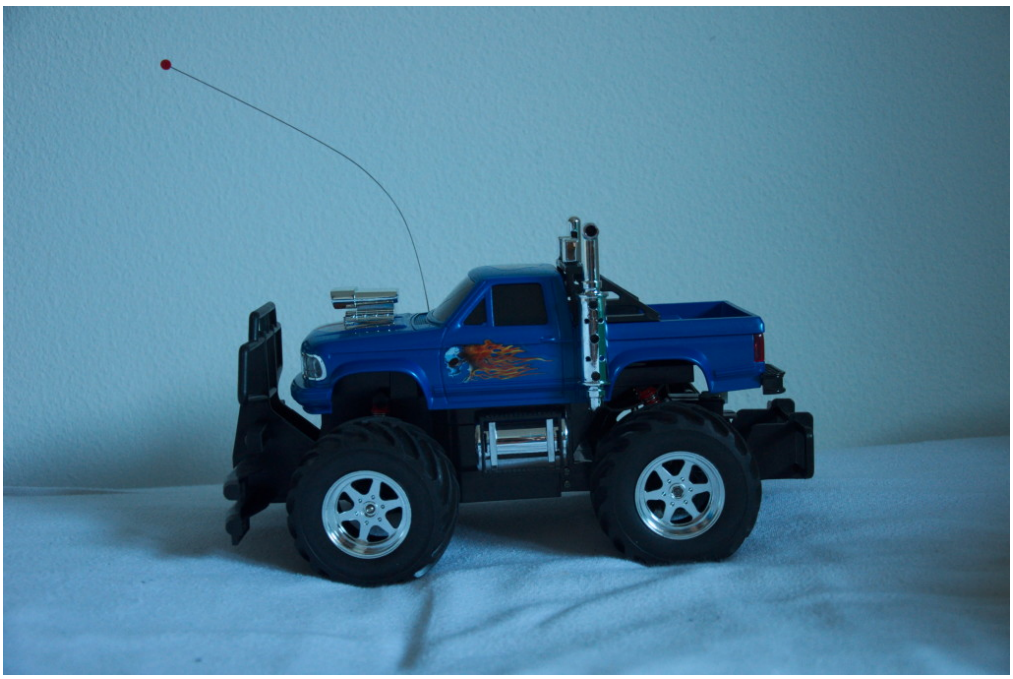
UGV

(Unmanned Ground Vehicle)

Sven Borden — Travail de maturité

Eric Brunner — Gymnase de Morges

20 juillet 2013



Avant-propos

Ce dossier est le résultat de onze mois de recherches éffectuées dans le cadre du travail de maturité du gymnase de Morges. Ayant déjà quelques notions en informatique, nous nous sommes dirigés vers un domaine parallèle, la robotique. Le choix de ce sujet est issu de...

Remerciements

Ce projet n'aurait pu aboutir sans l'aide de nombreuses personnes. Voici l'occasion de les remercier : Mr. Denis Rochat et Mr. Phillipe Rochat pour leur disponibilité, leurs renseignements ainsi que les prêts matériels. Mr. Julien Dominski pour son aide précieuse dans le codage. Mr. Jean Rossier, Karl Kangur, Michaël Bolay et Mr. Marco Pagnamenta pour leur conseils techniques. Mr. Frederic Genevey ainsi que son site edurobot.ch pour avoir promouvu notre projet sur son site internet. Merci à Mr. Frédéric Chaberlot pour ses prêts matériels. Mme Pauline Pidoux pour nous avoir aidé lors de la rédaction de ce travail et nous tenions aussi à remercier Stefano Varricchio, du Laboratoire LIS pour ses informations très utiles.

Résumé

Parti dans l'idée de concevoir un objet déjà existant mais à moindre prix, nous avons choisi des technologies récemment sorties, ce qui fait que nous étions dans les premiers à évoluer dans ce millieu. Néanmoins, un support de devellopeur à toujours été là pour nous débloquer en cas de pépin. C'est entre autre grâce à eux que nous sommes parvenu a atteindre l'objectif souhaité. Les UGV sont des drones roulants qui sont principalement utilisés par les militaires ou la police. Ils permettent de remplir des missions qu'il serait difficile voire impossible à faire pour l'homme. Notre projet ne consiste pas à fabriquer un drone ayant un fusil permettant de "dégommer" tous ce qui bouge, mais de faire un drone de reconnaissance à moindre coûts. Les drones existant sont soit trop cher, soit peu performants. Par exemple le Beewi WiFi Camera Buggy BWZ200-A1, qui coûte septante-neuf francs est un bon jouet, mais dans notre travail de maturité, son autonomie est insuffisante (une dixaine de minute tout au plus) et sa portée ne dépasse guère les 25 mètres, ce qui rend la caméra inutile.

