

Informatique

Le poker résolu par l'ordinateur

Aux échecs, la supériorité de l'ordinateur sur l'homme est consacrée depuis 1997, et certains jeux comme les dames ont même été résolus, c'est-à-dire que l'on a pu déterminer une stratégie assurant à coup sûr la victoire.

Mais ce n'est pas le cas de tous les jeux, et notamment ceux à information incomplète, où chaque joueur dispose d'informations que les autres n'ont pas. Le poker est ainsi l'un des plus complexes à modéliser.

Michael Bowling et ses collègues de l'Université d'Alberta, au Canada, ont réussi à résoudre « au sens faible » le poker *Texas Hold'em limit* (avec des mises fixées et un nombre fini de relances) à deux joueurs, c'est-à-dire à calculer un couple de stratégies si proche de

l'optimum que les chances de faire mieux en jouant toute une vie sont statistiquement minimales. Seuls des jeux à information incomplète d'une complexité inférieure de trois ordres de grandeur avaient été résolus jusqu'ici.

Résoudre un jeu consiste à déterminer un équilibre de Nash, c'est-à-dire un couple de stratégies telles qu'aucun des deux joueurs ne peut modifier seul sa stratégie sans y perdre.

La technique dominante pour déterminer un tel équilibre, la « minimisation du regret contrefactuel » (CFR), consiste à itérer des parties entre deux algorithmes qui cherchent à minimiser la perte subie au tour précédent (les regrets).

En utilisant des techniques de compression et de calcul réparti

ainsi qu'une amélioration de la gestion des regrets, les chercheurs ont réussi à diviser par 26 la mémoire nécessaire et économiser des calculs. En 85 jours de calcul sur une grappe de 200 ordinateurs, ils ont effectué 1 600 itérations de l'algorithme CFR amélioré.

Le couple de stratégies ainsi obtenu est statistiquement

indiscernable de l'équilibre de Nash à l'échelle de 60 millions de parties.

Ces résultats dépassent les seules compétitions de poker : ils pourraient être appliqués aux négociations ou pour déterminer des stratégies médicales.

Philippe Ribeau-Gésippe

M. Bowling et al., *Science*, vol. 347, pp 146-148, 2015



LES {Partagez les savoirs} RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, dans "l'agenda du jardin"

POUR LA SCIENCE

COURS PUBLICS

Judi 12 février - 18h
Les Néanderthaliens ont-ils disparu ?
M. Patou-Mathis, préhistorienne, directrice de recherches au CNRS, Muséum
Grand Amphithéâtre du Muséum — 57 rue Cuvier, Paris 5^e

FILMS

Séances spéciales FIFE hors les murs
(Festival international du film d'environnement)

Samedi 7 février - 15h30
The Great Flood (La grande inondation)
Réal. : B. Morrison (2012, 71') - Un film d'archives étonnant qui revient sur la grande crue du Mississippi en 1927 et ses conséquences.
Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e

Dimanche 8 février - 15h30
Comme des bêtes
(séance interactive en présence de l'équipe du film)
Webdocumentaire (2014) - Une expérience unique de collaboration artistique entre humains et animaux - cygnes, grues, chevaux.
Amphithéâtre de la Galerie de Paléontologie et d'Anatomie comparée — 2 rue Buffon, Paris 5^e

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 22 février - 15h Géographe parmi les grands singes
F. Pennec
Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution — 36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e

Biophysique

Les essaims d'insectes, des systèmes critiques ?

Les mouvements erratiques des insectes dans un essaim ont des propriétés statistiques analogues à celles des transitions de phase chères aux physiciens.

Divers travaux suggéraient que certains systèmes biologiques, par exemple un réseau neuronal ou une nuée d'oiseaux, présentent des comportements analogues à celui d'un système physique en cours de « transition de phase », c'est-à-dire qui change d'état macroscopique. Une équipe de chercheurs romains et milanais apporte de nouvelles observations en faveur de cette idée.

En physique, un exemple simple d'une transition de phase est le passage d'un matériau ferromagnétique de l'état non aimanté à l'état aimanté. Au-dessus d'une température critique T_c , les spins (aimants élémentaires) du matériau ont des orientations aléatoires, d'où une aimantation macroscopique nulle. Au-dessous de T_c , les spins commencent à s'aligner mutuellement, et une aimantation non nulle apparaît.

