

Rapport bibliographique

Année scolaire 2022-2023

ROBOT POMPIER

Etudiant :

SOMMAIRE

Introduction

Structure

cahier des charges

planning (GANT)

configuration du robot

matériaux

estimation masse et prix

Chapitre I : Les consignes	8
I.1. Le rapport de projet : définition	8
I.2. L'écriture du rapport	8
I.3. Equations et figures	9
I.3.1. Les équations	9
I.3.2. Les figures	9
I.3. Principes déontologiques	10
I.4. Cas particulier du rapport bibliographique	10
Conclusion	11
Bibliographie	12
Annexe A	13

I.4. Cas particulier du rapport bibliographique

Pour ce rapport, nous vous demandons de déterminer, d'analyser et de comprendre tous les outils ou toutes les notions qui vous seront utiles lors de la réalisation de votre

projet. On peut dire que vous faite vous-même le cours en rapport avec votre projet. Nous vous demandons d'approfondir vos études et par conséquent de ne surtout pas rester superficiel : plus vous maîtriserez votre sujet, plus vous serez performant dans votre travail et plus haute sera la note finale. Il est possible que certaines voies que vous explorez s'avèrent au final être des impasses, il faudra aussi faire apparaître cela dans votre rapport en mettant en évidence les raisons de cette impasse.

Chapitre I : La base du robot

I.1. La boîte termifuge

I.1.1. Explication des contraintes lié à la chaleur

I.1.2. Choix de la solution

I.2. Les ventilateurs / filtre à fumé

I.3. Choix du mode déplacement

I.3.1. Présentation de la solution / explication

I.3.2. Choix concret nombres de roues / rayons / chenilles ?

I.4. Détecteur de température

I.4.1. Présentation de la solution / explication

I.4.2. Choix concret nombres de roues / rayons / chenilles ?

I.5. Châssis

I.6. L'accéléromètre

I.7. Les moteurs

I.7.1. Explication de où on aura besoins des moteurs

I.7.2. Cas par cas décomposition des contraintes sur les moteurs pour argumenter notre choix

I.7...

I.8. Batterie

I.9. La masse

Chapitre II : Le bras robotique

II.1. Présentation et explication des fonctionnalités et intérêts du bras (comment ouvrir une porte ?)

II.2. Choix du nombres d'axes

II.2.1. Nombre d'axe et explication de l'utilité de chaque axe

II.2.2. Explication de comment on calculera les rotations à appliquer à nos moteurs pour aller sur la poignées de porte

II.3. Rappel de I.7 choix du mode de mouvement (les moteurs doivent être dans le châssis pour pas fondre)

II.3.1. Détail du fonctionnement de notre bras

II.3.2. Exemple de modélisation

Chapitre III : Détection de son environnement

Pour chaque définir les avantages et les défauts !

III.1. Caméra

III.2. Infrarouge (Déecteur d'obstacle ou de distance)

III.3. UltraSons

III.4. Pour détecter une porte dans un bâtiment (Pour pas détecter une armoire par exemple)

III.5. Stratégie de déplacement (choix du meilleur chemin dans le bâtiment)

Chapitre IV : Fonctionnalité

III.1. Temps de fonctionnement

III.2. La vitesse et l'accélération

III.3. L'inclinaison maximale du parcours

Chapitre V : Liste et lien de tous les composants vers leur site d'achat

Introduction

De nos jours, les robots creusent peu à peu leur sillon au sein des pompiers français. Il va sans dire que Colossus robot de Shark Robotics est un allié utile et efficace pour les pompiers dans leurs missions : extinction de feu, transport de matériel, évacuation de blessés, déplacement d'obstacles. Il a notamment été déployé lors de l'incendie de Notre-Dame. Dans le cadre de notre projet nous comptons cibler quelques minutes avant le début du sauvetage.

