

Rapport de projet : KUMO K-U-M-O

1) Introduction

Dans la nature, nous pouvons trouver toutes sortes d'essaim d'animaux, comme des essaims d'abeilles ou des essaims de fourmis. L'avantage des essaims d'animaux est leur capacité à se répartir le travail afin d'être plus efficace lors de l'exécution d'une tâche.

L'idée du projet est de construire un essaim de robots capables de récupérer des objets pré-déterminés de manière autonome. L'essaim de robots est constitué de petits robots appelés "Minibots" et d'un chef hexapode bien plus imposant capable de donner des ordres aux petits robots appelé "l'Araignée".



Figure 1 : Nos robots

2) Schéma électrique du projet

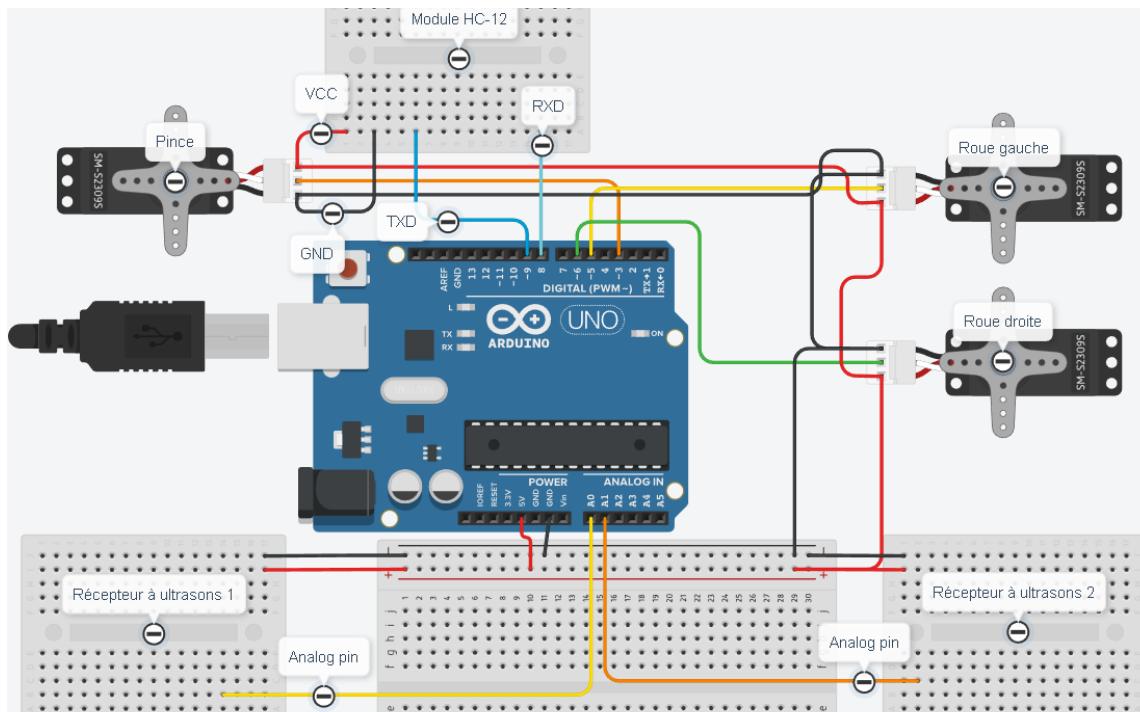


Figure 2: Branchement d'un Minibot

Les figures 3 et 4 suivantes représentent les schémas électriques d'un émetteur à ultrasons 40 kHz et d'un récepteur à ultrasons. Ils permettent à MiniBots de revenir vers l'Araignée :

