



EXCLUSIF

Quand mère Nature inspire les cartes-mères

A l'EPFL, les robots imitent les animaux. Dès décembre, un nouveau centre de robotique va consolider cette avance suisse dans la robotique bio-inspirée.

PAR FABRICE DELAYE



SAUTERELLE
Le Jumperv3 de Mirko Kovac saute, s'oriente et rebondit.

Une sauterelle mécanique, un robot-criquet capable de rebondir, un minuscule planeur qui vole et s'accroche aux murs comme un écureuil... Il y a quelque chose de la poésie des mobiles en fils de fer du sculpteur Alexander Calder dans les robots ultra-légers que Mirko Kovac dispose, ce jour-là, sur une table du Laboratoire des systèmes intelligents (LIS) de l'EPFL. Peut-être parce que ces robots, loin des lourds androïdes régulièrement présentés par des chercheurs japonais, s'inspirent de la nature.

C'est leur secret. Et, c'est aussi l'une des voies les plus prometteuses de la recherche en robotique aujourd'hui. Une voie que les chercheurs de l'EPFL ont ouverte en pionniers. En plus du Laboratoire des systèmes intelligents, trois autres labos (celui des algorithmes et des systèmes adaptatifs (LASA) dirigée par Aude Billard, celui de l'intelligence distribuée (DISAL) d'Alcherio Martinoli et le Biorob d'Auke Ijspeert) trouvent dans la biologie l'inspiration pour leurs robots. Dès décembre, ils vont d'ailleurs être regroupés dans un nouveau centre de robotique qui disposera de son propre bâtiment d'ici à deux ans.

DES INSECTES POUR MODÈLES

Cette reconnaissance, consacrée en avril dernier par un financement de 13,3 millions de francs sur quatre ans pour un programme national (NCCR) piloté depuis Lausanne, procède du potentiel exceptionnel de la robotique bio-inspirée. Au lieu de chercher à programmer tout un ensemble de fonctions complexes, notamment comme la marche,

la vision, la préemption, dans une seule machine à l'apparence humanoïde, les biomiméticiens misent sur des robots simples, bon marché et capables de s'adapter et de collaborer. «Vous pouvez créer un robot de 10 kilos pour accomplir une tâche, explique Mirko Kovac. Mais s'il tombe en panne, c'est fini. L'alternative est de créer 1000 microrobots de 10 grammes. Même si la moitié ne fonctionne pas, le travail continue malgré tout.»

La robustesse d'un essaim de robots n'est pas le seul avantage de la robotique bio-inspirée. En amont du travail de Mirko Kovac, on trouve les recherches de Dario Floreano,

actuel directeur du LIS. Il a commencé à s'inspirer de la nature pour programmer ses robots. Son approche a d'abord consisté à créer des logiciels très simples, qui se combinent et se sélectionnent au travers d'une évolution quasi darwinienne. A un certain moment, une forme d'intelligence artificielle émerge au cours de cette évolution. Le robot est parvenu au travers d'un processus d'apprentissage à sélectionner les logiciels les mieux adaptés à sa tâche.

L'émergence de cette intelligence est aussi optimisée lorsque plusieurs robots collaborent. Dario Floreano et son équipe se sont donc intéressés aux organismes

vivants dont l'efficacité dérive, elle aussi, d'une intelligence collective: les insectes. Cela les a amenés à travailler avec le célèbre entomologiste spécialiste des fourmis à l'UNIL, Laurent Keller.

«Avec les insectes, nous nous sommes aperçus qu'une partie de leur intelligence réside en réalité dans le corps», précise Jean-Christophe Zufferey, premier assistant au LIS. Fort de ce constat, les chercheurs ont commencé à étudier les propriétés biomécaniques des insectes pour les appliquer à leurs robots. Le projet Airburr reprend, par exemple, le principe de l'exosquelette des insectes pour rendre un robot volant résistant aux collisions.

DES SAUTERELLES POUR SURVEILLER DES SITES SENSIBLES

Pilote passionné – il est champion suisse de voltige aérienne – Jean-Christophe Zufferey a ainsi repris le modèle de la mouche pour son petit avion. Pesant moins de dix grammes, cet aéronef robotisé imite les principaux capteurs qui permettent aux mouches d'éviter les obstacles. «Plusieurs microcaméras reproduisent l'œil composé de l'insecte, des capteurs inertiels le sens de l'orientation et un micro-anémomètre les poils qui sentent les flux d'air», détaille le scientifique. Résultat: l'insecte artificiel vole en toute autonomie en se jouant des écueils.

Ce succès vient d'ailleurs de déboucher sur la première application économique des recherches en robotique bioinspirée de l'EPFL. Fin 2009, Jean-Christophe Zufferey



DRONE
Le Swinglet
surveille
champs et sites
industriels.

a créé senseFly qui commercialise un mini-drone autonome – le Swinglet – pour surveiller champs agricoles et sites industriels. Il a aussi l'idée de se servir d'un essaim de ces minidrones pour créer un réseau wi-fi momentané utile, par exemple, à des sauveteurs sur le lieu dévasté d'une catastrophe.

Les situations d'urgence et la surveillance de lieux sensibles sont aussi au cœur des applications qu'entrevoit Mirko Kovac. Une nuée de ses robots sauterelles capables de sauter à 60 centimètres de hauteur, de s'orienter et de se redresser sur leurs pattes pour rebondir pourraient être déployée dans une zone de tremblement de terre pour rechercher des victimes. Dans une forêt, ils donneraient l'alarme en cas de départ de feu.

Comme ils s'adaptent à l'environnement naturel mais aussi voient, sentent, communiquent et même évoluent, les essaims d'insectes robots sont plus proches de l'avènement que les androïdes énergivores à la C-3PO. ■



PLANEUR
Inspiré de
l'écureuil-volant,
il s'accroche
à tout.



RECHERCHE

Le premier robot amphibie

Une salamandre artificielle qui nage dans le Léman.

La nage et la marche de la salamandre sont presque exactement comparables à celle des premiers tétrapodes qui sont sortis de l'eau pour apprendre à se mouvoir sur la terre ferme à la fin du dévonien. Logiquement, c'est vers ce petit amphibien que s'est tourné le groupe Biorob d'Auke Ijspeert à l'EPFL pour développer le premier robot amphibie.

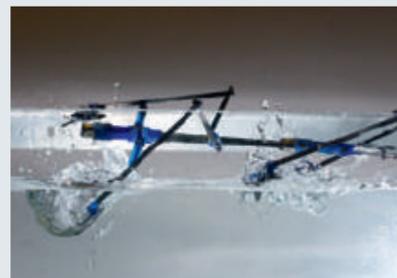
A partir des travaux du neurobiologiste français Jean-Marie Cabelguen, les chercheurs suisses ont développé un modèle mathématique centré sur les sous-réseaux de neurones qui activent chacune des 40 vertèbres de la salamandre. Couplés entre eux et avec ceux qui commandent les membres, ces sous-réseaux de neurones appelés oscillateurs forment le logiciel qui permet au robot de nager et de marcher avec ses huit pièces articulées. Longue de 80 centimètres, la troisième version de la salamandre-robot de l'EPFL est équipée d'une nageoire caudale. Entièrement conçue à Lausanne, que ce soit pour ses coques en plastique, ses engrenages ou son électronique, elle évolue désormais vers une forme d'intelligence autonome (reconnaissance d'obstacles, suivi de la lumière...) au sein du projet européen Lampetra.

Une nouvelle génération d'animats et d'insectobots

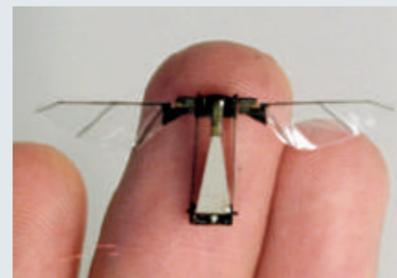
Les robots bio-inspirés de l'EPFL font des émules. Trois exemples:



Gecko Développé par l'Université de Stanford, le Stickybot III grimpe aux murs à la manière des lézards geckos.



Jésus Le Waterrunner des chercheurs de l'Université Carnegie Mellon est inspiré de la fameuse capacité des lézards Jésus-Christ à marcher sur l'eau.



Mouche La Robotfly de Robert Wood à Harvard bat des ailes 120 fois par seconde.

PHOTOS: DR

PHOTOS: OLIVIER EVARD, ALAIN HERZOG/EPFL