

APPRENTISSAGE

La grammaire sans peine pour iCub

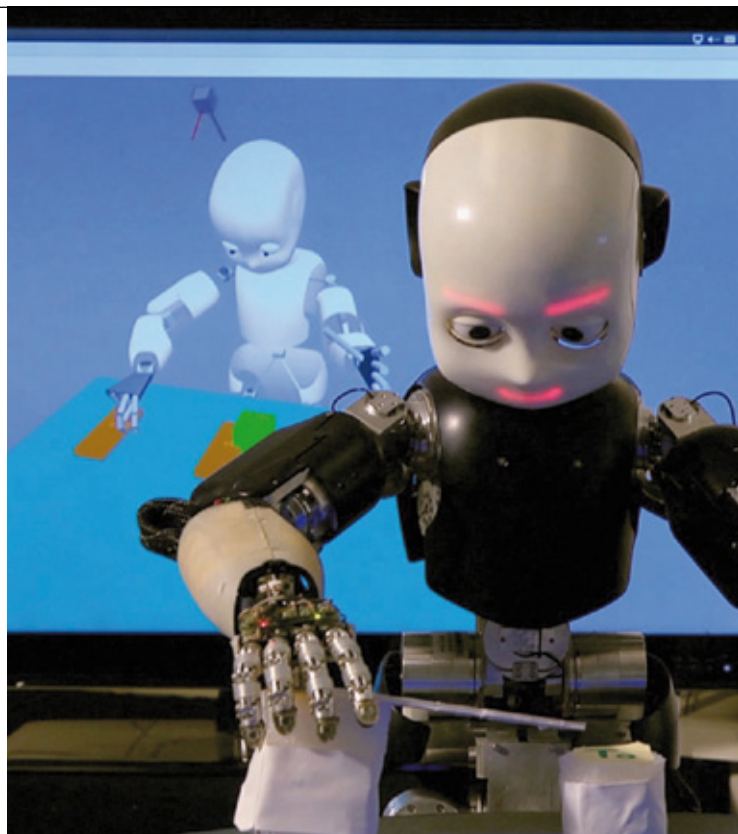
La cloche a aussi sonné pour iCub. Au programme cette année : les prépositions grammaticales. Et après seulement quelques cours, le petit robot humanoïde joue déjà les premiers de la classe.

À l'heure de la rentrée, une classe pas comme les autres est installée dans l'Institut Cellule souche et cerveau, à Bron. Ici, l'unique élève est... un robot ! Son nom : iCub, un prototype reproduit en 25 exemplaires dans des laboratoires européens. Celui de la banlieue lyonnaise a un objectif : apprendre à coopérer avec l'être humain. En la matière, le langage est essentiel. Les chercheurs qui enseignent à ce drôle d'élève viennent de démontrer qu'iCub a passé un cap supplémentaire en grammaire : il comprend désormais le sens des mots « avant », « après » ou « deux fois », ce qui lui permet de réaliser des actions dans un ordre donné.

 www.icub.org

✦ Peter Ford Dominey : unité 846 Inserm/Inra - Université Claude-Bernard Lyon 1

▣ Xavier Hinaut et al. *Frontiers in neurorobotics*, mai 2014 ; 8 : 16. doi: 10.3389/fnbot.2014.00016



Mais examinons d'abord ce qui fait tourner les neurones d'iCub. « Nous avons développé un "réseau neuronal artificiel" en essayant d'être le plus fidèle possible à ce que nous connaissons de la structure du cerveau et des mécanismes d'apprentissage chez l'homme », explique Peter Ford Dominey (✦), directeur de recherche CNRS et « éducateur » du petit robot. Dans ce modèle de cortex cérébral simplifié, les scientifiques ont introduit les principes fondamentaux qui régissent la grammaire. Celle-ci est essentielle à la communication, qui permet notamment à deux personnes d'agir de façon coordonnée. Imaginez, par exemple, un pâtissier expliquant à son apprenti comment préparer une tarte aux fraises : il lui dit d'étaler la pâte au fond du moule et de déposer les morceaux de fraises. Mais s'il omet de préciser dans quel ordre réaliser ces actions, le résultat pourrait bien être catastrophique ! L'utilisation d'un seul petit mot, comme la préposition « après », lèvera toute ambiguïté. « La structure grammaticale est codée par des mots comme les prépositions, les adverbes, les déterminants ainsi que leur ordre dans la phrase. L'hypothèse que nous avons voulu valider est que ces informations sont suffisantes pour permettre de déterminer "qui fait quoi, à qui et quand" dans une phrase », précise-t-il.

