

Optimiser la prise de décision à l'aide de la théorie des jeux quantique

Une stratégie classique se résume généralement à une longue suite de choix inscrits d'ores et déjà dans un arbre de probabilité, mais demeure incapable d'envisager d'autres possibilités qui s'intercale entre ces différents choix à la suite d'un modèle plus complexe. D'où l'intérêt d'une superposition quantique de potentielles situations .

Cette étude vise à améliorer la théorie des jeux par l'usage de la non-localité quantique. Les joueurs, en particulier les sportifs, peuvent utiliser cette superposition de scénarios possibles pour trouver la tactique optimale à adopter.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Physique Théorique)*
- *MATHEMATIQUES (Autres)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Théorie des jeux</i>	<i>Game theory</i>
<i>Mécanique quantique</i>	<i>Quantum mechanics</i>
<i>Équilibre de Nash</i>	<i>Nash equilibrium</i>
<i>Jeu à somme nulle</i>	<i>Zero-sum game</i>
<i>Le dilemme du prisonnier</i>	<i>the prisoners' dilemma</i>

Bibliographie commentée

La théorie des jeux représente un cadre mathématique pour analyser des situations concurrentielles où le résultat dépend des interactions stratégiques de deux ou plusieurs agents ayant des intérêts en conflit . Initialement conçue afin d'asservir des applications économiques par von Neumann et Morgenstern [1] , puis enrichie par les contributions de Nash [5], et depuis lors , la théorie des jeux a étendu sa portée à divers domaines tels que l'informatique et la sociologie . Ainsi , l'objectif de ce travail est de permettre l'harmonisation intuitive des stratégies (En particulier celles du domaine sportif [le foot]) aux différentes complexités à travers l'outil quantique .

En effet , à mesure que l'informatique quantique et la théorie de l'information quantique prennent de l'importance, des efforts ont émergé pour recadrer la théorie des jeux classique en utilisant les calculs de probabilité quantique [4] . Ainsi , les ordinateurs quantiques, qui se basent sur les principes de la mécanique quantique pour offrir une nouvelle forme de technologie informatique, utilisent des bits quantiques ou qubits, contrairement aux ordinateurs classiques qui utilisent des bits (0 et 1). Les qubits peuvent coexister simultanément dans plusieurs états grâce à la superposition, ce qui permet le traitement parallèle de grandes quantités d'informations. De surcroît, l'intrication permet aux qubits interconnectés d'exercer une influence sur l'état de chacun d'entre eux même lorsqu'ils sont physiquement séparés. Ces propriétés quantiques uniques ont le potentiel d'offrir des avantages pour résoudre des problèmes spécifiques plus rapidement que les ordinateurs traditionnels, en particulier en cryptographie, en optimisation et en simulation de systèmes quantiques.

La fusion entre la théorie des jeux et l'informatique quantique a été réalisée par David A. Meyer en 1999 [2]. Afin de trouver une meilleure stratégie qui améliore le gain attendu des individus, Meyer a appliqué des algorithmes quantiques généraux et généré une stratégie quantique dont il a prouvé qu'elle était toujours au moins aussi bonne que les stratégies classiques. Cette découverte joue un rôle essentiel dans la création d'un nouveau chapitre de la théorie des jeux : la théorie des jeux quantique .

Depuis lors, de nombreux mathématiciens, physiciens et économistes ont exploré ce domaine en construisant des versions quantiques de modèles classiques de théorie des jeux . L'utilisation du mécanisme d'intrication dans la modélisation est l'élément principal qui distingue la théorie des jeux classique de la théorie des jeux quantique. Au lieu d'appliquer une stratégie pure ou mixte, comme dans le cas de la théorie des jeux classiques, les joueurs sont supposés partager un ou plusieurs qubits , et leur stratégie est basée sur l'évaluation de ce qubit dans deux bases différentes.

La théorie quantique des jeux a suscité des éloges et des critiques depuis son introduction, et son exploration pose encore des défis. En raison de sa nature complexe qui unit plusieurs domaines de connaissances .Cependant , une étude récente a établi un lien entre les jeux quantiques et la génération d'algorithmes pour ordinateurs quantiques , cela pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour aborder ces algorithmes . Le travail fondateur sur la théorie quantique des jeux de Meyer [2] a étudié un simple jeu de tirage au sort et a montré comment un joueur utilisant la superposition quantique pouvait gagner avec certitude contre un joueur classique. Un protocole général pour les jeux quantiques de stratégie à deux joueurs avec intrication a été développé par Jens Eisert [3] en utilisant le dilemme bien connu du prisonnier comme exemple et il a été étendu aux jeux multijoueurs par S.C. Benjamin et P.M. Hayden [6].

Ces études précédentes nous permettent d'appréhender la démarche quantique afin d'élaborer un modèle mathématique efficace capable de répondre à des situations plus globales (les tactiques d'un certain sport ...) .

Problématique retenue

Quelles sont les lois essentielles que concède le calcul quantique à la théorie des jeux classique ?
Comment développer un algorithme qui optimise la prise de décision chez les joueurs à partir de cette démarche " quantique " ?

Objectifs du TIPE du candidat

- Étudier la motivation d'intégrer la théorie des jeux dans le domaine de la mécanique quantique.
- Identifier la modélisation mathématique qui stimule la théorie des jeux quantique .
- Concevoir un algorithme d'élaboration de stratagèmes issue de l'intrication quantique .

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] J. VON NEUMANN AND O. MORGENSTERN : The Theory of Games and Economic Behavior : *Princeton University Press, Princeton (1944)*.
- [2] DAVID A. MEYER. : Quantum Strategies : *Phys. Rev. Lett., Vol. 82 (5), pp. 1052–1055 (1999)*.
- [3] JENS EISERT, MARTIN WILKENS, MACIEJ LEWENSTEIN : Quantum games and quantum strategies : *Phys. Rev. Lett., Vol. 83 (15), pp. 3077–3080 (1999)*.
- [4] M.A. NIELSEN AND I.L. CHUANG : Quantum Computation and Quantum Information : *Cambridge University Press, Cambridge, 2000, p.391*.
- [5] S. LANDSBURG : Nash Equilibrium in Quantum Games : *RCER Working Paper #524, Rochester Centerfor Economic Research, February 2006*.
- [6] S. C. BENJAMIN AND P. M. HAYDEN : Comment on “Quantum Games and Quantum Strategies” : *Phys. Rev. Lett. 87 (2001)*.

DOT

- [1] : Juillet 2023 : recherche d'un sujet en relation avec le sport / les jeux .
- [2] : Aout 2023 : recherche sur la théorie des jeux .
- [3] : Septembre 2023 : choix du sujet TIPE : Optimiser la prise de décision à l'aide de la théorie des jeux quantique .
- [4] : Octobre 2023 : recherche sur les applications de la théorie des jeux (économie ...) .
- [5] : Novembre-Décembre 2023 : appliquer la théorie quantique sur des jeux classiques (dilemme du prisonnier) .
- [6] : Janvier 2024 : modélisation mathématique du jeu CHSH et réponse a la problématique.
- [7] : Mars 2024 : Rédaction de la présentation .

