



Dossier d'Avant-Projet n°2

Association PoBot
Club de Robotique de Sophia Antipolis
c/o Julien Holtzer
Résidence La Boissière bât.E
83, avenue Maurice Chevalier
06150 Cannes La Bocca

QUESTIONNAIRE

- Nom de l'équipe : **PoBot Sophia Antipolis**
 - N° de pré inscription : **45**
1. Y a-t-il eu des changements dans la composition de l'équipe ?
Oui. Un de nos membres est parti de l'équipe. Comme il était la clef de la solution envisagée initialement pour le robot, nous allons présenter une version modifiée de ce qui était prévu.
 2. Souhaitez-vous bénéficier du suivi d'un bénévole de Planète Sciences d'ici le concours ?
Non merci.
 3. Budget prévisionnel du projet ?
3000 euros.
 4. Souhaitez-vous que des informations techniques contenues dans cette fiche soient rendues accessibles sur le site Internet de Planète Sciences ?
Oui, nous n'y sommes pas opposés.
 5. Autorisez-vous la diffusion de ces informations avant la compétition ?
Non, nous publierons les projets de la Coupe lorsqu'ils seront finalisés sur www.pobot.org et nous vous en informerons.

Dossier d'Avant-Projet n°1

Descriptif du projet

1. DESCRIPTION GENERALE

1. Vue d'ensemble

Le châssis est conçu pour ramasser des objets à l'aide d'un rouleau et les stocker dans une benne. Adapté à la problématique de cette année, il permet d'attraper une balle, de se déplacer jusqu'à un trou et de l'y déposer.

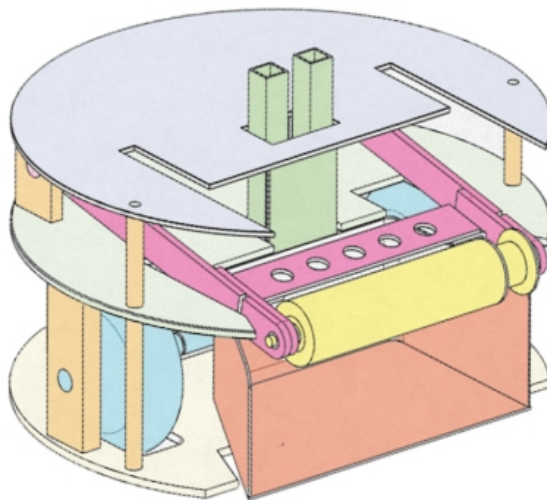
Il n'est pas prévu de sortir les balles des trous, ni de stocker plusieurs balles. Par sa géométrie, le robot ne peut pas pousser ou contenir plus de cinq balles.

Le robot est muni d'une caméra permettant de détecter la position des totems, la position des trous et sert à définir la stratégie (quelle trajectoire est la moins risquée).

Au début du match, le robot cherche une première balle à une position connue. Puis il se dirige vers le trou le plus proche pour y déposer sa balle. Ensuite il parcourt le terrain en alternant les phases de recherche de balles et de dépose dans un trou. Notre objectif est de remplir 3 trous à chaque match.

2. Schéma simplifié

- **HAUTEUR** : 20 cm (le mat de la balise adverse est positionné à 38 cm)
- **PERIMETRE** : 80 cm (pas de déploiement)



Le châssis a un périmètre circulaire de 65 centimètres. Une caméra mobile (non dessinée sur le schéma) est placée au-dessus du rouleau (jaune). Son débattement a pour conséquence d'augmenter le périmètre de 15 cm.

3. Différentes stratégies

- **Première stratégie : parcours caméra**

Le robot a une trajectoire connue pour accéder à la première balle, la ramasser et la poser dans le trou le plus proche. Il a ensuite un déplacement guidé par la caméra pour éviter des contacts qui amèneraient une balle noire vers un de nos trous ou une balle blanche vers un trou adverse.

- **Seconde stratégie : parcours de cercle.**

Le robot assure sa première balle, puis parcourt le terrain en faisant un cercle de manière à passer au-dessus des trous. Ses capteurs lui indiquent les objets proches, la caméra mobile les analyse pour déterminer si c'est une balle. Dans ce cas le robot s'écarte de sa trajectoire pour attraper la balle, puis revient se placer sur le cercle et dépose la balle dans le prochain trou de la bonne couleur.

