

Ansprache des Stiftungsprofessors 2017 beim Fundraising Dinner

Prof. Dr. rer.nat. Dr. h.c. mult. Wolfgang Wahlster

Deutsches Forschungszentrum für Künstlichen Intelligenz

www.dfki.de/~wahlster

Mainz, 30.4.2017, Alte Lokhalle

Sehr geehrter Herr Minister Wolf, sehr geehrter Präsident Krausch, sehr geehrter Herr Radermacher, sehr geehrter Herr Dr. Friderichs, lieber August-Wilhelm Scheer, sehr verehrte Gäste

Zunächst möchte ich bei Ihnen herzlich bedanken für die Auszeichnung mit der Johannes Gutenberg Stiftungsprofessur 2017. Herzlichen Dank, lieber August-Wilhelm Scheer, für deine bewegende Laudatio: du warst mir in so vielen Bereichen Vorbild und hast mir als Mentor und Freund beim Aufbau des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz stets tatkräftig geholfen.

Meine Damen und Herren,

Künstliche Intelligenz realisiert intelligentes Verhalten und die zugrundeliegenden Fähigkeiten auf Computern. Wir arbeiten als Forscher auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (kurz KI) interdisziplinär u.a. mit Linguisten und Psychologen sowie Neuro- und Biowissenschaftlern zusammen. Das Forschungsfeld versteht sich als Avantgarde der Informatik, da mit KI immer die aktuellen Grenzen der Digitalisierbarkeit ausgelotet und überwunden werden sollen.

Nachdem im letzten Sommersemester Kollege Güntürkün Ihnen Einblicke aus Sicht der biologischen Psychologie gegeben hat, wie unser Gehirn Intelligenz stiftet, geht es in diesem Semester um die Frage, wie Computer Intelligenzleistungen vollbringen können. Mir geht es dabei nicht darum mit Computer-Hardware und Software das menschliche Gehirn als „feuchte Hardware“ perfekt nachzubilden. Wie beim Flugzeugbau nicht einfach ein Vogel kopiert wurde, so lassen wir uns in der KI zwar von naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Ergebnissen zur menschlichen Intelligenz inspirieren, haben aber nicht den Anspruch einer exakten Gehirnsimulation. Das wäre auch nicht sinnvoll, da menschliche Gehirne mit ihrer begrenzten Rationalität wie der Vogel beim Fliegen bei extremen Bedingungen viele Leistungsbeschränkungen haben, die wir durch maschinelle Systeme überwinden wollen, um eine komplementäre Ergänzung des menschlichen Intellekts zu erreichen.

Künstliche Intelligenz ist heute im Alltag angekommen: ob Sie auf dem SmartPhone Sprachassistenzsysteme wie SIRI nutzen, um ein Restaurant in der Nähe zu finden, mit Google Translate eine koreanische Webseite auf Deutsch übersetzen lassen, in Ihrem Fahrzeug Autopilotfunktionen aktivieren oder ob der Versuch einer betrügerischen Nutzung Ihrer Kreditkartendaten vereitelt wird, immer steckt Künstliche Intelligenz dahinter. Aber für uns in Deutschland ist Künstliche Intelligenz nicht nur als persönlicher digitaler Assistent wichtig, sondern entscheidend, um die nächste Stufe der Digitalisierung unserer Wirtschaft zu

erreichen. Zukunftsprojekte der Bundesregierung, wie Industrie 4.0, Smart Service Welt und Autonome Systeme, die ich zusammen mit Kollegen Kagermann und dir, lieber August-Wilhelm Scheer, in Arbeitskreisen der Forschungsunion der Bundesregierung und Acatech vorbereiten durfte, nutzen massiv den Fortschritt auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz aus.

Das Timing für das Thema Künstliche Intelligenz wurde von der Stiftung sehr gut gewählt. Denn es vergeht seit einem halben Jahr kein Tag, in dem die Massenmedien nicht über neue Projekte zur Künstlichen Intelligenz berichten – selbst bei der Hannover Messe letzte Woche spielte die Thematik auf vielen Podien eine wichtige Rolle. Am 13. Juli 1956 wurde die erste Konferenz zum Thema Artificial Intelligence in den USA eröffnet, so dass wir heute auf etwas mehr als 60 Jahre KI-Forschung zurückblicken können.

Seit 60 Jahren arbeiten also Informatiker im Forschungsgebiet Künstliche Intelligenz (KI) an Computersystemen mit Hand und Fuß, Augen und Ohren sowie mit etwas Verstand. Inzwischen haben Systeme mit Künstlicher Intelligenz als künstliche Spielpartner eine Leistungsstärke erreicht, die selbst die Weltmeister in dem jeweiligen Brettspiel überflügelt: Schon 1980 wurde der Weltmeister im Backgammon geschlagen, 1997 wurde der Schachweltmeister Kasparow und in diesem Jahr sogar der koreanische Go-Großmeister besiegt. Die Suchräume für die nächsten Züge wurden bei dieser Serie von Brettspielen immer größer.

Zunächst gliedere ich den Rest meiner kurzen Rede in vier Teile:

1. Wie hat sich die KI entwickelt?
2. Wie funktioniert Maschinelles Lernen?
3. Wozu nutzt KI?
4. Welche Chancen und Risiken bietet die zukünftige KI?

Wie hat sich die KI entwickelt?

Man kann grob vier Phasen der Entwicklung der Künstlichen Intelligenz unterscheiden: Zunächst versuchte man, mit einem einzigen universellen Verfahren eine Art „Generellen Problemlöser“ auf der ersten Generation von zentralen Digitalrechnern zu realisieren. Obwohl man damit einfache mathematische Aufgaben, Rätsel und simple Brettspiele erstmals mit Softwaresystemen bearbeiten konnte, gilt dieser Ansatz heute als gescheitert. Denn rasch wurde klar, dass menschliche Intelligenz nicht auf eine einzige Denkschablone reduzierbar ist.

Danach folgte eine längere Phase der wissensbasierten Systeme, in denen viele erfolgreiche KI-Systeme dadurch realisiert wurden, dass man den Software-systemen computergerecht formalisiertes menschliches Wissen über verschiedene Expertengebiete in einer Wissensbasis zur Verfügung stellte. Umfang und Tiefe der Wissensbasis in Kombination mit der Anwendung spezieller logischer Regeln waren der entscheidende Faktor, um erfolgreiche Beratungs-, Diagnose- und Konfigurationssysteme etwa in der Medizin, der Technik und im Handel zu realisieren. In den 80er Jahren entwickelte sich auf dieser Basis der erste Anwendungsboom der Künstlichen Intelligenz. In Deutschland entstand in dieser ersten Blütephase der Künstlichen Intelligenz 1988 das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) als Public-Private-Partnership zwischen Bundesforschungsministerium

und zahlreichen IT-Firmen. Das DFKI hat sich in der letzten Dekade zum weltweit größten Forschungszentrum auf diesem Gebiet mit Standorten in Kaiserslautern, Saarbrücken, Bremen und einem Projektbüro in Berlin entwickelt, so dass Deutschland in der Champions League der KI spielt.

Trotz etlicher, auch kommerzieller Erfolge des rein wissensbasierten KI-Ansatzes wurden nach einigen Jahren auch die Beschränkungen deutlich: Der manuelle Aufbau, aber auch die Pflege der Wissensbasen waren der limitierende und kostentreibende Faktor in dieser Phase der Entwicklung der Künstlichen Intelligenz.

Die dritte Ära KI begann, als Massendaten über das Internet verfügbar wurden und KI-Forscher die ersten erfolgreichen Verfahren zum maschinellen Lernen über Trainingsdaten entwickelt hatten. Mit statistischen Lernverfahren konnte man eine viel breitere Abdeckung der Softwaresysteme z.B. für das automatische Sprach- und Bildverstehen, aber auch für die maschinelle Übersetzung erzielen. Man brauchte nur möglichst umfangreiche Trainingsdaten für eine Aufgabenstellung, um durch lernfähige Systeme ohne manuell aufbereitete Wissensbasis komplexe Klassifikations-, Prognose- und Steuerungsaufgaben auf Computern realisieren zu können.

