

Résumé du Projet de 7e semestre, hiver 1991-92

Trottinette intelligente

Daniel von Wyl, Electricité

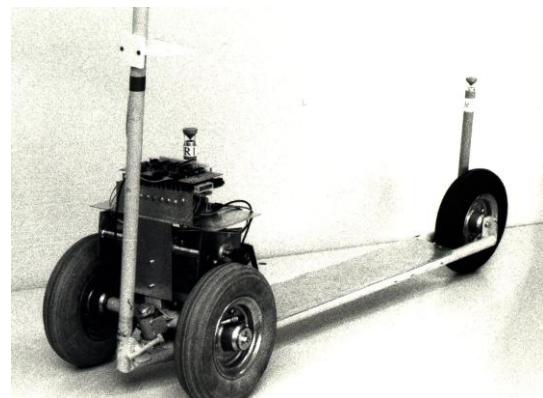
Introduction

Les longs couloirs de l'EPFL appellent un moyen de transport adéquat. Le LAMI dispose d'une trottinette à 3 roues comportant deux moteurs d'entraînement avec des moteurs électriques pour avoir un moyen de transport. Outre le fonctionnement normal de la trottinette, on aimerait avoir un comportement intelligent: se parquer seule contre la prise de chargement d'accumulateur, ne rouler que pour son maître.

Chaque semestre, les étudiants de dernière année choisissaient un projet lié à l'un des cours qu'ils avaient suivis. Cela les occupait 8 heures par semaine, ce qui était souvent dépassé en fin de semestre, mais la réputation des assistants attirait chaque semestre beaucoup d'étudiants.

C'était 20 ans avant les premières trottinettes électriques. A l'époque, les accus étaient trop gros et les moteurs pas assez puissant, mais le LAMI était à l'affût de tout ce qui pouvait avoir un avenir.

C'était la période "robot" du Lami, peu après le Khepera en 1991. Donc il fallait que la trottinette puisse être autonome. Deux roues motrices à l'avant et un levier pour forcer l'orientation étaient la solution construite par le technicien du LAMI, Georges Vaucher. Cela fonctionnait !



Que faire d'intéressant avec cette trottinette électrique? Conduire aurait été absurde. Se parquer relevait plusieurs défis: les capteurs, la navigation, on pensait même aux réseaux de neurones. Les compétences de plusieurs assistants entraient en jeu.

Deux capteurs ultrasonores mesuraient la distance au mur. Le processeur était un 68HC11.

Le rêve de JD ne s'est pas réalisé. Il voulait lâcher la trottinette devant son bureau pour se précipiter devant son Smaky. La trottinette devait se parquer seule au coin prévu, et revenir sur appel se positionner devant la porte pour le départ.

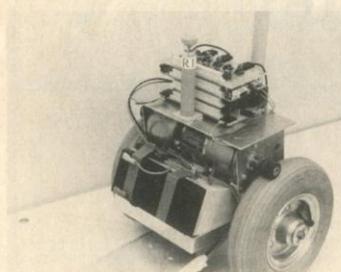
Le projet n'avait aucune chance de succès, mais c'était un beau projet pour Daniel von Wyl, qui est actuellement directeur chez Maxon Motors AG.

A l'EPFL, l'intelligence gagne même les trottinettes

Les longs couloirs de l'EPFL demandent un moyen de transport adéquat. Le Laboratoire de Micro-informatique LAMI dispose déjà d'une trottinette à trois roues comportant deux moteurs d'entraînement électriques. Il serait toutefois intéressant de lui ajouter ce brin d'intelligence lui permettant par exemple de se parquer seule contre la prise de chargement de l'accumulateur et de ne rouler que pour son maître.

Dans le cadre d'un Projet de 7e semestre, un étudiant a équipé cette trottinette d'un microprocesseur et de capteurs lui servant à reconnaître sa position. Le système utilise une boucle inductive, deux capteurs à ultrasons sur le véhicule et deux émetteurs fixes dans la zone de parage. L'interface de gestion des

moteurs (12 V, 3 A) comprend un microcontrôleur 68HC11 et un processeur d'impulsions universel HD63140 monté sur une carte. Le développement du logiciel s'est fait grâce à un



Smaky relié à l'interface. La commande des moteurs utilise un régulateur de type PID.

Dans l'état actuel du développement, la trottinette peut suivre des trajets préprogrammés. Il est prévu de lui ajouter un algorithme de parage, un chargeur d'accumulateur et un système d'alarme et de blocage en cas d'utilisation par une personne non autorisée.

Professeur J.-D. Nicoud
Laboratoire de Micro-informatique de l'EPFL
1015 Lausanne.
Tél: 021/693 26 42 (41)

Service lecteur 123

Et voici l'article très bien écrit par Nicolas Henchoz, alors journaliste à la Gazette de Genève, fondateur de l'EPFL-ECAL lab en 2007.

Une trottinette qui possède des moteurs électriques et va se recharger toute seule dès qu'on la délaisse. Bientôt pourvue d'un programme «neuronal», elle pourrait alors n'obéir qu'à son maître....

Par Nicolas Henchoz

Couloirs rectilignes, éreintants, souvent lugubres: voilà le triste sort des collaborateurs de l'École polytechnique fédérale de Lausanne. Un triste sort auquel le professeur Jean-Daniel Nicoud, directeur du Laboratoire de microinformatique (LAMI) tenait à échapper. Tout commença par une planche à roulettes pourvue, à l'avant, d'une tige verticale permettant au néophyte de trouver un appui supplémentaire et d'accroître ainsi considérablement sa stabilité. Une fois réalisé, l'engin ressemblait furieusement à... une trottinette. Léger et très maniable, il facilite considérablement le déplacement de son utilisateur. Pas satisfaisant pour autant! Car Jean-Daniel Nicoud n'est pas seulement un théoricien de la microinformatique: il adore aussi bricoler.

Comment donc améliorer ce moyen de transport? Première étape: le munir de petits moteurs électriques. Ce qui implique bien évidemment l'adjonction de batteries. Malheureusement, les accumulateurs du commerce sont lourds et diminuent la maniabilité de l'engin. On peut pourtant réduire cet inconvénient: contrairement aux voiturettes électriques, la trottinette n'effectue que de courts trajets et reste la plupart du temps au repos. En la rechargeant régulièrement entre deux parcours, des batteries plus légères, de faible capacité, devraient suffire.

Ennuyeux de recharger sa trottinette entre chaque trajet ? Absolument pas! Dès qu'on abandonne l'engin, il trouve automatiquement une prise électrique - quelque peu modifiée - pour se recharger lui-même. Voici donc le premier degré

d'intelligence d'une trottinette électrique!

La conception du système de guidage fut confiée à Daniel von Wyl, un étudiant de troisième année, comme projet de semestre. Les premiers essais sont certes concluants, mais le système est perfectible: cette année, un ingénieur diplômé préparant une maîtrise remplacera le programme informatique classique de la trottinette par un programme «neuronal», c'est-à-dire capable d'apprendre par lui-même. Le véhicule pourra ainsi reconnaître des situations rencontrées antérieurement, optimiser ses manœuvres de parcage, et se débrouiller plus facilement dans un environnement inconnu.

Par la suite, des étudiants continueront à perfectionner l'une des trottinettes les plus «high-tech» du monde. Il reste encore, par exemple, à l'équiper d'un système antivol... «neuronal», bien entendu! Plusieurs solutions sont envisagées: la trottinette pourrait ne reconnaître que la voix de son maître. Plus subtil, prophétise le professeur Jean-Daniel Nicoud, «elle pourrait aussi reconnaître la façon dont l'utilisateur lui grimpe dessus. C'est sûrement un mouvement très personnel». C'est dire si la trottinette intelligente a encore une longue route devant elle...

Fuir les prédateurs

Et pourquoi n'aurait-elle pas un avenir commercial, dans les grands aéroports par exemple? «Pour l'instant nous sommes très loin d'un modèle commercial et l'électronique embarquée coûte trop cher», estime Jean-Daniel Nicoud. En fait, la trottinette intelligente sert surtout de prétexte pour développer toutes sortes de systèmes électroniques sophistiqués et motiver les étudiants durant leurs travaux pratiques...

Le parc de véhicules exotiques du LAMI ne se limite pas à la trottinette intelligente. Le robot craintif «neuronal», par exemple, possède un système de guidage qui lui permet d'éviter les obstacles et, surtout, de ne jamais se laisser attraper par un prédateur! Pour l'instant, les études se limitent à des simulations par ordinateur d'un tel comportement lorsque le programme informatique du robot ne comporte que quatre ou cinq «neurones». Les premiers résultats semblent concluants mais, dans une première phase, un humain devra surveiller le robot et corriger ses réactions dans les situations dangereuses.

Un bon sens de l'orientation

Pour trouver elle-même son chemin, la trottinette doit non seulement connaître sa position mais aussi son orientation. Daniel von Wyl a donc choisi de placer dans l'un des laboratoires du LAMI deux émetteurs à ultrasons. La trottinette, quant à elle, possède deux récepteurs: un à l'avant, l'autre à l'arrière. L'astuce consiste à mesurer le temps que mettent les signaux pour aller des émetteurs aux capteurs. En connaissant la vitesse à laquelle se propagent les ultrasons, le microprocesseur de la trottinette parvient à calculer la distance qui sépare les émetteurs des capteurs et donc à déterminer la position du véhicule. La précision atteint quelques centimètres. L'erreur provient notamment des variations de température dans le local, car le son se

déplace plus rapidement dans de l'air froid. Daniel von Wyl estime cette incertitude à six millimètres pour une variation d'un degré.

Il restait toutefois un problème: grâce à ses capteurs, la trottinette sait à quel instant les ultrasons la percutent, mais elle ne connaît pas le moment de leur émission. Comment donc mesurer le temps nécessaire à leur propagation? L'astuce consiste à placer un circuit électrique qui fait le tour des locaux où se promène la trottinette. Une impulsion électrique parcourt ce circuit à l'instant précis où les ultrasons sont émis. Or ce courant génère un champ magnétique qui se propage à la vitesse de la lumière (300'000 km/s) et atteint donc quasi immédiatement la trottinette. Celle-

ci possède un capteur magnétique qui transmet au microprocesseur du véhicule l'instant d'émission des ultrasons.

Selon Jean-Daniel Nicoud, on aurait pu réaliser un système de guidage plus classique (dirigé par un faisceau de lumière et des capteurs photosensibles, par exemple). Mais le nouveau système développé au Laboratoire de microinformatique, qui fait appel à un microprocesseur, permet d'ajouter des caractéristiques particulièrement intéressantes: la trottinette pourrait par exemple circuler dans un local dont elle connaît mal la géométrie, où des personnes se déplacent, et se débrouiller dans des situations pour lesquelles elle n'a pas été spécialement programmée.

N.H.

jdn 29.01.2026