

Projet IA & Robotique

Cahier des charges



Tuteur:

DAMIEN Pellier

Étudiants:

AURAY Cédric

CALVIGNAC Sébastien

SIMON Dorian

KAMISSOKO Djoko

Année scolaire : 2020-2021

Charte antiplagiat

Nous Auray Cédric, Calvignac Sébastien, Kamissoko Djoko, Ndiaye Khalifa et Simon Dorian déclarons par la présente que nous certifions sur l'honneur de respecter la charte anti-plagiat de l'Université Grenoble Alpes. Toute référence à un document consulté sera dûment indexée dans la rubrique référence.

Fait à Grenoble le 17 Septembre 2020

Sommaire

Charte antiplagiat	2
Introduction	4
Partis prenants	5
Maître d'oeuvre	5
Maître d'ouvrage	5
Concepts de base	6
Contexte	6
Historique	6
Description de la demande	7
Les objectifs	7
Produit du projet	7
Les fonctions du produit	8
Critères d'acceptabilité et de réception	9
Contraintes	11
Ressources humaines	11
Contraintes de délais	11
Contraintes matérielles	11
Contrainte Logiciel	12
Autres contraintes	12
Déroulement du projet	12
Planification	12
Ressources	13
Glossaires	14
Références	15
Index	16
Tables des illustrations	17

Introduction

C'est ici dans le cadre de la composante informatique - et plus spécifiquement l'UE "Initiation à l'Intelligence Artificielle" - de la 3ème année de licence MIASHS que ce projet s'ancre. Il s'agira, sur un délai de 12 semaines, de conceptualiser et produire un programme embarqué sur un modèle de brique EV3 LEGO® et sa machine virtuelle leJOS - assurant la communication avec les différents modules (moteurs et capteurs divers). Et ce afin de permettre à un robot d'analyser son environnement et de démontrer un comportement intelligent en amassant un maximum de palets en un temps minimum sur un terrain dédié, en concurrence d'autres robots et d'autres équipes de développement formées d'étudiants du même cursus.

Mais également de produire une documentation complète de ce travail. Ainsi, la demande nous rapproche d'une certaine écologie de ce qu'est un projet dans la réalité professionnelle du domaine informatique. La formation comprendra alors des dimensions transversales de gestion de projet (e.g maîtrise des outils de planification/communication, des plateformes de développement, management de groupe, révision de la demande, production de ressources explicatives du soft, veille informationnelle et auto-formation, attribution des rôles et tâches, gestion des ressources/contraintes matérielles et temporelles etc.), autant d'éléments qui seront dorénavant pris en compte dans la notation finale.

Un second aspect - relativement inédit et requérant un effort d'adaptation de la part des collaborateurs - tient à la nature de la commande. Le système code étant embarqué, nous évoluons pour la première fois dans une approche expérimentale de l'algorithmique. En cela que les différents systèmes de capteurs reposent sur de la mesure - donc par essence imprécise et soumise aux aléas de l'environnement physique. A cela s'ajoute des systèmes mécaniques imparfaits et une contrainte de synchronicité entre les calculs de la machine virtuelle et les perceptions/actions effectuées par le robot. En cela, une somme conséquente de temps sera allouée à la conception-réalisation-révisions-rapports de tests en conditions réelles.

Ce présent livrable s'efforcera d'explicitier et de formaliser auprès des différents acteurs du projet les objectifs, besoins et idées de développement. Celui-ci pourra être soumis à révision après discussion entre les différentes parties prenantes, et ce même en cours de production, avant rendu final et présentation du produit.

Partis prenants

Maître d'oeuvre

L'équipe de production est constituée de cinq programmeurs qui sont : Auray Cédric, Calvignac Sébastien, Kamissoko Djoko, Ndiaye khalifa et Simon Dorian. Dont un chef de projet qui est Auray Cédric. Cette équipe est en concurrence avec d'autres groupes de la même promotion.

Maître d'ouvrage

Le livrable est réalisé pour la compétition de robotique organisée par le professeur Pellier Damien. Le livrable lui sera donc remis en douzième semaine après le début de l'enseignement.

Concepts de base

Le but de notre projet est de concourir et de remporter une compétition de robotique. Dans cette compétition, notre robot devra faire passer le maximum de palets dans l'en-but adverse. Pour ce faire, notre robot devra faire appel à des systèmes embarqués pour se repérer sur le terrain et repérer les palets. Une fois ces repérages effectués, notre robot devra agir au mieux seul. En effet, il prendra les décisions seul grâce à l'intelligence artificielle.

