

01. September 2018

Künstliche Intelligenz in der Radiologie September 2018

Ein Wegweiser für die Medizin von morgen

Die Digitalisierung hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu einem gravierenden gesellschaftlichen Wandel geführt. Auch die Medizin ist davon hochgradig betroffen. Und das ist auch gut so. Denn innovative digitale Technologien haben das Potential, die bedeutsamen Entdeckungen aus der Medizingeschichte weiterzuentwickeln oder gar abzulösen. Wer nicht jetzt die Entwicklung anstößt, hat schon verloren. Doch ein Blick in die heute schon digitalisierte Radiologie macht Mut und Hoffnung zugleich. Und zwar für Ärzte, das Pflegepersonal und die Patienten.

Bei der Digitalisierung geht die Wirtschaft in vielen Bereichen mit gutem Beispiel voran. Roboter erledigen einfache oder ermüdende Tätigkeiten. Sensoren und Wearables sind ein wichtiger Bestandteil aktueller Entwicklungen für die Informations- und Kommunikationsbranche. Im Dienstleistungsgewerbe rücken soziale Medien und „Customer Journeys“ beim digitalen Erlebnis der Kunden in den Mittelpunkt. Aber das Gesundheits- und Sozialwesen ist hiervon vielerorts noch weit entfernt. In Anbetracht des demografischen Wandels, der steigenden Patientenzahlen sowie des virulenten Fachkräftemangels besteht häufig das Risiko, die Notwendigkeit hin zur digitalen Transformation in der Medizin aus den Augen zu verlieren. Dabei ist das Potential für den gesamten Gesundheitsbereich enorm, wie verschiedene Digitalisierungsinitiativen der Universitätsmedizin Essen zeigen.

So entstand mitten im Ruhrgebiet bereits 2001 die erste vollständig digitalisierte Radiologie an einer deutschen Universitätsklinik. Sie ist ein unverzichtbarer Beitrag auf dem Weg zum Smart Hospital, den die Universitätsmedizin Essen Ende 2015 eingeschlagen hat. Dazu zählt die Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI), Robotern und innovativen digitalen Technologien. Bereits 2016 startete die Radiologie, Lungenbefunde mit intelligenten diagnostische Systeme vorzusortieren.

Priv.-Doz. Dr. Felix Nensa (im Bild vorne) aus der Arbeitsgruppe um Professor Forsting befasst sich mit Verbesserungen der radiologischen Diagnostik bei Lungenerkrankungen, Leberregenerationen, Knochenwachstum und Metastasierungswege und -wahrscheinlichkeiten.



Digitale Transformation der Medizin hat längst begonnen

Dies ebnete gleichzeitig den Weg beim Einsatz von Machine Learning und KI eine Vorreiter-Rolle einzunehmen. Die Fortschritte beim Einsatz von KI in den vergangenen zwei Jahren geben einen ersten Geschmack auf den grundlegenden Wandel in der medizinischen Versorgung der Zukunft. Die digitale Transformation wird die Arbeitsweise von Ärzten dramatisch verändern. Doch ist das eine neue Entwicklung? Mitnichten, denn sie hat längst begonnen, wie ein Blick auf die Arbeitstische der Mediziner verrät. Vor noch mehr als zehn Jahren türmten sich dort die Fachbücher. An diese Zeiten denkt wohl kaum einer sehnsüchtig zurück. Dagegen ist das Wissen heute zum großen Teil digital verfügbar.

An dieser Stelle setzt auch eines der Hauptbetätigungsfelder des aktuellen KI-Einsatzes an. Im Gegensatz zum Menschen vergisst der Computer das einmal Gelernte nicht mehr. So haben beispielsweise Forscher am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie in Essen eine Software zur Früherkennung bestimmter und seltener Lungenfibrosen entwickelt. Auf Basis von nur 50 CT-Scans wurde ein neuronales Netzwerk darauf trainiert, die radiologisch schwer zu diagnostizierende idiopathische interstitielle Pneumonie zu erkennen. Hier wird der Nutzen der KI deutlich. Wie ein schlaues Lehrbuch fungiert die Applikation, um seltene Erkrankungen deutlich schneller und genauer zu bestimmen. Denn innerhalb von Sekunden kann die Software vergleichbare Aufnahmen und deren Beurteilungen herausfiltern, wenn der Radiologe übereinstimmende Symptome und Parameter eingibt. Viele erinnern sich noch an die stunden- oder tagelange Recherche in unzähligen Lehrbüchern. Und doch hing am Ende die endgültige Diagnose oft von der Erfahrung und dem theoretischen Wissen des behandelnden Arztes ab.