Table des matières

Table des figures

Liste des tableaux

Introduction

Le but de ce projet est de construire un véhicule roulant que l'on peut commander à distance. Plus qu'une simple voiture télécommandée, ce drone est capable d'être contrôlé sans avoir une vue directe sur celui-ci, car il possède des capteurs ainsi qu'une caméra. Ce types d'engins se nomment *UGV (Unmanned Ground Vehicle)* soit : véhicule roulant sans équipage. Surtout utilisés dans l'amée, les modèles qu'on peut trouver sur le marché sont très coûteux, ils varient entre trois cents et mille trois cents francs. Notre but est donc de pouvoir construire un appareil semblable pour moins de deux cent francs.

Chapitre 1

Hardware

1.1 Choix du hardware

POUR réaliser ce projet, nous avons dû faire des choix au niveau du hardware. Notre choix s'est porté sur deux système. Le premier, l'Arduino, est un microcontrolleur qui permet de contrôler presque ce qu'on veut grâce à un language de programation proche du C. Le second est le Raspberry Pi, qui est un ordinateur bon marché (trente-cinq francs) qui est récemment sorti sur les marchés.

1.1.1 Arduino

L'Arduino [5] est un microcontrôleur *Open Source*, ce qui veut dire que tout le monde peut non seulement avoir accès aux plans et aux codes, mais peut aussi les modifier. Ce microcontrolleur se programme avec un language proche du C.

Choix du type d'Arduino

Pour ce projet, nous avons choisi l'Arduino Uno (fig :1.1), c'est l'Arduino de base. En effet, Arduino possède de nombreux produits afin de subvenir aux différents besoin. Nous avons hésité à prendre l'Arduino Mega, mais les avantages qu'il offre ne sont pas très utiles pour notre projet. En effet, l'Arduino Mega est similaire à l'Arduino Uno , sauf qu'il est possède des ressources de calculs plus puissantes et il est aussi deux fois plus grand. Puisque nous n'avons pas besoin d'une grande pusisance de calcul, nous avons choisi l'Arduino Uno. L'Arduino Uno est un microcontrolleur qui ressemble à ceci.

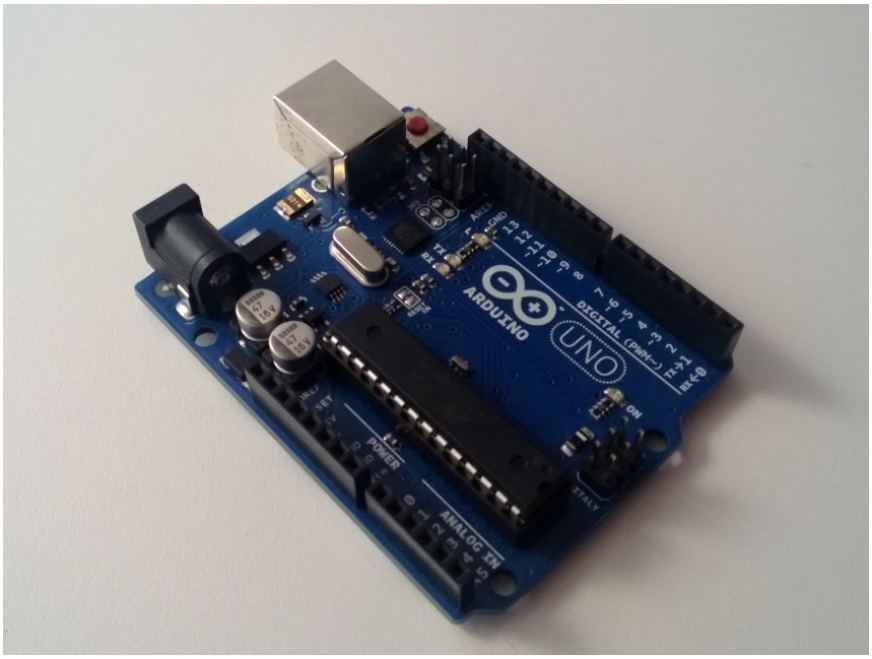


FIGURE 1.1 – Arduino Uno R3, On peut remarquer les pin qui se trouvent de part et d'autre de l'Arduino. On peut remarquer au centre le microcontrôleur ATmega328 ainsi que le port USB tout en haut de l'image

[1] L'Arduino Uno possède les caractéristiques suivantes :

1. 14 pin digitaux (signal haut ou bas) qu'on peut définit en INPUT ou en OUPUT dont 6 d'entres eux peuvent moduler le signal lorsqu'ils sont utilisé en OUTPUT
2. 6 pin analogiques en INPUT
3. Connection USB
4. Oscillateur à quartz cadencé à 16MHz
5. Courant continu sur les pin digitaux (40mA)
6. Une sortie 3.3V et une sortie 5V en courant continu
7. 32KB de mémoire flash
8. 2KB de RAM
9. Microcontrôleur ATmega328

Bien qu'à première vue on pourrait se dire qu'il n'est pas très performant. Il faut se rappeler qu'il ne dois pas faire fonctionner un système d'exploitation, mais qu'il dois simplement traiter des mesures et envoyer des signaux digitaux ou analogiques. L'avantage de l'Arduino Uno est qu'il n'y a pas besoin de faire de soudure, les pin sont directements accessibles et on peut y glisser un fil métallique. Dans le cas où nous souhaiterions commercialiser notre produit, nous choisirons probablement l'Arduino mini car il est encore plus petit et nous pouvons directement souder les fils sur le microcontrôleur.