Contexte

Notre projet d'intelligence artificielle s'appuie sur un robot fabriqué en Lego. Il est contrôlé par une brique EV3, permettant d'exécuter un programme écrit en Java. La brique est connectée à un ensemble de capteurs et de moteurs qui lui permettent de percevoir et d'agir en prenant compte de son environnement.

Historique

Le projet s'inscrit dans une dynamique de concours de robotique. Ce concours existe depuis quelques années. Ce projet vise à faire découvrir l'intelligence artificielle et des algorithmes à des étudiants de troisième année de la licence MASHS pour renforcer leurs connaissances non seulement en Programmation Objet Orienté (POO) mais aussi en introduisant le système embarqué.

Description de la demande

Le client souhaite que le robot soit capable de transporter un maximum de palets jusqu'à une zone précise, en un minimum de temps. Il devra être entièrement autonome, c'est-à-dire que ses organes décisionnels ne pourront se fier qu'aux seuls systèmes embarqués.

Les objectifs

Notre projet est de concevoir un programme permettant à notre robot de passer les tests d'homologation. D'après le règlement du concours, un tel programme doit permettre au robot de se déplacer jusqu'à l'en-but adverse, ou de saisir un palet pour le déposer dans la zone d'en-but adverse. La limite de temps pour réussir le test est fixée à trois minutes.

Après la réussite du test d'homologation, l'objectif sera d'élaborer le programme final, permettant au robot de saisir des palets et d'en ramener un maximum derrière la ligne d'en-but adverse. En plus de cette mission, il serait bien que notre robot soit capable de mettre en place des stratégies pour gêner le robot concurrent.

Produit du projet

Le produit du projet est un robot de la série mindstorms, de la gamme "robotique programmable" de Lego. Il sera capable de reconnaître les objets (palets), de prendre la décision de les transporter ou de les pousser.

Une brique intelligente programmable en Java permettra, via des lignes de code, de créer des routines et des interactions avec les différentes briques connectées. Se déplacer, attraper des objets, voir et reconnaître des objets... tout cela de façon très simple et pédagogique. Il sera doté de systèmes très puissants, parmi lesquels :

- Un sonar. Provenant de l'anglais SOund NAvigation and Ranging, le capteur est inclus dans le kit Lego Mindstorms EV3. Relativement petit le dispositif mesure cinquante cinq millimètre par quarante sept millimètre avec trente et un millimètre de profondeur. Due à la hauteur du robot, le capteur commence détecter qu'à vingt cinq centimètres de sa position. Il peut détecter au plus loin à deux cents cinquante centimètres. Le cône de perception, dans lequel les mesures sont précis, est compris entre -8° et $+30^\circ$.

- Un capteur de couleur. Celui-ci mesure une lumière réfléchie ou une lumière ambiante même dans des conditions de faible luminosité. Il est capable de détecter huit couleurs (noir, blanc, bleu, vert, jaune, rouge, marron). La fréquence d'échantillonnage est de un KHz. L'identification est réalisé à l'aide du logiciel LEGO Mindstorms EV3 software.

- Le touch. Ce bouton presseur permet de détecter le contact avec un objet, indiquant au robot qu'il faut fermer la pince.
- Des pinces. Ce dispositif mécanique permet de saisir les objets détectés pour les déplacer.
- Des moteurs. Les trois moteurs utilisés sont asynchrones : l'un d'entre eux permet de serrer les pinces, et les deux autres seront chacun affectés à une roue, pour assurer la mobilité du robot. Les moteurs tournent à un régime de 240 - 250 tours par minute avec un couple en rotation de 8 Ncm (Newton par centimètre) et un couple de blocage de 40 Ncm.
- Une batterie CC rechargeable EV3 lithium-ion a été conçue pour être utilisée avec la brique EV3 intelligente ; elle a une capacité de 2 050 mAh. Son autonomie est supérieure à celle des piles AA et elle peut être rechargée sans obliger à modifier le modèle. La batterie fait partie de l'ensemble de base EV3 Education ; son temps de charge est d'environ trois à quatre heures. Elle utilise le même chargeur CC 45517 que la batterie CC rechargeable du NXT. Ce chargeur est vendu séparément.

Les fonctions du produit

Notre livrable sera composé de plusieurs fonctions majeures. Ces fonctions seront composées de sous fonctions entraînant des actions spécifiques au plus petit niveau.