- **Troisième stratégie : parcours aléatoire.**

Le robot est guidé par la caméra qui lui indique où sont les balles, où sont les trous et où sont les obstacles. Son parcours ne tient pas compte de la position des trous. Lorsque les capteurs détectent un trou, le robot l'évite en s'alignant et passant par-dessus. Lorsqu'une balle est attrapée, c'est également la caméra qui détermine le trou le plus proche. Cette stratégie est la plus économe en mouvement, elle permet surtout de ne pas avoir de positionnement absolu, mais elle nécessite une plus grande confiance dans la caméra.

4. Changements majeurs

Le départ d'un des membres de l'équipe s'est accompagné de l'abandon de la solution envisagée, car nous n'avions plus le matériel, la compétence et les ressources pour continuer dans la voie choisie. Nous avons recentré le projet sur des technologies maîtrisées et connues d'une plus grande partie des membres de l'association.

Le temps a été rattrapé, en partie par l'utilisation d'une mécanique existante. Les moyens humains ont été mobilisés sur les postes critiques (électronique, contrôleur) et nous sommes en avance sur notre planning. Il n'y a donc pas d'obstacle à notre participation à la Coupe 2006.

2. DESCRIPTION TECHNIQUE

a) Déplacement du robot

Nous utilisons des moteurs pas-à-pas. Ils consomment moins d'un ampère par phase, pour un couple de 14 N.cm et par des engrenages, permettent de faire tourner les roues de roller (64 cm) du robot à une vitesse sur terrain plat de 30 cm/s.

Les cartes de puissance utilisent des composants dédiés et protégés, permettant de faire tourner les moteurs bien en dessous des limites possibles de l'électronique. La chaleur dégagée par les composants est dissipée par des radiateurs bien dimensionnés.

La vitesse du robot est inversement proportionnelle au couple disponible (propriété des moteurs pas à pas), ce qui a pour conséquence une grande sécurité et une manipulation sans risque du robot.

- **Réalisation** : les cartes de puissance sont réalisées et testées. La communication avec le contrôleur est programmée et testée.

b) Sources d'énergie

Nous utilisons des batteries de modélisme 7,2V pour 2000 mAh. Ce sont des accus NiCd ou NiMH scellés et protégés, munis de connecteurs avec détrompeurs. Les batteries ont un emplacement dédié à l'intérieur du robot, assurant une bonne tenue lors des mouvements en cours de jeu.

Les chargeurs utilisés sont des produits du commerce, avec une électronique de contrôle de la charge évitant tout problème de surcharge et tout risque de surchauffe. La recharge rapide d'une batterie s'effectue en 2h. Une recharge complète en 6h.

- **Réalisation** : nous avons déjà les batteries et les chargeurs en nombre suffisant pour assurer plusieurs matchs à la suite, ainsi que les différentes séances de tests et de programmation.

c) Gestion des balles

Une seule balle est manipulée à la fois. Il n'est pas possible de manipuler ou de contenir plus de 3 balles. Une balle arrivant devant le robot est avalée par un large rouleau. Elle est guidée à l'intérieur de la benne pour atteindre une place centrale dans le fond, permettant son analyse (présence, couleur) par des capteurs mécaniques (interrupteur) et optiques (distinction noir/blanc).

d) Capteurs

Nous utilisons différents types de capteurs optiques selon les fonctions à réaliser, à savoir :

- identification des balles
- détection des cercles de couleur

Identification des balles

La nature (blanche ou noire) de la balle capturée est détectée au moyen d'un SHARP IS471F (capteur infra-rouge modulé) travaillant en réflexion, par mesure de l'énergie lumineuse renvoyée par la surface de la balle. La particularité de ces capteurs par rapport à un simple photo-transistor est de fournir un signal de modulation pour la source lumineuse, et d'effectuer une mesure lumineuse corrélée avec

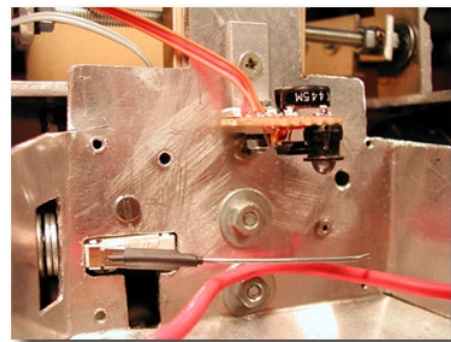
Dossier d'Avant-Projet n° 1 - Equipe 45 - PoBot Sophia Antipolis

cette modulation. Par différenciation entre les niveaux reçus, le capteur est en mesure de soustraire le bruit ambiant et ainsi d'être insensible aux conditions lumineuses extérieures. Ce capteur renvoie un signal tout ou rien en logique négative (0 = détection) selon le niveau reçu.



On voit ici le détecteur assemblé, avec la LED IR sur la gauche et le détecteur sur la droite

Cette photo montre le détecteur monté sur le robot. La détection de présence de balle est assurée par un simple fin de course, équipé d'une *moustache*, visible ici au-dessus du guide rouge. On peut également voir le potentiomètre de réglage de l'intensité de la LED, sur le dessus du circuit, permettant d'ajuster la distance de détection.



Détection des cercles de couleur

Cette détection a plusieurs objectifs:

- éviter que le robot ne roule dans un trou
- centrer sa trajectoire sur les trous, en vue d'une dépose de balle, ou simplement du raliement d'un point de sa trajectoire

Le détecteur de cercle de couleur travaille sur le principe de la mesure de l'intensité lumineuse reflétée par la surface, éclairée par la couleur recherchée. En effet, une couleur est visible parce que le matériau ne reflète que les longueurs d'onde concernées et absorbe les autres. Par conséquent, en éclairant un matériau avec la longueur d'onde de sa couleur, on obtiendra une réponse très forte, et à l'opposé si on l'éclaire avec une longueur d'onde différente.

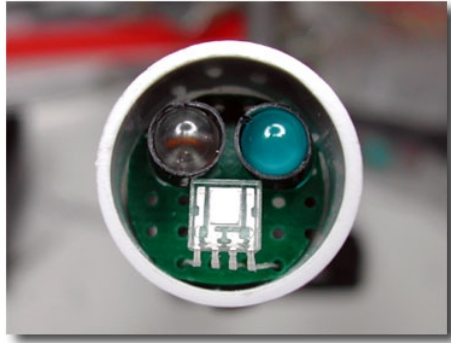
La réalisation de ces détecteurs est basée sur :

- un capteur de lumière visible HAMAMATSU S6986, qui fonctionne exactement sur le même principe que le IS471F, mais dans la lumière visible
- un éclairage mono-chromatique, assuré par deux LEDs (une rouge, une bleue)

L'électronique de contrôle alterne en permanence les deux LEDs, et la mesure de la réponse du capteur est corrélée avec la LED active au même moment pour en déduire la couleur vue.

L'ensemble est logé dans un tube PVC pour installation électrique de 16mm de diamètre afin de protéger et packager le tout.

Dossier d'Avant-Projet n° 1 - Equipe 45 - PoBot Sophia Antipolis



A noter que nous envisageons de remplacer les deux LEDs par une unique LED tricolore afin de réduire l'encombrement du détecteur.

Caméra CMUCAM

Cette année nous allons utiliser une CMUCAM afin de faire de la détection de couleurs et donc potentiellement d'objets.

Communiquant via sa liaison série avec le microcontrôleur principal, nous lui envoyons les commandes appropriées afin qu'elle puisse correctement détecter les couleurs qui nous intéressent : le jaune, le bleu et le rouge.

Dans un second temps, et en fonction des premiers résultats obtenus, nous verrons s'il est possible de lui faire détecter du blanc et du noir afin d'identifier les balles.

Nous nous fixons donc 2 objectifs :

- détecter les totems et leur position à partir de notre position de départ. Cela est simplifié par le fait que les totems sont dans des positions discrétisées. Par déduction, nous connaissons alors la position de certaines balles.
- utiliser la CMUCAM comme système d'approche des trous. En effet, en utilisant une inclinaison et une distance appropriée par rapport au terrain, la CMUCAM peut nous fournir des informations que nous pouvons traiter afin d'optimiser la trajectoire du robot lors des phases d'approche des trous. De plus la caméra nous donne une indication concernant la couleur du trou.

Les premiers tests nous permettent d'être sereins quant à la capacité de piloter la caméra dans le robot et d'en obtenir des informations de captures de couleur. Ces informations seront prises en compte le plus possible pour réaliser les objectifs, et notre expérience positive des caméras en condition de coupe nous donne à penser que cela est réalisable.

e) Positionnement

La position (x , y , θ) du robot est calculée à partir des ordres envoyés aux moteurs pas à pas. Il n'y a pas d'autre système d'odométrie. Le contrôle en « turn & go » assure d'avoir des calculs simples sans trigonométrie.

