|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Recherche de chemins | 22/10/2020 |

La recherche de chemin est un procédé qui 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 ou la détermination de trajectoire pour une voiture autonome afin de garantir la sécurité et le confort des usagers.

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.

**Professeur encadrant du candidat :**

M. PANTIGNY

Ce TIPE fait l’objet d’un travail de groupe.

**Liste des membres du groupe :**

* Louis-Victor LADAGNOUS
* Léo SAMUEL

**I – Positionnement thématique et mots-clés :**

**1 • Positionnement thématique :**

INFORMATIQUE (Informatique pratique) – MATHÉMATIQUE (Mathématique appliquées)

**2 • Mots-clés**

|  |  |
| --- | --- |
| Mots-Clés (en français) | Mots-Clés (en anglais) |
| * Recherche de chemins | * Pathfinding |
| * Algorithmes | * Algorithms |
| * Robotique | * Robotic |
| * Graphes | * Graphs |
| * Ensembles convexes | * Convex sets |

**II – Bibliographie commentée :**

Le besoin de chercher un chemin est de plus en plus important. En effet, il est présent pour par exemple de tracer des routes entre deux villes, de gérer les chemins de connexion entre deux téléphones ou encore de tracer les pistes sur une carte électronique. Cependant, avec le développement de nouvelles branches technologique tel que la robotique, le besoin a évolué et la rapidité est devenue un critère primordial **[1]**.

Ainsi, le besoin de représenter informatiquement le milieu est très important. La théorie des graphes est une bonne forme de modélisation. Son origine remonte au XVIIIe siècle avec le problème des sept ponts de Königsberg (aujourd’hui Kaliningrad). 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 permettant de ne passer qu’une 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 **[2]**. Cependant, d’autres formes de modélisation ont émergé notamment des modélisations reposant sur l’étude des ensembles non convexe **[3]**.

Depuis ces modélisations, de nombreux algorithmes ont été réalisés. Avec la modélisation reposant sur les ensembles non convexes vient des algorithmes d’exploration comme le « Rapidly-exploring random tree » **[3]**. Avec les modélisations liées aux graphes vient des algorithmes comme le « A\* » ou l’algorithme de Dijkstra. Ces algorithmes ont pour but de trouver des chemins le plus rapidement possible afin de laisser des ressources disponibles pour d’autres systèmes comme l’analyse d’image ou la gestion électronique **[1][4]**.

Dans cette quête de rapidité, de nouvelles techniques différentes basées sur l’exploitation de massive de données ont vu le jour tel que la recherche de chemin à l’aide de réseaux de neurones, en particulier avec des réseaux de neurones à propagation avant pour leurs vitesses de traitement des données. De tels programmes pourraient être en mesure de rivaliser avec des algorithmes ayant déjà fait leurs preuves comme l’algorithme A\* ou l’algorithme de Dijkstra en apportant un gain de vitesse et une fluidité de mouvement. Cela peut être intéressant pour gérer les déplacements d’un personnage dans un jeu vidéo par exemple **[5]**.

La recherche dans ce domaine est très active. C’est le cas de 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 diversifié avec de nouveaux chalenges, notamment, la ligue « Small Size League » (SSL) qui oppose deux équipes de 6 ou 12 robots à roues **[6]**.

Dans ce cadre, avec un groupe de robots, la recherche de chemin peut prendre les aspects d’un système multi-agents. Cette caractéristique est signe de difficultés, car l’environnement devient partagé et il est ainsi plus complexe de prévoir son évolution. Il est alors nécessaire de caractériser ce système multi-agent en partant des interactions possibles entre les agents jusqu’à la planification des échanges. La question de l’organisation des agents est aussi concernée par cette caractérisation. On peut ainsi proposer une organisation en coalitions, c’est-à-dire que les robots travaillent en équipe pour optimiser leurs intérêts personnels comme entre en bonne position sur le terrain, ou une organisation en équipe, c’est-à-dire que les robots travaillent en équipe pour optimiser l’intérêt de l’équipe. D’un point stratégique, ces deux organisations sont plausibles **[7]**.

**III – Problématique retenue :**

L’enjeu de trouver des chemins est alors primordial dans beaucoup de domaines et particulièrement en robotique. Il est donc nécessaire d’étudier les différents algorithmes afin de sélectionner la meilleure option afin de permettre la navigation d’un robot de la ligue SSL sur un terrain.

**IV – Objectifs du TIPE :**

**1 • Objectif du TIPE du candidat :**

Mon objectif est d’étudier les différents algorithmes reposant sur la théorie des graphes telles que l’algorithme de Dijkstra et l’algorithme A\*. L’objectif est de proposer une modélisation du terrain, environnement des robots, par un graphe. J’essaierai de proposer une comparaison entre les différentes modélisations suivant les algorithmes sélectionnés et leurs implémentations. L’objectif est donc aussi de proposer une analyse de chaque algorithme avec sa complexité associée et sa comparaison avec les autres.

**2 • Objectif du TIPE du second membre du groupe :**

L’objectif est …

**V – Liste de références bibliographie :**

**[1]** *Peter E. HART, Nils J. NILSSON, Bertram RAPHAEL - A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths :*

[*https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4082128*](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4082128)

**[2]** *Léa CARTIER - À Propos du Théorème d’Euler et des Parcours Eulériens dans les Graphes* [*https://numerisation.univ-irem.fr/PX/IGR08002/IGR08002.pdf*](https://numerisation.univ-irem.fr/PX/IGR08002/IGR08002.pdf)

**[3]** *Bin FENG, Yang LIU—An Improved RRT Path Planning with Safe Navigation*

[*https://www.scientific.net/AMM.494-495.1080*](https://www.scientific.net/AMM.494-495.1080)

**[4]** *Nicolai OMMER, Andre RYLL, Mark GEIGER—Extended Team Description for RoboCup 2019*

*https://tigers-mannheim.de/download/tdps/2019\_ETDP\_TIGERs\_Mannheim.pdf*

**[5]** *Ross Graham, Hugh MCCABE, Stephen SHERIDAN—Neural Networks for Real-time Pathfinding in computer Games*

[*http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.125.5608&rep=rep1&type=pdf*](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.125.5608&rep=rep1&type=pdf)

**[6]** *Site français de la compétition RoboCup*

[*https://www.robocup.fr/*](https://www.robocup.fr/)

**[7]** *Hang MA, Sven KOENIG—AI Buzzwords Explained : Multi-Agent Path Finding*

*https://sigai.acm.org/static/aimatters/3-3/AIMatters-3-3-05-Ma.pdf*

**VI – Déroulé opérationnel du TIPE :**

|  |  |
| --- | --- |
| **[Juillet et aout]** | - Délimitation du sujet et recherche sur les ensembles non convexes. Début de la bibliographie commentée |
| **[Septembre]** | - Recherche d’algorithme et recherche sur la théorie des graphes. Mise en relation avec le groupe Elektrons Libres de Pau et le groupe Namec de Bordeaux |
| **[Octobre]** | - Étude de la théorie des graphes et de l’algorithme A\*. Implémentation en Python |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |