|  |
| --- |
| Polytech Nice Sophia |
| Hornet Killer |
| Projet Electronique |

|  |
| --- |
| Julien Sicot / Antoine Jorand / Sullivan Prevoteau / Ugo Martino / Clément Grondin  08/05/2023 |

# Présentation du projet

## Problématique

Des ruches sont installées sur le campus de Polytech Nice Sophia depuis quelques années, mais la survie des abeilles est en péril à cause de l’arrivée du frelon asiatique.

Le frelons asiatique, vespa velutina, est arrivé en France en 2004, originaire du nord de l’Inde, de la Chine et des montagnes d’Indonésie il a été signalé pour la première fois dans le Lot-et-Garonne.

Une image contenant insecte

Description générée automatiquement

*comparaison entre différents insectes*

Aujourd’hui, on estime que la production de miel en France a été divisée par trois en raison de la surmortalité des abeilles. Le frelon asiatique est une cause principale, en premier lieu car il s’agit d’un dévoreur d’abeilles et dans un second temps la présence de frelons asiatiques aux abordes d’une ruche crée du stress chez les abeilles qui engendre une baisse de leur production.

A l’échelle plus locale, on estime que dans les Alpes Maritimes en 2022, 30% des ruches ont été décimées par le frelon asiatique.

Une image contenant carte

Description générée automatiquement

## Solutions existantes

Il est compliqué de lutter contre le frelon asiatique étant donné qu’il n’existe que peu de prédateurs naturels efficaces à grande échelle. Il a été rapporté plusieurs observations de Bondrée apivore attaquant des nids entiers de frelons asiatiques. Le problème étant que ce rapace migrateur est trop rare pour avoir un effet notable sur le développement du frelon asiatique.

Il existe aussi le piégeage, mais qui sont peu sélectifs, c’est pourquoi leur emploi est strictement encadré, voire déconseillé pour les particuliers.

Une image contenant arbre, plein air, eau à boire, jauge

Description générée automatiquementUne image contenant herbe, plein air, rouge

Description générée automatiquement

*exemples de pièges*

L’autre moyen consiste évidemment à faire détruire les nids, mais encore une fois il s’agit d’une solution complexe et onéreuse.

## Solution proposée

La solution innovante proposée par notre groupe est l’installation d’une carte électronique aux abords des ruches. Cette carte électronique est reliée à une caméra, grâce à une intelligence artificielle notre système est capable de reconnaitre un frelon asiatique et de renvoyer ses coordonnées.

Une fois les coordonnées acquises, le système commande deux servomoteurs qui permettent d’aligner un laser avec la détection. Une fois le laser aligné, une impulsion d’une durée de 2 secondes permettent de mettre le frelon hors d’état de nuire soit en lui brûlant les ailes, soit en lui brûlant les yeux.

Une image contenant Appareils électroniques

Description générée automatiquement

*carte électronique reliée au laser et aux servomoteurs*

# Hardware

## Matériel

Nous étions désireux de proposer de multiples fonctionnalités à notre système, comme le réveil du système par onde acoustique, le stockage des photos après une détection ou encore la mise en place d’une photorésistance qui indiquerait la tombée de la nuit.

Nous avons donc choisi des composants capables de répondre à nos besoins immédiats (détection & destruction) mais aussi capables de faire évoluer notre système vers quelque chose de plus abouti avec des fonctionnalités avancées.

### Carte de prototypage

Afin de créer un prototype notre choix s’est porté vers la gamme des ESP32. Nous avions prévu que la mise en place d’une intelligence artificielle allait demander beaucoup de ressource en mémoire vive.

A titre de comparaison un ESP32 est équipé d’un 8 MB de mémoire vive et d’un processeur cadencé à 240 MHz alors qu’un Arduino Mega possède 256 KB de mémoire vive pour un processeur de 16 MHz.

La gamme des ESP32 étant vaste, nous avons cherché celui avec le plus d’entrées/sorties disponibles afin d’avoir la possibilité d’implanter le plus de fonctionnalités possibles.