En effet, pour secourir, un pompier doit naturellement entrer dans le bâtiment, ainsi lors de l'exploration du bâtiments, il est amené à ouvrir des portes, et parfois le pompier se retrouve face à une explosion de fumées, un accident thermique causé par l'arrivée d'air frais dans un local clos contenant des imbrûlés.

Notre mission consistera à faire éviter ce danger indéniable aux sauveteurs, notre robot autonome, programmé au préalable sera capable de distinguer les portes, se diriger droit vers elles, les ouvrir et ceux qu'importe le type de poignets. Notre robot sera constitué d'une plateforme mobile sur chenille dotée d'une caméra prenant en charge la détection des portes et d'un bras 4 axes pour ouvrir cette dernière. Il possèdera également une multitude de capteurs afin de détecter son environnement, des ventilateurs afin de réguler la température de l'électronique, d'une batterie afin d'assurer son autonomie dans le bâtiment.

Nous allons tout d'abord commencer par détailler la base du robot (à renommer) puis nous expliquerons la constitution et le fonctionnement de notre bras robotique, ensuite nous aborderons les capteurs un à un, enfin nous aborderons les objectifs globaux que nous nous sommes fixés

Chapitre I : La base du robot

Cahier des charges :

Contraintes de tailles : 20*40*30

I.1. Structure du robot :

Dans cette partie nous discuterons l'ergonomie du robot, le choix, la taille et volumes des matériaux utilisés en tenant compte des contraintes thermiques liées à notre milieu de fonctionnement.

La taille imposée limite nos configurations possibles, ainsi nous choisissons de partir sur un robot cubique, plus précisément une plateforme mobile isolante de dimension 20*40*20.

I.1.1 . Une structure avec un châssis en **aluminium**

Nous avons décidé de nous orienter sur l'aluminium car c'est un matériau léger, robuste et durable, néanmoins ce n'est pas un bon isolant thermique en tant que tel nous pourrions alors combler les espaces intérieurs avec des isolants comme la laine de verre ou du liège.

Le châssis sera donc constitué d'une plaque en aluminium 3mm d'épaisseur que nous découperont au laser. Les moteurs seront fixés directement aux plaques avec les cartes électroniques. Les capteurs seront positionnés sur des petits supports afin d'être positionnés où on le souhaite, par exemple la caméra devra être positionnée à l'avant de notre robot devant une petite vitre. De plus, les composants seront entourés de liège et le bras sera soudé en haut de notre structure relié mécaniquement au moteur posé sur le châssis.

Notre structure étant complètement isolée de l'intérieur, pour éviter que la température n'augmente trop, il nous faut assurer sa ventilation .

Noctua NF-P12 redux-1700 PWM 18*17*3.2/12V (c' est quand même un peu grand et consomme bcp) –

Modules de ventilateurs de refroidissement 5V (meme tension nécessité par l'arduino donc pas besoin d'intégrateur pour le moment) : 75mm diamètre, stable , compatible arduino, permet refroidissement rapide (++)

Dissipateur thermique en aluminium (ensemble de dissipateurs thermiques en aluminium pur, 3 pièces + adhésif Raspberry Pi 3 radiateur pour refroidissement Raspberry Pi 2 sur aliexpress) (+)

Notre robot devra se déplacer dans un milieu très difficile. Ainsi la fumée et la poussière risque d'endommager voir boucher nos ventilations, il faudra donc ajouter les filtres à fumée afin d'assurer leur bon fonctionnement.

filtre anti fumée Kit de Filtres Litter-Robot 2 (tel les robots aspirateurs) le milieu étant très poussiéreux, les composants risquent d'être endommagés et les voies de ventilations bouchées.

