

Fabrication d'un système de distribution de bonbons

Université libre de Bruxelles – École Polytechnique de Bruxelles

Cette année, la filière électromécanique de l'école polytechnique a proposé aux étudiants de BA2 de réaliser un système de distribution de bonbons. Celui-ci est composé d'un réservoir à bonbons fixe et d'un robot serveur autonome. Le robot est conçu à partir de pièces LEGO Mindstorms® et doit prendre la commande de chaque client par communication sans fil, s'alimenter en bonbons à son distributeur fixe et ensuite livrer les différents clients.

Cinq groupes d'étudiants ont travaillé sur ce projet. Chaque groupe présentera sa solution au problème posé et les différents aspects de leur travail :

Conception mécanique du distributeur fixe et du robot mobile

Le robot doit être capable d'aller chercher un nombre précis de bonbons à un distributeur fixe pour ensuite les distribuer aux clients. Il s'agit donc de trouver un mécanisme permettant de fournir au robot le bon nombre de bonbons de manière reproductible. Pour la réalisation de leur distributeur, les étudiants ont utilisé des matériaux de récupération ou à faible coût ainsi que des pièces Légo.

Les réservoirs à bonbons fixes ont de plus dû respecter certaines contraintes comme par exemple être facilement manipulables ou encore être suffisamment solides. Enfin, il fallait également que la distribution des bonbons se fasse de manière hygiénique afin que les bonbons distribués puissent être mangés. MIAM !

Devant répondre aux mêmes objectifs, les différentes équipes ont cependant développé 5 distributeurs et 5 robots mobiles différents. Ceci montre bien que le métier d'ingénieur demande non seulement des connaissances et des raisonnements scientifiques, mais aussi une grande créativité, pour trouver la meilleure solution à un problème donné.

Modélisation

Les étudiants ont été amenés à développer des modèles, reposant sur des équations empiriques ou issues de modèles physiques. Le but de la modélisation et ensuite de la simulation est de pouvoir prédire le comportement du système afin de bien comprendre son fonctionnement et ensuite d'optimiser ses paramètres.

Un exemple de modélisation qui a été effectuée est le calcul de la position et l'orientation du robot sur la base de la mesure des positions angulaires des roues gauche et droite (cette discipline s'appelle l'odométrie).

Un simulateur a permis d'adapter les différents algorithmes mis en œuvre dans le robot mobile pour s'assurer qu'il ne puisse pas tomber de la table, ou vérifier qu'il fasse exactement le trajet qui lui était demandé, sans passer à côté d'un client sans le servir, par exemple.

La simulation a aussi permis d'optimiser le système de régulation, en le soumettant à de très nombreux tests. De tels tests auraient pris un temps beaucoup plus important s'ils avaient été effectués directement sur le robot.

Conception d'un régulateur

Le robot se déplace grâce à deux moteurs, l'un entraînant les roues motrices du côté droit et l'autre, celles du côté gauche. La vitesse de rotation de ces derniers dépend de leur tension d'alimentation. En contrôlant cette tension de manière adéquate, on peut donc piloter le robot.

Malheureusement, les moteurs sont sensibles aux perturbations pouvant gêner leur rotation comme la masse qu'ils doivent entraîner ou la friction qu'ils doivent vaincre. De plus, les deux moteurs ne sont pas parfaitement identiques : en leur appliquant une même tension, ils ne tournent pas à la même vitesse, ce qui fait dévier le robot. Pour ces raisons, il est impossible de prévoir les déplacements du robot en se basant uniquement sur la connaissance des tensions appliquées.

Le régulateur permet d'outrepasser ces problèmes. En effet, celui-ci ajuste la tension des moteurs en temps réel sur la base de l'objectif à atteindre. A chaque instant, le régulateur compare l'état du moteur, par exemple sa position angulaire ou sa vitesse de rotation, à la valeur que l'on souhaitait atteindre et adapte la tension en conséquence. Par exemple, si une roue ne tourne pas assez vite, le régulateur augmentera la tension du moteur alors que si elle tourne trop rapidement, il la diminuera. Ce principe s'appelle la rétroaction.

La conception d'un régulateur consiste à ajuster la correction de manière adéquate. Si celle-ci est trop faible, l'objectif ne sera jamais atteint, alors que si elle est trop forte, on oscillera autour de la valeur à atteindre, parfois de manière très abrupte. Ainsi, il vaut toujours mieux tester le dimensionnement de son régulateur en simulation avant de le mettre en œuvre sur le système réel.