

Algorithme de résolution de jeux stochastiques et application au partage de ressources renouvelables

Stage de M2, 2015-2016

Contexte:

Les jeux stochastiques sont une généralisation des jeux statiques qui permettent de représenter un grand nombre de situations en économie (et particulièrement en économie industrielle) ou en réseau. En effet, ils permettent de modéliser plus finement les interactions entre les agents (les joueurs) au cours du temps dans un environnement qui évolue. Ce type de jeux [1], se déroule en plusieurs étapes durant lesquelles l'état du système varie en fonction des actions des agents et d'un environnement probabiliste. Quand la transition ne dépend que de l'état et des actions, ces jeux sont des *jeux de Markov* qui peuvent être vus comme des processus de décision markoviens à plusieurs agents.

Résoudre de tels jeux consiste à trouver ce qu'on appelle des *équilibres de Nash*, dans l'ensemble des stratégies mixtes (c'est-à-dire qui utilisent des probabilités) qui donnent les actions à appliquer, pour chaque agent dans chaque état. Comparativement aux modèles de décision dynamique classiques, le fait d'avoir plusieurs agents complique la détermination des actions à effectuer par ceux-ci [3] et complexifie les algorithmes de calcul. C'est pourquoi l'utilisation d'algorithmes adaptés et efficaces est importante, et constitue un sujet de recherche tout aussi bien théorique que pratique. S'il existe une méthode classique basée sur la méthode de Newton pour trouver les équilibres [4], la convergence de cette méthode n'est pas assurée. Il faut donc aller chercher d'autres techniques, comme par exemple celle des jeux fictifs tels que présentée dans [5], ou d'autres algorithmes pour améliorer les chances de trouver un résultat.

Comme application, on s'intéressera à un modèle de partage des capacités de pompage dans une retenue d'eau par des agriculteurs [6] qui peut être représenté par un jeu de Markov. Selon ses besoins d'arrosage, un agriculteur doit trouver le bon compromis entre puiser de l'eau dans la ressource commune dont le niveau dépend d'une part du renouvellement aléatoire (chute de pluie) et d'autre part de la quantité de pompage des autres agriculteurs ou entre puiser dans des sources d'approvisionnement plus sûres (telles que des citernes) mais qui auront nécessité un investissement préalable ce qui renchérit la ressource et diminue le revenu. Pour mieux prendre en compte l'aspect renouvelable de la ressource, une approche dynamique est adoptée qui étudie le problème sur plusieurs années.

Travail demandé:

Ce stage fait suite à un premier stage qui s'est déroulé en 2015 [2] et qui a consisté en une revue de la littérature sur les concepts reliés au jeu stochastique sans aborder les aspects algorithmiques. Le travail à réaliser sera décomposé en 3 grandes parties.

Dans une première partie, après une prise en main des différents concepts de jeux stochastiques, on cherchera à faire une revue des différents algorithmes qui permettent de trouver les équilibres dans des jeux de Markov à somme générale.

Dans un second temps, on cherchera à implémenter ceux parmi les différents algorithmes recensés qui semblent les plus prometteurs. Ces implémentations seront appliquées à l'exemple de partage des eaux décrit ci-dessus.

Enfin, on cherchera à exploiter les résultats obtenus à l'aide du programme. Ce, afin de connaître l'évolution d'un tel modèle et de savoir vers quels équilibres il tend ou dans le cas contraire si des défauts de coordination apparaissent, auquel cas la ressource est surexploitée.

Pré requis : Théorie des jeux et probabilités: utiles mais pas indispensables.

Bonne connaissance de l'algorithmique et de la programmation nécessaire.

Lieu du Stage : LIP6 Université Pierre et Marie Curie. Travail en collaboration avec A. Jean-Marie (INRIA) et M. Tidball (INRA)

Durée : 5-6 mois

Contact : Emmanuel.Hyon@lip6.fr

References

Sur les jeux stochastiques

- [1] Filar J., Vrieze K. (1996): “Competitive Markov Decision Processes”. Springer.
- [2] Yemele N. (2015), “Jeux stochastiques pour partage de ressources renouvelables”, Mémoire M2 Master ISEFAR Nanterre.

Sur les algorithmes de calcul de solutions

- [3] Burkov A., Chaib-Draap A.B. (2008): “Une introduction aux jeux stochastiques”, in Processus Décisionnels de Markov en Intelligence Artificielle
<http://researchers.lille.inria.fr/munos/papers/files/bouquinPDMIA.pdf>
- [4] Govindan S. and Wilson R. B. (2009): “Global Newton Method for Stochastic Games”, in *Journal of Economic Theory*, 44.1: 414-421.
- [5] Fudenberg D. and Levine D. K. (1999): “The Theory of Learning in Games”, MIT Press.

Sur le modèle économique

- [6] Lefebvre M., Thoyer S., Tidball M. and Willinger M. (2014) “Sharing Rules for Common-Pool Resources When Self-Insurance is Available”, in *Environmental Modeling and Assessment*.