

L'Optimisation par Essaim Particulaire pour le problème de l'apprentissage de Modèles de Markov Cachés : adaptation, hybridation et comparaison

S. Aupetit, N. Monmarché, M. Slimane

Depuis quelques années, l'apprentissage optimal de Modèles de Markov Cachés (MMC) fait partie des préoccupations du Laboratoire Informatique de l'Université de Tours [BRO97,SLI02]. Un modèle de Markov caché est un processus stochastique qui permet la modélisation, la reconnaissance et la segmentation de séries temporelles [RAB89]. L'apprentissage de MMC consiste à trouver les meilleurs paramètres du modèle qui maximisent un critère particulier. Dans nos études, ce critère est celui de la vraisemblance. Il se présente sous la forme d'un polynôme dont le degré est proportionnel à la longueur de la série temporelle à modéliser. De plus, les variables du polynôme (ou paramètres du modèle) sont soumises à des contraintes de stochasticité. Ce fort degré du polynôme, les contraintes de stochasticité et la présence de « symétries » dans l'espace des paramètres font de ce problème un cas difficile. Il n'existe pas de méthode déterministe pour résoudre le problème de l'apprentissage, cependant, il existe un algorithme qui fonctionne de façon similaire à une descente de gradient : l'algorithme de BaumWelch [BAU67,BAU72].

Après avoir adapté les paradigmes des algorithmes génétiques (AG) et ceux de l'algorithme de fourmis API (inspiré du comportement des *Pachycondyla Apicalis* [MON00]) pour l'apprentissage de MMC [AUP05b], nous nous sommes intéressés à l'Optimisation Essaim Particulaire (OEP) [CLE05]. Dans cet étude, nous présentons comment l'espace des paramètres des MMC peut être muni d'une structure vectorielle permettant l'adaptation aisée d'une forme simple de l'OEP et son hybridation avec l'algorithme de BaumWelch. Afin d'évaluer l'intérêt de cette approche, nous la comparons à une adaptation de l'algorithme API utilisant cette même structure vectorielle [AUP05a]. Après avoir indépendamment déterminé un jeu de paramètres le plus adapté possible pour chaque méthode, nous avons mené une étude expérimentale comparative.

[AUP05a] S. Aupetit, N. Monmarché, M. Slimane, S. Liardet, An Exponential Representation in the API Algorithm for Hidden Markov Models Training, in: Proceedings of the 7th International Conference on Artificial Evolution (EA'05), Lille, France, 2005, CD-Rom.

[AUP05b] S. Aupetit, Contributions aux modèles de Markov cachés : métaheuristiques d'apprentissage, nouveaux modèles et visualisation de dissimilarité, Thèse de doctorat, Laboratoire d'Informatique de l'Université François Rabelais de Tours, 30 Novembre 2005.

[BAU67] L.E. Baum, J.A. Eagon, An inequality with applications to statistical estimation for probabilistic functions of markov processes to a model for ecology, Bull American Mathematical Society 73, 360-363, 1967.

[BAU72] L.E. Baum, An inequality and associated maximisation technique in statistical estimation for probabilistic functions of markov processes, Inequalities 3, 1-8, 1972.

[BRO97] T. Brouard, M. Slimane, J.P. Asselin de Beauville, Modélisation des processus simultanés indépendants par chaînes de Markov cachées multidimensionnelles (CMC-MD/I), Rapport technique. 200, Laboratoire d'Informatique de l'Université François Rabelais de Tours, décembre 1997.

[CLE05] M. Clerc, L'optimisation par essais particuliers : versions paramétriques et adaptatives, Hermes Science - Lavoisier, Paris, 2005.

[MON00] N. Monmarché, Algorithmes de fourmis artificielles : applications à la classification et à l'optimisation, Thèse de doctorat, Laboratoire d'Informatique de l'Université François Rabelais de Tours, 20 décembre 2000.

[RAB89] L.R. Rabiner, A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition, Proceedings of the IEEE 77 (2) (1989) 257—286.

[SLI02] M. Slimane, Chaînes de Markov cachées, algorithmes évolutionnaires et fourmis artificielles : contributions et hybridations, Habilitation à diriger des recherches, Laboratoire d'Informatique de l'Université François Rabelais de Tours, 20 décembre 2002.