Radiologie

Diagnostische Radiologie im Zeitalter der artifiziellen Intelligenz

PD Dr. med. Christoph Alexander Karlo

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, UniversitätsSpital, Zürich

Artifizielle Intelligenz bezeichnet ein Teilgebiet der Informatik, das sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und somit dem Versuch, eine menschenähnliche Intelligenz nachzubilden, befasst. Mit rapide zunehmender Computerleistung und scheinbar uneingeschränkten Möglichkeiten der Konnektivität über das Internet und zwischen verschiedenen Software-Systemen sind Computer bereits heute immer besser in der Lage, medizinische Entscheidungen zu treffen. Diese Entwicklung beschert der diagnostischen Radiologie sehr spannende Möglichkeiten und Gelegenheiten.

Einleitung

Die diagnostische Radiologie ist in gut entwickelten Ländern wie der Schweiz heutzutage nicht nur vollständig digitalisiert und computerisiert, sondern nimmt mittlerweile auch eine zentrale Rolle im Patientenmanagement ein. Im Zeitalter der artifiziellen Intelligenz eröffnen sich nun für die diagnostische Radiologie einige spannende Möglichkeiten und Gelegenheiten. Im Gegensatz dazu vernimmt man in letzter Zeit aber auch immer öfter, dass das Berufsbild des Radiologen früher oder später durch einen sogenannten «Super-Computer» nicht nur gefährdet, sondern sogar ersetzt werden könnte. Die zentralen Argumente hierfür sind, dass ein Super-Computer durch selbst angeeignete artifizielle Intelligenz akkuratere Diagnosen nicht nur schneller, sondern 24 Stunden pro Tag ohne monatliche Lohnzahlungen stellen könnte. Bevor man diese Argumente jedoch diskutieren kann, gilt es einige grundlegenden Begriffe zu erläutern.

Christoph Alexander Karlo

«Machine learning»

Als Teilgebiet der Computerwissenschaften steht «machine learning» für autonomes Lernen durch den Computer, entweder mit (supervisiert) oder ohne (nicht supervisiert) Feedback vom Menschen. Wenn man einem Computer nun zum Beispiel 5000 Lungenröntgenbilder zur Verfügung stellt, so wäre dem Computer im supervisierten Lernmodus jeder einzelne Befund bekannt. So lernt der Computer basierend auf der ihm bekannten Diagnose (z.B. Lungenkrebs), welche Eigenschaften oder Bildmuster signifikant häufiger im pathologischen oder signifikant häufiger im gesunden Bild zu detektieren sind. Basierend darauf trifft der Computer dann seine Diagnose, wenn er zukünftig ein Bild ohne jegliche Kenntnis des Befundes analysieren muss. Je mehr Fälle der Computer auf diese Art und Weise lernt, umso besser stellt er dann auch die Diagnose. Im nicht supervisierten Fall würde man dem Computer einfach dieselben 5000 Lungenröntgenbilder geben, ohne ihm aber den jeweiligen Befund mitzuteilen. Der Computer versucht darauf selbst, die Bilder einzuteilen und Muster zu erkennen, die in der Mehrheit der Bilder nicht präsent sind. Daraus schliesst der Computer, dass diese Muster dann pathologisch sein müssten. Im Moment fehlen hierzu noch repräsentative Studienresultate aus dem klinischen Bereich, aber diverse Studien zu diesem Thema sind weltweit bereits im Gange. Diese sind bis jetzt hauptsächlich durch Software-Firmen initiiert worden.

Automatische Analyse von Bildmustern

Sehr eng verbunden mit «machine learning» ist die sogenannte «pattern recognition», auch «texture analysis» genannt. Ein digitales Bild besteht grundsätzlich aus einer Matrix von Pixeln. In der Radiologie hat man es aufgrund der Art und Weise der Bildakquisition und Bildnachverarbeitung jedoch hauptsächlich mit dreidimensionalen Pixeln, sogenannten Voxeln, zu tun. Diese Voxel beinhalten Graustufenwerte, die im Ge-

samten zum Kontrast des Bildes – und im Endeffekt zur Illustration von Organen, Gewebe und Pathologien führen. Das menschliche Auge ist bezüglich der Differenzierung der einzelnen Voxel dem Computer unterlegen. Der Computer kann die Anordnung der Voxel in Bezug auf Graustufen in sämtlichen räumlichen Richtungen und Anordnungen analysieren und so mögliche «patterns» oder «textures» (Muster) erkennen, die sich zum Beispiel innerhalb gewisser Tumoren regelmässig wiederholen. Dadurch könnte man zum Beispiel Aufschluss über das Vorliegen eines malignen Tumors anhand radiologischer Bilddaten gewinnen, ohne eine invasive Biopsie durchführen zu müssen.

Artifizielle Intelligenz

Wenn man den «machine learning»-Prozess inklusive der «pattern analysis» radiologischer Bilder nun mit dem gesamten zur Verfügung stehenden medizinischen Wissen (Literatur, Bücher, Publikationen, Online-Datenbanken) verknüpft, dann entsteht plötzlich eine Entität, die nicht nur die medizinischen Hintergründe von Krankheitsbildern bestens kennt, sondern dazu auch noch die entsprechenden radiologischen Bilder analysieren kann. Gäbe man nun dieser Entität auch noch Zugang zu medizinischen Informationssystemen und Patientendatenbanken innerhalb eines Krankenhauses, dann bestünde theoretisch die Möglichkeit, dass diese Entität, wie auch immer sie dann heissen mag, tatsächlich qualitativ hochwertigere, diagnostisch genauere und vermutlich auch für den Patienten prognostisch bessere Entscheidungen treffen könnte.

