

RAPPORT DE PROJET IOT

Robot Détecteur D'obstacles : **ROOBS**

Membres du groupe :

- **AIT MOHAND Amel**
- **AKKOUL Tafsouth**

Encadré par :

- **Mr Hamidi Massinissa**
- **Mr Osmani Aomar**

Table des matières

I. Introduction :	3
II. Développements :	3
1. Les entreprises concernées et études commerciales :	3
2. Le robot dans la recherche académique :	5
I. Analyse fonctionnelle :	6
1. Diagramme FAST du robot :	6
3. Les technologies utilisées :	9
III. Conclusion :	10
Bibliographie:	11

I. Introduction :

La robotique a depuis toujours été un domaine intéressant et en pleine croissance. Étant donné qu'elle est aussi considérée comme une branche de l'ingénierie, les applications de la robotique connaissent une considérable augmentation afin de se conformer au progrès technologique.

Dans notre projet, nous allons nous intéresser à un type bien précis des robots mobiles : le robot évitant les obstacles, qui évite les collisions avec des obstacles inattendus ce qui nous mène à la problématique : comment serait-il possible de façonner un robot mobile évitant les obstacles qui combine à la fois efficacité et rapidité ?

Nous allons donc répondre à cette problématique au fur et à mesure de notre avancement, en commençant par une étude générale sur ce type de robot, ensuite pour se focaliser sur ce qu'on veut atteindre dans notre projet.

II. Développements :

Avant la réalisation de notre projet, nous avons effectué des recherches pour savoir s'il existe des entreprises qui se sont investies dans ce type de concept et puis ça nous a permis de réaliser notre liste de matériels qu'il nous faut afin de réaliser ce robot détecteur d'obstacles.

1. Les entreprises concernées et études commerciales :

Dans le monde de la robotique, il existe plusieurs sociétés qui ont opté pour ce type de concept.

- **En France :**

Voici quelques pépites françaises dans ce domaine : ALSTEF GROUP, RB3D, ROBOCATH, SHARK ROBOTICS, VITIBOT.

ROBOSOFT : créée en 1985 a pour vocation de robotiser les services, à l'image de la production industrielle qui s'est robotisée dans les années 60. Ces services couvrent les domaines de la santé, de la sécurité, de la propreté et de la recherche. Il a fabriqué plus de 1 000 robots et fournisseurs de l'armée française en différents types de robots. (Mathieu Dutilh)

Total ARGOS : a créé le premier robot de surface autonome de l'industrie pétrole & Gaz qui a coûté pas moins de 600000 euro pas encore commercialisé. Le Challenge ARGOS a démontré que la robotique a le potentiel de rendre les opérations plus sûres, plus efficaces et d'apporter un soutien aux opérateurs.

L'aventure robotique se poursuit avec l'équipe ARGONAUTS. Le robot sera testé sur un site de Total au Royaume-Uni dans le but de gagner en maturité et de développer progressivement des fonctionnalités additionnelles telles qu'un bras articulé manipulateur. Leur objectif est de disposer d'une solution robotique à l'échelle industrielle à l'horizon 2022.

Total est aujourd'hui leader dans le développement et l'utilisation de la robotique terrestre autonome appliquée aux environnements complexes. (Laurent Pascal, 2017)

Inria : Créé en 1967, Inria est le seul organisme public de recherche entièrement dédié à l'informatique en France. Elle joue un rôle de premier plan dans la recherche internationale, avec un fort accent sur les réseaux, la robotique et les systèmes de communication. Elle est aujourd'hui à la recherche de ses nouveaux salariés pour la construction d'un banc d'essai de 1000 robots d'essais : qui constituent à utiliser de petits robots aux ressources limitées pour construire des robots qui accomplissent des tâches complexes. (Watteyne Thomas, 2020)

- **Reste du monde :**

Parmi les grandes entreprises on peut citer le géant de L'INTERNAT GOOGLE qui s'est notamment spécialisé dans la robotique des déplacements et qui a investi récemment dans une nouvelle branche d'activité : automobile autonome (Dynamique Entrepreneuriale, 2020). C'est notamment dans ce type de domaine qu'on peut trouver notre thématique.

