

# La robotique humanoïde

Jean-Marc Salotti

Equipe INRIA-Auctus, laboratoire IMS, Bordeaux INP, ENSC, Université de Bordeaux, CNRS

Ces dernières années, la robotique semble avoir trouvé un second souffle et on voit apparaître des robots humanoïdes de plus en plus perfectionnés. La robotique humanoïde va-t-elle révolutionner les rapports entre l'homme et la machine ? Faut-il avoir peur du robot humanoïde ou au contraire espérer qu'il nous libère de toutes les tâches ingrates ?

La robotique humanoïde est la branche de la robotique consacrée à la conception, l'usage et les interactions avec un robot dont l'aspect et les comportements sont partiellement ou totalement inspirés des humains. Dans l'imaginaire collectif, le robot humanoïde ressemble fortement à un humain, il est très intelligent et il est parfois difficile de le distinguer de son créateur (œuvres d'Asimov ou de Dick, film Blade Runner). Il est également parfois supérieur et dangereux (série des Terminator). Cependant, dans la réalité, on est encore très loin de pouvoir concevoir ce type de robots et on classe actuellement dans la catégorie des robots humanoïdes une grande diversité de robots dont l'aspect visuel, l'autonomie ou le comportement n'évoquent que de manière grossière ceux de l'humain. Depuis que l'humain est sur Terre, il n'a eu de cesse de modifier son environnement pour l'adapter à sa morphologie. On a construit des maisons avec des portes assez larges pour passer avec aisance mais pas trop pour limiter leur encombrement, on a placé les fenêtres à mi-hauteur, on a construit des escaliers avec des marches adaptées à nos jambes et nos pieds, on a ajouté des poignées pour mieux saisir les objets, on a placé des interrupteurs et des boutons à mi-hauteur pour éviter de se baisser ou de se mettre sur la pointe des pieds, etc. En principe, un robot humanoïde de taille et de morphologie comparables à celle d'un humain et dont la tâche est d'effectuer un déplacement dans la zone de vie humaine, devrait être adapté à un tel environnement. Cependant, en pratique, les roboticiens qui cherchent à fabriquer un robot humanoïde sont vite confrontés à de multiples problèmes techniques. Citons en particulier la fabrication et le contrôle d'une main artificielle, la perception des objets et des personnes dans un environnement incertain et changeant, le maintien de l'équilibre sur deux jambes, la prise d'un objet de forme, masse et propriétés de surface inconnues et enfin l'interaction avec les humains, la résolution de problème et l'intelligence comportementale. De façon logique, les roboticiens adoptent une position pragmatique et préfèrent fabriquer un robot simplifié mais robuste pour une application simplifiée mais utile. Ainsi, la société française Aldebaran (maintenant Softbank Robotics), qui avait fabriqué le petit robot humanoïde Nao, capable de voir, parler et marcher, mais dont les usages étaient restreints essentiellement au monde de l'éducation et de la recherche, a développé le robot Pepper, qui conserve un buste et une tête humanoïde, mais dont les jambes ont été remplacées par des roues. On a également placé sur son buste une tablette tactile pour faciliter les interactions et afficher des informations pertinentes. De même, la société Rethink Robotics, qui proposait le robot humanoïde Baxter avec 2 bras, propose maintenant un petit frère appelé Sawyer qui ne comporte plus qu'un bras et dont l'aspect humanoïde est réduit. Au Japon, Honda avait fabriqué le robot Asimo qui pouvait monter des marches d'escalier, mais la fiabilité et la robustesse n'étaient pas suffisantes pour une généralisation à toutes les situations. Boston Dynamics a démontré la capacité à effectuer des pirouettes avec un robot humanoïde, mais seulement dans le contexte particulier du test. Dès lors qu'il faut prendre en compte l'efficacité et le coût pour réaliser un travail donné, le robot humanoïde est rarement la solution la plus adaptée. S'il faut effectuer un déplacement, les roues ou les chenilles sont très efficaces, très simples à contrôler et très bon marché. S'il faut transporter un objet avec un robot, l'ajout d'un crochet, d'un aimant permanent ou d'un dispositif mécanique adapté

à une pince robotique élémentaire est généralement beaucoup plus simple et efficace que l'utilisation d'un robot humanoïde comportant une main articulée multi-usages très complexe, difficile à contrôler et très chère.

Est-ce à dire que la tendance est de réduire la part d'humanoïde des robots ? La réponse doit être nuancée. Il y a en effet deux applications où ce n'est pas le cas. La première concerne la communication. Un robot hôte d'accueil, dans un musée par exemple, doit communiquer avec les humains de la manière la plus conviviale possible. Il est bien connu que plus de 50% de la communication n'est ni verbal, ni vocal. Dans ce cas, l'aspect visuel est primordial et la capacité de déplacement ou de transport est secondaire. Les Japonais sont en pointe sur ce type de robots humanoïdes. Les derniers prototypes ont un visage très réaliste avec la capacité de simuler des émotions. Les Français sont aussi bien placés sur ce marché mais avec des robots humanoïdes à visage robotique. Outre Pepper, citons Leenby de la société Cybedroid. On peut noter à ce sujet que deux stratégies existent : soit on conçoit un robot dont l'aspect est éloigné de celui d'un humain (hormis la morphologie générale), soit au contraire on essaie d'en faire un très ressemblant. Il a en effet été montré que les mauvaises copies d'humain étaient « dérangeantes ». Concernant les émotions, les robots les plus perfectionnés sont capables d'en reconnaître et simuler quelques-unes, mais le dialogue avec un être humain reste cependant très basique. L'intelligence artificielle a fait d'immenses progrès ces dernières années, mais les spécialistes butent encore devant de grandes difficultés (un robot n'est pas capable de capitaliser efficacement à partir de son expérience de vie) et il n'est pas évident qu'on puisse les surmonter un jour. La deuxième application où la tendance est d'augmenter la part d'humanoïde est la téléopération en environnement extrême. Il s'agit d'un cas très particulier où le degré d'autonomie du robot peut être très limité, mais où il est avantageux de copier les propriétés biomécaniques du corps humain. Prenons l'exemple du robot Robonaut de la NASA. Ce robot humanoïde a un buste, deux bras et une tête. Il peut être téléopéré depuis la station spatiale internationale pour effectuer une tâche à l'extérieur, dans le vide de l'espace. Le robot se commande de manière intuitive : l'astronaute est instrumenté avec des capteurs sur les bras et un casque pour se projeter dans le corps du robot. Il lève le bras gauche et le robot reproduit le geste en temps réel, il tourne la tête pour regarder à gauche et le robot tourne la tête de même. Pour que la projection soit efficace, il faut que les propriétés biomécaniques du robot soient similaires à celle d'un humain. Il y a également des robots humanoïdes téléopérés pour l'exploration sous-marine (robot Ocean One de Stanford), pour le déminage ou pour la lutte contre l'incendie. On peut également se poser la question de robots humanoïdes militaires. Cependant, pourquoi chercher à copier l'humain alors qu'il n'est pas optimisé pour le champ de bataille ? Un drone à chenille ou un drone volant offre en général de bien meilleures options militaires.

Pour conclure, la robotique humanoïde progresse de jour en jour mais il existe malgré tout d'immenses difficultés pour arriver à copier un humain, à la fois au niveau sensoriel, biomécanique, comportemental et social. C'est donc pour l'instant un marché de niches, avec des usages dans la communication, l'éducation, l'assistance ou la téléopération en milieu extrême et des solutions où on ne cherche pas nécessairement à imiter parfaitement un être humain.