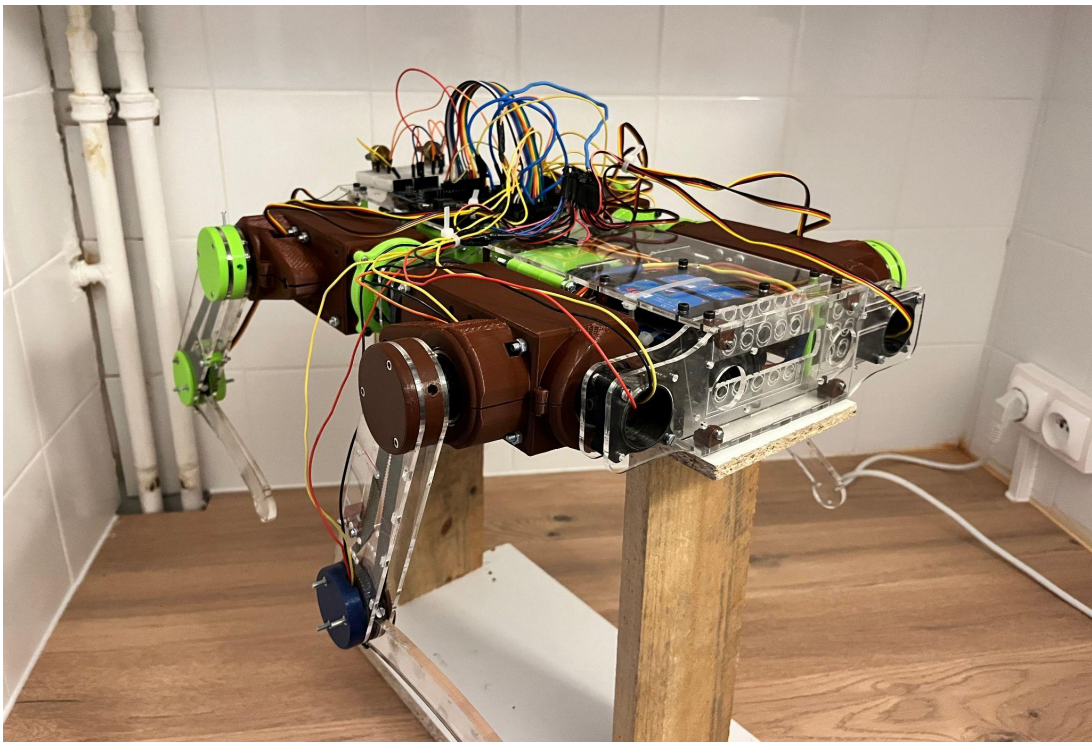


Rapport de projet

Année scolaire 2022-2023



SnoopyTech



Étudiants : Le Corrond Ronan et Kulbicki Maximilien

Encadrant : Masson Pascal

Ecole Polytechnique Universitaire de Nice Sophia-Antipolis, formation robotique (systèmes autonomes)

930 route des Colles, 06410 BIOT

Introduction

Dans le cadre de notre projet de 1ère année de Robotique, nous nous sommes lancé le défi de réaliser un robot imitant la physionomie d'un chien capable d'assurer la surveillance d'un bâtiment.

Notre objectif est de créer un robot pouvant soulager le personnel de sécurité travaillant la nuit, en effectuant des patrouilles plus ou moins longues au sein d'une zone à surveiller.

Notre robot se doit donc d'être autonome face aux différents signes d'intrusion (fracas, tremblements etc.) et doit pouvoir adapter ses déplacements en fonction de ceux-ci. Cela implique que notre robot-chien doit être capable de se repérer dans son environnement, se mouvoir dans des escaliers et avoir la possibilité d'ouvrir des portes.

Dans les délais qui nous ont été accordés, nous n'estimions pas avoir le temps de réaliser un robot remplissant toutes ces fonctionnalités et avons donc sélectionné celles qui nous feraient progresser le plus et nous donneraient un bon aperçu des compétences à acquérir en robotique.

