

Proposition de Thèse

Sujet : Explications pour la prise de décision séquentielle dans un environnement partiellement observable

Direction scientifique : Céline Rouveirol (PU Institut Galilée) et Henry Soldano (MCF HDR Institut Galilée)

1 Contexte

Les méthodes de prédiction ou de classification les plus efficaces actuellement reposent sur des algorithmes d'apprentissage qui construisent des modèles qui peuvent difficilement expliquer leurs décisions d'une manière interprétable par un interlocuteur humain. Cette explicabilité est pourtant primordiale :

- elle donne les éléments permettant à un interlocuteur qui doit prendre la responsabilité d'une décision de s'approprier, ou non, la décision obtenue sur la base de ce modèle.
- elle permet une interaction avec un interlocuteur expert dans le but soit de critiquer et réviser a posteriori le modèle appris, soit d'intervenir pendant le processus d'apprentissage.

Nous nous sommes intéressés dans des travaux récents à la notion d'explication de décisions pour des problèmes de décision séquentiels modélisés par des processus de décision de Markov (MDP)[10]. La notion d'explication que nous avons explorée est dans la lignée de divers travaux sur les explications abductives du label attribué par un classifieur logique à une observation décrite en logique propositionnelle ou par une liste de paires attribut-valeur [5, 1, 2, 4]. Cependant dans le cas d'un MDP la décision porte sur le choix d'une action dans un état donné et donc son explication doit prendre en compte l'arbre des actions possibles au cours du temps et des états qui y sont associés. De plus pour le problème ayant motivé ces travaux, le jeu de la carte dans un jeu de Bridge simplifié, nous nous sommes intéressés à des explications dans des langages expressifs (restriction de la logique des prédicats). Nous avons proposé une formalisation et des algorithmes de Programmation Logique Inductive [3] pour réinterpréter la notion d'explication abductive de P. Marquis [8] dans ce contexte et proposer des explications minimales pour un groupe d'exemples partageant un même label[6]. Ces travaux peuvent être étendus dans de nombreuses directions, nous proposons d'en explorer une dans le cadre de cette thèse.

2 Sujet

Dans de nombreuses situations la prise de décision séquentielle se fait dans un environnement partiellement observable (POMDP) [10] : on ne sait pas tout des états le long des trajectoires étudiées et l'information manquante peut-être cruciale pour la prise de décision. C'est le cas en particulier dans un jeu de cartes, lorsque les mains des adversaires sont inconnues. Dans ce cas nous disposons cependant de connaissances qui vont nous permettre de raisonner et de calculer au mieux un état de croyance, c'est-à-dire une distribution de probabilité sur les états

possibles. De nombreux formalismes et outils ont été conçus et développés ces dernières années pour faire du raisonnement logique et de l'apprentissage dans un cadre incertain ([9] et plus récemment [11]), nous allons pouvoir nous appuyer sur ces formalisations et outils développés en logique des prédicats probabiliste pour étendre notre cadre logique d'explications en logique des prédicats pour des POMDPs. Etudier et définir dans ce cadre probabiliste ce que sont les explications est en soi une des contributions importantes attendues de cette thèse.

Nous nous proposons d'explorer en particulier les approches qui représentent les politiques sous forme de programmes logiques probabilistes, comme proposé par J. Lang et B. Zanuttini [7]. Raisonner avec ce type de formalisme est une chose, mais apprendre des politiques et définir et construire des explications dans ce cadre est un problème largement ouvert.

Pour cette étude nous nous intéresserons en premier lieu à des problèmes de jeu de carte, poursuivant le travail en collaboration avec la société Nukkai, mais le propos est évidemment plus général.

Références

- [1] Gilles Audemard, Steve Bellart, Louenas Bounia, Fr'ed'eric Koriche, Jean-Marie Lagniez, and Pierre Marquis. On preferred abductive explanations for decision trees and random forests. In Lud De Raedt, editor, *Proceedings of IJCAI'22*, pages 643–650, 2022.
- [2] Gilles Audemard, Steve Bellart, Louenas Bounia, Frédéric Koriche, Jean-Marie Lagniez, and Pierre Marquis. Sur le pouvoir explicatif des arbres de décision. In *EGC*, volume E-38, pages 147–158. Editions RNTI, 2022.
- [3] Andrew Cropper and Sebastijan Dumancic. Inductive logic programming at 30 : A new introduction. *J. Artif. Intell. Res.*, 74 :765–850, 2022.
- [4] Adnan Darwiche and Auguste Hirth. On the reasons behind decisions. In L, editor, *ECAI'20*, volume 325 of *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, pages 712–720, 2020.
- [5] Xuanxiang Huang, Yacine Izza, Alexey Ignatiev, and João Marques-Silva. On efficiently explaining graph-based classifiers. In *Proceedings of KR'21*, pages 356–367, 2021.
- [6] Malik Kazi Aoual, Céline Rouveirol, Henry Soldano, and Véronique Ventos. Comment gagner : expliquer les bonnes trajectoires. In *Conférence Nationale en Intelligence Artificielle*, volume To Appear, Strasbourg, France, Juillet 2023.
- [7] Jérôme Lang and Bruno Zanuttini. Probabilistic knowledge-based programs. In *Proceedings of the Twenty-Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2015, Buenos Aires, Argentina, July 25-31, 2015*, pages 1594–1600, 2015.
- [8] Pierre Marquis. Extending abduction from propositional to first-order logic. In *FAIR*, volume 535, pages 141–155. Springer, 1991.
- [9] Luc De Raedt, Kristian Kersting, Sriraam Natarajan, and David Poole. *Statistical Relational Artificial Intelligence : Logic, Probability, and Computation*. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning. Morgan & Claypool Publishers, 2016.
- [10] Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. *Reinforcement learning - an introduction, Second Edition*. MIT Press, 2018.
- [11] Guy Van den Broeck, Kristian Kersting, Sriraam Natarajan, and David Poole. *An Introduction to Lifted Probabilistic Inference*. MIT Press, aug 2021.