

Modélisation et Résolution du jeu du Puissance 4

Au vu du thème principal, qui est l'optimalité, j'ai voulu m'orienter vers l'étude d'un jeu dont je pourrais chercher les différents mécanismes qui amènent à sa résolution. J'ai donc fait une étude sur la méthode d'approche que je pourrais avoir de celle-ci, puis, par un algorithme, en établissant certaines contraintes, je compte orienter le choix de placement à chaque tour de manière à remporter la partie c'est-à-dire progressivement imposer des contraintes à l'adversaire pour restreindre ses choix de jeu et le conduire inéluctablement à la défaite.

Positionnement thématique (étape 1)

INFORMATIQUE (Informatique pratique), INFORMATIQUE (Informatique Théorique), MATHEMATIQUES (Autres).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Logique déontique</i>	<i>Deontic logic</i>
<i>Jeu à somme nulle</i>	<i>Zero-sum game</i>
<i>Equilibre en stratégies dominantes</i>	<i>Balance in dominant strategy</i>
<i>Intelligence Artificielle faible</i>	<i>Artificial Intelligence</i>
<i>Raisonnement rétrograde</i>	<i>Backward Induction</i>

Bibliographie commentée

Concernant l'étude de la résolution d'un jeu quelconque, il faut commencer par considérer qu'un jeu est avant tout un ensemble de contraintes associées à un enjeu, ces mêmes contraintes qui définissent le jeu et ce qui sera considéré comme une partie gagnée ou perdue. C'est donc à partir de ces contraintes que l'on peut créer une simulation du jeu, permettant ensuite d'étudier plus facilement et plus en profondeur ses mécanismes afin d'en déduire des stratégies plus avantageuses, ce qui constitue la résolution du jeu. Ceci consiste donc à sélectionner des choix parmi ceux dont disposent les individus en interaction [1].

Avant de pouvoir aborder la résolution d'un jeu, certains outils théoriques sont nécessaires, dont le plus important est la logique, plus précisément la logique modale. Plusieurs mathématiciens et philosophes théoriciens l'ont étudiée avec différentes approches, tel Georg Henrik Von Right développant la logique de l'action dans les années 1950, indispensable pour la constitution de la logique déontique qui en découle directement, basée elle-même sur les 4 modalités suivantes : l'interdit, l'obligatoire, le permis et le facultatif ; et que l'on peut comparer à celles de la logique modale : l'impossible, le nécessaire, le possible et le contingent [2]. On a une évolution avec Hugh MacColl qui formalisa en premier la logique modale, puis avec la quantification des différents « mondes possibles » explorée d'abord par Rudolph Carnap avant d'être progressivement totalement exposée par Saul Kripke et Jakko Hintikka de 1946 à 1959.

Parallèlement, en ayant une approche un peu plus philosophique, Georges Kalinowski fit

émerger un système de logique des normes, basée sur une théorie perfectionnée de l'action, claire indication quant au lien avec la logique déontique. La principale différence est que son travail permettrait de justifier de manière rationnelle des normes à la fois par convention, évidence et inférence (logique proprement dite), étendant le domaine d'application de cette logique aux domaines juridique, moral, religieux, technique, de l'économie etc [3], et où finalement le jeu fait partie d'une sous catégorie de l'économie ou l'on doit optimiser ses gains.

Les différents « mondes possibles » mentionnés plus haut font partie des 3 paramètres caractérisant un modèle d'étude, qui est ce que l'on pourrait considérer comme le jeu choisi. Il est donc défini par l'ensemble des « scénarios possibles » aussi appelé structure, c'est-à-dire, dans le cadre d'un jeu, l'ensemble des configurations du jeu à n'importe quel moment (ce qui nécessite donc que le jeu soit fini). Ensuite vient une relation d'accessibilité, qui informe sur la possibilité d'une transition d'une situation à une autre, et enfin une fonction de valuation qui nous renvoie la valeur de vérité d'une ou de plusieurs formules pour chaque situation possible du modèle [4].

Dans le cas du Puissance 4, le nombre de situations possibles s'élève à 5400 milliards, ce qui rend très compliqué le test de chaque succession de situations pour vérifier lesquelles conduisent à la victoire. C'est pourquoi, à cette méthode infaillible mais très consommatrice en vérifications, on préférera une approche empirique de la résolution - empirisme qui est un élément à part entière dans l'étude mathématique [5] - en apprenant progressivement les mécanismes du jeu et en adoptant les différentes contraintes à respecter pour nous permettre de gagner. Avec cette méthode, on sait que le taux de victoire sera moins élevé qu'avec la résolution totale, mais elle nous permettra une approche plus intéressante du point de vue de la comparaison entre la théorie et la vérification pratique ainsi que du point de vue de la recherche des contraintes à mettre en place pour la création de cette intelligence artificielle.

Problématique retenue

L'élaboration d'une intelligence artificielle permettant de remporter la partie dans un maximum de situations passe par la recherche des contraintes à imposer pour effectivement faire pencher la partie en sa faveur. Il s'agit donc de trouver progressivement, par l'expérience, les contraintes qui seront efficaces dans la pratique pour le Puissance 4.

Objectifs du TIPE

Je commencerai donc par chercher un algorithme permettant de simuler correctement le jeu du Puissance 4, en m'imposant comme contraintes de le rendre d'une part utilisable par tout le monde, dans le cadre expérimental du jeu, et d'autre part impossible à corrompre en cours de partie, lors des demandes successives à l'utilisateur.

Je chercherai ensuite les différentes manières de faire pencher de façon optimale la partie de son côté dans des situations données, en utilisant les méthodes rétrograde et sélective de plusieurs façons.

Et je pourrai en dernier lieu faire appliquer ces méthodes à l'intelligence artificielle pour observer les différences d'efficacité.

Abstract

My main objectives was to modelize the Puissance 4 in order to facilitate the tests between the artificial intelligences (AI) and then search for effective methods which can be implemented in the code of these AI.

Concerning the modeling, I chose to make it quite simple to minimize the time spent for making the game fonctionnal.

Then, for the resolution I had an approach through experience, using different methods like the retrograde and the selective ones.

Finally, after comparing the multiple AI i have implemented, I concluded by creating a more powerful one that used the effective aspects of the methods.

Références bibliographiques

- [1] BERNARD GUERRIEN : La Théorie des jeux : <http://questionsdecommunication.revues.org/2248>
- [2] GEORG H.VON RIGHT : An Essay in Modal Logic : *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics. Amsterdam : North-Holland Publishing Company 1951. Pp. viii + 90. Price Fl.9*
- [3] GEORGES KALINOWSKI : La Genèse d'un système de logique des normes : http://www.ittig.cnr.it/EditoriaServizi/AttivitaEditoriale/InformaticaEDiritto/1983_02_251-267_Kalinowski.pdf
- [4] SHAHID RAHMAN : Notions basiques de Logique modale propositionnelle : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/cel-01226092/document>
- [5] DELAHAYE : Quasi-Empirisme, mathématique : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/quasi-empirisme-mathematique/>