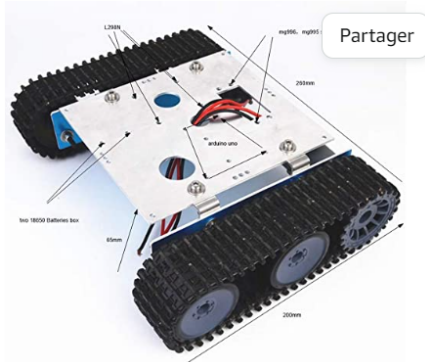
L'explosion de fumée se produit à partir des 500°C et atteint les 1000, nous avons ainsi décidé d'allier ventilateurs et dissipateurs pour protéger l'intégrité des composants.

I.2. Mobilité du robot :

I.2.1. Présentation

Notre petit pompier sera conçu pour se déplacer sur des terrains non homogène et glissant , pour assurer une mobilité multidirectionnelle plusieurs options s'offre à nous :

- un système de roues : des roues omnidirectionnelle (mecanum) ou 4/6 roues pour assurer une bonne stabilité.
- un système de chenille : le volume à occuper constitue un réel désavantage car elles devront faire toute la longueur du robot, le nombre de pignons d'entraînement limitera aussi le nombre de moteur à utiliser , toutefois on réussira à avoir une grande surface de contact, permettant de réduire les glissements, répartir uniformément le poids.



rayon : 10 cm (pas très sûre a vrai dire)

compatible arduino

absorbe le choc (juste peur que le plastique ne fonde avec l' explosion).

Les virages sont aussi simplifiés par le principe de rotation autour de leur propre axe.

I.2.2. Choix concret

Nous avons décidé de choisir un système de chenille voici les éléments donc nous aurons besoins :

- 2 moteurs (demander les références des moteurs du prof)
- 1 paire de chenille

<https://www.cdiscount.com/auto/pneus/paire-de-chenille-en-caoutchouc-66cm-pour-montage/f-13364-auc0791383375327.html#mpos=0|mp> ?

<https://www.cdiscount.com/jardin/piscine/2-chenilles-adaptables-pour-zodiac-mx6-mx8-mx9-pn/f-163180201-auc8756842763604.html?idOffre=2071319925#mpos=0|mp> ?

<https://www.cdiscount.com/auto/pneus/roue-de-chenille-de-chenille/f-13364-auc0787926840957.html#mpos=0|mp> ?

- 3 roues crantés qu'on fera nous même !

Nous allons maintenant préciser comment notre robot se déplacera. Tout d'abord, pour réaliser un virage, nous stopperons une chenille et ferons avancer l'autre. Si nous avons besoin de réaliser un virage très serré, la chenille stoppée pourra réaliser une marche arrière.

Pour la vitesse de notre robot, nous n'avons pas réellement de contrainte. Le robot ne doit pas être trop lent pour ne pas faire perdre trop de temps au pompier. Cependant, il ne doit pas non plus oublier des zones et doit être méticuleux. Nous avons donc décidé de partir sur une vitesse de 1m/s (3.6km/h), on se garde le droit de l'augmenter dans le futur.

I.3. Détecteur de température

Nous aurons besoin d'un Détecteur de température afin d'assurer le bon fonctionnement de notre électronique. Toujours à cause de la contrainte de la chaleur, la plupart de nos composants électroniques sont défectueux au-delà de 50 degrés, il nous faudra donc un moyen de savoir la température à l'intérieur de notre robot. Ainsi si la température monte au-delà de 50 degrés, nous devrons passer dans un mode d'urgence et revenir en arrière ou augmenter la vitesse de nos ventilateurs si celle-ci n'est pas encore au maximum.

- exemple de capteur qui pourrait convenir

I.5. L'accéléromètre

Notre robot aura besoin d'un accéléromètre afin de déterminer sa vitesse et sa position lors des déplacements. Ce capteur sera surtout utilisé pour gérer la vitesse mais aussi détecter toute déstabilisation ou retournement du robot.