In den letzten Jahren hat sich aber gezeigt, dass eine rein auf maschinellem Lernen basierende Künstliche Intelligenz ebenfalls schnell an Grenzen stößt. Das von der Menschheit über Jahrtausende akkumulierte Wissen und das darauf basierende intelligente Verhalten lassen sich kaum durch statistisches Lernen über Beobachtungsdaten maschinell umsetzen. Es macht auch keinen Sinn, den Computer durch eigene physikalische Experimente Daten gewinnen zu lassen, um z.B. die Maxwellschen Gleichungen mithilfe von Lernverfahren neu abzuleiten, anstatt den KI-Systemen bewährtes Wissen ohne Trainingsaufwand in deren Wissensbasis bereitzustellen. Aktuell setzt man daher in der vierten Phase der Künstlichen Intelligenz auf hybride Verfahren. Dabei werden Wissensbasen, die man z.B. aus der Informationsextraktion von Textdokumenten erstellt, kombiniert mit dem Lernen über Trainingsdaten – also eine Kombination von Methoden von KI-Systemen der zweiten und dritten Generation.

Wie funktioniert Maschinelles Lernen?

Lernen mit neuronalen Netzen ist an sich nichts Neues. Selbst auf der ersten KI-Konferenz vor 60 Jahren wurden schon neuronale Netze vorgestellt, z. B. um geschriebene oder gesprochene Ziffern von 0 bis 9 zu erkennen.

Ein neuronales Netz ist ein System miteinander verbundener künstlicher Neuronen, die Nachrichten untereinander austauschen. Die Verbindungen haben eine numerische Gewichtung, die während des Trainingsprozesses angepasst wird, so dass ein korrekt trainiertes Netzwerk bei einem zu erkennenden Muster richtig reagiert. Das Netzwerk besteht aus mehreren Schichten mit Merkmal-erkennenden Neuronen. Jede Schicht verfügt über eine Vielzahl an Neuronen, die auf verschiedene Kombinationen von Eingaben von den vorhergehenden Schichten reagieren.

Die Schichten sind so aufgebaut, dass die erste Schicht verschiedene primitive Muster in der Eingabe entdeckt, die zweite Schicht Muster von Mustern, die dritte Schicht entdeckt Muster

jener Muster und so weiter bis dann in der Ausgabeschicht das spezifische Ergebnis der Klassifikation erscheint. Das Training erfolgt mit einem Datensatz, der eine große Zahl von repräsentativen Eingabe-Mustern enthält, die mit der jeweils erwarteten Ausgabe-Antwort erweitert werden. Das Training wird dazu genutzt, die Gewichtung der Neuronen für die Zwischen- und Endmerkmale iterativ zu bestimmen. Neuronale Netze sind zwar biologisch von Gehirnen - insbesondere in den Grundbausteinen und der Terminologie - inspiriert, sind aber eher graphbasierte Berechnungsmodelle als eine Gehirnsimulation, da das Gehirn erheblich komplexer strukturiert ist.

Ein Durchbruch wurde in den letzten Jahren mit dem Deep Learning erreicht, das auf einer Weiterentwicklung mehrschichtiger neuronaler Netze beruht. Umso mehr verdeckte Schichten ein Deep Learning Netz hat, umso mehr kann es abstrahieren und damit auch komplexere Zusammenhänge und subtile Merkmale in den Daten erkennen. Allerdings wird mit jeder Schicht auch die erforderliche Rechenleistung dramatisch erhöht. Es wird bereits an Netzen mit bis zu 1000 Schichten gearbeitet, um das simultane Dolmetschen, die Gesichtserkennung, das autonome Fahren und die Mensch-Roboter-Kollaboration weiter zu verbessern.

Der Erfolg von Deep Learning hängt auch mit der Möglichkeit zur massiven Parallelisierung und damit auch der Beschleunigung des Trainings zusammen. Computergraphikarten - sogenannte GPUs (Graphics Processing Unit) eignen sich zur Parallelisierung des Trainings neuronaler Netze. GPUs haben massiv-parallele Architekturen, die eine fast 100-fache Beschleunigung der Berechnungen z. B. in Robotern, autonomen Fahrzeugen und Drohnen bei der Sensorauswertung und beim Maschinellen Lernen bewirken.

Wozu nutzt KI?