Die Einführung von Maschinellern Lernen und Künstlicher Intelligenz in die radiologische Bildgebung.



Höhere Geschwindigkeit und mehr Sicherheit für die Patienten

Daher bringt KI vor allem Geschwindigkeit und Sicherheit in die medizinische Versorgung der Menschen. Das Krankenhaus der Zukunft muss ein klares Ziel vor Augen haben: Das Delegieren routinemäßig zu verrichtender Tätigkeiten an selbstlernende Systeme. Denn nur dies verschafft mehr Zeit für die wichtige Arbeit mit dem Patienten. Ein Beispiel ist die Kardiologie. Hier erfolgt zunehmend die Auswertung von EKGs oder Herzrhythmusstörungen mit intelligenter Software. Aber auch in der Pathologie oder im Labor helfen die innovativen Technologien den Ärzten und Beschäftigten schon heute bei der täglichen Arbeit.

Der flächendeckende Einsatz von KI in der Neurologie oder Psychologie ist zwar noch Zukunftsmusik. Doch erste Studien haben hier gezeigt, welch enormes Leistungsvermögen KI-Systeme in diesen Fachgebieten entwickeln können.

Kontinuierlich und proaktiv: die Zukunft der Medizin

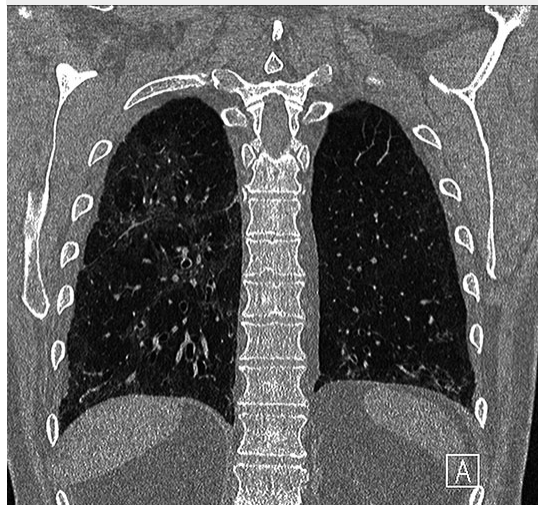
Die Auswertung von Wearables, Sensoren und Social-Media-Daten bietet der Medizin der Zukunft die gewaltige Chance, von der Maxime des sporadischen und reaktiven Handelns abzuweichen. Stattdessen könnten Ärzte die Menschen kontinuierlich und proaktiv behandeln. Ohne einen stationären Krankenhausaufenthalt. Viele medizinische Fachbereiche befinden sich hier schon auf dem richtigen Weg.

Die bildgebende Diagnostik hat an dieser Stelle aber einen entscheidenden Vorteil. Im Vergleich zu anderen medizinischen Fachgebieten stehen hier seit geraumer Zeit digitale Daten zur Verfügung, die die Grundlage für den Einsatz von KI darstellen. Die Applikationen können die Radiologen von Routineaufgaben entlasten. Angewendet werden diese schon bei Menschen mit Verdacht auf Multiple Sklerose, um die Anzahl an Plaques auf der Schädelaufnahme zu bestimmen.

Die Technik ist überlegen und entlastet von Routineaufgaben

Auch beim Vermessen und Segmentieren von Tumoren auf Schnittbildern ist die Technik besser in der Lage, kleinste und subtilste Veränderungen voneinander zu unterscheiden. Der Computer ist dem Menschen rein physikalisch dabei dramatisch überlegen. Ein Beispiel, das in der Radiologie erstmals bei der Analyse von Schlaganfall-Aufnahmen deutlich wurde: Das Auge kann nur eine beschränkte Anzahl an Grauwerten quantifizieren – der Computer dagegen um ein Vielfaches mehr. Folglich ist ein intelligentes System in der Lage, winzigste Nuancen zu messen und damit die Qualität der Diagnostik deutlich zu steigern.

