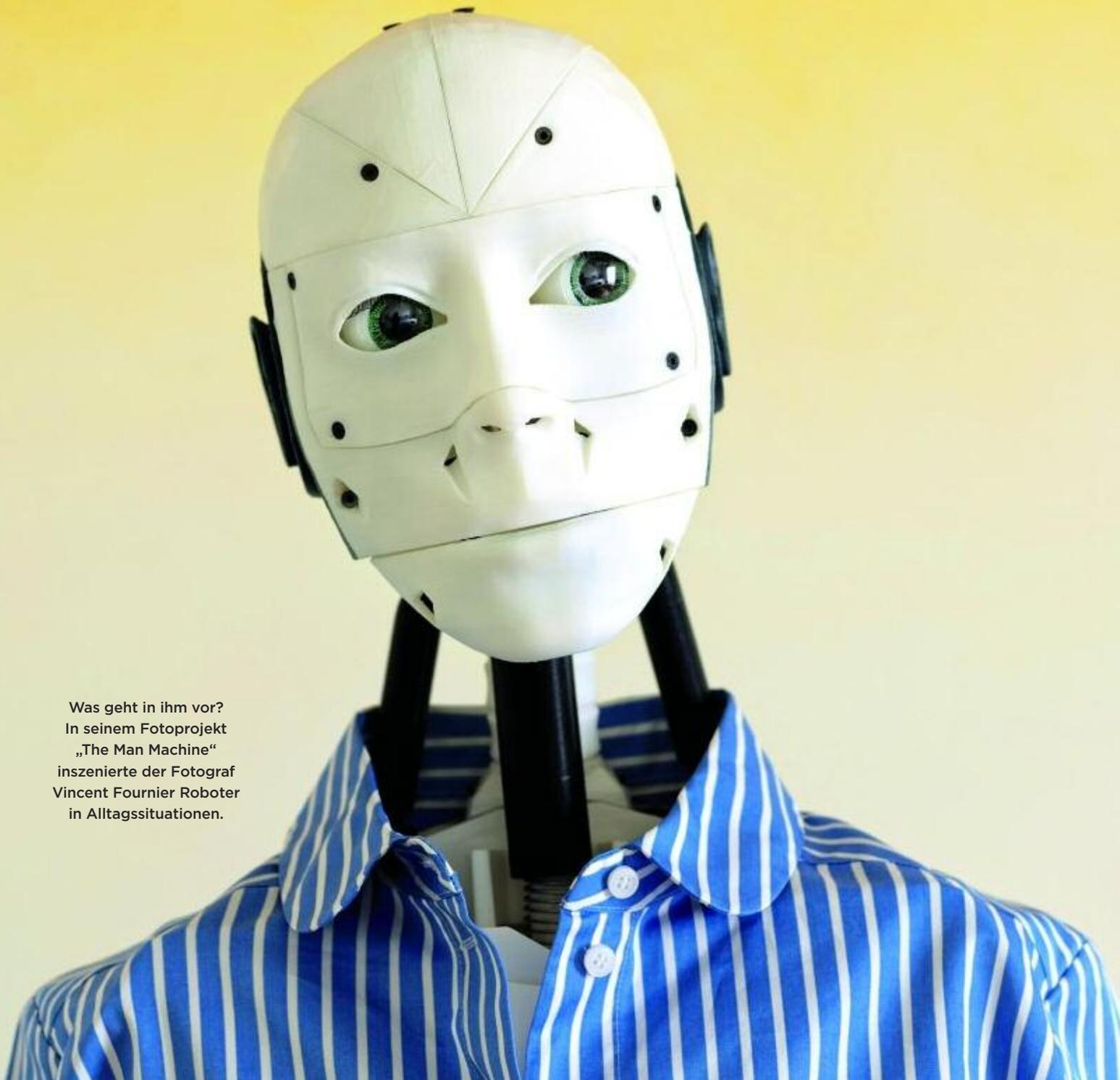


Wir Besserwisser

Was geht in ihm vor?
In seinem Fotoprojekt
„The Man Machine“
inszenierte der Fotograf
Vincent Fournier Roboter
in Alltagssituationen.