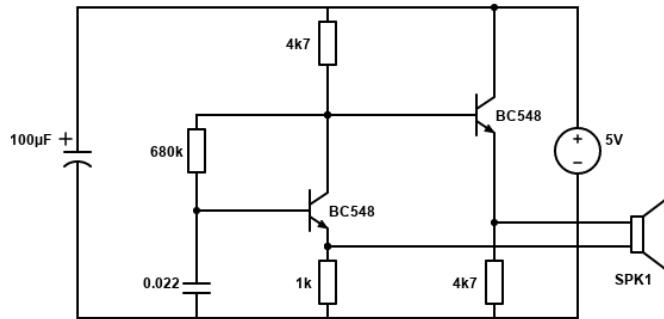


Figure 3: Schéma électrique d'un émetteur à ultrasons 40 kHz

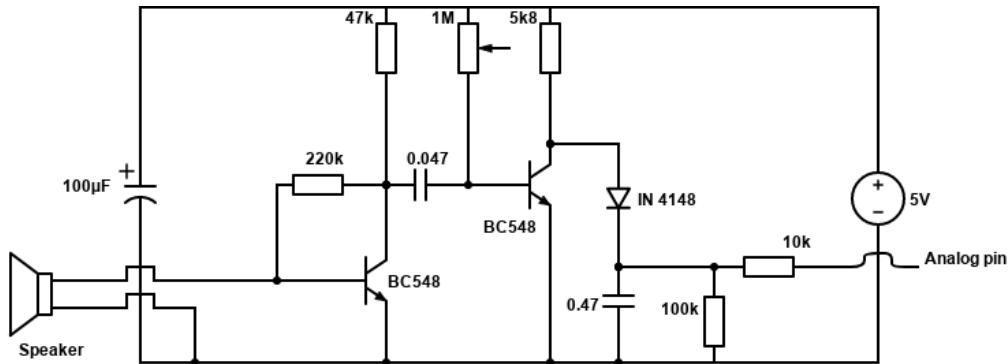


Figure 4: Schéma électrique d'un récepteur à ultrasons 40 kHz

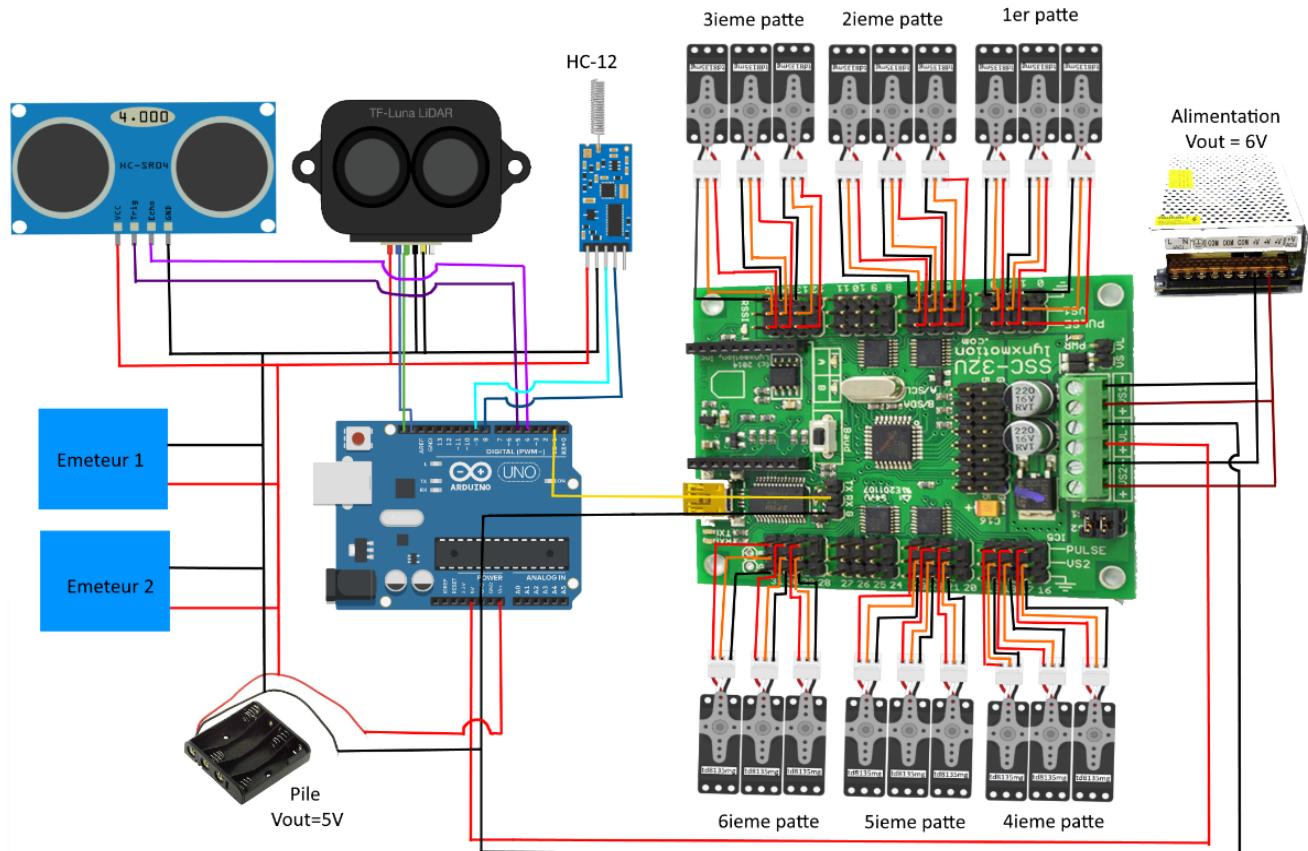


Figure 5 : Schéma électrique de l'Araignée

On peut voir que l’Araignée a 18 servomoteurs en tout et 3 servomoteurs par patte qui sont contrôlés par la carte SSC-32U qui elle-même est contrôlée par la carte Arduino.

3) Algorithme de fonctionnement

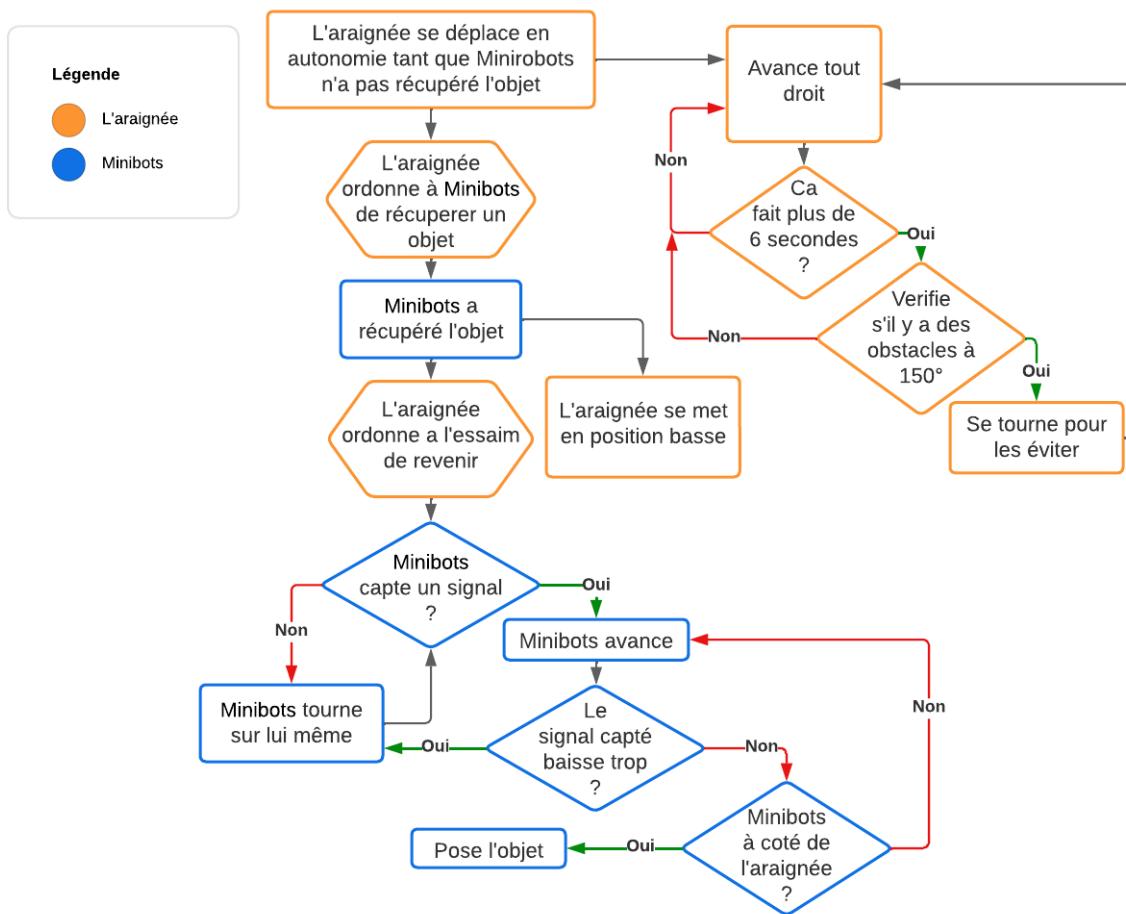


Figure 5: Algorithme de fonctionnement du projet

L'Araignée appelle le Minibot. Elle lui donne l'ordre d'aller chercher un objet parmi une liste d'objets pré-déterminés. Le Minibot reçoit l'ordre, commence sa mission. Au même moment, l'Araignée commence son déplacement en autonomie. Elle va être capable de détecter et d'éviter les obstacles à 150° grâce à deux capteurs de distance pour plus de sécurité.

Le Minibot repère son objet à l'aide de la caméra pixy. Une fois l'objet repéré, le Minibot utilise le centre du bloc (un simple rectangle) de détection afin de se diriger vers l'objet. En se déplaçant, le Minibot essaie de centrer l'objet par rapport à sa caméra. Lorsqu'il arrive à une distance maximale par rapport à l'objet et qu'il est centré, le Minibot active sa pince pour attraper l'objet.

Une fois l'objet attrapé, le Minibot appelle l'Araignée. L'Araignée reçoit l'appel puis se met en position basse pour se mettre à la même hauteur que le Minibot. Elle émet des lignes d'ultrasons que le Minibot va entendre, et il pourra alors revenir vers elle en suivant les lignes. Le Minibot compare l'amplitude des ultrasons en la convertissant en tension analogique. Lorsqu'une tension analogique baisse, il doit tourner afin de rester dans la ligne. Une fois arrivé à une distance de l'Araignée, c'est-à-dire dès qu'une tension analogique est assez grande, le robot lâche son objet et finit son cycle.

4) Coût du projet

	Nom	Prix(€)	Quantité	Total
Araignée	Plastique PETG	30€/kg	650g	19,50 €
	Aluminium 2mm	100€/m ²	0.065m ²	6.5 €
	Arduino UNO	10 €	1	10 €
	SSC-32	50 €	1	50 €
	Lidar LUNA TF	23 €	1	23 €
	HC-SR04	0,45 €	1	0,45 €
	TD8120MG	35 €	18	630 €
	HC-12	2 €	1	2 €
	Émetteur	2 €	2	4 €
Total araignée				745,45 €
Minibot	Plastique PETG	30€/kg	24g	0,72€
	MG995	6 €	2	12 €
	SG90	3 €	1	3 €
	Arduino UNO	10 €	1	10 €
	Pixy	80 €	1	80 €
	Récepteur	2 €	2	4 €
Total Minibots				109,72€

Nous estimons avoir travaillé 650h sur le projet (Jimmy : 450h et Koralie : 200h) ce qui fait 15 437,5€ pour notre salaire.

Le coût total du projet est donc 16 293€.

5) Problèmes rencontrés

- L'Araignée

On a eu des problèmes sur la solidité des pattes. En effet, le PETG est une matière qui se casse plutôt rapidement. Nous l'avons laissé beaucoup fonctionner ce qui a abîmé les pièces et parfois les a cassées. Pour résoudre le problème de solidité, on a modifié les pièces pour les rendre plus résistantes, on les a imprimées en diagonale pour avoir moins de faiblesse et on a augmenté leur taux de remplissage.

Parfois lors du téléversement, les servomoteurs bougeaient de manière imprévisible pendant quelques secondes ce qui a pu créer des collisions entre les composants. Pour résoudre ce problème, on coupait l'alimentation des pattes lors du téléversement.

Le corps en bois s'était cassé, on a donc changé le bois en aluminium pour plus de solidité.

Les fils n'arrêtaient pas de se débrancher. On a donc collé les câbles qui étaient sûrs de ne plus être modifiés à la breadboard et à l'Arduino pour ne plus avoir de problèmes lors de la présentation orale.

- Minibots

Le corps en bois se fissurait jusqu'à se casser lorsqu'il était collé directement par les encoches. Découper un corps avec des rainures en T en plus des encoches rend l'ensemble plus solide, même si c'est légèrement plus long à monter.

Les roues en PETG avaient du mal à adhérer au sol. Une solution est de coller du papier de verre sur les roues pour augmenter la friction : on observe une très grande différence.

Le Minibot dispose de beaucoup de composants qu'il faut alimenter. La carte Arduino possède un nombre limité de +5V et de GND. Une breadboard classique prend trop de place et est trop lourde pour rentrer dans le robot. Pour résoudre le problème, on a décidé de souder un connecteur et un fil dénudé entre eux. Le fil connecte tous les pins du connecteur entre eux et on peut ainsi fabriquer une ligne de plus qui prend très peu de place et qui a un poids négligeable. On fait la même chose pour le GND, et nous pouvons alors alimenter un grand nombre de modules.