On trouve une entreprise nommée IROBOT qui est très connue sur le marché de la robotique. En effet, cette dernière s'est investie dans la robotique qui facilite les tâches domestiques. On trouve par exemple un robot aspirateur qui a presque le même concept ; c'est-à-dire de repérer les escaliers et les descentes pour les éviter. (Dynamique Entrepreneuriale, 2020)

Pour conclure, on a consulté de nombreux sites qui expliquent les différentes étapes et les matériels que nous avons besoin dans la réalisation de notre robot et nous avons adapté les matériels selon notre guise. Parmi ces sites on s'est concentrés sur deux qu'on peut citer : le premier site s'agit d'une vidéo YouTube qui nous a inspirés essentiellement sur le matériel (Open Green Energy, n.d.) et un deuxième qui nous a aidés dans la conception et le montage de notre robot (Xukyo, 2018)

Il existe déjà sur le marché ce type de produit ou du moins des robots qui ont presque le même concept celui de la détection des obstacles à des prix variés. Par exemple, les aspirateurs robots qui sont de plus en plus demandés et qui coûtent peu cher étant donné ce qu'ils font (entre 400 à 600), mais le prix grimpe très vite et le robot aspirateur devient dans certains cas très coûteux, car il peut présenter des fonctionnalités très avancées et qui demandent un travail de plus à réaliser (il peut atteindre jusqu'à 999 euros comme on peut citer l'aspirateur de l'entreprise qu'on a mentionné dans notre introduction : iRobot Roomba i7 +). (Liam McCabe et Béatrice Catanese, 2019)

- **Conclusion :**

Malgré un coup d'arrêt temporaire lié à la crise actuelle, la robotisation de l'économie s'accélère à moyen terme. Alors que le nombre de robots industriels installés dans l'Hexagone a atteint un niveau record en 2019 (+15% sur un an), la France continuera à réduire progressivement l'énorme écart qui la sépare des leaders mondiaux (Chine, Japon, Allemagne...).

2. Le robot dans la recherche académique :

Le robot qui évite les obstacles est très utile et il est à la base de nombreux grands projets tels que les voitures automatiques (mobile), drones, aspirateurs et les robots utilisés dans les vaisseaux spatiaux.

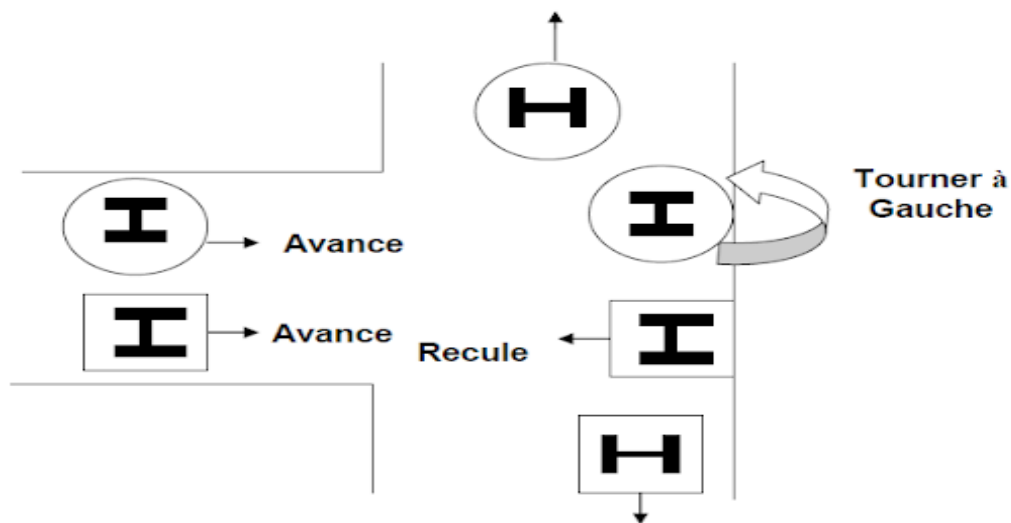
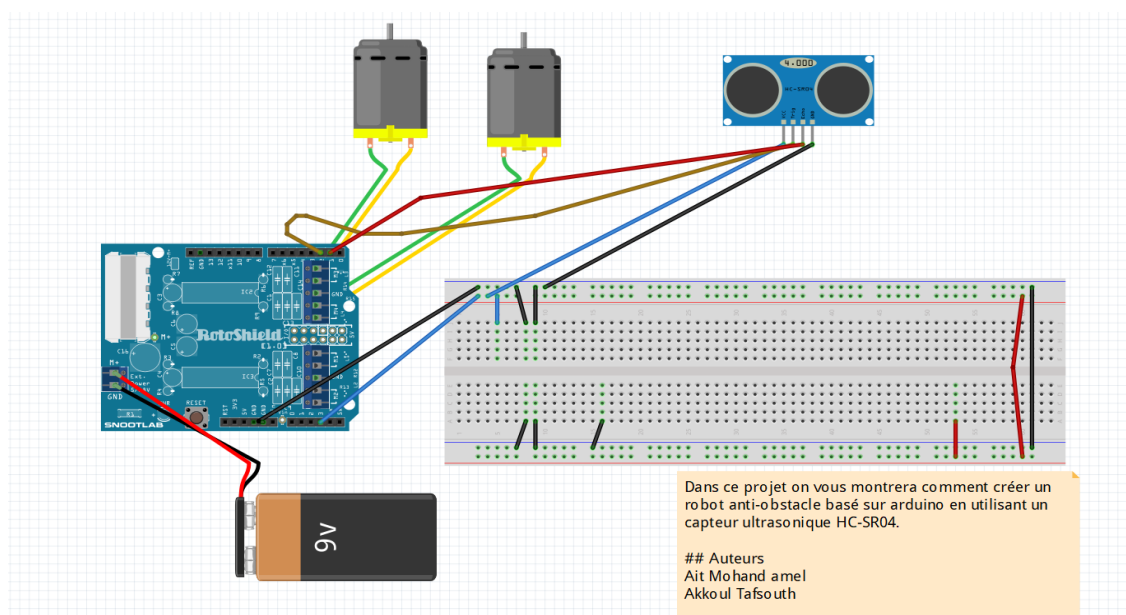


