



SORBONNE UNIVERSITÉ

PROJET ANDROÏDE

CAHIER DES CHARGES

Explications qualitatives de trajectoires de robots

Encadrant :

Isabelle Bloch

Aurélie Beynier

Nicolas Maudet

Membres du groupe :

Zitong Yang

Nicolas Zuo

Foltyn Axel

Table des Matières

1	Introduction	2
2	Spécification technique des besoins et des exigences	3
2.1	Contexte	3
2.1.1	Besoins	3
2.1.2	Objectifs	3
2.2	Description	3
2.2.1	Fonctionnalités	3
3	Différentes solutions	5
3.1	Évaluations des sources et extraditions des éléments qui nous intéressent	5
3.1.1	Évaluation de la source 1	5
3.1.2	Évaluation de la source 2	5
3.1.3	Évaluation de la source 3	6
3.2	Notre solution	6
4	Conditions de validation du projet	8
4.1	Scénario valant acceptation du travail	8
4.2	Livraison du code	8
4.3	Livraison de la documentation	8
4.4	Planning de livraison	8
5	Références	9

1 Introduction

On vit dans un monde de plus en plus connecté et la présence des robots dans notre quotidien joue un rôle de plus en plus important. Ces robots peuvent être représentés par exemple comme les robots aspirateur, robot d'aide à la personne ou robot de livraison, etc. Et donc la cohabitation entre l'humain et le robot est fondamentale. Ainsi, l'objectif de notre recherche est d'apporter une amélioration dans les multiples choix des trajectoires des robots, comme par exemple en fonction de l'environnement où le robot est en service, il est capable de choisir sur un multiple choix, tel que le chemin le plus court, le plus sûr, etc. Et de pouvoir l'expliquer efficacement avec l'Homme.

On effectuera sur une méthode d'explication qualitative comparative justifiant pourquoi une trajectoire a été retenue plutôt qu'une autre et ces descriptions pourront être obtenues à partir de calcul de positions relatives, par exemple le sens d'orientation de notre agent et ces points d'interaction avec son environnement ou des segments de la trajectoire, et des objets de l'environnement. Ces informations métriques seront ensuite converties en descriptions qualitatives, linguistiques de manière à ce qu'il soit compréhensible par la grande majorité, un exemple concret est le fait qu'un robot nous décrit linguistiquement le trajet qu'il a effectué et pourquoi il a pris ce chemin en particulier.

2 Spécification technique des besoins et des exigences

2.1 Contexte

2.1.1 Besoins

Nous avons rencontré nos enseignants monsieur Maudet, madame Beynier et madame Bloch, qui sont aussi chercheur/chercheuse à Sorbonne université au LIP6. Lors de leur recherche dans ce domaine, ils se sont rendu compte que les articles et recherche parlant de ce sujet sont très limité, et cela concorde avec notre propre recherche documentaire sur ce sujet, où il y a vraiment très peu de recherche dans ce domaine d'explication qualitative d'une trajectoire, par une méthode linguistique. Notre travail est alors de faire un premier travail sur ce domaine, pour voir les approches utilisés pour répondre à notre sujet.

2.1.2 Objectifs

Notre objectif est de concevoir une stratégie d'explication qualitative d'une trajectoire, et plusieurs solutions sont envisageables :

1. Charger une scène appartenant à une base existante, ou chargement d'une nouvelle image.
2. Entrer une trajectoire : par exemple, à la souris directement sur l'image, ou via un format donnant une séquence de positions.
3. Éditer les descripteurs linguistiques (par exemple à quel seuil est-on très proche).
4. Description linguistique d'une trajectoire existante.
5. Génération d'un ensemble de trajectoires sur la base d'une description.
6. Sélection selon les objectifs de l'utilisateur : le logiciel choisit parmi des trajectoires (spécifiées par l'utilisateur, ou générées par le logiciel).
7. Justification : après la sélection d'une trajectoire T, l'utilisateur peut sélectionner un autre T' dans l'ensemble de trajectoires, et le logiciel justifie pourquoi T a été préféré à T'.

2.2 Description

2.2.1 Fonctionnalités

Générateur de scènes :

Il s'agira de générer une scène en 2D, à partir d'images. On pourra commencer avec

des objets constitués de formes simples (Lego ou cartons de couleurs différentes). Les objets sont décrits selon plusieurs critères (au minimum deux, par exemple on peut facilement calculer la surface d'un objet, son contour et donc son périmètre (nombre de pixels du contour) et un indice de compacité ; ou encore la couleur, qui pourra traduire des caractéristiques comme la fragilité ou la température des objets, dans le monde réel).

En sortie, une grille, avec les objets identifiés à leurs différentes positions. Le format dépendra vraisemblablement des outils logiciels choisis (image, grille d'occupation, scène 2D compatible avec Tiled...).