Les soudures des émetteurs et récepteurs avaient tendance à très souvent casser au bout d'un certain temps, mettre de la colle chaude en plus de la soudure permet de les rendre beaucoup plus résistantes. De plus, la plupart des récepteurs que nous avons soudés ne fonctionnent pas ou plus. Il est difficile d'en identifier la cause exacte mais c'est très probablement des erreurs humaines ou alors des composants qui ont arrêté de fonctionner.

Se diriger proprement vers l'objet était beaucoup plus difficile que prévu. Une solution retenue est de découper la frame de la caméra Pixy en plusieurs zones dans le code Arduino. Le découpage se fait en pourcentage de la longueur de la frame. On crée ainsi des zones où le Minibot ne peut faire qu'une seule action par zone, par exemple tourner à droite dans la zone 0-45% si l'objet est dans cette zone. Comme on repère l'objet grâce au centre de son bloc (donc un point unique à chaque frame), si le découpage est bien fait alors l'objet est nécessairement dans une seule zone à la fois par frame.

Le module de communication HC-12 ne peut pas envoyer des informations et en recevoir en même temps : sans délai, il continuera d'envoyer et d'émettre sans s'arrêter. Pour corriger le problème, il suffit de mettre un délai assez grand mais également assez petit pour ne pas perturber le fonctionnement global des robots. Nous avons choisi un délai de 200 ms.

La Pixy est à la fois précise et imprécise. Sa capacité à détecter un objet par sa couleur est remarquable, mais elle n'est pas parfaite. Les écarts de précision de la caméra sont peut-être dûs au bruit de la caméra, bruit qui est invisible à l'œil nu et qu'on ne peut pas enlever, et aussi aux petites variations de luminosité de l'environnement. Ces petits écarts empêchent le robot d'attraper un objet à 100% : le robot va parfois activer sa pince à quelques millimètres près de l'objet et nous devons alors redémarrer le programme. Une solution possible est de mettre un capteur laser sur la pince, mais nous n'avons pas eu le temps de l'implémenter.

De plus, la Pixy entrave le fonctionnement d'un HC-SR04 lorsque ce dernier est branché sur un pin digital (pins 2 à 13). Il retourne toujours 0 quelque soit la distance. Ce capteur de

distance était initialement prévu sur le Minibot mais le fait qu'il émette à 40 kHz, soit la même fréquence que les émetteurs, perturbe le fonctionnement global. De ce fait, il ne fait plus partie du Minibot. Par ailleurs, pour résoudre le problème de compatibilité entre la Pixy et le HC-SR04, il suffit de brancher le HC-SR04 sur un pin analogique (A0 par exemple) et déclarer ce pin comme étant un pin digital.

6) Conclusion-perspective

Nous avons réalisé durant cette année un robot chef Araignée qui arrive à se déplacer dans les 4 sens, détecter les obstacles et les éviter. Elle peut communiquer avec Minibot pour lui demander de récupérer un objet précis et de le ramener jusqu'à elle.

Comme tout projet de robotique, nous avons encore beaucoup de choses qui peuvent être améliorées :

La communication entre un Minibot et l'Araignée fonctionne correctement même s'il faudrait la sécuriser. Les déplacements d'un Minibot vers un objet et vers l'Araignée sont acceptables mais améliorables malgré les perturbations que la Pixy subit. Il faudrait construire le reste de l'essaim, c'est-à-dire 3 Minibots de plus pour commencer à observer l'efficacité d'un essaim. Pour l'araignée, il faudrait ajouter plus d'émetteurs en passant de 2 à 6, soit 1 émetteur par patte, pour que la localisation soit plus facile et plus précise et donc plus efficace. De plus, on pourrait essayer d'améliorer le déplacement de l'araignée en le rendant plus autonome : pouvoir le faire monter les escaliers, rajouter des capteurs de distance vers le sol pour ne pas qu'elle tombe. On pourrait aussi rendre l'araignée plus utile dans la recherche d'objets et aussi utiliser une batterie pour ne plus qu'elle soit filaire.

7) Bibliographie

- <https://hexapod.netlify.app/>
- https://youtu.be/X_v65hLWePA
- https://docs.pixycam.com/wiki/doku.php?id=wiki:v2:full_api
- <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2014/205759/>