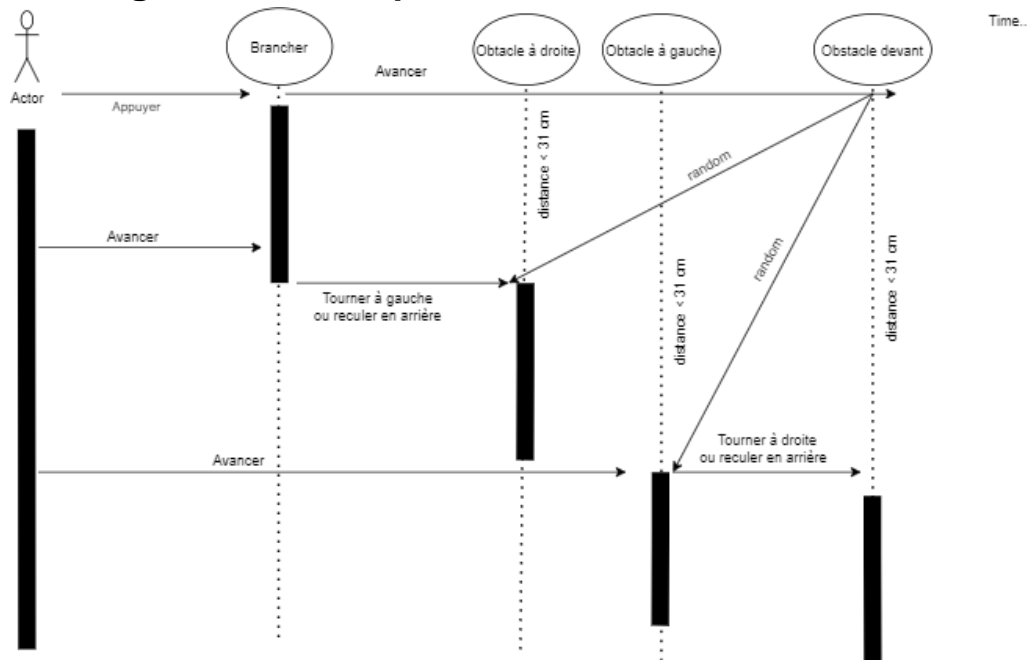
Figure : Gestion de navigation du robot avec une forme Circulaire et une autre rectangulaire.

