

Rapport Projet “MiniAtlas”

Sommaire

- **Présentation** (page 1)
- **Schéma électrique** (page 2)
- **Logigramme et détails de fonctionnement** (page 2)
- **Coût du projet** (page 3)
- **Problèmes rencontrés** (page 4)
- **Perspectives d’amélioration** (page 5)
- **Conclusion** (page 6)
- **Sources** (page 6)

Présentation du Projet

Dans le contexte actuel de l'industrie, l'automatisation des entrepôts est devenue une priorité pour de nombreuses entreprises. Les robots d'entrepôt sont des machines conçues pour effectuer des tâches répétitives et pénibles, telles que le déplacement de palettes de marchandises. N'ayant pas besoin de repos, ils permettent également de gagner du temps en étant actif 24h/24h. Dans notre projet, nous avons pour objectif de concevoir un essaim de robots d'entrepôt capables de déplacer des colis de manière efficace et autonome.

Notre robot, nommé MiniAtlas, est un robot de type AGV (Automatic Guided Vehicle), actuellement guidé par des capteurs infrarouges analogiques et suivant une bande noire sur le sol. Cette méthode de guidage est simple, efficace et plus fiable que l'utilisation d'une caméra qui serait dotée d'une intelligence artificielle pour effectuer le suivi de ligne.

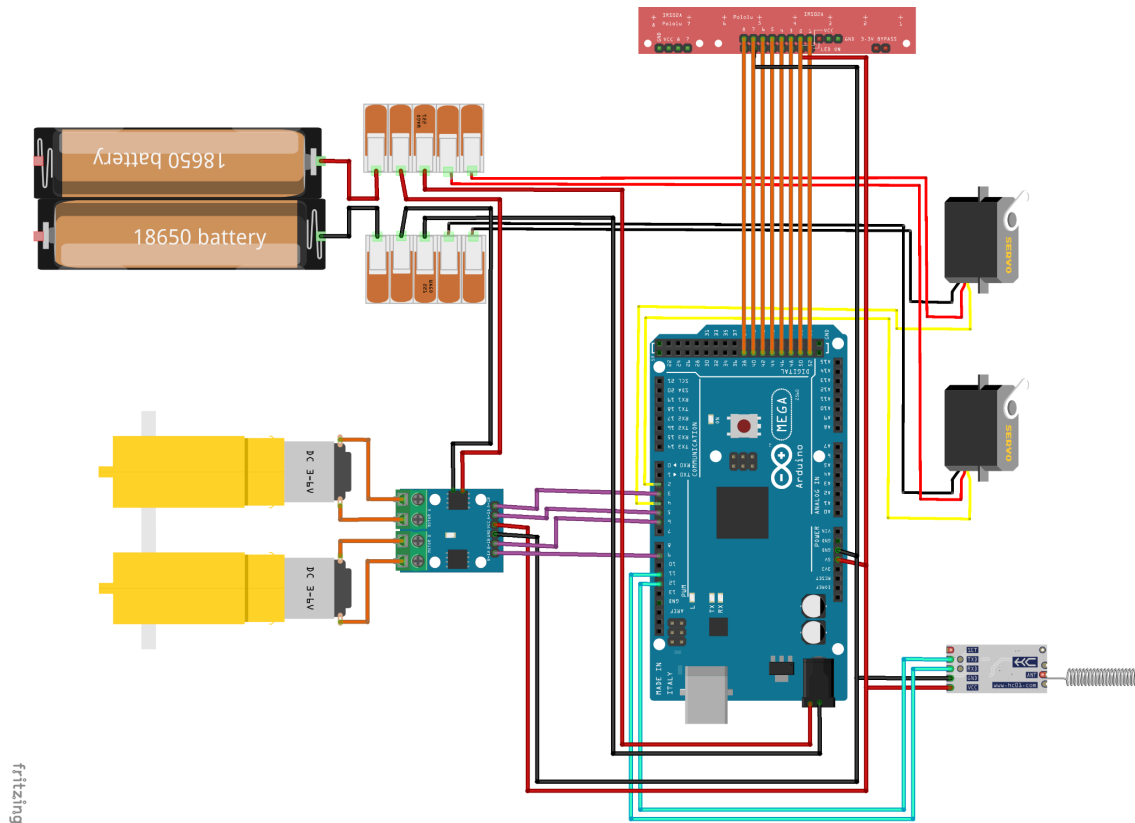
Notre essaim est actuellement composé de deux robots, mais nous prévoyons d'en ajouter davantage à l'avenir. Ces robots communiquent avec un ordinateur central, qui stocke toutes les informations sur les étagères et les emplacements des colis. Grâce à une communication radio fréquence, l'ordinateur central décide quel robot envoyer, s'il doit déposer ou récupérer un colis et à quelle étagère il doit se rendre, en fonction des requêtes de l'utilisateur. Les robots communiquent aussi entre eux afin d'éviter les collisions.

