|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Recherche de chemins | 11/03/2020 |

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.

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 36265
* Léo SAMUEL 2155

**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 |
| * Traitement d’image | * Image processing |

**II – Bibliographie commentée :**

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 **[1]**.

La théorie des graphes est un bon outil pour ce genre de problème. Son origine remonte au XVIIIe 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 **[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 viennent 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 **[1][4]**.

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 **[5]**.

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 **[6]**.

**III – Problématique retenue :**

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.

**IV – Objectifs du TIPE :**

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

Mon objectif est d’étudier un algorithme reposant sur la théorie des graphes : 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 implémentations suivant les méthodes retenues. L’objectif est donc aussi de proposer une analyse et une comparaison des implémentations.

**2 • Objectif du TIPE du second membre du groupe :** Mon objectif est d'utiliser un algorithme tel que l'algorithme A\* dans le calcul de cheminsdans des graphes. L'objectif consiste à implémenter correctement cet algorithme dans le but de modéliser un terrain, sur lequel les robots se déplaceront, par un graphe. Ainsi, il s'agira de comparer les implémentations de recherche de chemins et de trouver la plus efficaceen considérant leurs complexités.

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

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

**[6]** *Rhoban — Module Python Holobot*

[*https://github.com/Rhoban/MetabotAPI/*](https://github.com/Rhoban/MetabotAPI/)

**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 |
| **[Novembre et décembre]** | - Planification de l’expérience |
| **[Janvier et février]** | - Travaux préliminaires pour l’expérience : implémentation des fonctions auxiliaires pour la reconnaissance d’image. |
| **[Mars]** | - Récupération des robots et prise en main du module Python. |
| **[Mai et juin]** | - Réalisation de l’expérience. Production et finalisation des livrables. |

Motivation pour le choix du sujet : L’informatique fait partie de mes centres d’intérêt. De plus, j’ai participé à une compétition de robotique qui m’a apporté un certain intérêt et un grand nombre de contacts.

Liens avec le thème : La recherche de chemin est utilisée dans de nombreux domaines. Par exemple pour tracer des routes entre deux villes sans détruire des zones protégées tout en optimisant le temps de trajet. L’enjeu est alors environnemental et énergétique.