

LES MATHÉMATIQUES, UNE BASE FONDAMENTALE POUR L'IA

Salah-Eddine El Adlouni

Chronique Science

★ Les algorithmes d'apprentissage automatique (ML) sont à la base des principales applications de l'Intelligence Artificielle (IA).

Il s'agit d'algorithmes de classification pour identifier, quand on l'ignore, les principaux profils d'une population. On parle dans ce cas de classification non-supervisée.

Les principaux algorithmes de classification sont basés sur l'inertie total, obtenue par un calcul de distances, du nuage des individus (unités statistiques) en dimension élevée, comparée à l'inertie à l'intérieure de chaque classe.

Une interprétation géométrique consiste à mesurer les distances dans l'espace des individus, de dimension souvent très élevée, en présence de dépendances importantes entre les variables caractéristiques. La présence de ces dépendances impose des contraintes sur la forme de l'espace des événements possibles et par conséquent le choix d'une métrique adaptée.

La figure 1-a est une illustration de l'importance de tenir compte de la topologie de l'espace des individus. La bouteille de Klein est un exemple simple de variété (manifold en anglais) qui correspond un espace topologique dans lequel tout point possède un voisinage homéomorphe à l'espace topologique global.

Cet exemple illustre l'importance d'utiliser une métrique adaptée à l'espace des individus. En effet, la distance euclidienne entre les points A et B est représentée par le segment rouge et donne une illusion de proximité de ces deux points, qui n'est pas vraie dans l'espace où les déplacements possibles devraient se faire sur la surface de la bouteille (courbe bleue).

L'étude des variétés topologiques fait appel à différentes branches des mathématiques telles que, la topologie algébrique,

la géométrie Riemannienne et la géométrie différentielle.

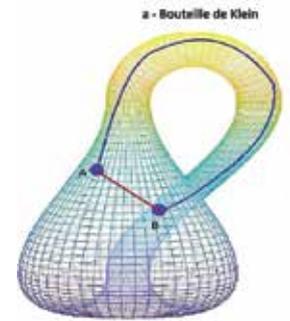
L'un des derniers développements des algorithmes de réduction de dimensions, utilisés en IA, est l'algorithme UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) basé sur la notion

de variétés topologiques. Cet algorithme permet une réduction non-linéaire de l'espace des variables, avec une maximisation du pourcentage de l'information retenue.

La figure 1-b représente l'espace de dimension réduit par

l'algorithme UMAP, des électrocardiogrammes (ECG) de 10400 individus, représentés par 11 variables extraites, en lien avec les ondes QRS. La projection des vecteurs observés sur le premier plan UMAP indique la présence de quatre classes principales. Les analyses supplémentaires permettront de caractériser ces classes pour développer un outil d'aide à la décision pour le diagnostic des maladies cardiaques.

• Salah-Eddine El Adlouni est professeur au département de mathématiques et de statistique de l'Université de Moncton.



Les algorithmes d'apprentissage automatique (ML) sont à la base des principales applications de l'Intelligence Artificielle (IA). Photo contribution

GRANDE VENTE D'ANNIVERSAIRE

MONTURES DE

5\$ à 20\$*

ON FÊTE NOS **10 ANS** EN FOLIE

12 septembre au 4 novembre 2023

DE NOUVELLES PROMOTIONS

TOUS LES MARDIS SUR 

*Voir précisions en lunetterie.

10 000 \$

EN PRIX À GAGNER !

Participez en lunetterie et sur Facebook @entrepotdelalunette

438 rue Paul DIEPPE

10 ANS **ENTREPOT DE LA LUNETTE**

 **Canadian Health Solutions** | Solutions de santé canadiennes

est à la recherche de participants à la recherche santé dans la région de Saint John

Que fais-tu?

- ✓ Répondre aux questionnaires
- ✓ Portez un tracker de fitness qui vous sera fourni gratuitement
- ✓ Participez à un programme de bien-être total

Si vous avez 55 ans ou plus, vous pourriez être admissible !

Contactez l'équipe Wellness 55 pour le savoir !