L'une des caractéristiques du point critique est que les corrélations statistiques y deviennent de portée infinie : à la température T_c , les orientations de deux spins deviennent statistiquement corrélées quelle que soit la distance qui les sépare. Alessandro Attanasi, de l'Université La Sapienza de Rome, et ses collègues ont voulu savoir ce qu'il en est des corrélations pour des essaims de petits insectes voletant dans les parcs romains.

Ils ont enregistré en 3D, à l'aide de trois caméras vidéo, les trajectoires individuelles des insectes au sein de différents essaims et ont calculé, pour chaque essaim, la longueur de corrélation des fluctuations de la vitesse – la distance caractéristique au bout de laquelle les corrélations entre les fluctuations de vitesse de deux insectes deviennent inférieures à un seuil fixé. Et ils ont notamment défini le « paramètre de contrôle », l'analogue de la température du matériau ferromagnétique, comme étant la distance moyenne (pour un essaim donné) entre deux insectes plus proches voisins.

L'équipe italienne a notamment montré que la longueur de corrélation est du même ordre que la taille de l'essaim, et que la distance moyenne entre deux insectes voisins décroît avec le nombre d'individus de l'amas. Ces propriétés s'accordent bien avec le modèle dit de Vicsek, où l'on suppose que chaque individu suit la trajectoire de ses voisins à un « bruit » aléatoire près. Dans ce modèle, le mouvement collectif passe d'un mouvement cohérent à un mouvement désordonné lorsque le bruit aléatoire dépasse un certain niveau.

En d'autres termes, selon les résultats de l'équipe italienne, les insectes d'un essaim ajustent la

Un essaim d'insectes, dont les trajectoires individuelles sont visualisées.



Andrea Cavagna/Université La Sapienza, Rome

distance qui les sépare, ou l'essaim ajuste le nombre de ses individus, de façon qu'il soit le plus possible « critique », c'est-à-dire que la longueur de corrélation soit maximale. Cela conforte l'idée de la criticalité du système. Mais, commentent Hugues Chaté, du CEA à Saclay, et Miguel Muñoz, de l'Université de Grenade, il faudra étudier des échantillons plus vastes pour parvenir à une conclusion plus certaine.

Quel est l'intérêt d'atteindre le point critique ? Ce point sépare deux types de comportement collectif, l'un ordonné, l'autre

désordonné. Si le comportement est trop ordonné, le groupe peut avoir des difficultés à s'adapter à des changements extérieurs, par exemple un prédateur s'approchant d'un côté de l'essaim ; s'il est trop désordonné, sa réaction risque de ne pas être assez forte. Au point critique, la longueur de corrélation étant grande, la réaction de certains individus peut se communiquer aux autres membres du groupe. La criticalité offrirait ainsi au groupe un bon compromis.

Maurice Mashaal

A. Attanasi et al., *Physical Review Letters*, vol. 113, 238102, 2014

Le méthane martien, un pic inattendu

Christopher Webster, de l'Institut de technologie de Californie, et ses collègues ont mesuré la concentration atmosphérique de méthane sur Mars avec un spectromètre du rover *Curiosity*. La concentration moyenne est plus basse que ne le prévoyaient les modèles de dégradation de poussières par la lumière ultraviolette du Soleil. Plus surprenant, les chercheurs ont observé des pics de concentration de méthane provenant probablement d'une source locale, mais qui reste à ce jour non identifiée.

Prion pathogène : du mouton à l'homme ?

L'équipe d'Olivier Andréoletti, de l'Inra à Toulouse, a montré que l'agent responsable de la tremblante du mouton, une protéine prion, est capable de franchir la barrière d'espèce et d'engendrer chez des souris modèles des troubles pathologiques similaires à

ceux observés dans les formes sporadiques de la maladie de Creutzfeldt-Jakob chez l'homme. Pour autant, la tremblante étant une maladie déjà ancienne chez les petits ruminants consommés par l'homme, il n'y a pas de risque nouveau pour la santé publique.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr