

n° 10

décembre 2002

Éditorial: J.-D. Nicoud	3
Postformation	4
Projet: AILab ZH	5
Start-up: BlueBotics...	6
Débat	8
A ³ -News	10
EPFL-News	11

ROBOTIQUE ET JOUETS

JAB
CH-1000 Lausanne 1

Postcode 1

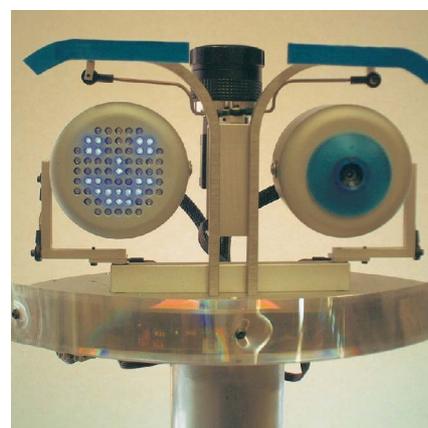
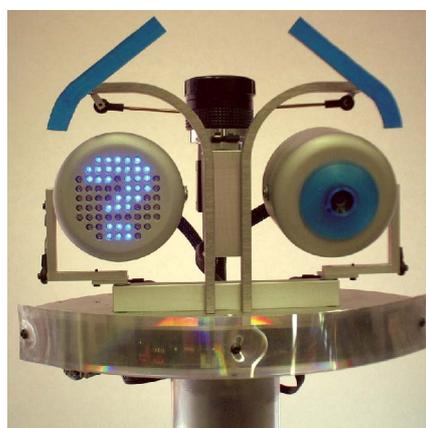
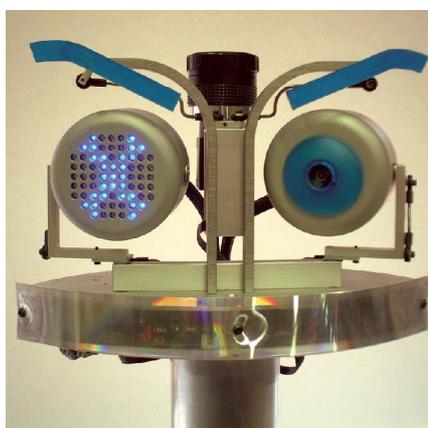
A³ Bulletin

Association des diplômés
de l'école polytechnique fédérale de Lausanne
à retourner à: A³-EPFL, EPFL, PA-ECUBLENS, CH-1015 LAUSANNE

(A³
E P F L

Derrière l'interactivité et la mobilité des robots se dissimule une étonnante complexité. De l'expérience acquise en construisant un robot exposé au grand public sont nées des compétences très enviées, aujourd'hui mises au service de l'industrie.

Dans le sillage des robots de l'Expo



La guerre des étoiles a gavé notre imaginaire de robots alertes et intelligents. En comparaison, les onze robots de l'Expo.02 paraissent bien terriens et placides. Pourtant, sous leur air bon enfant, ils détiennent plusieurs records mondiaux, dont celui de l'interactivité. Aucun autre spécimen n'a, comme ces stakhanovistes du tour guidé, cumulé les épreuves. Durant cinq mois, à raison de dix heures par jour, voire douze en octobre, ils se sont déplacés dans un lieu public, guidant près de sept cent mille visiteurs à travers l'exposition et interagissant avec eux, au fil de trois mille trois cents kilomètres parcourus.

En fait, l'exploit a démarré dès le stade de la gestation. Le professeur Roland Siegwart et son équipe du Laboratoire de systèmes autonomes (LSA), maîtrisaient la navigation en environnements dynamiques de robots mobiles¹. A partir de cette compétence, il fallait concevoir des robots mobiles interactifs, soumis à des conditions particulièrement strictes de robustesse, d'autonomie et de sécurité; de plus, il fallait les produire dans un laps de temps

