ZEIT AKADEMIE

Prof. Dr. Andreas Dengel, Richard Socher PhD,
Dr. Elsa Andrea Kirchner, Shirley Ogolla

Künstliche Intelligenz
Die Zukunft von Mensch und Maschine

ZEIT AKADEMIE

Buch zum Video-Seminar
ZEIT Akademie GmbH

Impressum

Das Buch zum Video-Seminar der ZEIT Akademie

Autoren: Prof. Dr. Prof. h. c. Andreas Dengel, Richard Socher PhD, Dr. Elsa Andrea Kirchner, Shirley Ogolla
Wissenschaftliche Leitung: Matthias Naß
Projektleitung: Stephanie Wilde
Inhaltliche Konzeption: ZEIT Akademie
Lektion 1, 2, 7, 8: Prof. Dr. Prof. h. c. Andreas Dengel
Lektion 3, 6: Richard Socher PhD
Lektion 4, 5: Dr. Elsa Andrea Kirchner
Lektion 9, 10: Shirley Ogolla

Redaktion: Maja Andresen, Hauke Pflüger, Gero von Randow
Grafische Konzeption: Ingrid Wernitz
Grafische Umsetzung: Madlen Domann
Fotografien: Felix Amsel
Illustrationen: Pia Bublies
Korrektorat: Uta Kleimann (UK Schlussredaktion & Lektorat)
Herstellung: Torsten Bastian (verantwortlich), Dirk Woschei
Satz und Reproduktion: Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG
Druck und Bindung: optimal media GmbH, Röbel

© ZEIT Akademie GmbH, Hamburg 2019
www.zeitakademie.de

ZEIT AKADEMIE

Künstliche Intelligenz
Die Zukunft von Mensch und Maschine

Buch zum Video-Seminar
ZEIT Akademie GmbH

Vorwort

Künstliche Intelligenz ist längst Teil unseres Lebens – von der Navigation unseres Autos bis zum Online-Einkauf (»Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch…«). Und doch stehen wir erst am Beginn einer technologischen Revolution. Lernende Maschinen werden nicht nur Routinetätigkeiten übernehmen, sie werden auch über den Kredit beim Hauskauf entscheiden und medizinische Diagnosen stellen. Vieles, was da auf uns zukommt, ist zum Staunen, und manches ist zum Fürchten.

In diesem Seminar der ZEIT Akademie wollen wir Sie mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz vertraut machen, mit ihren Möglichkeiten und ihren Grenzen. Sie lernen, was neuronale Netze sind, was es mit Deep Learning und Data-Mining auf sich hat, mit Microtasking und Crowdwork. Wir gehen der Frage nach, ob die Maschinen künftig den Ton und den Takt angeben. Ob Fortschritte etwa bei der Gesichtserkennung unweigerlich die Gefahr der Überwachung in sich tragen.

In den Vereinigten Staaten und in China ist die Forschung auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz weit fortgeschritten. Noch hat Europa den Anschluss nicht verloren, Regierungen und Unternehmen investieren Milliarden. Zugleich wächst das Bewusstsein für die ethischen Herausforderungen: Wie können Sicherheit, Datenschutz, Transparenz und Verantwortlichkeit gewährleistet werden?

Die Künstliche Intelligenz soll dem Menschen dienen, ihn nicht unterjochen. Dass dies gelingt, ist die eigentliche Herausforderung an unsere natürliche Intelligenz.

Ich heiße Sie bei der ZEIT Akademie herzlich willkommen!

Ihr

Matthias Naß
Wissenschaftlicher Leiter der ZEIT Akademie

ZWISCHENÜBERSCHRIFT:
Potential maschinellen Lernens

Inhalt

1. **Künstliche Intelligenz** 13
Eine Einführung
Von Andreas Dengel

2. **Maschinelles Lernen** 23
Das Gehirn als Vorbild
für künstliche neuronale Netze
Von Andreas Dengel

3. **KI im Unternehmen** 33
Anwendungen, Strategien
und Geschäftsmodelle
Von Richard Socher

4. **Intelligente Roboter** 40
Einsatzfelder autonomer Systeme
Von Elsa Andrea Kirchner

5. **Zusammenarbeit von Menschen und Robotern** 50
Interaktion und Sicherheit
Von Elsa Andrea Kirchner

6. **Sprache und KI** 60
Computer, die den Menschen verstehen
Von Richard Socher

7. **Digitale Assistenten** 66
KI, die uns im Alltag hilft
Von Andreas Dengel

8. **Multimedia-Data-Mining** 74
Trends und Emotionen
in Big Data erkennen
Von Andreas Dengel

9. **KI und Arbeit** 85
Prognosen, Chancen
und Herausforderungen
Von Shirley Ogolla

10. **KI und Ethik** 93
Verantwortung, Erklärbarkeit
und Transparenz algorithmischer
Entscheidungen
Von Shirley Ogolla

Im Interview 104
Dozenten 116
Quellen 120

Künstliche Intelligenz
Eine Einführung – Von Andreas Dengel

Von John McCarthy, einem der Pioniere der Künstlichen Intelligenz, stammt der Satz:

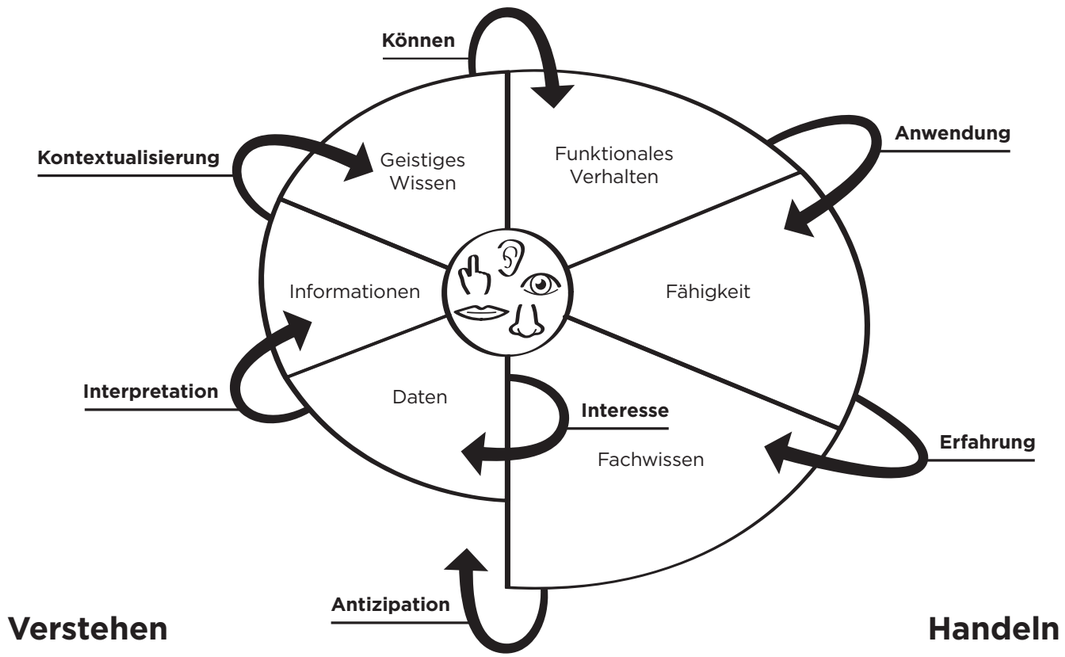
»As soon as it works, no one calls it AI anymore.«

Das ist eine interessante Beobachtung. Denken Sie nur an Suchmaschinen wie Google, die auf ein Suchwort nicht für jeden Nutzer die gleiche Antwort ausgeben, sondern ihre Ergebnisse dem jeweiligen Nutzerprofil anpassen. Oder an das Navigationssystem in Ihrem Auto, das Ihnen die beste, schnellste oder schönste Route heraussucht und dabei den aktuellen Straßenverkehr berücksichtigt. Dies sind nur zwei Beispiele für Künstliche Intelligenz (KI), die nicht mehr als solche wahrgenommen wird, sondern heute als selbstverständliche Funktion in den Hintergrund getreten ist. Auch dieses Verschwinden im Alltag macht es schwierig, KI zu definieren.

Das Forschungsgebiet der Künstlichen Intelligenz existiert schon seit mehr als sechs Jahrzehnten. Doch es ist erst in jüngster Zeit zum Thema der Öffentlichkeit geworden. Warum das so ist, hat im Wesentlichen mit drei Entwicklungen zu tun: Erstens ist die Rechenleistung der Computer rasant angestiegen, zweitens produzieren die Wirtschaft, die Forschung und nicht zuletzt die Kommunikation über soziale Medien gewaltige Mengen digitaler Daten. Diese großen Datensätze sind, wie wir sehen werden, eine wichtige Ressource für KI-Systeme. Und drittens bringen Unternehmen digitale Produkte auf den Markt, die unser Rechtssystem und unsere Ethik herausfordern.

In diesem Seminar möchten wir zum tieferen Verständnis der Technologie beitragen und Ihnen die wichtigsten Anwendungsfelder von Künstlicher Intelligenz näherbringen. In der ersten Lektion beschäftigen wir uns mit der Frage, wie sich die Begriffe »Intelligenz« und »Künstliche Intelligenz« definieren lassen. Nach einem kurzen Überblick über die Geschichte der KI erklären wir die gängigen Unterscheidungen zwischen starker und schwacher sowie zwischen symbolischer und subsymbolischer KI.

Beginnen wir mit einer kleinen Denkübung zum Thema »Intelligenz«. Wo fällt Ihnen die Intelligenz anderer Menschen auf?



Von den Daten zum Wissen ...

... vom Wissen zum Handeln, zur Erfahrung, zur Antizipation weiterer Daten: Intelligenz kann als spiralförmiger Prozess verstanden werden

Vielleicht denken Sie dabei an Ihre Schulzeit, an jene Mitschülerinnen und Mitschüler, die gut rechnen konnten und mathematisch begabt waren. Oder an solche Kolleginnen und Kollegen, die besonders schnell Texte erfassen können, sich anschließend gut an die Inhalte erinnern und das Wissen, das sie erworben haben, praktisch umsetzen können. Wahrnehmen, schlussfolgern, erinnern und anwenden sind alles Aspekte der Intelligenz. Sie erlaubt es, sich in bestimmten Situationen zurechzufinden.

Der deutsche Psychologe William Stern, 1871 als Ludwig Wilhelm Stern geboren und einer der Pioniere der Intelligenzforschung, definierte Intelligenz folgendermaßen:

»Intelligenz ist die Fähigkeit des Individuums, sein Denken bewusst auf neue Forderungen einzustellen; sie ist die allgemeine geistige Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben und Bedingungen des Lebens.«

Intelligenz baut auf der Sinneswahrnehmung auf, besonders auf der visuellen Wahrnehmung. Viele Experten auf diesem Gebiet sind der Überzeugung, dass bis zu 80 Prozent dessen, was wir tagtäglich dazulernen, über unsere Augen aufgenommen wird. Die visuelle Wahrnehmung wirkt dauerhaft auf das Gehirn. Dort sind bestimmte Muster angelegt, die unser Denken bestimmen. Neu auftretende Wahrnehmungen versuchen unablässig, mit diesen Mustern in Wechselwirkung zu treten, das Gespeicherte zu ergänzen oder neu auszurichten. Diesen Vorgang nennen wir Lernen.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen des Lernens ist, dass wir aufmerksam sind, zuschauen, hingucken. Vom Gehirn aus werden die Sinnesorgane so gesteuert, dass sie sich auf etwas konzentrieren. Wir können diese Steuerung beobachten, wenn wir anderen Menschen in die Augen schauen. Wir können sehen, ob sie abgelenkt sind und daher nicht in der Lage, die eingehenden Daten zu verstehen, ob sie vielleicht an etwas anderes denken oder woanders zuhören. Daten aufnehmen zu können ist die Grundvoraussetzung für intelligentes Verhalten. Beim Menschen ist sie dadurch erfüllt, dass wir sehen, hören, riechen und tasten können. Daten werden aufgenommen und interpretiert, wodurch sie zu Information werden, die durch ihre Einbettung in einen Kontext zu Wissen transformiert wird.

Ein Beispiel für eine solche Transformation: Wenn Ihnen jemand eine Zahl nennt, etwa die 46, dann ist das erst mal nur ein Datum für Sie. Wenn Sie erfahren, es handele sich um eine Schuhgröße, dann wird daraus eine Information. Nun erhalten Sie auch noch die Information, dass es die Schuhgröße einer Frau ist: Jetzt stellen Sie sich vielleicht eine Frau vor, die ausgesprochen große Füße hat und daher im Schuhgeschäft Probleme bekommt. Was als bloße Zahl begann, ist Wissen geworden. Diese Transformationsschritte machen unser Verstehen aus.

Aber Wissen allein genügt nicht. Es muss in Aktion überführt werden. In bestimmte Verhaltensweisen, die eingeübt und zu Fertigkeiten und Fähigkeiten verfestigt werden. Werden sie oft genug angewandt, kann man dadurch zum Experten auf einem bestimmten Gebiet werden: Er oder sie entwickelt aufgrund dieser Handlungserfahrungen die Kompetenz, zu antizipieren, welche der neu eintreffenden Daten wichtig sind. Auf diese Weise erweitert sich das mentale Konzept, das im Gehirn angelegt ist, und es kann mit immer neuen Fällen umgehen.

Die Anfänge der KI-Forschung: Starke und schwache KI

Wahrnehmung und Intelligenz faszinieren die Forschung bereits seit Jahrtausenden. Als nach dem Zweiten Weltkrieg die digitalen Rechner aufkamen, setzte eine neue Phase ein. Nun begannen Wissenschaftler in aller Welt damit, sich intensiv mit Computern und Intelligenz zu beschäftigen: Die KI-Forschung war geboren.

Berühmt geworden ist die Konferenz am Dartmouth College in Hanover, New Hampshire, auf der führende Wissenschaftler im Jahre 1956 diskutierten, wie man mithilfe von Programmen Künstliche Intelligenz (im Englischen: Artificial Intelligence oder kurz AI) erzeugen könnte. Auf dieser Konferenz wurden viele Aspekte Künstlicher Intelligenz vorgestellt, die auch heute noch im Gespräch sind. Ausgehend von der Dartmouth-Konferenz entstand eine Art Arbeitsdefinition der KI: Sie ist diejenige Wissenschaft, die sich mit der Entwicklung von Maschinen beschäftigt, die sich intelligent verhalten.

Marvin Minsky, ebenfalls ein Pionier der KI, sagte später:

»Artificial Intelligence is the science of making machines do things that would require intelligence if done by men.«

Die Gründerväter der KI

Das Forschungsprojekt am Dartmouth College in Hanover, New Hampshire, von 1956 gilt als Geburtsstunde der Künstlichen Intelligenz

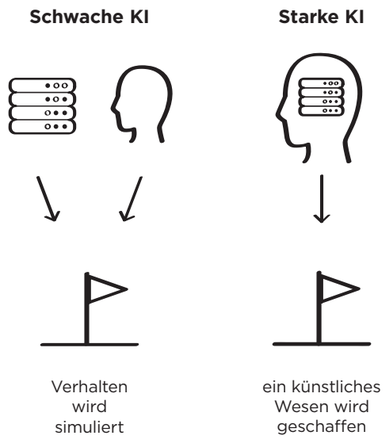
Das lässt sich auch so lesen: KI simuliert menschliche Intelligenz. Über diesen Punkt gab es aber immer wieder Diskussionen. Einige Wissenschaftler sind auch heute der Ansicht, es reiche aus, ein Methodenarsenal zu entwickeln, das intelligentes Verhalten simuliert. Entscheidend sei sozusagen, was hinten rauskommt. Wenn eine kognitive Aufgabe gelöst wird, muss die Leistung messbar und ähnlich überzeugend sein wie die eines Menschen. Diese heute sehr verbreitete Position nennt man **schwache KI,** und zwar im Unterschied zur **starken KI,** die von Wissenschaftlern vertreten wird, die Künstliche mit menschlicher Intelligenz gleichsetzen. Das Forschungsziel der starken KI ist letztlich ein künstliches Wesen. Es würde ein Bewusstsein entwickeln, mitfühlen und letztlich dem Menschen geistig ebenbürtig sein. Ein Ziel, das in weiter Ferne liegt, wenn es denn überhaupt jemals erreicht werden kann. Doch auch heute noch, oder vielleicht gerade wieder heute, gibt es Wissenschaftler, die dieses Ziel propagieren.

Zumindest steht fest, dass wir kognitive Leistungen heute schon sehr gut mit unterschiedlichen Methoden auf Computern simulieren können und dass damit beeindruckende Ergebnisse erzielt werden.

Ein Kategoriensystem als Grundlage für Künstliche Intelligenz

Wer menschliche Intelligenz simulieren will, muss begreifen, was diese eigentlich ausmacht. Das systematische Nachdenken darüber geht bis auf die griechischen Philosophen in der Antike zurück. Die hatten sich insbesondere zwei Fragen gestellt. Zunächst: Was ist da?

Um diese Frage zu beantworten, hatte Aristoteles ein Kategoriensystem entwickelt. Das Kategoriensystem umfasste unterschiedlichste Orte, Formen, Substanzen und Zeiten, die gemeinsam das Ganze der Welt abbilden sollten. Daraus



Starke und schwache KI

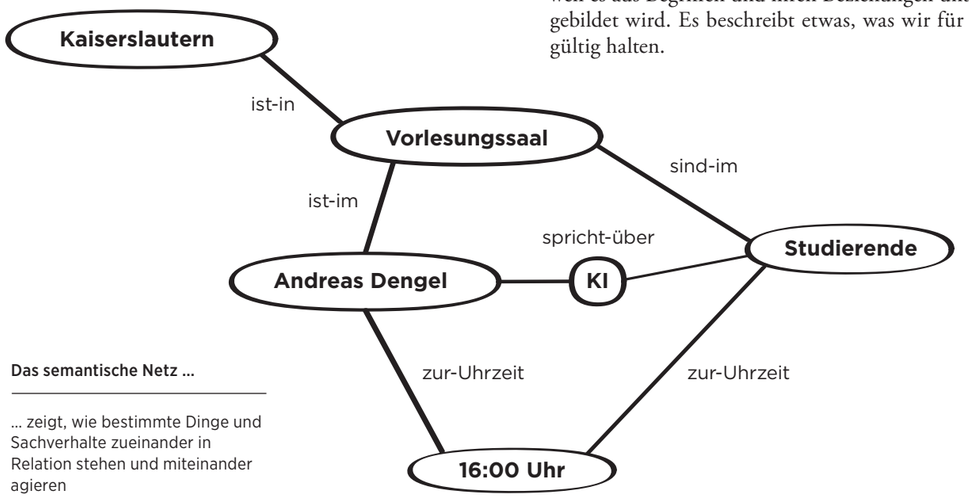
Schwache KI beschränkt sich darauf, menschliches Verhalten zu simulieren; starke KI hat zum Ziel, ein künstliches Wesen zu erschaffen

ergab sich die zweite Frage: Was gibt es zu sagen über die Dinge, die da sind?

Diese Frage richtet sich auf die Eigenschaften der Dinge und ihre Beziehungen untereinander. Das Ziel war es, auf diese Weise ein Modell der Welt zu erstellen. Aus heutiger Sicht könnte man sagen: Aristoteles hat eine Ontologie entworfen, die unterschiedliche Aspekte der Welt beschreibt, sowie ein sogenanntes Prädikationssystem, das Eigenschaften und Zusammenhänge wiedergibt. Auf der Basis ähnlicher Überlegungen entwickeln KI-Forscher heute Computersprachen, um Wissen über die Welt formal zu repräsentieren.

Sie tun es beispielsweise mit sogenannten semantischen Netzen. Ein semantisches Netz besteht, ganz nach der Sichtweise des Aristoteles, aus mehreren Elementen: Orten, Ereignissen, Institutionen oder Personen, die ihrerseits jeweils gewisse Eigenschaften haben. Und sie stehen miteinander in Wechselwirkung, haben also bestimmte Beziehungen zueinander.

Wenn wir beispielsweise anhand eines semantischen Netzes eine Vorlesung beschreiben würden, müssten wir zunächst einmal abbilden, dass Personen in einem Vorlesungssaal zusammensitzen. Der Hochschullehrer als Person befindet sich an diesem Ort, zu einer bestimmten Zeit, und er interagiert mit anderen Personen in bestimmten Zusammenhängen und mit bestimmten Themen. Diese Beschreibung der Vorlesung ließe sich grafisch als Netz mit Knotenpunkten und Verbindungen darstellen. Es heißt »semantisches Netz«, weil es aus Begriffen und ihren Beziehungen untereinander gebildet wird. Es beschreibt etwas, was wir für wahr oder gültig halten.



Das semantische Netz ...

... zeigt, wie bestimmte Dinge und Sachverhalte zueinander in Relation stehen und miteinander agieren

Was wir jetzt also haben, ist eine gültige Beschreibung von Sachverhalten, die wir formal repräsentieren. Eine wichtige Fähigkeit menschlicher Intelligenz besteht nun darin, aus bestimmten Sachverhalten Schlüsse zu ziehen. Also aus bestehendem Wissen neue Kenntnisse zu erzeugen. Anders gesagt: aus einer gültigen Beschreibung neue Beschreibungen abzuleiten, die ebenfalls gelten. Nehmen Sie beispielsweise an, Sie erhalten die Information »Es regnet«, und Sie kennen eine Regel, die besagt: Wenn es regnet, ist es nass. Dann können Sie, ohne dass diese Information explizit vorliegt, schließen, dass die Straße nass ist.

Um zu untersuchen, wie sich derartige Schlüsse automatisieren lassen, hat man sich der Logik bedient, mit der sich Regeln aufstellen lassen. Solche Regeln haben eine allgemeine Form. Sie haben einen Bedingungsteil, also eine Prämisse. Die kann beispielsweise so aussehen: »Wenn A und B vorliegen«. Der Schlussteil, die Konklusion, heißt beispielsweise: »dann gilt auch C«. Die Regel verbindet beide: »Wenn A und B vorliegen, gilt auch C.« Natürlich ist das nur ein ganz einfaches Beispiel, wie im Fall unserer regennassen Straße. Logisches Schließen kann indessen beliebig kompliziert sein und erweitert werden.

Schlüsse in dieser Form zu ziehen ist Teil dessen, was intelligentes Verhalten ausmacht. Lassen Sie uns jetzt zwei Formen des intelligenten Schlussfolgerns betrachten: deduktives und induktives Verhalten. **Deduktives Verhalten** ist genau die Form, die wir gerade beschrieben haben. Es beruht auf Regeln, die auf Sachverhalte angewendet werden, welche als wahr gelten. Die Regeln sagen uns, dass daraus wiederum auf etwas Wahres geschlossen werden kann. Man kann sie als wahrheitserhaltend bezeichnen.

Induktives Verhalten hingegen ist nicht wahrheitserhaltend. Vielmehr sucht es in den Beobachtungen erst nach den Regeln. Sie können zum Beispiel sagen: »Dieser Rabe ist schwarz und jener ist auch schwarz«, und Sie könnten jetzt schlussfolgern, dass alle Raben schwarz seien. Das muss natürlich nicht unbedingt gelten. Aber Sie haben immerhin eine überprüfbare Annahme hergeleitet, Sie induzieren also aus beobachteten Fakten neues Wissen (in diesem Fall eine Hypothese). Dieses Schlussfolgern kann erkenntniserweiternd sein, muss aber nicht unbedingt wahrheitserhaltend sein.

Es gibt KI-Systeme, die dem deduktiven Prinzip folgen, und solche, die dem induktiven Prinzip folgen. Im folgenden Abschnitt lernen Sie ein einfaches Expertensystem kennen, dass deduktiv vorgeht. Später werden auch Systeme vorgestellt, die induktiv schlussfolgern.

Ein Expertensystem für Familienbeziehungen

Computerprogramme, die aufgrund einer Wissensbasis Fragen beantworten können, indem sie Schlüsse ziehen, nennt man auch Expertensysteme. Nehmen Sie einmal an, Sie wollten ein Expertensystem entwickeln, das Familienbeziehungen ableiten kann, und Sie hätten einen Text zur Verfügung wie beispielsweise

Fritz ist ein Mann. Fritz hat vier Kinder, seine beiden Töchter heißen Ulrike und Evi, seine beiden Söhne heißten Frank und Matthias.

Nun formen wir den ersten Satz so um, dass ein Computerprogramm ihn lesen kann. Hierzu folgen wir einer bestimmten Notation:

Ist_ein_Mann(Fritz)

Das »Ist_ein_Mann« ist die Eigenschaft, also das Prädikat, und »Fritz« ist eine Konstante (so genannt, weil Fritz immer Fritz bleibt).

Nun der zweite Satz: Fritz hat vier Kinder, seine beiden Töchter heißen Ulrike und Evi, seine beiden Söhne heißen Frank und Matthias. Daraus ergibt sich, dass Ulrike die Tochter von Fritz ist: Das ist die Beziehung, die beide zueinander haben. Formal aufgeschrieben:

Ist_Tochter_von(Ulrike, Fritz)

Das »Ist_Tochter_von« ist die Beziehung, wieder ein Prädikat, und die beiden Konstanten in der Klammer sind die Elemente, zwischen denen die Beziehung gilt (die Reihenfolge ist wichtig).

Solche Beziehungen lassen sich für alle Kinder von Fritz aufstellen, jedenfalls sofern ihr Geschlecht bekannt ist:

Ist_Sohn_von(Frank, Fritz)

oder

Ist_Tochter_von(Evi, Fritz)

Wenn wir weiteres Wissen ableiten wollen, reicht dieser Text aber nicht aus. Dafür benötigen wir deduktive Regeln. Beispielsweise eine Regel für die Großvaterbeziehung zwischen zwei noch nicht feststehenden, sondern uns unbekannten Personen. Um diese Regel aufzustellen, benötigen wir sogenannte Variablen: Platzhalter für Konstanten, also bekannte Personen wie beispielsweise Fritz, Ulrike oder Frank. Die Platzhalter nennen wir X, Y und Z. Die Regel könnte nun lauten: Wenn X ein Sohn von Z ist und Z wieder ein Sohn von Y, dann ist X ein Enkel von Y. Formal notiert sähe das dann so aus:

Ist_Enkel_von(X,Y): -Ist_Sohn_von(X,Z), Ist_Sohn_von(Z,Y)

Das Zeichen »: -« können Sie lesen als: »Ergibt sich aus«.

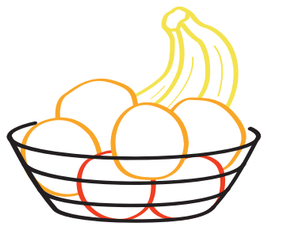
Derartige Regeln mit Variablen lassen sich beliebig kombinieren. Bei ihrer Anwendung werden die Variablen durch Konstanten ersetzt, und dann werden Schlüsse gezogen.

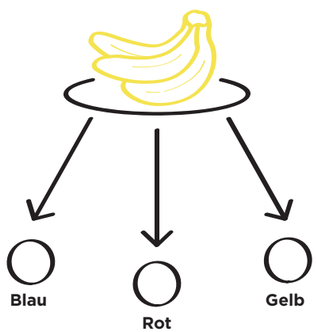
Solche Konstanten müssen nicht bloß Namen sein wie in unserem Beispiel. Sie können auch aus Daten bestehen, die als wahr gelten und mit denen die Variablen (also die Platzhalter) gefüttert werden. Wie zum Beispiel mit den Sensordaten aus einem Automotor, anhand derer ein Diagnosesystem während der Fahrt den Motorzustand überprüfen soll. Die Daten landen in den Variablen des Wenn-Teils, dann werden die Regeln ausgeführt, und wir haben ein Ergebnis. Das wiederum kann in den Prämissenteil einer weiteren Regel Einzug halten. Es können daher mehrere Regeln miteinander arbeiten, bis das System einen Fehler im Motor ausgelesen hat – oder eben keinen. So geht KI. Aber nicht nur so.

Symbolische und subsymbolische KI

Bis hierhin haben wir uns mit klassischen Verfahren der KI befasst. Diese Methodik bezeichnet man auch als **symbolische KI,** weil sie Elemente der realen Welt mit Symbolen beschreibt. Symbolische KI ordnet Gegenständen bestimmte Symbole zu, explizit und nachvollziehbar. Ihre Ergebnisse lassen sich mithilfe der Regeln auf die Wenn-Teile zurückverfolgen, sie ist – im Prinzip! – transparent.

Daneben gibt es die sogenannte **subsymbolische KI.** Deren Verfahren stehen im Mittelpunkt des maschinellen Lernens, das ohne eine symbolisierte Wissensbasis auskommt. Die Systeme der subsymbolischen KI lernen beispielsweise, Dinge zu klassifizieren. Um das besser zu verstehen, betrachten wir jetzt einmal eine Obstschale mit Äpfeln, Apfelsinen und Bananen. Wie lassen sich diese Gegenstände klassifizieren? Beginnen wir mit der Farbe. Apfelsinen sind orange und Bananen gelb, die Äpfel haben von beidem etwas. Nun gut, wenn wir nur Obst klassifizieren möchten und lediglich diese drei Sorten hätten, würden die Farben dafür genügen. Das heißt, dieses eine Merkmal, die Farbe, wäre ausreichend.





Die Systeme der subsymbolischen KI ...

... lernen die Klassifizierung von Dingen nach Eigenschaften – hier wird Obst nach Farben sortiert

Aber die Realität ist vielfältiger als ein Obstkorb. Oft muss ein KI-System mit sehr vielen Eigenschaften hantieren. Ein weiteres Merkmal wäre für die Banane vielleicht die gekrümmte Form, die sie von anderen gelben Objekten unterscheidet. Mithilfe derartiger Merkmale soll das System dann beispielsweise in der Lage sein, auf Bildern mit unterschiedlichen, ebenfalls gelben Objekten die Banane wiederzuerkennen. Außerdem muss so ein System robust sein, und das bedeutet: Seine Klassifizierung sollte nicht von verschiedenen Blickwinkeln auf ein Objekt, wie eine Banane, abhängen. Sie erscheint schließlich nicht immer krumm. Fachlich ausgedrückt: Das Verfahren soll invariant gegen Transformationen sein. Auch andere Störungen müssen abgefangen werden, beispielsweise Unschärfen oder Verzerrungen in Bildern. Das sicherzustellen ist nicht einfach.

Wie kommt man überhaupt auf die richtigen Merkmale, anhand derer ein System Objekte klassifizieren kann? Es gibt ganze Wissenschaftsdisziplinen, die sich mit solchen sogenannten Feature Extractions oder Merkmalsextraktionsverfahren beschäftigen. Die geeigneten Merkmale zu finden, jedenfalls wenn ein Klassifizierungssystem in der realen Welt echte Leistungen erbringen soll, ist ausgesprochen aufwendig. In vielen Fällen stößt diese Methode an Grenzen.

Abhilfe können neue Verfahren schaffen, die **Deep Learning** genannt werden. Es handelt sich um Systeme, denen man nicht eine Vielzahl von Merkmalen beibringen muss, damit sie Objekte sicher klassifizieren können. Man braucht nur noch eine Menge beschrifteter Beispiele, etwa Bilder, die ein Label tragen wie Hund, Katze oder Maus. Mit so einem Datensatz trainiert man nun ein solches System, indem man ihm sagt: Das ist jetzt eine Maus, das ist jetzt eine Katze und dies ein Hund – und das System lernt selbstständig, welche Merkmale wichtig sind, um später diese Tiere voneinander zu unterscheiden. Es geht induktiv vor. Wie das alles funktioniert, davon handelt die folgende Lektion.

Auf den Punkt

- Mit dem Aufkommen der Computer in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg begann auch das Forschungsgebiet »Künstliche Intelligenz« (KI)
- Intelligenz baut auf der Sinneswahrnehmung auf, besonders auf der visuellen Wahrnehmung
- Man spricht von »schwacher KI«, wenn das Ziel der Forschung darin besteht, menschliches intelligentes Verhalten zu simulieren. »Starke KI« setzt sich zum Ziel, intelligente Wesen zu erschaffen
- Symbolische KI arbeitet mit Zeichen und Regeln, die geistige Vorgänge ausdrücklich (explizit) wiedergeben. Subsymbolische KI überlässt das Erlernen intelligenter Leistungen den Maschinen, die Eigenschaften lernen und implizit repräsentieren

sachtler

Dozenten

Prof. Dr. Prof. h. c. Andreas Dengel

Andreas Dengel ist Standortleiter am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern und wissenschaftlicher Direktor des dortigen Forschungsbereichs Smarte Daten & Wissensdienste.
Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen maschinelles Lernen, Mustererkennung und Data-Mining. Bereits seit 1993 ist er Professor am Fachbereich Informatik der Universität Kaiserslautern. Er ist Gründer, Initiator und Mentor vieler erfolgreicher Start-ups. Zudem berät er akademische Einrichtungen, Forschungsprogramme sowie Ministerien im In- und Ausland.

Richard Socher PhD

Richard Socher ist Chefwissenschaftler des amerikanischen Technikunternehmens Salesforce, für das er an Künstlicher Intelligenz forscht. Zudem unterrichtet er als Gastprofessor an der Universität Stanford. Als Gründer und CEO seines Start-ups MetaMind verkaufte er dieses 2016 an Salesforce. Er ist einer der wichtigsten deutschen KI-Experten im Silicon Valley. Socher erhielt für seine Arbeit bereits diverse Auszeichnungen. Promoviert hat er an der Stanford-Universität im Bereich Deep Learning und gewann den Preis für die beste Stanford-Doktorarbeit seines Jahrgangs im Bereich Informatik.

Dr. Elsa Andrea Kirchner

Elsa Andrea Kirchner ist Leiterin des Teams Nachhaltige Interaktion und Lernen im Robotics Innovation Center (RIC) am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Bremen. Zudem leitet sie das Brain & Behavioral Integrationlab der AG Robotik der Universität Bremen im Fachbereich Mathematik und Informatik, wo sie 2014 ihren Abschluss in Informatik machte. Ihre wissenschaftlichen Interessen konzentrieren sich auf Mensch-Maschine-Interaktion, kognitive Architektur, Neuropsychologie und Elektrophysiologie-Methoden. Seit 2018 ist sie Mitglied der deutschen Plattform für Künstliche Intelligenz im Bereich Medizintechnik & Pflege.

Shirley Ogolla

Shirley Ogolla ist Wissenschaftlerin auf den Gebieten Internetbasierte Innovation sowie Internet Policy and Governance am Humboldt-Institut für Internet und Gesellschaft in Berlin. Sie forscht zu neuen Formen digitaler Partizipation im Betrieb und zum Einsatz von KI in der Wissensarbeit. Ihr Master in Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin und der New York University folgte auf ihren Bachelor in Medienkulturwissenschaft und Kunstgeschichte an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und an der Sorbonne IV in Paris. Am Berkman Center for Internet and Society an der Harvard University beschäftigte sie sich mit diskriminierenden Entscheidungen von Algorithmen.

Quellen

Bildnachweise

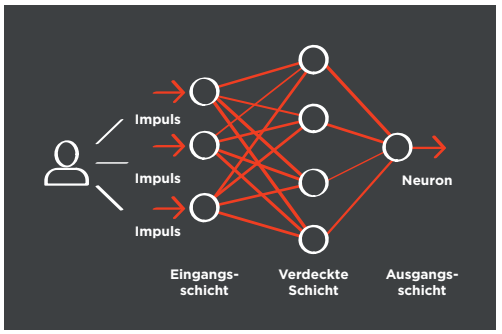
Bild: Behind The Scenes © Felix Amsel, 2019; Bild: Behind The Scenes © Felix Amsel, 2019 **Lektion 1:** 1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI © Science ABC, https://www.scienceabc.com/wp-content/uploads/2018/01/John-maccarthy-marvin-minsky-claude-shannon-ray-solomonoff-alan-newell-herbert-simon-arthur-samuel-oliver-selfridge-nathaniel-rochester-trenchard-more-the-founding-fathers-of-ai.webp **Lektion 2:** Professional »Go« Player Lee Se-dol-Plays Google's AlphaGo – Last Day © Getty Images AsiaPac, 2016; Schwarze Katze halbes Gesicht © iStock by Getty Images, Nils Jacobi, 2018; Arzt Tierarzt Klinik © iStock by Getty Images, Vasyl Dolmatov, 2017; Katzen im Waschbecken miteinander schlafen © iStock by Getty Images, Mordolff, 2018 **Lektion 4:** Alan Turing by Elliott & Fry © National Portrait Gallery, London, 1951; Neurologist William Grey Walter in 1949 Cropped image/screen capture, adaptation from a still of a BBC television broadcast from 1950 © By Spiessens – Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44771102; A Nao robot of the SPL team B-Human, RoboCup 2016 in Leipzig, Germany © By Peter Schulz – Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=50729086; Das System »Coyote« © Felix Amsel, 2019 **Lektion 8:** Felsen Yosemite Valley © Andreas Dengel; Furcht einflößender Hund © iStock by Getty Images; Süßer Hund © iStock by Getty Images; Screenshot Visual Sentiment Ontology © https://visual-sentiment-ontology.appspot.com; stormy landscape © Suzanne Hallam, flickr **Lektion 9:** Screenshot reCAPTCHA © Google; Porträt Andreas Dengel © Felix Amsel, 2019; Porträt Socher © Salesforce; Porträt Elsa Andrea Kirchner © Felix Amsel, 2019; Porträt Shirley Ogolla © Felix Amsel, 2019

ZEIT AKADEMIE

Künstliche Intelligenz | Die Zukunft von Mensch und Maschine

Ihre Dozenten: Richard Socher (hier im Bild), Andreas Dengel, Elsa Andrea Kirchner und Shirley Ogolla führen durch das Seminar

Unsere Experten aus Wissenschaft und Praxis vermitteln ein umfassendes technisches Verständnis über die Funktionsweise von Künstlicher Intelligenz. So erklärt Andreas Dengel vom DFKI Kaiserslautern in vier Lektionen die Grundlagen der Technologie und Richard Socher, der auf dem Gebiet der Neurolinguistik forscht, beschreibt, wie Computer lernen, die komplexe menschliche Sprache zu verstehen. Der Frage, wie die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine aussehen kann, geht die Roboter-Expertin Elsa Andrea Kirchner (DFKI Bremen) nach. Und welche Aufgaben auf die Gesellschaft zukommen, im Hinblick auf den Einsatz von KI auf dem Arbeitsmarkt, zeigt Shirley Ogolla (Humboldt-Institut Berlin) auf. Darüber hinaus gewähren zahlreiche Unternehmen praktische Einblicke in die Anwendung der Technologie und berichten über neue Möglichkeiten und Herausforderungen für die Wirtschaft.



Anschaulich erklärt: Anhand von Illustrationen, Animationen und Einblicken werden komplexe Sachverhalte verdeutlicht

Aus der Praxis: Experten berichten über die verschiedenen Anwendungsbereiche der KI

Video-Seminar mit Buch | 10 Lektionen

1. **Künstliche Intelligenz**
   Eine Einführung
2. **Maschinelles Lernen**
   Das Gehirn als Vorbild für künstliche neuronale Netze
3. **KI im Unternehmen**
   Anwendungen, Strategien und Geschäftsmodelle
4. **Intelligente Roboter**
   Einsatzfelder autonomer Systeme
5. **Zusammenarbeit von Menschen und Robotern**
   Interaktion und Sicherheit
6. **Sprache und KI**
   Computer, die den Menschen verstehen
7. **Digitale Assistenten**
   KI, die uns im Alltag hilft
8. **Multimedia-Data-Mining**
   Trends und Emotionen in Big Data erkennen
9. **KI und Arbeit**
   Prognosen, Chancen und Herausforderungen
10. **KI und Ethik**
    Verantwortung, Erklärbarkeit und Transparenz algorithmischer Entscheidungen

Interview
Richard Socher im Interview mit Jochen Wegner, Chefredakteur ZEIT ONLINE