Langage de description de trajectoires :

On définit un langage de description des trajectoires dans le monde envisagé, à l'aide de descripteurs qualitatifs. On peut envisager les éléments descriptifs suivants :

- Positionnement distanciel "[très loin, loin, proche, très proche] du carré vert"
- Positionnement relatif par rapport à deux objets : "passer entre l'objet vert et l'objet jaune"
- Positionnement relatif distance par rapport à deux : "passer plus près de l'objet rond que de l'objet carré"
- Aspect séquentiel : "passer proche de l'objet A avant de passer très proche de l'objet B" ponctuel

Générateur de trajectoires : Une trajectoire est un parcours entre un objet A et un objet B.

- Savoir générer le plus court chemin pour aller de A à B, passant éventuellement par un point C (revient à calculer deux trajectoires, de A à C et de C à B).
- Savoir générer une ou plusieurs trajectoires satisfaisant une description linguistique.

Langage de justification comparative : On définit ici des objectifs de l'utilisateur.

Mais aussi définir des degrés de satisfaction des critères, et les combiner pour pouvoir comparer deux trajectoires et dire laquelle est la meilleure au sens des critères définis.

3 Différentes solutions

Comme dit plutôt dans l'introduction, la recherche dans ce domaine était très limitée, mais on a pu quand même trouver des articles scientifiques ou de thèse qui nous a permis de mieux nous renseigner dans des sujets similaires, où l'on pourrait utiliser les approches utilisés.

À noter : les liens des sources se trouvent en fin de page.

3.1 Évaluations des sources et extraditions des éléments qui nous intéressent

3.1.1 Évaluation de la source 1

[1] Planification de trajectoire pour la manipulation d'objets et l'interaction Homme-robot La source, publiée le mardi 5 juillet 2011, est une thèse en vue d'obtention du doctorat de l'université de Toulouse, délivré par Université Toulouse III Paul Sabatier, spécialité informatique et robotique. La source est disponible en ligne via le site HAL. HAL est une plateforme en ligne développée en 2001 par le Centre pour la communication scientifique directe (CCSD) du CNRS, destinée au dépôt et à la diffusion d'articles de chercheurs publiés ou non, et de thèses, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés. L'auteur de thèse, Xavier Broquère, est docteur du LAAS-CNRS. Il est ingénieur logiciel chez Renault Software Factory. Le travail présenté dans ce manuscrit porte sur le problème de la génération de trajectoire pour les robots manipulateurs dans un contexte d'interaction Homme-Robot. Les parties ressource, où il parle de la génération de trajectoire sous contraintes cinématiques, approximation de trajectoire, planification et exécution de mouvement pour l'interaction Homme-Robot, nous donnent les idées de base adaptées à notre projet. Il nous donne des notions de contraintes qu'on peut ajouter pour la trajectoire du robot dans notre projet.

3.1.2 Évaluation de la source 2

[2] Analyse qualitative de robots

La source, publiée le 16 novembre 2017 et qui n'a pas été mise à jour depuis, est un mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Docteur de l'Université d'Angers et est disponible en ligne via le serveur TEL (thèses-en-ligne). L'auteur de la thèse, Romain BENOIT, est un doctorant qui a fait sa thèse au Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes. L'auteur n'a pas publié d'autre article depuis, et il était sous son directeur de thèse Philippe WENGER, qui est le Directeurs de

recherche du CNRS qui est lui cité dans plus 5 908 fois dans des articles dans le domaine de l'ingénierie, l'auteur semble être un jeune débutant, mais sous la direction d'un directeur très qualifié. L'article présente une vision des applications robotiques et, plus particulièrement, vers la classification de manipulateurs, mélangeant algorithmes et méthodologies de plusieurs théories mathématiques. La source véhicule une information très détaillée, dont la qualité est largement suffisante, voire assez complexe. Le travail présenté est bien référencé et contient jusqu'à 39 références bibliographiques, ce qui semble correct et nous offre donc la possibilité d'enrichir nos connaissances en proposant d'autres travaux similaires. Enfin, ce document a été choisi, car plusieurs des notions utilisées sont utiles pour nos recherches, tel que la notion d'analyse qualitative qu'aborde la mémoire, de manière très mathématique telle que les notions d'espace opérationnel qu'est un espace vectorielle de position et d'orientation de l'effecteur, qui sera très utile comme base pour la description des paramètres de base de notre robot, et pour ainsi nous guider dans la conception et de l'implémentation de notre solution.

3.1.3 Évaluation de la source 3

[3] Learning the Correct Robot Trajectory in Real-Time from Physical Human Interactions La source, publiée en décembre 2019, est disponible en ligne sur le site de l'ACM. Les auteurs sont Dylan P. Losey qui est professeur assistant au département de génie mécanique de Virginia Tech et Marcia K. O'Malley, professeur en génie mécanique de l'université de Rice. Ils ont déjà écrit plusieurs articles sur le domaine de l'apprentissage en robotique. Cet article porte sur les stratégies d'apprentissage et de contrôle qui permettent aux robots d'exploiter les interventions humaines pour mettre à jour en temps réel leur trajectoire et leur objectif lors de tâches autonomes. Il est expliqué de manière concrète comment ils ont fait évoluer leur système d'apprentissage. Nous pouvons critiquer certains résultats. En effet, certains de ces résultats portent sur un seul essai, il aurait été plus pertinent de faire une moyenne. Cependant, les résultats les plus importants qui utilisent les outils précédents sont eux liés à plusieurs essais ce qui nous rassure sur les résultats finaux. Ce document pourra être une source d'idées lors de l'ajout d'obstacle mouvant, pour ainsi nous guider dans la partie interaction de notre solution.