Nous envisageons ainsi de produire un robot capable d'accomplir deux tâches : celle de se repérer dans un espace de travail donné et celle de se déplacer dans un escalier.

Ce projet se doit d'être complètement open source. Le but est de le rendre le plus accessible possible et pour ce faire nous l'avons conçu de façon à qu'il soit fabriqué avec de simples machines disponibles dans n'importe quel fablab et ce, pour un budget accessible.

Coût du projet

Nom	Quantité	Prix
Corps et pattes		
Tube en fibre de carbone	1 tube	23.36 €
Plexiglass	1 plaque	23.37 €
Filament	2kg	40.00 €
Tige en acier 5mm	1m	10.00 €
Tige en acier 6mm	1m	10.00 €
Poulies	12	1.11 €
Courroie GT2	3m	2.26 €
Roulement 6mm (MR106ZZ)	8	3.46 €
Roulement 5mm (MR85ZZ)	108	38.06 €
Roulement 30mm (6906ZZ)	12	11.40 €
Visserie		
M4 - 70mm	48	14.16 €
M3 - 25mm	24	5.40 €
M3 - 5mm	68	3.70 €
M2 - 14mm	24	4.60 €
M2 - 9mm	16	7.00 €
M2 - 5mm	8	4.80 €
Motorisation		
Brushless ACK-5312CP	12	232.86 €
ESC 40A	12	168.72 €
Électronique		
Potentiometre 10K	12	9.95 €
Arduino Mega 2560 Rev2	1	42.00 €
Sous-total composants :		656.21 €
Heures de projets	200	4,750.00 €
Heures supplémentaires	220	5,225.00 €
Sous-total salaires :		9,975.00 €
Coût total du projet :		10,631.21 €

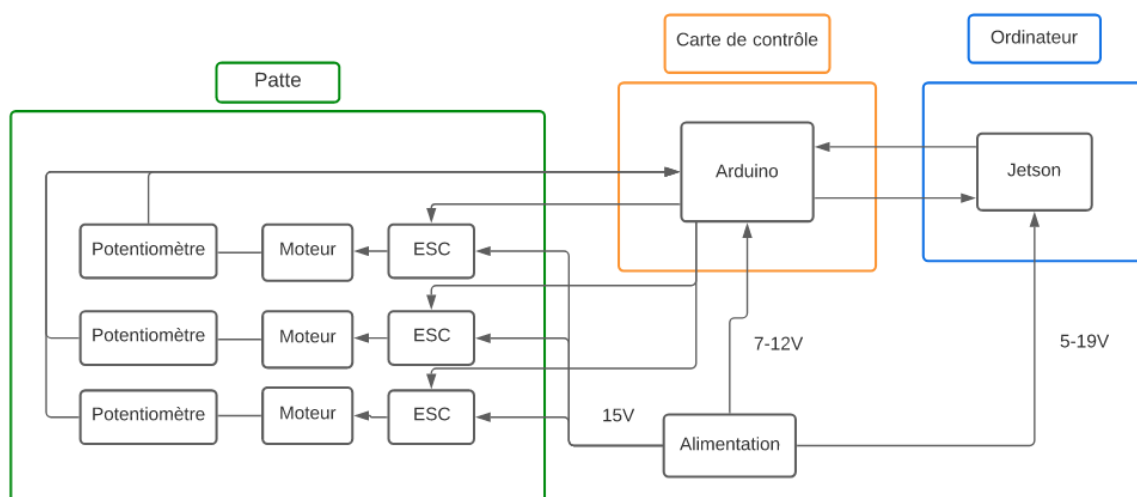
Matériel et machines nécessaire

Étant donné que l'on cherche la facilité et l'accessibilité de construction du robot, nous avons fait en sorte que ses pièces puissent être construites n'importe où. Pour le monter, il faut un accès à une imprimante 3D et une découpeuse laser. Ce sont des machines relativement courantes qui peuvent être trouvées dans pratiquement chaque FabLab.

