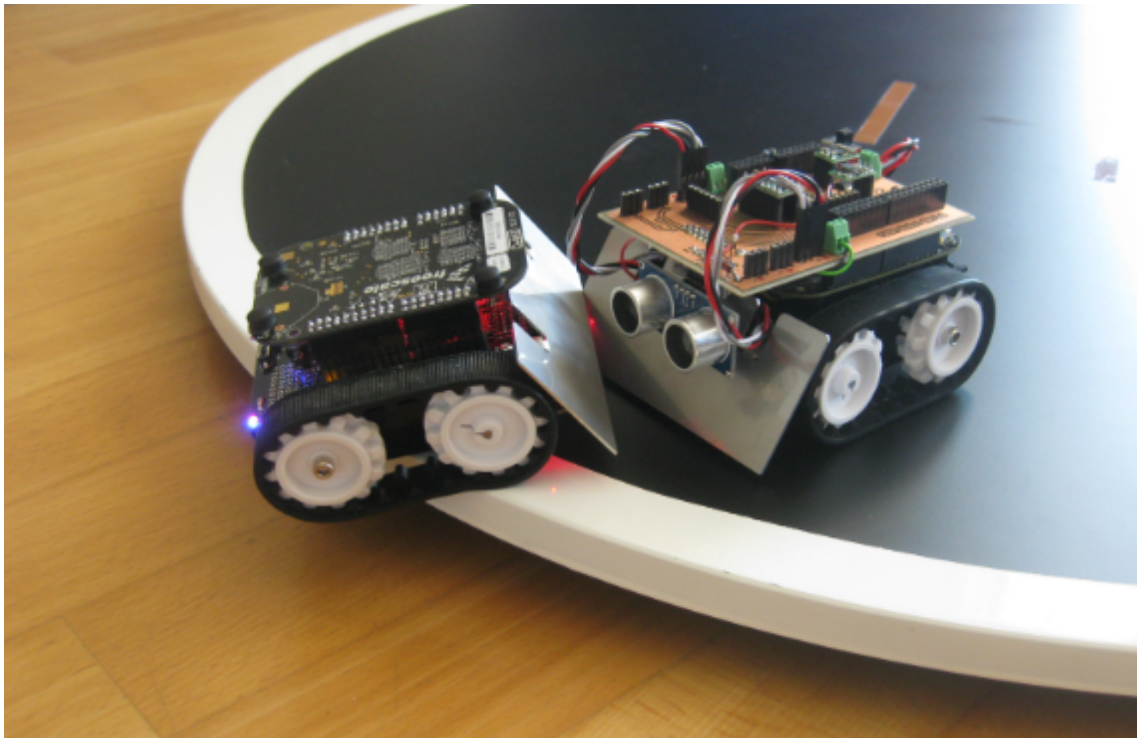

MIQ2 Projet S4

Robot Sumo :

Étude d'avant-projet



I. Introduction:	1
II. Analyse fonctionnelle	1
III. Etat des lieux de l'existant	3
1) Solutions de déplacement.....	3
2) Eléments d'architecture.....	4
3) Solutions de détection.....	4
IV. Conclusion	5

I. Introduction

Dans le cadre du second semestre de notre deuxième année en MIQ au sein de l'insa strasbourg, nous devons réaliser un robot sumo autonome. Le combat de robots sumo est une activité qui consiste à faire s'affronter deux robots dans une arène (Dohyo), le but étant pour chaque robot de faire sortir l'autre de cette dernière.

Ce projet implique de mener à bien toutes les phases de réalisation, de l'analyse du besoin à la fabrication du robot, en passant par la conception, le choix des composants et la programmation. Ce rapport présente l'analyse fonctionnelle du système, l'étude des solutions existantes ainsi que les choix techniques retenus pour l'avant-projet.

II. Analyse fonctionnelle

Le succès de notre robot repose sur sa capacité à éjecter son adversaire tout en restant dans les limites du dohyo, le tout dans le respect du règlement du tournoi. Ces objectifs fondamentaux impliquent d'intégrer plusieurs fonctions essentielles dans sa conception présentées dans le diagramme des interacteurs (figure 1), celui-ci provenant de l'analyse d'une bête à corne.

Tout d'abord, le robot doit être en mesure de détecter rapidement la position de l'adversaire sur le dohyo afin de déterminer la direction d'attaque. Une fois l'adversaire repéré, le robot doit avoir les moyens physiques pour le forcer à sortir des limites de l'arène. Cela signifie qu'il doit pouvoir se déplacer à une vitesse suffisante pour entrer en contact avec le robot adverse avant que celui-ci n'initie une stratégie d'évitement, mais aussi qu'il génère une force suffisante et correctement orientée pour le déplacer efficacement.

Pour rester dans les limites du dohyo, le robot doit bénéficier d'une adhérence suffisante afin de limiter les glissements. Il doit également être capable de se libérer de l'emprise du robot adverse si ce dernier l'entraîne dangereusement vers les bords du terrain.

L'architecture du robot doit être optimisée pour permettre l'intégration de plusieurs capteurs et actionneurs dans le respect d'une surface de base autorisée à 110 x 110 mm. L'ensemble doit être suffisamment lourd pour dégager une puissance optimale sans excéder une masse de 500g. Enfin, pour des raisons de sécurité, la batterie doit être démontable sans difficulté.

L'analyse de ces différents besoins nous a conduit à l'établissement du cahier des charges fonctionnel suivant, présentant des moyens d'évaluer clairement l'adéquation des capacités de notre robot avec les fonctions contraintes relevées.

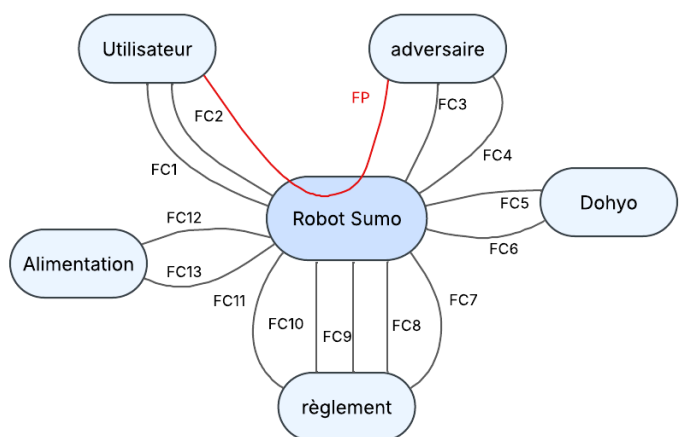


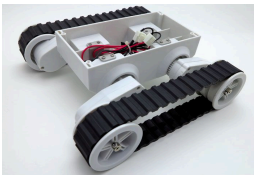
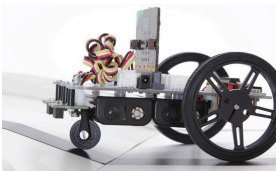
Figure 1: Diagramme des interacteurs

Fonctions de service recensées	Élément concerné	Caractéristique	capacité	Niveau de flexibilité
FP : Permettre à l'utilisateur de gagner en éjectant l'adversaire hors du dohyo				
FC1 : Démarrer par appui sur bouton poussoir au-dessus du robot, avec temporisation selon règlement.	Bouton poussoir et programme	Temps d'inaction	5 secondes	0
FC2 : Permettre le fonctionnement du robot sans intervention de l'utilisateur après démarrage	programme et structure du robot	Système embarqué et batterie embarquée	oui	0
FC3: Détecter le robot adverse.	capteur	portée	> 700 mm	1
		précision	5 cm près et 10 °près	2
		Amplitude	270°	3
FC4: Résister aux chocs avec le robot adverse	Structure du robot	Énergie de choc maximale admissible	1 Joule (~ 2m/s)	2
FC5: Rester à l'intérieur de la surface autorisée.	système de mobilité	adhérence et traction	Le robot ne doit pas sortir du dohyo 95% des fois où il y est placé seul	1
	capteur	précision détection bord		
	programme	réactivité		
FC6 : Ne pas abîmer le Dohyo	Formes des zones de contact		aucune déformation du dohyo	0
FC7 : Utiliser les moteurs et la batterie fournis	moteurs, batterie			0
FC8 : Respecter le poids maximum autorisé	structure du robot	poids	< 500g	0
FC9 : Rester d'un seul tenant	structure du robot	nombre de parties	1	0
FC10 : Respecter les dimensions autorisées	structure du robot	dimension au sol	<110*110mm	0
FC11 : Permettre un accès rapide à la batterie en vue de son retrait.	structure du robot	Temps de retrait de la batterie	<5 secondes, robot en main	1
FC12 : superviser la tension de la batterie	Programme	tension minimale	6,5±0.1 mv	1
FC13 : Autonomie de la batterie	Capacité de la batterie	Nombre de combats sans recharge	3	2

