

Utilisation de l'intelligence artificielle dans la manœuvre autonome de bateau

Positionnement thématique

Intelligence Artificielle, Apprentissage automatique, Méthodes stochastiques

Mots-clefs

Français :

- Manœuvre de bateau en autonomie
- Apprentissage par Renforcement
-
- Port marin
- Simulation physique

Anglais :

- Autonomous boat operation
- Seaport
- Reinforcement Learning
- Physical Simulation

Bibliographie commentée

- Context
- Besoin
- State of the art
- liste de nouvelles technologies candidates ayant du potentielles

Le commerce maritime est aujourd'hui l'un des plus importants secteurs dans le transport de marchandises. Il soulève de nombreux problèmes tant internationalement avec les différentes routes commerciales. Mais aussi nationalement avec la nécessité d'augmenter la taille et le trafic des grands ports. Cependant, ces grands ports face à l'augmentation de la taille et du nombre de bateaux doivent aider les capitaines à la manœuvrer dans le port pour limiter les risques. La solution couramment utilisée consiste à la formation de pilotes spécifiques à un port pour ensuite les envoyer sur les bateaux pour remplacer le capitaine dès l'entrée du port. Ce procédé est coûteux et demande un effort logistique important, c'est pourquoi depuis quelques années des entreprises tels que Volvo et Yanmar Global se proposent à trouver une solution quant à l'automatisation de ces manœuvres. Pour cela, elles font appel à des technologies de calculs de trajectoire et d'asservissements. Elle nécessite de nombreuses balises de positionnement sur le port puis l'installation de nombreux capteurs sur chaque bateau pour leur permettre de mieux réagir face à l'environnement proche. Les manœuvres s'effectuent à très faible allure pour permettre le maximum de réactivité du bateau, facilitant ainsi le travail d'asservissement.

Une nouvelle technologie non encore implémentée pour ce problème nous intéresse grandement. Il s'agit de l'intelligence artificielle. Il existe des algorithmes d'apprentissage dit supervisé, pour lesquels la machine apprend depuis une base de données de comportement que l'on souhaite qu'elle reproduise. Dans le cas d'une prise de décision depuis une image, le réseau neuronal convolutif est devenu incontournable. La branche de la discipline qui nous intéresse particulièrement est l'apprentissage par renforcement. Au lieu de décrire précisément le comportement que doit adopter la machine, on lui donne une fonction d'évaluation de son comportement. On ne sait pas comment agir pour atteindre ces comportements mais on sait si ils correspondent à ce que l'on attend ou non. Soit l'algorithme apprend à évaluer ces actions pour un état donné (basé sur de la valuation), soit il apprend une politique de fonctionnement c'est à dire une fonction qui à une situation associe une action (basé sur des politiques).

Vieille de plus de 5000 ans, l'astronomie est un domaine scientifique vaste et fécond. Aujourd'hui l'astronomie se sépare en deux catégories, bien qu'elles ne soient pas totalement hermétiques l'une à l'autre : l'astrophysique et l'astronomie d'observation [1]. C'est cette dernière branche qui fera l'objet de mon étude. Le problème le plus développé sera celui de la turbulence atmosphérique, qui reste un des plus difficiles à traiter. En effet, l'atmosphère n'est pas neutre pour les ondes électromagnétiques qui la traversent, et crée des phénomènes de réfraction et de déformation du front d'onde dues aux inhomogénéités qu'elle comporte [2]. La turbulence atmosphérique est particulièrement problématique pour l'observation, provoquant des écarts allant de 2 à 20 secondes d'arc ; c'est le seeing auquel on associe des tailles caractéristiques qui dépendent de la longueur d'onde. Dans le visible, un seeing correct est de l'ordre d'une seconde d'arc. Cette turbulence, générée par des inhomogénéités dues à la composition de l'air, à certains courants, est chaotique et est prépondérante sur les 20 premiers kilomètres d'altitude et ses effets peuvent être perçus à l'œil nu, comme la scintillation par exemple [3,4,7]. Dans le but d'augmenter la résolution des instruments d'observation situés sur terre et d'accéder à des détails jusqu'ici inconnus, l'optique adaptative représente une grande avancée pour l'observation des astres. Initiée par la défense américaine durant la Guerre Froide et le projet de « guerre des étoiles », la dé-classification de ces travaux permit à la science d'avancer. L'objectif de cette méthode est de corriger en temps réel la déformation du front d'onde reçu par le système d'observation après passage dans l'atmosphère [4]. La mise en œuvre de cette méthode est technologiquement très exigeante : elle nécessite l'emploi d'instruments d'une précision inouïe, notamment l'usage de miroirs déformables, mais aussi d'une capacité de calcul importante. Elle trouve une application essentielle en ophtalmologie, où elle permet de corriger les défauts introduits par les différents milieux de l'œil à des fins chirurgicales [5].

Le principe de l'optique adaptative répond au schéma suivant : le signal est acquis puis analysé par un analyseur de front d'onde. Un paramètre important lors de l'acquisition est r_0 qui est une taille caractéristique correspondant à la taille d'une division de front d'onde [6]. Parmi ces analyseurs de front d'onde, la technique de l'interférométrie est largement utilisée et permet de remonter directement à la déformation locale du front d'onde. En 1972, elle permettait d'analyser jusqu'à 10 000 fronts d'onde par seconde. Un autre type d'analyseur de front d'onde est le Shack-Hartmann, il fera partie de l'objet de mon étude. Ensuite, informatiquement, on calcule la déformation qu'il faut appliquer au miroir pour corriger le front d'onde à l'aide de différentes méthodes (en pratique : polynômes de Zernike par exemple, mais ceux-ci ne seront pas l'objet de l'étude) [6,7]. Le système informatique envoie les instructions au système de déformation du miroir, qui peut alors agir par le biais de vérins. Il existe deux types de miroirs, les miroirs dits segmentés, et les miroirs continus utilisés dorénavant. Les premiers ont l'avantage d'être plus facilement déformables mais créent des phénomènes de diffraction que les miroirs continus ne provoquent pas. Cependant l'obtention d'un signal de référence n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît. Utiliser une source naturelle quasi ponctuelle (étoile) assez lumineuse et proche de l'astre observé pour tester l'atmosphère localement n'est pas toujours possible. C'est pourquoi les physiciens ont recours à l'usage de lasers permettant d'exciter les atomes de sodium de la haute atmosphère qui émettent alors en retour, créant ainsi des pseudo-étoiles dites guides [8].

Problématique

yuafkyjhvafgryzufjakyzfy

Objectifs du TIPE

- Comprendre la logique de l'apprentissage par renforcement
- Programmer notre propre algorithme d'apprentissage par renforcement sans utiliser de librairies d'intelligence artificielle
- Créer une simulation discrète d'un déplacement de bateau
- Réussir à faire stationner un bateau dans un port
- Programmer notre propre algorithme d'apprentissage par renforcement sans utiliser de librairies d'intelligence artificielle
- Créer une simulation discrète d'un déplacement de bateau
- Réussir à faire stationner un bateau dans un port

Bibliographie

- Steve with the backpro
- Yann Le Cun with the CNN
- Value Based with David Silvers
- Andrej Karparthy