CDC ver 0.2

Sujet :

*« Étude des problématiques associées à un robot marcheur à 4 pattes : maintenir l'équilibre, porter une masse, se relever en cas de chute, etc. Réaliser un court état de l'art des robots marcheurs, et réfléchir à ce qu'on pourrait faire avec le robot disponible au Dpt, le Quattro de Roboticia. »*

Introduction :

Dans le cadre de notre projet tuteuré, nous avons décidé de travailler sur les robots quadrupèdes, et plus précisément sur celui mis à notre disposition : le robot marcheur quadrupède « Quattro », de Roboticia. Notre objectif est de maîtriser le fonctionnement du robot, et de parvenir à lui faire effectuer des déplacements différents dans des conditions variables.

Les multiples servomoteurs présents dans chaque patte permettent en théorie au robot de progresser sur un terrain plat comme un terrain accidenté. Le but, serait donc, de garantir sa capacité de déplacement dans n’importe quelle situation. La programmation du robot, quant à elle, s’effectue en Python.

Pour structurer ce projet, nous avons retenu plusieurs problématiques que nous avons réparties en trois blocs :

Projet principal :

* Appréhender la base du déplacement des quadrupèdes
* Maîtriser la physique liée au robot ainsi que les outils de programmation nécessaires à la mise en œuvre du fonctionnement du robot
* Rétablir le robot s’il tombe ?
* Parvenir à coordonner la marche du robot

Partie avancée :

* Possibilité de porter une charge légère en maintenant l’équilibre ?
* Gérer les variations de terrain

Possibilités pour étendre le projet :

* Tenter d’autres modes de mouvement que la marche
* Envisager un déplacement autonome ?

Étude préliminaire des mouvements

Afin d’appréhender le problème de la marche des robots quadripèdes nous avons cherché une base de réflexion, c’est pourquoi nous nous sommes d’abord intéressés à la façon dont les animaux marchent.

Le robot sur lequel nous travaillerons sur l’ensemble du projet est en effet articulé à la façon d’un cheval (comme le montrent l’orientation de ses genoux), nous avons donc basé nos observations sur la marche des chevaux.

Nous avons constaté que lorsqu’un cheval marche, tous ses membres sont en mouvement à la fois, de plus, ceux-ci se lèvent selon un cycle constant, ce cycle peut typiquement se décrire de la façon suivante :

Arrière droite, avant droite, arrière gauche, avant gauche, …

Le coté de départ n’importe pas tant que le cycle est répété correctement.  
On a aussi pu noter que lors de sa marche, un cheval lève une seconde patte avant d’avoir reposé la première, ce décalage est plus marqué que pour la marche d’un chat par exemple.

Lors d’un trot, cependant, les pattes sont levées par groupe de deux, une à l’avant et celle du côté opposé à l’arrière.

Ces recherches, en plus de nous aider à comprendre la marche d’un quadrupède, ont fait apparaître la complexité qui repose derrière la coordination et l’équilibre de ce genre de robots.

Le robot diffère néanmoins clairement d’un animal sur un point, il n’a pas de pied, ou de sabot articulé, mais un simple appui au bout de chaque patte.

Comportements à implémenter

*Se relever d'une position couchée (sur le côté car impossible sur le dos) :*

Il s’agit du premier comportement que nous comptons développer.

Théorie : lui faire replier les deux pattes en contact avec le sol afin de lui faire retrouver une position où il a toutes ses pattes au sol (IE : le faire retomber sur son ventre), puis depuis cette position d’équilibre stable le faire se relever. (À tester en pratique pour connaître les angles et la vitesse des moteurs.).

SCREEN

*Lui faire porter une charge :*

Cela requiert bien entendu que l’on arrive à le faire marcher, il faudra prendre en compte l’impact de la charge sur les servomoteurs des jambes.

En se basant sur le même principe que le déplacement sans charge il faudra regarder les changements engendrés au niveau des capteurs de pression, ainsi que sur la capacité du robot à maintenir l’équilibre.

Il faudra notamment être capable de déterminer où placer précisément la charge pour préserver l’équilibre du robot au maximum, ou déterminer le cas échéant un comportement pour compenser ce déséquilibre.

Nous effectuerons d’abord des déplacements à vitesse réduit afin de mieux saisir tous ces changements, avant de revenir à une vitesse plus élevée.

SCREEN (?)

*Le faire marcher sur une surface variable (non régulière) :*

Théorie : en se basant sur le même principe d’équilibre que sur un terrain plat et avec les capteurs situés sur les moteurs et au niveau des épaules on peut réussir à déterminer si une des jambes n’a plus d’appui stable, ou si le robot a perdu l’équilibre.  
(Des tests seront nécessaires afin de vérifier la sensibilité des capteurs de pression et de connaître les angles dans lesquels les moteurs devront être.)

Il s’agirait donc d’établir une routine dans laquelle le robot vérifie le terrain dans lequel il évolue avant d’avancer, ce qui implique, un déplacement ralenti.

*Tenter d'autres modes de mouvement que la marche :*

L'objectif est de réussir à le faire trotter et ultimement, galoper. Il est dur de prévoir ces déplacements à l’avance, puisqu’il nous faudra d’abord parvenir à le faire marcher avant de s’attaquer à cette problématique.

*Aborder le déplacement autonome ?*

Il s’agit plus d’une idée que d’un objectif concret.

L'objectif est de réussir à créer un déplacement autonome du robot c'est à dire le faire se relever s'il tombe sans aide extérieure, lui faire faire demi-tour s'il rencontre un mur (si les capteurs nous le permettent) ou le faire s'adapter seul a un changement comme une perte d'équilibre soudaine.

Il s’agirait alors de mettre en œuvre tout ce qui a été réalisé jusque-là.

Cela implique de faire comprendre au robot la situation dans laquelle il évolue et la façon dont il doit réagir.

État de l'art

Dans le but d'approfondir nos connaissances sur le sujet, nous avons effectué des recherches dans le domaine des robots quadrupèdes en général, afin de constituer un « état de l’art ».

Nous avons retenus différent types de robots quadrupèdes :

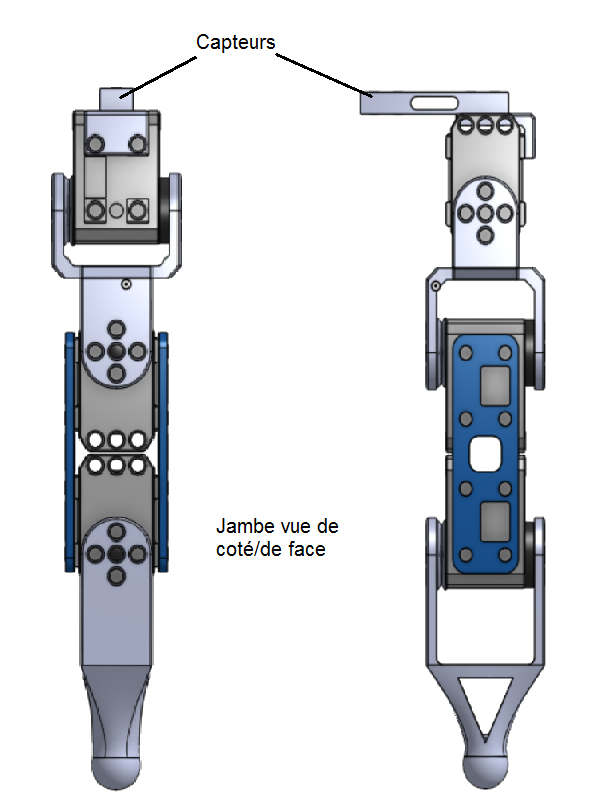
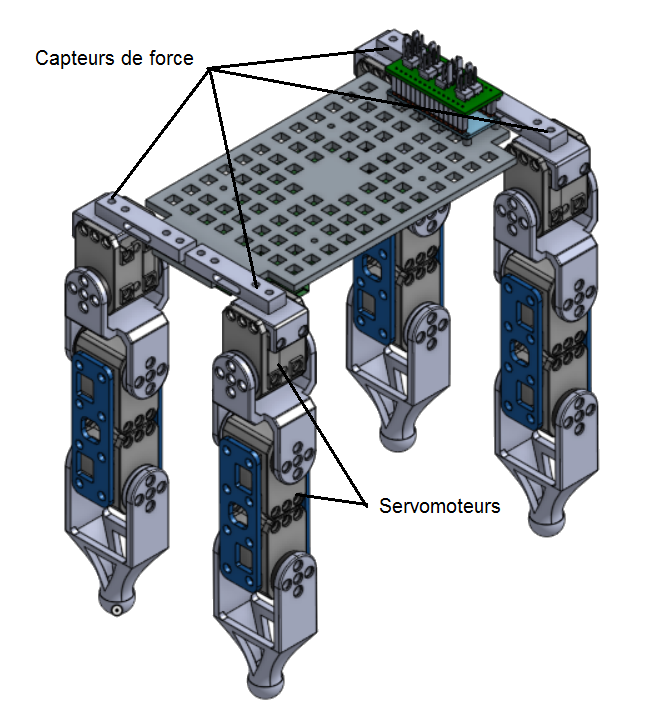
* Le robot Spot, un robot avec les coudes des pattes tourné vers l’arrière. Capacité de galoper/ marcher/monter/descendre/bousculer sans tombé ou trébucher. Équilibre parfait du robot dans toute situation d’utilisation.
  + Créateur : Boston Dynamics (<https://www.youtube.com/watch?v=M8YjvHYbZ9w>)
* Le robot Big Dog, a trois membres pour les pattes avant comme arrière. Capacité de marche/monter/descendre/bousculer // Marche rapide en temps normal (pluie ou soleil) marche ralenti dans la neige mais totalement possible. Le robot se rattrape lors de passage sur zone glissante ou descente ardue et /ou glissante.
  + Créateur : Boston Dynamics
  + Phases de tests : capacité de saut et de galoper en cours de test. La démarche et la vitesse de marche est encore en cours d’amélioration.
  + (<http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html>)
* Le robot WildCat, un robot spécialisé sur la course et le galop. Capacité à courir près des 30Km/h.
  + Créateur : Boston Dynamics.
  + (<https://www.youtube.com/watch?v=wE3fmFTtP9g>)
* Le *Massachussets Institute of Technology* a créé un robot coureur quadrupède pouvant galoper vers les 8 Km/h et sauter par-dessus des obstacles jusqu’à 40 centimètres.
* Le SweetieBotProject vise à créer un robot quadrupède ressemblant à un poney. Il s’agit d’un projet amateur basé sur le crowdfunding, il est encore en développement, le troisième prototype est en phase de montage.
  + ( <https://www.patreon.com/sweetiebot> )

