1

Méthodes particulaires appliquées à l'ingénierie, et à la physique

Session organisée par Pierre Del Moral

Cette session concerne les applications des méthodes particulaires à l'ingénierie, et à la physique. Le premier exposé présente des développements théoriques récents sur les propriétés de propagations du chaos des systèmes de particules en interaction associés à ces algorithmes. La suite de la session propose une variété de nouvelles applications en mécanique des fluides, en chimie quantique, en analyse d'événements rares, ainsi qu'en statistique bayesienne.

(1; 2; 3; 4; 5)

Références :

[1] *Convolution Filter based methods for Parameter Estimation in general state-space models,* (2005) F. Campillo et V. Rossi. Rapport de recherche INRIA.

[2] *Adaptive multilevel splitting for rare event analysis,* (2005) F. Cérou et A. Guyader. Rapport de recherche INRIA.

[3] *Feynman-Kac formulæ. Genealogical and interacting particle systems with applications,* (2004) Springer Verlag New York, Series : Probability and its Applications.

[4] *Sequential Monte Carlo Methods in Practice* (2001) Eds. A. Doucet, N. de Freitas & N.J. Gordon. Springer Verlag New York, Series Statistics for Engineering and Information Science.

[5] *Stability and Uniform Approximation of Nonlinear Filters using the Hilbert Metric, and Application to Particle Filters* (2004) François Le Gland et Nadia Oudjane. The Annals of Applied Probability, 14, 1, pp. 144-187.

Adresse de l'organisateur :

Pierre Del Moral
Laboratoire J. A ; Dieudonné
Université de Nice-Sophia Antipolis
06 108 000 Nice France
E-mail : delmoral@math.unice.fr
<http://math1.unice.fr/~delmoral/>

Développement limité de l'erreur faible d'un schéma particulaire

par **Sylvain Rubenthaler**

On s'intéresse à un système de particules approchant la solution d'une équation de Feynman-Kac. Une récurrence permet de décomposer la loi d'un bloc de p particules en somme algébrique faisant intervenir des arbres (correspondants a la maniere dont les particules ont interragi dans le passé). Ceci permet notamment d'obtenir un développement de l'erreur faible entre la mesure des particules et la mesure solution de Feynman-Kac à n'importe quel ordre. Ces calculs impliquent des exercices de dénombrement sur les arbres.

Adresse :

Sylvain RUBENTHALER
Lab. J. A. Dieudonné
Université Nice Sophia Antipolis
28 Avenue Valrose
06108 Nice Cedex 2, France
E-mail : `rubentha@math.unice.fr`

Filtrage des mesures de vitesses d'un fluide turbulent par algorithme particulaire

par **Christophe Baehr**

Les vitesses lagrangiennes d'un fluide dans un écoulement turbulent peuvent être modélisées par des équations de type McKean-Vlasov (Modèle de S.B. Pope). L'approche particulaire pour cette classe d'équation a été largement étudiée par A.S. Sznitman et S. Méléard. Nous utilisons la technique du filtrage particulaire pour obtenir les fermetures du système et afin de débruiter des mesures de vent, avec une application à des cas réels. Le cas des écoulements fortement turbulent avec présence d'intermittence sera également évoqué. On terminera par une présentation de la méthode dans le cas d'un écoulement tridimensionnel stratifié incluant des termes de flottabilité.

Adresse :

Christophe BAEHR
Météo France
LSP et CNRM, 42 Av. G. Coriolis
31 057 Toulouse France
E-mail : `christophe.baehr@meteo.fr,`
<>

Analyse bayésienne de modèles d'évolution de ressources naturelles

par Fabien Campillo et **Vivien Rossi**

Les méthodes de Monte Carlo par Chaîne de Markov (MCMC) permettent d'approcher les lois a posteriori de problèmes statistiques avec observations partielles et bruitées. Dans le cas de modèles complexes, par exemple dynamique, ces méthodes peuvent toutefois s'avérer très lentes à converger. Une alternative propose de combiner l'aspect adaptatif de MCMC et la capacité de l'échantillonnage d'importance à proposer des échantillons i.i.d. Ces méthodes s'apparentent à des algorithmes de Monte Carlo séquentiels. Nous nous intéressons ici à des modèles paramétriques d'évolution de ressources naturelles. Ils sont le plus souvent non linéaires et doivent être calés sur un très petit nombre d'observations.

