

## Modélisation bio-inspirée de systèmes complexes : une approche pratique [MBSC]

**Responsable** Pena Carlos Andrés

**MRU** TIC / HEIG-VD

**Domaines de spécialisation** TIN, TIC

**Capacité d'accueil min.** 6

**Capacité d'accueil max.** 20

### Résumé

La modélisation informatique de systèmes, très utilisée dans de nombreuses applications industrielles, trouve aujourd'hui ses limites quand elle doit être appliquée aux phénomènes complexes étudiés dans des domaines porteurs tels que la finance, la biotechnologie, la biologie et la médecine ou les systèmes sociaux. De par leur nature, les méthodes bio-inspirées (c'est-à-dire inspirées des principes de la biologie) s'avèrent être une alternative de modélisation très performante pour ce type de processus comportant des données bruitées, incomplètes, et parfois non numériques.

#### Objectifs :

Le but du module MBSC est de présenter une approche pratique à la construction de systèmes informatiques pour la modélisation de systèmes complexes. Une telle approche sera développée sur la base de principes méthodologiques et techniques, qui constitueront le cadre théorique du cours, et sera concrétisée à travers des travaux pratiques proposés ainsi que des mini-projets finaux dans lesquels les étudiants seront amenés à résoudre des problèmes de modélisation relativement complexes.

#### Contenu détaillé:

##### 1. Introduction et motivation

- Bio-inspiration : quoi, pourquoi, comment ?
- Systèmes complexes et systèmes compliqués, quelles différences ?

##### 2. Principes méthodologiques (Théorie et travaux pratiques)

- Représentation : modèles à boîte blanche (p.ex. systèmes d'équations), à boîte noire (p.ex. statistiques, réseaux de neurones) et à boîte grise (p.ex. logique floue, réseaux Booléens).
- Méthodes et algorithmes de construction de modèles : méthodes basées sur l'apprentissage, méthodes de croissance et d'élagage, algorithmes évolutionnistes, algorithmes hybrides.
- Mesure et optimisation de la performance : mesures d'erreur, performance de classification, mesures de taille et de complexité, optimisation mono- et multi-objectifs.
- Exploitation et ajustement des modèles : Simulation et manipulation prédictive, approche itérative à l'ajustement de modèles

##### 3. Principes techniques (Théorie et travaux pratiques)

- Considérations architecturales et d'implémentation logicielle
- Solutions basées sur des plate-formes à usage général : par exemple Matlab et R
- Développement de solutions logicielles dédiées ou spécifiques : par exemple FUGE et FENNIX

##### 4. Mini-projet d'application (ci-dessous quelques exemples possibles)

- Sélection et caractérisation de bio-marqueurs pour le diagnostic de cancer (Projet avec HUG)
- Modélisation temporelle de réseaux biologiques (Projet avec Novartis)
- Modélisation et classification de l'activité électrique de cellules neuronales (Projet européen PharMEA)
- Modélisation de maladies et de leur réponse aux médicaments (Projet suisse ISyPeM)

## Modélisation bio-inspirée de systèmes complexes : une approche pratique [MBSC]

Contenu	Sujet	Temps [%]
	1. Introduction et motivation (voir contenu détaillé dans le résumé)	10
2. Principes méthodologiques (Théorie et travaux pratiques)	25	
3. Principes techniques (Théorie et travaux pratiques)	25	
4. Mini-projet d'application	40	

### Connaissances préalables

L'étudiant-e doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes :

- programmation procédurale;

- pratique et développement de petits projets informatiques en langage C ou Java ou des langages scientifiques comme Matlab ou R;

- algorithmes de base et structures de données;

- fonctions mathématiques, vecteurs, et calcul différentiel.

### Méthodes d'enseignement

Mode	Périodes d'enseignement	Volume de travail (en heures)
Exposés	18	38.57
Exercices	0	0
Travaux pratiques	24	51.43
<b>TOTAL</b>	42	90
<b>Crédits ECTS</b>		3