Pour déplacer les colis, notre robot se glisse sous une palette sur laquelle se trouve le colis. Deux servomoteurs prennent alors le relais pour soulever la palette et la transporter jusqu'à l'emplacement désiré. Cette méthode simple et efficace permet à notre robot d'être très compact. Les servomoteurs utilisent une liaison pignon-crémaillère pour effectuer l'élévation.

Par conséquent, notre robot est capable de suivre une ligne pour se déplacer, de communiquer avec un ordinateur central pour savoir les tâches qu'il doit effectuer et enfin avoir un actionneur capable de récupérer et de déposer des colis.

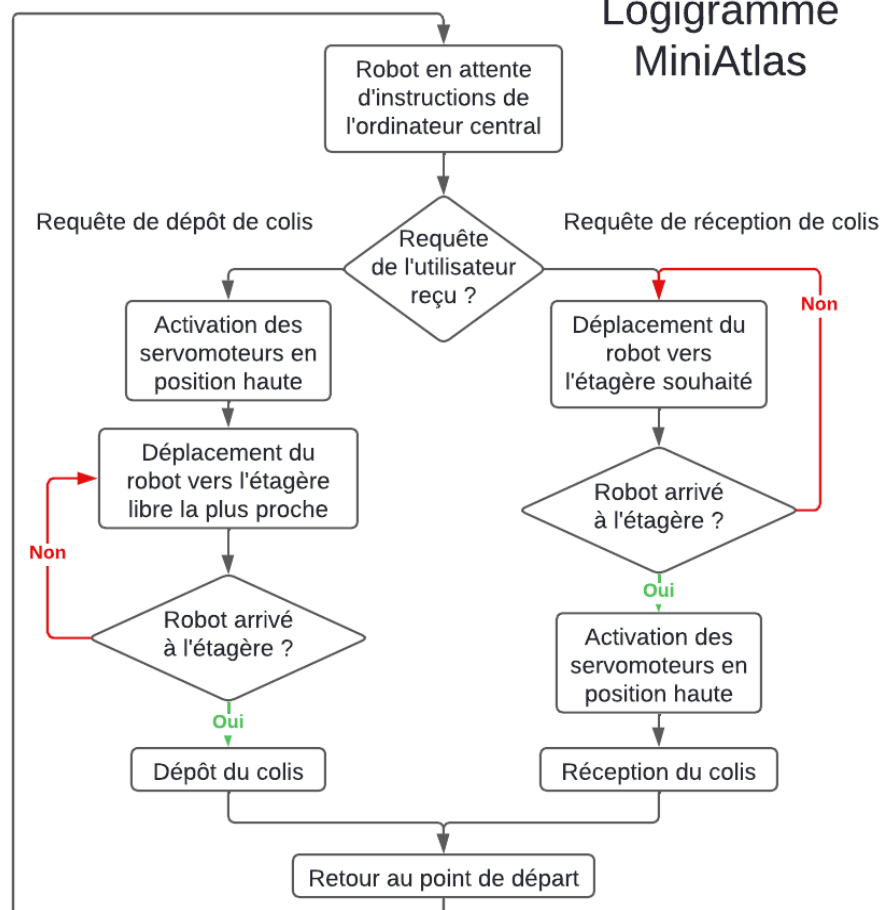
Rapport Projet "MiniAtlas"

Schéma électrique



Logigramme et détails de fonctionnement

Logigramme MiniAtlas



Rapport Projet "MiniAtlas"

L'ordinateur central est responsable de la gestion du contenu des étagères dans l'entrepôt. Il enregistre les informations dans des listes et les affiche à l'utilisateur. Pour déplacer un colis, l'utilisateur entre le numéro du robot, l'initiale de l'objet disposé sur l'une des étagères ou une nouvelle initiale s'il s'agit d'un nouvel objet qu'il souhaite entreposer. L'ordinateur central envoie alors automatiquement par radiofréquence les informations nécessaires aux robots, c'est-à-dire le numéro du robot, la lettre correspondant à l'étagère où le robot doit se rendre et la lettre correspondant à la récupération ou à l'entreposage du colis.