Lungenerkrankungen werden künftig eine der am stärksten verbreiteten Krankheiten sein. Das Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie in Essen hat hierfür aktuell eine Software zur Früherkennung bestimmter und seltener Lungenfibrosen entwickelt.



Innerhalb von Minuten oder gar Sekunden kann die KI Muster oder Systematiken auf den Bildern erkennen und damit Routineaufgaben übernehmen. Das gibt den Radiologen mehr Zeit für komplexere Aufgaben. Zum Beispiel, um den häufigen „Satisfaction of search error“ auszumustern. Denn bislang fehlt dem Arzt häufig die Zeit für einen zweiten Blick auf die radiologischen Aufnahmen. Der Andrang an weiteren Patienten im Klinikalltag ist oft schlichtweg zu groß. Screening- sowie Routineaufgaben bleiben liegen. Wie fatal das sein kann, mag ein hypothetischer, aber durchaus realistischer Fall eines gestürzten Fahrradfahrers zeigen, der mit Schmerzen im Oberkörper ins Krankenhaus eingeliefert wird. In der Regel wird zunächst ein CT angefertigt. Bei der Analyse der Aufnahme entdeckt der Radiologe innerhalb kürzester Zeit einen Bruch in der Schulterplatte. Die anfängliche Erkennung dieser Anomalie erfüllt das „Search for meaning“. Hätte der Arzt jedoch die Ruhe und den Raum für einen zweiten Blick gehabt, wäre er womöglich auch auf das Lungenkarzinom aufmerksam geworden. Die Unterstützung der KI beschränkt sich dabei nicht nur auf die mögliche Zeitersparnis bei Routineaufgaben. Intelligente Applikationen ermöglichen vermehrt eine hypothesenfreie Suche. Denn sie nehmen Informationen

nicht selektiv wahr und haben keinen – durch die Fülle der eigenen Erfahrungen und Kenntnisse (z.B. zu einem Unfall) – getrübten Tunnelblick.

Der Arztberuf: Im Wandel aber nicht weniger bedeutsam

Denn die neuen Techniken machen Ärzte nicht überflüssig. Ganz im Gegenteil: Sie verschaffen den Beschäftigten in einem modernen Krankenhaus mehr Zeit für die Arbeit mit dem Patienten. Zudem können die medizinischen Berufe verstärkt bei der Akzeptanz- und Wissensvermittlung als wichtigstes Bindeglied zwischen innovativen Technologien und den Menschen fungieren. Denn KI und Co. werden sich nur dann durchsetzen, wenn sie von den Menschen akzeptiert werden. Hier muss erläutert werden, dass der Einsatz intelligenter Systeme die Patientenversorgung nachhaltig verbessert, indem sie beispielweise riskante oder unnötige Untersuchungen vermeiden.

Darüber hinaus handelt es sich bei den KI-Applikationen nicht um vollständig autonom handelnde Systeme. Sie werden die Medizin in den kommenden Jahren mehr und mehr unterstützen. Doch gerade abseits von Routineaufgaben stößt die KI schnell an ihre Grenzen. Denn nicht jedes Bild ist 1:1 übertragbar. So können radiologische Aufnahmen unter Umständen systematisch mit mehreren Krankheitsbildern übereinstimmen. Daher obliegen Plausibilitätsprüfung und die endgültige Diagnose auf unbestimmte Zeit dem Mediziner. Nur ein ausgebildeter Arzt ist in der Lage auch bisherige Symptome, Krankheitsverläufe und äußere Einflüsse miteinzubeziehen.

KI spürt Metastasen auf – ohne Biopsie

Das schmälert aber keineswegs die Erfolge, die heute schon durch den verstärkten Einsatz von KI erzielt werden. Mithilfe eines in Essen neu entwickelten selbstlernenden Systems ist es erstmals gelungen, tief in die Biologie des Uteruskarzinoms zu blicken. Die KI kann hierbei mit einer Treffsicherheit von 95 bis 97% vorhersagen, ob der Tumor bei den Patientinnen bereits gestreut hat oder ein erhöhtes Metastasierungsrisiko in der Zukunft aufweist. Das System vergleicht dafür rund 2.000 Parameter auf den detailreichen PET/MR-Aufnahmen. Ganz ohne eine operative Entnahme von Tumorgewebe, die für den Patienten mit einem hohen Risiko einhergeht.