1. Les pin sont des trous où on peut y glisser des fils metalliques. Ce sont les liaisons entre le contrôleur et les senseurs

1.1.2 Raspberry Pi

Le Raspberry Pi[1], ou la Framboise pour les francophones, est un ordinateur de la taille d'une carte de crédit sur lequel on peut installer différents systèmes d'exploitations dérivés de UNIX/Linux. Le Raspberry Pi est acheté nu, c'est-à-dire que cet ordinateur ne possède pas d'écran, ni de clavier ou de souris, néanmoins le Raspberry Pi possède plusieurs ports où on peut brancher écran (via l'interface HDMI ou Composite), un câble Ethernet et presque ce qu'on veut grâce aux deux ports USB. Le Raspberry Pi est très interressant non pas du point de vue de sa puissance calculatoire, mais du point de vue rapport qualité-prix. En effet, pour trente-cinq francs, il a les caractéristiques suivantes :

1. poid de 45g environ
2. Processeur ARM1176JZF-S (ARMv6) 700MHz Broadcom 2835
3. 512Mo de RAM (sur la version B, soit celle que nous avons choisie)
4. 2 sorties vidéo (HDMI et Composite)
5. Sortie audio stéréo Jack (3.5mm) (le son passe aussi par le HDMI en sortie 5.1)
6. criture et lecture possible sur une carte mémoire sous forme de carte SD (supporte les formats : SDHC, MMC et SDIO)
7. 2 ports USB 2.0 et 1 port Ethernet
8. Alimentation par câble micro USB
9. Faible consommation (5W, 5V, 1A)
10. Communication possible via les Pin GPIO

11. Décodeur permettant de lire le FullHD 1080p
12. API logiciel vidéo (OpenGL)

Bien qu'à première vue la Framboise ne semble pas très performante, il faut prendre en compte son prix qui est bas, sa taille ainsi que les possibilités qui sont presque infinies. Les projets qu'on peut mener grâce au Raspberry Pi sont des plus varié. En effet, il peut être utilisé pour la photographie, comme base centrale d'un système de surveillance.

Choix de l'OS

Une quinzaine de systèmes d'exploitations fonctionnant sur le Raspberry Pi existent. Parmis les plus connus, il y a Androïd, Arch Linux ARM et Debian/Raspbian. Notre choix à été porté sur Raspbian, qui est un dérivé de Debian, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, cet OS à été dévellopé spécialement pour le Raspberry Pi et il est donc continuellement dévellopé par la communauté du Raspberry Pi. Cet OS étant basé sur un environnement Linux, cela offre un grand nombre de liberté afin de travailler dessus. Raspbian est aussi gratuit, se qui est à prendre en compte puisque nous essayons de réduire les coûts.

1.2 Coût des composants

Voici un tableux contenant tout ce dont nous avons utiliser pour construire notre drone.

Composant	Quantité	Prix [CHF]
Voiture radio-commandée	1	30.00
Arduino Uno	1	20.00
Raspberry Pi	1	35.00
Batterie externe (7000mAh)	1	28.00
Webcam	1	35.00
Edimax EW7811Un (wi-fi)	1	18.40
Hub USB	1	5.60
Capteur de distance (HC-SR04)	1	3.20
L293D	1	3.00
Câble micro USB	1	1.40
total	10	179.60

Chapitre 2

La mécanique et l'électronique

2.1 Description du véhicule

NOUS nous basons est un modèlel réduit télécommandé de type 4x4. Le tableau suivant est un inventaire de ses caractéristiques dans son état actuel :

2.1.1 Système directionel initial

Dans son état initial, le système de guidage pouvait se comparer à un servo très rudimentaire. Il en comptait toutes les caractéristiques, mais en un état simplifié, en particulier le système de positionnement. Dans un servo classique, il s'agit d'un potentiomètre (résistance variable) qui permet de savoir en tout moment la position de la corne [1]. Par contre, dans le cas de la voiture, un système de balais (voir image) assure cette tâche. Il en résulte une identification de position très basique : gauche,devant ou droite.

1. La corne est le bras qui resort du servo-moteur et qui permet de deplacer des masses

Grandeurs	Longueur	35 cm
	Longueur (centre de roue à centre de roue)	17 cm
	Largeur	22 cm
	Largeur (centre de roue à centre de roue)	17 cm
	Hauteur au sol	4 cm
Moteur de propulsion	Voltage de marche	˜5V - ˜10V
	Courant min (roue libre)	˜2A
	Courant max (roue bloquée)	˜3A
Servo de guidage	Fabriquant	Corona
	Modèle	Metal gear DS558HV
	Voltage de marche	˜6V - ˜7.4V
	Courant	300mA - 400mA
	Charge maximale	12kg - 14kg

TABLE 2.1 – Caractéristiques du véhicule

(insérer images)

Sachant que nous avons retiré l'électronique de la voiture, il nous restait deux possibilités : utiliser le système de guidage rudimentaire, mais déjà en place ou tout remplacer avec un servo plus conventionel.