III. Etat des lieux de l'existant

1) Solutions de déplacement

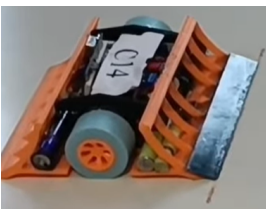
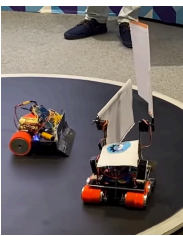
Pour déterminer la solution la plus appropriée, nous avons pris en compte plusieurs critères d'évaluation. Les plus importants parmi eux étant, classés par ordre de priorité décroissante, la stabilité, l'adhérence, la vitesse, la puissance déployable, ainsi que l'encombrement et la masse. Dans le tableau suivant, ceux-ci ne sont mentionnés que lorsqu'ils constituent un intérêt ou un inconvénient significatif.

Système de déplacement	Illustration	Avantages	Inconvénients
Roues Omnidirectionnelles (robot holonome): Mecanum / Omni Wheel/ Swerve		- Possibilité d'attaquer et de fuir dans toutes les directions - Avoir des trajectoires courbes	- Adhérence faible - Vitesse de déplacement latérale faible donc perte d'intérêt dans notre contexte - Difficultés de programmation - Prix élevé (système swerve)
Deux Chenilles		- Bonne stabilité - Moins sensibles aux attaques latérales - Adhérence élevée	- Légère diminution de la vitesse maximale à motorisation égale - Volumineux - Masse
4 petites roues dont deux motrices		- Bonne stabilité - Adhérence élevée	- Faible mobilité - Volumineux - Masse
2 petites roues et une roue folle		- Peu encombrant - Maniable - Facile à programmer - Plus puissante par rapport à deux grandes roues	- Vitesse maximale d'avance peu élevée
2 grandes roues et une roue folle		- Vitesse élevée - Maniable - Facile à programmer	- Peu d'équilibre - Moins de puissance

Nous avons choisi de ne pas utiliser de roues omnidirectionnelles, bien que la conception d'un robot holonome soit séduisante. Ces roues permettent un déplacement dans toutes les directions du plan, offrant un avantage aussi bien pour l'attaque que pour l'évasion. Toutefois, leur vitesse de déplacement latérale est relativement faible, leur intérêt est donc limité dans notre contexte. Chaque autre dispositif présente différents avantages et inconvénients.

Parmi eux, les chenilles nous semblent être les plus intéressantes en raison de leur stabilité et de leur contrôle relativement simple. Nous envisageons néanmoins, de manière secondaire, une configuration à deux grandes roues avec une roue folle, qui offrirait un gain de vitesse et de maniabilité.

2) Eléments d'architecture

Stratégie	Modèle associé	Avantages	Inconvénients	Liens
Centre de masse bas		- moins de risques de renversement - optimisation de la technique de renversement	- espace d'agencement des composants réduit.	2014 DLSU Manila Sumobot Competition
2 rampes		- Le robot n'a pas de sens défini : il peut attaquer sans avoir besoin de faire un demi-tour.	- Nécessite un grand nombre de capteurs	Sumo robot Robo sumo Robot sumo Arduino robot yasash. робот CYMO.
4 rampes pliables		- Intérêt défensif : restreint l'accès aux roues, ce qui peut limiter l'impact des attaques adverses - les rampes pliables ne prennent pas trop de place	- Faible intérêt offensif : les rampes latérales ne correspondent pas aux directions d'attaque - Possible augmentation des frottements et du poids	Sumo R...
"Corrida"		- Si l'adversaire détecte le piège, il avancera en direction de celui-ci et risque de sortir du dohyo.	- La stratégie ne fonctionne pas si le robot repère le robot et non le piège - encombrement élevé, complexifiant la mise en place d'une stratégie d'attaque	3Kg Sumo Robot #1 - YouTube

