

PROJET ROBOTIQUE-ROBO3

Année scolaire 2023-2024

Robot Facio

**Etudiant : BOUKAMABA MADINGA Aimée
Lauriceth**

Encadrant : Pascal MASSON

SOMMAIRE

Introduction	5
I/ Présentation du projet.....	6
I-1) Contexte.....	6
I-2) Analyse fonctionnelle.....	7
II/ Moteurs.....	8
II-1) Moteurs à courant continu.....	8
II-2) Servomoteurs.....	9
III/ Capteurs.....	10
III-1) RP Lidar.....	10
III-2) TF Luna.....	10
III-3) Capteurs ultrason.....	10
III-4) Caméra Logitech C505e.....	10
IV/ Alimentation.....	11
V/ Fonctionnement du robot.....	12
V-1) Gestion du déplacement.....	12
V-2) Rotation de la caméra.....	12
VI/ Interface de communication.....	13
VI-1) Haut-parleurs.....	13
VI-2) Voyants- LED.....	13
Conclusion.....	14
Bibliographie.....	15

Introduction

La reconnaissance faciale est un moyen d'identifier ou de confirmer l'identité d'un individu grâce à son visage. Les systèmes de reconnaissance faciale peuvent servir à l'identification de personnes sur des photos, dans des vidéos ou en temps réel. Partie intégrante des systèmes de sécurité, son exploitation est placée au cœur de la réalisation de ce robot.

Nous souhaitons ainsi mettre sur pied un système autonome capable de se déplacer au sein d'une foule tout en identifiant les personnes s'y trouvant grâce à de la technologie biométrique.

Le robot devra donc être capable de trier une foule en identifiant ses occupants au passage.

Les enjeux majeurs de ce projet sont alors la gestion de l'autonomie de déplacement du robot, la gestion du contact robot-individus, le retour d'informations du robot et la gestion des données perçues en temps réel par le robot. Le projet sera donc décomposé en trois principales parties. Une première partie mécanique qui constitue l'étude de tous les mouvements possibles et/ou permis au robot. Une partie automatique qui constitue l'étude des éléments de l'asservissement. Enfin, une partie technique à travers nous essayerons de détailler le fonctionnement des futurs programmes informatiques. Cette dernière constitue d'ailleurs l'"intelligence" du robot.

I/ Présentation du projet

I-1) Contexte

Afin de mieux comprendre l'idée ayant donné naissance à ce projet, il est important de créer un peu de contexte.

Un médecin à la recherche d'un de ses patients dans un hall d'hôpital bondé...

Un professeur désireux d'identifier formellement un étudiant en amphi d'un seul coup d'yeux...

Un parent ayant perdu la trace de son enfant dans un parc d'attraction en plein été...

Dans les trois situations décrites, la perte de temps et de son sang-froid sont les conséquences inévitables.



Alors, à l'image du bras robotique Rfusion développé par le MIT et capable de retrouver pour vous des objets perdus avec une précision dépassant bien entendu celle d'un être humain irrité et très vite agacé ; nous souhaitons mettre au point un robot capable de chercher pour vous des gens dans une foule : le robot Facio.

Le robot sera capable de distinguer précisément des personnes à partir de leurs visages et "d'interagir" avec eux pour les "guider" vers vous.

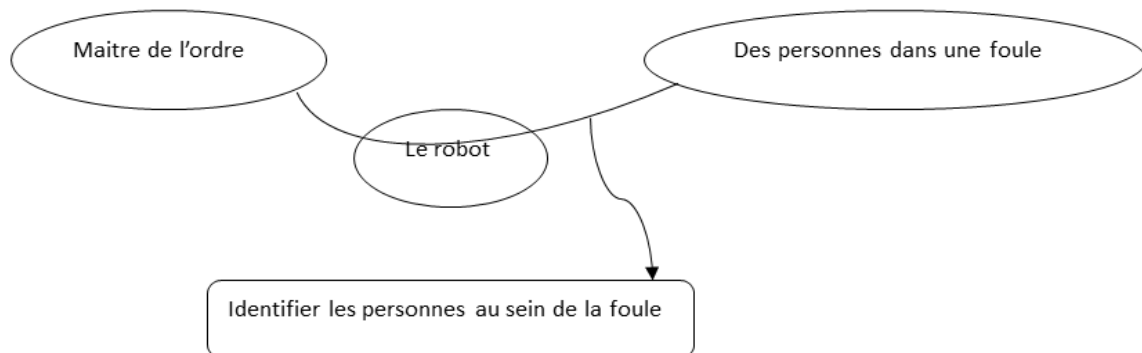
En bonus, si on suppose que toutes les personnes de la foule coopèrent, le robot sera capable de réorganiser une foule en petits sous-groupes sous la base d'un critère commun (par exemple par nature de régime alimentaire dans un restaurant mixte) ...