Fonction SE DÉPLACER. Elle se résumera à avancer tout droit, du fait de la géométrie du robot. L'enjeu ici est de parvenir à synchroniser la rotation et l'instant de démarrage des deux moteurs assurant la mobilité. Un retard sera donc appliqué au premier moteur, égal à la durée de démarrage du second moteur. Les changements de direction ne se feront donc qu'en pivotant à l'arrêt. Ainsi, un moteur bloquera une roue pendant que le second moteur fera tourner la roue non bloquée. La dernière fonctionnalité concernant le déplacement du robot est le suivi de ligne. Elle sera assurée par un programme préconçu, qui synchronisera les moteurs puis actionnera les roues, faisant ainsi se déplacer le robot.

Fonction PERCEVOIR SON ENVIRONNEMENT. Le robot saura percevoir les couleurs à l'aide du capteur de couleur présent à l'avant. Ce capteur communiquera la couleur reconnue à notre programme. Selon la couleur, une action spécifique sera exécutée. Par exemple si la couleur blanche est reconnue le robot s'arrêtera. De plus, avec le sonar, le robot sera capable de détecter les palets s'ils se trouvent à plus de vingt-cinq centimètres. L'une des problématiques est la différenciation des palets et des murs. On peut proposer la méthode suivante : si le sonar détecte un objet à moins de 25 centimètres, c'est un mur. Tant que ce n'est pas le cas, le robot continue sa translation jusqu'à ce

que l'objet disparaisse ou soit identifié comme un mur. Il faudra également que notre robot sache repérer son adversaire à l'aide du sonar.

Fonction PINCER UN PALET. Les pinces sont par défaut ouvertes au cours du match, jusqu'à ce que le bouton touch soit activé. Lorsque celui-ci est enclenché, le programme de pilotage du robot sait qu'il faut fermer les pinces car cela signifie que le robot est en contact avec un palet. Le programme dirige alors le robot vers la zone d'en-but adverse, en maintenant les pinces fermées jusqu'à ce qu'il parvienne à la ligne blanche. A cet endroit, il lâche le palet.

Fonction METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE. Dans l'idéal, le robot essaie de gêner l'adversaire, par exemple en déplaçant les palets près d'un mur pour que l'adversaire les repère plus difficilement. Bien entendu, notre robot après avoir mis en place cette stratégie garde dans une matrice de position l'endroit où se trouve le palet. Il serait bien aussi que notre robot fassent un journal d'événements qui nous permettrait durant les phases de développement d'identifier les problèmes.

Toutes ses fonctionnalités sont déployées pour arriver premier lors de la compétition. Car lors de la compétition il faudra ramener un maximum de palets en un minimum de temps. Pour cela toutes les fonctionnalités listées seront déployées. La boucle perception sera une boucle perpétuelle. De cette boucle perpétuelle est mise en place une stratégie pour la récupération des palets. Une fois la stratégie mise en place le robot se met en mouvement jusqu'à un palet. Lorsqu'il est à portée le robot se saisit du palet puis se dirige vers l'en-but adverse.

Critères d'acceptabilité et de réception

Le projet sera remis la douzième semaine après le début du module. Le projet se décompose en deux parties : la programmation du robot, et la remise de différents dossiers.

Le robot est soumis à des conditions bien précises, définies par le règlement de la compétition. Pour que le robot soit accepté, celui-ci doit être homologué. Cette phase d'homologation se déroulera en deux temps. Tout d'abord, le jury vérifiera que le robot est en adéquation avec les plans du robot présent dans l'article viii du règlement de la compétition [article 3.1.1, du règlement de la compétition]. Ensuite, "le robot doit être capable (en moins de 3 minutes), au choix de :

- se déplacer de son point de départ à la zone d'en-but adverse
- se saisir d'une balle/palet placé au centre du terrain et de la déposer dans la zone d'en-but." [article 3.1.2, du règlement de la compétition].

Les différents rapport seront rédigés selon l'échéancier prévu. Ceux-ci seront conçus à partir des différents exemples produits en ligne par le professeur. Il se peut que les rapports, et notamment le cahier des charges, soient actualisés ultérieurement.

