Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 132 (2006)
Heft: 03: Informatique bio-inspirée

Artikel: Dans le monde des robots virtuels
Autor: Ijspeert, Auke / Michel, Olivier
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-99447

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Auke Ijspeert et Olivier Michel

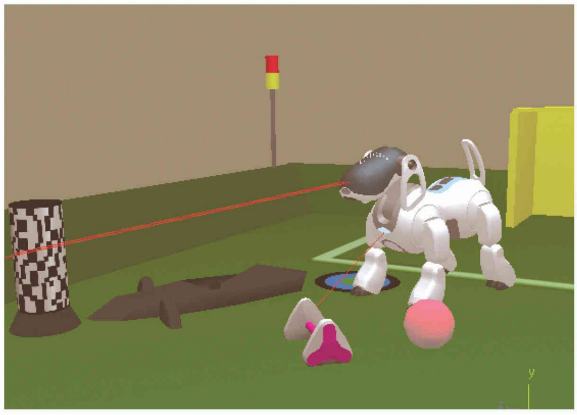
Dans le monde des **robots virtuels**

INFORMATIQUE

En robotique, la simulation présente de multiples avantages : elle permet de concevoir des robots, de développer leur contrôleurs, d'évaluer leurs performances et, fait non négligeable, de former de futurs ingénieurs en robotique. Avec le logiciel *Webots*, la compagnie *Cyberbotics* et le Groupe de robotique bio-inspirée (BIRG) de l'EPFL s'attaquent avec succès à l'une des difficultés majeures du domaine : faire respecter au robot simulé les lois de la physique.

Au niveau de la conception, la simulation est un outil très utile pour explorer différentes options de construction, par exemple la structure générale du robot, l'emplacement des capteurs, le nombre de joints articulés, les dimensions, la distribution de masse et le calcul des contraintes mécaniques. Intégrer un outil de simulation dans les cycles de développement permet un gain de temps et d'argent, par rapport à une approche uniquement basée sur des calculs théoriques et le développement de prototypes successifs. Le même raisonnement est valable pour la conception des algorithmes de contrôle. Une simulation permet d'explorer différents types d'algorithmes ainsi que leurs paramètres avant de les tester sur le robot réel. Ceci est particulièrement utile pour évaluer et optimiser la performance d'un robot et de son contrôleur. La simulation permet de manipuler toutes les variables et paramètres, et donc d'étudier comment ceux-ci affectent la performance du robot. Ces études peuvent être effectuées de manière systématique, plus rapidement qu'avec un robot réel, et sans le risque de l'abîmer ou de l'user. Tous ces avantages sont particulièrement utiles pour l'utilisation de simulateurs pour l'enseignement. Un simulateur permet aux étudiants d'apprendre de multiples techniques et concepts, que ce soit en mécanique, systèmes d'opération, traitement des signaux ou algorithmes de contrôle, avec une logistique et un coût nettement moindres que ceux engendrés par des travaux pratiques avec des robots réels.

Dans le cadre d'un projet financé par la CTI et par l'EPFL, la compagnie *Cyberbotics*, dirigée par Olivier Michel, et le Groupe de robotique bio-inspirée (BIRG) de l'EPFL, dirigé par Auke Ijspeert, collaborent pour développer un simulateur de robotique mobile, *Webots*, qui modélise de manière réaliste l'interaction de robots avec leur environnement. *Webots* est utilisé depuis 1998 par plus de 250 universités et centres de recherches dans le monde pour la recherche et l'enseignement en robotique mobile. *Cyberbotics* compte ainsi parmi ses clients de prestigieuses universités comme celle de Stanford ou l'Imperial College of London, et aussi des industriels comme la *NASA, BAE Systems,* le *Stanford Research Institute, Toyota, Honda, NTT, Samsung, Sony, Pioneer*, etc.



1a

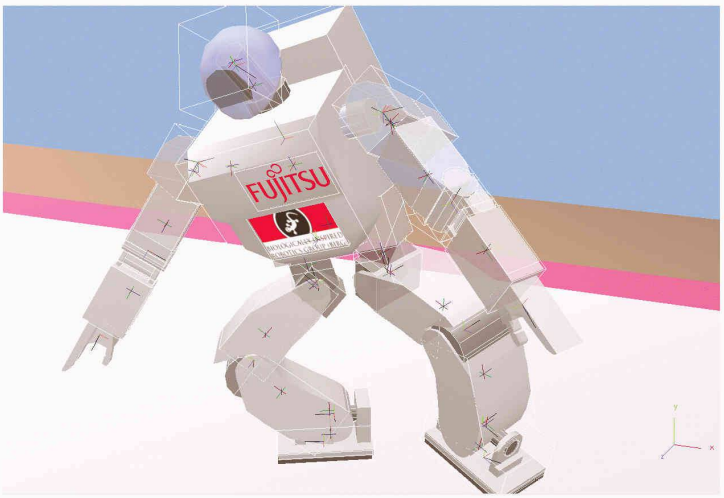
1b

Fig. 1 : Modèle dans Webots *du robot* Aibo *de* Sony
Fig. 2 : Modèle dans Webots *de* Hoap *de* Fujitsu
(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)

La collaboration entre *Cyberbotics* et le BIRG a permis de s'attaquer a l'une des difficultés majeures en simulation : représenter comment le robot respecte les lois de la physique, car il doit être soumis aux mêmes forces qu'un robot réel, et réagir aux forces de gravité, d'inertie, de contact, de friction, d'hydrodynamique, etc. Cela implique de simuler le robot comme un corps rigide articulé et de résoudre les équations de Newton décrivant la dynamique de corps solides. Pour ce faire, le logiciel *Webots* utilise la librairie physique « open-source » ODE (*Open Dynamics Engine*).

Webots permet de simuler une variété de robots mobiles à roues ou articulés. Il inclut, par exemple, une librairie de robots utilisés dans des universités, tels les robots à roues *Khepera* et *Pioneer* et les robots articulés *Aibo* de *Sony* (un robot chien, fig. 1) et *Hoap* de *Fujitsu* (un robot humanoïde, fig. 2). Ces robots sont modélisés en détail en termes de dimensions, distributions de masse, moteurs et capteurs. On peut ainsi développer, de la même manière que pour un robot réel, des programmes de contrôle utilisant l'information des capteurs afin de déterminer les actions du robot (i.e. les commandes des moteurs). Les imprécisions de mesure des capteurs et les limites de couple que peuvent produire les moteurs sont répliquées de manière à recréer les mêmes conditions de travail qu'en réalité. Un algorithme de contrôle peut ainsi être développé en simulation avant d'être transféré sur le robot réel. Pour des robots équipés de communication sans fil comme *Aibo*, le même contrôleur peut être utilisé simultanément pour le robot réel et le robot simulé. Finalement, *Webots* donne également la possibilité à l'utilisateur de construire son propre modèle de robot en mettant à disposition une collection de modèles de moteurs, capteurs et éléments de construction.

Le BIRG utilise le logiciel lors de la conception d'algorithmes pour le contrôle du mouvement et de la locomotion de robots articulés. Ainsi, il développe par exemple des systèmes de contrôle inspirés par des réseaux de neurones qui se trouvent dans la moelle épinière des animaux vertébrés. Ces systèmes utilisent des modèles mathématiques d'oscillateurs non-linéaires couplés, afin de générer les rythmes nécessaires à la locomotion. Ils sont utilisés pour contrôler la nage et la reptation d'un robot serpent amphibie, la marche et le trot du robot *Aibo* et la marche du robot humanoïde *Hoap*. L'intérêt de cette approche réside dans la résistance des contrôleurs contre des perturbations, ce qui permet de générer des modes de locomotion complexes. Des signaux de commande très simples suffisent à moduler la vitesse, la direction et le type de locomotion.



2

Finalement, *Webots* est également utilisé dans le cadre de concours de robots simulés sur Internet. En 2005, *Cyberbotics* et BIRG ont en effet lancé un concours où des étudiants pouvaient programmer des robots humanoïdes pour participer à une compétition de judo virtuelle. Ce fut un grand succès, avec l'inscription de plus de cinquante équipes internationales et le développement de quelques stratégies impressionnantes afin de déplacer les robots, d'identifier l'adversaire et de le renverser. Un nouveau concours sera lancé sous peu.

Pour conclure, bien que *Webots* soit conçu pour la robotique mobile, des simulateurs de ce genre sont de plus en plus utiles par exemple en biomécanique ou dans l'industrie automobile, mais également dans le domaine des jeux vidéos, de l'animation graphique ou des mondes virtuels. Les PC actuels sont équipés de processeurs pour l'accélération graphique du rendu d'images en 3D, et il ne serait pas surprenant que les ordinateurs du futur contiennent des cartes pour accélérer le calcul de la physique de corps et d'objets simulés.

Auke Ijspeert, dr ès sc., ing. physicien dipl. EPF
EPFL-IC-ISIM-GR-IJ, INN 237, Station 14, CH - 1015 Lausanne

Olivier Michel, dr ès sc., ing. informaticien
Fondateur et directeur de Cyberbotics Sàrl
Cyberbotics Sàrl, PSE C - EPFL, CH - 1015 Lausanne

Pour plus de renseignements :
<http://birg.epfl.ch>
<http://www.cyberbotics.com>

L. Hohl, R. Tellez, O. Michel and A. J. Ijspeert : « Aibo and Webots : Simulation, wireless remote control and controller transfer », *in* « Robotics and Autonomous Systems », *In press*
O. Michel : « Webots : Professional mobile robot simulation », *in* « International Journal of Advanced Robotic Systems », 1(1):39-42, 2004