Chaque robot compte le nombre d'intersections qu'il a franchies, ce qui lui permet de connaître sa position dans l'entrepôt. Pour chaque étagère, une liste contenant les actions à effectuer à chaque intersection est prédéfinie. À chaque intersection, selon l'étagère sélectionnée et le nombre d'intersections déjà franchies, le robot effectue une rotation à gauche ou à droite ou continue de rouler. Chaque robot se rend à une étagère et rejoint son point de départ après avoir effectué l'opération souhaitée par l'utilisateur.

Pour éviter les collisions, à chaque intersection, le premier robot envoie sa position au deuxième robot qui s'arrête ou continue de rouler en fonction de sa position et de celle du premier robot.

Coût du projet

Composant	Quantité	Total (en €)
Alimentation 7,4V	1	11,84
Li-ion 18650	2	2,34
Arduino Méga + Shield Arduino	1	12,84
Pont en H	1	1,61
Moteur DC + Roue	2	1,86
Servomoteurs	2	10,81
Roulette à billes	1	1,67
Bande de capteurs IR analogiques	1	11,47
Module radiofréquence	1	1,68
Pièces 3D en PLA	250g	4,00
Contreplaqué	10 planches de 3mm	15,00
Total (en €)		75,12

Tous les prix sont ceux du site AliExpress.com

Prix total pour 2 robots actuellement opérationnels : **150,24€**

Rapport Projet "MiniAtlas"

	Paul	Agathe	Total
En séance	70h	70h	140h
Hors séance	60h	60h	120h
Total	130h	130h	260h

Comme indiqué, nous prenons la base de 38k€ de salaire pour 1600h de travail

Total du coût de la main d'oeuvre : 6 175€

Coût total du projet : 6 325,24€

Problèmes rencontrés

L'un des défis majeurs que nous avons rencontrés dans ce projet était la gestion du poids et de l'équilibre du robot. En raison de sa petite taille compacte, il était difficile de placer tous les composants nécessaires dans le gabarit du robot tout en maintenant un centre de gravité équilibré. Nous avons dû effectuer plusieurs itérations de conception et de placement des composants pour trouver une solution viable.

Un autre défi important était le cable management. Avec un espace limité dans le robot, il était difficile d'organiser correctement les câbles et les fils pour éviter les enchevêtrements et les courts-circuits. Nous avons utilisé des nappes de fils pour améliorer la lisibilité et la gestion des câbles, mais cela ne résout pas complètement le problème.

La répartition des masses des composants était également un facteur important à prendre en compte. Nous avons dû nous assurer que la batterie et les autres composants lourds étaient placés au-dessus des roues motrices pour éviter que le robot n'entre en résonance et ne puisse effectuer un suivi de ligne efficace.

Également, nous avons rencontré un problème lié à la liaison pignon-crémaillère des servomoteurs. En effet, cette liaison doit permettre de soulever une charge importante tout en étant de petite taille. Cependant, nous avons rapidement constaté que la surface de contact entre le rail qui se déplace et la plaque était trop petite, ce qui fragilise l'appui plan. Pour résoudre ce problème, nous avons décidé d'agrandir la surface de contact entre le rail et la plaque.

Enfin, nous avons rencontré des difficultés dans la mise en œuvre du suivi de ligne à l'aide de capteurs IR numériques. Bien que nous ayons initialement opté pour cette approche en raison de sa simplicité et de son faible coût, nous avons constaté que la fiabilité et la précision du suivi de ligne étaient insuffisantes pour répondre à nos besoins. Ainsi, l'utilisation de capteurs IR analogiques a permis d'explorer d'autres approches et algorithmes pour améliorer la performance du suivi de ligne, ce qui a nécessité la réalisation d'un correcteur proportionnel dérivé.