Schéma montrant la manière de monter 2 moteurs et un capteur à l'aide d'un Arduino : (avec fritzing)

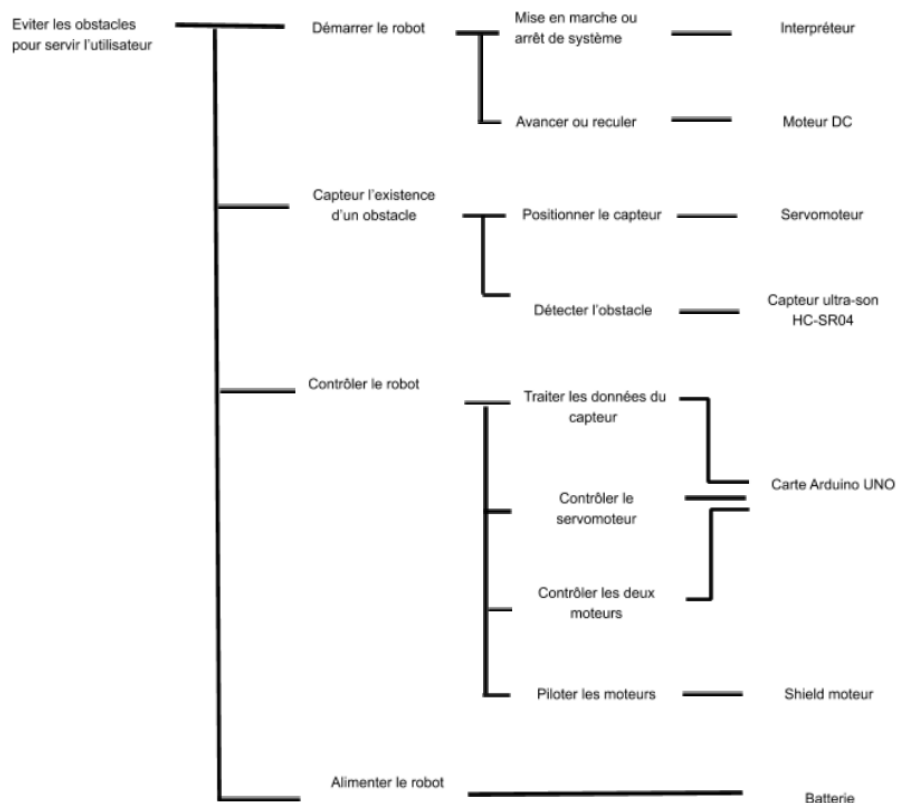


I. Analyse fonctionnelle :

1. Diagramme de séquence :



1. Diagramme FAST du robot :

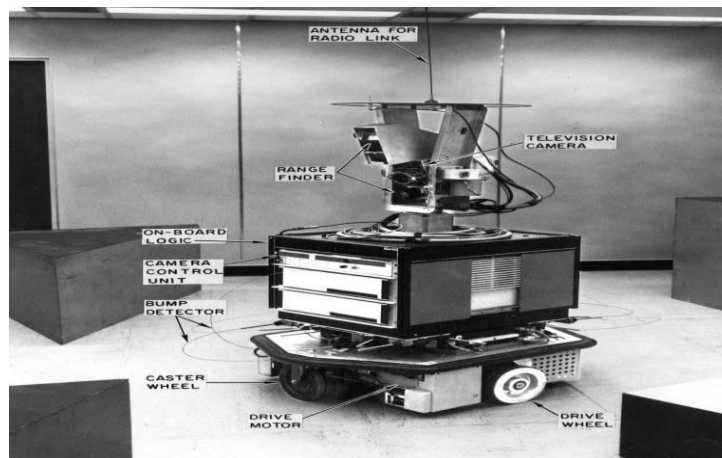


Depuis une vingtaine d'années, un grand nombre de projets de robot mobile à roues ont vu le jour. Nous traiterons plus exactement ici une problématique qui concerne la recherche de chemins libres ou du contrôle du déplacement pour éviter des obstacles.

Voici quelques approches des plus significatives qui représente le mieux ce sujet :

a) Le robot “ SHAKEY” (1967) [NILS-69] :

C'est sans doute l'un des premiers projets de développement d'un robot mobile autonome doté de capacités de perception, de décision et de planification. Ce projet a vu le jour au Stanford Research Institute. Pour modéliser les obstacles, puis déterminer une trajectoire libre, l'environnement du robot est décomposé sous forme de cases d'occupation de plus en plus petites. Une procédure de recherche géométrique d'un chemin optimal dans un graphe de connexité qui permet de calculer la trajectoire libre. (“Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles”)



b) Le robot « Général Electric et Jet Propulsion Laboratory » H (1968) [WEIS-91] :

Parallèlement et de façon complètement autonome, l'industrie a besoin de machines permettant d'agir à distance, dans des espaces encombrés et inaccessibles à l'homme. General Electric développe alors un quadrupède. Ces véhicules se déplacent pas à pas vers un point d'arrivée. En cas de risque de collision avec un obstacle imprévu sur cette trajectoire, ils choisissent comme but intermédiaire un point situé légèrement au-delà de l'obstacle. Le robot contourne alors cet objet puis continue son déplacement sur la trajectoire initiale libre. (“Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles”)

c) Le robot « ROBNAV » (1975) [CAHN-75] :

Il s'agit d'une simulation d'une méthode de navigation d'un robot mobile n'ayant aucune connaissance a priori de son environnement. Les obstacles situés dans son environnement sont polygonaux et sont détectés à l'aide d'un télémètre à très longue portée. Lorsqu'un obstacle obstrue le chemin situé dans la direction du point d'arrivée, une procédure de détection de passage sur les côtés de cet obstacle doit être mise en œuvre. L'approche proposée permet d'atteindre le but dans la plupart des cas, sauf dans des environnements de type « bouteille » ou labyrinthe. (“Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles”)

d) Le robot « ARGOS » (de l'entreprise « Total Argos » cité dans la première section) (1978) :

Développé à l'université Paul Sabatier de Toulouse, il simule la navigation d'un robot mobile doté d'un système de vision. Au cours de son déplacement, le robot détecte et mémorise la présence d'obstacles dans chacune des quatre directions principales : Nord, Sud, Est, Ouest. Le robot calcule sa trajectoire à l'aide d'un algorithme de navigation. ("Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles")

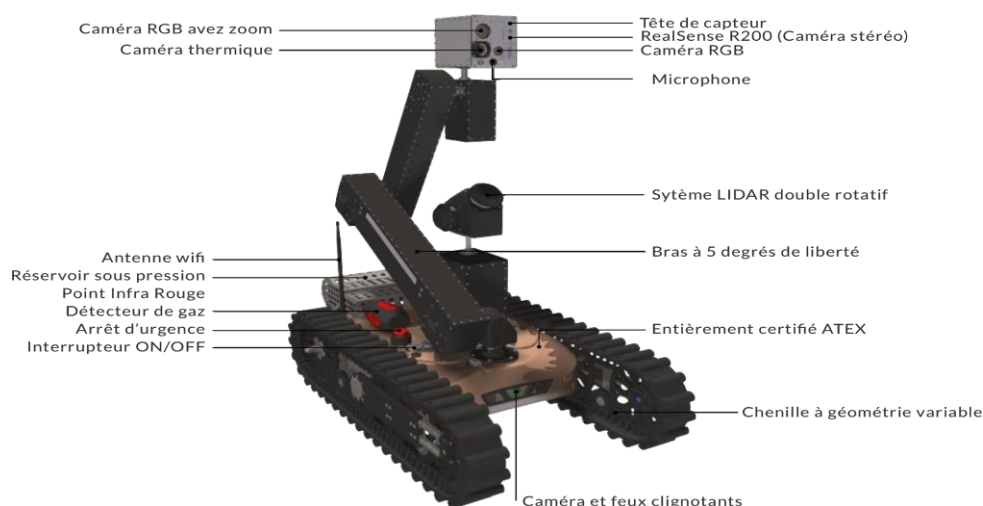


Figure : un robot mobile doté d'un système de vision

e) Le robot « VESA » (1981) :