### Évaluation

Examen écrit

### Pondération de l'examen

50 %

## Modélisation bio-inspirée de systèmes complexes : une approche pratique [MBSC]

### Compétences visées

<b>Gérer le projet</b>	<b>15%</b>
Sait choisir et appliquer la méthode adéquate de gestion de projet, pour des projets de complexité moyenne	X
Sait identifier les contraintes économiques et les formuler (business plan)	
Sait exploiter les ressources internes et identifier les ressources externes permettant de mettre en oeuvre une solution	
Est capable de s'intégrer dans un groupe; est en mesure d'animer, motiver et convaincre les membres du groupe	
A le sens de l'initiative personnelle et des responsabilités	X
<b>Analyser et spécifier des produits / services</b>	<b>15%</b>
Est capable d'analyser les besoins du client dans le domaine de spécialisation et sait traduire les exigences et contraintes dans le contexte technico-scientifico-économique et environnemental adéquat	
Est capable de spécifier, planifier, concevoir et mettre en oeuvre des architectures de systèmes spécifiques au domaine de spécialisation, en intégrant des composants hétérogènes et en respectant les exigences d'interopérabilité et d'évolutivité des systèmes, ainsi que les normes et standards	X
Est capable de mener des études de faisabilité et de proposer des services de conseil	
Est capable de superviser et analyser (monitoring) la sécurité d'un système IT et développer des tableaux de bord renseignant sur l'état du système	
Est capable d'effectuer une analyse du risque IT et sait choisir la méthode adéquate et, le cas échéant, l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de spécifier, dans un cahier des charges, les besoins du client, après les avoir traduits dans le contexte technico-économique adéquat	
Est en mesure de proposer et comparer des solutions et peut justifier un choix avec des arguments techniques, économiques, organisationnels ou environnementaux appropriés	X
Est capable de se mettre à la place de l'utilisateur pour concevoir un produit répondant à ses attentes	X
<b>Développer et réaliser</b>	<b>40%</b>
Sait choisir et mettre en oeuvre efficacement un outil de modélisation dans son domaine de spécialisation	X
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une approche d'aide à la décision pour résoudre des problèmes complexes et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une méthode d'optimisation et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	X
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une méthode de gestion et de configuration de réseaux et de services	
A appris à comparer entre elles diverses méthodes de recherche et de traitement de l'information multimédia et est capable d'en développer de nouvelles	
A appris à comparer entre elles diverses méthodes de développement logiciel, de gestion de versions, de gestion de problèmes, de automatisée de logiciel et est capable de les appliquer, les adapter ou d'en développer de nouvelles	
Sait appliquer les bonnes pratiques et modèles de conception (design patterns) pour des systèmes logiciels	
Sait utiliser à bon escient les concepts et techniques d'ingénierie et de stockage de l'information	
Est capable d'évaluer et choisir des systèmes de transport (SAN, WAN, ?) et serveurs de stockage de l'information multimédia	
Est capable de proposer des approches innovantes pour la réalisation d'interfaces d'utilisateur adaptatives et adaptables en fonction des besoins et des profils des utilisateurs, en adoptant une approche ergonomique	
Est capable de proposer des approches innovantes pour la réalisation d'interfaces adaptatives en fonction du contexte (p. ex. drivers, type de réseau)	
Maîtrise les technologies de simulation graphiques tri-dimensionnelles et réalité virtuelle, p. ex. les GIS (Geographic Information Systems)	
Sait évaluer et choisir une méthode de traitement de l'information multimédia appropriée	
Connait les principes de l'informatique pervasive (ubiquitous computing) et sait les appliquer pour concevoir des solutions d'interaction homme-machine efficaces	
Connait les techniques de parallélisation logicielles et matérielles et de distribution des processus et des données	
Sait comparer les méthodes de co-design et est en mesure de choisir la méthode appropriée	
Est capable de mettre en oeuvre un outil de simulation de système complexe et d'optimiser son architecture, sa performance (p. ex. qualité de service)	X
Est capable de concevoir, vérifier, réaliser et valider un système numérique	
Sait appliquer les techniques de poly-publishing et de cross-média	
Est capable de développer, porter, adapter des composants logiciels de bas niveau (bootstrap, moniteur, driver, os, etc.) sur différentes architectures, en maîtrisant les aspects liés aux interactions logiciel-matériel	
Est capable de développer de nouvelles applications en respectant les contraintes propres aux environnements mobiles (os, transmission, consommation, interfaces, etc.)	
Est capable de modéliser un système physique en vue d'une implémentation informatique	
Sait appliquer des méthodologies de travail appropriées et organiser son temps	
A été sensibilisé aux règles d'éthique et du développement durable	
<b>Valider, améliorer et disséminer</b>	<b>30%</b>
Sait choisir et mettre en oeuvre efficacement un outil de test et de validation	X
A appris à auditer un système d'information et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer la sécurité d'un système IT et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer l'architecture d'un système de communication et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
A appris à auditer une architecture logicielle et le code y relatif et est capable de proposer des mesures appropriées pour son amélioration	
Est capable de choisir et mettre en oeuvre efficacement une approche d'ontologie informationnelle et de gestion de connaissances et, le cas échéant, de l'adapter ou en développer une nouvelle	
Est capable de concevoir et réaliser une plate-forme d'essai permettant de valider des architectures de systèmes ainsi que des composants matériels ou logiciels et d'optimiser leur fonctionnement	
Est en mesure d'assurer la veille technologique dans son domaine et d'intégrer les connaissances nouvelles	X
Sait rédiger, présenter, communiquer et convaincre de manière pertinente	X
Est intégré dans des réseaux professionnels lui facilitant les échanges d'information, les expériences et la veille technologique	
Est en mesure d'acquérir de façon autonome des connaissances et compétences nouvelles	X