

Wissenschaft, Vernunft, Nachhaltigkeit: Perspektiven für die Welt nach der Corona

Denkanstöße der TUM.The Entrepreneurial University

Name/Titel: - Prof. Dr. Klaus Mainzer

Affiliation: - TUM Emeritus of Excellence, Carl Friedrich von Weizsäcker Center/Universität Tübingen

Aufsatztitel: - Künstliche Intelligenz: „Post Corona“

Künstliche Intelligenz (KI) beherrscht längst unser Leben, ohne dass es vielen bewusst ist. Smartphones, die mit uns sprechen, Armbanduhren, die unsere Gesundheitsdaten aufzeichnen, Arbeitsabläufe, die sich automatisch organisieren, Autos, Flugzeuge und Drohnen, die sich selbst steuern, Verkehrs- und Energiesysteme mit autonomer Logistik oder Roboter, die ferne Planeten erkunden, sind technische Beispiele einer vernetzten Welt intelligenter Systeme. Dramatisch zeigt die Corona-Krise, dass wir KI-Programme brauchen sowohl zur Erkennung von Infektionsketten als auch zur Entwicklung von Impfstoffen.

Was ist Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen?

Unter Künstlicher Intelligenz verstehen wir heute vor allem maschinelles Lernen mit vereinfachten Modellen des Gehirns. In graphischen Modellen neuronaler Netze werden Neuronen (Nervenzellen) durch Knoten dargestellt und durch Pfeile verbunden, die für Synapsen als Signalverbindungen der Neuronen stehen. Die Pfeile im Modell sind durch Zahlen gewichtet, mit denen die Intensität der neurochemischen Verbindung durch Synapsen angezeigt wird. Aufgrund der Hebbschen Regel feuern Neuronen ein Aktionspotential ab bzw. sind erregt, wenn die Summe der gewichteten Inputs von Nachbarzellen einen Schwellenwert überschreitet. Zudem sind die Neuronen in Schichten angeordnet, was dem Aufbau des Neocortex im menschlichen Gehirn entspricht.

Ähnlich wie in der Psychologie werden verschiedenen Arten von Lernalgorithmen unterschieden. Beim überwachten Lernen wird dem neuronalen Netz zunächst ein Prototyp beigebracht. Das könnte z.B. das Verteilungsmuster der farbigen Pixel eines Gesichts sein. Die lokalen Stärken von Färbungen und Schattierungen werden durch entsprechende synaptische Zahlengewichte dargestellt. Man spricht auch vom Trainieren eines neuronalen Netzes, um die Zahlengewichte passend einzustellen. Durch Abgleich mit einem eintrainierten Muster kann ein Gesicht unter einer Vielzahl von Gesichtern (z.B. bei einer Polizeifahndung) wiedererkannt werden.

Beim nicht-überwachten Lernen ist das neuronale Netz in der Lage, selbstständig Ähnlichkeiten von Daten zu erkennen, um sie entsprechend zu klassifizieren. So kommt es, dass solche neuronalen Netze mit ihren Algorithmen das Gesicht z.B. einer Katze erkennen können, ohne vorher beigebracht bekommen zu haben, was eine Katze überhaupt sei.

Beim verstärkenden Lernen (reinforcement learning) wird dem System eine Aufgabe gestellt, die es dann mehr oder weniger selbstständig lösen soll. Es könnte sich z.B. um einen Roboter handeln, der selbstständig einen Weg zu einem vorgegebenen Ziel finden soll. Beim Lösen dieser Aufgabe bekommt der Roboter ständig Rückmeldungen (rewards) in bestimmten

Zeitintervallen, wie gut oder wie schlecht er dabei ist, den Weg bzw. die Aufgabenlösung zu finden. Die Lösungsstrategie besteht darin, diese Folge von Rückmeldungen zu optimieren.