- <https://www.gotronic.fr/art-accelerometre-3-axes-sen0032-20607.htm>
- Gyroscope MPU-6050 :maintenir l'orientation et la vitesse (que nous devons préciser au plus vite:()

I.7. Les moteurs

I.7.1. Nombre de moteurs

I.7.1.1 bras robotique

Notre bras robotique sera muni de 4 moteurs principaux correspondants aux "articulations" et mouvements à réaliser (partie II.2.1)

La consigne principale sera d'orienter le bras selon des angles précis calculés au préalable

- Axe 1 : rotation de 180° autour de sa base
- Axe 2 : rotation de 90° dans le plan (OXY)
- Axe 3 : pivot de 45°
- Axe 4 : représente le champ de mouvement de notre pince devra être capable de s'adapter au type de poignet et donc faire un mouvement d'abaissement pour les poignées avec béquille ou un mouvement de rotation pour celles à boutons.

Ainsi deux choix s'offrent à nous :

1 . Un moteur pas à pas (compatible arduino) :

Ce moteur peut fonctionner en pas ou en micropas pour plus de précision, chaque impulsion donnée correspond à un déplacement précis ce qui constitue un réel avantage, le couple de démarrage reste par contre assez faible.

2 . Servomoteur (compatible arduino) :

L'asservissement en position (ou en vitesse) d'un robot équipé d'un tel système est simple, l'environnement de programmation est doté d'une bibliothèque préfabriquée, une simple alimentation suffit à le faire tourner, enfin le battement maximale est de 180° qui correspond à notre angle de rotation maximale.

⇒ Solution choisie :

brushless non mentionné ci-dessus, en effet le pas à pas pourrait être une solution, son poids néanmoins représente un réel désavantage. Pour le même couple un brushless est 3 fois plus léger, nous optimisons ainsi le poids de notre robot. Cette technologie permet également de maximiser la puissance en effet abaisser une poignée nécessite une force dépassant celle fournie par les servomoteurs et réduire les risques de pannes .

Brushless necessities :

Fonctionne à 50 Hz, tension supérieure à celle fournie par l'Arduino (5V) , une alimentation externe connectée directement à l'ESC et non par l'intermédiaire de l'Arduino. (ce qui orientera notre choix de batterie)

L'ESC est le variateur qui nous permettra de réguler la vitesse des moteurs brushless en recevant une valeur PWM par le récepteur pour ensuite tourner les moteurs, 2ms fera tourner le moteur à sa vitesse maximale alors qu'1 ms représente le minimum.

Pour connaître la vitesse de rotation d'un moteur brushless, on regardera son 'kV' ou 'rpm / V' puis multiplierons ce nombre par le voltage de la batterie.

Servomoteur necessities :

Fonctionne sur le principe PWM, avec une broche connectée au 5V de l'arduino.

La vitesse sera déterminée par un code de base sur arduino qui consistera à envoyer la position.

I.7.1.2 les chenilles

Les servomoteurs ne sont pas conçus pour la propulsion, les PAP ne tournent pas assez vite quand au brushless il tourne beaucoup trop vite, notre choix s'oriente alors vers des moteurs DC +réducteurs nécessaires entre et la transmission des roues.

La direction du moteur DC peut être inversée en inversant simplement la polarité de la connexion de la batterie, ces deux sens de rotation nécessitent néanmoins un pont H, que nous utiliserons aussi pour éviter de connecter les moteurs directement à la carte arduino.

La vitesse du moteur peut être contrôlée en modifiant le niveau de tension et le niveau de tension dc peut être modifié par signal PWM, puis nous pouvons déterminer la position et vitesse de notre moteur en relevant la position à des intervalles réguliers.

