

Carnet de bord de l'UE projet

Sujet : Résolution de jeux stochastiques à somme nulle à deux joueurs

Yoones MIRHOSSEINI et Marc VINCENT
Spécialité Androïde

Introduction

Notre sujet de recherche porte sur les jeux stochastiques à somme nulle à deux joueurs. Il s'agit d'un type de jeux compétitifs impliquant une part d'aléatoire. Ils se trouvent ainsi à l'intersection de deux domaines de recherche : les processus de décision markoviens et la théorie des jeux. Le but de l'étude de ces jeux est de trouver la ou les stratégie(s) optimale(s) pour chaque joueur ; selon les cas, la convergence des algorithmes vers ces stratégies pose plus ou moins de difficultés. Notre objectif est dans un premier temps de concevoir une modélisation informatique générique des jeux stochastiques et dans un second temps d'implémenter et comparer des algorithmes permettant de résoudre les jeux stochastiques à somme nulle à deux joueurs.

Les mots-clés retenus

Nous avons utilisé des mots-clés autour de trois thèmes :

- pour les modèles mathématiques : jeux stochastiques, processus de décision markoviens (MDP), théorie des jeux, jeux à somme nulle ;
- pour les résultats théoriques associés : fonction de valeur, stratégie optimale, équilibre de Nash, équation de point fixe, convergence ;
- pour les algorithmes : apprentissage par renforcement, Q-learning, itération sur les valeurs, programmation linéaire, minimax.

Descriptif de la recherche documentaire

Nous avons utilisé principalement Google Scholar, notamment pour voir quels articles étaient les plus cités donc a priori fiables ; c'est l'outil de recherche qui nous a donné le plus de résultats, mais les articles et ouvrages n'y sont pas tous consultables en entier. Nous avons aussi utilisé le site ResearchGate, qui donne accès à de nombreux articles : il montre également, pour un article donné, tous les articles qui citent celui-ci. Nous avons également trouvé via le catalogue de la BUPMC un livre consacré aux processus de décision markoviens compétitifs qui n'était pas consultable en ligne. Enfin, pour trouver dans quel article avaient été donnés pour la première fois des résultats importants sur certains algorithmes, nous avons fait une recherche par rebond au fil des références de plusieurs articles.

Globalement, Google Scholar et ResearchGate nous ont donné accès à la majorité des sources dont nous avons besoin car ils mettent à disposition les articles les plus cités du domaine. Nous avons ensuite complété ces sources en suivant les références communes à plusieurs articles et en utilisant le catalogue de la bibliothèque pour certains ouvrages.

Évaluation des sources

1. C. Y. T. Ma, D. K. Y. Yau, X. Lou, and N. S. V. Rao, "Markov Game Analysis for Attack-Defense of Power Networks," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 28, pp. 1676 – 1686, 2013.

Cet article, le plus récent que nous ayons lu, est intéressant en ce qu'il propose un cas d'application concret des modèles que nous étudions, sur la sécurité et la robustesse d'un réseau d'électricité. Il est cité un nombre raisonnable de fois (38). Nous l'avons trouvé sur Google Scholar avec la requête « Markov game » lorsque nous cherchions des exemples de jeux à tester. Les auteurs ont publié plusieurs autres articles sur les réseaux.

Cet article est sur certains points très lacunaire. En particulier, pour le cas d'application qu'il étudie (attaque-défense dans un graphe), il ne fournit à aucun moment une définition précise de la fonction de récompense (un élément essentiel à la description d'un jeu stochastique). En conséquence, les évaluations des algorithmes exécutés sur ce cas d'application, que l'article donne par la suite, ne sont pas répliquables, et nous n'avons pas pu comparer nos résultats à ceux de l'article.

2. *Processus Décisionnels de Markov en Intelligence Artificielle*, O. Sigaud and O. Buffet, Eds. Hermes, 2008.

Cet ouvrage est la référence en français la plus citée concernant les processus de décision markoviens et est accessible en ligne sur le site de l'INRIA. Il est raisonnablement récent. Son principal avantage est de couvrir exhaustivement dans trois de ses chapitres toutes les notions abordées dans notre projet (processus de décision markoviens, jeux stochastiques, Q-learning) ; il a donc constitué pour nous une très bonne introduction et nous a donné les bases nécessaires à la lecture des autres articles. L'un de ses défauts réside dans le manque d'uniformité des notations entre les chapitres, qui parfois rend moins évidents les liens entre eux.

3. M. L. Littman, "Markov games as a framework for multi-agent reinforcement learning," *Proceedings of the 11th International Conference on Machine Learning (ML-94)*, p. 157–163, 1994.

Cet article était cité par plusieurs des sources que nous avons trouvées, nous sommes donc remontés jusqu'à lui par rebond : il est au total cité près de 1600 fois, ce qui est a priori un gage de fiabilité. Même si l'article date d'il y a 24 ans, il a encore reçu 36 citations en 2018 jusque là, ce qui prouve qu'il reste pertinent. Il présente en effet un algorithme d'apprentissage novateur par renforcement pour les jeux stochastiques, que nous avons implémenté dans notre projet, de même que l'exemple d'application qu'il fournissait.

L'article propose une description très concise d'un certain nombre de notions pertinentes dans notre projet : il a l'avantage de mettre l'accent sur l'essentiel, et le désavantage de manquer de détail et de précision sur certains points. Il est ainsi arrivé que certaines étapes de l'algorithme soient comprises différemment par notre encadrant de groupe et nous-mêmes.