Lorsque le robot sera réceptionné, celui-ci sera capable en moins de quatre de ramener plus de la moitié des palets présent sur le terrain. Lors de de cette démonstration le robot ne touchera aucun mur et sera capable d'éviter le robot adverse. De plus, il est envisageable que notre robot soit capable de déplacer les palets qui ne serait pas capable de transporter afin de gêner le robot adverse.

Contraintes

Ressources humaines

Le professeur passera chaque semaine pour évaluer notre avancement et nous prodiguer des conseils.

Chaque équipe est composée de quatre étudiants qui seront chargés du développement du projet en parallèle de leurs études.

Contraintes de délais

Une des contraintes les plus importantes concernant notre projet est la contrainte de temps. En effet nous disposons d'un temps limité pour l'accomplissement du projet. Cette contrainte nécessite une organisation sans faille pour pouvoir rendre le livrable à temps. Pour nous aider à nous organiser; de nombreux rapports sont à rendre.. Le premier livrable à rendre est un cahier des charges, deux semaines après le début du projet. Le second livrable est un plan de développement à rendre cinq semaines après le début du projet. Il faudra ensuite rendre un plan de tests au bout de dix semaines. La semaine suivante, le code source et la documentation seront transmis. Et enfin, lors de la dernière séance, le rapport final sera transmis au client.

Contraintes matérielles

En termes de matériel, chaque équipe dispose d'un seul robot. Tous les robots sont physiquement identiques et ne peuvent pas être modifiés, c'est à dire, ils disposent des mêmes capteurs (touché, couleur, ultrason) placées de la même façon. Les moteurs, les pinces et la brique centrale de contrôle sont aussi identiques. Les contraintes concernant les éléments du robot sont explicités dans la rubrique produit du projet.

Par ailleurs, il est important de prendre en compte le risque matériel dans notre gestion du temps. En effet, il n'est pas à exclure qu'une pièce du robot se détériore, empêchant ainsi le bon fonctionnement de celui-ci. On peut imaginer un dysfonctionnement de la batterie, le mauvais alignement d'une roue sur son axe entraînant une déviation du robot... Pour éviter d'être pris au dépourvu, le robot devra être régulièrement testé.

Il convient également de noter que la compétition se déroulera sur un terrain spécial, qui n'est pas en accès libre. En effet, le terrain n'est disponible que le lundi après midi (dans la salle fablab du bâtiment Ampère). Les tests ne peuvent d'ailleurs pas être réalisés n'importe où, le terrain présentant des caractéristiques uniques...(cf image1)

Contrainte Logiciel

Pour la réalisation de notre projet nous sommes contraint d'utiliser Java. Comme nous travaillons en groupe nous avons dû créer un répertoire Github. En effet, le répertoire sert à l'échange en temps réel de code. Une fois le répertoire créé nous avons dû le lier avec notre espace de développement (IDE). Ce qui n'est pas chose aisée. De plus il a fallu rajouter dans notre IDE un nouveau logiciel: Lejos. Celui-ci nécessite un lourd processus d'appairage. De plus, il existe des fonctions toutes développées pour la brique ev3. Celles-ci sont disponibles en ligne, toutefois dû à la profusion de fonction il est difficile de trouver celle qui convient.

Autres contraintes

Le programme qui pilote le robot doit s'exécuter dans la brique centrale de contrôle et non pas sur un ordinateur. La centrale de contrôle est équipée d'un processeur ARM9 avec 64Mo de RAM et capable de faire l'acquisition de données jusqu'à 1000 échantillons par secondes.

Déroulement du projet

Planification

Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cahier des charges												
Plan de développement												
Plan de tests												
Code source et documentation interne												
Rapport final												

(Image 2)

Les cases colorées en noir indiquent l'échéance fixée pour rendre chaque document. Les couleurs vives présentent le temps assigné à chaque étape du projet, et les couleurs pâles désignent les marges prévues pour anticiper chaque tâche.

Ressources

Afin de réaliser le projet dans de bonnes conditions, un certain nombre de ressources seront utilisées.

Pour une bonne communication à l'intérieur du groupe, un groupe messenger a été mis en place.

Pour l'échange de notre code un projet privé github a été mis en place.

Pour la partie programmation, nous utiliserons la documentation de l'API lejos pour les classes et méthodes à utiliser pour programmer le robot.

Pour toute la partie physique concernant la brique ev3, nous utiliserons le guide utilisateur de la brique ev3 qui est disponible en ligne.

Pour l'exactitude de notre rapport les normes APA, et la charte anti-plagiat de l'Université Grenoble Alpes seront respectées.

