



COMMUTER QUAD ROBOT

Rapport de projet



ALI B.
2023/2024

1. Introduction :

a. Cadre du projet :

Le “commuter quad robot” représente une avancée technologique dans le secteur du transport en commun, visant à réduire la dépendance d’un conducteur humain. L’élimination de l’élément humain implique que ce véhicule n’est plus soumis au nombre limité d’heures de travail de l’humain, et peut par conséquent jouer son rôle de moyen de transport en continue, sans interruption, 24h/24 et 7J/7. Il sera capable de transporter un maximum de 2 personnes, d’où le nom « quad ». Il fera donc l’objet d’intérêt de couples ou d’individus souhaitant se déplacer tout en restant dans un cadre plutôt privé.

Le « commuter quad robot » est conçu comme un véhicule autonome capable de naviguer de façon autonome au sein de la ville. Doté d’intelligence artificielle, ce dernier est capable d’interagir avec son entourage par le biais d’une caméra installé sur son toit, grâce à la technologie de « computer vision ». Grâce à cette caméra mobile, il a une « vision » de 180° devant lui, lui donnant ainsi la possibilité de détecter tout obstacle sur sa route.

b. Objectifs :

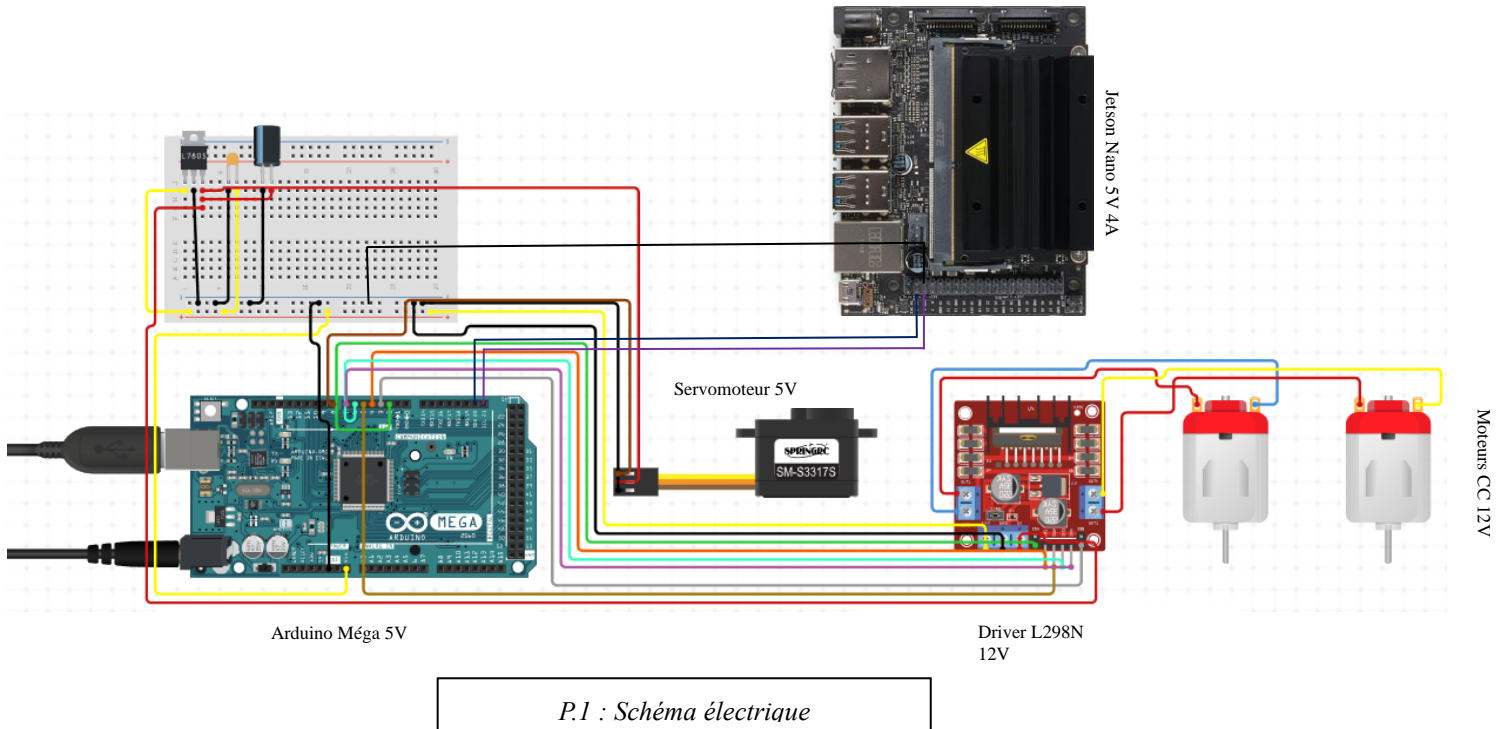
1. Assurer le déplacement du robot :