Auf der Basis der aktuellen hybriden KI-Technologie wird in der neuen Blütephase der Künstlichen Intelligenz z.B. eine neue Generation von Robotern als autonome Systeme möglich, die komplexe Aufgaben auch in für den Menschen gefährlichen (z.B. kontaminierte oder einsturzgefährdete Gebäude) oder nicht zugänglichen Bereichen (z.B. Tiefsee, Weltall) ohne Fernsteuerung selbstständig durchführen können.

Mit Künstlicher Intelligenz lassen sich nicht nur Arbeitsplätze im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen wie die von Taxi-Fahrern, Zugführern bis hin zu Co-Piloten in Flugzeugen automatisieren. Auch einige Aufgaben, die heute eine akademische Qualifikation auf mittlerer Managementebene erfordern, z. B. von Radiologen, Rechtsanwälten und Versicherungs- und Bankkaufleuten, aber auch Software-Entwicklern, können künftig immer mehr durch KI-Systeme übernommen werden. Ja, sie haben richtig gehört: selbst Programmieraufgaben von Informatikern können in Teilbereichen von KI-Systemen übernommen werden, weil lernende Systeme die Software beispielsweise für eine Bildauswertung in der Medizin in Form eines neuronalen Netzes selbst codieren, wenn man ihnen genügend Trainingsdaten bereitstellt. Mit maschinellem Lernen über Massendaten wird die Software also nicht von einem Programmierer erstellt, sondern von einem KI-System.

Derzeit treiben wir mit KI die vierte industrielle Revolution, die ich unter der Bezeichnung Industrie 4.0 im Jahr 2011 ausgerufen habe, nicht nur mit Großunternehmen, sondern auch mit Mittelständlern als Pioniere voran. Mit cyber-physischen Produktionssystemen und der

Digitalisierung von Dienstleistungen nutzen wir die Chance, den Wohlstand in Deutschland durch die Integration von KI in die Exportschlager unserer Wirtschaft - vom Mähdrescher, über das Auto bis zum Geschirrspüler - nachhaltig zu sichern. Die Mensch-Technik-Interaktion kann durch die Einbettung von KI in unsere technisierte Umwelt so gestaltet werden, dass sich der Mensch nicht länger der Technik anpassen muss, sondern sich die Technik dem Menschen individuell anpassen kann. Dazu hat die Denk- und Ingenieurstradition Deutschlands von Leibniz bis Zuse entscheidend beigetragen.

Der Erfolg von Technologien der KI wirft allerdings auch eine Vielzahl ethischer, philosophischer, juristischer und sozialer Fragen auf, die frühzeitig auch in Bürgerforen diskutiert werden müssen, um das Gefühl eines Kontrollverlustes und damit Akzeptanzprobleme frühzeitig zu vermeiden.

Welche Chancen und Risiken bietet die zukünftige KI?

Die menschliche Intelligenz hat viele Dimensionen: die sensormotorische, die kognitive, die emotionale und die soziale Intelligenz. Wenn man entlang dieser Dimensionen den heutigen Stand der Künstlichen Intelligenz und der menschlichen Intelligenz vergleicht, ergibt sich folgendes Resultat: in der sensormotorischen Intelligenz gibt es eine klare Überlegenheit des Menschen sowohl in der Sensorfusion als auch in der Feinmotorik – unsere heutigen Fußballroboter kommen einfach an die Ballkünste unserer Nationalspieler nicht heran. Bei der kognitiven Intelligenz gibt es in einigen Teilbereichen eine Überlegenheit der maschinellen Intelligenz, wenn extrem viele Daten und Handlungsoptionen schnell analysiert werden müssen - Bei der emotionalen und sozialen Intelligenz gibt es bei KI-Systemen noch große Schwächen und erst einfache Modelle für die Erkennung von Emotionen und soziales Verhalten. Unsere Fußball-Roboter des DFKI, die schon fünfmal Weltmeister wurden, geben viel zu wenig ab und wollen lieber selbst die Tore schießen – die für ein wirkliches Teamplay notwendige soziale Intelligenz ist nur rudimentär realisiert.

