

Ein Quantensprung?

Funktionen und Szenarien Künstlicher Intelligenz

Autor: M. Kindler

Facetten der Intelligenz – Was ist KI?

Jeder Mensch besitzt nach der Theorie der multiplen Intelligenzen des US-amerikanischen Psychologen *Howard Gardener* eine Mischung von sieben Intelligenzarten: sprachliche, musikalische, logisch-mathematische, räumliche, körperlich-kinästhetische (Körperwahrnehmung), intrapersonale (Selbstwahrnehmung) und interpersonale (Einfühlungsvermögen) Intelligenz.

Eine andere Sichtweise betrachtet Intelligenz als eine Kombination von rationaler, emotionaler und sozialer Intelligenz. Rationale Intelligenz als Analogon zum Denken wählt die besten Maßnahmen zur Erreichung eines bestimmten Ziels unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen und bestimmter zu optimierender Kriterien aus. Das Informatikgebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) folgt dem Bestreben, der menschlichen intellektuellen Leistung nahezukommen. Es befasst sich mit der Automatisierung von intelligentem Denken, Verhalten und Handeln. In den letzten Jahren erlebt die Künstliche Intelligenz einen enormen Boom, weil drei Trends zusammenkommen:

- Es entwickelt sich explosionsartig ein Pool verfügbarer Daten, der mit neuen Methoden wie Big Data Analysis, Machine Learning und Image Processing verarbeitet werden kann.
- Exponentiell wachsende Rechenkapazitäten stehen zu sinkenden Kosten bereit, um diese Datenflut speichern und auswerten zu können.
- Immer mehr Herausforderungen können digital gelöst werden, wie das Lesen von analogen Texten, das Verstehen gesprochener Sprache oder die Analyse komplexer Bilder.

Die Informatik beschreibt drei Entwicklungsstufen der KI:

1. Die schwache KI (weak, narrow artificial intelligence AI)
Sie ist auf einzelne Aufgaben spezialisiert und darin dem Menschen überlegen. Sie nutzt aber nur eine reine Simulation von In-

>> Für eilige Leser

In Zeiten der Digitalisierung ist das Verfahren ein vielbeschworenes und seiner Bezeichnung haftet nahezu etwas Magisches an: Zweifellos berechtigt die Technologie der „Künstlichen Intelligenz“ zu Hoffnungen auf Innovationen in den verschiedensten Lebens- und Anwendungsbereichen – insbesondere in der Medizin. Doch worauf gründen sich all diese Erwartungen und was leistet die KI? Der Beitrag sondiert das Terrain und gibt eine Einführung in die Funktionsweise von digitalen Errungenschaften wie Big Data, Deep Learning und Künstlichen Neuronalen Netzen.

telligenz ohne Bewusstsein (z. B. Alexa, Siri, Watson).

2. Die starke KI (strong AI, full AI, artificial general intelligence AGI)
Sie kann auf menschlichem Niveau verschiedenste Aufgaben lösen. Allerdings befindet sie sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium.
3. Die Superintelligenz (artificial superintelligence, ASI)
Sie ist mit einem Bewusstsein versehen, intelligenter als der Mensch und übertrifft ihn in allen Belangen. Noch handelt es sich hierbei um eine Vision.

Die High-Level Expert Group on Artificial Intelligence der Europäischen Kommission definierte im April 2019 die Künstliche Intelligenz wie folgt [1]:

„KI-Systeme sind vom Menschen entwickelte Software- (und möglicherweise auch Hardware-) Systeme, die in Bezug auf ein komplexes Ziel auf physischer oder digitaler Ebene agieren, indem sie ihre Umgebung durch Datenerfassung wahrnehmen, die gesammelten strukturierten oder unstrukturierten Daten interpretieren, Schlussfolgerungen daraus ziehen oder die aus diesen Daten abgeleiteten Informationen verarbeiten und über die geeigneten Maßnahmen zur Erreichung des vorgegebenen Ziels entscheiden. KI-Systeme können entweder symbolische Regeln verwenden oder ein numerisches Modell erlernen, und sind auch in der Lage, die Auswirkungen ihrer früheren Handlungen auf die Umgebung zu analysieren und ihr Verhalten entsprechend anzupassen.“

Um ihre Funktionen zu klassifizieren, hat *Prof. Kristian Hammond*, Gründer des Chicago's Artificial Intelligence Laboratory, 28 Elemente der KI in ein Periodensystem mit drei Kategorien eingeordnet: Erkennen (assess), Folgern (infer) und Antworten (respond). Die einzelnen Elemente werden in einem Leitfaden von bitcom.org vorgestellt (**Bild 1**):

Assess (dunkel- und hellgrün): Erkennen von Sprache (Sr), Geräuschen (Ar), Gesichtern (Fr), Bildern (Ir), Sensordaten (Gr) und anderen Daten (Si, Ai, Fi, Ii, Gi, Da, Te)

Infer (gelb und rot) Folgern: Vorhersagen (Pi), Erklärungen von Zuständen (Ei) und Ereignissen (Sy), Erstellung von Aktionsplänen (PI), Entwicklung (Ps) und Auswahl (Dm) von Lösungen, Verstehen (Lu) und Erstellen (Lg) von natürlicher Sprache, Erkennen neuer Kategorien (Lc), von Regeln (Lt) und Beziehungen (Lr)

Respond (violett) Antworten: Steuern von Fahrzeugen (Mi) und Robotern (Ms), Mensch-Maschine-Kommunikation (Cm) und Handhabung (Ma), automatisierter Handel (Cn)

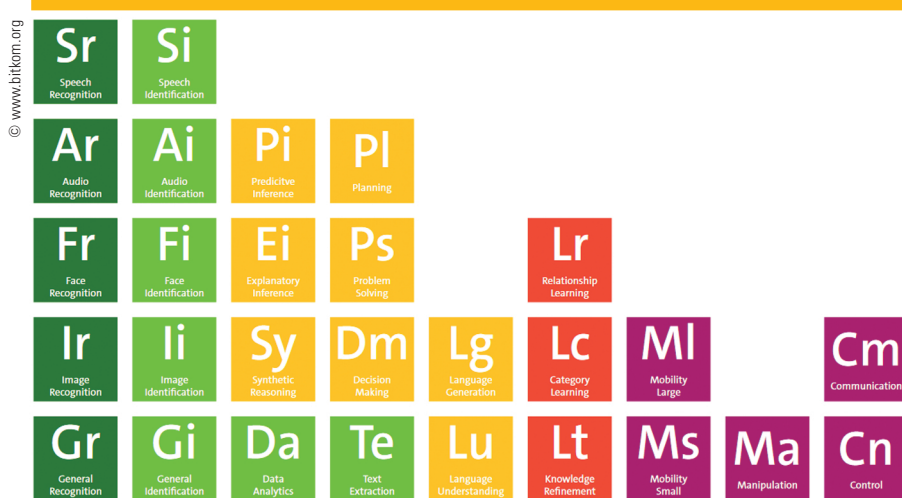


Bild 1: Das Periodensystem der KI

Bild 2 zeigt das vereinfachte Schema eines KI-Systems. Der „Erkenntnisprozess“ der Künstlichen Intelligenz vollzieht sich im Wesentlichen in folgenden Schritten:

1. Sensoren (z. B. Kameras, Mikrofone, Tastatur, Webseite oder Sensoren für physikalische Größen) nehmen Eigenschaften der Umgebung wahr, die für das angestrebte Ziel relevant sind, und sammeln sie als strukturierte oder unstrukturierte Daten (Big Data).
2. Die Daten werden hinsichtlich der Zielsetzung interpretiert und daraus Informationen für ein Argumentationsmodul der KI abgeleitet.
3. Das KI-System entscheidet nach einem Modell anhand dieser Informationen über die beste Aktion.
4. Aktionen werden durch ein Signal an Aktuatoren (z. B. mechanische Systeme, Software,

Texte) ausgelöst, welche auf die Umgebung rückwirken.

Dementsprechend kann Robotik als KI in Aktion in der physischen Welt (verkörperte KI bzw. embodied AI) definiert werden. Die Roboter-KI muss mit der Dynamik, den Unsicherheiten und der Komplexität der realen Welt fertig werden. Der Höhepunkt der Anforderungen liegt bei der Entwicklung selbstfahrender Autos.

Masse, Macht und Möglichkeiten – Big Data

Generell arbeiten Computerprogramme mit Algorithmen, die wie Rezepte bestimmte Abfolgen von Rechenschritten und Handlungsanweisungen festlegen. Der erste für einen Computer gedachte Algorithmus zur Berechnung von Bernoulli-

lizabethen wurde 1843 von der britischen Mathematikerin *Ada Lovelace* für die Analytical Engine ihres Freundes *Charles Babbage* entwickelt.

