

Semestre 3, Master Informatique spécialité RIF

Description des Cours

Programmes des cours avancés

Semestre 3

Neuron dynamics

Faculty: B. Cessac (LJAD and INRIA-NeuroMathComp) and O. Faugeras (INRIA-NeuroMathComp)

Summary

The nervous system is characterized by the parallel interaction on many sub-systems with scales from molecules to brain as a whole where, the state of each subsystem is permanently evolving in space and time. Understanding these systems requires to develop new mathematical tools. This lecture is devoted to give skills in this domain, where both biological and mathematical aspects will be considered, with the aim of giving a concrete and operational perspective. The lecture is organised according to the different characteristic scales in the central nervous system: Neurons and synapses, neuronal networks and neural masses.

Inverse problems in functional brain imaging

Faculty: Maureen Clerc and Theo Papadopoulo (INRIA-Odyssée)

Summary

This course deals with functional brain imaging by non-invasive devices such as Magneto- and Electroencephalography (MEG, EEG). EEG and MEG measure passively the electromagnetic field created by cortical electrical activity. They have a high temporal resolution (millisecond), but the spatial localization of cortical activity is challenging, requiring to solve ill-posed inverse problems. This course presents the state of the art in physical, numerical, and statistical models related to these functional brain imaging devices. The field of Brain Computer Interfaces will also be briefly presented.

Vérification et sécurité

Responsable : B. Grégoire

Intervenants : B. Grégoire (INRIA), T. Rezk (INRIA)

Programme pédagogique :

Ce module permet aux étudiants de comprendre les différentes notions liées à la sécurité des algorithmes cryptographiques: sémantiques des programmes probabilistes, IND-CPA, IND-CCA, preuves par réduction. Il constitue aussi une initiation à la preuve formelle sur machine avec l'assistant de preuve Coq. Les cours seront illustrés par des exemples de preuves en Coq permettant de prouver, par exemple, la sécurité exacte de ElGamal.

Méthodes formelles pour les Systèmes Complexes

Résponsable : E. Formenti

Intervenants :

Programme pédagogique :

Les systèmes complexes sont devenus un modèle paradigmatique pour l'étude de nombreux phénomènes naturels, biologiques, physiques, chimiques, sociologiques, etc. Pour les étudier d'un point de vue formel des nombreuses méthodes ont été introduites. Dans ce cours nous nous intéressons l'un des aspects que nous pensons les plus porteurs : la modélisation par systèmes dynamiques à temps discrets. Dans ces cours nous verrons les aspects fondamentaux. Quelques aspects sera traité plus en profondeur en fonction aussi du public étudiant. Voici les thèmes principaux traités, seulement deux des thèmes dits d'approfondissement seront traités chaque année.

- Rappels de topologie générale (2h)
- Systèmes Dynamiques Discrets (1) : définitions, exemples et applications (3h)
- Systèmes Symboliques : définitions, exemples et applications (3h)
- Relations sur l'espace de phases (2h)
- Facteurs, simulateurs, conjugaison (2h)
- Systèmes Dynamiques Discrets (2) : liens avec la calculabilité et la complexité (2h)
- Approfondissement 1 : Entropie topologique (3h)
- Approfondissement 2 : Entropie de la mesure (2h)
- Approfondissement 3 : Espaces symboliques non-classiques (3h)
- Approfondissement 4 : Attracteurs (3h)
- Approfondissement 5 : Systèmes à particules : quelques cas simple (3h)

Nombres, jeux et stratégies

Responsables : Christophe Papazian (MC, UNS)

Programme pédagogique :

1. Axiomes de base de la théorie des ensembles
2. Étude des ordinaux, des cardinaux, définition des réels et des nombres
3. Définitions des jeux, nature d'un jeu, relations d'ordre partiel sur l'ensemble des jeux
4. Stratégies gagnantes, jeux partiels et impartiaux, tout petits jeux.
5. Température d'un jeu, études des jeux froids sur des cas concrets
6. Jeux de nims, addition et soustraction de nims, études de cas concrets
7. Thermographe, forme normale, structure de l'ensemble des jeux.

Mots infinis & applications

Responsables : S. Julia (MC, UNS)

Programme pédagogique :

1. Introduction aux langages de mots infinis
2. Reconnaissance de langages de mots infinis
3. Omega-codes et Omega-langages
4. Quelques problèmes combinatoires sur les omega-langages
5. Morceaux choisis (sélection de résultats récents)

Planification d'expériences optimales pour l'estimation, l'interpolation et la prédiction

Responsables : L. Pronzato (DR CNRS)

Programme pédagogique :

L'objectif de ce cours est de montrer comment un problème de nature statistique (comment choisir les conditions expérimentales permettant de prédire au mieux le comportement d'un système à partir de quelques observations?) conduit à des problèmes variés de programmation convexe (ou pas), présentant de forts liens avec des problèmes de géométrie algorithmique et optimisation géométrique.

Après une introduction à l'estimation paramétrique et la présentation de résultats classiques sur les propriétés asymptotiques d'estimateurs (moindres carrés, maximum de vraisemblance), nous aborderons la construction d'expériences optimales (du point de vue asymptotique) pour l'estimation de paramètres et montrerons l'équivalence entre optimalité pour l'estimation et pour la prédiction. La planification d'une expérience optimale se ramenant à un problème de programmation convexe, nous étudierons son dual et montrerons qu'il correspond à un problème de géométrie bien connu : comment déterminer l'ellipsoïde de volume minimum contenant un ensemble compact? Cela nous permettra de présenter divers algorithmes pour résoudre ce problème.

Dans de nombreux domaines l'utilisation de codes numériques supplée aujourd'hui les expérimentations physiques (on parle alors d'expériences simulées). Ces simulations (éléments finis par exemple) sont souvent très coûteuses en temps de calcul, et il est indispensable de disposer de modèles mathématiques simples permettant d'approximer le comportement du code de calcul (si l'on veut par exemple optimiser le rendement d'un processus complexe, prédire la probabilité de défaillance d'un système, etc.). Se pose là aussi le problème de construire un plan d'expérience (quelles simulations doit-on effectuer?) permettant de construire ensuite le « meilleur » modèle (en un sens à préciser). Nous rencontrerons là aussi une forte imbrication entre statistiques et optimisation, avec de nouveau de forts liens avec des problèmes de géométrie, mais cette fois-ci non convexes et bien plus difficiles à résoudre.

Enfin, si le temps le permet, nous traiterons brièvement les notions d'expérience optimale à horizon fini et de construction séquentielle d'une expérience optimale dans le cadre de l'estimation paramétrique.

Programmation par Contraintes avancée

Responsable : Jean-Charles Régim (UNS)

Prérequis : cours de programmation par contraintes

Programme pédagogique :

Le but principal de ce cours est d'apprendre aux étudiants à résoudre des problèmes de combinatoire réels,

comme la résolution d'emploi du temps ou la gestion de chaîne de montage de voitures, à l'aide de la programmation par contraintes. On s'attardera particulièrement sur la modélisation de ces problèmes. La décomposition de problèmes en sous-problèmes peu dépendants sera particulièrement étudiée ainsi que la définition de stratégies de recherche. On envisagera aussi l'écriture de contraintes nouvelles soit à l'aide de table soit par la définition d'algorithmes de filtrages nouveaux.

Algorithms for telecommunications

Faculty : N. Nisse (CR, INRIA)

Symmary :

The lectures will present problems arising in the design of telecommunication networks considered by operators like France Telecom or manufacturers like Alcatel. There will be two kinds of networks studied including optical WDM networks with MPLS management and wireless radio networks. In both cases environmental aspects like minimization of energy will be considered. Examples of such problems are tunnels in MPLS, multicasting, WIFI access, gathering in radio networks, placement of access points, fault tolerant on board satellite networks.

For each problem we will show how to give simple models to tackle them. Then we will introduce algorithmic tools to solve them. All these problems being difficult, we will emphasize approximation algorithms, dynamic programming and heuristics. We will also present some powerful theoretical tools in graph theory and combinatorial optimization.

Performance Evaluation of Networks

Faculty : P. Nain (DR, INRIA)

Summary :

This course will expose the students to a variety of modern mathematical tools entering the modeling, performance evaluation, optimization and control of large-scale computer networks and distributed systems. These tools include the theory of Markov chains (including absorbing Markov chains), basic elements of queueing theory, game theory, stochastic geometry, mean-field approximations, network calculus, dynamic programming and extreme value theory. Numerous applications will be studied throughout the class, including the modeling of TCP and of Web servers, service differentiation, sized-based scheduling, mobility models, file sharing systems (e.g. BitTorrent), distributed storage systems, routing in mobile ad hoc networks.

Techniques de compression des signaux numériques

Responsable : Marc Antonini (DR, CNRS)

Programme pédagogique :

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants les notions de bases nécessaires pour faire de la compression de signaux numériques. Ces techniques sont illustrées par les normes classiques JPEG et Mpeg-2 largement utilisés sur Internet et autres distributions multimédia. D'autres techniques récemment issues des laboratoires de recherche, parmi lesquelles JPEG2000, MPEG-4, H264 sont abordées et expliquées. Il est complété par des séances de Travaux Dirigés et de Travaux Pratiques qui permettent à l'étudiant de mettre en application les notions acquises en cours.