Appelez le (506) 738-4712 ou envoyez un courriel à Wellness55@canhs.ca



sommaire

Actualités **AX à AX**

Culture **AX à AX**

Sports **AX à AX**

Pour nous joindre

Éditeur des publications francophones :

David Gauvin
gauvin.david@brunswicknews.com

Représentants (es) publicitaires:
advertising@brunswicknews.com

Livraison de circulaires :

1 888 580-2121
carrierhotline@brunswicknews.com

Service à la clientèle/livraison :

Tél. : 1-800-332-3329
distributionNB@brunswicknews.com

Publié chaque jeudi par NB Distributors, L'Étoile est une division de Brunswick News Inc. Le contenu de cette publication est protégé par les droits d'auteur et peut seulement être reproduit à des fins personnelles et non commerciales. Tous les droits sont réservés et l'utilisation commerciale est interdite. Pour utiliser ce matériel, vous devez d'abord obtenir l'autorisation du propriétaire de droits d'auteur. Pour plus de renseignements, communiquez avec le directeur général ou le rédacteur en chef.

Veuillez retourner les copies non-livrables (adresses canadiennes) à l'adresse suivante :

Département de distribution
C.P. 1001, Moncton, N.-B.

Numéro d'enregistrement # 0040010346

L'INFORMATIQUE BIO-INSPIRÉE POUR L'EXPLORATION VISUO-HAPTIQUE D'OBJETS

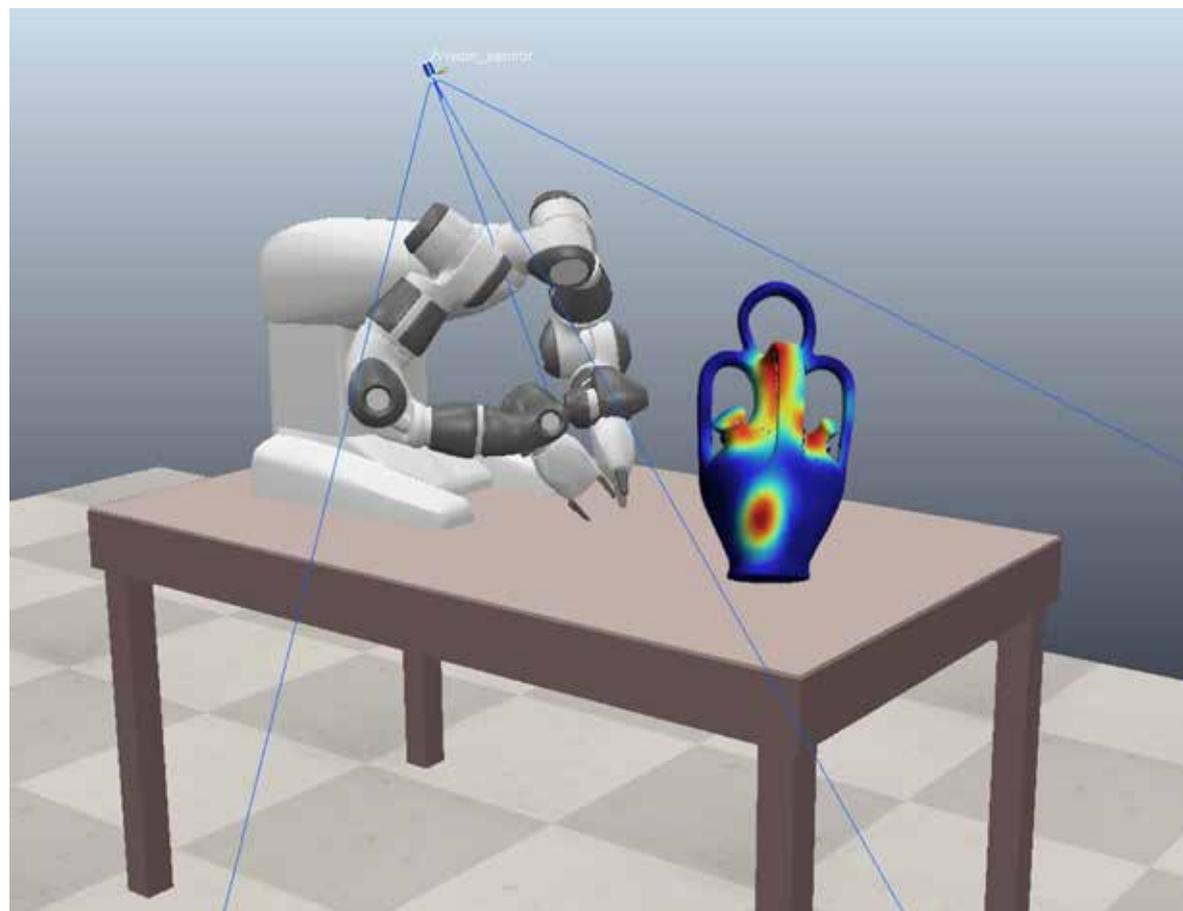
L'informatique bio-inspirée est un domaine en plein essor qui s'inspire des systèmes biologiques pour résoudre des problèmes complexes.