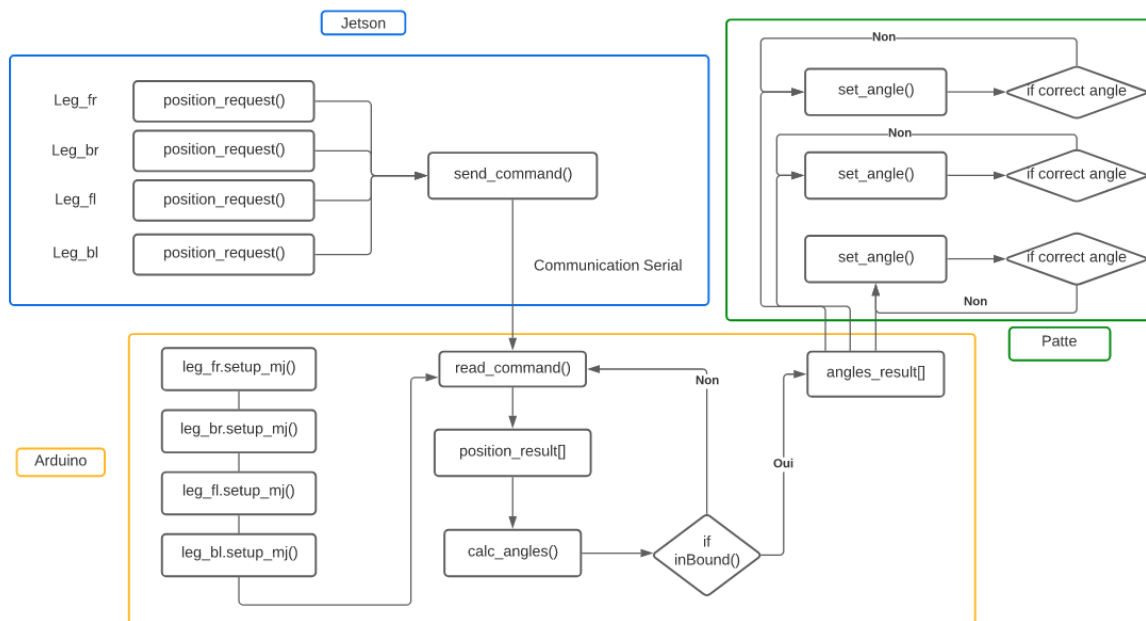
Quant aux matériaux, il faudra se procurer la liste des différents composants affichés dans la liste de coût. La découpeuse laser sera utilisée uniquement pour découper du plexiglass. Il servira à faire la structure du corps et les parties solides des pattes. Pour les pièces imprimées en 3D nous recommandons le PETG pour plus de solidité et de durabilité bien qu'elles puissent être faites en PLA, un matériau moins résistant mais plus économique.

Le corps du robot est composé au total de 33 pièces en plexiglass et 244 imprimées en 3D. Les pièces en plexiglass sont rapides à fabriquer, il faut compter environ 2 heures pour pouvoir toutes les avoir. A contrario, les pièces imprimées en 3D sont elles très chronophages, il faut compter 53h20 d'impression par pattes et 8h06 pour les pièces du corps, soit au total 168 h 26 min d'impression.

Montage électronique



Algorithmie



L'algorithme de notre robot se décompose en trois axes majeurs : détermination de la position du robot dans son espace, calcul des angles de chaque axe permettant d'atteindre cette position et l'asservissement de chaque axe moteur.

La Jetson Nano est chargée de fournir à l'Arduino la position relative de chaque patte par rapport à son repère. Cette communication est assurée par un canal Serial qui permet un échange de données entre les deux cartes.

