Radiologie

La radiologie diagnostique à l'ère de l'intelligence artificielle

PD Dr méd. Christoph Alexander Karlo

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, UniversitätsSpital, Zürich

L'intelligence artificielle correspond à une branche de l'informatique, qui est consacrée à l'automatisation de comportements intelligents et ainsi, à la tentative de reproduire une intelligence similaire à celle de l'être humain. Grâce à l'augmentation rapide des performances des ordinateurs et en raison des possibilités apparemment illimitées de la connectivité via Internet et entre différents systèmes logiciels, les ordinateurs sont aujourd'hui déjà de plus en plus à même de prendre des décisions médicales. Cette évolution offre à la radiologie diagnostique des possibilités et opportunités absolument captivantes.

Introduction

Dans des pays bien développés tels que la Suisse, la radiologie diagnostique est aujourd'hui non seulement entièrement numérisée et informatisée, mais elle joue désormais aussi un rôle central dans la gestion et le traitement des patients. A l'ère de l'intelligence artificielle, des possibilités et opportunités captivantes s'offrent à la radiologie diagnostique. Par contre, on entend aussi de plus en plus ces derniers temps que la profession de radiologue pourrait tôt ou tard être non seulement menacée mais même remplacée par une sorte de «superordinateur». Les principaux arguments en ce sens sont qu'un superordinateur pourrait poser des diagnostics plus précis par le biais d'une intelligence artificielle auto-acquise et ce, non seulement plus rapidement, mais aussi 24 heures/24 et sans versement d'un salaire mensuel. Toutefois, avant de pouvoir débattre de ces arguments, il convient d'expliquer certains concepts fondamentaux.

Christoph Alexander Karlo

«Machine learning»

En tant que branche des sciences informatiques, le «machine learning» ou «apprentissage automatique» désigne l'apprentissage autonome par l'ordinateur, soit avec des feedbacks (apprentissage supervisé) soit sans feedbacks (apprentissage non supervisé) de l'être humain. Par exemple, si l'on mettait à la disposition d'un ordinateur 5000 radiographies pulmonaires, l'ordinateur aurait connaissance de chaque résultat dans le mode d'apprentissage supervisé. C'est de cette manière que l'ordinateur apprend sur la base du diagnostic qu'il connait (par ex. cancer du poumon) quelles caractéristiques ou formes (également appelées «motifs») doivent être détectées significativement plus souvent sur un cliché pathologique ou sur un cliché sain. Sur cette base, l'ordinateur pose alors son diagnostic, lorsqu'il doit ultérieurement analyser un cliché sans la moindre connaissance des autres données du patient. Plus le nombre de cas que l'ordinateur apprend de cette manière est élevé, meilleure sera ensuite sa capacité à bien poser le diagnostic. Dans le cas de l'apprentissage non supervisé, les mêmes 5000 radiographies pulmonaires seraient tout simplement mises à disposition de l'ordinateur, mais sans lui communiquer à chaque fois le résultat spécifique. L'ordinateur tente alors par lui-même de classifier les clichés et d'identifier des formes qui ne sont pas présentes sur la majorité des clichés. L'ordinateur en conclut ensuite que ces formes devraient être pathologiques. A l'heure actuelle, des résultats représentatifs provenant d'études cliniques font encore défaut, mais diverses études portant sur ce thème sont déjà en cours à l'échelle mondiale. Celles-ci ont pour l'instant principalement été initiées par des entreprises qui développent des logiciels.

Analyse automatique de formes

Le «machine learning» est très étroitement lié à la «reconnaissance de formes» ou «pattern recognition», également appelée «texture analysis». Une image

numérique est fondamentalement composée d'une matrice de pixels. Toutefois, dans le domaine de la radiologie, il s'agit principalement de pixels en trois dimensions, appelés voxels, compte tenu de la manière dont les images sont acquises et post-traitées. Ces voxels contiennent des valeurs de niveaux de gris qui, prises dans leur ensemble, assurent le contraste de l'image et aboutissent au final à la représentation d'organes, de tissus et de pathologies. L'œil humain est inférieur à l'ordinateur quant à la différenciation des voxels individuels. L'ordinateur est capable d'analyser la disposition des voxels en rapport avec les niveaux de gris dans toutes les directions et dispositions spatiales et ainsi, d'identifier de possibles «patterns» ou «textures» (formes), qui se répètent régulièrement par ex. dans certaines tumeurs. De cette manière, il serait par ex. possible de se faire une idée quant à la présence d'une tumeur maligne au moyen de données d'image radiologique, sans devoir pratiquer une biopsie invasive.

Intelligence artificielle

Lorsque l'on combine le processus de «machine learning», y compris l'analyse de formes de clichés radiologiques, avec l'ensemble des connaissances médicales disponibles (littérature, livres, publications, bases de données en ligne), on obtient soudainement une entité, qui non seulement connaît parfaitement les tenants et aboutissants médicaux des différentes maladies, mais est également capable d'analyser les clichés radiologiques correspondants. Si l'on permettait encore à cette entité d'accéder aux systèmes d'information médicaux et aux bases de données de patients au sein d'un hôpital, il serait théoriquement possible que cette entité, quel que soit le nom qu'on lui donne, soit effectivement capable de prendre des décisions plus qualitatives, plus précises sur le plan diagnostique et probablement aussi meilleures sur le plan pronostique pour les patients.

Mais un ordinateur doté d'une intelligence artificielle peut-il interpréter des examens radiologiques?

Cette hypothèse est aujourd'hui déjà plus qu'une hypothèse. Le meilleur exemple est certainement le projet Avicenna de IBM Watson. Ce superordinateur est précisément en train d'apprendre de manière supervisée au moyen de millions d'examens radiologiques. Ce n'est donc plus qu'une question de temps jusqu'à ce que ce projet trouve une application préclinique et par la suite également clinique. C'est inéluctable.

Il semble relativement clair qu'un ordinateur doté d'une intelligence artificielle travaillera avec une plus grande efficacité, une plus grande endurance et une plus grande fiabilité que les radiologues. Un ordinateur peut travailler 24 heures/24 et 7 jours/7. Les possibilités apparemment illimitées de la connectivité Internet confèrent à l'ordinateur doté d'une intelligence artificielle un avantage énorme: il peut échanger avec d'autres ordinateurs 24 heures/24. Il en résulte soudainement un réseau d'ordinateurs, qui apprennent les uns des autres. Par exemple, le constructeur automobile Tesla utilise aujourd'hui déjà cette possibilité pour optimiser les logiciels de pilotage automatique. Ce faisant, l'ordinateur apprend à partir de l'expérience faite par tous les véhicules Tesla en circulation. Cela pourrait également devenir le cas dans le domaine de la radiologie. Un ordinateur ne tirerait alors pas uniquement ses connaissances du système interne de l'hôpital, mais il apprendrait également d'autres ordinateurs situés dans d'autres hôpitaux. Ainsi, l'ordinateur aurait par ex. connaissance dans les moindres détails des différences médicales entre différents groupes ethniques, car il serait connecté avec d'autres ordinateurs à travers le monde. Et au plus tard lorsque les banques de données génétiques seront en plus impliquées, l'ordinateur disposera d'un niveau de connaissances largement supérieur à celui de l'être humain.

Un ordinateur pourrait-il détecter plus tôt et avec une plus grande fiabilité des dangers potentiels pour les patients?

Si un ordinateur doté d'une intelligence artificielle avait accès aux mêmes informations que le médecin, il détecterait probablement mieux et plus tôt les dangers encourus par les patients. Dans le domaine de la radiologie, cela pourrait se présenter de la manière suivante: quelque part dans le dossier électronique d'un patient, il a été noté 7 ans auparavant qu'après l'administration d'un produit de contraste iodé par voie intraveineuse, le patient a développé une réaction allergique sévère, qui a dû être immédiatement traitée par des médicaments. Tandis que le radiologue ou le personnel médicotechnique peut tout à fait passer à côté d'une telle annotation essentielle mais noyée dans le flot d'informations et de documents disponibles, l'ordinateur, pour autant qu'il sache qu'il s'agit là d'une information très pertinente, trouvera de manière très fiable cette information et signalera ce danger suffisamment tôt. Un autre exemple: dans le passé, les mouvements importants d'un patient au sein de l'appareil IRM ont été responsables d'artéfacts et donc d'images de moindre qualité. L'ordinateur le sait dès que le patient est inscrit pour un examen, car il connaît déjà parfaitement les images du patient obtenues dans le passé. En revanche, pratiquement toujours, le radiologue voit uniquement

ces clichés lors de l'interprétation de l'examen actuel. L'ordinateur peut donc déjà avant l'examen signaler au personnel ou au radiologue compétent qu'il devra tout particulièrement veiller à ce que le patient ne bouge pas durant cet examen. La qualité de l'image, et donc aussi la fiabilité diagnostique, pourraient s'en trouver améliorées.

Un ordinateur doté d'une intelligence artificielle commettra-t-il également des erreurs à l'avenir?

En tout état de cause. Le principal problème des ordinateurs est qu'ils ne savent pas ce qu'ils ne savent pas. Autrement dit, l'ordinateur aura toujours une réponse toute prête à toute question, mais sans savoir s'il s'agit de la bonne ou non. Pour l'ordinateur, ce sera toujours la réponse la plus probable. Il s'agit là, par ailleurs, de la principale différence par rapport au cerveau humain. Un être humain sait en une fraction de seconde lorsqu'il ne sait pas quelque chose. En outre, dans la médecine, nous avons affaire à un système hautement individualisé, également appelé «patient tailored medicine» ou «personalised medicine» en anglais. Cela signifie non seulement que chaque être humain a ses caractéristiques individuelles, mais aussi et surtout que chaque être humain a également sa propre opinion, notamment sur les thèmes médicaux.

La profession de radiologue sera-t-elle remplacée par l'intelligence artificielle?

Les radiologues ne seront probablement pas remplacés par l'ordinateur pour les raisons suivantes: premièrement, les patients sont des êtres humains qui ressentent le fort besoin d'échanger avec un médecin; deuxièmement, dans le domaine de la santé, il en va toujours encore de besoins existentiels émotionnels profonds.

Correspondance:
PD Dr méd. Christoph Alexander Karlo
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
UniversitatsSpital Zürich
Rämistrasse 100
CH-8091 Zürich
Christoph.Karlo[at]usz.ch

Disclosure statement
L'auteur n'a pas déclaré des obligations financières ou personnelles en rapport avec l'article soumis.