Après beaucoup de temps perdu à tenter de contrôler le guidage de base avec notre électronique importée, nous avons décidé de passer à un servo. Nous avons achèté un puissant servo de haute qualité chez

une connaissance qui en avait commandé un gros lot pour la modique somme de 10.- CHF.

2.1.2 Remplacement du Système de guidage

Une instalation fiable d'un objet étranger dans un ensemble usiné tel la voiture n'est pas une tâche facile. Il fallait pourtant que le résultat final soit solide, si l'on voulait pouvoir compter dessus. C'est pour cela que nous avons créé une base en contreplaqué pour y loger le servo.

Ce montage permet de retirer le servo en cas de besoin, donc de pouvoir le remplacer. En effet, la plaque supérieure est fixée au moyen de vis à bois. Le servo est accompagné, dans son logement, d'un morceau de gomme adhérante (morceau de chambre à air). La structure épouse les formes de la voiture pour un maximum de rigidité. La transmission de la force aux roues se fait par l'intermédiare d'une tige métallique. Celle-ci est fixée à la corne du servo et possède une boucle soudée à l'ancien axe de transmission. Nous utilisons justement l'ancien axe de transmission pour une raison dévelopée plus tard. [2]

2.1.3 Contrôle du servo

Le contrôle d'un servo est une tâche qu'un microcontrôleur tel que l'arduino 1.1.1 effectue avec aisance. On peut indiquer à un servo de se rendre vers un de ses $180°$ de liberté en lui envoyant un signal

2. voir : http ://en.wikipedia.org/wiki/Ackermann_steering_geometry sur "Ackerman steering"

électrique dit modulé. Ce signal est modulé d'une manière compréhénsible pour le servo. L'illustration suivante pourrait d'avantage éclairer le lecteur.

FIGURE 2.1 – Schéma de la modulation du signal électrique [2]

Comme l'on peut voir, le dit signal, est formé de hauts et de bas. Lorsqu'il est "bas", cela veut dire que la tension est basse ou égale à 0V. Lorsqu'il est "haut", cela veut dire que la tension est a une valeure définie auparavant, standard, différente de 0V. Dans notre cas, le "haut" est à 5V (standard pour le modélisme et l'électronique en général). On appelle la période pendant laquelle le signal est "haut" une pulsation.

Chaque début de pulsation est séparé par un temp bien défini de 20ms. Ce qui peut varier d'une pulsation à l'autre, donc ce qui informe le servo en quel angle il doit se positionner, est la longueur de la pulsation. Comme indiqué, celle-ci peut varier de 1ms à 2ms.

2.1.4 Programmation pour contrôler un servo

Le programme se trouvant en annexe (.1.2) est un exemple proposé dans la section “apprentissage” du site officiel d’Arduino [4]. Il utilise la librairie “Servo” installée avec l’IDE Arduino. Ce que font les méthodes de cette classe est de produire un signal comme celui discuté à la section précédente en l’émettant par un des pins de l’arduino capable de cette modulation.

D’ailleur, ce programme est très pratique pour tester le fonctionement d’un servo.

2.2 Moteur de propulsion

2.2.1 Descriptif

Le moteur de propulsion, au contraire du servo, n’a pas été changé. Ses caractéristiques électriques (données que nous avon mesuré à l’aide d’un multimètre du gymnase) se trouvent à la section (2.1). Le moteur est muni d’une boite à vitesse ainsi qu’un différentiel. Nous avons estimé qu’il aurait été inutilement compliqué d’y apporter des modifications. La configuration déjà existente, à l’exception de l’électronique, subvient tout à fait à nos besoins.

2.2.2 H-bridge

Faire tourner l’axe d’un moteur électrique pose peu de problèmes. Il suffit de connecter l’un des pôles à la tention positive et l’autre à la tension négative. Ceci fera tourner l’axe du moteur dans un sens. Si vous souhaitez le faire tourner dans le sens inverse, il vous suffira

d'échanger les fils électriques aux pôles du moteur.

Le problème suivant se pose alors : comment inverser le sens de marche du moteur sans intervention manuelle ?

La réponse est donnée par un astucieux circuit composé de transistors. Il permet, au moyen de deux signaux actionnant les transistors, de contrôler le sens du courrant passant dans le moteur.

Le schéma suivant pourra d'avantage éclairer le lecteur.

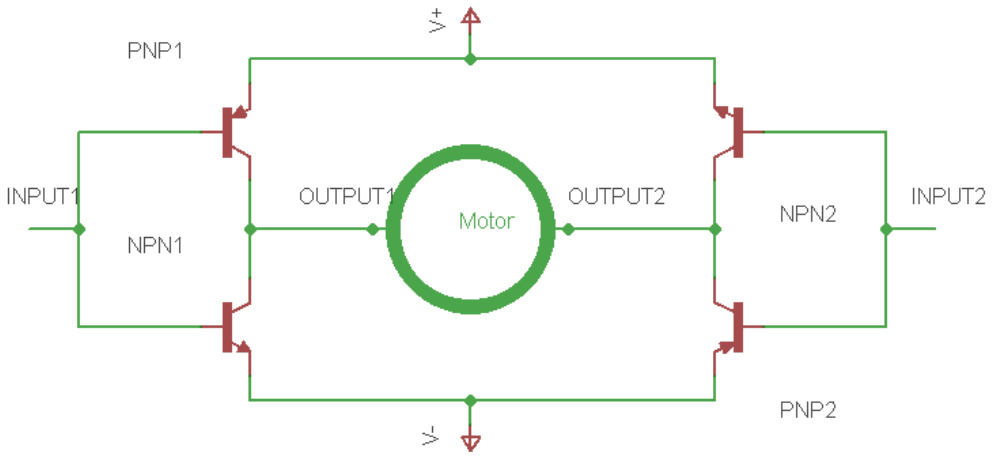


FIGURE 2.2 – Schéma d'un H-bridge

Explications

Pour fabriquer un H-bridge, il faut utiliser entre autres des transistor NPN [3] et PNP [4]. La différence pratique entre ces deux types de transistors est que l'un demande un signal déclencheur haut pour être ouvert tandis que l'autre en demande un bas ou la terre. Dans ce cas, on utilise deux types de transistors différents (en grande partie pour clarifier le schéma), mais l'on pourrait très bien utiliser unique-

3. Négatif-Positif-Négatif
4. Positif-Négatif-Positif

INPUT1	*INPUT2*	Tension
H	L	$OUTPUT1 = OUTPUT2$
L	H	$OUTPUT1 = OUTPUT2$
H	H	$OUTPUT2 > OUTPUT1$
L	L	$OUTPUT1 > OUTPUT2$

TABLE 2.2 – Table de vérité accompagnant le schéma du H-bridge (fig.(2.2))

Quand les signaux *INPUT* sont opposés, le moteur est à l'arrêt. Quand ils sont équivalents, le moteur est en marche, dans un sens ou dans l'autre.

ment des transistors du même type. On obtiendrait le même résultat en connectant les *INPUT* à des transistors diagonalement opposés[3].

On peut voir que selon le *INPUT*, on obtiendra des tensions au bornes du moteur ou *OUTPUT* variables.

Table de Vérité

Rédigeons un tableau de vérité pour mieux illustrer la situation, où H (*high*) signifie haut et L (*low*) signifie bas :

L293d

Nous avons décidé d'utiliser un H-Bridge qui se nomme L293d. ¡¡¡¡¡¡¡ HEAD =======

Chapitre 3

Software

3.1 Software de l'Arduino

POUR programmer l'Arduino, nous utilisons le logiciel dédié, *Arduino* (fig :3.1), C'est un environnement *open-source* qui fonctionne sur Windows, Linux et Mac OS X. Il a été écrit en Java et est basé sur le logiciel Processing. Ce logiciel nous permet de programmer, de compiler et de téléverser un code à un arduino. Il possède aussi des exemples de codes afin de pouvoir apprendre à utiliser un arduino sans avoir à chercher sur le web. Il prend en compte des classes qu'on peux rajouter simplement en mettant la classe dans le dossier arduino. Ce software permet aussi à l'utilisateur d'envoyer des caractères à l'arduino par le biai du port *Serial*.

3.2 Software du Raspberry Pi

Sans les logiciels, notre projet aurait bien du mal à se réaliser. Dans cette section, nous allons parler de tout les softwares que nous

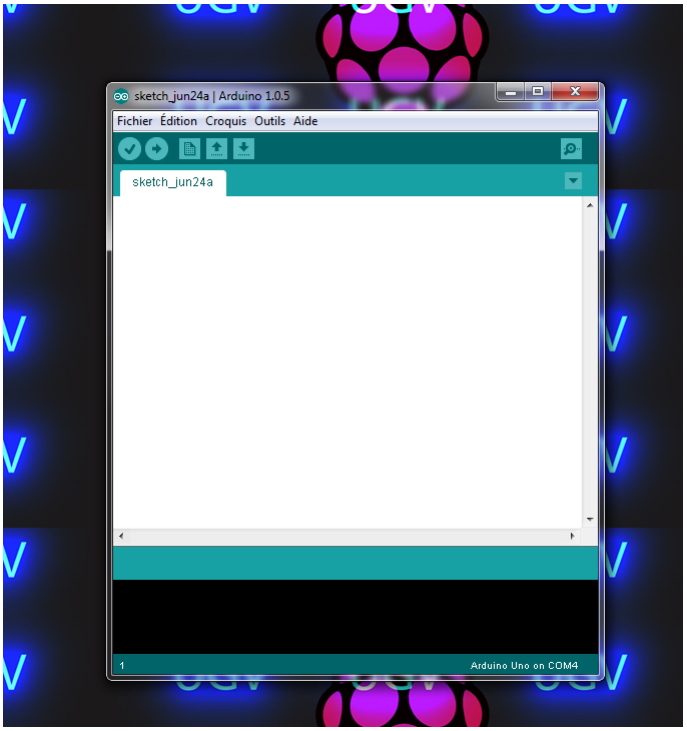


FIGURE 3.1 – Environnement Arduino

utilisons sur la Framboise afin de rendre le drone fonctionnel.