Deep Learning bezieht sich einfach auf die Tiefe des neuronalen Netzes, die der Anzahl der neuronalen Schichten entspricht. Was im mathematischen Modell schon seit den 1980er Jahren bekannt war, wird erst seit wenigen Jahren technisch realisierbar, da nun die notwendige Rechenpower vorliegt.

KI verändert Wissenschaft und Forschung:

Mustererkennung ist eine Stärke des maschinellen Lernens, das mittlerweile auch in verschiedenen Wissenschaften zur Anwendung kommt. 2018 meldete CERN, dass nunmehr das Higgs-Teilchen endgültig entdeckt sei – aber nicht durch einen menschlichen Physiker, sondern durch maschinelles Lernen. Tatsächlich wäre auch ein menschliches Gehirn nicht in der Lage, die Milliarden von Daten zu klassifizieren, die bei den Kollisionen von Protonen im Elementarteilchenbeschleuniger ständig erzeugt werden. Aber vorher musste der theoretische Physiker Higgs aus einer physikalischen Theorie (Standardmodell der Elementarteilchenphysik) die Existenz dieses Teilchens vorhersagen, insbesondere den dadurch ausgelösten Zerfall in andere Teilchen. Damit lag eine „Fingerabdruck“ des Higgs-Teilchens vor, um die Nadel im Heuhaufen zu entdecken. Man spricht von einem Signalereignis, das von den Milliarden anderen Hintergrundereignissen zu trennen war. Das leistete ein Algorithmus des überwachten Lernens wie bei einer Polizeifahndung.

In der Medizin kann z.B. in einem Gewebeschnitt der „Fingerabdruck“ von Krebszellen unter normalen Lymphknoten durch maschinelles Lernen erkannt werden. Auch in der Arzneimittelentwicklung kommt maschinelles Lernen mittlerweile zum Einsatz, um die Entwicklungszeit und damit verbundene Kosten drastisch zu senken. IBM Watson for Drug Discovery liest Millionen von Seiten (Big Data mining), um ihre Bedeutung für Forschungsziele (target identification and validation) zu erkennen. In wenigen Monaten wurden so fünf RNA-bindende Proteine RBPs entdeckt, die zuvor nie mit amyotropher Lateralsklerose (ALS) in Verbindung gebracht wurden (Acta Neuropathologica 2018).

Mustererkennung ist auch ein Schlüssel zur Bekämpfung des Coronavirus. Das Immunsystem erzeugt hunderttausende Antikörper, um das körperfremde Protein eines Virus zu erkennen und zu neutralisieren. Solche neutralisierenden Antikörper finden sich im Blut von als geheilt geltenden Corona-infizierten Patienten. Welche dieser Antikörper schaffen aber die Neutralisierung? Dazu wird im Computer die Struktur dieser therapeutischen Antikörper berechnet, wie sie an das virale Oberflächenprotein binden. Im Gegensatz zu einem Impfstoff wirkt aber ein therapeutischer Antikörper nur bei akuter Infektion, bietet also keinen dauerhaften Schutz. Deshalb versucht man in der Bioinformatik, Impfstoffe im Computer zu designen. Das ist ein typischer Lernprozess: Aufgrund von Computereperimenten lassen sich dann gezielte Laborexperimente durchführen. Dadurch erhält man ein genaues Computermodell über die molekularen Abläufe und die Entdeckung eines Wirkstoffs ist nicht länger ein unverstandener Zufall.

Allerdings darf nicht vergessen werden, dass maschinelles Lernen häufig nur Statistik mit Lernalgorithmen und neuronalen Netzen - mathematisch keineswegs spektakulär wie in den Medien suggeriert. Jeder Anfänger der Statistik weiß, dass statistische Korrelationen keine kausalen Erklärungen ersetzen können: Wenn eine günstige statistische Korrelation zwischen einer chemischen Substanz und dem Abnehmen eines Krebstumors gefunden wurde, ist das noch keine Garantie für ein nachhaltiges Medikament. Dazu muss man das Grundlagenwissen

über die kausalen Wachstumsgesetze eines Tumors und biochemische Grundgesetze kennen. Dasselbe gilt für einen Impfstoff gegen den Corona Virus SARS-CoV-2.