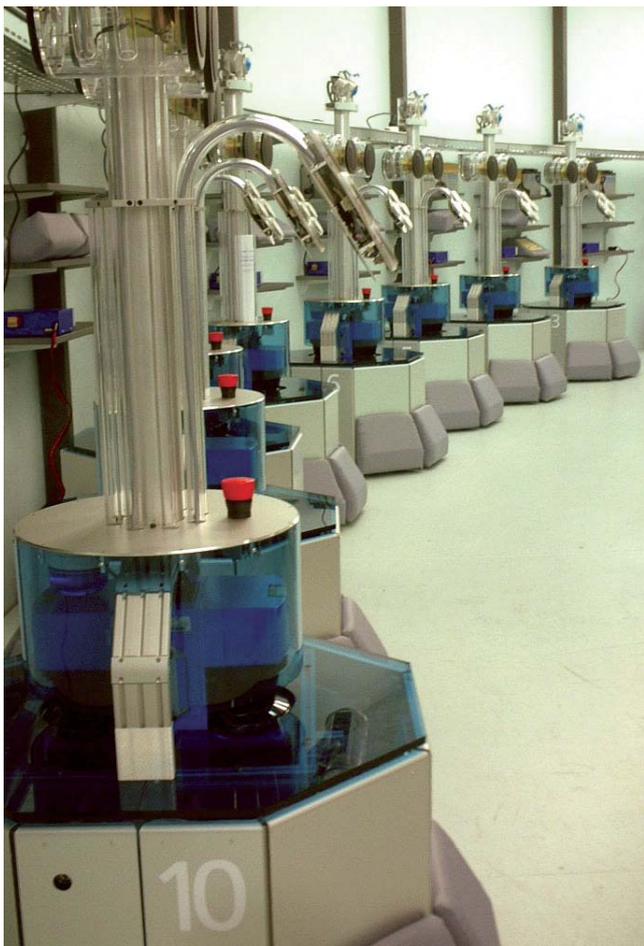
¹ cf. Bulletin A³ n°7, septembre 2002, p.11

court et avec un budget limité. Le risque de production a été confié à la start-up *BlueBotics*, qui depuis février 2001 déjà, développait et produisait, dans le cadre d'un accord de transfert de technologie du LSA, des robots tout terrain «Shrimp», vendus principalement à des instituts de recherche. En partenariat, les équipes de l'EPFL et de la jeune entreprise ont développé ces machines et imaginé, pour leurs différentes fonctions, des solutions souvent inédites, qu'il a fallu ensuite intégrer. Durant seize mois, ingénieurs, microtechniciens, électriciens, informaticiens, ont conçu et réalisé la mécanique, l'électronique, les programmes et langages d'interaction. «Nous avons eu beaucoup de chance», confie Nicola Tomatis, membre de la direction de *BlueBotics*, «rien n'a foiré! Nous avons une équipe optimale, très dynamique. Roland Siegwart s'est énormément investi pour nous motiver et nous guider». Et de raconter comment deux semaines avant l'ouverture de l'Expo.02, au démarrage des premiers tests, les robots ont avalé de la poussière, dans des locaux non chauffés, car l'infrastructure de l'artéplage neuchâteloise

n'était pas terminée. «Le plus étonnant», s'exclame-t-il encore, «c'est que les robots ont fonctionné dès le début. Derrière les vitres de la salle de surveillance, nous avons dû courir pour réparer des pannes, mais le spectateur ne s'en rendait pas compte».

BlueBotics s'est principalement chargé de la mise en forme du robot et des critères de sécurité. Celui-ci devait être le plus rond possible, sans bras, pour tourner facilement sur lui-même. La partie inférieure comportait une large bande tactile chargée de sentir les obstacles - et ils étaient nombreux - afin de stopper l'androïde au cas où le système de positionnement par laser, situé à hauteur de genou, ne les aurait pas repérés. Des amortisseurs en mousse complétaient l'accoutrement. Le robot se localisait seul grâce à un système de repérage élaboré, qui s'est révélé remarquablement stable. Les trois niveaux de sécurité implantés garantissaient un risque nul d'accident.

Un autre important défi a été relevé, celui de l'interactivité. La création de *RoboX* a



Sur la page de gauche, le visage de RoboX, partie cruciale d'une interactivité réussie, exprime différentes émotions (Photo LSA-EPFL)
Ci-dessus, les robots de l'Expo.02 (Photo LSA-EPFL)

été une expérience pratique intense. Sur les seize personnes engagées, six se sont vouées exclusivement au développement de l'interface homme-machine. Pour que *RoboX* soit crédible, il lui fallait déceler la présence humaine (reconnaissance des visages avec une caméra couleur localisée dans l'œil gauche), suivre les mouvements des personnes présentes dans la salle et détecter les obstacles tout en se localisant et se coordonnant avec les autres robots. Capturer l'attention des gens passait par un bon système de synthèse vocale, en quatre langues (helvétisme oblige!), un «visage» capable d'exprimer de manière aussi naturelle que possible diverses «émotions» (matrice à diodes électroluminescentes dans l'œil droit mobile, sourcil expressif) et la capacité à faire face à des situations inattendues. Le langage de programmation SOUL (Scenario Object Utility Language) a été développé pour l'occasion. Un processeur *Pentium III*, fonction-

nant sous *Windows 2000* se chargeait d'accomplir les tâches d'interaction et de garantir le déroulement des scénarios. La navigation et le contournement d'obstacles étaient assurés par un *Power PC 400 MHz*, équipé du système d'exploitation temps réel *XO/2*. Les deux processeurs communiquaient par réseau local Ethernet et étaient supervisés via une connexion radio par un ordinateur hors de la salle.

L'expertise accumulée a pris forme de start-up, *FiveCo*, dirigée par Antoine Lorotte. «L'expérience d'Expo.02 a été unique; elle nous a offert la confrontation avec un public de non-spécialistes. Maintenant, nous avons un savoir-faire prêt à servir les entreprises qui n'ont pas de moyens ou de compétences en R&D, et aussi celles qui ont des problèmes de rapidité d'accession au marché ou de personnel à disposition», justifie ce convaincu de l'outsourcing en R&D. FK

Les robots de l'EPFL essaient

Crée en août 2002 suite à Expo.02, *FiveCo*, *innovative engineering* occupe cinq personnes dont les compétences couvrent le design électronique de systèmes et leur intégration, la programmation de microcontrôleurs, le développement d'interfaces PC pour des domaines comme la biotechnologie, la domotique, l'industrie du jouet, demandeurs de systèmes autonomes mobiles (www.fiveco.ch).

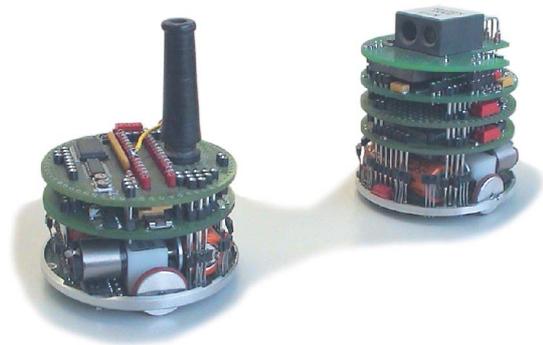
BlueBotics, fondée en février 2001, compte quatre collaborateurs se consacrant à la mécatronique de systèmes autonomes, soit l'intégration des dispositifs mécaniques, électroniques et informatiques. Propriétaire des robots de l'Expo.02, l'entreprise s'engage aussi dans la niche du guide pour foire industrielle ou musée, forte d'avoir produit une série de onze robots mobiles. La technologie actuelle pour la mobilité demeurant encore chère, les jeunes entrepreneurs espèrent un décolllement du marché pour abaisser les coûts des composants les plus chers; la solution de la mobilité offrirait alors une alternative intéressante grâce à sa flexibilité et sa robustesse, aux systèmes automatisés actuels. (www.bluebotics.com).

CyberBotics propose des programmes de simulation pour les robots et leur environnement qui facilite les étapes de validation. Son fondateur, Olivier Michel, a même participé à la simulation d'«AIBO» (le robot chien de *Sony*). Il est désormais tourné vers des applications pédagogiques (www.cyberbotics.com).

Fondée en 1995, *K-Team SA* est la plus ancienne de ces sociétés: forte de six personnes, elle conçoit et commercialise des robots pour la recherche et l'éducation avec, comme produit phare, le robot «Khepera» (robot miniature du LAMI), dont deuxcents à cinq cents exemplaires sont vendus chaque année à travers le monde (www.k-team.com).

Quant à l'association *Digger DTR*, créée dans la foulée des travaux menés à L'EPFL par le professeur Nicoud sur les robots de déminage, il s'agit d'un organisme développant de nouvelles technologies pour aider les populations confrontées au danger des mines antipersonnel. Après avoir quitté l'EPFL, Frédéric Guerne a maintenant mis au point un outil de défrichage des champs de mines, qui se présente sous la forme d'un véhicule blindé télécommandé, très utile pour ce travail à hauts risques. (www.digger.ch).

Lors d'une intervention chirurgicale, en milieu industriel ou comme jouet, face à des enfants, où s'arrête la responsabilité de l'homme, où commence celle du robot?



UNE QUESTION DE DÉFINITION

Professeur Jean-Daniel Nicoud (PH 63), directeur du Laboratoire de micro-informatique de l'EPFL jusqu'en 2000, Belmont

Les robots sont des machines qui obéissent à un ensemble de règles et qui, contrairement à l'humain, sont dépourvues de libre arbitre. Pour moi, ils sont tellement primitifs - même s'ils ont gagné en autonomie, en miniaturisation et qu'ils sont capables d'organisation collective -, qu'on ne peut pas leur confier de tâches intéressantes, si bien que le problème lié à leur utilisation ne diffère pas de celui de n'importe quel objet technique.

Dr Daniel Bisig, Joshua Bongard, Dale Thomas, AILab - IFI, Université de Zurich

La responsabilité ne peut pas être simplement reportée sur le robot. Bien que l'utilisateur soit le principal responsable du comportement du robot, il est clair que les développeurs du matériel et du logiciel peuvent être concernés, bien qu'habituellement ce soit de manière très limitée.

Ludwig von Segesser, Professeur de chirurgie cardio-vasculaire au CHUV

Il y a confusion sur le terme de robot en médecine: on utilise des télémanipulateurs, qui font ce pourquoi ils sont programmés. De plus, il existe un certain nombre de garde-fous, pour éviter que le «robot» ne s'emballé ou qu'il n'y ait des collisions (systèmes de sécurité redondants et procédures de validations complexes).

Il nous manque le retour de forces, c'est à dire la sensation d'une résistance dans le

manipulateur, et des systèmes de visualisation plus performants, à l'intérieur du corps et dans le sang, pour voir les instruments et les organes hors du champ de vision. Les tests actuels nous ont surtout permis de reproduire le travail du chirurgien. La prochaine étape sera d'introduire le télémanipulateur à des tâches irréalisables pour l'homme, notamment dans la chirurgie à cœur battant.

UNE ACCEPTATION DIFFÉRENCIÉE

Christof W. Burckhardt, prof. hon. EPFL, Renens

Si la robotique a plutôt mauvaise presse en Europe, au Japon elle déclenche une bonne réaction. Cette opposition vient en partie de différences culturelles.

Ludwig von Segesser, Professeur de chirurgie cardio-vasculaire au CHUV

A ce jour, les patients acceptent bien les tests faits avec des robots et la relation patients/médecins est à la confiance, contrairement à ce qui se passe aux Etats-Unis où l'on pratique plus une médecine défensive (defensive treatment).

Marc-Olivier Demaurex, SIG Demaurex SA, Romanel

Au Japon, la définition du robot s'étend aussi, de manière large, aux automates ou manipulateurs. Le robot doit faire face à une mauvaise réputation dans le public, et son introduction dans les entreprises a posé des problèmes. Mais en analyse finale, les robots et l'automatisation ont eu un impact plutôt positif pour l'économie et pour l'emploi, en empêchant le départ de maintes entreprises. Il est intéressant de

constater que les 35 heures et l'accroissement de la protection des employés favorise l'introduction de l'automatisation. La crainte de grève serait un motif important, par exemple pour la mise en place de systèmes de transport urbain complètement automatisés.

