

Un robot d'assistance de l'UC3M apprend à bouger ses bras pour mettre et débarrasser la table en observant les humains

Des chercheurs de Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) ont développé une nouvelle méthodologie permettant à un robot d'apprendre par lui-même à bouger ses bras en combinant un type d'apprentissage par observation et l'intercommunication de ses membres. Cette avancée, présentée récemment lors du plus important congrès mondial sur la robotique, l'IROS2025, constitue une étape supplémentaire vers la création de robots de service plus naturels et plus faciles à former, capables d'effectuer des tâches d'assistance dans des environnements domestiques, telles que mettre et débarrasser la table, repasser ou ranger la cuisine.

Cette recherche aborde l'un des problèmes les plus complexes de la robotique actuelle : la coordination de deux bras qui travaillent ensemble. À l'UC3M, ils y parviennent grâce au robot ADAM (Autonomous Domestic Ambidextrous Manipulator), qui est déjà capable d'effectuer des tâches d'assistance dans des environnements domestiques. « Il peut, par exemple, mettre la table et la débarrasser ensuite, ranger la cuisine ou apporter un verre d'eau ou des médicaments à l'utilisateur à l'heure indiquée. Il peut également l'aider lorsqu'il s'apprête à sortir, en lui apportant un manteau ou un vêtement », explique Alicia Mora, l'une des chercheuses du Mobile Robots Group du Robotics Lab de l'UC3M qui travaille sur cette ligne de recherche.

ADAM a été conçu pour aider les personnes âgées dans leurs tâches quotidiennes à domicile ou en maison de retraite, explique Ramón Barber, directeur du Mobile Robots Group et professeur au département d'ingénierie des systèmes et d'automatisation de l'UC3M : « Nous connaissons tous des personnes pour qui des gestes aussi simples que leur apporter un verre d'eau avec un comprimé ou mettre la table représentent une aide très importante. C'est l'objectif principal de notre robot ».

Dans la communication présentée à l'IROS 2025 par les chercheurs Adrián Prados et Gonzalo Espinoza, du Mobile Robots Group, il y a quelques semaines en Chine, ils proposent une approche révolutionnaire pour coordonner le travail des bras du robot : apprendre à chaque bras à effectuer sa tâche de manière indépendante (par « apprentissage par imitation ») puis permettre aux deux bras de « communiquer » entre eux grâce à un système mathématique appelé propagation des croyances gaussiennes. Cette méthode fonctionne comme un dialogue invisible et constant entre les bras, leur permettant de se coordonner en temps réel pour éviter les collisions entre eux ou avec des obstacles, sans avoir besoin de s'arrêter pour recalculer. Il en résulte un mouvement fluide, efficace et naturel, testé avec succès à la fois dans des simulations et sur des robots réels destinés à l'assistance domestique.

Apprendre à un robot à effectuer des tâches quotidiennes reste l'un des grands défis de la robotique. Traditionnellement, programmer un robot impliquait d'écrire des milliers de lignes de code pour définir chaque mouvement. Face à cette approche, l'apprentissage par imitation propose une alternative plus intuitive : que le robot apprenne comme le fait une personne, en observant et en reproduisant les actions humaines. Dans ce paradigme, l'humain montre la tâche (en bougeant directement le bras du robot ou en s'enregistrant pendant qu'il effectue une action) pour lui apprendre, par exemple, à servir de l'eau ou à ranger une étagère. Cependant, copier un mouvement ne suffit pas. Si le robot apprend à saisir une bouteille dans une position précise et que celle-ci bouge légèrement, un système qui se contente d'imiter répètera le geste original et échouera. C'est pourquoi le véritable objectif de la manipulation robotique n'est pas la répétition mécanique, mais l'adaptation et la compréhension du mouvement.

Les techniques développées par ces chercheurs abordent ce problème en faisant en sorte que les mouvements appris se comportent comme un « élastique » : si l'objectif change de position, la trajectoire se déforme légèrement pour l'atteindre, tout en conservant l'essence de l'action. Ainsi, le robot peut s'adapter à de nouvelles situations sans perdre les propriétés clés du mouvement, comme maintenir une bouteille en position verticale pour ne pas renverser son contenu. « L'objectif final est que les robots cessent d'être de simples enregistreurs de mouvements et deviennent de véritables collègues de travail, capables de percevoir leur environnement, d'anticiper les actions et de collaborer en toute sécurité dans les espaces humains », souligne Adrián Prados.

Perception, raisonnement et action

Dans la pratique, le fonctionnement du robot s'organise en trois phases. Tout d'abord, la perception, qui consiste à collecter des données sur l'environnement à l'aide de capteurs. Ensuite, le raisonnement, qui consiste à traiter ces informations pour en extraire les données pertinentes. Enfin, l'action, lorsque le robot décide comment agir, que ce soit en déplaçant sa base, en coordonnant ses bras ou en exécutant une tâche spécifique. Pour ce faire, ADAM utilise des capteurs laser en 2D et 3D, qui permettent de mesurer les distances, de détecter les obstacles et de localiser les objets, ainsi que des caméras RVB avec des informations de profondeur, qui permettent de générer des modèles tridimensionnels de l'environnement.

L'un des défis les plus importants consiste à passer de la « vision » des objets à la compréhension de leur utilisation et du contexte de l'utilisateur. Traditionnellement, cette compréhension reposait sur des bases de données de bon sens. Actuellement, Alberto Méndez, également chercheur au Mobile Robots Group, travaille à l'intégration de modèles génératifs et d'intelligence artificielle qui permettent au robot d'adapter son comportement à la situation concrète et à ce qui se passe à chaque instant.

Bien qu'ADAM soit actuellement une plateforme expérimentale, dont le coût est estimé entre 80 000 et 100 000 euros, la technologie est considérée comme suffisamment mature pour penser que, d'ici 10 à 15 ans, des robots de ce type pourraient cohabiter avec nous dans nos maisons à un coût beaucoup plus abordable.

Au-delà des avancées techniques, ce travail met en évidence le rôle de la robotique dans la réponse au vieillissement de la population, un défi croissant dans notre société. « Chaque jour, notre société compte davantage de personnes âgées et moins de personnes pour s'occuper d'elles, c'est pourquoi ce type de solutions technologiques va devenir de plus en plus nécessaire », conclut Ramón Barber. Dans ce contexte, « les robots assistants s'imposent comme un outil essentiel pour améliorer la qualité de vie et l'autonomie des personnes ».

Références bibliographiques:

A. Prados, G. Espinoza, L. Moreno, R. Barber (2025). "Coordination of Learned Decoupled Dual-Arm Tasks through Gaussian Belief Propagation", 2025 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Hangzhou, China, 2025, pp. 15917-15924, doi: 10.1109/IROS60139.2025.11246414. e-archivo UC3M: <https://hdl.handle.net/10016/49244>

Mora A, Prados A, Mendez A, Espinoza G, Gonzalez P, Lopez B, Muñoz V, Moreno L, Garrido S, Barber R (2024). ADAM: a robotic companion for enhanced quality of life in aging populations. Front. Neurorobot. 18:1337608. doi: 10.3389/fnbot.2024.1337608. e-archivo UC3M: <https://hdl.handle.net/10016/46290>

Vidéo: <https://youtu.be/Ew86EO3wWio>