Große Datenmengen werden in einem dreistufigen Prozess verarbeitet: Datenspeicherung, Datenverarbeitung und Datenanalyse, wo sie letztendlich zu Entscheidungen führen. Big Data befasst sich mit Datenvolumina, die mit herkömmlichen Techniken der Datenverarbeitung kaum noch zu bewältigen sind. Sie entstehen in nahezu allen Lebensbereichen, etwa durch Einkauf, Handel, Produktion, Vertrieb, Reisen, Navigation, Banking, Telefonate oder die Nutzung Sozialer Netzwerke. Aber auch in den Portalen der Unterhaltung und Partnersuche finden die gewaltigen Datenströme der Nutzer Verwendung. Insbesondere im medizinischen Bereich kommt nun durch diagnostische Maßnahmen, Wearables wie Fitnesstracker und Smartwatches sowie durch Gesundheitsportale eine bislang unerreichte Fülle von Gesundheitsdaten zusammen.

Unangefochtener Rekordhalter in der Datenspeicherung ist Google LLC: Das Unternehmen sammelt systematisch seit fast zehn Jahren das gesamte Weltwissen für sein KI-Projekt DeepMind. Als Lieferanten dienen neben der Google-Suchmaschine vor allem YouTube, Google Books, Gmail, Google Drive, Google Earth, Google Maps, StreetView, Google Assistant. Alle Daten werden automatisch gelesen und durch Deep Learning in Neuronalen Netzen ausgewertet – als Futter für die unersättliche KI Google Brain. Forscher von Google Brain koppelten beispielsweise YouTube-Videos mit einem neuronalen System namens Neural Image Captioning (NIC) und sind nun in der Lage, den Inhalt von Videos zu identifizieren und automatisch mit passenden Bildunterschriften zu versehen.

Neben all diesen Möglichkeiten ist die Nutzung von Big Data generell auch mit etlichen Risiken behaftet. Die häufigsten Kritikpunkte sind:

- Ungenauigkeiten treten auf, wenn bei komplexer Datengrundlage unterschiedliche Interpretationen erforderlich sind. (Beispiel: Google Flu nutzte bei der Recherche von Symptomen die Anzahl der Suchbegriffe zur Vorhersage eines Grippeverlaufs. Aufgrund der Komplexität der Suchfragen lag die Google-Schätzung weit über der tatsächlichen Anzahl der Erkrankten.)
- Mangelnde Fairness, wenn Modelle für Aussagen über Minderheiten auf der Basis unzureichender Datenumfänge verwendet werden. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass die statistisch dominante Gruppe bei automatisierten Entscheidungen bevorzugt wird. Möglicherweise ist das eingesetzte Modell aufgrund seiner Datenbasis für Minderheiten nicht besonders aussagekräftig. (Beispiel: unterschiedliche Kulturräume)

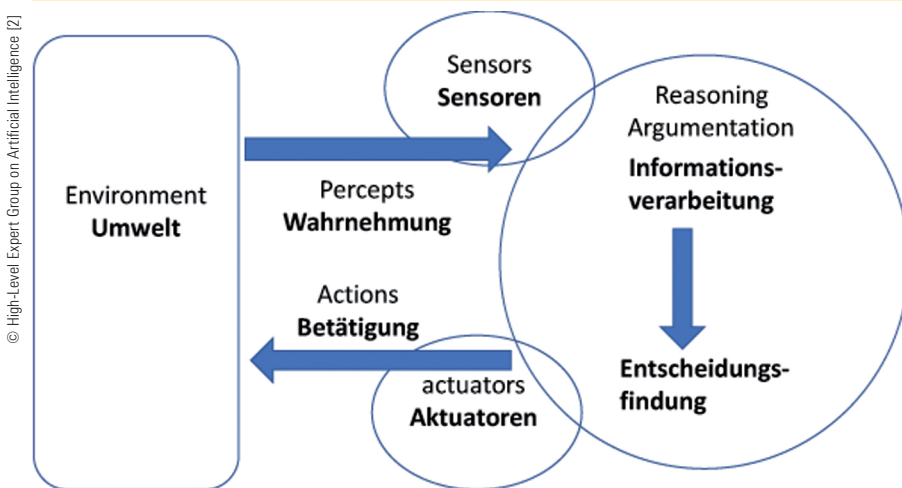


Bild 2: Komponenten eines KI-Systems [2]

- Fehlinterpretationen, die beim Analysten durch falsche Korrelationen und Schlüsse entstehen und zu gravierenden Fehlentscheidungen führen können (bekanntes Beispiel: die Anzahl Störche mit der Geburtenrate korreliert).
- Manipulationen, wenn der Anwender der Software den zugrundeliegenden Algorithmus für gute Ergebnisse entdeckt und sich bei den Eingaben darauf einstellt. (Beispiel: beim Ausfüllen von Fragebögen oder bei der Auswertung von Aufsatztexten)
- Der Echokammer-Effekt tritt auf, wenn die Software bereits fehlerhaft bearbeitete Vorlagen analysiert und mit diesen Fehlern weiterarbeitet. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise Google Translate den Text einer Webseite übersetzt, der bereits vorher fehlerhaft aus einer anderen Sprache mit dem gleichen Programm übersetzt wurde. Dadurch pflanzen sich Fehler oft unbemerkt fort.

Weitgehend ungelöste Probleme der Digitalisierung sind der Schutz persönlicher Daten und die Eigentumsfrage. Beklagt wird auch der zunehmende Kontrollverlust des Menschen. So entscheiden bestimmte Algorithmen an den Börsen in Picosekunden über das Investment von Milliardensummen und Banken bewerten die Kreditwürdigkeit von Kunden anhand uneinsehbarer Daten. Auch Computerspiele und soziale Medien gefährden die Selbstbestimmung: Auf die Erzeugung von Suchtverhalten optimiert, verführen sie junge Menschen zur Flucht in virtuelle Illusionswelten.

KI-Systemen mangelt es an Transparenz. Sie sind in der Regel Blackboxen, denn es ist unklar, was zwischen Ein- und Ausgabe an Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung passiert. Eine Technologie, die über den Zugang zu Krediten, zur Gesundheitsversorgung oder über die persönliche Freiheit mitentscheidet, darf aber keine Blackbox sein. In der medizinischen Diagnostik mit KI-Systemen ist der Druck besonders stark, die KI-Entscheidungen für Patienten und Arzt nachvollziehbar zu gestalten. Mit einer erklärbaren KI (explainable KI) bieten Google, IBM, Microsoft und Facebook bereits Werkzeuge an, um in diese Blackbox hineinzuschauen. Im Beitrag von *Dr. Christina Czeschik* in diesem Heft finden Sie weitere Informationen hierzu.

Vom Training zur Automation – Maschinelles Lernen

Im Wesentlichen können die KI-Techniken in zwei Gebiete eingeteilt werden: Denken (Reasoning) und Lernen (Learning) (**Bild 3**).

Um die Daten verarbeiten zu können, muss das KI-System sie in Wissen umwandeln und in ein

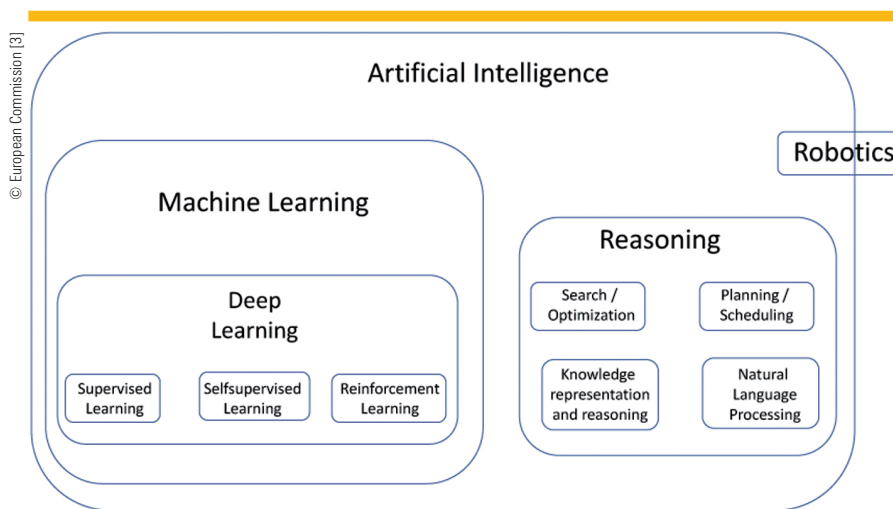


Bild 3: Techniken der KI [3]

Modell einordnen (knowledge representation). Im nächsten Schritt erfolgt das knowledge reasoning, welches durch symbolische Regeln große Lösungssätze durchsucht und für das vorliegende Problem die beste Lösung auswählt. Nach diesem Grundprinzip treibt Maschinelles Lernen eine große Anzahl aktueller KI-Dienste wie Google, Facebook oder Netflix an. Zur Entfaltung der vollen Leistungsfähigkeit müssen die verwendeten KI-Algorithmen aber zuerst mit geeignetem Material trainiert werden. Hierbei werden verschiedene Lerntechniken eingesetzt. Anstelle eines Entwicklers, der Zeile für Zeile codierte Programmieranweisungen vorgibt, schreiben lernende Algorithmen ihren Code nach dem Start eigenständig fort und optimieren ihn für ein besseres Ergebnis. Dazu werden hauptsächlich drei Methoden genutzt:

Beim überwachten Lernen (supervised learning) wird die KI mit vorbereiteten Trainingsdaten gesteuert. Sie weiß dank der menschlichen Vorarbeit, nach welchen Mustern sie suchen soll.

Beim selbstüberwachten Lernen (self-supervised learning) werden Daten nicht aufwendig präpariert, sondern die KI sucht eigenständig nach Mustern in großen Datenmengen. Meist kann eine KI so Zusammenhänge in Daten aufdecken, die Menschen verborgen bleiben. Mit dieser Methode wurden bei Sprachübersetzungen große Fortschritte erzielt, beispielsweise bei der Sprach-KI Turing-NLG von Microsoft oder GPT-2 von OpenAI.

Bestärkendes Lernen (reinforcement learning) setzt auf Zuckerbrot und Peitsche: Verfehlt die KI ihr Ziel, bekommt sie keinen weiteren Input und wird bestraft. Mit dieser Versuch-und-Irrtum-Methode entwickelt sich die KI in vielen Bereichen durch Ausprobieren vom Anfänger

zum Profi. Die jüngsten Erfolge setzen auf eine Kombination aus bestärkendem und tiefem Lernen (deep reinforcement learning).

Daneben unterscheidet man noch zwei weitere Varianten:

Beim Transferlernen (transfer learning) werden gelernte Fähigkeiten einer KI auf ein neues, aber verwandtes Problem angewandt. Als Beispiel mag Googles allgemeine Bilderkennungs-KI Inception dienen, die von Medizinern zur Erkennung von Lungenkrebs eingesetzt wird.

Imitierendes Lernen (imitation learning) nutzt menschliche Demonstrationen als Trainingsmaterial. So lernt ein Roboter, indem er menschliche Bewegungen beobachtet und sie dann präzise imitiert.

Präzision und Tiefe – Deep Learning

Aktueller Höhepunkt des Maschinellen Lernens ist das sogenannte Deep Learning. Es verwendet Künstliche Neuronale Netze, die mit immer höherer Genauigkeit Muster in Daten erkennen, um Gegenstände und Gesichter zu identifizieren oder Sprache zu verstehen. Die Programme der Bildklassifizierung, Handschriftenerkennung, Spracherkennung und für autonomes Fahren befinden sich mittlerweile auf menschlichem Niveau. Starke Verbesserungen wurden in der Sprachsynthese, der Übersetzung von Fremdsprachen und den Suchergebnissen im Web erzielt. Mittlerweile übertrifft die KI die besten Spieler von Schach, Go und Poker. Digitale Assistenten wie Siri, Google Now und Alexa knacken allmählich auch die Anforderungen des Turing-Tests.

KI-Algorithmen sind in der Lage, Bilder mittels spezieller Datensätze vollkommen neu zu berechnen: Ein Algorithmus kann unkenntliche

Gesichter neu zeichnen, ein anderer koloriert die Szene nach und ein dritter beseitigt das Bildrauschen. Sogenannte Deep Fakes erzeugen derart realistische Fotos und Videos, dass die Manipulationen kaum noch von Menschen erkannt werden können.

