

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد حنبل البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de master en électronique

option : Système de vision et robotique (SVR)

présenté par

MESSAHEL KAMEL

&

ZMIT ADEL

Conception et réalisation d'un robot mobile capable de suivre et ramasser un objet coloré à l'aide d'une caméra embarquée

Proposé par : P. KAZED BOUALEM

Année Universitaire 2015-2016



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs
encouragements.*

A mes frères.

A mes amies et mes camarades.

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du
primaire, du moyen, du secondaire ou de
l'enseignement supérieur.*

ADEL



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier le fruit de mes années d'études aux êtres qui me sont les plus chers, mes parents.

A ma mère qui s'est donnée tant de mal pour moi et qui m'a offerte amour et soutien depuis mon premier souffle.

A mon cher père pour avoir mis tous les moyens à ma disposition et d'avoir été à mes côtés tout au long de ces années d'études.

A ma chère sœur ainsi que toute ma famille.

A mes chers amis.

KAMEL

Remerciement

Nous tenons à remercier notre dieu, le plus puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nous remercions vivement tous ceux qui m'ont assisté dans la préparation, le suivi et la réalisation du présent mémoire et plus particulièrement notre encadreur, Dr B. KA ZED ainsi que nos enseignants de tous les années scolaires (préparatoire, primaires, moyenne, secondaire, universitaire).

Nous remercions également monsieur le Président, l'examineur, qui nous ont honorés en acceptant de faire partie du jury de soutenance de notre mémoire.

ADEL & KAMEL

Liste des figures

Chapitre 1

Généralités sur la robotique

Figure 1.1 : quelques exemples sur les applications du robot mobile.	5
Figure 1.2 : Le module CMUcam5	8
Figure 1.3 : Robot mobile à roues.	9
Figure 1.4 : Robot à chenille.....	9
Figure 1.5 : robot marcheur.	10
Figure 1.6 : Robot rampants.....	10
Figure 1.7 : Les capteurs.	11
Figure 1.8 :La oerception de l'environnement	11
Figure 1.9 : la relation tache, robot, environnement.	12
Figure 1.10 : Robot de type uni cycle.	13
Figure 1.11 : Robot de type tricycle.	14
Figure 1.12 : Robot de type voiture.....	14
Figure 1.13 :robot de type omnidirectionnele.....	15

Chapitre 2

la vision robotique et l'arduino

Figure 2.1 : la vision artificielle et la robotique.	19
Figure 2.5 :la décomposition de trois plan (RVB).....	22
Figure 2.a:capter avec un capteur CCD.....	23
Figure 2.5 : capter avec un capteur CMOS.....	23

Figure 2.3 : 1er prototype del'arduino.....	27
Figure 2.4 : des utiles programmés avec matlab.....	29
Figure 2.5 : arduino avec le PC.	29
Figure 2.6 : défèrent plateformes de carte arduino	30
Figure 2.7 :la carte Arduino méga 2560.	32
Figure 2.8 : les broches arduino méga 2560.	34
Figure 2.9 : Fenêtre générale de l'Arduino IDE.	35
Figure 2.10 :le sérial moniteur	35
Figure 2.11 : Choisi le type de la carte.....	36
Figure 2.12 : L'interface de programme.....	36

Chapitre 3

Présentation du robot

Figure 3.1 :aperçu générale de robot.	38
Figure 3.2 :Le module pixy cmucam5.	40
Figure 3.3 :Le module pixy cmucam5(la face et le font).	41
Figure 3.4 :l'interface de programmation de cmucam5.	43
Figure 3.5 :sélectionné des objets.....	43
Figure 3.6 :l'objet capté signature 1.	44
Figure3.7: la vitesse de détection de la cmucam5.....	44
Figure 3.8 :la carte de puissance	47
Figure 3.9 :schéma bloc de pont H.	48
Figure 3.10 :schéma principale de la carte de puissance	49
Figure 3.b :la 1 ^{er} sensdu rotation.	49
Figure 3.c :le deuxième sensdurotation.	49
Figure 3.11 :le circuit L 289 (pontH).	51
Figure 3.12 :Moteur à CC (EMG 30)	51

Figure 3.13 :La batterie de 12 volts.....	52
Figure 3.14 :le module ultrasonic.....	53
Figure 3.15 :diagramme temporel de hcs04.....	54
Figure 3.16 :l'emplacement de servo a la plateforme.....	55
Figure 3.17 :structure mécanique de la plateforme.....	55
Figure 3.18 :l'emplacement des Rous a la plateforme.....	56
Figure 3.19 :les roues.	57
Figure 3.20 :bouton poussoir.....	57
Figure 3.21 :les roues avec la plateforme.....	58

Chapitre 4

la réalisation pratique

Figure 4.1 : aperçu finale de notre robot	60
Figure 4. 2: L'emplacement du cmucam5 avec le PC.....	61
Figure 4. 3: l'organigramme de la tâche du cmucam5 avec le PC.....	62
Figure 4. 4: l'application sur pixy Mon	63
Figure 4. 5: l'affichage sur le sériel moniteur	64
Figure 4. 6: L'emplacement de la cmucam5 avec l'arduino	64
Figure 4. 7: objets colorés (vert et bleu).....	65
Figure 4. 8: L'emplacement des aimants dans le bras	66
Figure 4. 9: L'angle de vue de la cmucam5	67
Figure 4. 10: L'objet a droit du robot	68
Figure 4. 11: Le robot tourne à droit	68
figure 4.12: Côté droit, descende le bras.....	69
figure 4.13: côté droit, relever le bras.....	69

Figure 4.14: La position finale du robot.....	70
Figure 4.15: L'objet au milieu de la cmucam5.....	70
Figure 4.16: le robot ramassé l'objet (au milieu).....	71
Figure 4.17: L'objet à gauche du robot.....	72
Figure 4.18: Le robot ramassé l'objet (côté gauche).....	72
Figure 4.19. L'organigramme global de la tâche du robot sur le terrain.....	74

REMERCIEMENTS

Dédicace

Résumés

Liste des figures

Sommaire

Introduction générale1

Chapitre I Généralités sur les robots

I.1 historique.....3

I.2. Introduction4

I.3. Les robots mobiles4

I.3.1. définition d'un robot mobile4

I.3.2. classification des robots mobile4

I.3.3. application5

I.3.4 les avantages dans l'utilisation du robot mobile6

I.3.5 les moyens de perception en robotique7

I.3.6. l'architecture des robots mobiles.....7

a. structure mécanique et motricité8

b. système de localisation et de perception10

c. système de traitement des informations et gestion des tâches.....11

I.4. choix de l'architecture globale du robot 12

I.4.1. classes de robots à roues12

a. robot unicycle12

b. robot tricycle13

c. robot voiture14

d. robot omnidirectionnel14

I.4.2. comparaison entre les différents types de robots.....15

I.4.3 modélisation d'un robot unicycle16

a. la commande16

b. la localisation17

I.4.4 la tâche du robot.....17

I.5 conclusion 17

Chapitre II La vision artificielle et l'arduino

II.1 Introduction a la vision artificielle.....	20
II.1.1 les caractiristique d'un capteur	20
II.1.2 les capteurs CCD.....	21
II.1.3 les capteurs CMOS	21
a. caoteur CMOS du module pixy.....	22
b.perception de la couleur des objet	23
II.1.4 qualité de l'image en fonction de la surface du capteur.....	24
II.2 la vision robotique	25
II.2.1 le role de syteme de vision	25
II.2.2 les étapes de la vision artificielle	25
II.2.3 les caractiristiques d'un système de vision	26
II.2.4 le capteur de vision avec le robot	27
II.2.4 la bibliotéque d'interface de CMUCAM5/arduino.....	27
II.2 présentation de la carte arduino	27
II.2.1 applications du module arduino	28
II.2.2 Programation de la carte arduino.....	28
II.2.1 présentation de la partie materielle	29
II.2.4.2 les platefores arduino	30
II.4 L'Arduino méga 2560.....	32
II.4.1 présentation de la carte arduino	32
a. synthese des caractiristiques	32
b. les broches de la carte méga 2560.....	33
II.4 l'entferface de programation arduino IDE.....	34
II.5.1fenetre général de logiciel Arduino IDE	34
a. serial moniteur	35

b. outils de configuration.....	36
c. fenetre de programme.....	36
II.5 conclusion.....	37

Chapitre III présentation du robot

III.1 Introduction.....	39
III.2 présentation de la cmucam5.....	40
III.2.1 les différentes caractiristiques da la CMUCAM5.....	41
III.3.2 principe de fonctionnement	42
III.3.3 la détection des objets	42
a. des centaines objets détectable par la CMUCAM5.....	42
b. vitesse de la CMUCAM5	44
III.2.4 domaines d'application.	46
a. technique robotisée.....	45
b. Automatisation.....	45
a. jeu de balle.....	45
b. systeme d'alarme	45
III.2.5 les avantages et les inconvénients de la CMUCAM5.....	45
a. points fort.....	45
b. points faible	46
III.3 partie électronique.....	46
III.3.1 la carte de commande.....	46
a. stricture général du programme	47
III.3.2 la carte de puissance	47
a. la carte de puissance a base de L289	48
b. les caractiristiques du L298	48
c. l'utilisation avec les deux moteur.....	48
d. principe de fonctionnement	49
III.3.3 le moteur a CC(EMG30).....	51

III.3.4 l'alimentation.....	52
III.3.2 les capteur de proximité	52
a. capteur ultra son	52
III.3.5 le servomoteur	54
III.4 partie mécanique du robot.....	55
III.4.1 la conception mécanique de la plateforme mobile	55
a. structure mécanique de la plateforme mobile	56
b. les roues.....	56
c. Le bouton pousoir	56
c. l'emplacement des roues avec la plateforme	57
III.5 Conclusion	58

Chapitre IV la réalisation pratique

IV.1 Introduction	60
IV.2 partie programmation.....	61
IV.2.1 outils de programmation de la CMUCAM.....	61
IV.2.2 Implimentation de CMUCAM avec le PC.....	61
a. l'organigramme de la CMUCAM5 avec le PC	62
b. application sur pixy Mon	63
c. l'affichage sur le sériel moniteur	63
IV.2.3 Implimentation de la CMUCAM5 avec le robot	64
a. l'emplacement de la cmucam5 avec l'arduino	64
IV.3. structure de tache du robot	65
IV.3.1 plan de travail	66
IV.3.2 L'implimentation sur le terrain.....	67
a. l'objet a droit du robot	68
b. l'objet eu milieu du robot	70
c. l'objet a gauche de robot	71

d l'organigramme global de notre robot.....	73
IV.4.conclusion	74
Conclusion générale	75
bibliographie	
Annexes	

Introduction générale

La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots.

L'ATILF définit le robot de la manière suivante : « Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique ».[1]

Autre définition: Un robot est un système matériel possédant des capacités de perception, d'actions, de décision et de communication, parfois capable d'améliorer ses propres performances par apprentissage automatique ou supervisé par des humains.

Le but de notre projet est la conception et la réalisation d'un robot mobile, autonome capable de suivre et ramasser un objet coloré en temps réel. A l'aide d'une caméra embarquée (cmucam5). Afin de reconnaître l'objet à manipuler et de corriger la position de notre robot, ceci est réalisé en superposant le centre de gravité de l'image captée avec le centre de gravité de l'objet détecté sur cette image. L'alignement étant effectué, le robot va marcher dans la direction de l'objet.

Le contenu de ce mémoire est présenté sous forme de quatre chapitres

Le premier chapitre présente une généralité sur la robotique et les robots mobiles, le deuxième chapitre est dédié sur la vision robotique et la carte de commande "Arduino".

Introduction générale

Le troisième chapitre on présentera la partie électronique et mécanique de notre robot.

En fin le dernier chapitre contiendra les résultats obtenus, et nous terminerons avec une conclusion générale.

Conclusion générale

Durant ce projet nous avons eu à réaliser un robot mobile autonome dont la tâche consistait à reconnaître un objet de couleur prédéfinie puis le suivre pour ensuite le ramasser, pour cela nous avons réalisé un bras manipulateur pour faire le ramassage de cet objet désiré.

Pour identifier notre objet il vaut mieux utiliser un capteur de couleur (caméra), les caméras compatibles avec le module Arduino, nous citons la famille des caméras pixy (CMUCAM).

Alors à partir de notre projet on va utiliser une caméra embarquée (CMUCAM5), avec cette caméra on peut détecter et localiser de multiples objets. L'utilisation du module CMUCAM5 avec la carte Arduino nous à permet de réaliser ses opération de traitement grâce à l'exploitation de la bibliothèque de traitement d'images. A travers les différents chapitres de ce mémoire nous avons donné les éléments essentiels menant à la concrétisation de ce projet.

Bien que pour la réalisation de ce projet nous avons dû affronter différents types de problèmes, ces derniers nous ont permis d'approfondir notre expérience dans le domaine pratique et donc de mieux compléter notre formation pédagogique. Il faut toutefois signaler qu'en termes d'acquisition et de traitements vidéo en temps réel, le problème lié à l'éclairage de la scène reste le premier souci pour lequel il très difficile de trouver une solution fiable.

Chapitre 2

La vision artificielle et l'arduino

Dans ce chapitre nous allons présenter la vision artificielle dans le domaine robotique, puis on va voir la carte de commande arduino et leurs caractéristiques.

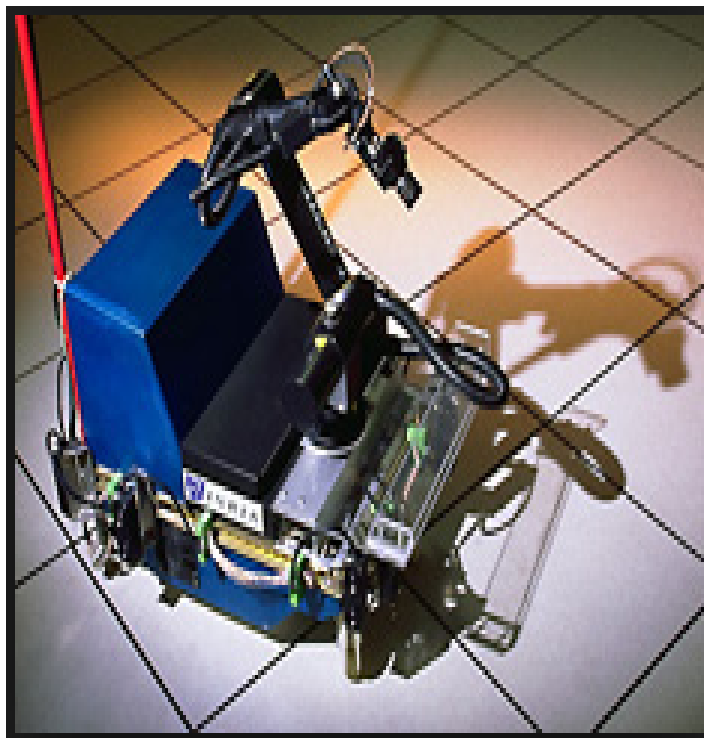


Figure 2.1. La vision artificielle et la robotique.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

2.1 Introduction à la vision artificielle

On distingue dans le robot la partie commande qui traite toutes les informations, les actionneurs qui effectuent une action et les capteurs qui informent le robot, les capteurs ont une place prépondérante dans le système de traitement d'un robot.

Les capteurs de vision sont des capteurs essentiels en robotique. Cette partie a pour objectif de présenter les principales approches de la vision utilisée en robotique, il présente les problèmes fondamentaux liés à l'extraction des caractéristiques dans les images, et les algorithmes associés. L'utilisation du capteur de vision est particulièrement intéressante en raison de la grande richesse des informations qu'une caméra peut fournir et en raison de la grande variété des tâches qu'elle permet telles que l'identification, la localisation et la détection.

2.1.1 Les caractéristiques d'un capteur

Un capteur est caractérisé selon plusieurs critères dont les plus courants sont la grandeur physique observée, son étendue de mesure (gamme de mesure), la sensibilité, la résolution, la précision, la reproductibilité, sa linéarité, son temps de réponse, sa bande passante, son hystérésis, sa gamme de température d'utilisation. Pour utiliser un capteur dans les meilleures conditions, il est souvent utile de pratiquer un étalonnage et de connaître les incertitudes de mesure relatives

Actuellement on dispose de deux grandes familles de capteurs utilisés

- Les capteurs CCD.
- Les capteurs CMOS.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

2.1.2 Les Capteurs CCD

Le CCD (*charge-coupled device*), ou en français « dispositif à transfert de charge » (DTC) est le plus simple à fabriquer, Inventé par George E. Smith et Willard Boyle dans les Laboratoires Bell en 1969 (cette invention leur rapportera la moitié du Prix Nobel de physique en 2009, il a rapidement été adopté pour des applications de pointe (imagerie astronomique) puis popularisé sur les caméras et appareils photo.

a. Les différents types de capteur

Trois types de CCD se sont succédé et coexistent toujours

- Le CCD « plein cadre » (*full frame*).
- Le CCD « à transfert de trame » (*full-frame Transfer*).
- Le CCD « interligne ».

A chacun de ces trois types leurs caractéristiques et leurs principe de fonctionnements.

2.1.3 Les capteurs CMOS

Un capteur CMOS (« complementary metal-oxide-semiconductor ») est composé de photodiodes, à l'instar d'un CCD, où chaque photo site possède son propre convertisseur charge/tension et amplificateur. Leur consommation électrique est beaucoup plus faible que celle des capteurs CCD, leur vitesse de lecture et le plus faible coût de production sont les principales raisons de leur grande utilisation. [2]

De la même façon que beaucoup de CCD, les capteurs CMOS pour image couleur sont associés à un filtre coloré et un réseau de lentilles comme illustré par la figure suivante;

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

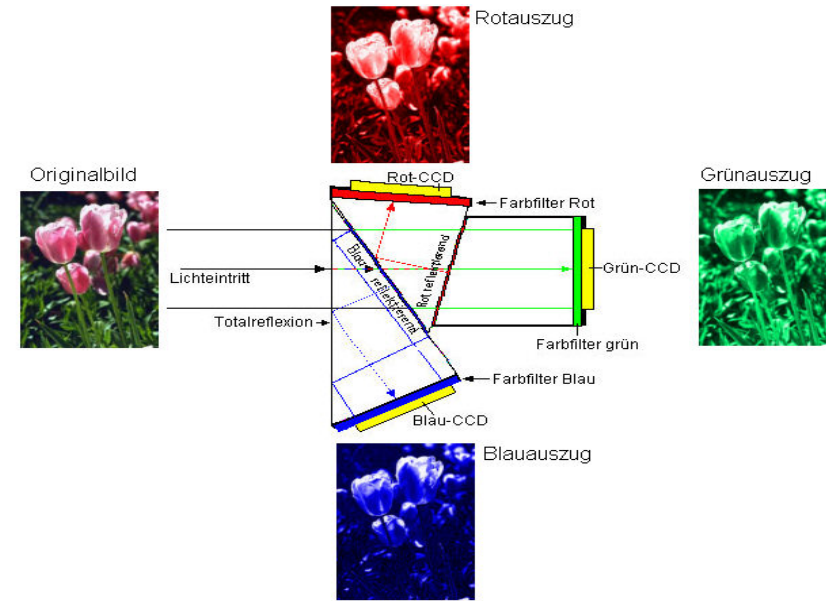


Figure2.2.la décomposition de trois plans (RGB).

a. capteur CMOS du module pixy

Les capteurs CMOS permettent notamment une conversion de la charge directement sur le photo site par la présence d'un amplificateur sur le pixel. Cette particularité permet également de supprimer de nombreux transferts et d'accroître la vitesse de lecture. Leurs principaux avantages sont issus de leur fabrication.

- Fabrication identique (90%) aux composants informatiques
- Production de masse à bas coût.
- Conversion directe de la charge sans transfert : pas de « blooming » ni de « smearing ».
- Chaque pixel a son propre ampli.
- Chaque pixel est adressable individuellement.
- Pas d'horloges compliquées.
- Faible consommation électrique (100 fois moins que **CCD**)
- Cadence de lecture élevée. [2]

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

Leur émergence par rapport aux capteurs **CCD** depuis quelques années est directement liée à leur utilisation en téléphonie mobile comme caméra ou comme appareil photo embarqué. Ceci est une conséquence directe de leur fabrication à bas coût et de leur faible consommation.

Pour les applications scientifiques, c'est leur vitesse de fonctionnement (cadence image), liée à la conversion de la charge sur le site de création, qui privilégie leur utilisation aux **CCD**. Un des capteurs de dernière génération permet de numériser des images de 1024 par 1024 pixels à une cadence de 5400 images/seconde...[2]

D'autre part, la possibilité de piloter (en manuel ou en automatique) chaque pixel indépendamment des autres, permet également leur utilisation en vision pour des scènes fortement contrastées. Le biais introduit par leur fonctionnement peut toutefois générer de fortes différences entre les images perçues par l'œil humain et l'image brute issue d'un capteur **CMOS**. [2]

Un aperçu comparable entre deux images l'un capté avec un capteur CMOS et l'autre a un capteur CCD.



Figure2.a. capté avec un capteur CCD

figure2.b. Capté avec un capteur CMOS.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

b. Perception de la couleur des objets

Le système décrit directement une instruction destinée à l'affichage. Mais ce n'est pas ainsi, en général, que les humains comprennent les couleurs. Les études de psychologie de la perception entreprises concluent que trois paramètres décrivent les couleurs :

- la luminosité.
- la chromaticité, dite aussi intensité de la coloration ou saturation.
- la teinte, qui situe la couleur dans un champ chromatique.

Alors que notre robot doit utiliser ces trois paramètres pour faire les tâches que nous voulons.

2.1.4 Qualité de l'image en fonction de la surface du capteur

Plus le nombre de pixels est élevé, plus la définition d'une photo est bonne, ce qui peut être utile lorsque l'on agrandit une image, le nombre de cellules photosensibles par millimètre carré du capteur a cependant aussi une influence sur la qualité des images : il n'y a donc pas de lien exclusif entre nombre de pixels et qualité d'image en sortie, et il est généralement inutile de comparer deux capteurs que par leur nombre de pixels : la qualité d'une image dépend également de la qualité et de l'intensité de la lumière que le capteur peut recevoir sur chacune de ses cellules photosensibles.

Un capteur avec une petite surface mais avec une grande densité de pixels par millimètre carré peut être intéressant au niveau de la production de masse et peut faire baisser le prix sans nécessairement diminuer la qualité de la photo.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

2.2 La vision robotique

2.2.1 Le rôle de système de vision

En général le rôle de système de vision est de détecter, identifier puis de localiser les divers éléments (EX : objets coloré) constituant la scène.

- La détection : elle permet d'extraire les composantes connexes de l'image couleur, projection dans l'image de ces éléments.
- L'identification : elle permet de trouver la ou les composantes connexes représentant un élément donné.
- La localisation : dans cette étape on va déterminer les angles par rapport à la tête du robot, puis que l'estimation grossière de la distance entre l'élément de la scène et le robot.

2.2.2 Les étapes de la vision artificielle

Pour manipuler une image on travaille dans un tableau qui contient les composants de chaque pixel.

Le traitement d'une image passe par plusieurs étapes avant d'arriver au but final qui consiste à prendre la décision selon le contexte de l'image.

Les 4 étapes essentielles fondamentales du traitement artificiel.

- Acquisition.
- Traitement.
- Analyse.
- Interprétation.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

2.2.3 Les caractéristiques d'un système de vision

1. Opération en continue tant que le système est toujours en marche.
2. Filtre d'information : un système de vision agit comme un filtre d'information.
3. Temps réel : afin d'être utile, un système de vision doit fournir les résultats dans un délai fixe, qui dépend de l'application.
4. Le traitement : afin de réaliser des fonctions en un temps fixe, le traitement est restreint à des régions d'intérêt, le capteur est configuré pour faciliter le choix et la taille de cette région.

2.2.4 Le capteur de vision avec le robot

Le capteur de vision permet d'informer le robot sur le milieu extérieur pour lui permettre d'entreprendre les actions nécessaires en fonction de la mission que doit accomplir ce dernier.

2.2.5 La bibliothèque d'interface de CMUCam5/Arduino.

Il y a une bibliothèque Arduino spécialement conçue pour la CMUCam5, cette bibliothèque inclut toutes les commandes reconnues par la CMUCam5. L'instruction `pixy.blocks[j].print()` effectue l'impression de différent block, ces block contiennent l'information de l'objet (les coordonnées X, Y, ainsi que la hauteur et la largeur de l'objet détecté).

- La tâche de cmucam5

Soit le robot dans une certaine configuration donnée $A(X_0, Y_0)$ et soit une configuration désirée (l'objet coloré) $B(X_1, Y_1)$ Trouver une loi de contrôle permettant de passer de la configuration A à la configuration B.

- Le robot doit rester dans un certain périmètre fixe.
- Le dérapage des roues doit être évité (pour rester en roulement sans glissement).

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

- Les déplacements doivent pouvoir être enchainés.
- Le robot doit suivi l'objet avec un temps d'exécution très faible.

Avec Le caméra cmucam5 de pixy on peut la détecte un ou plusieurs objets alors on va essaie de contrôler et asservir le robot pour suivi un objet coloré, il faut identifie l'objet qu'il nous voulons suivi, à chaque analyse, le capteur renvoie la liste des signatures détectées (SIG), les coordonnées (X, Y) et la taille en pixel (width/height).

2.3 Présentation de La carte de commande Arduino

Le premier prototype de l'arduino proposé par Massimo Bansi et son équipe.[3]

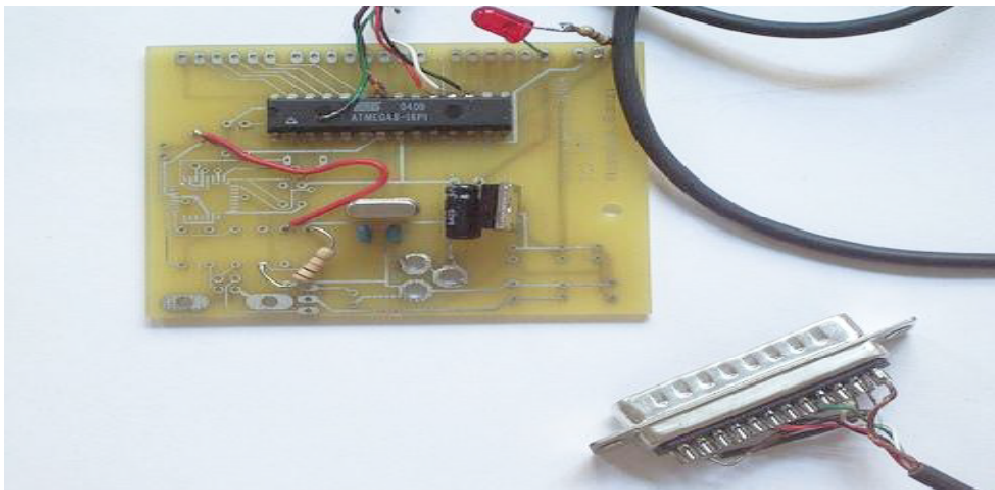


Figure 2.3. 1er Prototype de l'arduino.

Le système Arduino est une solution simple et abordable pour développer des montages électroniques numériques programmables à base de microcontrôleurs.

C'est une plateforme open-source qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur.

L'Arduino peut être utilisé pour développer des applications matérielles

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

industrielles légères ou des objets interactifs (création artistiques par exemple), Les cartes Arduino peuvent recevoir sur les broches d'entrées une très grande variété de capteurs et contrôler sur les broches de sortie une grande variété d'actionneurs (lumières, moteurs ou toutes autres sorties matériels...etc.

Les projets Arduino peuvent être autonomes, ou communiquer avec des logiciels sur un ordinateur.

Les cartes électroniques peuvent être fabriquées manuellement ou bien être achetées pré assemblées.

Le logiciel de développement open-source est téléchargeable gratuitement.

2.3.1 Applications du module Arduino

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique. L'utilité est sans doute quelque chose que l'on perçoit mal lorsque l'on débute, mais une fois qu'on est imprégné du monde de l'Arduino, nous découvrons la diversité la simplicité avec laquelle nous pouvons développer différentes type d'applications.

2.3.2 Programmation de la carte arduino:

On peut programmer la carte arduino de plusieurs manières parmi lesquels

- ArduinoIDE (integrateddevelopment environment)
- AVR studio.
- etc...

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

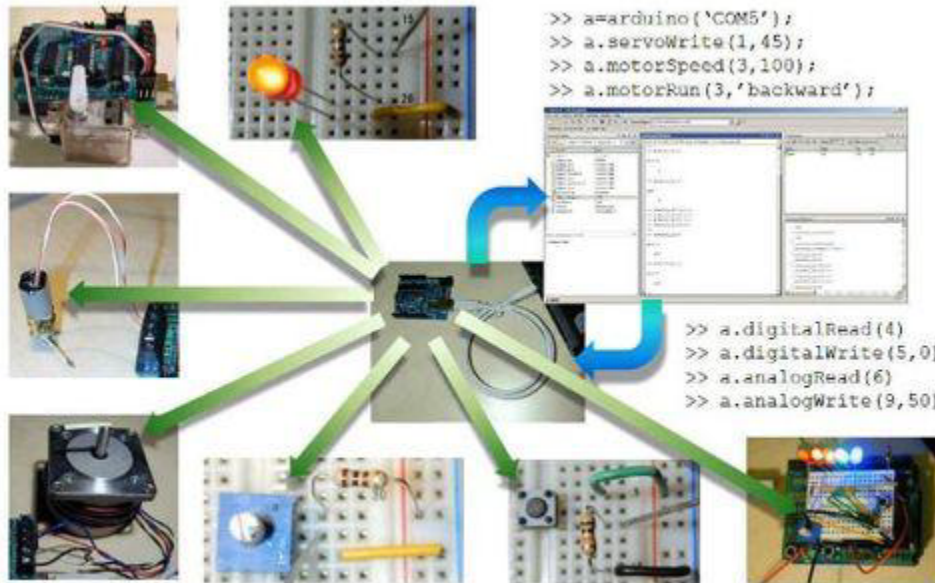


Figure 2.4 des utiles programmés avec matlab

Remarque: Nous allons nous baser sur l'environnement arduino IDE pour faire notre projet de fin d'étude, avec la carte arduino méga 2560. On va commencer par une présentation de la carte arduino, et ensuite nous allons voir les différents types de cartes arduino.

2.3.3 Présentation de la partie matérielle

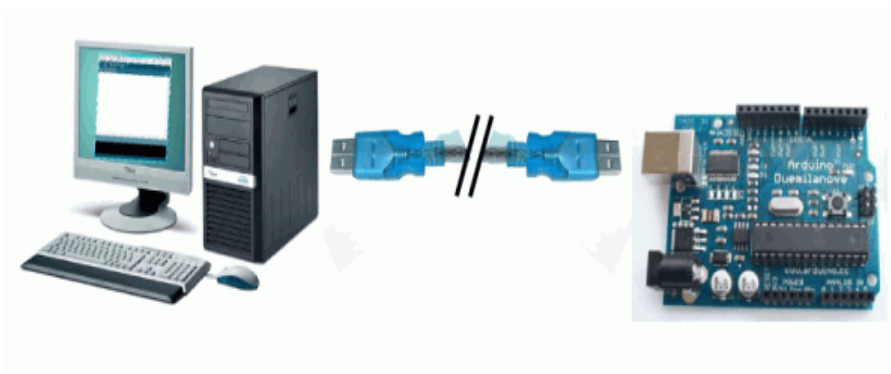


Figure 2.5. arduino avec le PC.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

a. Les plateformes Arduino

Les modules d'origine des différentes versions de l'Arduino sont fabriqués par la société italienne "SmartProject". Quelques-unes des cartes de marque Arduino ont été conçues par la société américaine (SparkFunElectronics).

Dix-sept versions des cartes de type Arduino ont été produites et vendues dans le commerce à ce jour.

La figure suivante présente certains types de cartes arduino.



Figure 2.6. Différentes plateformes de la cartesarduino.

Dans le tableau suivant nous allons présenter quelques-unes des cartes. Et leurs différentes caractéristiques.

arduino Caractéristique	Uno r3	Uno r3 ethernet	Leonardo	Mega 2560	Méga Adk	DUE	Explora	mini	nano	yun	Zero pro	MKR 1000 [2.2]
microcontrôleur	Atmeg 328p	Atmeg 328p	Atmega 32u4	Atmega 2560	Atmega 2560	At91sam 3*8e	Atmega 32u4	Atmega 328p	Atmega 328p	Atmega 32u4	Atsam	Samd21-mo
Horloge	16 mhz	16 mhz	16 mhz	16 mhz	16 mhz		16 mhz	16 mhz	16 mhz	16 mhz	48 mhz	48mhz
Tension	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12	7-12	7-9	7-9	5	5	3.3

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

d'entrée												
Tension de fonctionnement	5	5	5	5	5	3.3	5	5	5	5	3.3	5
I/O numérique	14/6	14/4	20/7	54/15	54/15	54/12	X	14/6	14/6	20/7	14/12	8
I/O analogique (pwm)	6/0	6/0	12/0	16/0	16/0	12/2 DAC	X	8/0	8/0	8/0	6/1 DAC	7/1
Mémoire vive (flash)	32KO	32KO	32KO	256KO	256KO	512KO	32KO	32KO	32KO	32KO	256KO	256ko
Mémoire vive (SRAM)	2KO	2KO	2.5KO	8KO	8KO	96KO	2.5KO	2KO	2KO	2.5KO	32KO	32ko
Mémoire morte (EEPROM)	1KO	1KO	1KO	4KO	4KO	X	1KO	1KO	1KO	1KO	16KO	X
Interface USB	B-male	B-male	Micro-usb	B-male	B-male A-andROID	2 port micro usb	Micro usb	X	Mini usb	Micro-usb	2 p- microusb	uart, spi, ic
Port UART	1	1	1	4	4	4	X	X	1	1	2	1
Carte SD	Non	Oui	Non	Non	Non	non	non	non	non	oui	non	non
ethernet	Non	Oui	Non	Non	Non	non	non	non	non	oui	non	non
wifi	Non	Non	Non	Non	Non	non	non	non	non	oui	non	oui

Tableau 2.1 un tableau comparative de différent carte arduino.

Comme l'on peut le voir sur le tableau ci-dessus:

- Si nous commençons à programmer à moindre coût, alors l'UNO est idéale.
- Si vous préférez brancher une multitude de capteurs, utiliser plusieurs périphériques en série, alors la Méga est parfait pour ça.
- Si vous voulez les mêmes propriétés que la Méga mais avec une puissance de calcul supérieure alors c'est plutôt la DUE qu'il vous faut !
- Si vous cherchez à miniaturiser votre système, optez pour une Mini !

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

- Enfin, si vous cherchez un véritable ordinateur embarqué comparable à une RaspberryTM, la Yun est le choix le plus évident.

2.4 L'arduino méga 2560

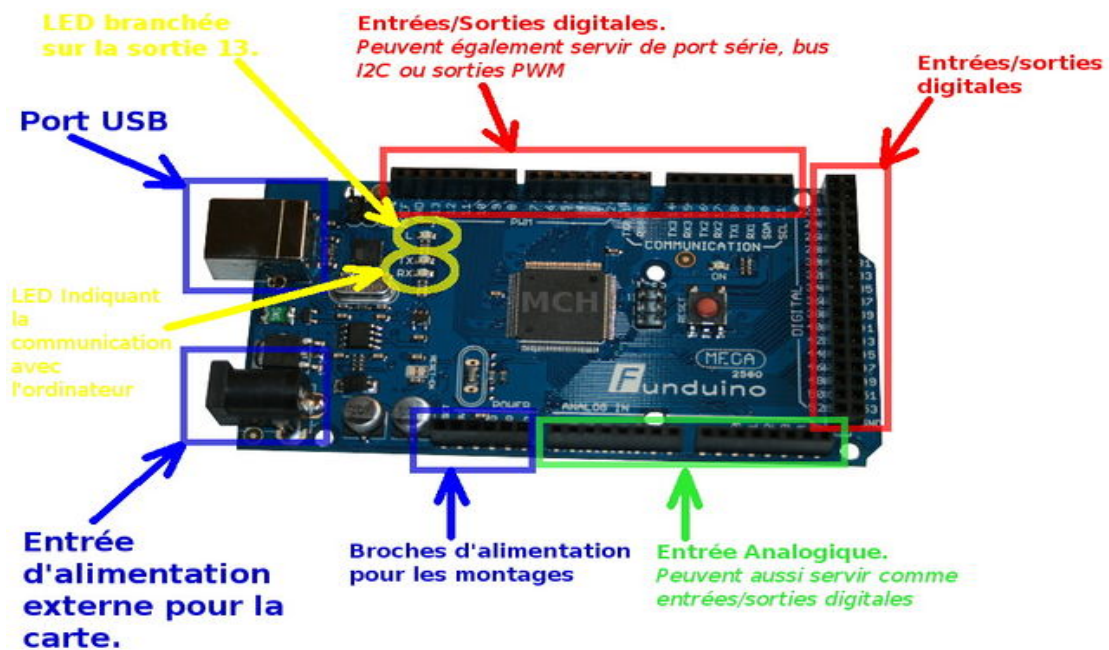


Figure2.7. la carteArduino méga 2560.

2.4.1Présentation de la carte

a.synthèse des caractéristiques

La carte Arduino Méga 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560, elle est dispose :

- de microcontrôleur Atmega 2560.
- de 54broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)).

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

- de 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- de 4 UART (port série matériel).
- d'un quartz 16Mhz.
- d'une connexion USB.
- d'un connecteur d'alimentation jack.
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).
- Tension de l'alimentation
- Tension de fonctionnement
- Intensité maxi disponible par broches I/O (5v) : 40ma (attention 200ma cumulé pour l'ensemble des broches I/O.
- Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3v: 50ma.
- Intensité maxi disponible pour la sortie 5v: Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul.
- Mémoire programme flash : 256 KB dont **8 KB** sont utilisés par le bootloader.
- Mémoire SRAM (volatile) : 8ko
- Mémoire EEPROM (non volatile) : 4ko.

b. les broches de la carte méga 2560

- AREF : Tension de référence pour les entrées analogiques (si différent du 5V). Utilisée avec l'instruction [analog Reference\(\)](#).
- Reset : Mettre cette broche au niveau BAS entraîne la réinitialisation ou bien le redémarrage du microcontrôleur. Typiquement, cette broche est Utilisée pour ajouter un bouton de réinitialisation sur le circuit qui bloque celui présent sur la carte.
 - Les broches analogiques.
 - Les broches numériques.

Les broches sont présentées dans la figure suivant. (Figure 2.8)

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

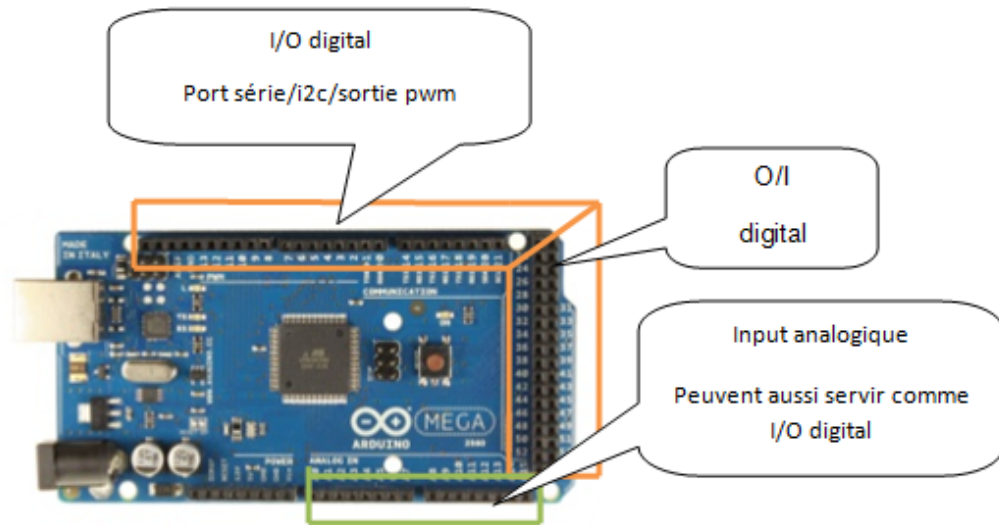


Figure 2.8. les broches arduino méga 2560.

2.5 L'interface de programmation Arduino IDE

La carte Mega2560 peut être programmée avec le logiciel **Arduino IDE**. Il suffit de sélectionner "Arduino Méga" dans le menu **Tools > Board**. Cette partie nous présente les principales fonctionnalités de l'interface de l'application Arduino. L'application Arduino IDE nous permet de créer et éditer un programme (appelé *sketch*) qui sera compilé puis transféré vers la carte Arduino. Ainsi, lorsque nous apportons des changements sur le code, ces changements ne seront effectifs qu'une fois le programme transféré sur la carte.

2.5.1 Fenêtre générale de l'application Arduino IDE.

La fenêtre de l'application Arduino comporte les éléments suivants;

- 1 : barre de menu.
- 2 : barre de boutons.
- 3 : angle de fichier ouvert.
- 4 : fenêtre de programme.
- 5 : message des actionne en cours.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

➤ 6 : message de compilation.

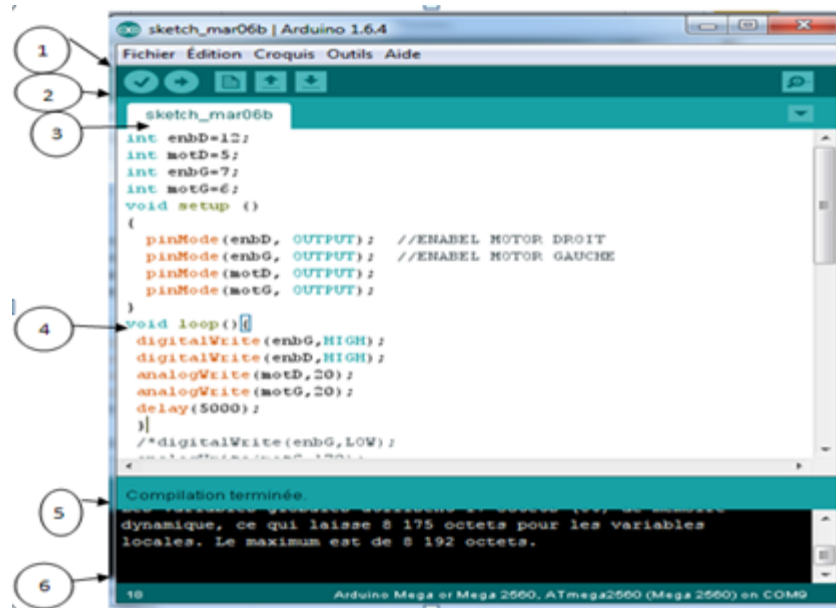


Figure 2.9. Fenêtre générale de l'Arduino IDE.

Le logiciel Arduino intègre également

a. Serial moniteur

Fenêtre séparée qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point facilitée des programmes, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogique-numérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.(Figure2.10)

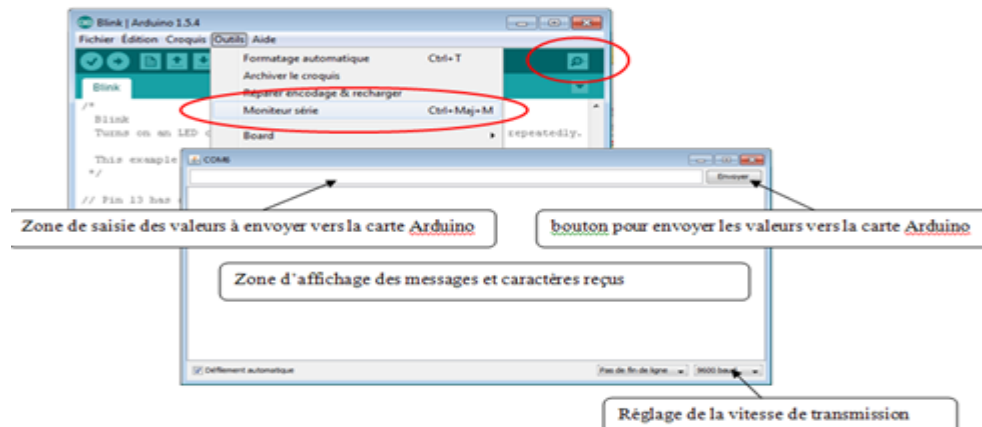


Figure 2.10. Le sérial moniteur.

Chapitre 2 la vision robotique et l'arduino

b. Outils de configuration (Tools)

Dans le menu *Tools*, il vous est possible et essentiel de spécifier le type de carte Arduino que vous utiliserez.

Comme nous allons voir sur la figure suivant. (Figure2.11)

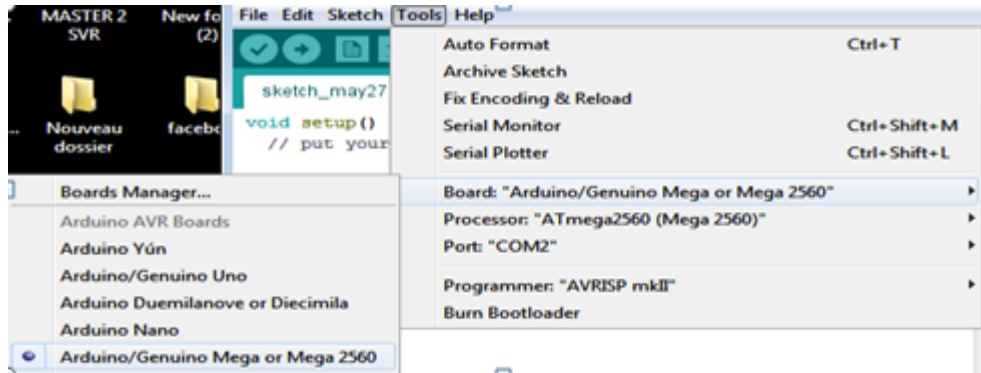


Figure 2.11. Choisi le type de la carte.

c. Fenêtre de programme

Principalement le programme est divisé en deux parties

- 1^{er} partie : l'initialisation de la carte et les variables...etc.
- 2^{ème} partie : présente la fonction principale ""loop"" qui permet de répéter les instructions incluses à l'intérieur. (Figure 2.12)

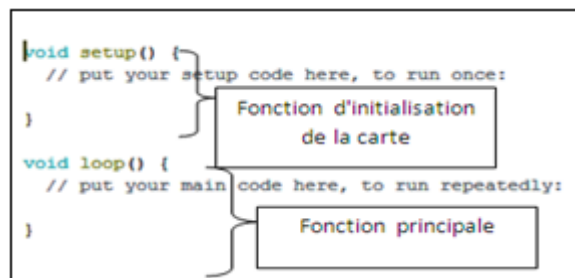


Figure 2.12. L'interface de programme.

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présentée la vision artificielle dans le domaine de la robotique et la carte de commande arduino méga avec son interface de programmation.

Chapitre 3 Présentation du robot

Dans ce chapitre nous allons présenter le fonctionnement de notre robot, et pour bien expliquer cela on va diviser ce chapitre en 3 grandes parties.

- Partie 1 : Présentation du module cmucam5.
- Partie 2 : La partie électronique du robot.
- Partie 3 : La partie mécanique du robot.

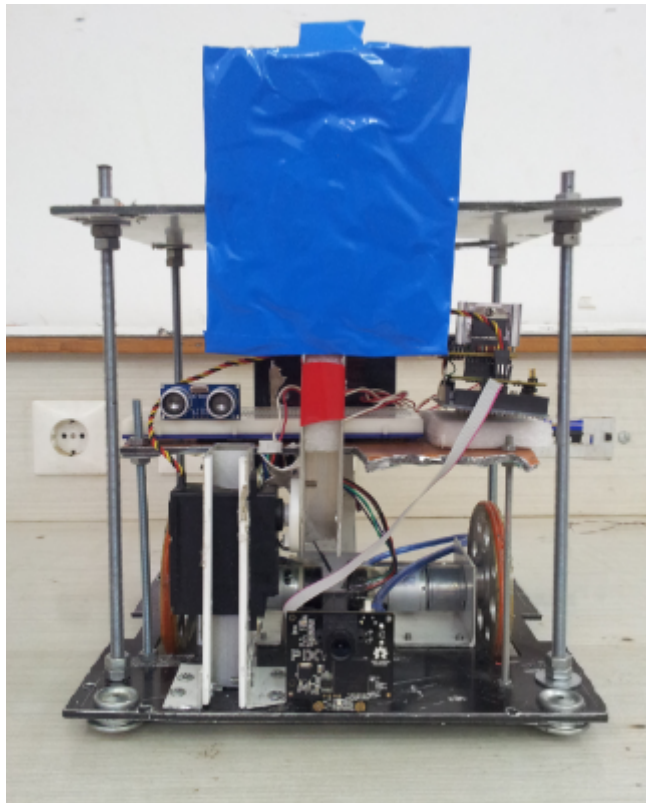


Figure3.1. aperçu général du robot.

Chapitre 3 Présentation du robot

Partie : Présentation du module cmucam5

3.1 Introduction

Les caméras vidéos à sortie numérique disponibles sur le marché offrent des possibilités étonnantes. Ainsi associés à un microcontrôleur doté d'un algorithme approprié, ces dernières pourront être utilisées pour détecter pratiquement n'importe quoi dans leur champ de vision. [4] Toutefois leur utilisation pose généralement des problèmes récurrents. En premier lieu, celui de devoir disposer d'un microcontrôleur assez puissant et rapide pour pouvoir gérer le très grand nombre de données que ces dernières fournissent (pouvant aller jusqu'à plusieurs dizaines de méga-octets par seconde). [4]

Quand bien même nous disposerions de ce type de microcontrôleur, ce dernier serait alors monopolisé en grande partie pour la gestion de l'algorithme de reconnaissance vidéo, nous laissant alors peu de ressources pour les autres tâches de notre application.

La caméra CMUcam5 Pixy contourne ces problèmes à l'aide d'un capteur prêt à l'emploi pouvant être utilisé (pour des applications ludiques) avec la plupart des microcontrôleurs (performants ou non). Ce module est architecturé sur la base d'un capteur vidéo numérique Omni vision OV9715, 1/4", 1280 x 800 pixels associé à un très puissant microcontrôleur NXP™ LPC4330 - 204 MHz - dual core. [4]

Lorsqu'on considère un système à vision embarqué on a un nombre d'information plus grand par rapport aux autres capteurs qui sont utilisés pour recevoir l'information de l'environnement, le capteur de vision fournit une perception de l'environnement alors que le robot fournit l'action réelle.

Le système de vision permet de faire la détection des objets, l'identification, ainsi que la localisation (les angles par rapport à la face du robot, l'estimation de la distance)

Chapitre 3 Présentation du robot



*Figure 3.2.*Le module pixy cmucam5.

3.2 Présentation de la cmucam5

La CMUcam5 se présente sous la forme d'une petite platine électronique principalement composée d'un processeur très haute performance "NXP LPC4330, 204 MHz, dual core" associé à un module capteur/ caméra CMOS "OV9715Omni vision, 1/4", 1280 x 800,L'ensemble est spécialement conçu pour extraire et traiter simplement les données en provenance des images vidéo captées. La CMUcam5 peut être pilotée via un port qui contient de 6 files (UART Série, SPI, I2C, USB, digitale, analogique)

Compatible avec "Arduino" et "Raspberry Pi", le capteur caméra Pixy CMUcam5 réussit là où de nombreux autres capteurs d'images échouent généralement : il est en effet bien difficile d'utiliser ce genre de capteur avec le simple processeur d'une carte de type Arduino, sans que celui-ci ne se trouve complètement saturé.

Avec ce capteur caméra Open-Source proposé par Ada fruit, un grand nombre est possible, il pourra vraiment repérer, suivre, localiser des objets.

Tout est possible parce que notre processeur disposera encore de tous les moyens nécessaires pour faire tourner d'autres capteurs et actionneurs : caméra

Chapitre 3 Présentation du robot

de vidéosurveillance, caméra intelligente pour vidéos animalières, robots autonomes, il suffit de laisser parler notre imagination. [5]

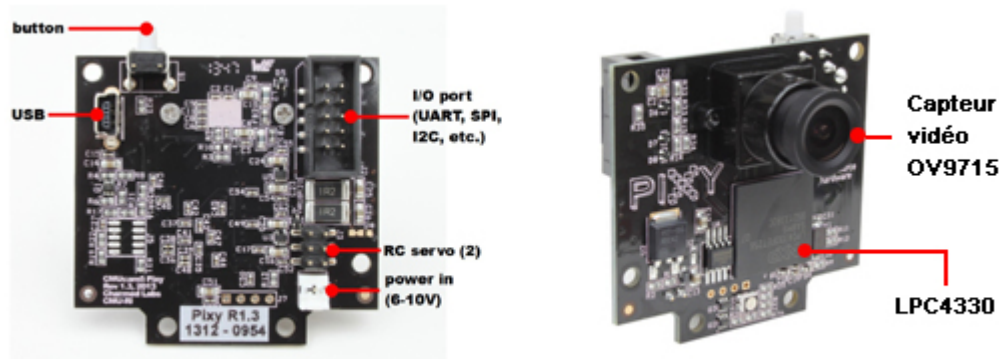


Figure 3.3. le module CMUCAM5 (la face et le font).

3.2.1 Les différentes caractéristiques et spécifications de la cmucam5

- Processeur : NXP LPC4330, 204 MHz, dual core.
- Capteur d'image : OV9715 Omni vision, 1/4", 1280 x 800.
- Champ de vision de la lentille : 75° à l'horizontale, 47° à la verticale.
- Type de lentille : M12 Standard (différents autres types compatibles).
- Consommation : 140 mA typiques.
- Alimentation : Entrée USB (5 V) ou entrée non régulée (6 à 10 V).
- RAM : 264 KB.
- Flash : 1 MB.
- Sorties de données disponibles : UART Série, SPI, I2C, USB, digitale, analogique.
- Dimensions : 53,34 x 50,8 x 35,56 mm.
- Poids : 27 g.
- Un modèle petit, rapide, compact et économique.

Chapitre 3 Présentation du robot

- 50 images par seconde.
- Pour toutes les bibliothèques Arduino, Raspberry Pi, Banana Pi, PcDuino et Python
- Compatibilité C/C++. [5]

3.2.2 Principe de fonctionnement

Pixy fonctionne selon un algorithme de filtrage des couleurs pour détecter des objets, le filtrage par couleur est apprécié car il est une méthode simple et efficace, la plupart des personnes connaissent RGB (rouge, vert, bleu) pour représenter les couleurs, Pixy calcule la couleur (nuance) et la saturation de chaque pixel RGB.[6]

Le système de caméra fonctionne avec un algorithme permettant de déterminer quand un objet commence ou arrête de se mouvoir, Pixy compile les différentes tailles et positions de chaque objet (X, Y, hauteur, largeur) et les enregistre via l'une de ses interfaces (par exemple : SPI), Par exemple une balle orange, il suffit de la placer devant Pixy et appuyer sur la touche. C'est simple et rapide, après cela le robot suit la balle.

Le cmucam5 utilise les paramètres (X, Y, Hauteur, largeur) pour reconnaître la position de chaque objet.

3.2.3 La détection des objets

a. Des centaines d'objets détectables par la CMUCAM5

La CMUcam5 Pixy peut déceler des centaines d'objets à la fois dans son champ de vision. Pour ce faire elle utilise un algorithme de composants connectés pour déterminer où un objet commence et où il se termine. Elle compile ensuite les dimensions et l'emplacement de chaque objet et les signale par une de ses interfaces (par exemple via un bus SPI)[4]. Le capteur cmucam5 est un capteur très rapide et performant, donc il peut détecter et enregistrer jusqu'à 7 couleurs différentes, numérotées de 1 à 7 (signature) et la peut voir cela à partir de l'interface de programmation le logiciel (pixy Mon). (Figure .3.4)

Chapitre 3 Présentation du robot



Figure3.4. l'interface de programmation de cmucam5.

Pour détecter et identifier les objets il faut sélectionner « action » de la barre de fonctions, puis choisir « set signature 1.2...etc. », et sélectionner l'objet qu'on veut suivre. (Figure3.5)

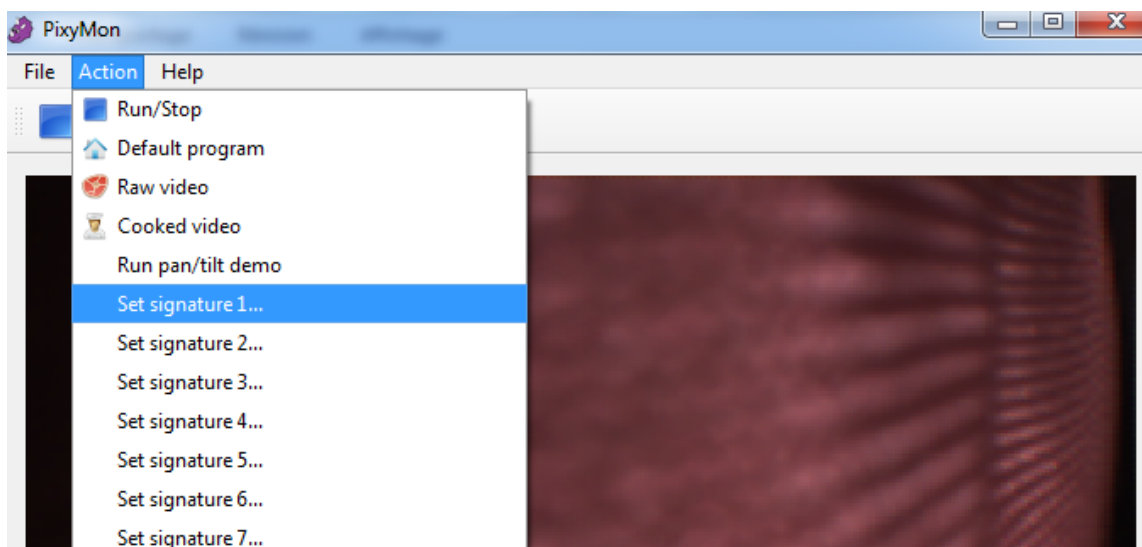


Figure3.5. sélectionné des objets.

Exemple sur logiciel « pixy Mon » pour la suivi un objet avec le sig 1.

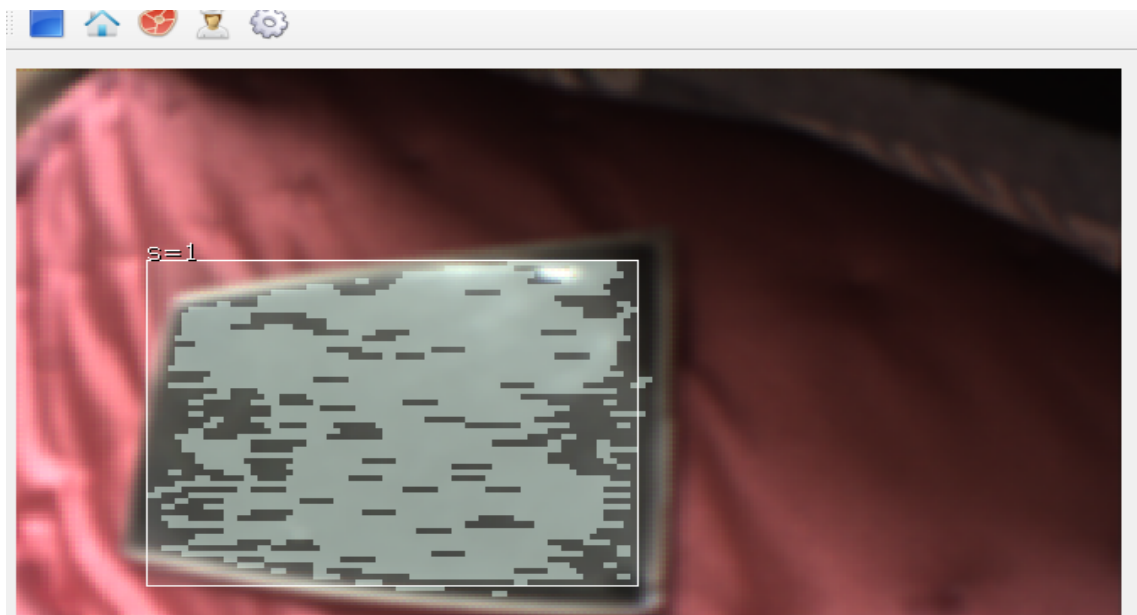


Figure3.6. l'objet capté signature 1.

b. vitesse de la CMUCAM5

La CMUcam5 est très rapide. Cette dernière traite toute une trame d'image 640 x 400 chaque $1/50^{\text{ème}}$ de seconde (20 millisecondes). Cela signifie que nous obtenons une mise à jour complète de tous les objets détectés toutes les 20 ms. À ce rythme, le suivi de la trajectoire d'une chute d'une balle bondissante est possible. [4] Figure (3.7)



Figure3.7. la vitesse de détection de la cmucam5.

Chapitre 3 Présentation du robot

3.2.4 Domaines d'applications

La cmucam5 détermine la position centrale et la taille de chaque objet pour offrir de nombreuses possibilités.

a. Technique robotisée

Choisir un objet à enregistrer pour le robot à l'aide de l'un des sept codes couleurs, Pixy déterminera sa position, son orientation et sa taille. Comme nous allons le faire dans notre projet. Alors on va découvrir un angle presque de 75 ° horizontal et de 47° vertical.[5]

Par exemple, utiliser un robot avec 4 pixy et profiter d'une détection sur 360°. Mais également utiliser Pixy sans microcontrôleur et utiliser les interfaces numériques ou analogiques (triggers, commutateurs, servos...). [5]

b. Système d'alarme

Pixy détecte l'arrivée d'un objet directement via la sortie numérique.[5]

c. Automatisation

Nous souhaitons différencier plusieurs objets en fonction de leur couleur et de leur taille, Pixy détermine la position et la taille de chaque objet en 20 millisecondes. Il est possible de mémoriser 7 objets différents aux couleurs différentes.[5]

d. Jeu de balles

Pixy détermine la position d'un objet avec une cadence de 50 Hz. Il est possible de déterminer la vitesse et l'orientation de chaque balle. [5]

3.2.5 Les avantages et les inconvénients de la cmucam5

a. Points forts

- Petite, rapide, facile à utiliser et économique, ce système de visualisation délivre 50 images par seconde.
- Pour toutes les bibliothèques pour Arduino, Raspberry Pi, Banana PI, PcDuino, etc.
- Prend en charge C / C++ et Python. [6]

Chapitre 3 Présentation du robot

b. point de faible

L'utilisation de capteur de vision présente néanmoins deux inconvénients :

- de nombreux processeurs n'ont pas une capacité suffisante pour traiter cette quantité de données. [6]

3.3 Partie électronique du robot

La partie électronique joue un rôle très important quand nous allons commencer à réaliser un système dans domaine de technologie moderne, car elle constitue la base de fonctionnement de ce système.

Pour la mise en marche de tous les systèmes mécaniques, notre robot doit disposer de plusieurs cartes électroniques qui assurent le bon fonctionnement de celui-ci tel que la carte de commande (Arduino méga 2560) puis la carte de puissance (L298), ainsi que le capteur de couleurs (cmucam5) et les autres capteurs.

3.3.1 La carte de commande

Comme tous les projets d'électronique la machine est constituée d'une carte de commande pour piloter et vérifier et pour assurer le bon fonctionnement de ce système, alors dans notre projet on va utiliser la carte arduino de type méga 2560 de la famille °ATMEL°.

b. Structure générale du programme

- Faire l'apprentissage pour informer le robot pour suivi un objet.
- La caméra détecte l'objet.
- les vitesses des roues gauches et droites seront calculées à partir des encodeurs.
- la position absolue du robot sera mise-à-jour.

Chapitre 3 Présentation du robot

- la vitesse angulaire et la vitesse d'avance du robot seront calculées, à partir de l'emplacement de l'objet que nous voulons suivre.
- on change la position de l'objet.
- les nouvelles vitesses pour chaque roue seront calculées.
- les nouvelles vitesses pour chaque roue seront fournies comme consigne à deux régulateurs PID assurant la commande des moteurs.
- Le reste du temps sera réservé à la communication par l'UART (nouvelles Consignes, transmission de la position actuelle, faire l'action (suivi l'objet)).

3.3.2 La carte de puissance

La carte de puissance est le deuxième élément important dans le circuit, c'est la partie qui lie la carte commande aux deux moteurs du robot. (Figure 3.8)

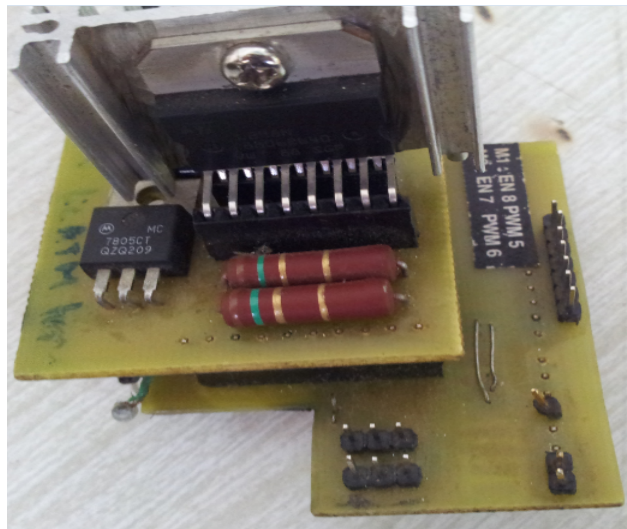


Figure3.8. la carte de puissance.

a. La carte de puissance à base de L298

Dans notre cas, on a utilisé des moteurs à courant continu dont la vitesse de rotation (donc la vitesse du robot) est proportionnelle à la tension d'alimentation, il va donc falloir être capable de produire une tension variable et commandée. Pour cela il existe un montage appelé montage pont en H (H- BRIDGE en English), ce montage est constitué de 4 transistors montés en H. (Figure 3.9)

Chapitre 3 Présentation du robot

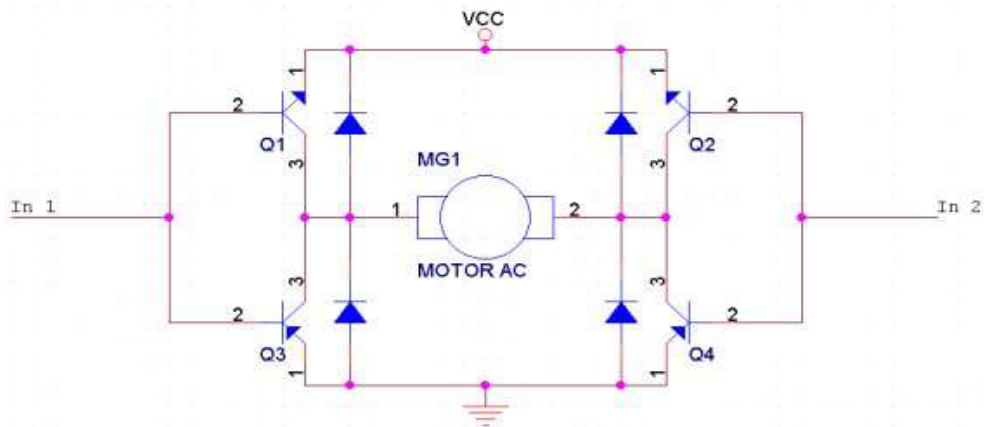


Figure3.9.schéma bloc de pont H.

b. Les caractéristiques du L298 sont les suivantes

- Intensité maximale : 2A par pont.
- Alimentation de puissance de 5.5V à 50V.
- Type de boîtier : Multiwatt15.
- Dissipation puissance total : 25w.
- Trois entrées par pont : In1, In2 et ENABLE.

c. utilisation avec les deux moteurs

La carte de puissance est constituée de deux ponts en H et d'une partie d'alimentation, le L298 fonctionne avec une tension d'alimentation logique (VCC) de 5V, et avec une tension d'alimentation du moteur de 12V.(Figure3.10)

Chapitre 3 Présentation du robot

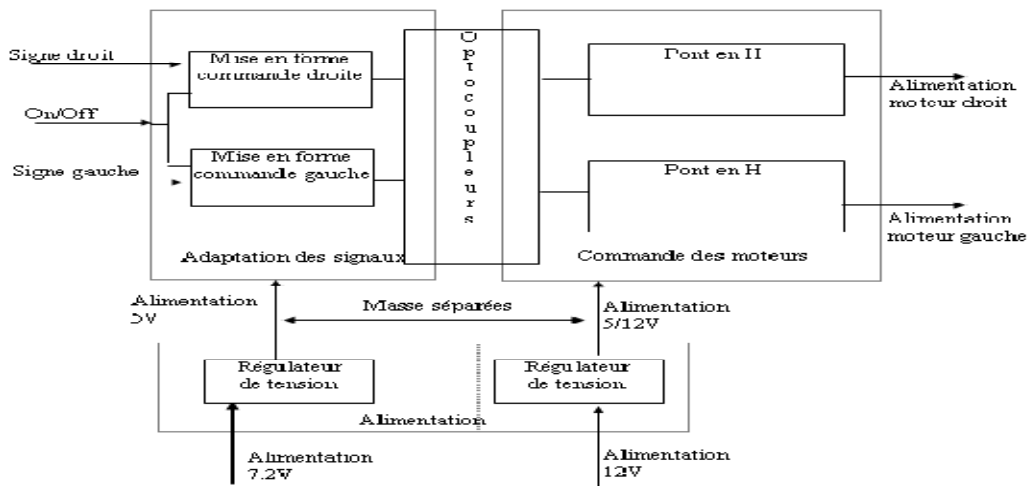


Figure 3.10. schéma principale de la carte de puissance.

d. principe de fonctionnement

Le moteur à besoin de tourner dans les deux sens de rotation, on utilise alors un dispositif nommé pont en H.

Le pont H est une structure électronique servant à contrôler la polarité aux bornes d'un dipôle, il est composé de quatre éléments de commutation généralement disposés schématiquement en une forme de H d'où le nom. (Figure 3.11)

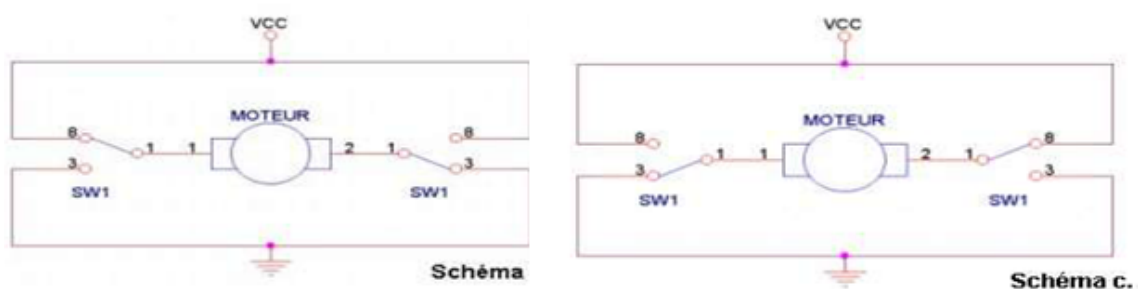


Figure 3.b. la 1^{er} sens de rotation. Figure 3.c. le deuxième sens de rotation.

Chapitre 3 Présentation du robot

L'explication de fonctionnement sur le (tableau 3.1)

Avec

- **X** indique que le transistor est mis en pause.
- **✓** indique que le transistor est mis en marche.

État des commutateurs				Résultat à la charge
S1	S2	S3	S4	
X				Aucune tension aux bornes de la charge.
✓		X	✓	Courant positif à travers la charge. (schéma b)
X		✓	X	Courant négatif à travers la charge. (schéma c)
✓		X		Charge court-circuitée.
X		✓		

Tableau3.1. la circulation du courant dans le pont H.

Remarque: Le pont en H permet d'effectuer un freinage magnétique s'il est capable d'en dissiper la puissance générée. Cette opération s'effectue en actionnant soit les deux commutateurs supérieurs ou inférieurs en même temps, ce qui court-circuite.

Le tableau ci dessus illustre la circulation du courant. (Tableau3.1)

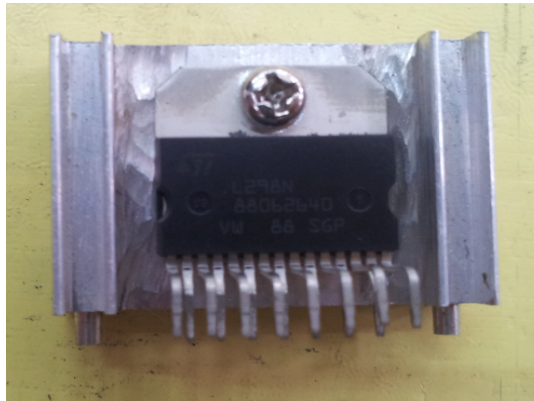


Figure3.11. le circuit L 289 (pont H).

3.3.3 Le moteur a CC(EMG30)

L'EMG30 (**moto réducteur**) est un moteur à courant continue de 12v totalement équipé avec encodeur et une boîte à engrenages à réduction

Il est idéal pour les applications robotiques, fournissent un retour d'informations et une commande efficaces a l'utilisateur. (Figure 3.12)

Il comprend également un condensateur de suppression de bruit. [5]



Figure 3.12. Moteur à CC (EMG 30)

Chapitre 3 Présentation du robot

- Tension : 12v.
- Démultiplication : 30 ,1.
- Couple nominale : 1,5Kg/cm.
- Vitesse : 170tr/mn (216 à vide).
- Courant : 530mA (150 à vide).
- Courant de décrochage : 2,5A.
- Puissance nominale : 4,22w.
- Nombres d'encodeurs par tour : 360 impulsions.
- Dimensions : $\Phi 28, 5 \times 86,6$ mm (axe de 10mm inclus).

3.3.4 L'alimentation

L'alimentation de notre robot ce fait de manière suivante:

L'alimentation de l'arduino se fait via la carte de puissance (Vin), est l'alimentation de la carte de puissance sera fournie par une batterie de 12 v.

Alors que les deux moteurs sont alimentés avec une tension de 12 volts maximum, cette tension et délivrée à partir de la carte de puissance. (Figure3.13)



Figure3.13. La batterie de 12 volts.

Chapitre 3 Présentation du robot

3.3.4 Les capteurs de proximité

a. capteur ultrason

Dans notre travail on va utiliser le capteur ultrason « HC-SR04 », le rôle de ce capteur est d'aider le robot à éviter les obstacles, quand le robot va commencer à suivre l'objet désiré, le fait que le robot détecte un obstacle en face automatiquement le capteur de couleur et le robot sont mis en pause, jusqu'à ce que cet obstacle disparaît. (Figure3.14)



Figure3.14. le module ultrason HS-SR04.

Il faut envoyer une impulsion niveau haut (à + 5v) pendant au moins 10 μ s sur la broche 'TrigInput' cela déclenche la mesure. En retour la sortie 'Output' ou 'Echo', va fournir une impulsion + 5v dont la durée est proportionnelle à la distance si le module détecte un objet. Afin de pouvoir calculer la distance en cm, on utilisera la formule suivante;

$$\text{Distance} = (\text{durée de l'impulsion (en } \mu\text{s)}) / 58$$

Voici une représentation graphique de la séquence de fonctionnement du module :

Chapitre 3 Présentation du robot

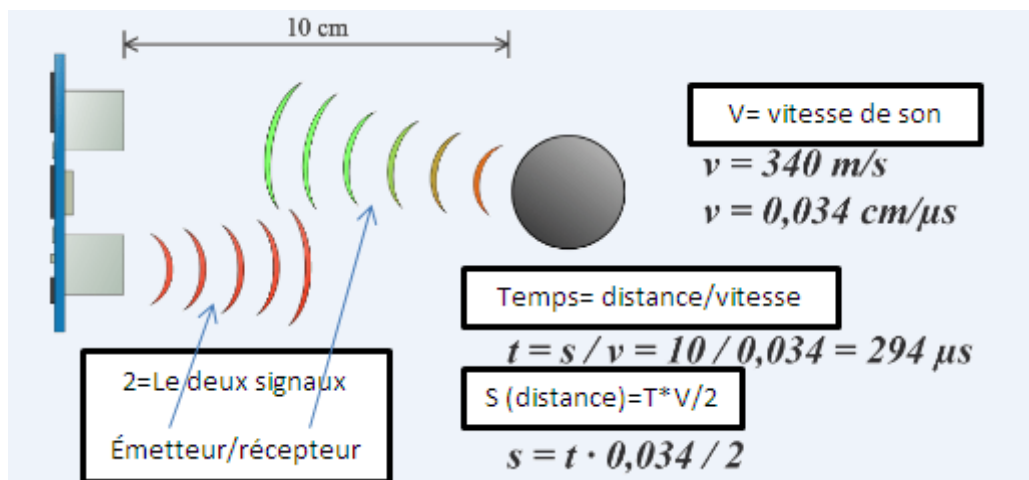
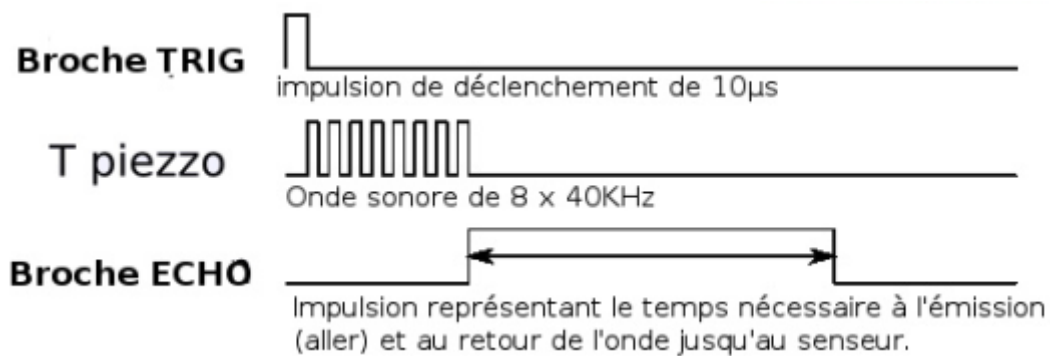


Figure 3.15. diagramme temporel de hcs04.

3.3.5 Le servomoteur

Le rôle du servomoteur dans notre robot est de ramasser l'objet coloré, on va placer au-devant du robot, et on rajoute un bras qui contient des aimants pour réaliser cette action (ramassage). Ce servomoteur à roulement à billes se caractérise par un couple très élevé, livré avec palonniers, visserie et connecteur JR. (Figure 3.17)

Leurs principales spécifications

Alimentation: 4,8 à 6 Vcc.

Course: $2 \times 70^\circ$.

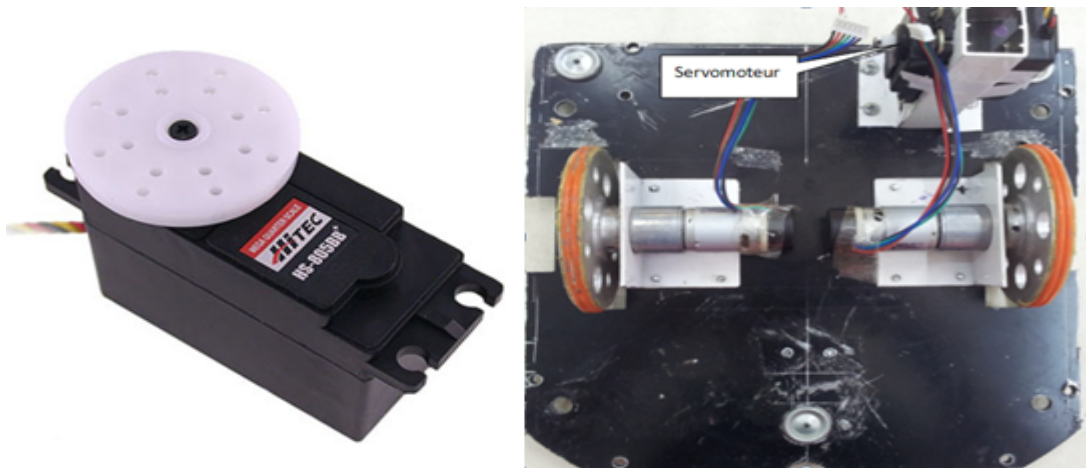
Couple: 24 kg.cm.

Vitesse: 0,14 s/ 60° .

Dimensions: 66 x 30 x 57 mm.

Poids: 152 gramme.

Chapitre 3 Présentation du robot

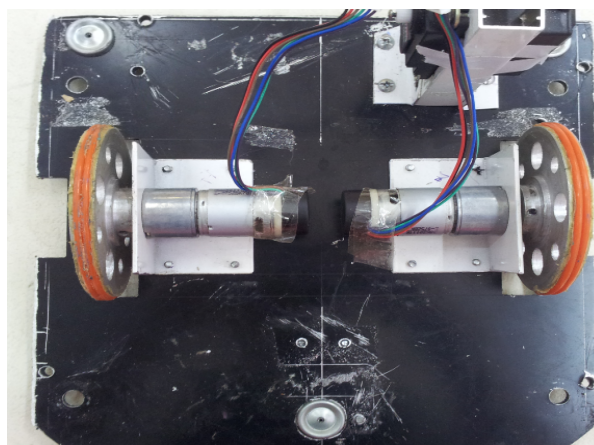


*Figure3.16.*l'emplacement du servomoteur sur la plate-forme.

3.4 Partie mécanique du robot

3.4.1 La conception mécanique de la plateforme mobile

Il est nécessaire que la mécanique soit réalisée avec le plus de précision possible, la règle principale dans la construction d'un robot est de bien concevoir sa mécanique car la précision des tâches accomplir et le déplacement de ce dernier dépendent de la précision de sa structure mécanique, pour cela il vaut mieux que la répartition du poids sur les différents points d'appui est bien précise. Alors on va essayer de réaliser une structure Mécanique relativement simple et efficace. (Figure3.18)



*Figure3.17.*Structure mécanique de la plateforme.

Chapitre 3 Présentation du robot

a. Structure mécanique de la plateforme mobile

L'objectif est d'obtenir un petit robot mobile qui soit stable mécaniquement, sa forme est rectangulaire, ses façades ainsi que ses étages sont en aluminium (Figure 3.17), cette matière a l'avantage de prendre différentes formes, rigide et facile à percer.

Pour obtenir un bon déplacement, cinq appuis ont été réalisés, deux roues solidaires aux arbres des moteurs au milieu du robot et un appui «libre» à l'avant du robot assuré par une roue bille, et deux autres roues bille à l'arrière du robot. (Figure 3.18)

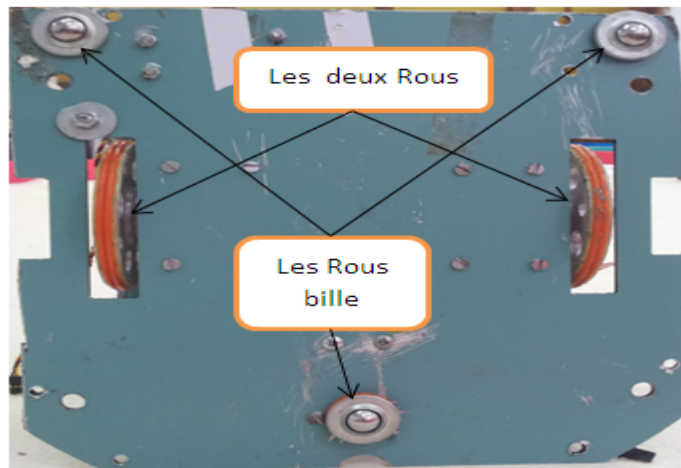
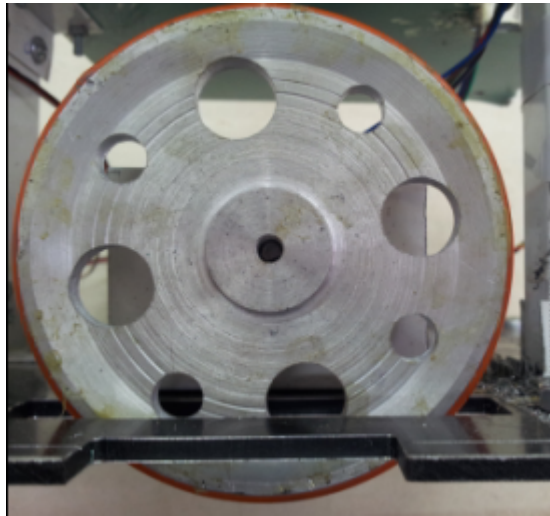


Figure 3.18. l'emplacement des Roues à la plateforme.

b. les roues

La matière des roues est l'aluminium, pour éviter le dérapage du robot on va couvrir les roues par une couche de plastique. (Figure 3.20)



*figure3.19.*les roues.

c. Le bouton poussoir

Il permet de mettre ou arrêter le robot. (Figure 3.21).



*Figure3.20.*bouton poussoir.

Chapitre 3 Présentation du robot

d. l'emplacement des roues avec la plateforme.

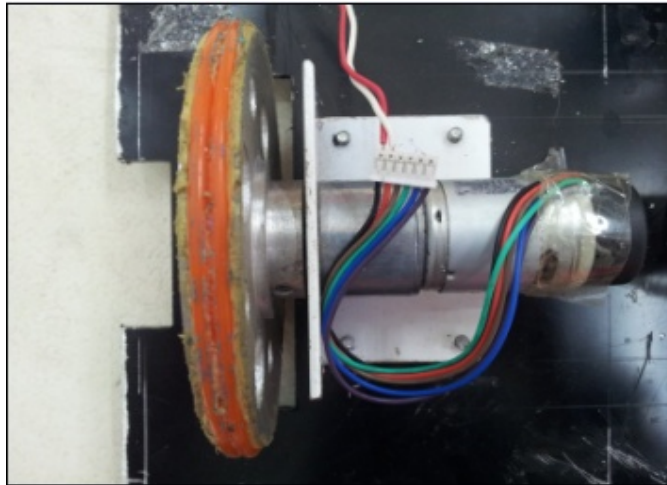


Figure3.21. les roues avec la plateforme.

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté l'essentiel de la partie matérielle du robot, à savoir les parties électronique et mécanique.

Chapitre 4 la réalisation pratique

4.1 Introduction

Après avoir étudié théoriquement les organes de notre robot, on peut maintenant passer à l'implémentation et la réalisation de notre travail.

Comme nous dit dans le chapitre 1, alors notre robot est à base d'une plateforme de type uni cycle

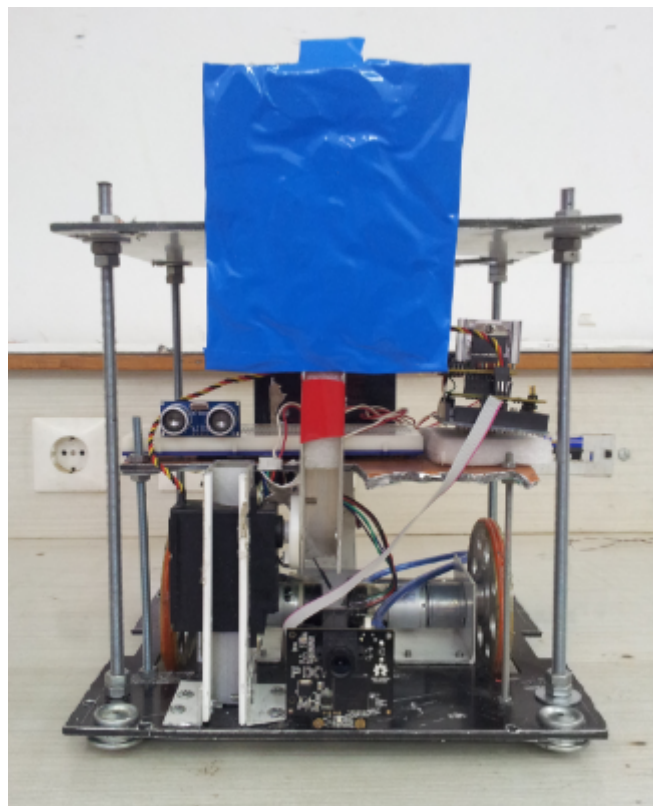


Figure4.1. aperçu finale de notre robot.

Chapitre 4 la réalisation pratique

4.2 Partie programmation

D'une manière général et particulièrement lorsqu'il s'agit d'un system embarqué le langage le plus performant est le C/C++. L'environnement de programmation l'arduino IDE il est à base de C++, alors on va programmer notre robot à l'aide de ce environnement (l'arduino IDE).

4.2.1 Outils de programmation de la cmucam5

Pixy peut trouver littéralement des centaines d'objets à la fois. Il utilise un algorithme de composants connectés pour déterminer un objet et leur extrémité. Pixy compile ensuite les tailles et les emplacements de chaque objet et les signales à travers l'une de ses interfaces (par exemple SPI).

4.2.2 Implémentations de cmucam5 avec le PC

on peut la configurer notre caméra avec le PC à l'aide d'un logiciel « Pixy Mon », définissez le portsortie et de gérer les signatures de couleur, « Pixy Mon » communique avec la caméra sur un câble mini-USB standard, il est idéal pour le débogage de votre application on doit brancher un câble USB à l'arrière de cmucam5 et exécuter « PixyMon » puis voir ce que la cmucam5 voit, puis de faire l'apprentissage et l'identification des objets. (Figure4.2).

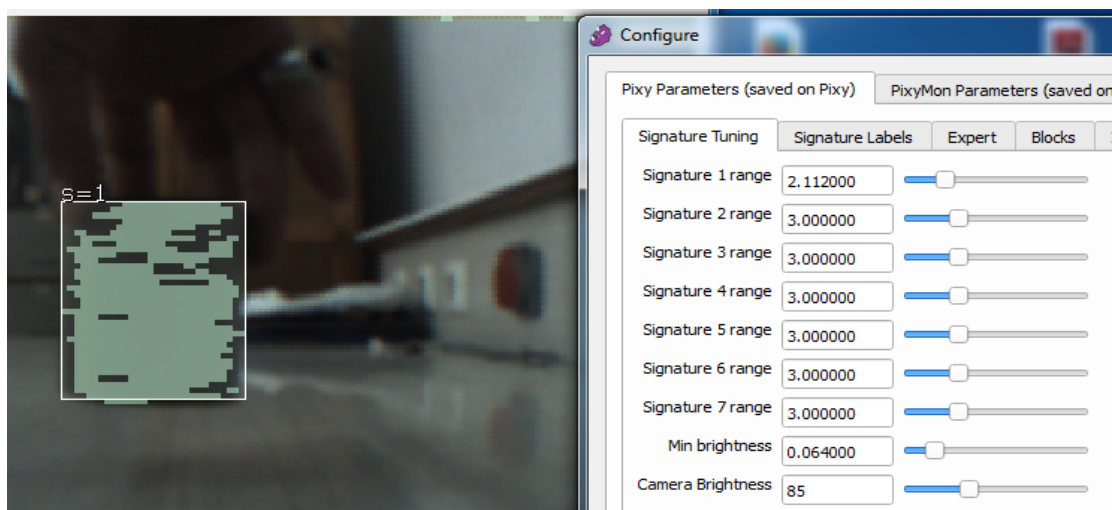


Figure4.2.L'emplacement du cmucam5 avec le PC.

Chapitre 4 la réalisation pratique

a. L'organigramme de la cmucam5 avec le PC

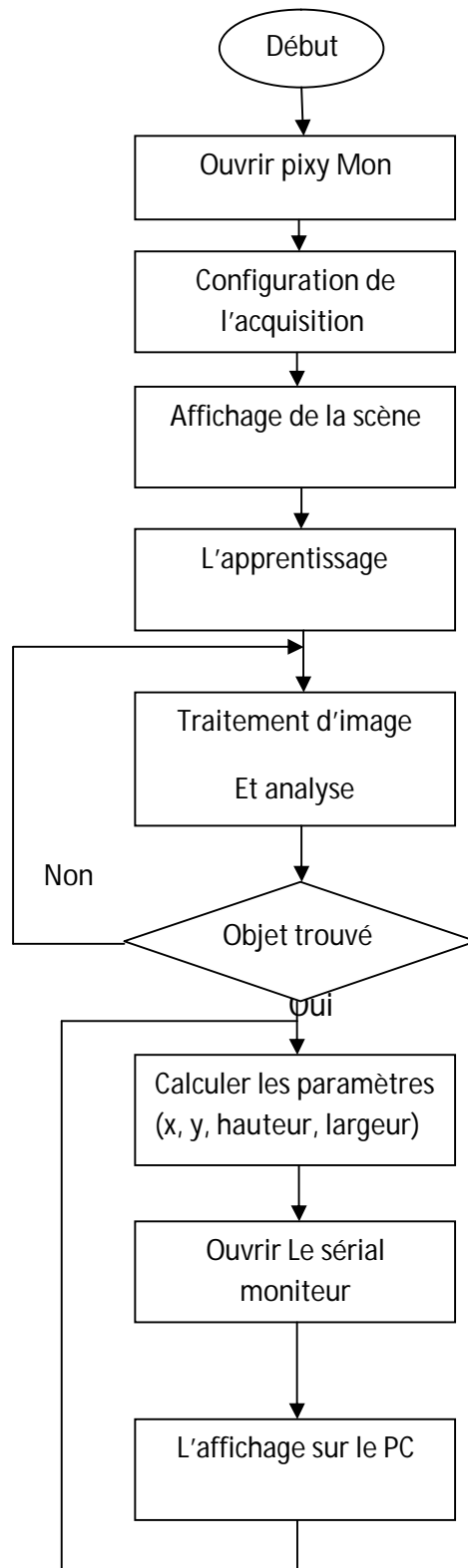


Figure4.3. l'organigramme de la tâche du cmucam5 avec le PC.

Chapitre 4 la réalisation pratique

b. Applicationsur le pixy Mon

Avec cet organigramme on peut de faire quelques expériences pour bien comprendre le rôle de la caméra et leur principe de fonctionnement.



Figure4.4. l'application sur pixy Mon.

c. L'affichage sur le sériel moniteur

En utilise ces instructions pour calculer et afficher les paramètres de l'objet (X, Y, largeur, hauteur).

```
« pixy.blocks[j].x=; »
```

```
« print (buf, "%d , pixy.blocks[j].x);»
```

Avec: X= représente le centre de gravité de l'objet sur l'axe horizontal par rapport l'image. (X varie entre 0 et 320).

Y= représente le centre de gravité de l'objet sur l'axe vertical par rapport l'image.

Chapitre 4 la réalisation pratique

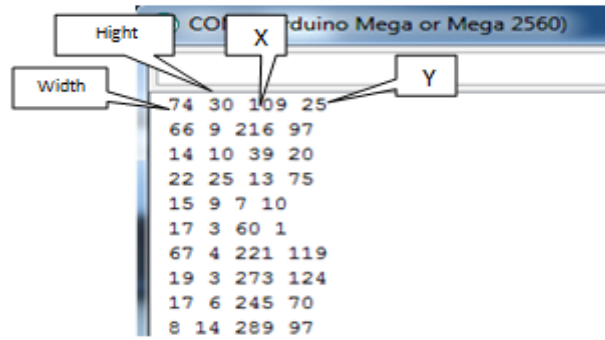


Figure4.5. l'affichage sur le sériel moniteur.

4.2.3 Implémentations de la cmucam5 avec le robot

a. L'emplacement du cmucam5 avec l'arduino.

L'emplacement de cette caméra avec notre robot ce fait a l'aide d'un microcontrôleur, ce microcontrôleur est permet de faire la communication entre la caméra cmucam5 et le robot, il permet de recevoir l'information qui vu par la caméra et de donne l'ordre pour que le robot faire des actions déjà sélectionné, pour assurer le bon fonctionnement (l'identification et le ramassage). (Figure4.6)

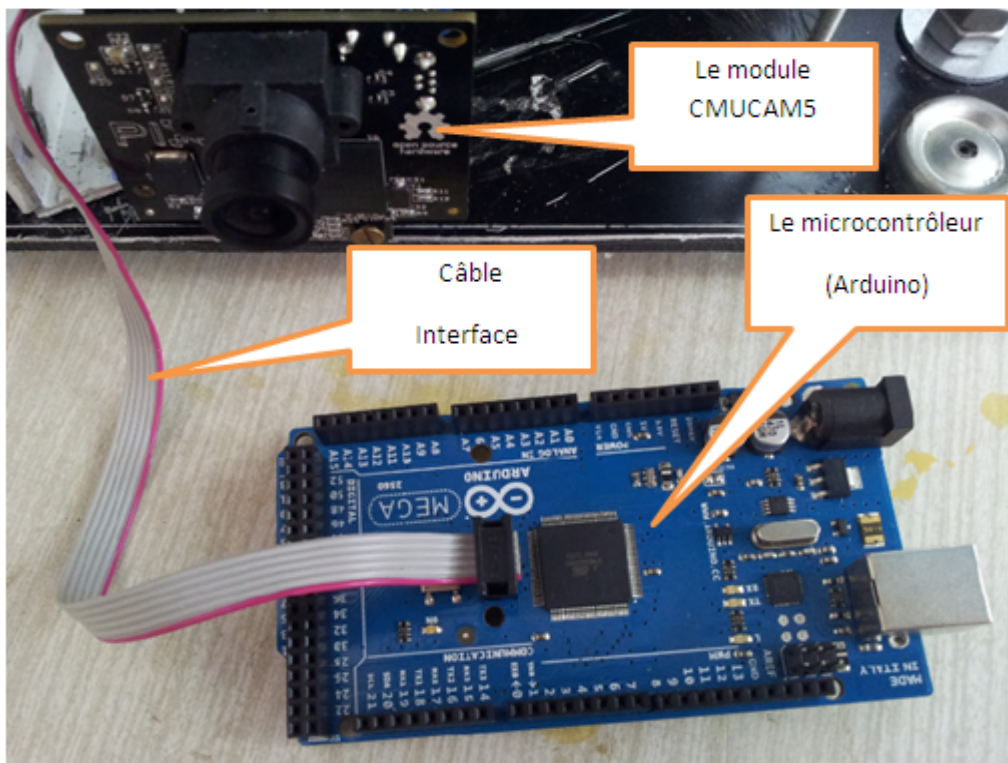


Figure4.6.L'emplacement de la cmucam5 avec l'arduino.

Chapitre 4 la réalisation pratique

4.3 Structure de tâche du robot

Dans ce travail on va particulier trois étapes qui sont nécessaires à l'atteinte de ces objectifs.

1. Reconnaître les objets dans les images
(Traitement des images (première partie))
2. Calculer la position des objets par rapport au robot

Étalonnage géométrique de la caméra et du système (deuxième partie), ces deux blocs s'ajouteront quelques considérations sur la robotique et l'intelligence artificielle.

3. ramasser l'objet coloré.(à l'aide d'un bras manipulateur).

- *L'objet coloré*

le matière de l'objet est le bois. en va placer au-dessus de l'objet des plaques de fer, parceque le bras contient des aimants .



Figure4.7. L'objetcoloré (vert).

- *Le bras*

Pour ramasser l'objet désiré il faut gérer un champ magnétique à l'aide des aimants, Ces aimants a été placer au-devant de bras, la figure suivant illustrer l'emplacement des aimants sur le bras. (Figure 4.8)

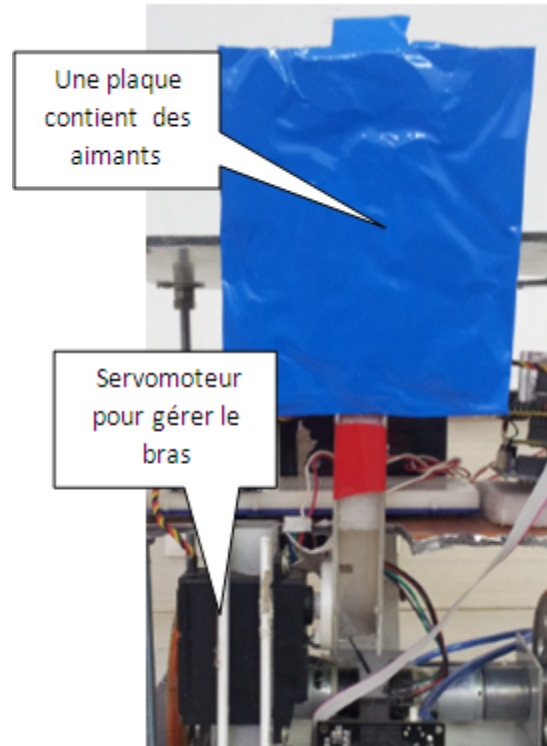


Figure 4.8. L'emplacement des aimants dans le bras.

4.3.1 Plan de travail

Pour réussir Notre travail nous allons programmer notre robot pour suivre un objet coloré (en vert), puis faire le ramassage. Alors en voici les étapes suivantes;

- Faire l'apprentissage (identification des objets).
- Alimenter notre robot.
- Le robot va commencer à rechercher des objets à l'aide de la cmucam5.
- Si il y a un objet (vert) en face du robot.
- Le robot va suivre l'objet (vert).
- En change la position de l'objet(vert).
- Le cmucam5 va calculer les nouveaux paramètres de l'objet(x, y, hauteur, largeur).
- Renvoyer les nouveaux paramètres à l'arduino.
- L'arduino va gérer le robot à la nouvelle position de l'objet(vert).
- Le robot doit suivre l'objet, et s'arrêter à une certaine distance.
- Ensuite en va descendre le bras et ramasser l'objet (vert).
- Le robot relever le bras lentement.
- Puis le robot refaire la même chose (nouvelle recherche).

Chapitre 4 la réalisation pratique

4.3.2 L'implémentation sur le terrain

Généralement dans notre projet on a trois cas (en divise l'angle de vue de la cmucam5 en trois surface par rapporte l'axe des x (horizontal)): droit, milieu, gauche).

- L'objet à droit du robot.
- L'objet est en face au robot.
- L'objet à gauche du robot.

Dans les figures suivantes en va illustrer les étapes essentielles pour que le robot doive ramasser l'objet désiré. On va appliquer cette expérience aux trois catégories. (Figure4.9)

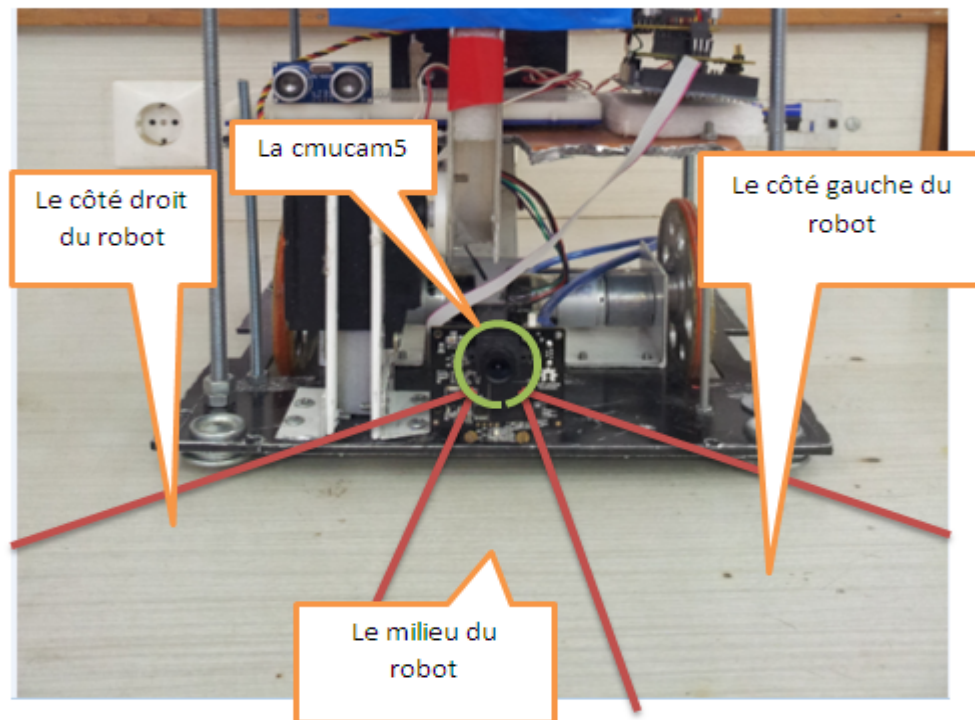


Figure 4.9. L'angle de vue de la cmucam5.

Chapitre 4 la réalisation pratique

a. L'objet a droit du robot

- La cmucam5 est calculer les paramètres de l'objet.

Avec $(160 < X \leq 320)$.

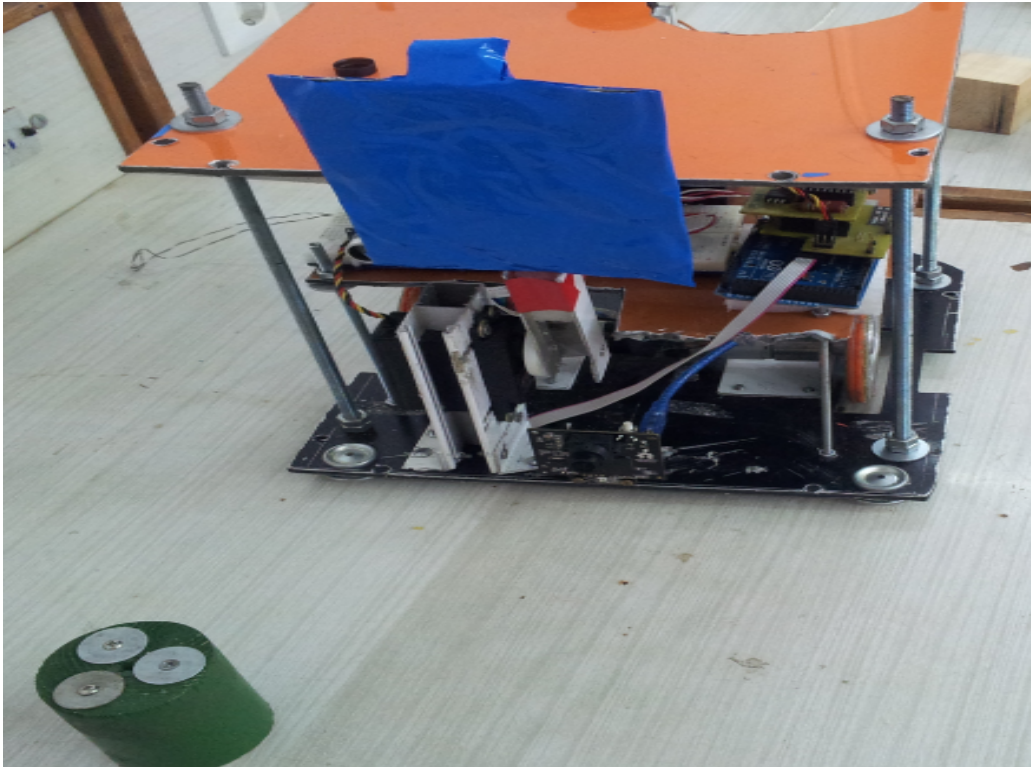


Figure 4.10. L'objet a droit du robot.

- Le robot tourne a droit (tourner la roue gauche vers l'avant, la droit mis en repos). (Figure 4.11)

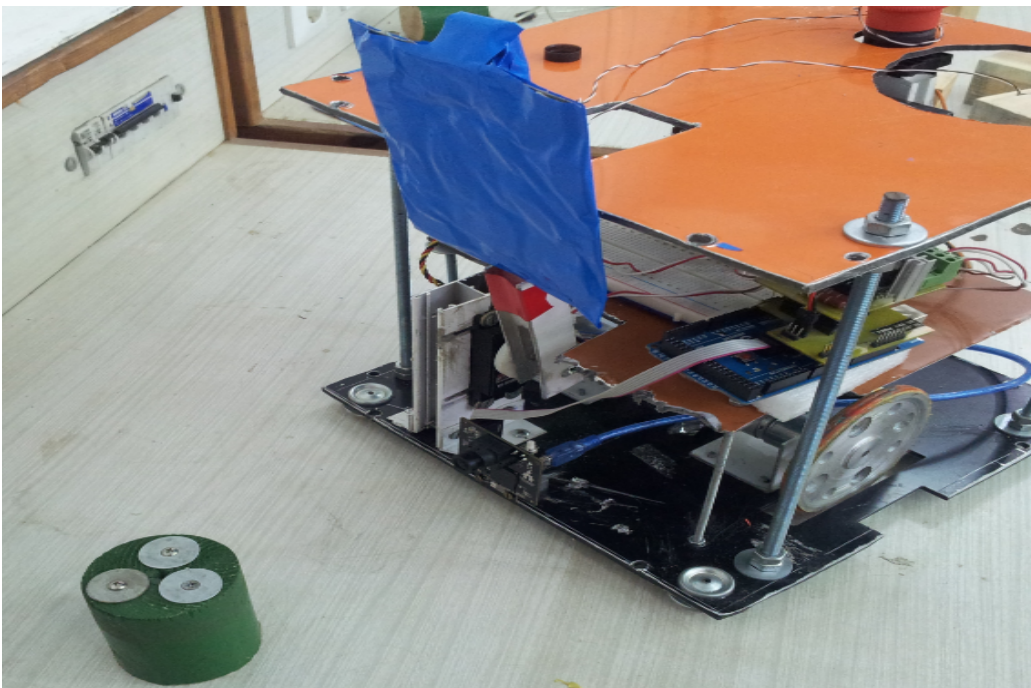


Figure 4.11. Le robot tourne à droit.

Chapitre 4 la réalisation pratique

- Descende le bras du robot vers le bas. (Figure4.12)

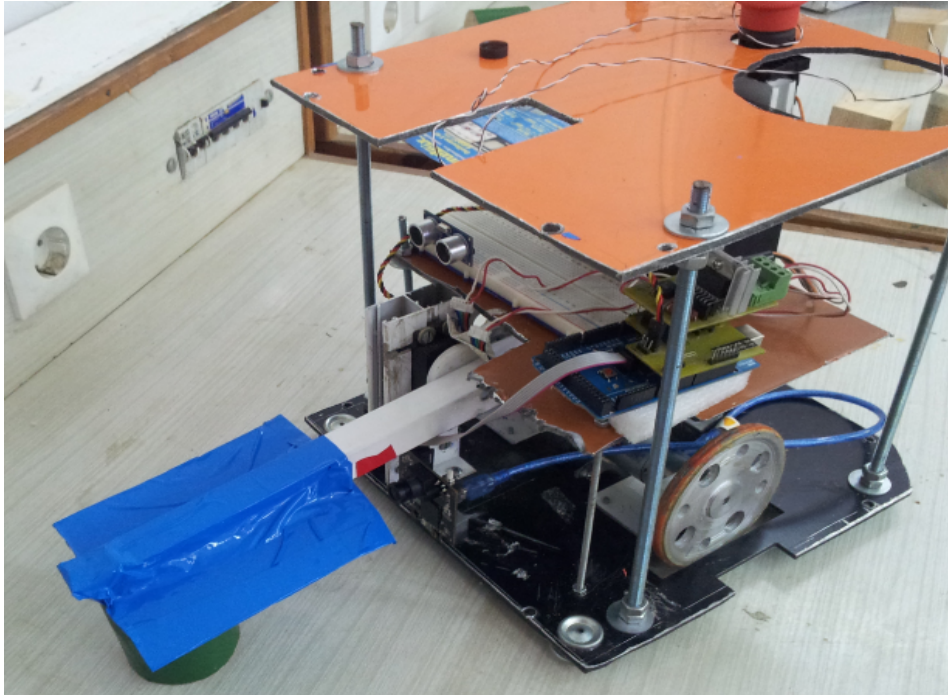


Figure 4.12. Côté droit, descende le bras.

- Le robot relever le bras. (Figure4.13)



*Figure 4.13.*côté droit, relevé le bras.

Chapitre 4 la réalisation pratique

- Le robot resté en marche et en train de rechercher a un autre objet, puis refaire la même chose.

b. L'objet est en face au robot

- La cmucam5 calculer les paramètres de l'objet.(Figure 4. 14)
- Avec $(110 < X < 160)$.

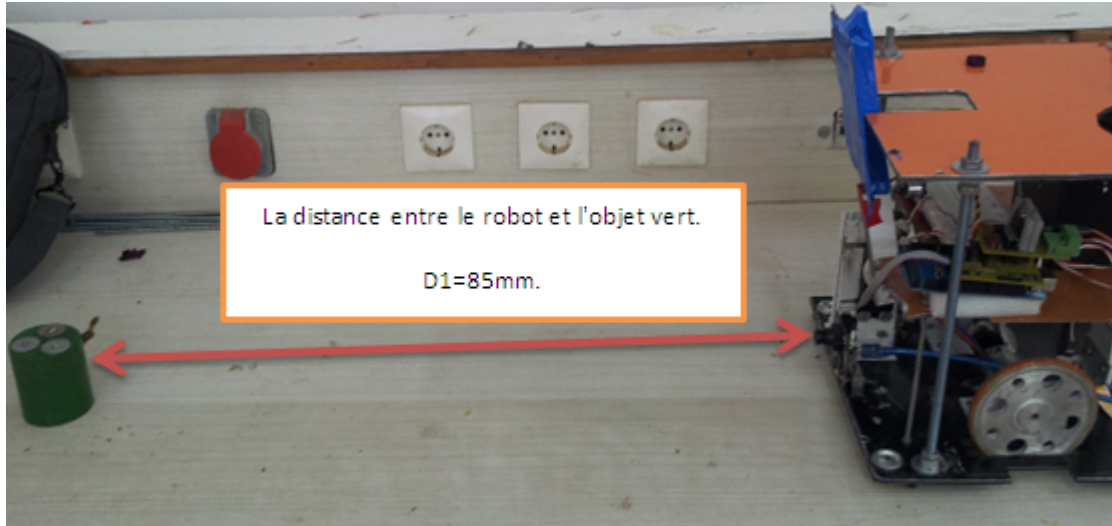


Figure 4.14. L'objet au milieu de la cmucam5.

- Le robot doit avancer à l'objet. (Figure 4. 15)

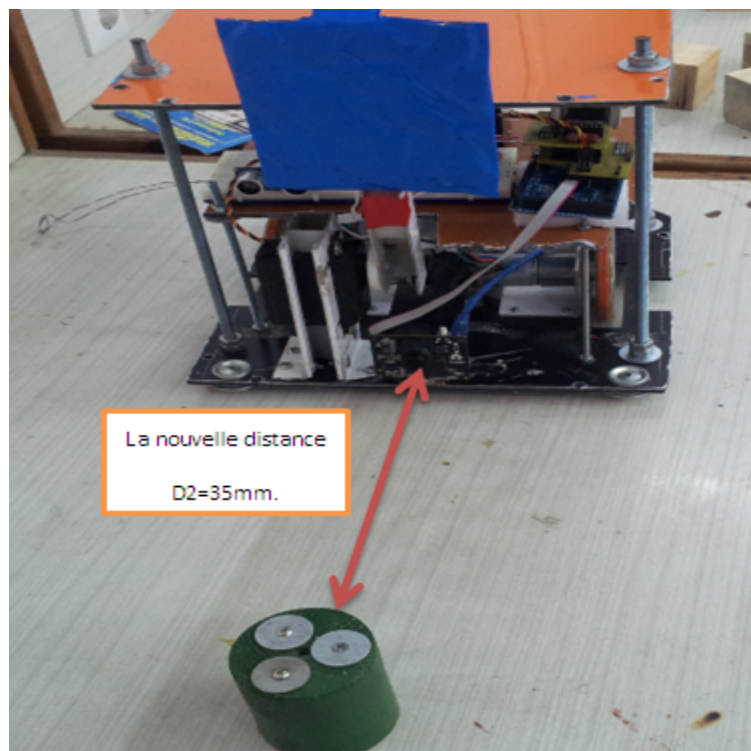


Figure 4.15. La nouvelle position du robot.

Chapitre 4 la réalisation pratique

- Le robot va descendre, puis de relever le bras pour ramasser l'objet. (Figure 4.16)

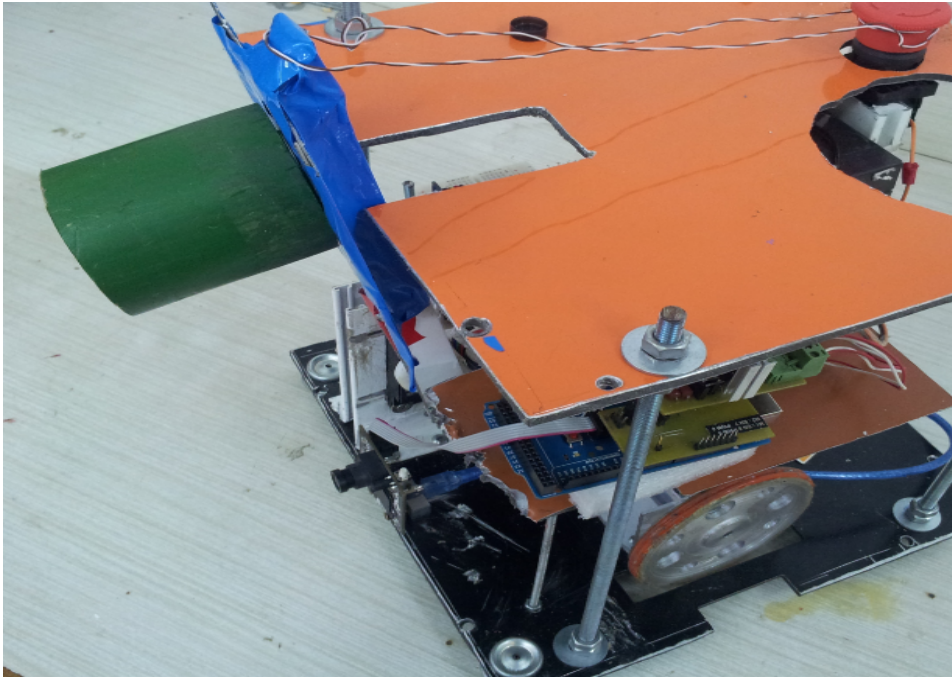


Figure4.16. le robot ramassé l'objet (au milieu).

- Après sa le robot va refaire la même tache (rechercher a un objet (vert), calculer les nouveaux paramètres de l'objet (vert). puis en va aller à la nouvelle position. Puis le ramasser.

c. L'objet à gauche du robot

Le robot va faire La même chose avec c qu'on a déjà faite sur le côté droit, sauf que la rotation vers le gauche. (Figure4.17)

Avec ($0 < X \leq 110$).

Chapitre 4 la réalisation pratique

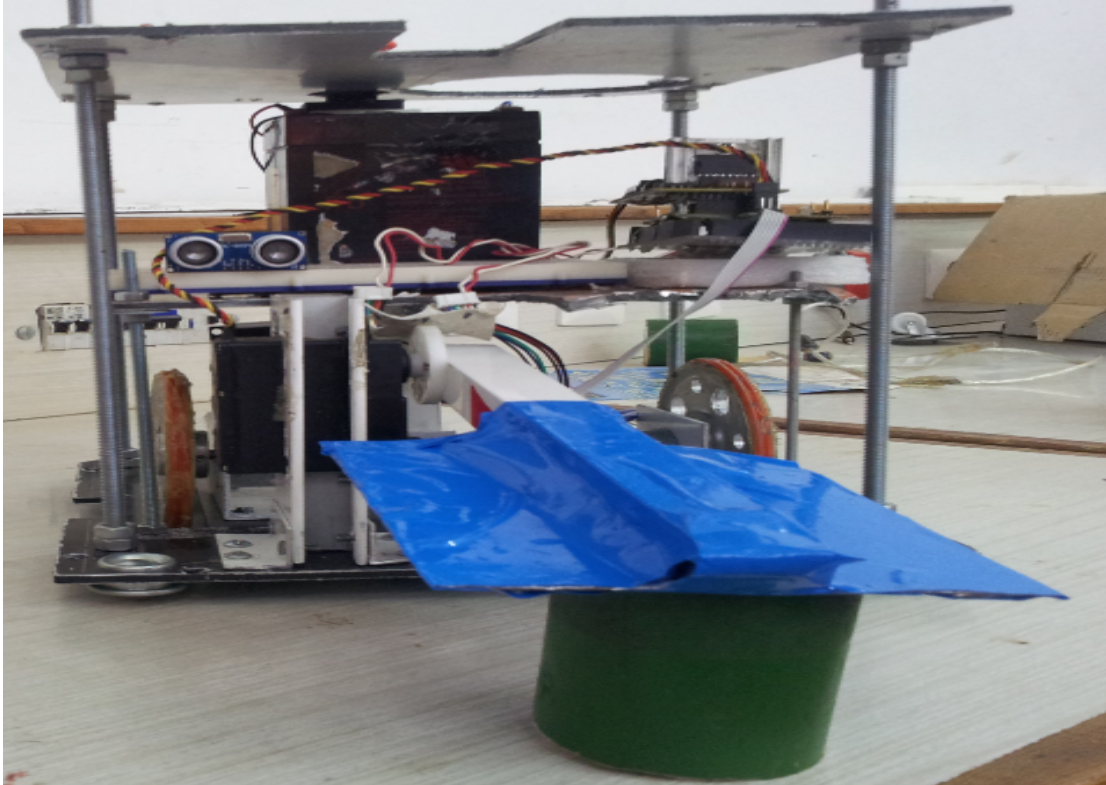


Figure 4.17. L'objet à gauche du robot.

- Le robot va descendre, puis de relever le bras pour ramasser l'objet désiré. (Figure 4.18)

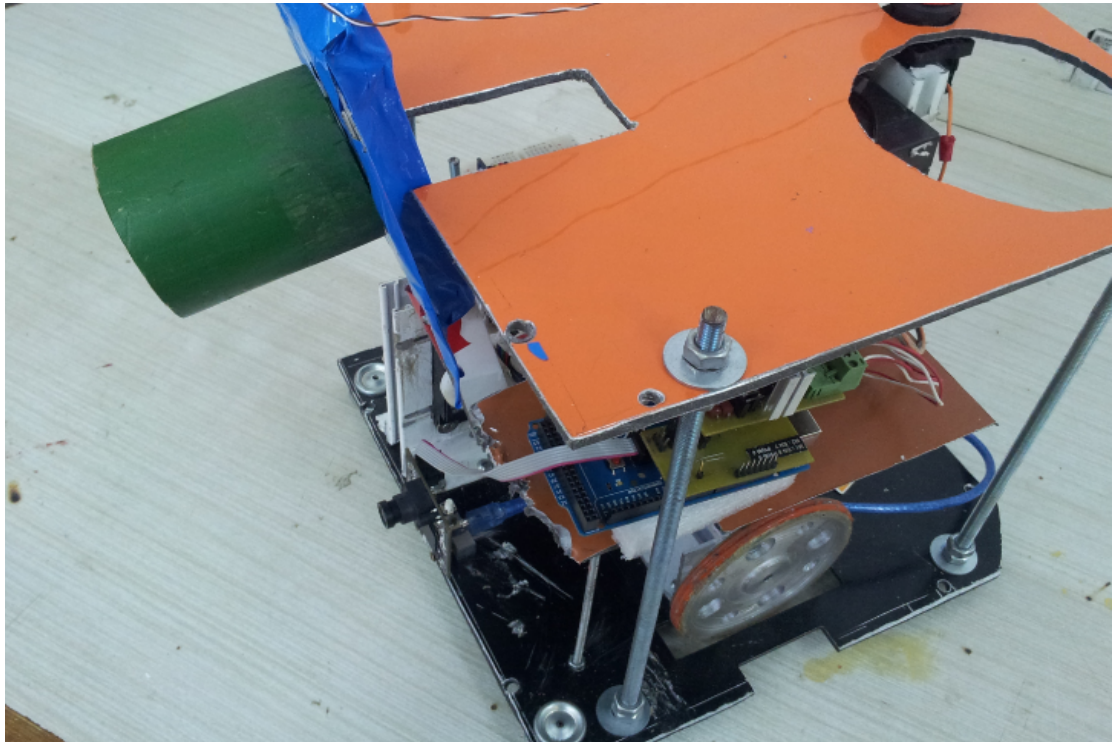
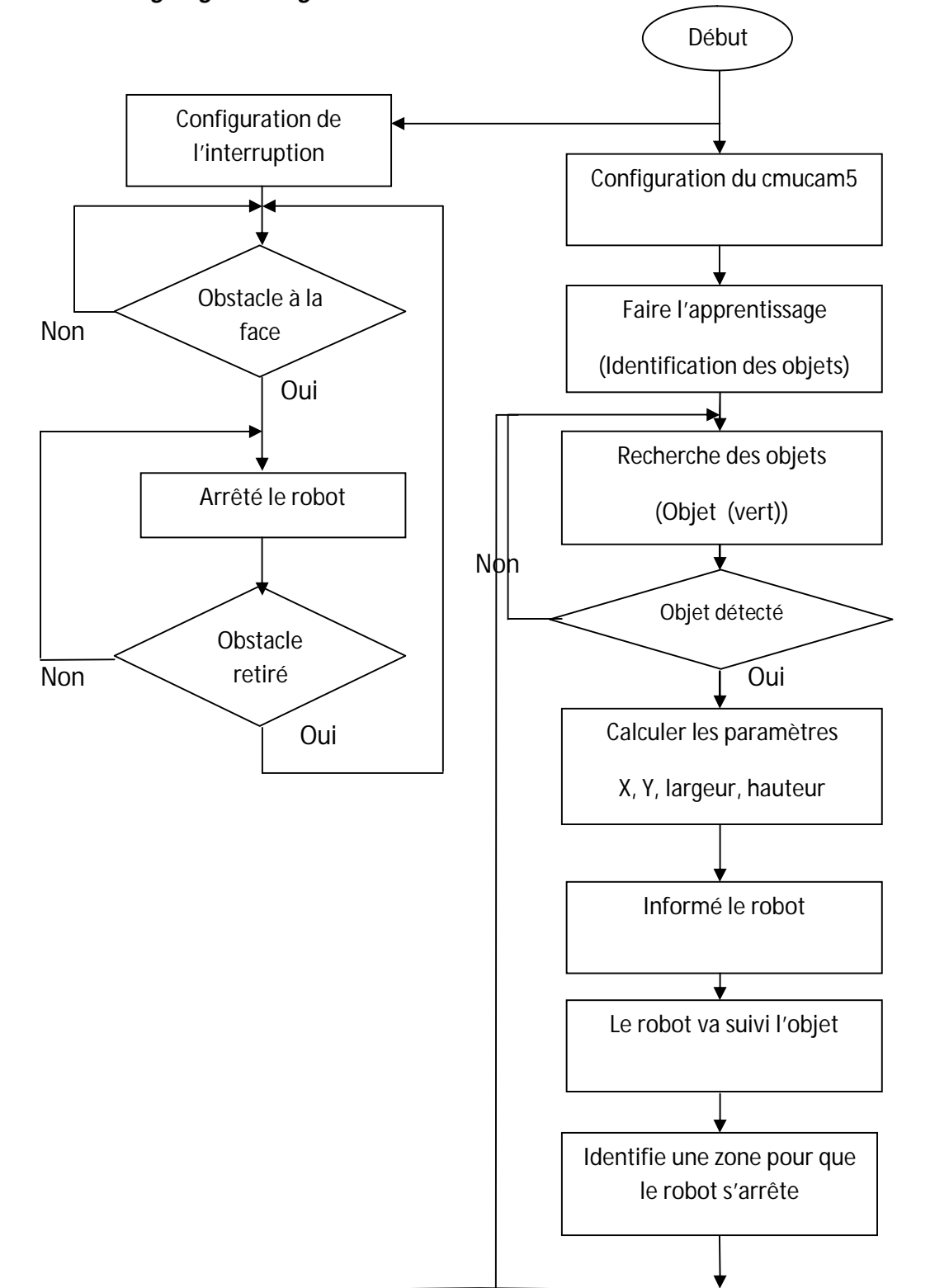


Figure 4.18. Le robot ramassé l'objet (côté gauche).

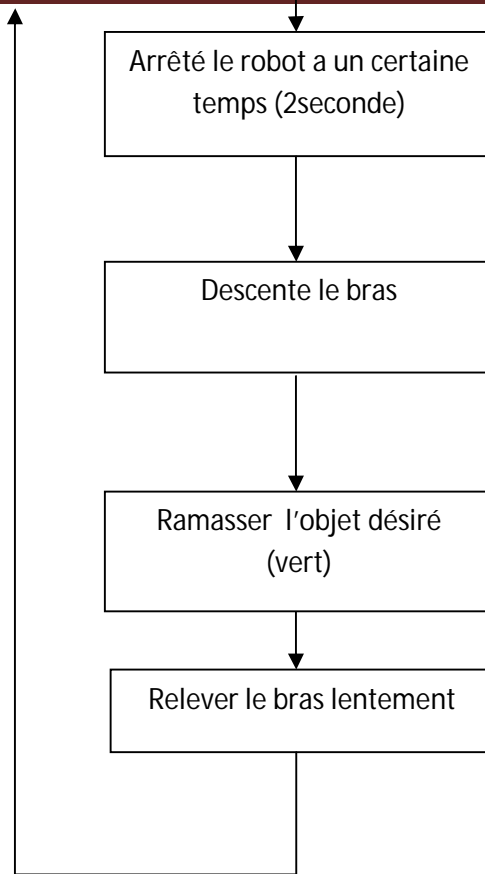
Chapitre 4 la réalisation pratique

- Après sa le robot va refaire la même tâche (rechercher a un objet (vert), calculer les nouveaux paramètres de l'objet (vert). puis en va aller à la nouvelle position. Puis le ramasser.

d. l'organigramme global de notre robot



Chapitre 4 la réalisation pratique



*Figure 4.19.*L'organigrammeglobal de la tâche du robot sur le terrain.

4.4 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté l'implémentationpratique du notre robot sur le terrain (suivi des objets, ramassé, puis la déplaces ces objets).

Bibliographie

[1] : Définition sur le site de l'ATILF, www.atilf.fr. ressources-grand public.

[2]: " http://www.optiqueingenieur.org/fr/cours/OPI_fr_M05_C06/co/Contenu_18.html ".

[3]: Cours Arduino PDF sur ce site " <http://oli.lab.perso.sfr.fr/cours%20Arduino.pdf> "

Oli_Lab: Association loi 1901 créée le 4 février 2010 SIRET: 521 332 056 00014

[4]: <http://www.lextronic.fr/P30095-module-de-reconnaissance-video-pixy.html>

[5]: <http://www.generationrobots.com/fr/401980-capteur-camera-pixy-cmucam5.html>

[6]: " <http://www.conrad.fr/ce/fr/product/1364834/>.html " "

Mémoire master

« « Implémentation d'un contrôleur PI pour la commande du déplacement d'un robot mobile » »

Option automatique session 2011