Grosso modo, notre robot Facio est une base roulante sur laquelle est fixée un mât avec en son sommet une caméra.

I-2) Analyse fonctionnelle

Le robot Facio peut être utilisé dans plusieurs domaines. On va donc désigné par “**maitre de l'ordre**” son utilisateur.

➤ Bête à cornes



➤ Fonctions de services

Fonctions de service	Critères	Niveaux
Fonction principale : Identifier les personnes au sein d'une foule	Reconnaissance faciale en temps réel	Caméra
Fonction de contrainte n°1 : Doit se mouvoir au sein de la foule	-Autonomie du déplacement -Distance d'interaction avec les usagers limitée -Contournement des obstacles -Stabilité du mouvement d'avance	-Capteur RP Lidar, cartographie open source -TF Luna, capteurs de proximité -Capteurs ultra son -Commande différentielle : deux roues motrices et une roue folle
Fonction de contraintes n°2 : Doit être alimenté en énergie	-Tension d'alimentation	-Batterie 12 Volts pour les moteurs de la base roulante et le servomoteur de la caméra
Fonction de contraintes n°3 : Doit s'adapter à toutes tailles d'humains	Rotation de la caméra de haut en bas	-Servomoteur -Caméra
Fonction de contraintes n°4 : Doit communiquer avec l'utilisateur	Informations vocales Informations visuelles	-Haut-parleurs+ Lecteur mp3+Amplificateur -LED

II/ Moteurs

II-1) Moteurs à courant continu

On part sur une configuration à commande différentielle : une base rectangulaire à deux roues motrices et une roue folle pour la stabilité. Les deux roues motrices tournent autour du même axe et sont respectivement connectées à des moteurs à courant continu dont les caractéristiques sont données ci-après.



On utilise le site web “[Outil de dimensionnement moteurs en ligne \(technologuepro.com\)](http://technologuepro.com)”

ENTRÉES:		
Masse Totale:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="Kg"/>
Nombre de moteurs utilisés:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="#"/>
Rayon de la roue:	<input type="text" value="0.03"/>	<input type="text" value="m"/>
Vitesse du robot:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="m/s"/>
Pente maximale:	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="[deg]"/>
Tension d'alimentation:	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="[V]"/>
Accélération désirée:	<input type="text" value="0.2"/>	<input type="text" value="m/s2"/>
Temps de fonctionnement:	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="hs"/>
Rendement Total:	<input type="text" value="65"/>	<input type="text" value="[%]"/>

RÉSULTAT:		
Vitesse de rotation de chaque roue:	<input type="text" value="636.94"/>	<input type="text" value="tr/min"/>
Couple au niveau de chaque roue:	<input type="text" value="0.16409"/>	<input type="text" value="Nm"/>
Puissance Totale:	<input type="text" value="10.939"/>	<input type="text" value="W"/>
Courant maximum:	<input type="text" value="0.91159"/>	<input type="text" value="[A]"/>
Capacité de la batterie:	<input type="text" value="1.8232"/>	<input type="text" value="[Ah]"/>

II-2) Servomoteur



Le robot est de dimensions modestes et pour des raisons de stabilité, le mât ne doit bien sûr pas avoir la longueur d'un corps humain. On doit donc trouver une solution permettant à la caméra du robot d'atteindre le visage de l'utilisateur.

(Servomoteur HS 5585 MH)

Pour ce faire, on va permettre à la caméra, tout du moins à son support, une liaison pivot d'axe colinéaire à la base du châssis. Ainsi, le robot peut tourner de haut en bas avec un angle maximal de 120° , s'adaptant ainsi à toutes tailles d'humains.

Mais qui dit mouvement, dit moteur. A priori ici, on cherche précisément un mouvement angulaire donc il convient d'utiliser un servomoteur.

On choisit le modèle ci-dessus pour le grand couple qu'il délivre (Alimentation 6 à 7.4 V, couple 1.67 Nm et vitesse 0.14sec/ 60°).

III/ Capteurs

III-1) RP Lidar

Le Capteur RPLIDAR est prévu pour mesurer des distances de 0,2 à 12 m sur 360° grâce à une rotation motorisée. Cette rotation permet la cartographie de pièces, la modélisation d'un objet ou tout simplement l'évaluation d'une distance.

La mesure de distance est basée sur une triangulation émise par le laser et réalise des acquisitions jusqu'à 16000 mesures par secondes.

La fréquence d'échantillonnage est adaptée automatiquement en fonction de la vitesse de rotation du capteur par rapport à sa base.