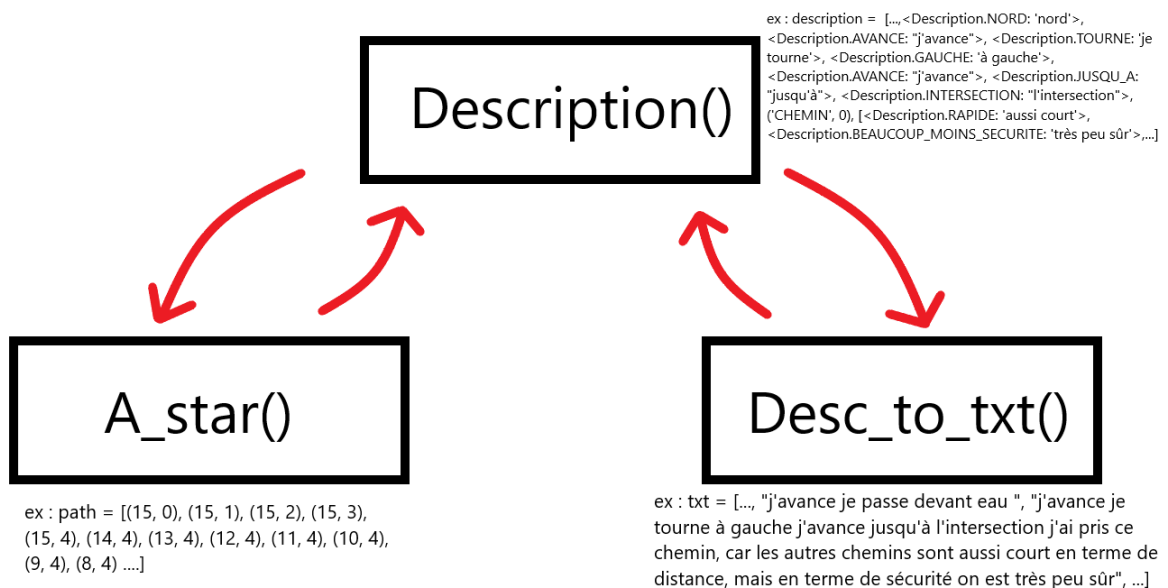
3.2 Notre solution

Nous nous orientons vers une l'implémentassions à partir de différents outils présents dans l'environnement python, tel que Tiled pour générer manuellement nos différentes cartes en 2D et travaillé directement dessus pour étudier chaque cas.

Puis d'implémenté nous-même notre génération de chemin, à partir d'un point de départ à un point d'arriver, on a fait le choix d'implémenter nous-même un A* (algorithme du plus court chemin), pour après intégrer des poids différent pour générer des chemins différent.

On utilisera Pygame, comme environnement d'affichage, car l'environnement est assez fourni et simple d'utilisation.

Et pour finir le plus important, pour la partie description et explication de trajectoire, on utilisera le chemin généré par notre A*, en la traduisant en une liste de description pour après le traduire en une chaîne de texte linguistique. Le tout sera affiché directement sur l'affichage Pygame.



4 Conditions de validation du projet

4.1 Scénario valant acceptation du travail

En accord avec nos trois encadrant, nous avons fixé des objectifs à atteindre au fur et à mesure des semaines. Un premier scénario choisi est de faire une description simple d'un trajet généré arbitrairement. Par description simple, nous entendons de pouvoir décrire très simplement tous les objets où notre robot passe à côté, exemple : je(robot) passe à côté des fleurs, je tourne à droite, j'avance, etc.

Puis nous devons attaquer la partie explication, où l'on doit expliquer pourquoi un chemin est choisi par rapport à un autre, mais avant cela, nous devons générer notre carte graphiquement à l'aide de pygame, et d'utiliser des algorithmes de génération de chemin.

4.2 Livraison du code

Le code sera sur un github où tous les fichiers seront visibles et accessibles.

4.3 Livraison de la documentation

Pour la documentation, nous créerons une documentation par fichier de code et un guide d'utilisation. Tout cela sera intégré au rapport qui sera également disponible sur le répertoire du projet.

4.4 Planning de livraison

Rendu final pour le 27 avril 2021

5 Références

Références

- [1] X. Broquère, “Planification de trajectoire pour la manipulation d’objets et l’interaction Homme-robot,” phdthesis, Université Paul Sabatier - Toulouse III, Jul. 2011. [Online]. Available : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00644776>
- [2] R. Benoit, “Analyse qualitative de robots,” phdthesis, Université d’Angers, Nov. 2017. [Online]. Available : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01760305>
- [3] D. P. Losey and M. K. O’Malley, “Learning the Correct Robot Trajectory in Real-Time from Physical Human Interactions,” *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, vol. 9, no. 1, pp. 1 :1–1 :19, Dec. 2019. [Online]. Available : <http://doi.org/10.1145/3354139>