Ce robot, créé à l'I.N.S.A. de Rennes, est doté d'un bras tactile télescopique ainsi que d'un arceau de sécurité afin de réaliser la détection des obstacles dans un environnement inconnu. S'il n'y a pas d'obstacle dans son environnement local, le robot se déplace en d'érection du point d'arrivée. Sinon, le robot tourne d'un angle donné et se déplace dans cette nouvelle direction. Si l'obstacle ne constitue plus une barrière pour atteindre le point d'arrivée, le robot se déplace dans sa direction. Sinon, l'opération consistant à contourner l'obstacle est renouvelée. Ce robot peut également évoluer dans un espace de travail partiellement connu ou l'opérateur a décrit l'environnement à l'aide d'un vocabulaire simple fournissant des caractéristiques sur les obstacles telles que : forme, taille, position. Une trajectoire initiale optimale, du point de vue du chemin parcouru, peut ainsi être calculée et suivie ensuite par le robot. ("Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles")

f) Le robot « JASON » (1981) :

Ce robot a été développé à l'Université de Berkeley. Afin de réaliser la détection des obstacles, il est doté de caméras, capteurs à ultrasons et de diodes infrarouges. L'environnement dans lequel il évolue est modélisé dans une grille remplie à partir des informations fournies par les différents systèmes de perception. Cette méthode avait été généralisée par T. LOZANO-PEREZ dans [LOZA 79]. ("Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles")

g) Le robot « ROBUTRYER » (1986) :

Il permet de gérer toutes les informations de navigation ainsi que les différents capteurs de position et de détection de collision (capteur à infrarouges ou à ultrasons). Ce robot est maintenant fabriqué et commercialisé par la firme française ROBOSOFT. (“Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles”)

Aujourd’hui, la réalisation de ce type de robots a totalement explosé et devient même nécessaire dans certains domaines, au point où une concurrence énorme a vu le jour entre les grandes puissances. Ce qui a fait que chaque pays ou même chaque entreprise dépensent des millions d’euros pour pouvoir dépasser ses concurrents et offrir à ses clients des fonctionnalités plus avancées que d’autres. Par exemple, le robot aspirateur « Le Roomba Floorvac » de l’entreprise « IROBOT » qu’on a cité dans la première section, qui était donc le premier robot à être commercialisé par l’entreprise dans les années 2002 et qui à cette époque a rencontré un succès énorme malgré le peu de fonctionnalités et d’inconvénients qu’il présente par rapport à aujourd’hui. Parmi les inconvénients et les fonctionnalités que comportait ce robot, on trouve par exemple qu’une heure d’autonomie pour « Le Roomba Floorvac » ce qui n’est pas vraiment efficace dans des lieux très spacieux et qui demandent quelquefois des heures pour les nettoyer, de plus qu’il demande 14H de charge. En revanche, IROBOT a carrément développé ces inconvénients et a ajouté d’autres fonctionnalités plus performantes comme celles dans son dernier robot « Roomba qu’on peut programmer pour réaliser la tâche selon l’envie : après le coucher, pendant le dîner etc.

3. Les technologies utilisées :

Pour qu’un robot, une voiture ou drone détecte des objets et prennent les mesures nécessaires pour éviter l’obstacle, qu’il s’agisse de s’arrêter, de contourner ou de dépasser l’objet, de nombreuses technologies complexes travaillent ensemble pour créer un système intégré. Cela implique divers capteurs, une programmation logicielle qui inclut la modélisation mathématique, des algorithmes notamment les algorithmes de navigation, l’apprentissage automatique et des aspects de la technologie SLAM.

a. Fusion de capteurs :

La fusion de capteurs, également appelée fusion de données multi sensorielles ou fusion capteur-données, est un processus par lequel les données de plusieurs capteurs différents sont fusionnées puis envoyées à un contrôleur (contrôleur de vol pour les drones) qui exécute un logiciel et des algorithmes de détection d’obstacles. De nombreux drones DJI combinent divers capteurs dans leur système anticollision.

b. Algorithmes d’évitement d’obstacles :

On sait qu’un algorithme est l’ensemble d’instructions détaillées à suivre pour résoudre un problème de détection de tous les types d’objets en mouvement ou immobiles, donc l’algorithme d’évitement d’obstacles est l’ensemble de règles à suivre dans le calcul des données des différents capteurs. Selon l’algorithme, il pourra comparer des données en temps réel à partir d’images référencées d’objets enregistrées. La façon dont l’algorithme traite les données est différente d’un robot à un autre par exemple pour un drone anticollision et un robot dans une usine.

Cela nous montre l'importance d'un algorithme. Car vous pourriez avoir le meilleur capteur de détection d'obstacles, mais si le logiciel et l'algorithme sont mal écrits, les données du capteur seront interprétées incorrectement.

c. Technologie SLAM pour détecter et éviter les obstacles :

La localisation et la cartographie simultanées ou SLAM est un processus par lequel un robot ou un appareil peut créer une carte de son environnement et s'orienter correctement sur cette carte en temps réel. La technologie SLAM fonctionne en construisant d'abord une carte préexistante de son environnement. L'appareil tel qu'un drone ou un robot est programmé avec des cartes préexistantes. Cette carte est ensuite affinée à mesure que le robot ou le drone se déplace dans l'environnement.

Le véritable défi de cette technologie est celui de la précision. Les mesures doivent constamment être prises et doit aussi tenir compte du bruit qui est introduit à la fois par le mouvement de l'appareil et l'inexactitude de la méthode de mesure.

d. Système d'évitement d'obstacles complet – Contrôleur de vol (drone) :

Chaque drone aura de légères différences sur ce qu'il faut faire une fois qu'un objet a été détecté. Les capteurs balayent les environs et transmettent ces informations au système de commande de vol qui contrôlera l'algorithme d'évitement d'obstacles. Le contrôleur de vol dirige ensuite le drone en fonction de l'interprétation des données visuelles de l'algorithme.

e. Détection d'obstacles pour suivre des objets :

Ces capteurs et algorithmes de détection d'obstacles peuvent faire plus que simplement détecter des objets (des personnes, des véhicules, des animaux et de nombreux autres objets à suivre) et naviguer autour d'eux ou pour empêcher de s'écraser sur l'obstacle.

Sur les drones DJI, cette technologie est connue sous le nom de Active Track avec les choix suivants :

Trace : Suivre par derrière ou devant un sujet, en évitant automatiquement les obstacles.

Profil : Voler à côté d'un sujet sous différents angles pour obtenir des photos de profil du sujet.

Projecteur : Garder l'appareil photo entraîné sur un sujet pendant que l'avion vole.

Des capteurs à ultrasons sous le Phantom 4 et Mavic permettent à ces drones de suivre le niveau du sol avec un mode de suivi du terrain.

III. Conclusion :

Parmi tous les projets existants et utilisant notre conception on retrouve les drones, notamment DJI (qui est le premier fabricant de drones grand public et professionnel avec environ 70% du marché), qui seront sans doute avec nous dans le futur car nous pourrions envisager un avenir où les drones livreront de manière autonome des colis, des médicaments et de la pizza à nos portes. Il y a tellement de défis à surmonter pour que cela se produise, mais rien n'est impossible.

Bibliographie:

Watteyne Thomas, 2020. Building a 1,000 Robot Swarm Testbed. Inria. URL <http://jobs.inria.fr/public/classic/fr/offres/2020-03198>.

Chapitre : I Généralités sur les robots mobiles.

Dynamique Entrepreneuriale, 2020. TOP 10 des sociétés spécialisées dans la robotisation. Dyn. -Magcom. URL <https://www.dynamique-mag.com/article/societes-specialisees-robotisation.8139>.

Laurent Pascal, 2017. Total ARGOS : Le premier robot de surface autonome de l'industrie Oil & Gas URL <http://argos.ep.total.com/fr/>.

Liam McCabe et Béatrice Catanese, 2019. Les meilleurs aspirateurs robots. Le Monde.fr. Mathieu Dutilh, n.d. Annuaire des entreprises Basques | Technopole Basque. Technopole Pays Basque. URL <https://www.technopolepaysbasque.fr/fr/entreprises.html>.

Open Green Energy, n.d. Smartphone Controlled Arduino 4WD Robot Car (Part - II). Xukyo, 2018. Un robot qui détecte et évite les obstacles • AranaCorp AranaCorp. URL <https://www.aranacorp.com/fr/un-robot-qui-detecte-et-evite-les-obstacles/>.