Computer gewinnen im Schach. Doch von den Fähigkeiten des menschlichen Gehirns ist die künstliche Intelligenz noch weit entfernt.

TEXT DENIS DILBA FOTOS VINCENT FOURNIER

WENN SICH STEPHEN HAWKING und Elon Musk öffentlich zu einem Thema äußern, dann hört nicht nur die Fachwelt sehr genau hin. Superschlaue Maschinen könnten sich einst gegen ihre Schöpfer wenden und so das Ende der Menschheit besiegeln, warnen das Physikgenie und der Ausnahmeunternehmer immer wieder. Vor allem die Politik müsse sich deshalb mit den Risiken auseinandersetzen und die Erforschung der künstlichen Intelligenz (KI) regulieren, bevor es zu spät sei, fordern Hawking und Musk.

Die Frage, ob Maschinen irgendwann genauso intelligent sein werden wie Menschen, ist eine der spannendsten unserer Zeit. Da droht, in ferner Zukunft, das Risiko einer maschinellen Machtübernahme. Und viel früher noch stehen fundamentale Umwälzungen an, wenn Automaten immer mehr Aufgaben erhalten, Jobs verloren gehen und Roboter in zahlreichen Branchen zu Arbeitskollegen werden.

Doch abgesehen von den gesellschaftlichen Folgen geht es um eines der wohl faszinierendsten Rätsel der Wissenschaft: Lässt sich menschliche Intelligenz imitieren – oder gar nachbauen? Oder ist das menschliche Denken einzigartig, etwas, was uns von allen anderen Tieren unterscheidet, niemals technisch einzuholen?

Für die Mahner Musk und Hawking scheint das keine Frage zu sein: Sie glauben fest an das Potenzial der Maschinen. Viele andere Wissenschaftler hegen allerdings erhebliche Zweifel. „Es gibt sowohl in der Hardware als auch in der Software gewaltige Unterschiede zwischen einem heutigen KI-System und dem menschlichen Gehirn“, sagt Wolfgang Wahlster, Chef des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche

Intelligenz (DFKI) mit Sitz in Saarbrücken. „Von der generellen Leistungsfähigkeit und Alltagsintelligenz des Menschen ist die KI noch extrem weit entfernt.“

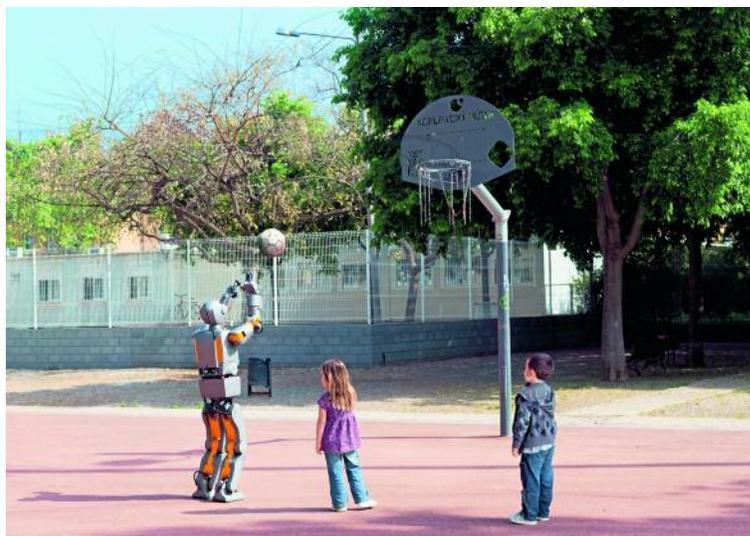
Das allerdings bedeutet nicht, dass die Technik zwangsläufig in allen Bereichen schlechter abschneidet. Bei Schach, Dame, Scrabble und anderen Spielen triumphieren die Maschinen schon über den Menschen. Und sie werden immer besser. Kürzlich erst siegte das Programm „AlphaGo“, entwickelt von der Google-Tochterfirma Deepmind, im Brettspiel Go gegen die amtierende Nummer eins der Go-Weltrangliste (siehe Seite 109). Es war der Beweis, dass Computer auch mit eigentlich nicht berechenbaren Problemen klarkommen kön-

nen. Das hatte man zuvor lange für unmöglich gehalten.

AUCH BEI ANDEREN Aufgaben, die eigentlich kognitive Leistung voraussetzen, haben die Rechensysteme jetzt schon die Nase vorn. Sie erkennen Bilder oder Sprache, erfassen Texte oder prüfen Messdaten auf bestimmte Muster. Schlaue Programme lesen aus den Messwerten von Sensoren heute schon ab, wann eine Industrieanlage gewartet werden muss, sodass Schäden gar nicht erst auftreten können. Andere können CT-Bilder verlässlicher auswerten als Ärzte.

Mit menschlicher Intelligenz allerdings hat das noch nicht viel zu tun. „Trotz ihrer Leistungsfähigkeit sind das im Prinzip alles noch ‚Fachidiotensysteme‘, die nur eine einzige Aufgabe extrem gut beherrschen“, sagt DFKI-Forscher Wahlster, der seit fast 40 Jahren künstliche Intelligenz entwickelt und erforscht. Selbstständig weiterdenken und auf diese Weise auch bisher unbekannte Probleme lösen können die Maschinen nicht. So siegte der Schachcomputer „Deep Blue“, eine Entwicklung von IBM, zwar 1997 in einem Wettkampf gegen den damaligen Schachweltmeister Garri Kasparow. Doch er schaffte nicht einen einzigen Zug beim Damespiel.

„Wenn eine KI heute eine neue Aufgabe lernen soll, müssen wir bei der Programmie-



Roboter können bisher nur Aufgaben erledigen, für die sie programmiert wurden. Jedes Kind hingegen kann selbstständig weiterdenken.

„Menschen hingegen können generalisieren und abstrahieren.“ Wer Schach beherrscht, erkennt, ohne jemals Dame gespielt zu haben, dass es sich dabei ebenfalls um ein Brettspiel handelt: Es gibt ein Spielfeld und Steine. Die Regeln des Spiels lassen sich dann durch Versuch und Irrtum, Beobachtung und Imitation der Spielzüge des Gegners erschließen.

„Mit diesem Rückgriff auf abgespeicherte Erfahrungen können Menschen vergleichsweise einfach einander verwandte Tätigkeiten ausführen“, sagt Francesca Rossi. Skateboarder können oft auf Antrieb Snowboard fahren, Rollerblader innerhalb kurzer Zeit problemlos Schlittschuh laufen. Um das Intelligenzniveau von Menschen zu erreichen, müssten die Maschinen diese Art der Transferleistung selber bewältigen.

Daran tüfteln KI-Forscher derzeit. Die Google-Tochterfirma Deepmind hat dabei die Nase vorn. Im Windschatten der AlphaGo-Entwicklung hat ein Team um den Physiker James Kirkpatrick einen Algorithmus programmiert, der es künstlichen neuronalen Netzen möglich macht, altes Wissen für neue Probleme zu verwenden.

Die im Aufbau grob an die Funktionsweise des menschlichen Gehirns angelehnten Netzwerke bestehen aus mehreren Schichten von künstlichen Neuronen. Sie sind miteinander verbunden und darauf ausgelegt, selbstständig Muster in verschiedensten Daten zu erkennen. Daraus lernen sie dann. „Deep Learning“, „tiefgehendes Lernen“, nennt man diese Technik.

Der neue Algorithmus merkt sich nun außerdem jene Verbindungen im Netzwerk, die bei der Lösung eines Problems am wichtigsten waren. Vor eine neue Aufgabe gestellt, kann die KI dann die im Netzwerk gespeicherte Erfahrung heranziehen. Mit diesem „Langzeitgedächtnis“ ausgestattet, spielte das Programm erfolgreich zehn zufällig ausgewählte klassische Atari-Videospiele. Das Programm kannte die Spiele nicht, baute aber auf seine Erfahrungen aus den bereits absolvierten Partien auf und lernte so hinzu.

RICHTIG RUND lief das allerdings noch nicht: Im Vergleich zu KI-Netzwerken, die nur ein einziges Spiel beherrschen, schnitt die Allround-KI schlechter ab. Trotzdem wird die Arbeit der Londoner Firma als Meilenstein betrachtet: Ein solcher Mecha-



Intelligenz der Finger

Wie groß ist das zu greifende Objekt? Ist es stabil oder zerbrechlich, glitschig oder rau? Solche Fragen müssen genau geklärt sein, bevor eine Greifhand an einen Roboterarm montiert wird. Menschliche Finger dagegen fassen nicht nur flexibel Gegenstände verschiedenen Gewichts und Größe, von Kaffeetasse über Fußball bis Tischplatte, sondern erspüren auch noch deren Temperatur und Oberflächenbeschaffenheit. Und wenn die Hand abrutscht, justiert sie in Echtzeit nach und ändert die Griffart. Forscher nennen diese Fähigkeiten sensomotorische Intelligenz. Roboterhände sind von so viel Geschick noch sehr weit entfernt, die meisten können kaum Türen öffnen.



VIDEO: Roboter mit Feingefühl

<http://spiegel.de/sw042017roboter>

nismus galt für ein künstliches neuronales Netz (KNN) bisher als ausgeschlossen.

Auch der Saarbrücker Experte Wahlster findet den Ansatz spannend. Er sieht bei den künstlichen Lernsystemen aber noch viele ungelöste Fragen. So sei seinem Team zuletzt ein entscheidender Schwachpunkt solcher Systeme aufgefallen: „KNN können einmal Gelerntes nicht einfach wieder verlernen.“

Auch Menschen fällt das schwer: Wer sich beim Erwerb einer Fremdsprache erst mal falsche Konjugationen angewöhnt und kommunikativ auch erfolgreich angewendet hat – die Briten verstehen zum Beispiel ja auch „swimmed“ als falsch gebildetes Partizip von „to swim“ (schwimmen) – der wird diesen Fehler beharrlich weitermachen. Um auf das richtige „swum“ umzuschwenken, braucht es beharrliche Übung.

Bei einem KI-System, das mit falschen Daten gelernt hat, hilft hingegen bisher nur noch: Stecker ziehen. Das war im vergangenen Jahr bei dem auf KI-Technik basierenden Chatroboter Tay von Microsoft nötig.

Eigentlich sollte die Software per Twitter mit Menschen kommunizieren, von ihnen lernen und auf diese Weise immer klüger werden. Aber offenbar orientierte sich Tay an den falschen Twitter-Nutzern: Innerhalb weniger Stunden mutierte das als braver virtueller Teenie gestartete Programm zum gehässigen und sexistischen Rassisten. Ein Fiasco: Der IT-Konzern musste Tay abschalten.

DIE ENTWICKLER BEGINNEN gerade erst darüber nachzudenken, wie KI-Systeme gerettet werden können, wenn sie mit falschen Daten gelernt haben. „Trotz aller Erfolge zeigt unsere tägliche Forschung immer wieder, wie viel die KI im Gegensatz zum Menschen noch nicht kann“, sagt Wahlster. Vor allem macht sie auch deutlich, wie unglaublich effizient die menschliche Intelligenz organisiert ist. „Im Vergleich zu Maschinen brauchen wir viel geringere Datenmengen, um zu lernen“, sagt Wahlster.

Tatsächlich: Betrachtet man die Go-Duelle zwischen Mensch und Maschine unter diesem Aspekt, sind Menschen die haushohen Gewinner. Das Deepmind-Programm AlphaGo wurde mit den Daten von mindestens 100 Millionen Spielen gefüttert, schätzt Samuel Gershman, Neurowissenschaftler und Psychologe an der Harvard University bei Boston. Deepmind-Matchgegner Lee Sedol, Weltklassemann aus Südkorea, habe hingegen in seinem gesamten Leben nur etwa 50 000 Spiele bestritten. „Wenn man sich diese Zahlen anschaut, ist es umso beeindruckender, dass Lee überhaupt mit Al-

phaGo konkurrieren konnte“, so Gershman. Die große Frage lautet: Könnte sich ein Go-Programm in der Weltklasse behaupten, wenn es nur mit der Erfahrung von 50 000 Spielen trainiert wurde? Um eine solche Effizienz zu erreichen, müsste man noch viel besser verstehen, wie Denkprozesse im Gehirn ablaufen.

Nach dem Wissensstand von heute operiert die menschliche Intelligenz über eine Vielzahl häufig gleichzeitig ablaufender Prozesse im Hirn. Das zeigt sich besonders deutlich an der Fähigkeit des Menschen zu dem, was Ingenieure „Sensorfusion“ nennen: Wenn man einer Person in einer sehr lauten Fabrikhalle etwas zuschreit, wird sie das akustisch vielleicht nicht vollständig wahrnehmen können. Doch das Gehirn ergänzt die fehlenden Informationsteile durch andere Quellen, erläutert KI-Experte Wahlster: „Der Hörende schaut dann zusätzlich auf den Mund und beobachtet Mimik und Gestik des Schreienden.“ Dieses Informationsmosaik reiche oft aus, um die Aussage dann doch zu verstehen.

Dadurch gleicht der Mensch seine – abgesehen vom Sehen – vergleichsweise schwachen Einzelsinne elegant und effektiv aus. Im Bereich der KI ist die Sensorfusion ein aktuelles Forschungsthema; sie könnte zum Beispiel beim selbstfahrenden Auto die Sicherheit erheblich erhöhen.

Wird die KI den Menschen überhaupt jemals übertreffen – und, wenn ja, wann? Katja Grace vom Future of Humanity Institute an der Universität Oxford hat diese



Experten sagen voraus, dass künstliche Intelligenz in nicht einmal 50 Jahren in jeder Tätigkeit besser sein wird als der Mensch.

Frage 352 KI-Experten gestellt. Die Fachleute waren erstaunlich optimistisch. In 45 Jahren, so ihre Prognose, werde künstliche Intelligenz in jeder Tätigkeit besser sein als der Mensch. Ganz abgesehen davon, dass solche Vorhersagen immer mit Skepsis zu betrachten sind. Das bedeutet noch nicht, dass solche Systeme dann auch so intelligent sind wie Menschen.

IBM-Forscherin Francesca Rossi und auch DFKI-Chef Wahlster glauben jedenfalls nicht daran, dass Maschinen menschliches Denken ersetzen werden. Sie gehen vielmehr davon aus, dass sich Mensch und KI ergänzen werden. Rossi beschreibt das am Beispiel KI-unterstützter medizinischer Versorgung: Künftig könne sich beispielsweise ein KI-System sämtliche Daten eines Patienten besorgen, alles über seine Krankheit wissen und auch jeden ähnlichen Fall kennen.

Mit diesen gebündelten Informationen könnten Ärzte dann schneller und fundierter als je zuvor die Behandlungsoptionen prüfen und sich für die bestmögliche entscheiden. „Indem uns KI hilft, unsere Aufgaben schneller und besser auszuführen, werden wir mehr Zeit für uns selbst und unsere Lieben haben“, schwärmt Rossi. Für sie sind das rosige Aussichten: „Das wird uns menschlicher als je zuvor machen.“

Denis Dilba zockt trotz unschlagbarer künstlicher Intelligenz noch ab und an (den Atari-Klassiker) „Space Invaders“.