III-2) TF Luna

Le module TF-Luna permet de mesurer des distances de 0,2 à 8 m. Le TF-Luna est très performant avec une fréquence de mesure élevée (jusqu'à 250 Hz), une faible zone morte (20 cm).

La mesure de distance est basée sur la méthode Time-Of-Flight ce qui permet de mesurer précisément les distances grâce à des impulsions infrarouges.



III-3) Capteurs ultrasons



Les capteurs à ultrasons sont des dispositifs qui utilisent ces fréquences pour la détection de présence et/ou pour calculer la distance d'un objet distant. Leur utilisation est très courante dans le cadre des robots évitant des obstacles en Arduino.

III-4) Caméra Logitech



La caméra C505e est une webcam longue portée qui assure un balayage clair et naturel jusqu'à 3 mètres de distance. Elle constitue les yeux du robot.

IV/ Alimentation

La mobilité dont dispose Facio lui donne une plus grande flexibilité, mais au prix de la nécessité de recharger ses sources d'énergie - dans notre cas, une de batterie. La valeur de la tension fournie au robot est de 12 volts. Plusieurs modules se chargeront nt alors de réguler les différentes tensions pour donner les quantités exactes aux moteurs des roues et au servomoteur.

Deux configurations sont alors envisageables :

➤ Un boîtier à pile



Les piles ne génèrent pas d'énergie ; elles stockent l'énergie produite par des réactions chimiques qui produisent des ions positifs et des électrons. Les ions s'accumulent à une extrémité de la batterie, et les électrons à l'autre extrémité. Les ions et les électrons restent à ces deux extrémités jusqu'à ce qu'ils soient reliés par un conducteur, ce qui complète le circuit et permet aux électrons de circuler sous forme de courant à partir de l'anode pour fournir de l'énergie électrique à une charge connectée à l'extérieur

➤ Une batterie au Lithium Polymère dite LiPo



Les batteries LiPo (Lithium-Polymère) sont très répandues et ont un grand succès du fait de leurs caractéristiques qui dépassent toutes les autres batteries.

Les batteries sont très utilisées pour alimenter et rendre autonome des systèmes mobiles.

Cependant, leur utilisation demande beaucoup de surveillance car elle constitue un énorme danger en soi. En effet, Les batteries Li-Po disponibles un peu partout pour rendre les montages électroniques autonomes sont extrêmement sensibles aux conditions de recharge. Une légère surcharge provoque le dégagement d'un gaz qui fait gonfler la batterie. Si le défaut se poursuit, il peut mener à un embrasement violent susceptible de provoquer un départ d'incendie.

Présentement je ne sais pas vers laquelle je vais m'orienter.

V/Fonctionnement du robot

V-1) Gestion du déplacement

On positionne aléatoirement le robot dans la foule. Cette position est alors considérée comme initiale. Le robot doit ensuite “atteindre” l’humain le plus proche afin de l’identifier. Pour ce faire, on dispose sur le châssis un capteur RP-Lidar qui effectue un scan de l’espace autour du robot et fournit un nuage de points renseignant les positions des obstacles à proximité. On dresse une liste de ces points par ordre croissant de proximité : $L0=[x1,x2,...]$ (Liste des plus proches obstacles relativement à la position 0). On parcourt la liste à la recherche de la première occurrence d’humain. Une fois trouvée, on stocke sa position dans une liste Hv (Humains visités) et le robot va vers cet individu...

Depuis sa nouvelle position i , le scanner nous fournit une nouvelle liste d’obstacles proches Li (liste d’obstacles proches relativement à la position i) et à nouveau, on cherche la première occurrence d’humain dans Li mais une fois cette première occurrence trouvée, on la compare avec les éléments de la liste Hv et s’il y a égalité, on cherche une autre occurrence dans la liste Li qui n’est pas dans Hv.

Le programme prend fin lorsque toutes les premières occurrences d’humain sont déjà présentes dans la liste Hv. Autrement dit, lorsque toutes les personnes de la foule sont identifiées et triées.

Une fois la première occurrence d’humain détectée, le robot s’en approche. Il est alors judicieux de définir une distance limite d’interaction $Dlim = 20$ cm afin de ne pas gêner l’usager. On utilise donc un capteur TF Luna pour mesurer la distance entre l’individu et le robot et une fois la distance limite atteinte, le robot s’arrête.

En vue des comparaisons de positions effectuées, les coordonnées des différents obstacles doivent toutes être exprimées par rapport à la même origine indépendamment de la position du robot. On effectuera donc une cartographie à partir de la position initiale. Cette dernière sera utilisée tout au long du test comme repère des déplacements du robot.

