

Optimisation des feux rouges à l'aide de l'intelligence artificielle

Les feux tricolores sont parfois associés à une frustration pour les automobilistes lorsque les feux rouges ne s'adaptent pas au trafic, en bloquant totalement la route. Mon TIPE a pour but d'optimiser les feux rouges en les rendant capable de s'adapter à n'importe quel trafic routier.

Les feux tricolores sont une invention révolutionnaire permettant de réguler le trafic routier, tout en sécurisant le passage des voitures et des piétons dans la ville. L'optimisation des feux tricolores à l'aide de l'intelligence artificielle permettrait d'améliorer la sécurité des citadins, en réduisant la frustration associée au feux rouges.

Positionnement thématique (ÉTAPE 2) :

- *MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées)*
- *INFORMATIQUE (Informatique Théorique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

	Mots-clés (en anglais)
Mots-clés (en français)	<i>Markov Decision</i>
<i>Procédé de décision markovien</i>	<i>Process</i>
<i>Équations de Bellman</i>	<i>Bellman Equations</i>
<i>Intelligence artificielle</i>	<i>Artificial Intelligence</i>
<i>Apprentissage par renforcement</i>	<i>Reinforcement Learning</i>
<i>Q-Learning</i>	<i>Q-Learning</i>

Bibliographie commentée

L'intelligence artificielle s'avère un outil puissant pour **optimiser et automatiser** les feux tricolores [4]. Ainsi dans notre étude, on a choisit d'étudier le **Procédé de décision Markovien**

(MDP for Markov Decision Process).

Pour l'analyse théorique, on expliquera comment modéliser l'environnement d'étude réel en un quadruplet et plusieurs fonctions, où on définira l'environnement, l'agent, la fonction de transition représentant la loi de probabilité, la récompense, la politique, la fonction valeur, la fonction action-valeur.. Enfin on posera **les équations d'optimalité de Bellman** qui servent à

optimiser notre agent contrôlant les feux tricolores pour tout environnement [1].

Cette approche toute fois s'est avéré impossible puisque des fonctions notamment la fonction de récompense et la fonction de transition n'étaient pas connues. On utilise alors un algorithme d'intelligence artificielle nommé le **Q-Learning** [2].

Pour appliquer ceci dans une situation réelle, on s'est limité à une *simple intersection* pour simplifier les variables de l'environnement et puisque le concept se généralise sans problème en augmentant le nombre de variables de l'environnement décrit [3]. On choisit après nos actions possibles de l'agent et les autres variables nécessaires pour faire fonctionner notre intelligence artificielle avec le Q-Learning.

Enfin nous modéliserons notre intersection avec des feux de circulation contrôlés par l'intelligence artificielle, et on comparera ces résultats avec des feux tricolores normaux, c'est-à-dire avec un temps fixe entre les phases [3].

Problématique retenue

Comment *modéliser, automatiser et optimiser* les feux tricolores à l'aide de l'intelligence artificielle, en prenant en considération les enjeux économiques et sociales?

Objectifs du TIPE du candidat

Mon sujet a pour objectif d'étudier mathématiquement le *procédé de décision markovien*, et de l'exploiter pour créer un modèle automatique des feux rouges à l'aide de l'intelligence artificielle, un modèle qui permettrait aux feux tricolores de *s'adapter à l'état de la circulation* et de prendre des décisions conditionnées par rapport au trafic, ainsi réduisant la congestion.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] ALEXANDER MATHIS, ASHESH DHAWALE : Lecture 8 – Reinforcement Learning III: Bellman equation : *Harvard University, Neurobiology 101hfm. Fundamentals in Computational Neuroscience, Spring term 2014/15*
- [2] ELISE VAN DER POL : Deep Reinforcement Learning for Coordination in Traffic Light Control : https://www.researchgate.net/publication/315810688_Deep_Reinforcement_Learning_for_Coordination_in_Traffic_Light_Control_MS
- [3] GEORTAY, CYRIL : Master's Thesis : Partially Detected Intelligent Traffic Signal Control using Connectionist Reinforcement Learning : <http://hdl.handle.net/2268.2/9068>
- [4] MARCO WIERING : Multi-Agent Reinforcement Learning for Traffic Light Control : https://www.researchgate.net/publication/221346141_Multi-Agent_Reinforcement_Learning_for_Traffic_Light_Control

Références bibliographiques (ÉTAPE 2)

- [1] ANDREA VIDALI : Deep QLearning Agent for Traffic Signal Control : <https://github.com/AndreaVidali/Deep-QLearning-Agent-for-Traffic-Signal-Control>

DOT

- [1] : *Janvier 2022 - Avril 2022: Étude de la première référence bibliographique. Étude introductive du modèle de l'apprentissage par renforcement de l'intelligence artificielle, et du procédé de décision Markovien.*

[2] : Avril 2022 - Novembre 2022: Première idée d'application de l'apprentissage par renforcement sur les feux rouges du trafic routier. Lecture première des 3 dernières références bibliographiques de la 1^{ème} étape.

[3] : Novembre 2022 - Janvier 2023: Étude théorique du procédé de décision Markovien sur une modélisation d'une intersection simple. Lecture approfondie des 3 derniers références bibliographiques de la 1^e étape.

[4] : Janvier 2023 - Mars 2023: Apprentissage du Q-Learning pour régler le problème de l'absence de la loi de probabilité pour le procédé de décision Markovien.

[5] : Mars 2023 - Avril 2023: Application de l'algorithme du Q-Learning sur une intersection simple, à l'aide du code de la référence bibliographique de la 2^e étape.