segments de lignes horizontaux • Arbre de recherche de priorité
<p>Diagramme de Voronoï, triangulation de Delaunay</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcul du diagramme de Voronoï • Terrain et algorithme randomisé pour le calcul d'une triangulation de Delaunay
<p>Partie II Métaheuristiques</p> <p>Introduction et rappels</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de base en graphes et réseaux • Arbres, chemins et flots optimaux, affectation linéaire • Optimisation combinatoire, théorie de la complexité, modélisation et fonction-utilité • Problèmes difficiles : voyageur de commerce, arbre de Steiner, affectation quadratique, coloration de graphes, ordonnancement
<p>Méthodes constructives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construction aléatoire • Construction gloutonne • Recherche en faisceaux, méthode pilote
<p>Recherches locales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure de voisinage, mouvements, 2-opt et 3-opt pour le voyageur de commerce • Limitation du voisinage • Extension du voisinage, recherche en éventail, chaîne d'éjections, voisinage de Lin-Kernighan pour le voyageur de commerce
<p>Méthodes randomisées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceptation à seuil, algorithmes du grand déluge et du démon • Recuit simulé • Méthodes de bruitage • GRASP • Recherche à voisinage variable
<p>Méthodes de décomposition</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche dans de grands voisinages • POPMUSIC
<p>Méthodes d'apprentissage pour la construction de solutions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colonies de fourmis artificielles

<ul style="list-style-type: none"> • Construction de vocabulaire
Méthodes d'apprentissage pour la modification de solutions <ul style="list-style-type: none"> • Recherche avec tabous
Méthodes à population de solutions <ul style="list-style-type: none"> • Algorithmes génétiques • Recherche par dispersion • GRASP avec chemin de liaison

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Enseignement ex-cathedra

Présentation et discussion d'études de cas

Exercices théoriques et de programmation

Bibliographie

M. de Berg, G. Cheong, M. van Kreveld, M. Overmars. *Computational Geometry : Algorithms and Applications*, Springer, Third Edition 2008.

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. *Introduction to Algorithms*, third edition, MIT Press, 2009.

Traduction française : *Introduction à l'algorithmique*, 3^e édition, Dunod, 2010.

P. Siarry (ed.), *Métaheuristiques*, EAN13 : 9782212139297, Eyrolles 2014.

H. H. Hoos, Th. Stützle *Stochastic Local Search: Foundations and Applications*, Morgan Kaufmann / Elsevier, 2004.

É. Taillard *Introductions aux méta-heuristiques*, WWWW, 2015

Mode d'évaluation

Conditions d'admission aux examens de fin de module (tests exigés)

-

Principe pour les examens:

Tous les examens de fin de module réguliers sont organisés sous la forme écrite.

Les examens de rattrapage peuvent être en forme écrite ou en forme oral.

Examen de fin de module régulier et examen de rattrapage écrit

Type d'examen	Ecrit		
Durée de l'examen	120 minutes		
Moyens autorisés	<input type="checkbox"/>	Pas de moyen auxiliaire	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Moyens autorisés	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Moyens électroniques: aucun	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Format papier: Livres, copie des transparents (sauf solutions aux exercices)	
	<input type="checkbox"/>	_____	

Exception: examen de rattrapage oral

Dans le cas du recours à l'examen oral (uniquement si ≤ 4 étudiants concernés), il prévaut:

Type d'examen	oral
Durée de l'examen	30 minutes
Moyens autorisés	Pas de moyen auxiliaire