

Éditorial

Jacques Faure

Ex MCU-PH Université Toulouse 3, Ex Chef de département, Ex Responsable de la formation de Spécialité (CECSMO-DUO) Spécialiste en ODF, Doctorat d'exercice en Chirurgie Dentaire, Doctorat de 3^e Cycle en Physique, Doctorat de 3^e Cycle en Odontologie, Doctorat d'Etat

ODF et I.A. un mal incontournable

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (I.A.)

C'est « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence ». Elle correspond à un ensemble de méthodes et de technologies plus qu'à une discipline autonome constituée.

Elle se rattache au groupe des sciences cognitives : psychologie, linguistique, neurosciences, anthropologie et sociologie. La mémoire et l'intelligence font partie de ses objets d'étude ainsi que la perception ou la communication.

L'intelligence artificielle est divisée en deux tendances :

L'intelligence artificielle « forte » serait non seulement capable de reproduire un comportement de mammifère ou d'homo sapiens mais serait aussi apte à avoir une réelle « conscience de soi », possible avec des ordinateurs manipulant des symboles (techniques connexionnistes de type réseaux de neurones).

L'intelligence artificielle « faible » correspond à l'élaboration de systèmes de plus en plus autonomes pour réduire le coût de contrôle des machines industrielles au sein des usines de production. Les algorithmes de plus en plus évolués, élaborés d'une manière pragmatique par l'ingénieur, vont pouvoir résoudre des problèmes de plus en plus importants : le programme de réaction simule une réaction « intelligente » mais en fait ne comprend rien. Les défenseurs de l'IA « faible » nomment cela « reproduction de l'intelligence » ou « réaction autonome ».

Les programmes conversationnels en sont l'exemple même.

Sur le plan historique cette forme d'IA « faible » est en continuité avec l'amélioration de l'automatisme par l'ingénieur : « recherche opérationnelle » (1960), « supervision » (1970), « aide à la décision » (1980)...

L'apprentissage permanent

Au niveau de l'évolution, l'apprentissage automatique (machine learning) englobe les apports des classifications automatiques, des régressions... l'apprentissage profond (deep learning) et même d'autres modules comme les moteurs de règles.

L'apprentissage profond (deep learning) utilise des réseaux de neurones « fonctionnant comme des boîtes noires » qui sont capables d'analyser des caractéristiques abstraites ; le deep learning est à la source des applications les plus spectaculaires ; toutefois la « boîte noire » produit ces résultats sans qu'il soit possible ex post, de savoir comment les algorithmes l'ont élaboré : c'est le problème de l'absence de transparence ou « d'explicabilité », et les résultats sont parfois surréalistes !

Les applications

Types de fonctions :

prévision / reconnaissance de formes / diagnostic / aide à la décision / automatisation des tâches répétitives / automatisation des tâches très fines ou dangereuses / pronostic.

Champs d'application :

Finance et Banque / Domaine militaire (drones évitant les pertes humaines au combat) / Renseignement policier (prévention des crimes et délits) / Droit / Logistique des transports / Robotique / Jeux vidéo / Art / Echecs, Bridge, Poker, Go /...

Moyens : programmation :

Langages spécifiques : Lisp (le plus ancien), Prolog, Snobol

Langages non spécifiques : C ou C++.

Performances :

Les agents robotisés pour le pilotage des bus, drones et avions en zone dangereuse, ou la conduite des moyens de transport, les joueurs d'échecs opposés à des êtres humains... ont souvent montré des performances égales ou très proches. Dans certains cas la performance du décideur informatique a été franchement supérieure (USA : la décision de mise en liberté sur parole décidée par un juge humain est bien moins bonne que celle du juge IA).

APPLICATIONS MÉDICALES : SYSTÈMES EXPERTS, AIDE AU DIAGNOSTIC, TÉLÉMÉDECINE

Les systèmes experts

Le domaine de la santé est un des premiers utilisateurs de l'IA. Les logiciels utilisés sont des systèmes experts dévolus d'abord au diagnostic ensuite à la prise de décision (traitement), ils se composent :

- D'une base de données ou base de faits : le tableau Excel « problème » (Matrice $M_{p,q}$) comporte p lignes-cas (ou patients ou observations ou faits) et q colonnes-paramètres (qui peuvent être quantitatifs ou qualitatifs).
- D'un système de règles : il s'agit d'un très important programme avec des algorithmes heuristiques ; les systèmes de données, comme les règles, ne sont pas fixes. Historiquement le Watson (USA) et le MVIR (Médecin Virtuel de Première Génération en France) sont parmi les premiers. Pour les spécialités médicales, liées à la radiologie, l'IA peut aussi être employée efficacement en utilisant les logiciels d'analyse d'image, pour la détection et la description des pathologies.

Les limites et critiques

Les premières réalisations mettent déjà en lumière les difficultés majeures à résoudre pour avoir un diagnostic automatisé, autonome, précis, et rapide : c'est la condition primaire puisqu'en médecine comme en conduite de drone il faut d'abord savoir où on en est. Tout commence donc par le diagnostic.

