



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Inria



VILLE DE NICE

UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR 

Académie en région à Nice et Sophia Antipolis

Intelligence artificielle et médecine

Nicholas Ayache
Inria, Sophia Antipolis

L'intelligence artificielle permet d'augmenter les capacités de raisonnement des médecins afin de mieux prendre en charge leurs patients. C'est particulièrement utile pour analyser des images médicales complexes ainsi que les masses de données associées aux populations de patients que le cerveau humain ne peut appréhender dans leur totalité.

Parmi les différents outils d'intelligence artificielle utilisés pour la médecine, des exemples récents ont démontré les performances remarquables des algorithmes d'apprentissage profond s'appuyant sur des réseaux de neurones convolutifs pour accomplir certaines tâches d'analyse d'images, notamment en dermatologie, en sénologie, en ophtalmologie et en pneumologie. Mais il existe des limitations à ces approches :

- applications étroites et spécifiques : détection d'une pathologie dans une catégorie d'images ;
- il faut disposer d'un très grand nombre de données d'entraînement préalablement annotées ;
- il faut s'assurer que les données d'entraînement sont bien représentatives d'une population et qu'il n'y a pas de biais ;
- les algorithmes fonctionnent comme des boîtes noires avec des millions de paramètres qu'il est très difficile, voire impossible d'interpréter...

Pour contourner ces limitations, une approche prometteuse consiste à combiner des algorithmes d'apprentissage profond avec des modèles numériques de l'anatomie et de la physiologie du corps humain à différentes échelles. Ces modèles numériques sont statistiques, géométriques, et biophysiques et leurs paramètres sont personnalisés grâce aux images médicales du patient réel et à toutes les données disponibles sur celui-ci et sur des populations. On passe ainsi d'un patient numérique moyen à un patient numérique *personnalisé*, le *jumeau numérique* du patient réel.

On peut alors exploiter les paramètres de ce jumeau numérique pour développer des algorithmes de médecine numérique : détection et quantification d'une pathologie, c'est l'aide au diagnostic ; prédiction d'une évolution, c'est l'aide au pronostic ; planification et simulation d'une intervention, c'est l'aide à la thérapie.

On peut noter que les algorithmes qui reproduisent l'anatomie du patient s'appuient principalement sur des modèles géométriques, statistiques et sémantique du corps humain, tandis que les algorithmes qui reproduisent la physiologie, c'est à dire le fonctionnement du corps humain, introduisent en plus des modèles biologiques et physico-chimiques du vivant.

L'intelligence artificielle pour la santé (médecine et biologie) sera au cœur des recherches de l'institut interdisciplinaire d'intelligence artificielle 3IA Côte d'Azur qui vient d'être créé à Nice et Sophia Antipolis dans le cadre du plan national pour l'IA. Ces recherches s'articuleront également avec celles de l'intelligence artificielle au service des territoires intelligents.

Pour conclure, il faut retenir que IA et Santé, ce sont avant tout de nouveaux outils informatiques au service d'une médecine plus personnalisée, précise, prédictive, et préventive (4P), destinée à mieux soigner, non pas le patient virtuel ni le jumeau numérique, mais bien sûr le patient réel. Ces nouveaux outils informatiques sont conçus pour assister le médecin, pas pour le remplacer : les qualités essentielles que sont la compréhension globale de la situation du patient, l'esprit critique, la compassion et la conscience professionnelle (4C), restent pour l'instant l'apanage de l'intelligence humaine.



Références :

Nicholas Ayache. L'imagerie médicale à l'heure de l'intelligence artificielle. In Cédric Villani and Bernard Nordlinger, editors, Santé et intelligence artificielle, pages 151-154. CNRS Editions, October 2018

Nicholas Ayache. Medical Imaging Informatics: Towards a Personalized Computational Patient. IMIA Yearbook of Medical Informatics, 25(Suppl. 1):S8-S9, 2016.

Nicholas Ayache. Des images médicales au patient numérique, Leçons inaugurales du Collège de France. Collège de France / Fayard, March 2015.

James S Duncan, Michael F. Insana, and Nicholas Ayache, Biomedical Imaging & Analysis in the Age of Big Data and Deep Learning, Editorial, Proc. of the IEEE, VOL. 14, NO. 8, MARCH 2020 (in press).

Daniel Rueckert and Julia Schnabel, Model-Based and Data-Driven Strategies in Medical Image Computing, Proc. of the IEEE, VOL. 14, NO. 8, MARCH 2020 (in press)