Das Forschungsfeld des gegnerischen Lernens (Adversarial Learning) versucht solchen Täuschungsmanövern Paroli zu bieten. Es hat ein spezielles Problem der Bildverarbeitung gelöst und die auf Bildanalyse spezialisierte KI robuster gegenüber Pixel-Angriffen gemacht. Häufig reichte eine minimale Pixelverschiebung oder ein Wasserzeichen, um die analysierende KI in die Irre zu führen. 2014 wurde ein Generative Adversarial Network (GAN) aus zwei im Wettstreit gegeneinander arbeitenden Neuronalen Netzwerken entwickelt. Das eine Netz, der Generator, erzeugt simulierte Daten für ein bestimmtes Szenario, während das zweite, Diskriminator genannt, prüft, wie gut die simulierten Daten solchen aus Messungen ähneln. Solange sich die simulierten Daten von den gemessenen unterscheiden, wird der Generator bestraft und passt sein Konzept erneut an. Auf diese Weise schwingen sich derartige Systeme zu immer besseren Leistungen auf.

Digitale Gehirne – Künstliche Neuronale Netze

Wie arbeiten nun Künstliche Neuronale Netze (Artificial Neural Networks)? Die Anfänge sind schon in den 1940er Jahren zu beobachten, als Wissenschaftler bei der Erforschung des biologischen Gehirns über Neuronale Netze nachdachten. Der KI-Pionier *Marvin Minsky* stellte bereits 1951 den Prototypen eines „Neurocomputers“ vor.

Inspiziert vom menschlichen Gehirn tauscht ein sich selbst optimierender Algorithmus Informationen in verschiedenen Schichten zwischen verbundenen Knotenpunkten aus. Im einfachsten Fall besteht ein Neuronales Netz aus einer Input- und einer Output-Schicht mit einer dazwischengeschalteten Schicht, Hidden Layer genannt. Das Input-Signal wird durch die anfangs zufällig generierten Werte der mittleren Neuronen mittels arithmetischer Operationen modifiziert und an die Output-Schicht weitergegeben. Der Output kann nun mit dem Input verglichen werden – war die Vorhersage richtig oder falsch? Anhand des Ergebnisses werden die Werte der mittleren Neuronen modifiziert und der Vorgang wird mit einem neuen Input wiederholt. Durch viele Wiederholungen wird die Vorhersage immer präziser, denn die Verbindungen sind nicht fixiert, sondern passen sich mit jedem Durchlauf neu an. Das Netz lernt durch die Entwicklung

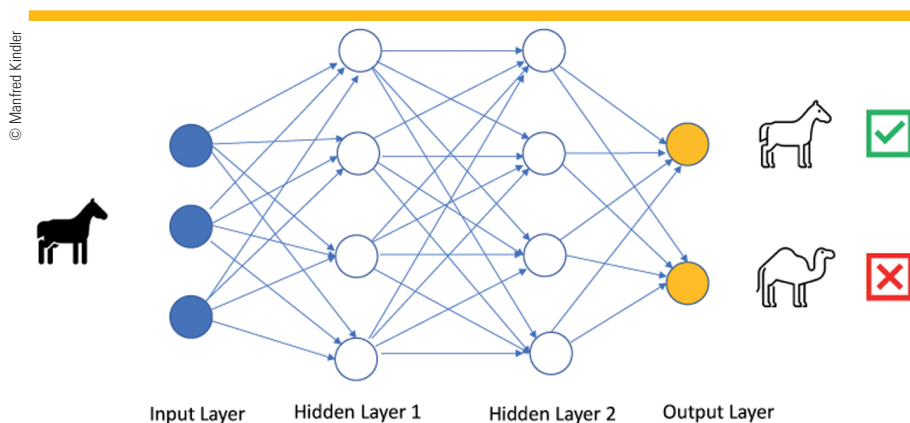


Bild 4: Funktionsweise eines Neuronalen Netzes

neuer oder das Löschen bestehender Verbindungen und Neuronen sowie durch Ändern der Gewichtungen und Schwellenwerte der Neuronen stetig dazu. **Bild 4** zeigt ein Schema des Verfahrens.

Tiefe Netzwerke (Deep Neural Networks) können Dutzende bis Hunderte versteckter Schichten mit Millionen Verbindungen zwischen den Neuronen enthalten und sind dadurch enorm leistungsfähig.

Auf diagnostischen Pfaden – KI in der Medizin

Szenarien ihres akuten medizinischen Einsatzes erleben wir in Anbetracht der gegenwärtigen Lage, denn die Künstliche Intelligenz ist auch ein bedeutendes Instrument im Kampf gegen die Corona-Pandemie. Sie hilft mittlerweile dabei:

- Risikogruppen zu identifizieren,
- Patienten zu diagnostizieren,
- Medikamente schneller zu entwickeln,
- die Ausbreitung des Virus zu prognostizieren,
- Viren besser zu verstehen,
- festzustellen, woher ein Virus kommt, und die nächste Pandemie vorherzusagen.