Un recalage contre les bordures (au contact d'interrupteurs microswitch) sera réalisé pour aligner le robot dans une direction x ou y . L'utilisation d'une boussole est également envisagée, mais elle ne fait pas partie des priorités.

Dossier d'Avant-Projet n° 1 - Equipe 45 - PoBot Sophia Antipolis

Le positionnement des objectifs (balles et trous) se fait avec la caméra CMUCAM dans un cône inversé devant le robot avec une vue de 10 à 30 cm de profondeur et de +/- 20° de chaque côté de la direction.

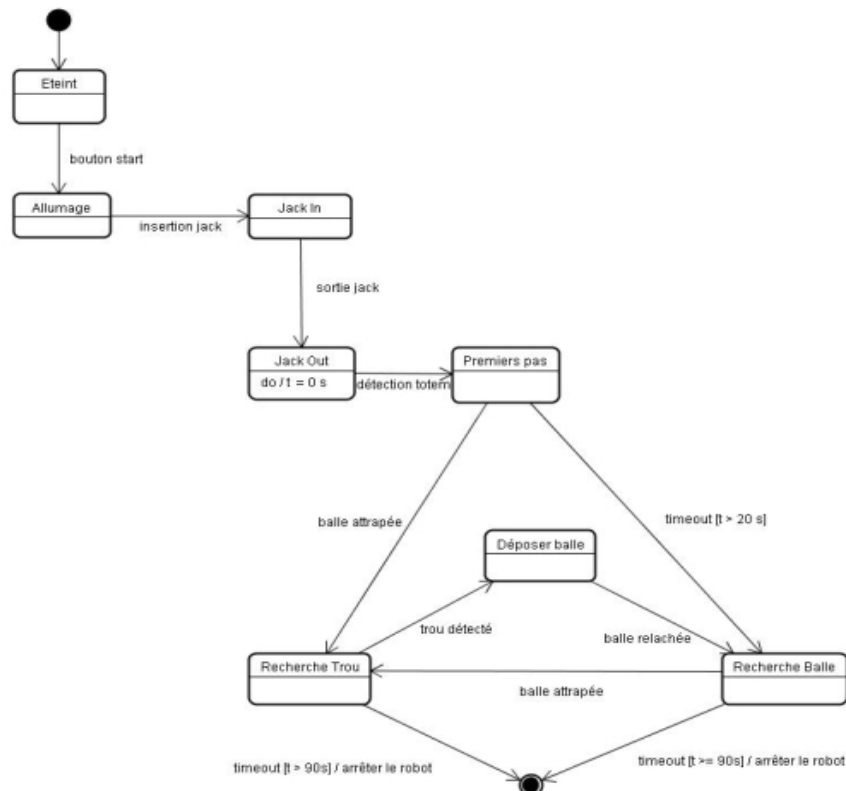
f) Intelligence

Le robot est piloté par un microcontrôleur Atmel de grande capacité. Nous avons développé une carte polyvalente avec des circuits électroniques dédiés (communication, puissance). Le μ C se programme en C avec des bibliothèques de code standard ou que nous avons écrites spécifiquement, pour le pilotage des moteurs notamment.

Une machine à états gère le fonctionnement global du robot. Les étapes d'initialisation, d'attente du départ et de phases de jeu sont donc gérées comme des états, avec une analyse de l'environnement du robot qui mène à des changements d'état et à des actions spécifiques. Les événements asynchrones (la gestion du temps, la communication) sont gérés par interruptions et une boucle réentrante continue permet de les prendre en compte le plus souvent possible.

Il n'y a pas d'algorithme de traitement d'image. Ces calculs sont laissés à la charge de la CMUCAM, et nous ne faisons qu'une interprétation des résultats statistiques. La plus grande difficulté consiste donc à une analyse des phases de jeu et des événements que l'on peut rencontrer, car l'utilisation d'une machine à état impose une prévision de tous les cas possibles.

Nous nous efforçons de mettre en place des timeouts qui débloquent les états quand on considère qu'une action prend trop de temps (exemple trivial, un tour du robot qui parcourerait plus de 360°).



3. Organisation

- a) répartition des tâches
- b) planning prévisionnel
- c) matériel à disposition
- d) partenaires