Une image contenant texte, reçu

Description générée automatiquementUne image contenant texte, Appareils électroniques

Description générée automatiquementNotre choix s’est porté sur un ESP32-WROVER CAM de la marque Freenove, qui a l’avantage d’être nativement équipé d’une caméra et d’un module wifi.

Nous avons observé que l’intégralité des entrées/sorties étaient disponibles physiquement sur l’ESP32 mais que certaines étaient déjà utilisées pour communiquer avec la caméra par exemple. Pour y voir plus clair, nous avons épluché la documentation technique avec d’établir un mapping des entrées/sorties disponibles et d’y affecter ce dont nous avions besoin.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Numero de l'I/O Wrover | Utilité | Numero de l'I/O Wrover | Utilité |
|  |
| 1 | GND | 38 | GND |  |
| 2 | 3,3 V | 37 | GPIO23 / CSI HREF |  |
| 3 | EN (actif niveau haut) / CHP\_PU | 36 | GPIO22 / CSI PCLK |  |
| 4 | GPIO36 / Sensor\_VP / **CSI Y6** | 35 | TXD0 / **UART** |  |
| 5 | GPIO 39 / Sensor\_VN / **CSI Y7** | 34 | RXD0 / **UART** |  |
| 6 | GPIO34 / **CSI Y8** | 33 | GPIO21 / XCLK |  |
| 7 | GPIO35 / **CSI Y9** | 32 | NC |  |
| 8 | GPIO32 / **MISO** **(SD)** | 31 | GPIO19 / **CSI Y5** |  |
| 9 | GPIO33 / **SS (SD)** | 30 | GPIO18 / **CSI Y4** |  |
| 10 | GPIO25 / **CSI VSYNC** | 29 | GPIO5 / **CSI Y3** |  |
| 11 | GPIO26 / **I2C SDA** | 28 | NC |  |
| 12 | GPIO27 / **I2C SDL** | 27 | NC |  |
| 13 | GPIO14 / **MOSI** **(SD)** | 26 | GPIO4 / **CSI Y2** |  |
| 14 | GPIO12 | 24 | GPIO0 |  |
| 15 | GND | 23 | GPIO2 |  |
| 16 | GPIO13 / **CLK (SD)** | 22 | GPIO15 |  |
| 17 | SD2/SHD | 21 | SD1 |  |
| 18 | SD3/SWP | 20 | SD0 |  |
| 19 | CMS/SCS | 38 | CLK |  |

Les I/O notée CSI (Camera Serial Interface) ne peuvent donc pas être utilisées, elles font la liaison entre le microcontrôleur et la caméra.

Pour subvenir à nos besoins nous avons décidé d’affecter un bus SPI et un bus I2C qui vont nous permettre de communiquer avec les différents composants.

### Convertisseur analogique numérique

Afin d’implanter plus de fonctionnalités, nous avons décidé d’implanter un convertisseur analogique numérique. Celui-ci va permettre l’utilisation du bus I2C pour remonter les données des capteurs que l’on pourrait brancher sur les différents canaux du CAN. Nous avons opté pour un MCP3428T-E/SL qui est CAN 16-bit delta sigma à 4 canaux.

L’avantage d’utiliser ce type de convertisseur pour utiliser des capteurs est l’utilisation du bus I2C pour remonter les infos au microcontrôleur, ce qui permet d’éviter d’utiliser des I/O de l’ESP32 WROVER CAM

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

### Contrôleur PWM

Dans la même idée que le CAN, nous avons décidé d’utiliser un contrôleur PWM pour piloter les servomoteurs ainsi que le laser pour libérer des I/O de l’ESP32. Nous avons choisi un PCA9685 qui est un contrôleur PWM 16 canaux. Chaque canal dispose de son propre contrôleur PWM à fréquence fixe, avec une résolution de 12 bits (4096 steps), qui fonctionne à une fréquence programmable allant de 24 Hz à 1526 Hz. Le cycle de travail est réglage de 0% à 100% pour permettre aux servomoteurs d’adopter l’angle désiré.