Adresses :

Fabien Campillo
IRISA
Campus de Beaulieu
35 042 Rennes
E-mail : `Fabien.Campillo@irisa.fr`
<`http://www.irisa.fr/sigma2/campillo/`>

Vivien Rossi
IRISA
Campus de Beaulieu
35 042 Rennes
E-mail : `vivien.rossi@irisa.fr`
<`http://vrossi.free.fr/`>

Quelques questions posées par l'utilisation de sources d'information géoréférencées en navigation et en poursuite.

par Julien Guillet et **François Le Gland**

La localisation, la navigation et la poursuite forment un domaine d'application privilégié du filtrage bayésien, où il s'agit d'estimer la position et la vitesse d'un mobile (et éventuellement d'autres hyper–paramètres) à partir (i) d'un modèle de déplacement a priori, (ii) de mesures bruitées fournies par un capteur et (iii) d'une source d'information (carte numérique ou base de mesures) géoréférencée, permettant d'estimer la valeur attendue en chaque position pour la grandeur physique mesurée par le capteur. En recalage altimétrique par exemple, un radar altimétrique combiné à une centrale de navigation inertielle fournit une estimation de la hauteur du relief à la verticale du porteur, qui peut être comparée à la hauteur du relief en chaque position, lue sur une carte numérique de terrain. En communications sans–fil, la puissance du signal reçu par le mobile en provenance d'un point d'accès (WiFi) ou d'une station de base (GSM, UMTS) et mesurée par le mobile lui–même, peut être comparée avec une autre estimation de la puissance du signal reçu en chaque position, lue sur une carte numérique de couverture ou bien dans une base de mesures de référence.

Dans le cas d'une carte numérique, les erreurs sont en principe corrélées spatialement, et sont souvent modélisées comme des champs aléatoires gaussiens, ce qui entraîne une corrélation temporelle des bruits de mesure, dont il faut tenir compte dans l'évaluation de la fonction de vraisemblance. Dans le cas d'une base de mesures de référence, l'expression de la densité d'émission (c'est–à–dire de la densité de probabilité attendue pour la grandeur physique mesurée par le capteur), voire même une simple estimation sous la forme d'un histogramme construit à l'occasion d'une campagne de mesures préalable, n'est disponible que pour un certain nombre de positions réparties, et il faut pouvoir en déduire l'expression de la densité d'émission pour une position quelconque, par exemple par interpolation. Dans le cas d'un déplacement en environnement intérieur ou en environnement extérieur de type urbain, il est facile de prendre en compte les éventuelles contraintes de déplacement, mais il est également possible d'inclure directement ces contraintes en considérant un modèle simplifié de déplacement a priori sur un graphe de Voronoï, ce qui nécessite en contrepartie l'évaluation en chaque position sur le graphe de Voronoï d'une fonction de vraisemblance généralisée.

L'objectif ici est de décrire quelques uns des problèmes posés par l'utilisation d'une source d'information géoréférencée et de proposer une adaptation des algorithmes usuels de filtrage particulaire, permettant une mise en œuvre numérique efficace du filtrage bayésien dans ce contexte particulier.

Adresses :

Julien Guillet
IRISA
Campus de Beaulieu
35 042 Rennes
<http://www.irisa.fr/aspi/perso.html>

François Le Gland
IRISA
Campus de Beaulieu
35 042 Rennes
E-mail : legland@irisa.fr
<http://www.irisa.fr/aspi/legland/>

Une méthode de branchement adaptative pour l'analyse d'événements rares

par Frédéric Cérou et **Arnaud Guyader**

L'estimation de la probabilité d'un évènement rare est un problème crucial dans des domaines tels que la fiabilité, les télécommunications, le contrôle arien. Dans des systèmes complexes, l'étude analytique est hors de portée, et on doit utiliser une méthode de Monte-Carlo. Lorsque l'évènement est vraiment rare, disons ayant une probabilité plus petite que 10^{-9}, une approche Monte Carlo naïve ne marche pas. Une technique courante consiste à utiliser des niveaux de branchement, mais cette méthode nécessite une connaissance suffisante du système pour choisir où mettre les différents niveaux. Cela n'est malheureusement pas toujours possible. Dans cet article, nous proposons un nouvel algorithme adaptatif pour résoudre ce problème : l'estimateur est asymptotiquement consistant, est juste un peu plus coûteux que la méthode multi-niveaux classique, et a la même efficacité en terme de variance asymptotique.

Adresses :

Frédéric Cérou
IRISA
Campus de Beaulieu
35 042 Rennes
E-mail : `Frederic.Cerou@irisa.fr`
<`http://www.irisa.fr/aspi/perso.html`>

Arnaud Guyader
Université Haute Bretagne
Place du recteur H. Le Moal
CS 24307, 35 043 Rennes
E-mail : `arnaud.guyader@uhb.fr`
<`http://www.irisa.fr/aspi/perso.html`>