Ich halte nichts von Singularitäts-Propheten und anderen Transhumanismus-Jüngern, die eine dem Menschen überlegene Superintelligenz als Vision propagieren und damit die Angst vor der Unterwerfung der Menschheit durch superintelligente Roboter schüren, wie sie in trivialen Science Fiction-Romanen immer wieder thematisiert wird. Dagegen ist es unser Ziel, eine unsere menschliche Intelligenz unterstützende, ergänzende oder auch komplementäre maschinelle Intelligenz zu entwickeln, so dass menschlicher und maschineller Intellekt zusammen Probleme lösen, die uns Menschen beschäftigen. Es sollen dabei auch bekannte Defizite menschlicher Intelligenz durch künstliche Intelligenz kompensiert werden. Das bringt uns im gesellschaftlichen Diskurs besser voran als die Diskussionen um eine Superintelligenz. Wir arbeiten als KI-Wissenschaftler also auf keinen Fall an einem Super-Homunkulus, sondern an Assistenzfunktionen für den Menschen, der im Mittelpunkt unserer Arbeit steht. Wie bei jeder Hochtechnologie besteht die Hauptgefahr darin, dass KI-Systeme von der organisierten Kriminalität, dem Terrorismus und totalitären Staaten genutzt werden, um ihre menschenfeindlichen Ziele zu verfolgen.

Letzte Woche haben wir am DFKI ein System vorgestellt, das erstmals hilft, einige Ausprägungen von sogenannten fake news also gefälschte und unwahre

Tatsachenbehauptungen automatisch im Internet zu erkennen und im Internet-Browser zu blockieren. Dabei wird die aus dem Kontext gerissene Wiederverwendung von Bildmaterial als angeblicher Beweis für unwahre Behauptungen durch Verfahren der invertierten Bildsuche automatisch erkannt. Auch können wir durch Bildverarbeitungsverfahren, die mit maschinellem Lernen auf die Erkennung von Bildmanipulation trainiert wurden, für den menschlichen Betrachter kaum erkennbare Bildnachbearbeitung und Montagen leicht erkennen. So wird es also mit KI-Methoden möglich, auch die manipulative Nutzung des Internet und der Digitalisierung der Medien durch digitale Forensik zu bekämpfen.

In der 2016 erschienenen neuen Gutenberg-Biographie von Klaus-Rüdiger Mai wird Gutenberg als "Steve Jobs der Renaissance" charakterisiert. Im 500. Jahr der Reformation erinnern wir uns, dass der vom Mainzer Gutenberg ermöglichte kostengünstige und schnelle Druck von Publikationen mit beweglichen Lettern auch für die rasche Ausbreitung von Luthers 95 Thesen sorgte und damit eine gesellschaftliche Umwälzung auslöste.

Disruptive Veränderungen in den Kommunikationstechnologien führen häufig auch zu sozialen Disruptionen, wie die Verfügbarkeit des mobilen Internet und sozialer Netze mit Diensten wie Twitter, Facebook oder YouTube im sogenannten arabischen Frühling im Jahr 2011 erneut gezeigt hat.

Mit dem Fortschritt der Künstlichen Intelligenz ergibt sich nun eine weitere Möglichkeit, die Kommunikation zwischen Menschen und mit der Technik erneut zu revolutionieren. Mit dem Internet der Dinge, Künstlicher Intelligenz für selbstlernende digitale Dienstleistungssysteme und der völlig neuartigen Mensch-Maschine-Kommunikation wird nicht nur Industrie 4.0 realisierbar, sondern, wie die Japaner bei der diesjährigen CeBIT in Hannover erklärten, auch eine Gesellschaft 5.0, die nach der Informationsgesellschaft nun auf einer digitalen Transformation aller Lebens- und Arbeitsbereiche als 5. Stufe der Evolution von Gesellschaftsformen beruhen soll.

Alle zentralen Fragen rund um die Künstliche Intelligenz werde ich in meiner Vorlesungsreihe, die am 2. Mai startet, ausführlich diskutieren. Ich freue mich auf Ihr Interesse an meinem Forschungsgebiet und auf spannende Diskussionen nach den jeweiligen Vorlesungen.

Wenn ich heute gefragt werde: Ist die KI besser als unser Gehirn? Dann ist die klare Antwort: Noch lange nicht. Aber andererseits ist klar: Künstliche Intelligenz ist besser als natürliche Dummheit!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

und nochmals herzlichen Dank für diese hohe Auszeichnung!