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

### Le laser

Le laser ayant été fourni par l’équipe de l’année passée il nous a été impossible de trouver la référence exacte du produit.

Une image contenant Appareils électroniques, adaptateur

Description générée automatiquementD’après la lecture des documents laissés par les anciens élèves il s’agit d’une diode laser avec ces caractéristiques :

* Longueur d’onde 447 nm
* Courant de fonctionnement : 2,5 A
* Tension de fonctionnement : 4,3 V
* Puissance de sortie max : 3W
* Température de fonctionnement max : 85°C

Cette diode est insérée dans un boitier optique qui permet son refroidissement ainsi que la collimation du laser.

Initialement, nous avions prévu d’alimenter le laser par PWM afin d’utiliser au maximum le PCA9685. Après des essais infructueux, nous avons décidé d’utiliser des transistors en commutation commandé par le signal PWM.

Une image contenant diagramme, schématique

Description générée automatiquement

*Commande du laser*

### Les servomoteurs

Une image contenant texte

Description générée automatiquementNotre choix s’est au début porté sur des servomoteurs peu onéreux pour réaliser nos essais. Il s’agit de MG90S ayant ces caractéristiques :

* Poids : 13,4g
* Dimension : 22.5 x 12 x 35.5
* Couple : 1,8 kgf.cm (4,8V) - 2, 2kgf.com(6V)
* Vitesse : 0,1s/60° (4,8V) – 0,08s/60° (6V)
* Tension : 4,8V – 6V

Nous nous sommes rendu compte que la précision de ces servomoteurs n’était pas optimale, c’est pourquoi nous nous sommes orientés sur des servomoteurs plus performants et plus robustes. Notre choix s’est tourné vers des Feetech FT385M ayant ces caractéristiques :

* Alimentation : 4 à 8,4 Vcc
* Course : 180 °
* Une image contenant texte, outil

  Description générée automatiquementConsommation à 7,4 Vcc :   
  - à l'arrêt : 6 mA  
  - à vide : 290 mA  
  - nominal : 1,2 A  
  - bloqué : 3,9 A
* Couple à 6 Vcc :  
  - nominal : 9,5 kg.cm  
  - bloqué : 28,8 kg.cm
* Couple à 7,4 Vcc :  
  - nominal : 11,8 kg.cm  
  - bloqué : 35,5 kg.cm
* Vitesse à vide : 0,192 s/60° à 7,4 Vcc
* Longueur du cordon : 300 mm
* Axe de sortie : 25 dents - Ø 5,9 mm
* Température de service : -20 à 60 °C
* Dimensions : 40 x 20 x 43 mm
* Poids : 65 g

Cette fois pour alimenter les moteurs nous nous sommes servi des sorties du contrôleur PWM.

Une image contenant diagramme, schématique

Description générée automatiquement

## Conception de la carte

Pour concevoir la carte nous avons utilisé le logiciel EasyEDA. Il s’agit d’un logiciel disponible en ligne, ou en local. L’avantage de travailler en ligne est l’intégration d’une équipe, toute l’équipe à pu travailler sur la conception de la carte, à la manière d’un git.

Un autre avantage d’EasyEDA est qu’il est très intuitif et entièrement traduit en français. Nativement il y a deux librairies de disponible, celle de EasyEDA et celle de LCSC qui est un site de vente de composant très bien fourni.

Une fois le design réalisé il a été possible d’en retirer une BOM (bill of materials) qui a pu être diffusé instantanément à LCSC. Il est même possible de faire souder directement les composants dans leurs usines.

Une image contenant diagramme, schématique

Description générée automatiquement

*Schéma de principe*

Une image contenant diagramme

Description générée automatiquement

*Routage du PCB*

Une image contenant texte, Appareils électroniques, circuit

Description générée automatiquement

*Vue 3D du design de la carte*

# Software

## Test du design

## Reconnaissance d’image

#### Eloquant

#### Edge Impulse

## Edge Impulse

## Script de génération

# Résultats

# Conclusion