3.2.1 Sans fil

Afin que le Raspberry Pi puisse se connecter sur le réseau sans fil, nous utilisons un *dongle* (fig :3.2) Wi-Fi [1]. Cet accessoire ne nécessitant pas de *driver* [2],il est donc directement reconnu et peut rapidement être configurer par le Raspberry Pi.

1. Le modèle utilisé est le suivant : EW7811Un fabriqué par Edimax
2. Un driver est un petit logiciel permettant d'exploiter le Hardware

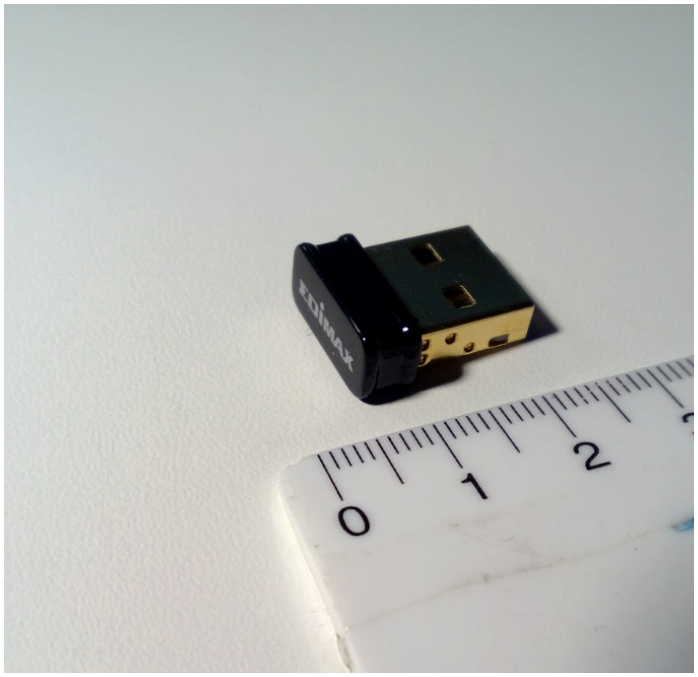


FIGURE 3.2 – *Dongle* Edimax EW7811Un. Connecté par USB à la Framboise, il permet au Raspberry Pi de se connecter via Wi-Fi à une borne

3.2.2 Guvcview

Guvcview est un software permettant d'enregistrer des séquences vidéos ou des images, il fourni aussi une image de contrôle, que nous utilisions durant une bonne partie du projet afin d'avoir l'image. Le point faible de ce logiciel et qu'avec celui-ci, le nombre d'images par seconde est faible, trois à quatre images. Avec d'autres logiciels, tel que OpenCV permet d'obtenir plus de 25 images par seconde.

Chapitre 4

Java & Python

DANS notre projet, nous avons commencé par faire nous programmes en python avant de recommencer en Java, bien que le code en python fonctionne.

4.1 Python

Notre code python (annexe : .1.3) est dans la mémoire du Raspberry Pi et lorsqu'on éxécute ce code, il ouvre une fenêtre (fig :4.1) où nous pouvons interéagir avec l'arduino.

4.2 Java

4.3 OpenCV

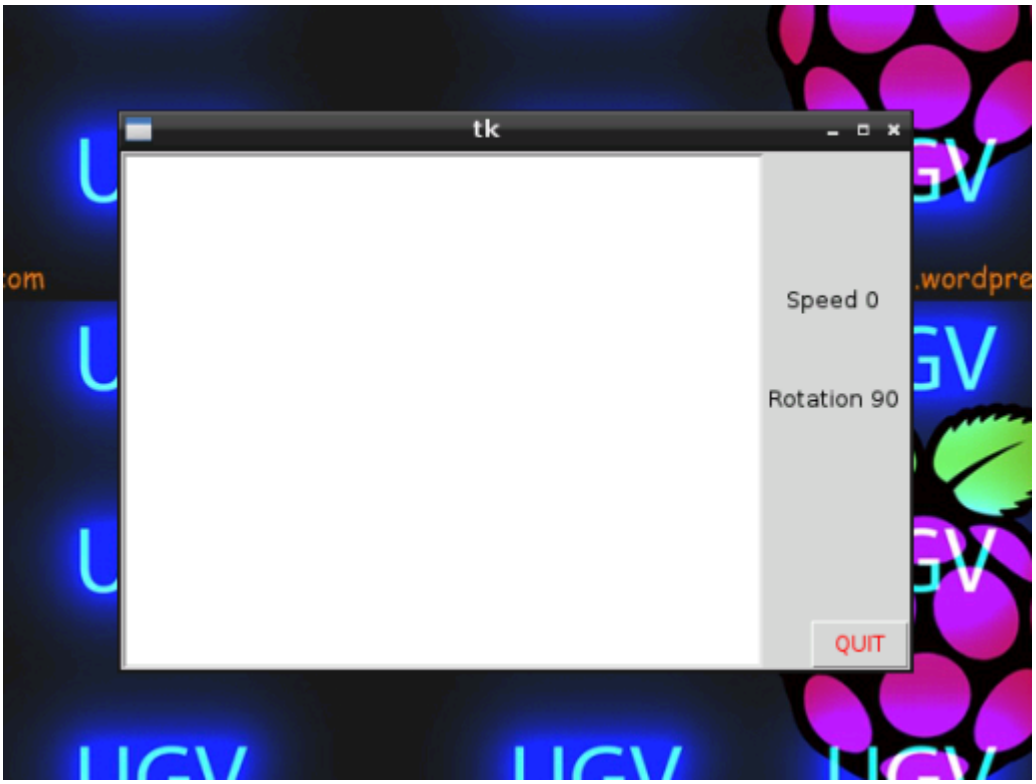


FIGURE 4.1 – Fenêtre X du code python qui permet la lecture du clavier. Cette fenêtre permet de contrôler le drone.

.1 Sketchbook

.1.1 Sketch exemple pour le moteur

```
#define A 12 // define input pin "A"
#define B 11 // define input pin "B"
#define E 10 // define enable pin "E"

byte i;

void setup(){

// tous les pins sont des "OUTPUT", ils vont contoler le moteur

  pinMode(A, OUTPUT);
  pinMode(B, OUTPUT);
  pinMode(E, OUTPUT);
}

void loop(){

// boucles faisant varier la vitesse lineairement en avant et en a

  for(i = 0; i < 200; i++){
    forward(A, B, E, i);
    delay(50);
  }
  for(i = 200; i > 0; i--){
```

```
    forward(A, B, E, i);
    delay(50);
  }
  for(i = 0; i < 200; i++){
    backward(A, B, E, i);
    delay(50);
  }
  for(i = 200; i > 0; i--){
    backward(A, B, E, i);
    delay(50);
  }
}

//methode globale pour controler le moteur, fait appel aux
//methodes halt, backward et forward.
void motor(int speedo){
  if (abs(speedo) > 255){
    halt(A,B);
    break;
  }
  else if (speedo > 0){
   forward(A, B, E, speedo);
  }
  else if (speedo < 0){
    backward(A, B, E, speedo);
  }
  else if (speedo == 0){
```

```
    halt (A, B);
  }
}

//fonction faisant tourner le moteur en avant ou l'inverse d'en a
void forward(byte pin1, byte pin2, byte pinEnable, byte speedo){
  digitalWrite(pin1, HIGH);
  digitalWrite(pin2, LOW);
  analogWrite(pinEnable, speedo);
}

//fonction faisant tourner le moteur en arriere ou l'inverse d'en
void backward(byte pin1, byte pin2, byte pinEnable, byte speedo){
  digitalWrite(pin1, LOW);
  digitalWrite(pin2, HIGH);
  analogWrite(pinEnable, speedo);
}

//fonction servant a arreter le moteur.
void halt(byte pin1, byte pin2){
  digitalWrite(pin1, LOW);
  digitalWrite(pin2, LOW);
}
```

.1.2 Sketch exemple pour le servo

[4]

```
// Sweep
```

```
// by BARRAGAN <http://barraganstudio.com>
// This example code is in the public domain.


#include <Servo.h>

Servo myservo;  // create servo object to control a servo
                // a maximum of eight servo objects can be created

int pos = 0;    // variable to store the servo position

void setup()
{
  myservo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9 to the servo
}


void loop()
{
  for(pos = 0; pos < 180; pos += 1)  // goes from 0 degrees to 180
  {                                  // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);              // tell servo to go to positi
                                     // in variable 'pos'
    delay(15);                       // waits 15ms for the servo
                                     // to reach the position
  }
  for(pos = 180; pos>=1; pos-=1)     // goes from 180 degrees to 0
```

```
  {
    myservo.write(pos);
    delay(15);
  }
}
```

Commentaires

On commence par inclure la classe Servo, puis on crée un objet *Servo*. Dans la fonction *setup* du programme, on lie l'objet *myservo* au pin neuf de l'arduino. Ensuite, dans la fonction *loop*, on fait varier la position du servo grâce à la méthode *write*. Un délai (le programme s'arrête en ce point) de 15ms pour permettre au servo d'atteindre la position demandée. Etant donné que cette opération est ittérée plusieurs fois au moyen d'une boucle *for*, on pourra voir le servo décrire un mouvement de balayage.