Les principales critiques sont, sans vouloir être exhaustif :

- Le facteur temps qui doit être contrôlé (interrogatoire ; apparition de tel syndrome : « où et quand ? » ; paramètre subjectif, et la réponse est souvent ambiguë).
- Absence d'équivoque linguistique sur les symptômes, patient/expert.
- Absence d'équivoque linguistique sur les diagnostics, patient/expert.
- Une connaissance parfaite du fonctionnement (association d'un diagramme de symptômes à un diagramme de diagnostics) est requise. Certaines des « difficultés » sont en fait liées à l'incompréhension entre langage vulgaire et langage savant. Il faut encore y ajouter pour le patient la crainte et l'incapacité de décrire objectivement (exemple : intensité de douleur sur une échelle de 0 à 7).
- Certaines IA ont des comportements déviants (messages sexistes par exemple) soit par insuffisance éthique de celui qui a choisi les règles soit par contamination lors de l'apprentissage.
- Sur le plan juridique, quand le logiciel « prescrit » un traitement, où se trouve le responsable en cas d'erreur ?
- Lorsque le logiciel ne peut parvenir au diagnostic, par qui et comment sera prescrit un traitement symptomatique d'attente.

- Sur quelle base seront pris en compte les paramètres sociaux (patient à mobilité réduite et vivant seul : préférence d'une hospitalisation).
- etc.

La plupart des experts IA pensent aujourd'hui qu'il faut maintenir une surveillance humaine.

Le risque économique : les Gafam

Les cinq leaders du monde numérique (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft), détiennent à eux seuls une position très largement majoritaire sur le marché du numérique.

Mais le plus inquiétant n'est pas leur importance économique, soutenue souvent par une tolérance d'évasion fiscale permanente, mais l'étendue des fichiers dont ils disposent : les fameux Big Data. Ces fichiers conservent toutes les données sans limitation : santé, situation professionnelle, patrimoine privé et familial, liens sociaux, liens politiques, habitudes de vacances ou de loisirs...

Développer dans un milieu libéral des systèmes experts de diagnostic et de traitement, c'est tenir dans sa main la santé du pays. Partout, d'ores et déjà, les « majors » de l'IA ont des contrats de développement de systèmes experts avec l'État, les organismes sociaux et les professionnels de santé.

Le risque est la maîtrise totale du marché par une entreprise dominante (l'un des Gafam, par exemple) imposant sa loi pour les choix thérapeutiques, le matériel, la formation de plus en plus assurée dans le privé etc. ceci sous couvert de l'aspect de vérité scientifique attaché au support IA.

« *Le leader en IA dominera le monde* » (Poutine).

APPLICATION EN ORTHODONTIE

La nécessité et la spécificité d'un programme IA en orthodontie, proviennent de la spécificité de la pathologie orthodontique : une pathologie orthodontique, pour un patient, est essentiellement un écart à la morphologie moyenne.

Appréciation et description morphologiques

Landmarking osseux :

Le choix repose sur deux critères : lisibilité immédiate et sans erreur et liens étroits avec l'élaboration de l'anatomie maxillo-faciale (morphogénèse et croissance). Ces deux critères ne sont satisfaits que par les émergences trigéminales.

Landmarking dentaire :

Le calcul de la matrice d'inertie est la méthode physique préconisée en mécanique.

Méthode d'identification et de quantification de la pathologie :

Une méthode paramétrique s'impose sans conteste. Mais il faut des paramètres décrivant les 3 sens, les 3 tissus concernés (alvéolaire, basal, architectural), les 3 zones pointées (antérieure, moyenne, postérieure). Il faut aussi des paramètres de position, de morphologie, de décalage haut/bas, de compensation, de « bipro/biretro », de symétrie/asymétrie.

Le nombre de paramètres pour une description quantifiée et sans faille appelle sans hésiter des outils IA.

Aide au diagnostic

Le module d'aide au diagnostic « off asymetry » fait la synthèse des différents paramètres (100) concernés ; il délivre une courte synthèse et est capable de quantifier la dysmorphie.

Le « module d'asymétrie » fait la synthèse des paramètres concernés (64) et est capable de quantifier la dysmorphie.

Aide à la décision thérapeutique

Le module d'aide à la décision peut déterminer en fonction des compensations alvéolo-dentaires choisies par le praticien, les objectifs optimaux de position de la denture antérieure, ceci pour chacune des options thérapeutiques.

Les déplacements dentaires, les extractions, les ostéotomies, les ancrages, la mécanique pour chaque option thérapeutique, permettent :

- par les positions antérieures terminales choisies et le déplacement envisagé, l'appréciation des difficultés techniques et du risque,
- par l'équilibre occlusal et l'équilibre dentaire dans le parodonte, l'appréciation de la pérennité de la denture et la stabilité de l'occlusion.

CONCLUSION

La biométrie 3D basée sur une description multi paramétrique doit comporter un module IA pour réaliser la synthèse diagnostique en langage usuel. Un module d'aide à la décision doit ensuite être capable d'envisager toutes les solutions thérapeutiques (choix des objectifs de position de la denture antérieure, extractions, ancrages, mécanique, ostéotomies éventuelles) et de critiquer les résultats. Nous espérons disposer un jour de cet outil.

J. Faure

Les opinions émises n'engagent que leurs auteurs.