Um mögliche Opfer wie etwa in Alten- und Pflegeheimen besser schützen zu können, ist es wichtig, ihr Risiko zu berechnen und die Schutzmaßnahmen dementsprechend auszurichten und zu skalieren. KI-gestützte Prognosen liefern Antworten auf die Fragen: Wie hoch ist das Risiko

- dass sich bestimmte Personen oder Gruppen mit Covid-19 anstecken;
- dass sich bei ihnen schwere Covid-19-Symptome oder Komplikationen entwickeln;
- dass eine bestimmte Behandlung für die Erkrankten unwirksam ist und die Sterbewahrscheinlichkeit steigt?

Generell erscheint die Künstliche Intelligenz als geeignetes Tool, um ein breites Spektrum an

Verfahren in der Gesundheitsversorgung abzudecken und zu optimieren:

Ein medizinischer Anwendungsbereich mit großem Potenzial ist die Bildgebung. So erkennt eine Bildanalyse-KI durch Covid-19 verursachte Veränderungen der Lunge in Röntgen-Thorax-Untersuchungen. Eine weitere Deepmind-KI reduziert falsch positive und negative Diagnosen bei Mammografien erheblich. Auch werden KI-gestützte MRTs bis zu viermal schneller berechnet, ohne nennenswert an Bildqualität zu verlieren. Dazu wurde die KI mit 1,5 Millionen MRT-Bildern von Gehirn- und Knie-Scans trainiert. Danach war das System in der Lage, MRT-Bilder mit reduzierter Auflösung zu berechnen, indem es die Detaillücken durch Pixelberechnungen zum vollständigen Bild auffüllte. Klinische Radiologen vermochten den Unterschied zwischen Original und KI-Ergebnis nicht zu erkennen.

Ein Neuronales Netz des Start-up-Unternehmens Kaliber Labs nimmt den OP in den Fokus: Es analysiert Videos von Kameras während Operationen an Schulter, Knie und Hüfte. Auf diese Weise begleitet es den Operationsprozess in allen Etappen, um das Fehlriskiko zu senken. Das Modell bestimmt den Bereich, der operiert wird, und gibt dem Operationsteam Empfehlungen für die optimale Schnittführung. Das Training erfolgte mit tausenden Stunden von Videoaufzeichnungen realer Operationen.

Eine chinesische KI hingegen dient der Prognose und sagt das Ende eines Komats bei 112 Patienten mit einer Genauigkeit von 88% vorher. Dazu benötigt das Neuronale Netzwerk Informationen wie die Ergebnisse der funktionellen Magnetresonanztomografie, die Ursachen der Krankheit, das Alter sowie die bisherige Dauer des Komats und kontrolliert die Aktivität der relevanten Gehirnregionen.

Vielversprechend erscheint der Einsatz von KI auch in der Pharmaforschung, sei es zur Analyse

molekularer Verbindungen: Die komplexe 3D-Struktur eines Proteinmoleküls bestimmt seine Rolle in einer Zelle. Ein Protein aus 100 Aminosäuren kann auf 3.100 unterschiedliche Weisen aufgebaut sein. Medikamente müssen sich aber an die jeweilige Proteinstruktur anpassen, um zu wirken. Mit Neuronalen Netzen und Deep Learning ist es nun möglich, Proteinstrukturen zu identifizieren und in Modellen Medikamentenwirkungen vorherzusagen.

Auch potenzielle Arzneimittel-Kandidaten zur Bekämpfung von Covid-19 können in einem dreistufigen KI-Verfahren viel schneller identifiziert werden. Zunächst werden alle relevanten wissenschaftlichen Veröffentlichungen mittels Natural Language Processing (NLP) durchforstet und ausgewertet. Daraus werden strukturierte Netzwerke erstellt (Ontologien), welche die Einheiten wie Medikamente und Proteine sinnvoll miteinander in Beziehung setzen. In einem dritten Schritt versucht man mit einem Neuronalen Netz die komplexen Wechselwirkungen zwischen Medikamenten und den viralen Proteinen aus Milliarden von Datensätzen zu extrahieren. Mit diesem Verfahren konnte man vor kurzem den Wirkstoff Baricitinib ermitteln, der bereits klinisch geprüft wird.