.1.3 Code python sur le Raspberry Pi

```
#Import Tkinter module
from Tkinter import *

# Xwindow libs
import Xlib.display as display
import Xlib.X as X

#For clean exit
import atexit
```

```
#Establish serial communication
import serial
#create serial object for serial comunication over port 'ttyACM0'
#at 9600 bauds
try:
    print 'trying /dev/ttyACM0/'
    ser = serial.Serial("/dev/ttyACM0", 9600)
except serial.SerialException:
    print '/dev/ttyACM0/ not found'
    pass
try:
    print 'trying /dev/ttyACM1/'
    ser = serial.Serial("/dev/ttyACM1", 9600)
except serial.SerialException:
    print '/dev/ttyACM1/ not found'
    pass



#Put autorepeat in normal mode at exit
@atexit.register
def autorepeat():
    d=display.Display()
    d.change_keyboard_control(auto_repeat_mode=X.AutoRepeatModeOn)
    x=d.get_keyboard_control()
```

```
#This class contains all elements in the gui, manages the interact
#the user.
class UgvGui:


#Variables are stored in class attributes
    speed = 0
    rotation = 90

    def __init__(self, master):


        #Initiate grafical interface
        self.master = master
        #Make and place buttons, labels and text zones
        self.speed_label = Label(master, text="Speed %i " % (self.
        self.speed_label.grid(column= 1, sticky= S)

        self.rotation_label = Label(master, text="Rotation %i "
                                    % (self.rotation))
        self.rotation_label.grid(column= 1)

        self.exit = Button(master, text= "QUIT", fg="red", command
        self.exit.grid(column= 1, sticky= SE)
```

```
        self.messages = Text(master, height= 20, width= 50,
                             background= "white", border= 2)
        self.messages.grid(column= 0, row= 0, rowspan= 3)


        #Initiate serial communication

        #Bind key events to class functions
        master.bind("<Escape>", self.escape)
        master.bind("<Shift-Up>", self.shift_up)
        master.bind("<Shift-Down>", self.shift_down)
        master.bind("<Shift-Right>", self.shift_right)
        master.bind("<Shift-Left>", self.shift_left)
        master.bind('<KeyPress-Up>', self.upPress)
        master.bind('<KeyPress-Down>', self.downPress)
        master.bind('<KeyPress-Right>', self.rightPress)
        master.bind('<KeyPress-Left>', self.leftPress)
        master.bind('<KeyRelease-Up>', self.upRelease)
        master.bind('<KeyRelease-Down>', self.downRelease)
        master.bind('<KeyRelease-Right>', self.rightRelease)
        master.bind('<KeyRelease-Left>', self.leftRelease)

    #Define on key-stroke-event functions
    def escape(self, event):
        print "Quit: UgvGui"
        #Quits the application
        self.master.destroy()
```

```
def shift_up(self, event):
    if self.speed < 200:
        #set new speed if in range
        self.speed = self.speed + 20
        self.speed_label.config(text = "Speed %i" % (self.spee
        print "SPEED: new speed is %i" % (self.speed)
    else:
        #if the the new speed should be out of range warn the
        print "SPEED: warning! max speed is reached"
        self.messages.insert(END, "SPEED: warning! max speed i

def shift_down(self, event):
    if self.speed > 0:
        self.speed = self.speed - 20
        self.speed_label.config(text = "Speed %i" % (self.spee
        print "SPEED: new speed is %i" % (self.speed)
    else:
        print "SPEED: warning! minimal speed is reached"
        self.messages.insert(END, "SPEED: warning! minimal spe

def shift_right(self, event):
    if self.rotation < 140:
        self.rotation = self.rotation + 10
        self.rotation_label.config(text = "Rotation %i" % (sel
        print "ROTATION: new angle is %i" % (self.rotation)
    else:
```

```
            print "ROTATION: warning! max angle is reached"
            self.messages.insert(INSERT, "ROTATION: warning! max a

    def shift_left(self, event):
        if self.rotation > 50:
            self.rotation = self.rotation - 10
            self.rotation_label.config(text = "Rotation %i" % (sel
            print "ROTATION: new angle is %i" % (self.rotation)
        else:
            print "ROTATION: warning! minimal angle is reached"
            self.messages.insert(INSERT, "ROTATION: warning! minin


    def upPress(self, event):
        print 'f: %i' % (self.speed)
        ser.write('f')

    def downPress(self, event):
        print 'b: %i' % (self.speed)
        ser.write('b')

    def rightPress(self, event):
        print 'r: %i' % (self.rotation)
        ser.write('r')

    def leftPress(self, event):
        print 'l: %i' % (self.rotation)
```

```
        ser.write('l')

    def upRelease(self, event):
        print 'stop'
        ser.write('s')

    def downRelease(self, event):
        print 'stop'
        ser.write('s')

    def rightRelease(self, event):
        print 'center'
        ser.write('c')

    def leftRelease(self, event):
        print 'center'
        ser.write('c')



#set auto repeat mode to off
d=display.Display()
d.change_keyboard_control(auto_repeat_mode=X.AutoRepeatModeOff)
x=d.get_keyboard_control()

#Make root Tkinter object
root = Tk()
```

```
#launch gui
ugv = UgvGui(root)



#Update the message box to always show the last message
def update_messages():
    ugv.messages.see(END)
    root.after(1000, update_messages)



root.after(500, update_messages)

#initiate gui mainloop
root.mainloop()
```

Bibliographie

[1] the free encyclopedia From Wikipedia. Raspberry pi, ?? http://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi.

[2] the free encyclopedia From Wikipedia. Servo control, Octobre 2012. http://en.wikipedia.org/wiki/Servo_control.

[3] Robot Room. H-bridge motor driver using bipolar transistors, ?? http://www.robotroom.com/BipolarHBridge.html.

[4] Barragan Studio. Servo sweep, Septembre 2010. http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep.

[5] Arduino Team. Arduino spec., ?? http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno.