



HAL
open science

La robotique

Jean-Baptiste Mouret, Serena Ivaldi

► **To cite this version:**

Jean-Baptiste Mouret, Serena Ivaldi. La robotique. IEEE-RAS 2024 IEEE International Conference on Humanoid Robots, Nov 2024, Nancy, France. 2025. hal-04911866v2

HAL Id: hal-04911866

<https://inria.hal.science/hal-04911866v2>

Submitted on 27 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

À Nancy, le Centre Inria de l'Université de Lorraine regroupe environ 450 personnes, organisés en 20 équipes-projets et les services de soutien à la recherche. Les sujets de recherche couvrent de très nombreux domaines de l'informatique et des mathématiques, par exemple le traitement de la langue et de la voix, l'intelligence artificielle, la simulation numériques, les méthodes formelles, ou la fabrication additive (impression 3D).

Les chercheurs et services du centre Inria de l'Université de Lorraine organisent la semaine de la robotique, qui inclut la conférence IEEE Humanoids 2024 et la compétition du réseau européen euROBIN.

euROBIN est le réseau "d'excellence" des laboratoires de recherche en robotique européens. Il regroupe 31 partenaires de toute l'Europe – 21 laboratoires d'institut de recherche ou d'université et 9 entreprises. L'objectif d'euROBIN est de faire progresser les outils d'intelligence artificielle, les logiciels et les composants matériels afin de permettre aux robots d'être utiles dans une très grande variété de situations.

Tous les 18 mois, le projet organise une compétition de robotique pour permettre aux laboratoires de confronter leurs idées et de mieux évaluer les techniques les plus prometteuses. Cette compétition est en fait une "coopétition" : une compétition qui récompense la collaboration et pas uniquement la performance. Ainsi, les équipes gagnent des points lorsqu'elles réussissent une tâche, mais aussi lorsqu'une autre équipe réussit une tâche grâce à leur composant (par exemple un morceau de logiciel).

IEEE Humanoids est la conférence annuelle internationale pour la robotique humanoïde. Avant la conférence, les chercheurs, et notamment les jeunes chercheurs qui sont les étudiants en doctorat, ont soumis des articles scientifiques d'une dizaine de pages décrivant leurs derniers résultats et expériences. Un comité international a ensuite sélectionné les meilleurs articles pour la conférence. Cette année, plus de 100 articles ont été sélectionnés. Chaque article est présenté soit pendant un exposé oral devant l'ensemble de la conférence, soit pendant une session interactive s'appuyant sur un "poster". La conférence invite aussi des orateurs à présenter une vision plus large de leurs travaux.

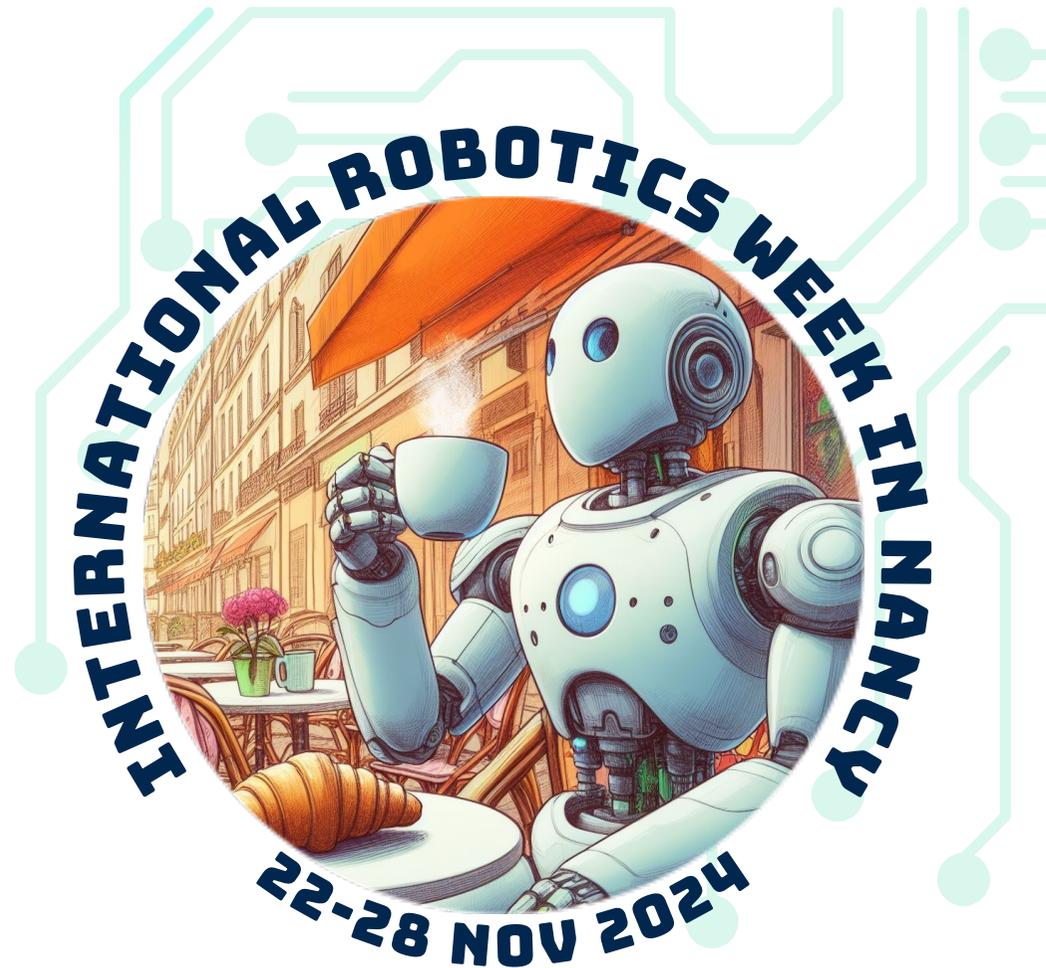
La conférence scientifique est aussi une bonne opportunité pour les industriels du secteur de présenter leurs derniers produits, robots ou composants de robots (capteurs, moteurs, etc.).

Le PEPR Robotique Organique. Comment penser une robotique plus adaptée, tant sur le plan social qu'environnemental ? C'est l'enjeu proposé par le programme Robotique organique. Ce programme a pour objectif de repenser le secteur de la robotique, afin de faire émerger une nouvelle génération de robots capables d'interactions fluides et naturelles avec les utilisateurs, d'adaptation sociale dans leurs interactions, et produisant des services appropriés, réactifs et fiables aux citoyens.

Robotique organique associe les sciences humaines, la robotique et les sciences de l'ingénieur. Cette pluridisciplinarité a pour finalité le développement de machines au service de l'humain et de la société avant tout.

La compétition 2024 est divisée en trois catégories :

1. la robotique industrielle : les robots doivent effectuer le plus vite possible des manipulations utiles dans l'industrie, par exemple mesurer avec voltmètre une valeur, appuyer sur des boutons, etc. Cette compétition utilise des bras robots industriels.
2. la robotique d'extérieur : les robots doivent se déplacer à l'extérieur et déplacer un paquet. Cette compétition utilise des drones, des robots à pattes et des robots hybrides roue-patte.
3. la robotique de service : les robots doivent écouter les instructions d'un humain et effectuer les tâches demandées dans un environnement domestique, ici une cuisine. Par exemple, un humain peut demander "peux-tu m'apporter la bouteille de jus de fruit qui est dans le réfrigérateur" et le robot doit comprendre la demande puis effectuer toutes les tâches nécessaires (trouver le réfrigérateur, l'ouvrir, saisir la bouteille, refermer le réfrigérateur, etc.). Cette compétition utilise des robots mobiles bimanuels, c'est-à-dire des robots avec deux bras mais qui se déplacent avec des roues.



Inria



Qu'est-ce qu'un robot ?

Un robot est une machine qui perçoit l'environnement avec des capteurs, par exemple une caméra, et des actionneurs, par exemple des moteurs, qui lui permettent d'interagir avec son environnement. Les robots modernes possèdent un ordinateur interne qui leur permettent de prendre des décisions avec des algorithmes d'intelligence artificielle.

La recherche en robotique

Les chercheurs en robotiques essaient de trouver des solutions aux grands problèmes de la robotique.

Par exemple :

- comment peut-il coordonner ses différents moteurs pour suivre une trajectoire ?
- comment un robot peut-il construire une carte de son environnement et savoir où il est ?
- comment un robot peut-il apprendre de ses erreurs ?
- comment un robot peut-il interagir en sécurité et communiquer avec des humains ?
- comment un robot peut-il courir et sauter ?
- comment un robot peut-il attraper des objets ?
- comment concevoir une main artificielle ?
- ...

Le défi de la robotique

La robotique implique de très nombreuses disciplines : la mécanique, l'électronique, l'informatique, l'intelligence artificielle, le traitement du signal, l'automatique, ... Tous les chercheurs doivent travailler ensemble et coordonner leurs efforts, tout en connaissant "un peu de tout".

Les robots actuels sont encore très peu "intelligents" : ils perçoivent mal le monde qui les entourent, ils comprennent mal ce qu'on leur demande, ils ont du mal à interpréter les intentions des humains, ... Beaucoup de progrès restent à accomplir !

C'est d'autant plus difficile que les programmes des robots doivent fonctionner à bord du robot, sur des ordinateurs relativement peu rapides (similaires à un téléphone). On parle de "logiciels embarqués".

Est-ce qu'un lave-vaisselle est un robot ?

Un lave-vaisselle est un type de robot très spécialisé, qu'on classe plus facilement dans la famille des automatismes que celle des robots. Plus un robot est capable de faire de choses différentes, plus il est "robotique". Ainsi, un robot de cuisine est capable de faire plusieurs recettes, un robot de l'industrie automobile d'être reprogrammé pour une nouvelle tâche, etc. À l'extrémité de ce continuum, on trouve les robots humanoïdes, qui sont potentiellement les plus polyvalents.



Robots industriels et cobots

Les usines utilisent des bras robots pour effectuer des tâches de manipulation, de peinture, ou de soudure. Les robots exécutent avec une grande précision (0.1 mm) et une grande vitesse des mouvements de manière répétitives.

Au bout du robot, on fixe un effecteur terminal. Cet effecteur peut être une pince, pour attraper, une ventouse, pour attraper des objets lisses, un pistolet à peinture, pour peindre, ...

Les bras robots ont généralement 7 degrés de liberté, c'est à dire 7 moteurs, qui leur permettent de placer leur effecteur terminal dans les 3 dimensions (x,y,z) mais aussi les 3 sens de rotation.

Depuis une dizaine d'année, on utilise aussi des robots collaboratifs, appelés "cobots". Ces robots perçoivent les forces, ce qui leur permet d'être utilisés de manière sécurisée proche des humains.



Robots à pattes

Les robots à pattes s'inspirent du mouvement des animaux. À la place des roues, ils utilisent plusieurs pattes, le plus souvent 4 comme les mammifères. Les pattes permettent aux robots de se déplacer sur des terrains accidentés (forêt, cailloux, etc.) ainsi que sauter ou courir. Ils peuvent être équipés d'un bras, par exemple pour ouvrir des portes.

Les robots à pattes sont principalement utilisés pour l'observation. Par exemple, surveiller une usine la nuit ou chercher des survivants après une catastrophe naturelle.



Exosquelettes

Les exosquelettes sont des robots qui se portent sur le corps humain. Ils servent à aider celui ou celle qui les porte pour être plus efficace, par exemple être plus fort ou se fatiguer moins. Il existe des exosquelettes pour le bas du corps et pour le haut du corps. Ils peuvent être utilisés dans l'industrie, mais aussi pour aider des personnes handicapées.

Les exosquelettes passifs n'utilisent pas de moteurs, mais des systèmes de ressort et de renvoi. Ils sont relativement peu onéreux et sont déjà utilisés dans l'industrie.

Les exosquelettes actifs utilisent des moteurs, des capteurs et un ordinateur. Ils sont plus complexes mais permettront à terme de multiplier les capacités des humains.



Drones

Les drones sont des robots volants. Ils peuvent voler grâce des rotors (comme les hélicoptères) ou leurs ailes (comme les avions). Ils doivent se stabiliser tout seul, grâce notamment à leur centrale inertielle, qui combine des mesures d'accélération, de vitesse angulaire, et de magnétisme (boussole) permet de calculer, et donc de corriger, l'orientation du drone. Ils doivent aussi naviguer à l'aide de caméras et du GPS (comme les voitures).

Les drones sont maintenant utilisés pour de nombreux métiers, par exemple les photographes, les agriculteurs, les ingénieurs civils, ... Les drones de recherche modernes ont des bras pour pouvoir effectuer des manipulations.



Robots humanoïdes

Les robots humanoïdes sont des robots avec deux jambes et deux bras. Leur intérêt principal est leur polyvalence : avec deux bras, ils peuvent saisir des objets encombrants ou prendre appui avec un bras pour tirer avec un autre ; avec deux jambes, ils peuvent ramper, accéder à des objets en hauteur, monter une échelle ou un escalier, enjamber un trou, ... Grâce à leur forme similaire à un humain, ils peuvent s'intégrer dans des environnements conçus pour des humains, par exemple nos habitations ou une usine.

Les robots humanoïdes sont les robots le plus compliqués car ils doivent synchroniser l'ensemble de leurs moteurs (généralement au moins une trentaine) pour effectuer les mouvements, le tout sans tomber. Il n'est donc pas possible de découper le mouvement du bras de celui des jambes. On appelle ce problème le contrôle corps complet.