La carte Arduino joue le rôle de contrôleur puisqu'elle calcule les angles de chaque axe pour chaque patte selon les valeurs reçues de la Jetson. Ces angles sont ensuite fournis à la fonction `set_angle()` qui assure l'asservissement en position de chaque axe.

Pistes d'amélioration

Lors de l'étude bibliographique de ce robot, de nombreuses stratégies de conception pour les pattes se sont présentées à nous. Nous avons retenu celle faisant intervenir des courroies pour la mise en mouvement des pattes sans savoir que celles-ci sont peu efficaces quand il s'agit de transmettre du couple. Une autre stratégie de transmission telle qu'une vis sans fin aurait été plus judicieuse/efficace mais également plus complexe à implémenter dans la conception.

Une autre thématique que nous aurions pu approfondir lors de l'étude bibliographique est celle du choix des ESC bidirectionnels. Ceux utilisés dans notre projet sont inadaptés à notre utilisation puisqu'ils ne sont pas conçus pour faire constamment changer le sens de rotation des moteurs et maintenir une position.

Problèmes rencontrés

Lors de la réalisation de ce projet, nous avons vu s'éterniser la tâche de conception de notre robot. Cette phase, qui devait être initialement clôturée en quatre semaines, s'est vue s'allonger sur une période de six mois. Nous avons tout de même la possibilité de travailler sur d'autres tâches en parallèle de la conception, bien que le temps et la qualité de travail consacrés à celles-ci furent réduits.

Une conséquence de ce retard a été l'abandon de l'implémentation de nombreuses fonctionnalités décrites dans le cahier des charges de ce projet telles que la reconnaissance d'image, l'étude des déplacements ou encore la possibilité d'ouvrir des portes.

Par ailleurs, certains de nos choix de conception se sont révélés être peu judicieux et nous ont porté préjudice lors du montage de notre robot. Il y a notamment notre négligence des câbles (qu'ils soient de moteurs ou d'alimentation) qui a créé une contrainte de gestion d'espace inattendue. De plus, la conception des pattes du robot avant celle du corps a abouti à un sous-dimensionnement de celles-ci.

Conclusion et perspectives

Notre production finale ne représente qu'une portion de notre objectif initial. Nous avons réalisé un robot capable de déplacer ses membres selon une position précise souhaitée mais incapable de supporter son poids propre. Nous avons compris que le travail et les choix de conception constituent une étape cruciale dans l'élaboration d'un tel projet et qu'aucun aspect de celui-ci ne doit être négligé.

De multiples notions sont à retravailler telles que le dimensionnement des pattes et la conception des transmissions. Le corps du robot doit être optimisé et réarrangé afin de rendre l'assemblage du robot plus accessible et les choix de certains composants sont à revoir.

Dans la continuité de notre projet, nous aurions apprécié approfondir les études d'asservissement et de déplacements en mobilisant davantage nos connaissances. Notre bagage en électronique aurait notamment pu être exploité afin de créer nous-même des moteurs et ESC adaptés à notre besoin.

Nous restons fiers du robot réalisé. Nous avons surmonté de nombreux défis techniques et nous sommes reconnaissants envers l'ensemble des professeurs ayant soutenu notre projet.

Bibliographie

Projet similaire réalisé par des étudiants de Stanford :

<https://github.com/Nate711/StanfordDoggoProject>

Projet similaire réalisé par James Burton sur YouTube :

https://www.youtube.com/playlist?list=PLpwJq86vov_PkA0bla0eiUTsCApi_mZf

Sites utilisés pour le dimensionnement des réducteurs :

http://sii-tannarelli.com/contenus_opale/transmissions_puissance_gen_auroraW/co/exemple_calcul_rapport_train_epicycloidal.html

<https://www.toutcalculer.com/mecanique/train-epicycloidal.php>

Programmation et utilisation des moteurs brushless par Abrège sur YouTube :

https://www.youtube.com/watch?v=P11c6zzwPV4&ab_channel=Abr%C3%A8ge