

TIPE

Léo SAMUEL

27 mai 2021

Table des matières

1 Introduction

Ce travail s'inscrit dans le cadre du travail d'initiative personnel encadré demandé en classe préparatoire aux grandes écoles. Le thème de ce travail est « Enjeux sociétaux ». Le sujet abordé est la recherche de chemins. Ce procédé permet de répondre à des problématiques concrètes telles que le traçage de route avec des contraintes de zone non constructible tout en optimisant les temps de trajet. Les enjeux sont alors des enjeux environnementaux et énergétiques. La détermination de chemin fait partie du champ de recherche lié à la navigation et à l'intelligence artificielle. Elle est devenue un sujet très important avec le développement de la robotique. Le besoin de chercher un chemin est de plus en plus important. En effet, il est utile pour tracer des routes entre deux villes, gérer les chemins de connexion entre deux téléphones ou encore tracer des pistes sur une carte électronique.

La théorie des graphes est un bon outil pour ce genre de problème. Son origine remonte au XVIII^e siècle avec le problème des sept ponts de Königsberg (aujourd'hui Kaliningrad en Russie). Ce problème consiste à déterminer s'il existe une promenade, en partant d'un point de départ au choix, dans les rues de la ville qui permet de ne passer qu'une seule fois sur chaque pont et de revenir au point de départ. Ce problème a été résolu par Euler et une démonstration rigoureuse a été formulée en 1873 qui conclut qu'une telle promenade n'existe pas. Cependant, d'autres formes de modélisation ont émergé notamment des modélisations reposant sur l'étude des ensembles non convexe.

Depuis ces modélisations, de nombreux algorithmes ont été réalisés. Avec la modélisation reposant sur les ensembles non convexes viennent des algorithmes d'exploration comme le « Rapidly-exploring random tree ». Avec les modélisations liées aux graphes vient des algorithmes comme le « A* » ou l'algorithme de Dijkstra.

La recherche dans ce domaine est très active. C'est le cas avec la compétition internationale de robotique : la « RoboCup ». De nombreuses équipes de plusieurs pays se réunissent chaque année autour de la robotique avec pour objectif en 2050 de mettre au point une équipe de football constitué de robots humanoïdes capable de battre une équipe humaine. Dans ce cadre, de nombreux chercheurs travaillent et organisent lors de l'évènement des matchs entre équipes robotiques. Le groupe de chercheur le plus avancé actuellement est le groupe de la Rhoban de Bordeaux, membre du « LABRI » cumulant en 2020 quatre titres de champion du monde. La RoboCup est maintenant diversifiée avec de nouveaux challenges, notamment, la ligue « Small Size League » (SSL) qui oppose deux équipes de 6 ou 12 robots à roues. Une approche de ce problème peut être abordée par une implémentation en Python d'un algorithme de recherche de chemin. Cet algorithme peut ensuite être utilisé avec un système de reconnaissance d'image et un robot à roues holonomes.

L'enjeu de trouver des chemins est alors primordial dans beaucoup de domaines et particulièrement en robotique. Il est donc nécessaire de trouver comment permettre la navigation d'un robot de la ligue SSL sur un terrain de football.

2 Théorie

La première étape est de choisir une façon de modéliser un terrain de football. Afin de le décrire, plusieurs méthodes peuvent être utilisées. Premièrement vient une description ensembliste du terrain. Cela revient alors à caractériser le terrain comme un ensemble de points. De plus, certains points peuvent ne pas être accessibles. Ils sont alors enlevés de l'ensemble.

On dit qu'un ensemble A est convexe lorsque :

$$\forall X, Y \in A, \forall t \in [0, 1], tx + (1 - t)y \in A$$

On dit que A est connexe par arcs lorsque :

$$\forall X, Y \in A, \exists \varphi \in \mathcal{C}([0, 1], A), \forall t \in [0, 1], \begin{cases} \varphi(0) = X, \\ \varphi(1) = Y, \\ \forall t \in [0, 1], \varphi(t) \in A, \end{cases}$$