

Quand l'union des robots fait la force

avec Mauro Birattari

Imaginez des voitures autonomes qui évitent les collisions et les embouteillages, des mers nettoyées de leur plastique, ou encore des survivants retrouvés à l'intérieur de débris inaccessibles par l'homme. D'ici une dizaine d'années, ces situations, à première vue romanesques, pourraient devenir réalité grâce à la robotique en essaim.

Au commencement, il y a les insectes sociaux. Une fourmi seule n'est pas suffisamment intelligente pour choisir le chemin le plus court entre son nid et une source de nourriture. Une colonie de fourmis, quant à elle, est capable de le faire : ce sont les interactions entre les insectes qui rendent l'accomplissement de cette tâche possible. Si chaque fourmi réalise des tâches simples, la colonie, dans son ensemble, est en mesure d'accomplir des tâches plus compliquées. Ce comportement collectif complexe s'appelle l'intelligence collective animale. Dans les années 1980, les biologistes se sont passionnés pour ce sujet. Ils ont ainsi révélé l'existence des « insectes sociaux », comme l'abeille, la guêpe, la fourmi, etc.

Une décennie plus tard, les ingénieurs se sont emparés des conclusions des biologistes pour programmer des robots. Ils ont ainsi reproduit les comportements de l'intelligence collective animale sur

des robots afin que ceux-ci résolvent des problèmes. L'enjeu de la robotique en essaim est désormais de transposer ces découvertes dans le monde réel...

La force du groupe

Mauro Birattari est Directeur de recherches FNRS à l'ULB. Ses recherches portent non seulement sur l'intelligence artificielle mais aussi sur la robotique. Pour lui, « *la robotique en essaim est une approche de la robotique dans laquelle, au lieu de travailler avec un seul robot, on travaille avec un large groupe de robots. La tâche que ces robots doivent accomplir ensemble dépasse les capacités d'un seul robot du groupe. Pour y parvenir, les robots doivent collaborer.* » Gare toutefois au malentendu ! Il ne suffit pas d'avoir un groupe de robots pour parler d'essaim. Dans un essaim de robots, le comportement collectif des robots résulte des interactions locales entre les robots d'une part et entre les robots et l'environnement dans lequel ils agissent

d'autre part. Les essaims sont donc guidés par les principes de l'intelligence collective qui favorisent la réalisation de systèmes tolérants aux pannes, évolutifs et flexibles. Ainsi, chaque robot est autonome (et non pas commandé par une unité centrale), a la capacité de s'adapter à l'imprévu et s'auto-organise librement avec les autres robots pour accomplir des tâches. Dans un essaim, il n'y a pas de leader. Si un robot tombe en panne, les autres se réorganisent et continuent à résoudre le problème initial.

Bien plus que la somme des robots

Pour mieux comprendre, le Directeur de recherches prend un exemple frappant : « *Aux Jeux olympiques d'hiver 2018 en Corée du Sud, au lieu d'un feu d'artifice traditionnel, les organisateurs ont proposé un spectacle de milliers de robots volants, réalisant une chorégraphie dans le ciel. Tous les médias ont parlé d'essaim de robots". Le terme était mal choisi car ils ont exécuté une chorégraphie définie à l'avance, certes magnifique, mais sans aucune marge de liberté.* » C'est le cas également des robots qui circulent dans

“

Les robots pourront résoudre des problèmes que les humains ne peuvent pas résoudre.



 **Mauro Birattari**, Directeur de recherches FNRS, IRIDIA, ULB

les entrepôts d'Amazon pour assembler les commandes des clients, sous les instructions d'une unité centrale. Force est donc de constater qu'aujourd'hui, il n'y a pas encore d'applications concrètes industrielles de la robotique en essaim. Et demain ?

La science-fiction qui devient réalité

« Je m'attends à ce que les premières applications de la robotique en essaim arrivent dans cinq ans et, progressivement, les robots deviendront de plus en plus indépendants », prédit le chercheur. Plusieurs secteurs pourront être révolutionnés par la robotique en essaim, à commencer par le marché automobile avec le développement des voitures autonomes. Chaque voiture se coordonnera aux autres en temps réel afin d'éviter les collisions et les embouteillages. Grâce à la robotique en essaim, il sera en outre possible d'explorer des milieux inconnus ou dangereux. Nous pourrions envoyer des robots sur la planète Mars pour préparer une base avant l'arrivée des humains. Des milliers de robots pourront se déplacer sur la surface de la mer pour nettoyer les déchets plastiques. Lors d'une catastrophe naturelle, un essaim de robots pourra s'introduire sous les débris et rechercher des survivants : la destruction de l'un n'interromprait pas le travail des autres. Dans l'agriculture

aussi, les essais de robots pourront soigner spécifiquement chaque plante au lieu de les gérer toutes de la même façon. « Et si on se projette plus loin, en médecine, des micro-robots pourront être injectés dans le corps humain pour apporter des médicaments exactement aux cellules malades », ajoute Mauro Birattari.

À la recherche d'une méthodologie fiable

Quel est le chemin à parcourir pour arriver à ces projections encore proches, en apparences, de la science-fiction ? Les obstacles sont nombreux. Parmi eux, l'impossibilité actuelle de programmer un essaim. « Aujourd'hui, nous pouvons programmer le comportement de chaque individu, mais pas celui du groupe. Or, il est très difficile d'établir ce que chaque individu doit faire pour que le comportement collectif souhaité soit obtenu », commente le Directeur de recherches. Les ingénieurs programment donc les robots manuellement, par essais-erreurs...



Les robots ont une place dans notre futur

Ce à quoi travaille Mauro Birattari, c'est au développement d'une méthode automatique pour générer les comportements des robots. Voilà qui libérerait l'ingénieur de la problématique principale : que doit faire chaque individu pour permettre au groupe de résoudre un problème ? Le chercheur de l'ULB a conçu un système d'intelligence artificielle qui analyse l'ensemble des comportements possibles des robots. Il évalue ensuite chaque comportement possible en simulation. Ainsi, le système a aujourd'hui une collection de comportements de base tels que « le robot doit se diriger vers son plus proche voisin », « le robot doit s'éloigner de son plus proche voisin », etc. Le travail accompli atteint un certain niveau de précision que Mauro Birattari compte encore et encore approfondir. Car c'est certain, « la robotique collective occupera une place de choix dans la technologie future. Demain, il n'y aura pas qu'un seul robot. Il y en aura plusieurs. Et pour certaines activités, ces robots pourront résoudre des problèmes que les humains ne peuvent pas résoudre. »

 **Lauranne Garitte**

Robots en essaim : avantages et inconvénients



ROBUSTESSE

Si un ou plusieurs robots tombent en panne, l'essaim est suffisamment robuste pour continuer à travailler car aucun rôle n'est préétabli.

SCALABILITÉ

Comme aucun rôle n'est préétabli, on peut ajouter ou enlever un certain nombre de robots, sans que cela n'entache un projet.

ADAPTABILITÉ

La force des robots en essaim est de s'adapter en fonction de l'environnement qui change.



CONCEPTION :

On peut programmer le comportement de chaque robot, mais pas celui du groupe. Le risque est que la dynamique de groupe engendre des comportements dangereux.

FIABILITÉ :

Beaucoup de recherches sont en cours pour certifier/vérifier les comportements des essais de robots. Nous ne pouvons pas encore leur faire confiance.

INTERACTION AVEC LES HUMAINS

Les essais de robots nous volent la vedette. Mais surtout, quelle place restera-t-il pour l'être humain ? Sera-t-il possible d'arrêter les actions d'un essaim de robots ?