

Conception d'un robot explorateur de labyrinthe pour les Jeux de génie 2005

Délégation de l'Université de Sherbrooke
Alexis.Lussier.Desbiens@USherbrooke.ca

I. INTRODUCTION

Plusieurs connaissent les compétition *Micromouse* où des robots tentent d'atteindre le centre d'un labyrinthe le plus rapidement possible. La compétition de la machine 2005 ressemble beaucoup au concours *Micromouse*, sauf qu'il faut explorer le labyrinthe en entier.

Ce rapport décrit la conception préliminaire de la machine de l'Université de Sherbrooke pour participer à la compétition du même nom, lors des Jeux de Génie 2005.

Ce rapport énonce premièrement les critères de performances à atteindre et il donne une liste des composants sélectionnés pour atteindre ces performances. Finalement, les les algorithmes de navigation sélectionnées ainsi que les stratégies de course seront détaillés.

II. OBJECTIFS

Les critères de performances de cette machine ont été établis en se basant sur les performances des robots *Micromouse* [1], [2]. Nos objectifs sont par contre plus conservateurs : la vitesse maximale est plus faible car la masse risque d'être plus importante. Les critères inscrits au tableau I devront être remplis pour que notre machine soit compétitive.

Critère	Micromouse	MachineUdeS
Vitesse (m/s)	1 - 2	1
Masse (kg)	0.4	0.9

TABLE I
OBJECTIFS DE LA MACHINE DE L'UDES.

III. DESCRIPTION DES COMPOSANTS DU ROBOT

Quoique les plans de la machine ne soient pas encore terminés, les différents composants, remplissant au mieux nos critères de performances, sont déjà sélectionnés. La figure 1 illustre un schéma simplifié du robot.

Pour des raisons de simplicité de construction, mais également en raison de la grande manoeuvrabilité de ce système de direction, la configuration générale du robot est un système de deux moteurs fonctionnant en mode différentiel [2].

A. Système de propulsion

Les moteurs ont été sélectionnés suite à un calcul de la force nécessaire pour se déplacer à vitesse constante sur une pente de 30°. Ces moteurs fonctionnent à 12V,

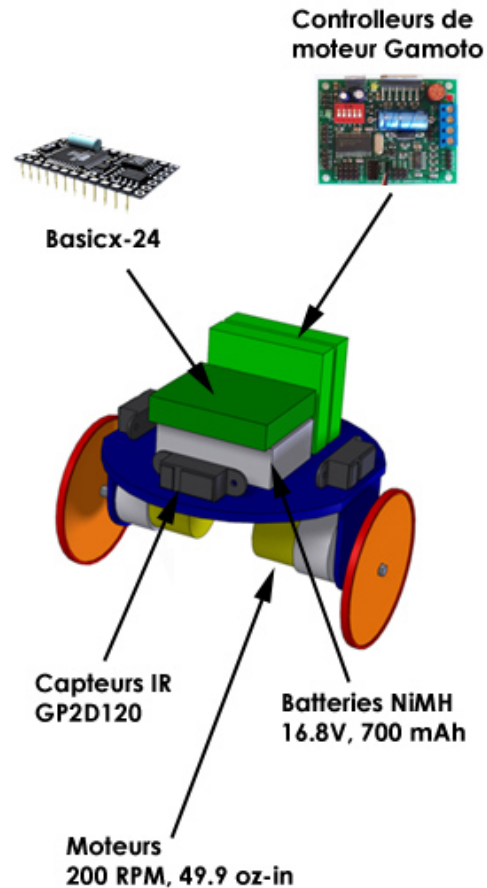


Fig. 1. Schéma illustrant les différents composants du robot.

génèrent un couple maximum de 0,39 Nm et ont une vitesse de rotation maximale de 21 rad/s. Sur chacun de ces moteurs se trouve un encodeur optique comportant 6000 points par tour de roue.

De plus, deux contrôleurs de moteurs *Gamoto* seront utilisés [3]. Ces contrôleurs peuvent lire des encodeurs optiques, gérer des boucles PID et rejouer des trajectoires pré-enregistrées [4].

B. Système de détection des murs

Deux approches seront utilisées pour détecter les murs. Des capteurs infrarouges GP2D120 (distance effective de

4 à 30 cm) constitue le principal moyen de détection. Contrairement à plusieurs capteurs infrarouges, ceux-ci, de par leur construction, sont pratiquement indépendants du type d'éclairage et de la réflexivité des surfaces. C'est un avantage non négligeable lorsque nous ne pouvons essayer le parcours à l'avance. Deux de ces capteurs seront utilisés sur chaque faces du robot de façon à ce que le robot puisse déterminer sa position et son orientation par rapport aux murs.

C. Microcontrôleur

Le microcontrôleur utilisé est un module BasicX-24. Cette carte est composée d'un processeur fonctionnant à 7.37 MHz. Il comporte 8 convertisseurs analogique-digital 10 bits, 8 entrées numériques, 2 ports série et 32K de mémoire EEPROM. Les articles [1], [2] démontrent que cette configuration suffit pour cartographier un labyrinthe.

D. Système de communication

Le système de communication est composé d'un module de réception sensible à l'infrarouge modulé à 40 kHz tandis que l'émission se fera par le microcontrôleur, dont la porteuse sera modulée à 40 kHz par un circuit externe.

La fin de la communication sera signifiée par l'émission d'une DEL rouge.

IV. ALGORITHMES DE NAVIGATION

Nos techniques de navigation sont inspirées des concours *Micromouse*. Par exemple, nous tenterons de minimiser les virages, plus particulièrement les virages dont il faut bloquer une des roues, car ils ralentissent le robot. De plus, la détection des murs se fera lorsque le robot sera en mouvement. Pour visiter un grand nombre de cases plus rapidement, notre algorithme favorisera en premier lieu les trajets en ligne droite.

A. Odométrie

Le principal moyen de s'orienter dans le labyrinthe sera avec l'odométrie. Avec des roues de 12 cm de diamètre, le robot aura une précision de déplacement de plus de 0,1 mm. Ces composants utilisés sur d'autres robot, [3], démontrent qu'une erreur de positionnement (glissement, etc.) de moins de 0,5 cm, après plus de 8 m de déplacement linéaire, est envisageable. Les équations utilisées pour atteindre ces performances sont décrites dans [5].

B. Calibration

L'odométrie sera principalement utilisée pour maintenir la trajectoire rectiligne du robot. Tous les robots finissent par accumuler une erreur importante en utilisant cette technique et c'est pourquoi nous utiliserons également des capteurs de contact ainsi que des capteurs infrarouges pour re-calibrer le robot en cours de déplacement.

V. STRATÉGIE DE COURSE

Deux stratégies de course différentes seront employées : une pour l'exploration et un autre pour le retour du robot. Ces stratégies sont présentement à l'essai en simulateur.

A. Exploration

Contrairement aux autres concours où l'objectif est de sortir au plus vite, celui-ci demande au robot d'explorer le labyrinthe en entier. Notre stratégie sera donc d'explorer toutes les branches du labyrinthe, en favorisant les lignes droites. Les virages sont, en effet, la principale cause du ralentissement des robots.

B. Retour rapide

Pour effectuer le retour, nous utiliserons le chemin le plus court pour le robot. Un algorithme efficace pour se faire est le *flooding* [1]. Par contre, cet algorithme ne tient pas compte des capacités physiques du robot (virage, etc.) et ne génère donc pas nécessairement le chemin le plus court pour le robot.

VI. AMÉLIORATIONS ET CONCLUSION

Même si le robot n'est pas encore terminé, nous travaillons déjà à améliorer quelques aspects de notre stratégie. Nous devons en effet trouver une méthode pour fusionner l'information provenant de l'odométrie ainsi de des capteurs infrarouges. Des solutions, tel un filtre Kalman sont présement considérées.

De plus, des efforts importants doivent encore être fait pour améliorer notre algorithme d'exploration pour accélérer l'exploration des zones creuses ainsi que pour générer la trajectoire de retour, tenant compte des capacités physiques du robot, la plus rapide possible.

Malgré tout, notre travail avance à bon rythme et sommes anxieux de participer à ce défi en janvier.

VII. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les entreprises Robotshop (www.robotshop.ca) et Gamatronix (www.gamatronix.com) pour leur soutien matériel important ainsi que la faculté de génie qui a contribué par l'entremise des fonds FEE.

REFERENCES

- [1] <http://www.micromouseinfo.com>, "Micromouse - hints, ideas, inspiration for mice builders," 2005.
- [2] P. Harrison, "Micromouse information center," <http://micromouse.cannock.ac.uk>, 2004.
- [3] G. W. Lucas, "Using a PID-based technique for competitive odometry and dead-reckoning," *Encoder*, Aug. 2000.
- [4] Gamatronix, "Gamato-1 user's manual," <http://www.gamatronix.com>, 2003.
- [5] G. W. Lucas, "A tutorial and elementary trajectory model for the differential steering system of robot wheel actuators," *The Rossum project*, 2001.
- [6] École Polytechnique de Montréal, "Cahier de la machine," http://step.polymtl.ca/jdg05/cahier_machine_JdG05.pdf, 2005.