LES ROBOTS JOUETS

Christof W. Burckhardt, prof. hon. EPFL, Renens

Le terme de robot ne s'applique qu'assez mal aux jouets. L'introduction d'objets robotiques au rayon des jouets peut rendre l'enfant plus passif; la créativité est à redévelopper. Des soldats de plomb, en passant par le mécano et la poupée Barbie, nous sommes arrivés à l'animal domestique robotisé (les «Furby» et autres «Aibo»). N'est-il finalement pas préférable de se préparer ainsi à un monde d'automatisation?

Dr Daniel Bisig, Joshua Bongard, Dale Thomas, AILab - IFI, Université de Zurich

L'enfant saura toujours interagir avec son jouet et manifester sa créativité. Comme avec un animal de compagnie, l'assistance d'un adulte pourrait être recommandée afin de sélectionner le bon objet, puis d'introduire l'enfant à ce nouveau jeu. Quelques conseils à l'enfant sont toujours bienvenus, pour qu'il ne se fasse pas mordre, s'il joue avec un chien, ou qu'il ne se blesse pas avec un jouet robotisé. La responsabilité est clairement du côté des adultes.

Marc-Olivier Demaurex, SIG Demaurex SA, Romanel

Les jouets ont permis de tester en labora-



A gauche, robots Khepera co-évolutifs, la proie et le prédateur (Photo LSA-EPFL)

En haut, version améliorée du Furby, développée par AllLab;
En bas, le RoboX et l'enfant (Photo BlueBotics)



Les lois d'Asimov

On doit à Isaac Asimov. Les trois lois de la robotique formulées de la façon suivante, en 1942 dans un de ses premiers ouvrages de science-fiction «I, Robot»:

- un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger;
- un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi;
- un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi.

Ces lois issues de la science-fiction inspirent encore certains fabricants de robots et leur servent de code éthique pour gérer l'usage de robots.

toire les techniques et les principes pour des applications industrielles. Quant aux enfants, leurs réactions aux jouets robotisés commercialisés sont positives. Ils sont à même de faire face à l'évolution actuelle et trouvent toujours une place pour la créativité. Ils apprennent à vivre dans un monde de plus en plus technologique et automatisé.

ÉTHIQUE

Christof W. Burckhardt, prof. hon. EPFL, Renens

Le remplacement du travailleur par un robot, sans raison acceptable (augmentation de précision, problème de santé ou de danger, etc.) comprend une dimension éthique importante. Cette question est incontournable. Cependant, les modifications de la société imputables aux robots sont peu importantes par rapport à celles induites par les systèmes automatiques (transports, ménager, etc.).

SÉCURITÉ

Antoine Lorotte et Mathieu Meisser, (MT 2001) [FiveCo](#), PSE, Lausanne

Le développement technique des robots, leur complexité, leur intelligence, n'a pas été accompagnée d'une évolution similaire des lois. De nombreuses situations s'insèrent dans un vide juridique. Pourtant, la robotique reste un outil sous contrôle de l'homme et des éléments de sécurité redondants sont placés sur les éléments dangereux qui obligent à un arrêt de la machine (watch dog), même en cas de coupure de courant.

Nicola Tomatis (Informaticien EPFZ, Dr. EPFL 2001) et Thomas Estier (MT 99), [BlueBotics SA](#), PSE, Lausanne

Les robots que nous avons conçus pour Expo.02 remplissent des critères de sécurité bien plus stricts que les portes du TSOL ou le système de fermeture du métro de Munich. En l'absence de normes spécifiques de la SUVA¹, nous avons développé une stratégie de sécurité à plusieurs niveaux. Les concepteurs et fabricants de robots ne peuvent pas transférer de responsabilité au robot tant qu'il n'est pas doué de raison. Face à une situation imprévue, le robot doit redonner la main à l'humain. Il faut donc bien clarifier les conditions d'utilisation. En revanche, le robot apporte de réelles améliorations de performance en termes de précision, dans des opérations chirurgicales par exemple, et de stabilité.

La peur infondée d'être dominé par le robot est certainement enfouie dans notre inconscient, conséquences des images véhiculées par la science-fiction.

¹ Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident (ex-CNA, en français)



Pemex-BE pour le déminage en végétation haute (Photo LAMI EPFL)