Sur le plan architectural, nous avons décidé d'abaisser le plus possible le centre de masse du robot. Cette stratégie fondamentale dans les sports de renversement (judo, rugby, lutte...) permet d'accroître la stabilité. Nous avons aussi décidé d'utiliser au moins deux rampes sous réserve que le nombre de capteurs que l'on peut intégrer au robot nous permette d'adopter une stratégie d'attaque bidirectionnelle. Dans le cas contraire, nous pourrions nous limiter à une seule rampe.

Pour mettre en place ces deux stratégies efficacement, un travail minutieux sur les formes, les matériaux et l'agencement des composants est nécessaire.

Nous ne pensons pas que le poids ne soit une contrainte majeure et envisageons même d'ajouter de la masse à notre robot à la fin de son développement si nécessaire (dans la limite des 500 g autorisés). Un poids élevé présente plusieurs avantages : il réduit les risques de renversement lors des combats et augmente l'inertie du robot, ce qui nous donnerait l'avantage lors d'un affrontement face à face. Cela dit, maximiser le poids comporte aussi quelques inconvénients,

notamment une réduction de la vitesse du robot et une sollicitation accrue des moteurs, ce qui peut nuire à la réactivité du mécanisme. Malgré ces inconvénients, nous estimons que les avantages prédominent, ce que nous vérifierons expérimentalement.

3) Solutions de détection

Nous regroupons dans les solutions de détection les différents capteurs permettant la détection du bord du dohyo et du robot adverse. Pour détecter les bords du dohyo, les capteurs infrarouges Sharp proposés sont tout à fait adéquats. La détection du robot adverse sera un élément clé de la réussite de notre projet, ouvrant un large éventail de solutions technologiques. Nous nous sommes d'abord renseignés au sujet des capteurs proposés par l'INSA : en ultrasons (US), le HC-SR04 et en infrarouge (IR), les modèles GP2Y0A41SK0F de Sharp, et CNY70 (Vishay Semiconductors) Le HC-SR04 est le capteur US de référence, il émet un signal d'une fréquence de 40kHz, avec une portée de 2 à 400 cm, et un angle de détection (FOV) de 15°.

Les capteurs infrarouges fournis sont eux bien moins performants pour ce type de détection car ils disposent d'une portée plus faible : 30cm, et il en est de même de leur FOV : <5°. Cependant, nos renseignements sur le HC-SR04 indiquent que son utilisation présente des failles. Premièrement, puisque sa fréquence n'est pas modulable et que la majorité des équipes vont l'utiliser, beaucoup d'interférences risquent de survenir lorsque les deux robots vont émettre simultanément des ultrasons. Nous avons donc d'abord recherché des capteurs à ultrasons fonctionnant à des fréquences différentes et avons identifié le HRLV-Courte Portée-EZ3. Ce capteur possède des caractéristiques similaires à celles du HC-SR04, mais fonctionne à une fréquence de 42 kHz. Toutefois, nous avons rapidement constaté que cette différence ne suffirait pas à éliminer les interférences.

De plus, il est nettement moins efficace que d'autres capteurs IR utilisant la technologie du Time of Flight (ToF). Ceux-ci sont bien plus réactifs, plus précis, disposent d'une FOV plus large, et ne poseront pas de problèmes d'interférence lorsque le robot adverse utilisera des ultrasons. Nos recherches nous ont conduits au Gravity SEN0245, qui présente toutefois quelques inconvénients. D'une part, son coût relativement élevé, avoisinant les 15 €, et d'autre part, sa sensibilité aux inclinaisons : dans certaines configurations, le robot adverse peut dévier les rayons qu'il émet. Cependant, ce problème survient également avec les capteurs à ultrasons.

Pour la détection du robot adverse, nous visons une répartition optimale entre les capteurs SEN0245 et HC-SR04, avec pour objectif idéal de privilégier exclusivement l'IR pour la détection à distance. Nous envisageons également d'ajouter des capteurs de contact (tels que des interrupteurs de fin de course, dont la référence reste à déterminer), après avoir testé leur efficacité.