Auch bei der Nachbehandlung von Leberpatienten sowie in der Transplantationsmedizin spielt die KI bereits eine wichtige Rolle. In Essen analysiert ein System die radiologischen Aufnahmen sowie die Labordaten bei Patienten nach selektiver interner Radiotherapie (SIRT). Dank der KI-gestützten Auswertung konnten die Ärzte mit einer Treffsicherheit von 77% bestimmen, ob das verbleibende Lebergewebe nach der Therapie ausreichend nachwächst. Die aktuelle wissenschaftliche Studie zeigt, dass der Erfolg vor allem auf der Kombination aus Mediziner und einer künstlich intelligenten Applikation beruht. Denn arbeitete der spezialisierte Radiologe ohne die technische Unterstützung – die sekundenschnell strukturiert, Muster erkennt und die gleichzeitige Analyse von tausenden Parametern durchführt – lag die Treffsicherheit bei 72%. Das KI-Programm stellte in 70 von 100 Fällen die korrekte Diagnose.

Deep Learning wird die bedeutendste Zukunftstechnologie für die Medizin

Die KI legt also heute schon die Basis für Diagnosen, chirurgische Eingriffe oder eine zielgerichtete Therapie. Zu den effizientesten Methoden des maschinellen Lernens zählt dabei das sogenannte Deep Learning. Der Einsatz gehört zweifelsfrei zu den bedeutendsten Zukunftstechnologien innerhalb der Medizin, um Diagnosen und Therapieempfehlungen allein anhand von radiologischen- und Labordaten zu stellen. Das Training der intelligenten Systeme konzentriert sich beim Deep Learning auf das Ergebnis beziehungsweise auf erfolgreiche Diagnosen. Mediziner und IT trainieren die Applikation anhand von zahlreichen Aufnahmen, dazugehörigen Befunde sowie außergewöhnlichen Pathologien. Erst dies ermöglicht der Software nach einer gewissen Zeit, eigenständige Schlussfolgerungen abzuleiten. Die Applikation lernt also vom Erfolg, um eine „tatsächliche Intelligenz“ zu entwickeln. Diese arbeitet jedoch viel schneller als der Mensch und mit einer Fehlerquote von nahezu 0%.

Doch das Training der KI ist eine Herausforderung sowohl für die Medizin als auch für die IT. Letztere muss die notwendigen IT-Systeme optimieren und auf die besonderen Erfordernisse im medizinischen Bereich hin

zuschneiden. Die Ärzte bringen unterdessen ihr fachspezifisches Wissen in den Prozess mit ein. Erst diese Kombination ermöglicht es, dass die Software eine Intelligenz entwickelt, die bei der täglichen Arbeit unterstützen kann. Vor diesem Hintergrund hat sich das Uniklinikum Essen dazu entschlossen, die Leitungsebene der Stabsstelle Zentrale Informationstechnik um einen gleichgestellten Medizinischen Direktor zu ergänzen. Bei dieser seit 2016 existierenden Doppelspitze begegnen sich IT und Highend-Medizin auf Augenhöhe.

Denn beim Vorantreiben der KI gilt das Sprichwort „Garbage In, Garbage Out“, weshalb zuletzt zahlreiche Bemühungen von Microsoft, Google und anderen Konzernen gescheitert sind. Für einen entsprechenden Einsatz von KI im medizinischen Bereich haben diese IT-Riesen zwar oft den Zugriff auf die Algorithmen und auf große Datenmengen. Doch ihnen fehlen die dazugehörigen Befunde. Hier kommt der deutschen Universitätsmedizin eine wichtige Rolle zu. Einerseits entstehen hier die benötigten heterogenen Datenmengen, die täglich aus den radiologischen Daten generiert werden. Andererseits wächst durch die Vielzahl an zur Verfügung stehenden Diagnosen auch seltener und komplexer Krankheitsbilder, die an den spezialisierten Instituten regelmäßig behandelt werden, hier innerhalb kurzer Zeit ein veritabler und valider Datenschatz. Für die Entwicklung und Implementierung von KI-Systemen ist dieser unerlässlich.

Prof. Dr. med. Michael Forsting



Leiter des Instituts für Diagnostische und
Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie
Universitätsklinikum Essen

Hufelandstraße 55
45147 Essen

Tel: 0201-723 15 39
Fax: 0201-723 59 59

E-Mail: michael.forsting@uk-essen.de