Ghazal Rouhafzay
Chronique Science

★ Les processus biologiques, les systèmes naturels et les comportements des organismes vivants peuvent servir d'inspiration pour développer des algorithmes informatiques innovants. Cette fusion de la biologie et de l'informatique offre de vastes perspectives dans diverses applications, notamment la robotique, la fabrication intelligente, la surveillance et le diagnostic, permettant aux machines de mieux comprendre et d'interagir avec leur environnement pour une prise de décision et une résolution de problèmes améliorées.

Dans le contexte de l'exploration visuo-haptique d'objets par des robots, cette approche interdisciplinaire vise à reproduire les capacités sensorielles et motrices que l'on trouve chez les humains et les animaux, afin de créer des processus d'exploration plus intuitifs et efficaces.

En ce qui concerne le système visuel humain, lors de l'observation d'une scène, les êtres humains sont capables d'analyser et d'extraire instantanément des informations pertinentes. Des études psychologiques suggèrent que le système visuel humain effectue divers calculs localisés pour simplifier l'analyse visuelle de scènes complexes. À cette fin, la fovéa se concentre sur des zones spécifiques de la scène en vue d'une exploration plus approfondie, allouant les ressources attentionnelles les plus élevées au centre de chaque point de fixation, dans un champ récepteur gaussien. Ce processus est désigné sous le terme d'attention visuelle. Forts



Dans le contexte de l'exploration visuo-haptique d'objets par des robots, cette approche interdisciplinaire vise à reproduire les capacités sensorielles et motrices que l'on trouve chez les humains et les animaux, afin de créer des processus d'exploration plus intuitifs et efficaces. Photo: Contribution

de ces bases biologiques, de nombreux chercheurs ont tenté de formuler des modèles mathématiques de l'attention visuelle.

En ce qui concerne le toucher, les êtres humains utilisent une série d'actions ou de mouvements systématiques ou délibérés, souvent en utilisant leurs mains et leurs doigts, pour explorer et recueillir des informations sur un objet. Ces mouvements sont appelés des Procédures Exploratoires (PE), qui constituent une source d'inspiration majeure pour les conceptions robotiques.

Malgré les avancées significatives dans le domaine de l'intelligence artificielle, aucun algorithme n'a encore été en mesure de surpasser les capacités du cerveau humain en ce qui concerne la reconnaissance

et la manipulation d'objets. Bien que de nombreux algorithmes d'apprentissage machine, tels que les réseaux de neurones convolutifs, s'inspirent de processus biologiques, tels que l'organisation hiérarchique du cortex visuel et l'élargissement progressif du champ réceptif, l'une des raisons sous-jacentes de la supériorité de la perception humaine réside dans la capacité impressionnante du cerveau humain à raisonner à partir de données incomplètes provenant de diverses modalités, ainsi qu'à les intégrer. La manière dont notre cerveau pondère et intègre ces deux modalités sensorielles constitue un domaine de recherche très actif dans les domaines de la neurosciences et de la psychologie.

L'intégration visuo-haptique, inspirée par ces processus intelligents chez l'humain, peut conduire à la création de solutions innovantes pour la manipulation robotique, notamment en ce qui concerne la reconnaissance d'objet, la localisation d'objets, la planification de saisie, ainsi que la détermination de l'approche efficace et des points de contact pour saisir un objet.

• Ghazal Rouhafzay, professeure adjointe au département d'informatique de l'Université de Moncton, a initié un programme de recherche axé sur l'informatique bio-inspirée, dans le but d'améliorer les algorithmes actuels pour la manipulation d'objets par des mains robotiques.

sommaire

Actualités **A2 à A7**Culture **A9 à A11**Sports **A12**

Pour nous joindre

Éditeur des publications francophones :

David Gauvin
gauvin.david@brunswicknews.com

Représentants (es) publicitaires:

advertising@brunswicknews.com

Livraison de circulaires :

1 888 580-2121
carrierhotline@brunswicknews.com

Service à la clientèle/livraison :

Tél. : 1-800-332-3329
distributionNB@brunswicknews.com

Publié chaque jeudi par NB Distributors. L'Étoile est une division de Brunswick News Inc. Le contenu de cette publication est protégé par les droits d'auteur et peut seulement être reproduit à des fins personnelles et non commerciales. Tous les droits sont réservés et l'utilisation commerciale est interdite. Pour utiliser ce matériel, vous devez d'abord obtenir l'autorisation du propriétaire de droits d'auteur. Pour plus de renseignements, communiquez avec le directeur général ou le rédacteur en chef.