⇒ **détermination caractéristiques des moteurs :**

Afin de déterminer la puissance et couple utile, nous procédant d'abord par estimation des facteurs manquants :

1. Estimation de la masse

Module	Element	Masse estimée
Structure	Bras robotique	400g
	Châssis	900g
Transmission	Chenilles	200g
	Moteurs	900g
Electronique	Carte de commande	150g
	Alimentation	800g
	Autres cartes	300g
	Capteurs	250g
Divers		400g
	Total	4500g

Par ailleurs nous posons :

$$a=0,5\text{m/s}^2$$

$$\text{pente d'inclinaison} = 4\% \Leftrightarrow 40^\circ \text{ d'inclinaison}$$

Afin de trouver la puissance ($P=f \cdot v$) et couple utile, on peut faire une étude mécanique du mouvement de translation du robot { système (robot) ; référentiel (terrain) }, soumis à trois principales forces y compris la force de frottement difficile à estimer car une bonne partie des frottements est dans la transmission .

Nous choisirons donc deux moteurs DC à caractéristique similaires :

Entrée

Masse totale:	<input type="text" value="300"/>
	g
Nombre de moteurs d'entraînement:	<input type="text" value="4"/>
	[#]
Rayon de roue motrice:	<input type="text" value="0.03"/>
	m
Vitesse du robot:	<input type="text" value="2"/>
	m/s
Inclinaison maximum:	<input type="text" value="20"/>
	[deg]
Tension d'alimentation:	<input type="text" value="12"/>
	[V]
Accélération souhaitée:	<input type="text" value="0.2"/>
	m/s ²
Temps de fonctionnement souhaité:	<input type="text" value="1"/>
	min
Efficacité totale:	<input type="text" value="65"/>
	[%]

Sortie (pour chaque moteur d'e

Vitesse angulaire:	<input type="text" value="66.667"/>
	rad/s
Couple:	<input type="text" value="0.012307"/>
	Nm
Puissance totale:	<input type="text" value="0.82043"/>
	W
Courant maximum:	<input type="text" value="0.068370"/>
	[A]
Batterie	<input type="text" value="0.0045580"/>
	[Ah]

* Note: Rien que la cm soit utilisé sur la sito D:

I.8. Alimentation

Batterie ou pile ?

Les piles auront en général un meilleur rapport taille/poids/énergie/(prix à l'unité)/courant max de décharge... que les batteries de type similaire. Par contre, elles ne se rechargent pas et ne peuvent donc être utilisées qu'une fois.

Ainsi, si pour notre robot on veut le meilleur rapport sur "tout", qu'on n'a pas besoin de recharger souvent et que l'on peut facilement les remplacer si c'est nécessaire, nous partirons sur **une batterie**.

laquelle ?

Tout d'abord nous distinguerons les batteries dédiées à l'électronique (faibles variations de courant) et qui ne dépasseront pas une tension régulée à 5V, de celles dédiées aux actionneurs (les fortes variations de courant de moteurs), qui atteindront les 12V. Nous rappelons que l'autonomie visée est de 30min, avec un temps de recharge raisonnable

Afin de comparer deux batteries, nous regardons en premier lieux l'énergie :

Energie (en Wh) = tension (en V) * capacité (en Ah ou souvent en mAh).

I.9. La carte électronique

Pour la carte électronique, la carte qu'y nous a été proposé d'utiliser est une carte arduino Uno. Cependant, cette carte ne possède que 14 broches et cela ne sera pas suffisant pour la connectique de tous nos capteurs et moteurs. Nous allons donc nous orienter sur une carte arduino méga afin de résoudre ce problème.

Une autre contrainte est la compatibilité. En effet, la plupart des capteurs de haute qualité (avec une forte résistance à la chaleur) ne sont pas compatibles avec les cartes arduino. Ainsi, si nous n'arrivons pas à refroidir suffisamment nos composants nous serons obligés de passer sur une autre carte comme une raspberry pi afin de pouvoir utiliser des capteurs de plus haute qualité.

Enfin, une carte arduino méga est relativement limitée en performance. Nous aurons donc besoin d'une carte plus puissante qui nous permettra de pallier ce problème de performance. Nous utiliserons la carte Nvidia que l'on va découvrir en cours

Chapitre II : Le bras robotique

II.1. Présentation et explication des fonctionnalités et intérêts du bras

Comme décrit dans l'introduction, notre robot devra ouvrir des portes afin d'éviter tout risque d'explosion de fumée au pompier.

Pour ce faire, la solution que nous avons décidé de choisir est de positionner un bras robotique sur le haut de notre robot. Toutes les pièces du bras seront dessinées puis nous utiliserons la découpeuse laser sur des plaques d'aluminium pour réaliser nos pièces. Enfin nous utiliserons des vis afin de faire tenir les différentes pièces entre elles.

Lorsqu'une porte sera détectée par la caméra, le bras positionnera sa pince devant la poignée et réalisera un mouvement pour ouvrir la porte. De plus, nous avons décidé que le bras sera composé de 4 axes de rotation qui seront détaillés dans la partie suivante avec le mouvement.

L'une de nos contraintes est la chaleur, qui nous oblige à placer toute l'électronique dans la boîte termifuge. Les différents mouvements de rotations seront donc assurés par des moteurs placés sur le châssis reliés à des pièces en aluminium (axes et engrenage). Ces pièces seront désignées puis découpées à l'aide de la découpeuse laser.

Enfin la dernière pièce importante du bras est la pince qui nous permettra d'ouvrir les portes. Nous avons décidé de réaliser la même pince que le robot SpotMini de Boston Dynamics (cf. figure 2). Cependant, nous avons toujours cette contrainte de chaleur qui nous oblige à utiliser des matériaux résistant à la chaleur. Nous devons donc modéliser les différentes parties, bas de la pince, haut de la pince, système de fixation à l'axe pour réaliser une rotation afin de les réaliser en aluminium.



Figure 2 “Robot SpotMini”

II.2. Description\$ fonctionnelle

II.2.1. Nombre d’axe et explication de l’utilité de chaque axe

Comme dit précédemment notre bras sera composé de 4 axes de rotations.(cf. figure 1)

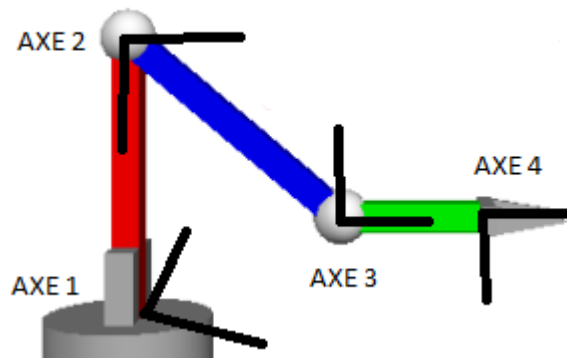


Figure 1 “Schéma des articulations de notre bras robotique”

Tout d’abord, l’axe 1 (cf. figure 1) sera positionné sur le haut du robot, il nous permettra d’ajuster l’orientation du bras vers la poignée. Également, une fois la poignée de la porte agrippée avec notre pince, cet axe nous permettra d’ajouter une force horizontale sur la poignée (pour pas que la pince glisse lors de l’ouverture).

L’axe 2 et l’axe 3 (cf. figure 1) permettront au robot de gérer la hauteur de notre pince. Ils serviront aussi lors de l’ouverture de la porte afin de réaliser la force verticale afin de pousser la poignée vers le bas.

L’axe 4 (cf. figure 1) permettra à la pince de faire une rotation selon le plan de la porte afin de pouvoir accompagner la poignée lorsque celle-ci va descendre et donc tourner. Également si la poignée de porte n’est pas un clenche, nous utiliserons cet axe afin de réaliser l’ouverture (dans un premier temps nous supposons que toute nos poignets sont des clenches de porte) .

II.2.1. Mesure de notre bras

Dans cette partie nous allons détailler les mesures des différentes parties de notre bras. Nous avons découpé les différentes parties par couleurs (cf. figure 1) .

Nous allons donc maintenant détailler chaque partie une à une.

Le tronc rouge (cf. figure 1) mesurera quelque centimètre. Il permettra la fixation de l'axe de rotation 1 (cf. figure 1) avec l'axe de rotation 2 (cf. figure 1).

Le tronc bleu (cf. figure 1) mesurera ~15 cm de long. Il permettra la fixation de l'axe de rotation 2 (cf. figure 1) avec l'axe de rotation 3 (cf. figure 1).

Le tronc vert (cf. figure 1) mesurera ~15 cm de long. Il permettra la fixation de l'axe de rotation 3 (cf. figure 1) avec la pince.

Pour la modélisation nous allons tenter de réaliser le même système que le bras robotique ABB irb 460 (cf. figure 3)



Figure 3 “ bras robotique 4 axes ABB irb 460”

Chapitre III : Détection de son environnement

III.1. Caméras

Notre robot sera équipé d'une caméra thermique et d'une caméra classique afin de doubler les informations.

Dans notre robot, la caméra classique servira à détecter les portes et ensuite positionner notre bras devant la poignée de porte. Pour ce faire, il faudra analyser les images renvoyées par notre caméra. Notre programme devra donc détecter les différentes lignes verticales puis analyser si on trouve des lignes horizontales qui correspondent à une porte. Une contrainte majeure à la caméra est la fumée qui risque d'obstruer notre vision.

La caméra thermique pourra nous éviter ce problème car si de la chaleur se trouve derrière une porte celle-ci sera détectable facilement.

Un deuxième choix s'offre à nous afin de réaliser la détection, nous pourrions utiliser une intelligence artificielle.

<https://www.gotronic.fr/art-camera-thermique-pim387-31582.htm> -40 à 300 °C.

Non compatible Arduino Uno

<https://www.gotronic.fr/art-camera-thermique-mlx90640-ada4469-31239.htm> -40 à 300 °C.

Non compatible Arduino Uno

Caméra OV7670 compatible Arduino fonctionnement
entre 0 et 50°

Mini Camera Shield OV2640 2.0MP Module Mini DIY Board for Arduino UNO
fonctionnement ?

Module de caméra OV7725, objectif grand angle de 120 degrés, prise en charge de la
numérisation de Code QR/reconnaissance faciale pour Arduino
-20 et 70°

Module de caméra Raspberry Pi 3B + 4B OV5647, commutation automatique, Vision jour/nuit,
coupe IR, 5mp, 65 degrés, 1080P, avec lumière LED
fonctionnement de -20 à 80

III.2. Détections des murs et obstacles avec leurs distances

Lorsque notre robot se déplacera dans le bâtiment, nous avons décidé qu'il réalisera un mapping. Pour ce faire, notre robot a besoin de capteur afin de détecter les murs et la distance à laquelle se trouve ces derniers. Également, ces capteurs devront fonctionner lorsque le bâtiment est rempli de fumée et sur des distances de 0 à 10 mètres. Le premier capteur que nous avons choisi est le capteur infrarouge.

- Exemple

- Librairie déjà dispo

Le deuxième capteur est le capteur à ultrasons

- Exemple

- Librairie déjà dispo

Enfin, une dernière possibilité est d'utiliser nos caméras normale et thermique pour nous repérer.

Cette dernière solution nous semble la plus compliquée donc nous tenterons dans un premier temps de passer par les capteurs infrarouges ou à ultrasons. Dans un objectif de précision, nous aurons ,dans tous les cas, besoin de réaliser plusieurs mesures.

III.3. Stratégie de déplacement (choix du meilleur chemin dans le bâtiment)

Pour le déplacement dans le bâtiment, nous avons décidé que notre robot devra explorer le bâtiment en autonomie et aller vers les zones avec le plus de chaleur en priorité.

Pour ce faire, une fois arrivé dans une pièce, le robot réalisera un mapping. Il fera un tour sur lui-même pour récupérer un maximum d'informations sur les murs de la pièce. Ensuite, nous tracerons des lignes entre les différents points mesurés. En tenant compte que la mesure pourrait être un obstacle. Ainsi si l'angle entre le nouveau point et les deux derniers varie énormément, alors il y a de forte chance que l'on vienne de détecter un obstacle entre le robot et le mur.

Une fois ce premier mapping terminé, 3 cas s'offrent à nous.
Soit une zone de chaleur est détectée par la caméra thermique, et on va chercher une porte en partant depuis le point chaud.
Soit une porte a été détectée lors du mapping. On va donc l'ouvrir et on continue l'exploration en mémorisant le chemin parcouru pour pouvoir revenir sur nos pas si besoins. Enfin, le dernier cas est lorsque l'on ne détecte aucune porte et aucun point de chaleur, on va donc faire un tour de la pièce. Le robot partira du niveau de la porte par laquelle il est rentré et s'il réalise un tour complet de la pièce, alors il sortira et retournera chercher une porte dans la pièce précédente.

De plus, tout au long de l'exploration, le robot devra peaufiner son mapping et mémoriser les pièces qu'il a explorées pour ne pas y retourner.

Enfin, notre robot devra faire attention à son niveau de batterie afin de pouvoir revenir au point de départ en cas de batterie faible

Chapitre IV : Liste et lien de tous les composants vers leur site d'achat

Chapitre V : Gestion de projet

V.1. Perks

Faudra mettre le lien + photo

V.2. Gant

Conclusion

Vous devez résumer (rappeler) les avancées de votre travail en accord avec les objectifs définis dans le cahier des charges. Vous devez dire ce qui fonctionne et ce qui fonctionne pas et pourquoi. Il faut donner des perspectives concrètes à votre travail en imaginant que quelqu'un va le poursuivre.

Il faut bannir toutes les phrases du type : j'ai beaucoup aimé ce projet / cela m'a appris le travail en équipe.... **En clair il ne faut pas étaler vos états d'âme : votre conclusion doit rester technique**

Bibliographie

Les sources bibliographiques sont parfois nombreuses. Avant d'entamer une recherche bibliographique, il faut bien se familiariser avec son sujet, sous peine de perdre du temps dans une exploration vaine. Toujours regarder en fin de livre ou d'archives scientifiques la liste bibliographique, car ils renvoient aux livres ce qui permet d'approfondir ses recherches.

Pour simplifier la notation des références, vous devez utiliser les premières lettres du nom de famille du premier auteur suivies de l'année de publication. Les publications doivent être données dans l'ordre alphabétique.

[Pao'66] H.C Pao and C.T. Sah, "Effects of diffusion current on characteristics of metal oxide(insulator)-semiconductor transistors", *Solid-State Electron.*, Vol. 9, p. 927, 1966

Annexe A

Si vous souhaitez présenter des documents en annexe, demandez-vous quel est le rapport du document avec le sujet, quel ordre de présentation choisir en fonction de l'importance de vos sources. Les annexes doivent être placées en fin de rapport et elles ne sont pas là pour combler la faiblesse ou la petitesse d'un rapport. Le chapitre ou la partie qui renvoie à une annexe doit convaincre le lecteur qu'il va y trouver un bénéfice. Il ne faut donc pas le décevoir en présentant des annexes inutiles ou n'ayant qu'un vague rapport avec le sujet. Les annexes sont donc présentées dans un ordre logique et elles possèdent leur propre sommaire.

Eviter les flash over ou backdraft

point d'auto inflammation

BIM = représentation numérique d'un bâtiment

plan d'un bâtiment => alarme retentit => placer des robots pour guider les robots

=> éviter les mouvements de foule

Faire un robot qui va directement vers des zones pour aider au repérage des zones

Guider les personnes

ouvrir une connexion pour parler ou code lumineux

une fois le feu détecté aider les pompiers

Faire un robot pour éviter que tout le monde ait besoins des pompier en même temps en cas de grande catastrophe