Le robot est amené à se déplacer au sein d’une foule et donc, il est continuellement entouré de personnes. Afin de ne pas heurter les usagers, le robot doit être capable de se manœuvrer afin de se faufiler au sein de cette foule. Par-delà les gens, le robot doit également pouvoir éviter les objets sur son trajet. On dispose donc quatre capteurs ultra-sons HC-SR04 sur chaque face de la base.

V-2) Rotation de la caméra

Lorsque le robot est à la distance limite de l’humain qu’il doit identifier, la caméra pivote de haut en bas (ou inversement) jusqu’à avoir le bon angle pour bénéficier du meilleur cadre du visage de l’individu.

De là, le programme en Open CV s’exécute... Une fois l’humain identifié, la caméra retourne à sa position initiale (angle nul).

Tous les humains n’ayant pas la même taille, d’un humain à un autre, l’angle de la rotation ne sera bien évidemment pas le même.

VI/ Interface de communication

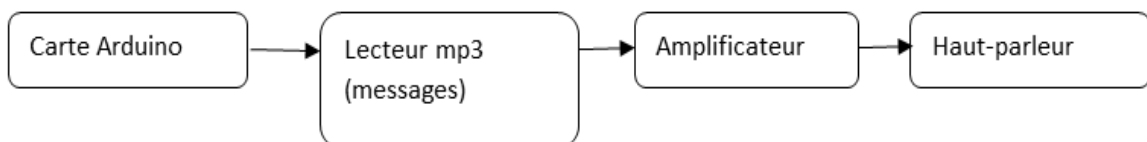


Le robot Pepper est un robot humanoïde développé par l'entreprise Soft Bank Robotics et spécialisé dans les interactions. En effet, le robot a pour mission d'identifier les émotions des individus dans des foules afin de trouver la meilleure manière d'interagir avec eux. Pour pouvoir communiquer avec les usagers, le robot Pepper dispose de quatre microphones et de deux haut-parleurs.

Il a également une tablette placée sur son torse pour appuyer les sons qu'il émet.

VI-1) Haut-parleurs

A l'image du robot Pepper, notre robot pour communiquer avec la foule va émettre des sons grâce à des haut-parleurs. Pour me simplifier l'étude, le robot va juste dans un premier temps uniquement retourner les noms des personnes associées aux visages qu'il voit. Le support visuel de ce dialogue sera simplement un voyant lumineux et coloré. On repart donc aux basiques en faisant clignoter nos LED.



(Schéma du montage haut-parleur)

VI-2) Voyants lumineux



Cette fonction sert surtout au tri des foules. En effet, concernant l'identification, le message avec le nom de l'individu suffit.

On peut s'imaginer une foule avec des femmes, des enfants et des hommes. A chaque groupe on associe une couleur de LED. Par exemple, rouge-femme, vert-enfant et orange-homme.

Une fois que le robot a identifié l'individu, il retourne la couleur associée au groupe de l'individu. Pour ce faire, la LED associée s'allume simplement

Conclusion

En définitif, ce rapport est une description plus réaliste de notre idée de départ. Après avoir entamé une étude plus technique et s'être aperçu de la complexité de la tâche, on a dû revoir considérablement nos ambitions et redéfinir nos idées.

La comparaison avec ce qui existait déjà et notre propre expérience a apporté des solutions aux problèmes de la gestion de l'autonomie de déplacement par la méthode d'optimisation au scan Laser, de l'atteinte de l'humain par la caméra en permettant une liaison pivot. La lecture d'articles sur le robot Pepper nous a également donné une idée sur des méthodes de communication robot-usager.

Bien que nous ne soyons toujours pas fixés sur la configuration d'alimentation que nous utiliserons, les deux modèles sur lesquels nous partons offrent des avantages satisfaisant pour notre projet.

Le robot Facio offre ainsi, une multitude de possibilités d'améliorations pour optimiser ses performances... On pourrait penser à comment gérer sa mobilité dans une foule en mouvement, comment enrichir sa palette de message afin qu'il puisse par exemple indiquer leurs chemins aux gens, lui rajouter des paramètres de géolocalisation...

Bibliographie

- [1] [Apprendre la reconnaissance faciale en temps réel avec OpenCV et Python | AzurMedia.fr Impression 3D à Nice, N](#)
- [2] [RFusion : le robot du MIT qui peut trouver des objets perdus - Sciences et Avenir](#)
- [3] [Ce robot sait se déplacer au milieu d'une foule en mouvement - Science et vie \(science-et-vie.com\)](#)
- [4] [Lidar - comment fonctionne la technologie ? \(cadden.fr\)](#)
- [5] [Diapositive 1 \(unice.fr\)](#)
- [6] [Comment bien utiliser des batteries LiPo! \(robot-maker.com\)](#)