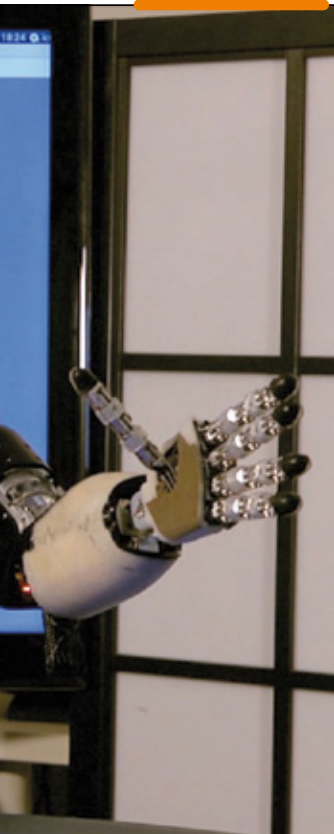
iCub a le sens de l'ordre

Lors d'une récente expérience, les chercheurs ont augmenté la difficulté grammaticale des phrases adressées au robot en introduisant des mots et une organisation prompts à lui brouiller les pistes. « Nous avons été très surpris, car iCub a bien compris comment utiliser



Un robot

Le robot humanoïde iCub a été développé dès 2004 par le consortium RobotCub, un projet européen. Aujourd'hui, plus de 30 laboratoires dans le monde le possèdent et l'étudient pour mieux comprendre comment la cognition de l'homme se développe. iCub est doté de plus de 53 moteurs qui lui permettent de mouvoir sa tête, ses bras et ses mains, sa taille et ses jambes. Mais il peut aussi voir, entendre et il est aussi doué de proprioception et de sens du mouvement : il sent la position de ses différents membres, la vitesse et la direction dans laquelle ils bougent ! Les différents algorithmes mis au point dans ce projet ont une particularité : ils sont accessibles à tous, en *Open Source*.



© P.F. DOMINEY/UB46 INSERM

Un échange interactif entre iCub, qui, ici, saisit un objet, et un partenaire humain.

les mots "avant" ou "après" et dans quel ordre il fallait réaliser les actions demandées », s'enthousiasme le chercheur. Par exemple, lorsqu'il lui a été proposé de « mettre le gobelet à droite avant de pointer le jouet » ou « avant de pointer le jouet, mettre le gobelet à droite », il a très bien identifié dans quel ordre effectuer les deux gestes, indépendamment du fait que la préposition « avant » était en début ou milieu de phrase.

Et il s'adapte !

Les scientifiques ont également voulu voir comment réagirait iCub lors d'une conversation avec des personnes « naïves », qui n'avaient jamais été en contact avec le robot et lui parleraient donc avec des mots différents de ceux des chercheurs. Nouvelle surprise : après son apprentissage, lorsqu'on a demandé à iCub de « prendre deux fois la tasse », il a très bien compris qu'il fallait effectuer le geste, puis le reproduire encore, car il avait appris dans une expérience antérieure que « deux fois » était équivalent à « encore ».

Pour les chercheurs, ces résultats sont très encourageants pour dépasser un des problèmes rencontrés en robotique : les robots sont souvent très performants dans un domaine donné, mais pas toujours doués pour interagir avec des personnes rencontrées dans la vie de tous les jours. En d'autres termes, il faut fréquemment apprendre le fonctionnement du robot pour échanger avec lui, de la même façon qu'on étudie le mode d'emploi d'une machine à laver pour la faire tourner ! « Nos recherches montrent au contraire qu'iCub est capable de s'adapter au langage des personnes qu'il rencontre, et pas l'inverse. On peut dès lors imaginer utiliser de tels robots pour accompagner, dans leur maison, des personnes âgées, peu à même d'apprendre le fonctionnement d'une nouvelle machine », explique Peter Ford Dominey. Prochaine étape pour faire d'iCub un parfait compagnon : lui donner une mémoire autobiographique. Rempli de souvenirs, le robot pourrait alors évoquer sa propre expérience passée et celle qu'il a partagée avec nous. ■

Alice Bomboy