La marche des robots : <https://vieartificielle.com/marche-du-robot-humanoides-hexapodes>

De cette étude on constate que les robots marcheurs présents actuellement viennent sous différentes formes, la principale variation étant le nombre de pattes. Ils sont pour la plupart de taille assez réduite et ont une utilité réelle assez limitée sauf certaines exceptions comme le « BigDog » de chez Boston Dynamics, qui permet de transporter une charge de 150 kg, et à été testé en conditions réelles par l'armée américaine. Les autres peuvent principalement servir à de l'étude de mouvements et de comportement pour l'instant.

La compagnie leader du marché est actuellement Boston Dynamics, ce sont eux qui proposent les solutions les plus nombreuses et avancées.

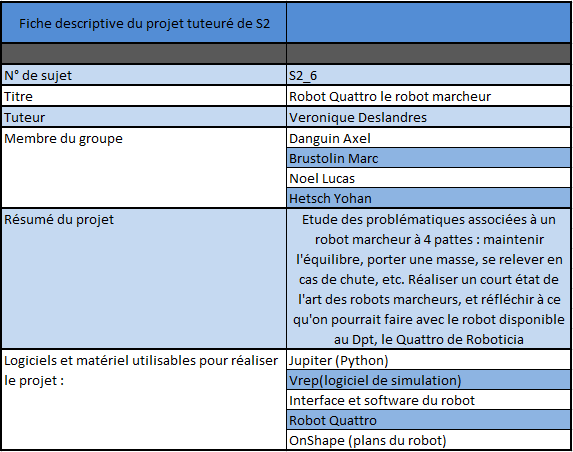
Plans



//présentation des trucs qu’on peut actuellement faire : prog de simul + control du robot

Planning

Fiche descriptive du projet



// conclusion

Remerciements

Nos remerciements à M. Julien Jehl et à Roboticia qui nous fournissent le robot, ainsi qu'a Mme Véronique Deslandres, notre tutrice pour ce projet.