Quanten und Visionen

Die enormen Verbesserungen in den KI-Technologien verlaufen noch nicht exponentiell, sondern quadratisch. Zudem wachsen Komplexität und Größe der verfügbaren Datensätze schneller als die bisherigen Computerressourcen. Mathematisch betrachtet sind viele KI-Probleme so genannte kombinatorische Optimierungsprobleme mit vielen Variablen, was den Umfang der erforderlichen Rechenleistung erklärt. Mit ausreichend schnellen Quantencomputern könnte man aber die Kapazitäten erweitern und viele Bereiche des Maschinellen Lernens revolutionieren.

Beim Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin entsteht aktuell ein neues interdisziplinäres Forschungsgebiet: das Quanten-Maschinelle Lernen (QML). Gemeinsam mit 14 Partnern will das Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme FOKUS in Berlin mit dem Projekt PlanQK eine Plattform für quantenunterstützte Künstliche Intelligenz entwickeln. Als erstes Szenario soll dieses System Betrug im Bankensektor nicht nur klassifizieren, sondern auch prognostizieren. Das Projekt gewann den KI-Innovationswettbewerb des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Allerdings kommt die schwache KI mit den bisherigen Technologien an ihre Grenzen. Denn ihre

Funktionsmuster ahmen nur menschliche Logik und Eigenschaften nach, anstatt gleichsam „von Natur aus“ auf eine menschliche Art der Datenverarbeitung zuzugreifen. Die Verbesserungen der KI-Tools sind in einer Schleife der digitalen Welt gefangen. Mit diesem Konstruktionsfehler wird man nicht die Artificial General Intelligence (AGI) erreichen.

Die meisten Quantencomputer-Forschungsprojekte konzentrieren sich noch auf die Nutzung der Geschwindigkeit, die das Quantencomputing bringt. Für die KI können aber Quantensysteme entscheidend mehr leisten. Anstelle der schwachen KI auf der Basis des binären Zahlensystems von 0 und 1 arbeiten Quantencomputer quasi analog mit physikalischen Quantenzuständen, die alle Zwischenwerte zwischen 0 und 1 annehmen können. Indem man die KI-Algorithmen auf einer Maschine ausführt und trainiert, deren Verfahrensweise nicht mehr grundlegend künstlich-binär ist, könnte man in die Quantenmodelle direkt Aspekte der natürlichen Welt integrieren. Derzeit scheitern klassische Computer bei der Verarbeitung noch an den physikalischen Eigenschaften von Molekülen. Die Simulation von Naturphänomenen mit Quantencomputern besitzt also ein enormes Potenzial, insbesondere was chemische Strukturen und Moleküle betrifft. Der Wandel von einer beschränkten digitalen Regelbasis hin zu einer naturgemäßen Abbildung mittels Quantencomputern könnte daher die entscheidende Transformation darstellen, die notwendig ist, um von der schwachen zur generellen KI zu gelangen.

Literatur und Quellenangaben

- [1] Als eine wahre Fundgrube mit Antworten zur Frage „Was sollen wir von Künstlicher Intelligenz halten?“ hat 2015 der Herausgeber John Brockman die Meinungen von 185 führenden Wissenschaftlern zusammengestellt. John Brockman: „What to Think About Machines that Think“ (Deutsche Ausgabe: Was sollen wir von Künstlicher Intelligenz halten?), ISBN 978-3-596-29705-4
- [2] Quelle: EU-Dokument „A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines“ der High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>)
- [3] Quelle: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>
- [4] Bei Bitkom.org gibt es den Leitfaden „Das Periodensystem der Künstlichen Intelligenz“

zum Herunterladen unter <https://periodensystem-ki.de/about>

- [5] Das EU-Dokument „A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines“ der High-Level Expert Group on Artificial Intelligence ist unter <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> zu finden.
- [6] Das DIN hat im April 2020 den kostenlosen Leitfaden für die Entwicklung von Deep-Learning-Bilderkennungssystemen als DIN SPEC 13266 herausgegeben.

Dokumentation: M. Kindler. Funktionen und Szenarien Künstlicher Intelligenz. mt | medizintechnik 140 (2020), Nr. 5, S. 13, 4 Bilder, 6 Lit.-Ang.

Schlagwörter: Künstliche Intelligenz, Big Data, Maschinelles Lernen, Deep Learning, Neuronale Netze, Algorithmen

Autor



Manfred Kindler

IHK-vereidigter Sachverständiger für Medizintechnik
E-Mail: kindler@mt-medizintechnik.de