IV. Conclusion

La mise en place d'une analyse du besoin nous a permis d'identifier les contraintes à respecter pour concevoir notre robot sumo, nous menant à l'établissement d'un cahier des charges fonctionnel. L'analyse des solutions existantes nous a permis d'identifier des solutions techniques pertinentes afin d'optimiser les performances du robot.

Le bon choix de l'architecture du robot ainsi que de son système de déplacement et de détection est fondamental pour son efficacité au combat. C'est pourquoi des tests, notamment des capteurs, vont être nécessaires pour pouvoir faire un choix informé sur la solution optimale. A ce stade nous pensons donc fabriquer un robot à chenilles avec attaque bidirectionnelle. Il comprendrait ainsi au moins deux rampes, et serait équipé idéalement de capteurs infrarouges.

Voici des ébauches de ce à quoi notre robot pourrait éventuellement ressembler :

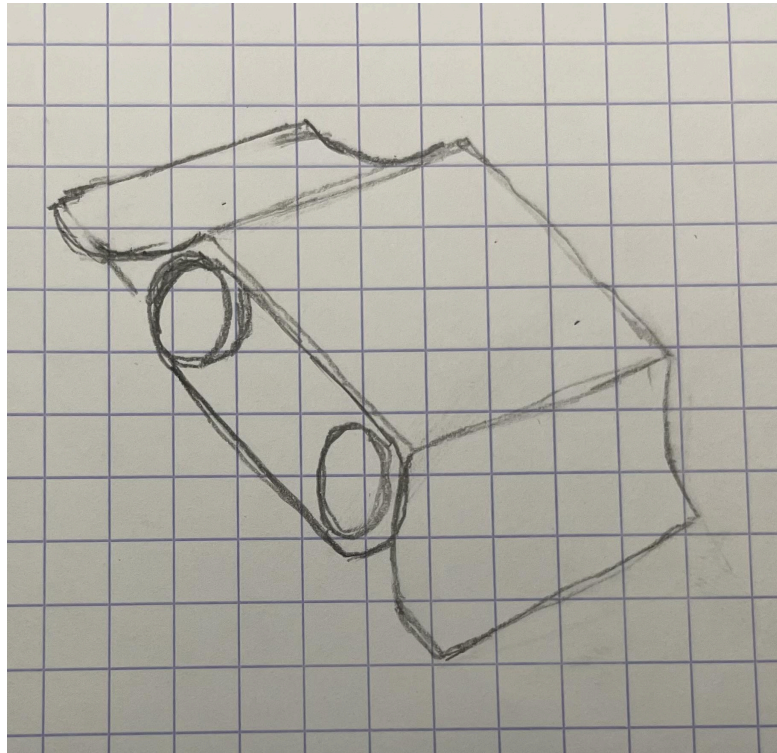


Figure 2: Ébauche de notre robot

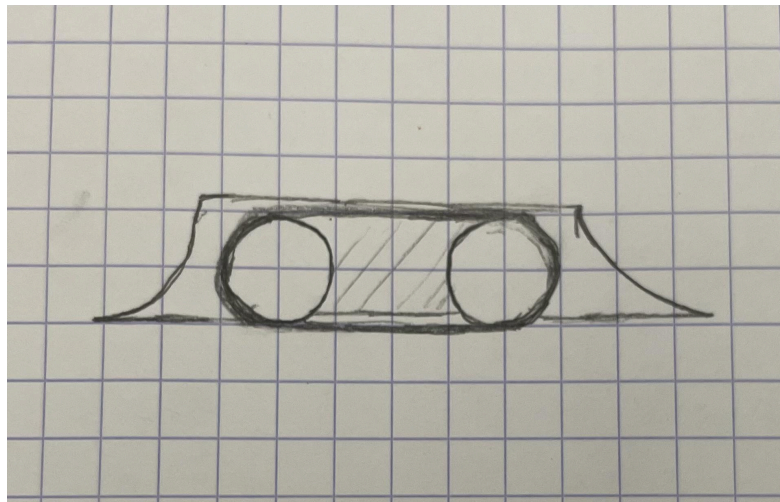


Figure 2: Ébauche d'une coupe de côté de notre robot