Rapport Projet “MiniAtlas”

Perspectives d’amélioration

Pour améliorer notre projet de robot d'entrepôt, plusieurs pistes peuvent être envisagées. Tout d'abord, l'agrandissement de l'entrepôt et l'augmentation de la taille et du nombre de robots permettraient de se rapprocher davantage des conditions réelles d'utilisation. Cependant, cela nécessiterait également de revoir l'algorithme de fonctionnement pour pouvoir gérer un grand nombre de robots simultanément. Il serait également judicieux d'ajouter des capteurs supplémentaires, tels que des capteurs à ultrasons ou des lidars, pour éviter les collisions entre les robots et avec les éventuels obstacles ou personnes présentes dans l'entrepôt.

Ensuite, l'amélioration de l'aspect esthétique du robot pourrait être une piste intéressante. Le remplacement du contreplaqué par du plexiglas donnerait un aspect plus professionnel et moderne au robot. De plus, la réalisation d'un cable management permettrait de mieux organiser les différents fils et câbles, ce qui faciliterait la maintenance et le dépannage éventuel du robot. Enfin, la conception d'une armature pour isoler les composants électroniques de l'extérieur permettrait de protéger le robot.

Aussi, bien que nous ayons rencontré des difficultés dans la mise en œuvre d'un suivi de ligne par caméra et intelligence artificielle avec la Jetson Nano, nous croyons toujours que cette approche a un potentiel pour les robots d'entrepôt à plus grande échelle. En effet, un robot plus grand pourrait permettre une meilleure intégration de la caméra et des capteurs, ce qui rendrait l'option de suivi de ligne par IA plus viable et complémentaire à des capteurs. Cette perspective de réétude de la combinaison IA caméra avec un robot d'une échelle commerciale pour un entrepôt réel est donc très intéressante.

D'autre part, nous avons également constaté que notre conception actuelle d'étagères ne permettait l'accueil que d'un unique colis, ce qui n'est pas optimal économiquement pour un entrepôt. En effet, dans un entrepôt, c'est la surface qui fait le coût et non pas la hauteur. Ainsi, pour réduire les coûts, il est important d'optimiser l'utilisation de l'espace disponible en hauteur. Pour cette raison, nous pensons qu'il serait judicieux de concevoir des étagères plus grandes et plus hautes, capables d'accueillir plusieurs colis, ce qui permettrait une utilisation plus efficace de l'espace disponible dans l'entrepôt, mais pour cela, nous devons trouver un nouveau moyen pour que le robot puisse récupérer les colis ou alors de nouveaux designs d'étagères pour que le robot monte sur l'étagère.

Enfin, l'ajout de fonctionnalités logicielles supplémentaires pourrait également être envisagé. Par exemple, la mise en place d'un système de sauvegarde automatique du contenu des étagères permettrait de ne pas perdre les données en cas de coupure de courant ou de défaillance de l'ordinateur central.

Rapport Projet “MiniAtlas”

Conclusion

Après plusieurs mois de travail, le robot remplit toutes les conditions du cahier des charges. Il dispose d'un système de suivi de ligne fiable et efficace. Cependant, nous sommes conscients que des améliorations peuvent encore être apportées, notamment en ce qui concerne l'utilisation de capteurs supplémentaires pour renforcer la fiabilité de l'évitement de collisions entre les robots.

Nous avons également mis en place un système de préhension de colis fonctionnel, mais nous pensons qu'il serait judicieux de concevoir des étagères plus adaptées pour faciliter les opérations de dépôt et de récupération de colis. Nous sommes cependant très satisfaits de la communication entre l'ordinateur central et les robots, qui fonctionne de manière optimale et qui est déjà prête pour une utilisation à grande échelle.

Maintenant que nous avons atteint nos premiers objectifs, nous pensons qu'il est temps de voir plus grand et d'envisager une extension de notre projet. Nous pourrions par exemple agrandir l'entrepôt, augmenter la taille et le nombre de robots pour une utilisation dans des conditions réelles.

Sources

Lien pour la réalisation du correcteur en position avec la bande de 8 capteurs analogiques IR :
<https://www.pololu.com/docs/0j19/all>

Lien pour la réalisation du suivi de ligne avec caméra et intelligence artificielle grâce à la Jetson Nano et le châssis Jetbot de Nvidia :
<https://github.com/NVIDIA-AI-IOT/jetbot/tree/master/notebooks>

Lien pour la première émission et réception d'informations avec les modules de radiofréquences HC-12 :
<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-and-hc-12-long-range-wireless-communication-module/>