Kann aber ein artifiziell intelligenter Computer radiologische Untersuchungen befunden?

Diese Hypothese ist heute bereits mehr als eine Hypothese. Das beste Beispiel ist sicherlich das Projekt Avicenna von IBM Watson. Dieser Super-Computer ist gerade dabei, anhand von Millionen radiologischer Untersuchungen supervisiert zu lernen. Es ist also nur eine Frage der Zeit, bis dieses Projekt zur präklinischen und im weiteren Verlauf auch zur klinischen Anwendung kommen wird. Dies wird sich nicht verhindern lassen.

Dass ein artifiziell intelligenter Computer effizienter, ausdauernder und zuverlässiger arbeiten wird als Radiologen, scheint relativ klar zu sein. Ein Computer kann 24 Stunden am Tag – und das jeden Tag – arbeiten. Die scheinbar unendlichen Möglichkeiten der Internet-Konnektivität bringen dem artifiziell intelligenten Computer einen Riesenvorteil: Er kann sich mit anderen Computern 24 Stunden am Tag austauschen. Dadurch entsteht plötzlich ein Netzwerk von Computern, die voneinander lernen. Der Automobilhersteller Tesla zum Beispiel nutzt diese Möglichkeit bereits heute, um die Autopilot-Software zu optimieren. Hierbei lernt der Computer aus der Erfahrung aller Tesla Fahrzeuge, die sich auf den Strassen befinden. Das könnte auch in der Radiologie der Fall werden. Ein Computer hätte dann nicht nur das Wissen aus dem spitalinternen System, sondern würde auch von anderen Computern in anderen Spitälern lernen. Somit wären dem Computer zum Beispiel die medizinischen Unterschiede zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen bis ins letzte Detail bekannt, weil er mit anderen Computern weltweit verbunden wäre. Spätestens wenn man dann auch noch genetische Datenbanken miteinbezöge, verfügte der Computer über einen Wissensstand, der denjenigen des Menschen bei Weitem überträfe.

Könnte ein Computer potentielle Gefahren für Patienten früher und zuverlässiger erkennen?

Sollte ein artifiziell intelligenter Computer Zugang zur selben Information haben wie der Arzt, dann wird der Computer vermutlich Gefahren für den Patienten besser und früher erkennen. In der Radiologie könnte das folgendermassen aussehen: Irgendwo in der elektronischen Akte eines Patienten wurde vor sieben Jahren vermerkt, dass nach Verabreichung von intravenösem, jodhaltigem Kontrastmittel eine starke allergische Reaktion aufgetreten war, die umgehend medikamentös behandelt werden musste. Während der Radiologe oder das medizinisch-technische Personal einen derartigen Vermerk in Mitten der Flut der zur Verfügung stehenden Informationen und Dokumente durchaus übersehen kann, wird der Computer diese Information – sofern er weiss, dass es sich hier um eine sehr wichtige Information handelt – sehr zuverlässig finden und auf diese Gefahr früh genug hinweisen. Ein anderes Beispiel: In der Vergangenheit hatten starke Bewegungen eines Patienten innerhalb des Magentresonanztomographen zu Artefakten und somit zu einer verminderten Bildqualität geführt. Dies weiss der Computer, sobald der Patient zur Untersuchung angemeldet wird, weil er die Bilder des Patienten aus der Vergangenheit bereits bestens kennt. Der Radiologe hingegen bekommt diese Bilder fast immer erst während der Befundung der aktuellen Untersuchung zu Gesicht. Der Computer kann nun bereits vor der Untersuchung den zuständigen Mitarbeiter oder Radiologen darauf hinweisen, speziell darauf zu achten, dass der Patient sich während der Untersuchung diesmal nicht bewegt. Dadurch könnte die Bildqualität verbessert werden und somit auch die diagnostische Zuverlässigkeit.

Wird ein artifiziell intelligenter Computer in Zukunft auch Fehler machen?

Auf alle Fälle. Das Hauptproblem, das Computer grundsätzlich haben, ist, dass sie nicht wissen, was sie nicht wissen. Das heisst, der Computer wird auf jede Frage immer eine Antwort parat haben – ob es die richtige ist oder nicht, das weiss er nicht. Für den Computer aber ist es immer die wahrscheinlichste Antwort. Dies ist übrigens auch der grösste Unterschied zum menschlichen Gehirn. Ein Mensch weiss innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde, wenn er etwas nicht weiss. Zudem haben wir es in der Medizin mit einem hochindividualisierten System zu tun, im englischen auch «patient tailored medicine» oder «personalised medicine» genannt. Das bedeutet einerseits nicht nur, dass jeder Mensch individuell gestaltet ist, sondern vor allem, dass jeder Mensch auch eine eigene Meinung hat – insbesondere zu medizinischen Themen.

Wird der Beruf des Radiologen durch artifizielle Intelligenz ersetzt?

Radiologen werden aus folgenden Gründen vermutlich nicht durch Computer ersetzt werden: Erstens sind Patienten Menschen, die das starke Bedürfnis haben, sich mit einem Arzt auszutauschen. Und zweitens geht es im Gesundheitsbereich immer noch um tiefgreifende, emotionale, existenzielle Bedürfnisse.

Disclosure statement
Der Autor hat keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

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