Veuillez retourner les copies non-livrables (adresses canadiennes) à l'adresse suivante :

Département de distribution
C.P. 1001, Moncton, N.-B.

Numéro d'enregistrement # 0040010346

FIAT MATERIAM, ET FACTA EST LUX!

Est-ce important qu'il y ait de la lumière dans l'Univers ?

Serge Gauvin
Chronique Science

❖ En d'autres mots, de quoi aurait l'air l'Univers sans la lumière ? Quelle idiotie ! Bien sûr, il ferait noir... comme... dans la gueule d'un loup ! On pourrait aussi « voir » ça dans l'autre sens et se demander de quoi aurait l'air l'Univers s'il n'y avait que de la lumière. Comme cela, il n'y aurait pas de loup. On n'aurait plus peur d'aller en forêt. En forêt ? D'oh !... Il n'y aurait pas de forêt non plus ! Vous me suivez ? Moi j'ai de la difficulté !

Mais qu'est-ce que la lumière au juste ? En termes savants, c'est très simple. Il s'agit d'un ensemble d'excitations bosoniques élémentaires, plus ou moins cohérent, bien évidemment issu d'un champ scalaire sans interaction couvrant la partie UV-Vis-IR du spectre électromagnétique et dont la quantité de mouvement est déterminée par le vecteur d'onde et l'énergie par la pulsation. Je sais ce que vous vous dites : Ouf ! Pas de physique pour moi !...

Et pourtant ! En termes imagés, il est possible de concevoir la lumière simplement comme une onde... comme une simple vague sur l'eau... mais qui a la particularité d'échanger son énergie par petits paquets. Ces paquets d'énergie sont nommés « photons » et ils n'interagissent pas entre eux. Une minute !... me direz-vous. Échanger de l'énergie ? Mais si les photons n'interagissent pas entre eux, alors avec quoi d'autre l'échangent-ils ? Ici encore, la réponse est très simple : Avec les électrons et autres particules chargées !

Mais que sont donc les électrons ? En termes savants, c'est aussi très simple. Il s'agit d'excitations fermioniques élémentaires, bien évidemment issu d'un champ quantique et dont la relation de dispersion est déterminée par

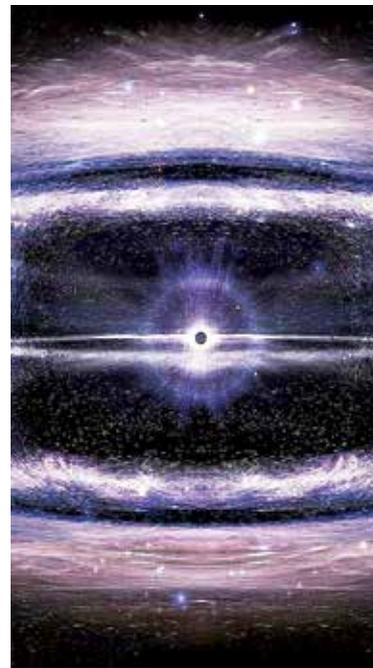
leur environnement et la masse au repos est procurée par des bosons de Higgs. Ah oui, j'oubliais ! Les électrons sont des particules qui interagissent entre elles ainsi qu'avec les photons !!!

Ah ! les électrons. Cette fois vous savez de quoi il s'agit : un constituant fondamental de la matière. Vous les avez peut être même déjà touchés... si, comme moi quand j'étais petit, vous avez subi un choc électrique ! Depuis ce temps là, j'ai les cheveux frisés ! Si vous voulez garder vos cheveux raides, ne touchez pas à l'électricité !

Ici, on ne se demande pas de quoi aurait l'air notre monde sans l'électricité. Pas d'ordinateur, ... pire, pas de téléphone intelligent... encore pire, pas de lumière à volonté !