- Des moteurs avec un couple supportant le poids du robot.
- Une mobilité caractérisée par 3 degrés de liberté.
- La possibilité de changer librement de sens de rotation.

2. Détection et distinction entre les éléments de son entourage :

- Avoir un retour visuel de l’entourage du robot.
- Détecter ce qui se trouve devant le robot sur un angle de 180°.
- Distinguer entre les différents éléments présents dans l’entourage.
- Permuter entre 3 états en fonction des éléments repérés.

2. Schéma électrique :



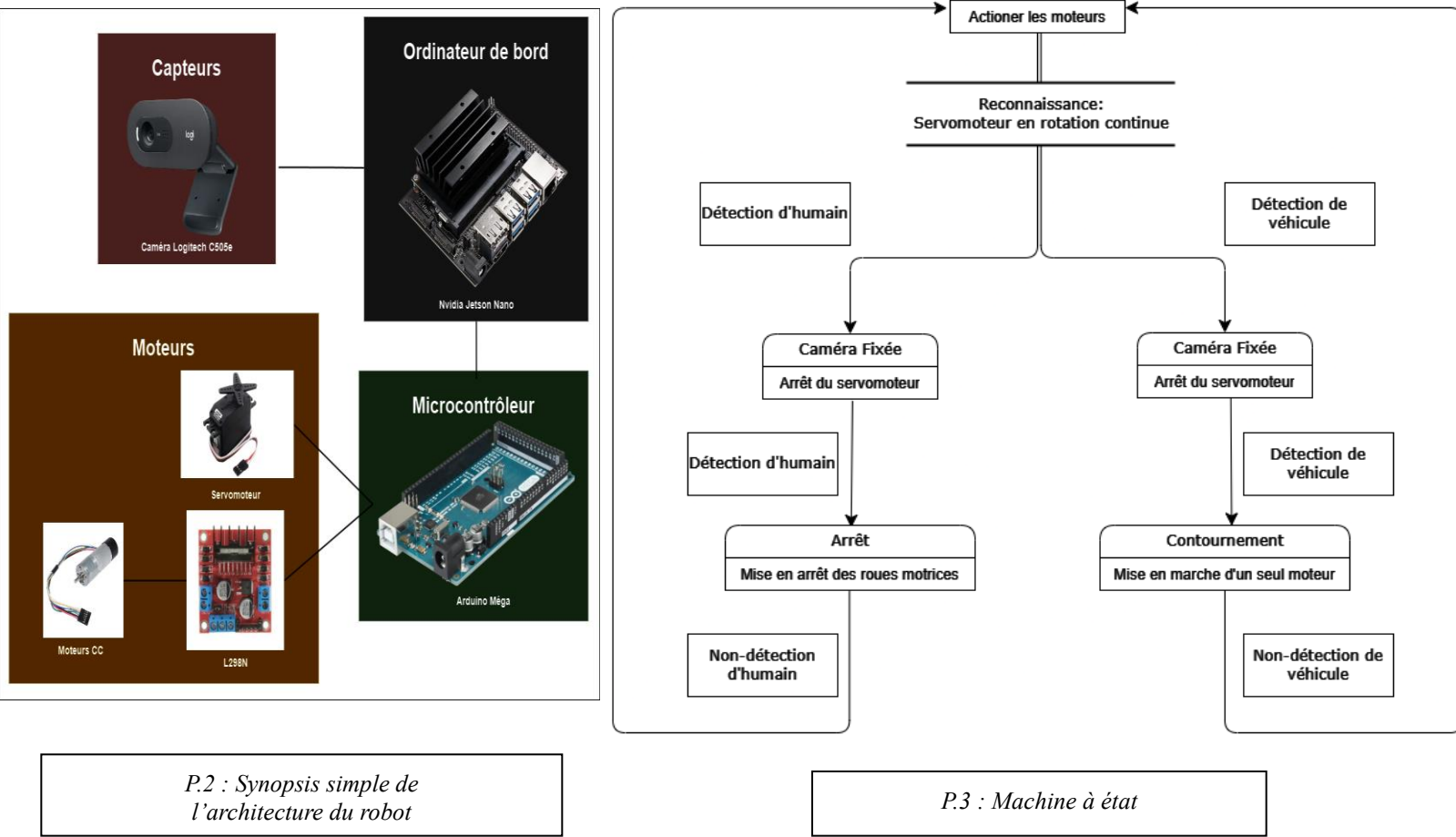
3. Algorithme de fonctionnement :

Voici les différents éléments et composants du robot :

- **Caméra** : La caméra représente le seul capteur intégré dans le robot. Son rôle est de filmer en continu l'environnement devant le robot et de transmettre ces données à la « Jetson Nano ».
- **Servomoteur** : Le robot est doté d'un servomoteur responsable de l'orientation de la caméra-avant d'un angle de 180°. Ce servomoteur est contrôlé par un microcontrôleur « Arduino Mega » qui lui communiquera l'angle de rotation en fonction des données reçues.
- **Moteurs CC** : Deux moteurs CC sont utilisés pour assurer la mobilité du robot. La vitesse de rotation ainsi que le sens de rotation de chacun des deux moteurs est contrôlé séparément par l'Arduino à travers le « L298N Driver ».
- **L298N driver** : Élément permettant de contrôler indépendamment la vitesse et le sens de rotation des deux moteurs CC. Il alimente également l'ensemble des actionneurs ainsi que le microcontrôleur.

- **Arduino Méga** : Le microcontrôleur responsable du contrôle de l'ensemble des actionneurs du robot. Il est à son tour contrôlé par la « Jetson Nano » et se comporte en fonction des données qu'il reçoit de celle-ci.
- **Jetson Nano** : L'ordinateur de bord du robot. Il est responsable du traitement de données reçues par la caméra, de la détection d'objet afin de reconnaître ce qui se trouve aux alentours du robot, ainsi que de donner des ordres au microcontrôleur en fonction de la classe des objets détectés.

Voici un simple synopsis, clarifiant l'interaction entre les différents composants du robot, et une machine à état présentant l'algorithme que suit celui-ci :



4. Coût du projet :

Composant	Quantité	Prix (en euro)
Arduino Méga	1	48

<i>Driver L298N</i>	1	25
<i>Nvidia Jetson Nano</i>	1	224
<i>Servomoteur</i>	1	12
<i>Moteur CC</i>	2	20*2
<i>Roue pivotante</i>	1	5
<i>Caméra Logitech C505e</i>	1	24
<i>Total</i>		378

Coût ingénieur : On se basera sur un salaire moyen d'une valeur de 38K d'euro pour 1600 heures de travail. Sachant que ce projet a demandé 90h de travail au total, ceci demandera donc un coût de 2137.5 euros

Coût total du projet : 2515.5 euros.

5. Problèmes rencontrés :

Moteurs CC VS Moteurs Brushless : La première version du robot utilisait des moteurs brushless et non des moteurs CC. Les moteurs brushless sont toutefois beaucoup trop puissant par rapport à notre besoin et plus difficile à asservir en vitesse, d'où le choix d'utiliser des moteurs CC.

6. Conclusion-Perspectives :

-Statut d'avancement :

	% maturité	Statut actuel	Difficultés rencontrées
Fabrication de la base du robot.	50%		Erreurs de quelques mm du positionnement de trous d'écrous.

Impression du support servomoteur.	75%		Plusieurs prototypes mal dimensionnés par rapport au servomoteur.
Impression du support caméra.	100%		Plusieurs prototypes mal dimensionnés par rapport à la caméra.
Montage de l'ensemble des composants sur la base.	75%		
Gestion de câbles et de connexion.	50%		Le grand nombre de câbles à connecter rend la beauté esthétique difficile à obtenir.
Détection des objets de différentes classes.	75%		Le grand nombre de librairie à utiliser fait que la détection met du temps à commencer.
Ecriture du code contrôlant l'ensemble des moteurs.	75%		Difficultés à faire en sorte que deux actions indépendantes se fassent en parallèle.
Installer réseau d'alimentation (batterie + convertisseur).			
Fusionner le tout et entamer la phase de test.			

-Evolutions à venir :

- **Installation de batteries sur le robot :** Pour le moment, le robot est alimenté en énergie par un câble branché en secteur. L'idée est de dimensionner une batterie de façon qu'elle puisse alimenter l'ensemble des composants sans problème. Il serait essentiel d'étudier les différents types de batteries de taille réduite, de leur performance, durée de vie, etc... afin d'assurer de bonnes conditions pour le bon fonctionnement du robot.
- **Installation d'un convertisseur d'énergie :** Chaque des composants du robot possède des plages d'alimentation, en termes de tension et de courant, propre à lui. Alimenter l'ensemble de ces composants directement à partir de la batterie n'est donc pas possible. Il est donc essentiel de dimensionner plusieurs convertisseurs d'énergie afin d'adapter l'énergie fournie par la batterie à chaque composant.

- **Elargir la base de données utilisée :** Pour le moment, le robot n'agit qu'à condition d'avoir détecté des objets de classes 'Véhicule' ou 'Humain', et ne réagit pas du tout en présence d'un objet d'autre classe. Ce qui signifie qu'il pourra très bien foncer dans un mur ou écraser un chat. Il sera donc nécessaire d'élargir sa base de données ainsi que les manœuvres dont il est capable face à chacun de ces nouvelles classes pour éviter les mauvaises surprises.
- **LIDAR :** Le LIDAR est une solution fortement utilisée par les leaders chinois dans le secteur d'automobiles et de véhicules autonomes, et ce afin de permettre au véhicule de scanner son environnement et d'avoir une vision 3D de ce qui l'entoure. Ceci s'annonce particulièrement efficace lorsqu'il s'agit de se déplacer dans des routes étroites, entre plusieurs voitures, ou encore de stationner dans un garage. L'ajout d'un LIDAR est donc fortement envisageable.
- **Aspect esthétique :** Avoir un robot avec des câbles qui sortent de partout et les différents composants électroniques et batteries qui sont visibles ne donne pas une bonne image et représente un défaut esthétique. Il sera donc essentiel de concevoir un cadre avec un bon design permettant de couvrir l'intérieur du véhicule. Ceci permettra aussi d'allonger la durée de vie des composants en réduisant les risques de dégradation suite à des conditions extérieures.

-Conclusion :

En dépit des petits soucis et difficultés rencontrés tout au long de la conception du robot, ce dernier a pu tout de même prendre forme pour représenter un prototype d'un mini-véhicule autonome. Le secteur de robotique et de système autonome a connu une grande évolution en terme de technologie, d'infrastructure, et de savoir disponible. La demande d'automatisation de divers secteurs et domaines de la société ne fait que grandir, en particulier celui du transport, d'où le besoin d'un véhicule petit, rapide, et 100% autonome. Tout au long de ce projet, il a été possible de concevoir un robot peu consommant en termes d'énergie, grâce au nombre réduit de ses composants, possédant 3 degrés de liberté, ce qui est largement suffisant pour un véhicule se déplaçant dans des environnements urbains, et capable de distinguer entre différents éléments de son entourage, grâce à l'implémentation d'une intelligence artificielle offrant la technologie de détection d'objets. Les objectifs posés initialement ont été donc respectés. Toutefois, plusieurs améliorations sont à noter, notamment l'aspect esthétique du robot, l'ajout d'un LIDAR, ou encore l'implémentation de manœuvres plus variées.

Ce projet a été une expérience très enrichissante en termes de savoir et de savoir-faire acquis. Il m'a permis de développer mes connaissances en plusieurs domaines entourant la robotique, notamment la mécanique, l'informatique, ou encore l'automatique. Le réseau créé grâce aux différentes discussions que j'ai eu avec des collègues ou experts du domaine représente également un énorme gain. J'ai pu également développer une vision plus poussée de ce que représente ce secteur de robotique et de systèmes autonomes pour la société, et de ce dont il est capable comme changement, aussi bien positif que négatif.

Enfin, j'aimerais remercier l'ensemble du corps professoral qui mis à ma disposition l'ensemble du matériel, du temps, et des efforts nécessaires pour mener à bien notre projet.