Glossaires

- Intelligence Artificielle : “Construction de programmes informatiques qui s’adonnent à des tâches qui sont, pour l’instant, accomplies de façon plus satisfaisantes par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que l’apprentissage perceptuel, l’organisation de la mémoire et le raisonnement critique.” C’est la définition donné par Marvin Lee Minsky. (Larousse,2020)
- Système embarqué : “Un système embarqué est défini comme un système électronique et informatique autonome, souvent temps réel, spécialisé dans une tâche bien précise. Ses ressources sont généralement limitées.” (Wikipedia,2020)

Références

Larousse. (2020). Encyclopédie Larousse en ligne - intelligence artificielle. Consulté à l'adresse https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257

Lego. (s. d.). LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Intelligent Brick. <https://education.lego.com>. Consulté 16 septembre 2020, à l'adresse <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-intelligent-brick/45500>

Lego mindstorm. (2013). *ev3_user_guide* [E-book]. https://le-www-live-s.legocdn.com/ev3/userguide/1.4.0/ev3_userguide_fr.pdf

Pellier, D. P. (s. d.). Schéma de principe du terrain. [Schéma, Image 1]. https://lig-membres.imag.fr/PPerso/membres/pellier/doku.php?id=teaching:ia:project_lego

Pellier, D. P. (s. d.-b). *teaching : ia : project_lego* [Damien Pellier Associate Professor Univ. Grenoble Alpes]. Initiation à l'intelligence artificielle. https://lig-membres.imag.fr/PPerso/membres/pellier/doku.php?id=teaching:ia:project_lego

Pellier, D. P. (s. d.-c). *teaching : ia : project_lego* [Damien Pellier Associate Professor Univ. Grenoble Alpes]. Projet de robotique. https://lig-membres.imag.fr/PPerso/membres/pellier/doku.php?id=teaching:ia:project_lego

Wikipedia contributors. (2020, 12 septembre). Système embarqué. Consulté à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_embarqu%C3%A9

Index

- Intelligence Artificielle : 7,13,14
- Système embarqué : 7, 13

Tables des illustrations

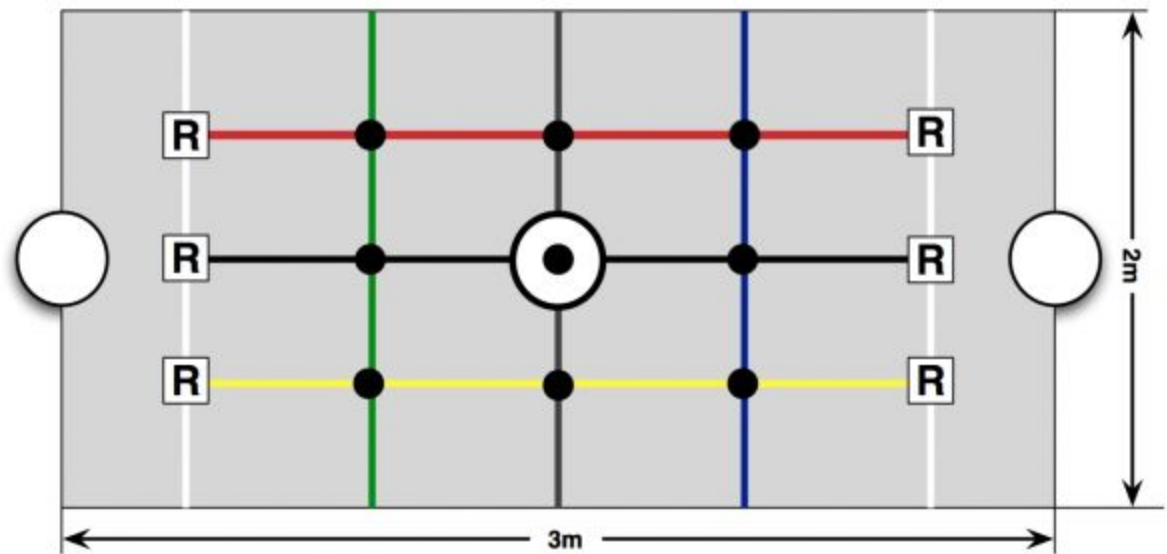


Image 1 : Schéma de principe du terrain.

Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cahier des charges												
Plan de développement												
Plan de tests												
Code source et documentation interne												
Rapport final												

Image 2 : Planning prévisionnel, page 13