Mit diesen Beispielen verbinde ich eine grundsätzliche Feststellung für den heutigen KI-Hype: Einige glauben damit ja bereits auf Wasser gehen und alle Probleme dieser Welt in absehbarer Zeit mit „KI“ lösen zu können. Erfolgreich sind diese KI-Methoden aber nur dann, wenn sie mit Grundlagenwissen und Theorie aus den jeweiligen Anwendungsgebieten (wie in den genannten Beispielen der Physik, Biologie und Medizin) verbunden werden.

KI verändert Arbeits- und Alltagswelt:

KI-Programme werden nicht nur auf Organismen, Roboter und Maschinen angewendet. So steuern bereits lernfähige Algorithmen die Prozesse einer vernetzten Welt mit exponentiell wachsender Rechenkapazität. Ohne sie wäre die Datenflut im Internet nicht zu bewältigen, die durch Milliarden von Sensoren und vernetzten Geräten erzeugt wird. Aufgrund der Sensoren kommunizieren auch Dinge miteinander und nicht nur Menschen. Daher sprechen wir vom Internet der Dinge (Internet of Things: IoT).

Im industriellen Internet („Industrie 4.0“) wird das Internet der Dinge auf die Industrie- und Arbeitswelt angewendet. Künstliche Intelligenz und Machine Learning werden dazu in den Arbeitsprozess integriert. Werkstücke kommunizieren untereinander, mit Transporteinrichtungen und beteiligten Menschen, um den Arbeitsprozess flexibel zu organisieren. Produkte können so individuell zur gewünschten Zeit nach Kundenwünschen erstellt werden. Technik, Produktion und Markt verschmelzen zu einem soziotechnischen System, das sich selbst flexibel organisiert und sich verändernden Bedingungen automatisch anpassen soll. Dazu müssen Maschinen- und Sensordaten mit Textdokumenten verbunden, erfasst, transportiert, analysiert und kommuniziert werden.

Fazit nach Corona: Häufig wird KI als Bedrohung menschlicher Arbeit dargestellt. Die Corona-Krise zeigt aber auch, wie KI und Robotik einspringen könnten, wenn der Mensch ausfällt, um die Wirtschaft am Laufen zu halten, wie digitale Kommunikation und Gesundheitsversorgung unterstützt werden könnte und wie in einem Lernprozess zusammen mit menschlicher Intelligenz die Lösung in Form eines Impfstoffs gefunden werden kann. Nach Corona ist nicht ausgeschlossen, dass wir von noch gefährlicheren Pandemien heimgesucht werden. Für die Zukunft wäre daher wünschenswert, wenn mit KI mögliche Veränderungen von Viren vorher simuliert werden könnten, um damit einen Toolkasten zur schnellen Zusammenstellung von Impfstoffen zu entwickeln – quasi mit auf Vorrat produzierten KI-Algorithmen.

Um Vertrauen in KI-Tools zu fördern, müssen sie wie alle technischen Werkzeuge zertifiziert sein. An solchen „DIN-Normen“ arbeiten wir in einer Steuerungsgruppe für eine KI-Roadmap im Auftrag der Bundesregierung. Am Ende soll KI eine Dienstleitung für uns Menschen sein. Daher benötigen wir auch eine Stärkung der menschlichen Urteilskraft und Wertorientierung, damit uns Algorithmen und Big Data nicht aus dem Ruder laufen.

Literaturhinweis: K. Mainzer, *Leben als Maschine? Von der Systembiologie zur Robotik und Künstlichen Intelligenz*, Mentis 2010; ders., *Künstliche Intelligenz. Wann übernehmen die Maschinen?* Springer 2. Aufl. und engl. Übersetzung 2019