Produire de la lumière avec des électrons fut une des premières applications à grande échelle liées à ces particules, découvertes suite à des travaux de recherche de nature fondamentale. Immédiatement après la Deuxième Guerre mondiale, d'autres travaux fondamentaux ont conduit, cette fois, à la découverte des « trous ». Les trous : quésaco ? Ici aussi, c'est très simple. Il s'agit de... Bof ! Une autre fois. Il suffit de savoir que les trous se trouvent dans les matériaux semi-conducteurs, les mêmes matériaux qu'on trouve dans les ordinateurs, et qu'ils peuvent, eux aussi, interagir avec les électrons. En fait, lorsqu'un trou rencontre un électron ils se combinent : on dit qu'ils s'annihilent. Ils ne participent plus à la conduction électrique. Toutefois et WOW!... car c'est très important : cette combinaison peut générer de la lumière !!! C'est ce qu'on appelle « l'électroluminescence » : C'est-à-dire, la conversion de l'électricité en lumière... mais pas à la manière de Thomas Edison avec l'ampoule électrique. Mais ce n'est pas tout !... Oh ! que non.

L'électroluminescence est réversible. Lorsque la lumière est absorbée par certains matériaux semi-conducteurs, les photons peuvent créer des électrons ainsi que des trous, ce qui peut produire de l'électricité ! C'est ce qu'on appelle « le photovoltaïsme



Mais qu'est-ce que la lumière au juste ? En termes savants, c'est très simple. Il s'agit d'un ensemble d'excitations bosoniques élémentaires, plus ou moins cohérent, bien évidemment issu d'un champ scalaire sans interaction couvrant la partie UV-Vis-IR du spectre électromagnétique et dont la quantité de mouvement est déterminée par le vecteur d'onde et l'énergie par la pulsation. Photo: Contribution

»... et c'est ce qui fait fonctionner les panneaux solaires !

Les sources électroluminescentes de photons sont très importantes, tout autant que les lasers le sont. En fait, certains lasers dédiés aux télécommunications par fibres optiques sont même fondés sur le principe de l'électroluminescence. De nos jours et un peu comme on le fait avec les électrons, on cherche de plus en plus à utiliser les photons. On les fait circuler dans des circuits intégrés tout optiques et électro-optiques. C'est pourquoi de la même manière que les électrons ont donné naissance à l'électronique, les photons ont donné naissance à la photonique ! Il existe déjà de nombreux circuits intégrés photoniques. La communauté scientifique pense même pouvoir réaliser un jour

des ordinateurs tout optiques !

Au sein du Groupe de recherche sur les couches minces et la photonique, rattaché au Département de physique et d'astronomie de l'Université de Moncton, on étudie beaucoup les photons, les électrons et aussi les trous. Mais l'électroluminescence est seulement un des nombreux thèmes de recherche du Groupe au sujet de la lumière et de son interaction avec la matière.

Au passage, l'astrophysique aussi est concernée par cette interaction, mais ce n'est pas tout. On s'y intéresse également aux matériaux organiques... disposés en couches minces. Les couches minces permettent d'exploiter des propriétés particulières des matériaux, ... en fait de tous les matériaux. L'usage de certains de ces matériaux organiques est technologiquement d'avant-garde.

En effet, ces matériaux sont de premiers choix car ils sont souvent compatibles avec les semi-conducteurs inorganiques actuels et ils ouvrent un vaste éventail de possibilités... que les semi-conducteurs inorganiques actuels atteignent difficilement. Les nouveaux matériaux organiques, dits « avancés », représentent l'électronique du futur, certains disent même « l'électronique plastique », car de nouveaux genres de transistors commencent à émerger. De plus en plus, la limite des possibilités semble, encore une fois, être... l'imagination des humains.

En conclusion, les photons, les électrons et les trous sont de grands amis. Ils sont même inséparables et j'imagine qu'ils ont beaucoup de plaisir à jouer et à danser ensemble. La lumière fait bouger les électrons, qui à leur tour, seuls ou avec des trous, génèrent de nouveaux photons ! La danse n'est donc pas prête de s'arrêter !

En tout cas, moi j'ai beaucoup de plaisir à jouer avec eux car tout cela est passionnant... croyez-moi !... Venez en discuter avec nous.

• *Serge Gauvin est professeur au département de physique et d'astronomie de l'Université de Moncton*