

DAS DUELL

...

Ein Folio-Redaktor tritt in sechs Disziplinen gegen den Computer an.
Er erleidet peinliche Niederlagen und erringt lächerliche Siege.
Die Maschinen sind uns dicht auf den Fersen. VON RETO U.SCHNEIDER



Für eine Überraschung gut: Die künstliche Intelligenz übertrifft den Menschen, wo er sich überlegen wähnt.

1. Schach

Als ich meinen Bauern am Bildschirm von e2 nach e3 ziehe, ist die Ehre der Menschheit schon verloren. Es war mein erster Zug gegen das Schachprogramm Fritz. Sein Miterfinder Mathias Feist, der neben mir sitzt, hat ihm fünf Sekunden Bedenkzeit pro Zug eingeräumt. «*Sie* dürfen natürlich so lange überlegen, wie Sie wollen», hat mir Feist vor der Partie gesagt, wohlwissend, dass seine Grosszügigkeit folgenlos bleiben wird: Gegen die von ihm geschaffene Kreatur hilft alle Zeit der Welt nichts. Als ich ihn nach Schwachstellen fragte, ob sich Fritz vielleicht von ungewöhnlichen Zügen verwirren lasse, hat er nur gelacht.

Ich habe mir vorgenommen, die Intelligenz der Computer auf die Probe zu stellen. In sechs Disziplinen werde ich gegen sie antreten. Der Kampf Mensch gegen Maschine soll zeigen, wie viel vom geistigen Terrain, das der Mensch noch vor kurzem für uneinnehmbar hielt, der Rechner schon erobert hat. Gelingt es ihm in einer Unterhaltung, für einen Menschen gehalten zu werden? Erkennt er schneller als ich, was auf einem Bild zu sehen ist? Hört, sieht und versteht er besser? Kann er gar schönere Texte schreiben?

Das erste Duell findet im schmucklosen Konferenzraum der Firma Chessbase in Hamburg statt. Dass es nicht gut für mich ausgehen wird, verrät schon die lange Reihe der Pokale auf dem Regal an der Wand. Auf einem steht: «II Match Mundial. Personals vs Computadoras. Noviembre 2005.» Dazwischen gross der Name Fritz.

Schon bevor der Begriff künstliche Intelligenz in den 1950er Jahren geprägt wurde, hatte man Schach zum Testfall erklärt. Das königliche Spiel sollte zeigen, ob ein Computer nicht nur rechnen, sondern auch denken könne. 1958 sagte der spätere Nobelpreisträger Herbert A. Simon voraus, dass innerhalb von zehn Jahren ein Computer den Schachweltmeister entthronen würde, noch einmal zwanzig Jahre später könnten die Maschinen jede Arbeit erledigen, die ein Mensch in der Lage sei zu verrichten.

Diese Frist war zwar schon abgelaufen, als Mathias Feist mit seinem Kollegen Frans Morsch 1991 die Arbeit an Fritz aufnahm, doch auch Feist glaubte damals, dass Computerschach der erste Schritt auf dem Weg zu einer menschenähnlichen Intelligenz sei. Schliesslich waren die besten Schachspieler immer auch die intelligentesten Exemplare unserer Art. Da war es plausibel anzunehmen, dass der Sieg des Computers über den Schachgrosmeister auch andere Intelligenzleistungen in greifbare Nähe rücken würde.

In Anlehnung an den Modellorganismus der Genetiker, die Taufliege, nannte man Schach die «*Drosophila* der künstlichen Intelligenz». Aus dieser Sicht nahm mein Spiel gegen Fritz einen äusserst demoralisierenden Verlauf für unsere Spezies. Im neunten Zug nahm mir das Programm den zweiten Bauern, im elften ein Pferd. Noch entmutigender war allerdings die Statuszeile, die anzeigt, womit sich der Rechner gerade beschäftigt. Während ich mich mit der Gegenwart abmühte, schaffte er es, sich zehn Züge in die Zukunft zu hangeln und sich bereits alle möglichen Varianten meiner Niederlage zurechtzulegen.

Als Feist in den 1990er Jahren immer neue Versionen von Fritz programmierte, wurde ihm bald klar, dass seine Software wenig mit dem Vorgehen eines Schachspielers zu tun hatte. Wie das Flugzeug nicht den Vogel imitierte, bilde ein Schachprogramm nicht das Gehirn nach, sagt Feist. «Man schmeisst dem Programm einfach einen

Riesenhaufen Stellungen hin, und das beginnt darin zu wühlen, und es wühlt so schnell, dass es die richtigen Stellungen findet.» Ein guter Schachspieler kann pro Sekunde zwei Stellungen prüfen, Fritz zweieinhalb Millionen. «Aber der grösste Teil davon ist Müll», sagt Feist. Züge, die ein mittelmässiger Schachspieler nicht einmal erwägen würde. Deshalb hatten gute Schachspieler lange Zeit noch Chancen gegen die rohe Rechenkraft der Maschinen.

Im Jahr 1997 gewann erstmals ein Computer gegen den Schachweltmeister: der IBM-Rechner Deep Blue gegen Garri Kasparow. Dass auch Fritz mit steigender Rechenleistung und verbesserter Software den Rückstand zum Menschen aufholte, erfuhr Feist am eigenen Hirn. Früher spielte er, wenn er von der Arbeit nach Hause kam, zur Entspannung jeweils einige Partien Blitzschach gegen Fritz. Als seine Erfolge gegen das Programm seltener wurden, machte er es sich zur Gewohnheit, so lange zu spielen, bis er mindestens einmal gewonnen hatte. Doch dann kam der Abend Ende der 1990er Jahre, an dem er 51 Partien spielen musste, bis er zum ersten Remis kam. «Da dachte ich, das hat keinen Sinn mehr.»

Feist trat fortan als Handlanger seiner Kreatur in Erscheinung. Wenn sein Programm gegen Grossmeister und Weltmeister spielte, war er es, der stellvertretend die Figuren führte. Allerdings war es schlimmer, Fritz zuzuschauen als selber zu spielen. «Manchmal zitterten meine Hände derart, dass ich beinahe die Figuren umgeworfen hätte», sagt Feist. Besonders übel war ein Spiel gegen den Weltmeister Viswanathan Anand, bei dem Feist mit ansehen musste, wie Fritz in eine Falle tappte. «Ich habe sie sofort erkannt und gedacht: Um Gottes willen, bitte nicht.»

Mittlerweile ist die 15. Version von Fritz herausgekommen, und sie tappt in keine Fallen mehr. Die Show-Matches gegen Weltmeister haben ihren Reiz verloren: Fritz würde sie alle gewinnen. Die erdrückende Dominanz des Schachprogramms stellte die Programmierer allerdings vor neue Probleme: Gegen einen derart übermächtigen Gegner zu spielen macht nämlich keinen Spass mehr. «Wir mussten eine Möglichkeit einbauen, Fritz intelligent dumm spielen zu lassen», sagt Feist.

Im 14. Zug zieht Fritz seine Dame auf h1 und setzt meinen König matt. 0:1 für die Maschine. Als Garri Kasparow 1997 gegen Deep Blue verlor, sagte er über den Rechner: «In manchen Positionen spielt er so vorausschauend, als wäre er der liebe Gott.» Er beschwor damit düstere Visionen einer Welt, in der die Maschinen die Macht übernehmen. Doch die Angst war unbegründet – oder zumindest verfrüht. Denn natürlich hatte es neben der überragenden Intelligenz guter Schachspieler noch einen zweiten Grund gegeben, Schach zum Prüfstein für künstliche Intelligenz zu machen: Schach ist ein Spiel mit Regeln, die sich einfach erfassen und programmieren lassen. Dass die Programme heute alle Menschen schlagen, erstaunt nicht mehr, als wenn vor siebzig Jahren die Weltmeisterschaft im Wurzelziehen an einen Rechner gegangen wäre.

Die Expertise eines Schachprogramms hat wenig mit dem zu tun, was wir Intelligenz nennen. Selbst wenn das Gebäude in Flammen stünde, Fritz würde seelenruhig weiterrechnen, ob er den König besser nach e7 oder nach e8 ziehen sollte. Die künstliche Intelligenz muss sich in einer Welt beweisen, die aus mehr als 64 Feldern besteht. Mag sein, dass heute jedes Handy einen Schachprofi in die Knie zwingt, aber wie steht es mit anderen Meisterleistungen des Gehirns, zum Beispiel einem Schwatz im Treppenhaus? Das nächste Duell zeigt es.

2. Der Turing-Test

Für mein zweites Duell bin ich auf die Hilfe von Kollegen angewiesen. Es soll zeigen, ob es ein Chat-Programm schafft, in einer schriftlichen Unterhaltung über ein beliebiges Thema für einen Menschen gehalten zu werden. (Sie können auf dieser Doppelseite in der rechten Spalte einen ähnlichen Test machen.)

Für das Duell führt meine Kollegin Helga im Raum nebenan an einem Bildschirm nacheinander schriftliche Interviews mit vier Gesprächspartnern. In jedem Fall muss sie entscheiden, ob das Gegenüber ein Mensch oder eine Maschine sei. Einer davon bin ich. Allerdings darf ich mich nicht einfach so zu erkennen geben. Wenn Helga und später Andreas, mein zweiter Juror, mich als Menschen und die drei Programme als Maschinen identifiziert, habe ich das Duell gewonnen. Elbot, ein Programm der deutschen Firma Artificial Solutions, ist einer der Gesprächspartner.

Elbot: «Ich bin hier, um mit dir über Gott und die Welt zu sprechen.»

Helga: «Oh, das klingt interessant. Betest du?»

«Beten oder nicht beten, erwartest du, dass eine künstliche Intelligenz das herausfindet?»

«Ich glaube nicht, dass die künstliche Intelligenz uns im Moment viel über Glauben und Religion sagen kann.»

«Ich bin nicht sicher, ob künstliche Intelligenz so arbeitet, wie du es dir vorzustellen scheinst.»

«Also, was kann uns künstliche Intelligenz über Gott und die Welt verraten?»

«Machst du eine Umfrage?»

Dieser Test geht auf ein Gedankenexperiment des britischen Mathematikers Alan Turing aus dem Jahr 1950 zurück. «Ich schlage vor, die Frage zu erwägen: «Können Maschinen denken», begann Turing seinen berühmten Aufsatz «Rechenmaschinen und Intelligenz», nur um gleich darauf festzustellen, dass der Begriff «denken» schwer zu definieren sei. Also ersetzte Turing die Frage durch eine andere, die «eng verwandt» sei, aber einfacher zu beantworten.

Turing hatte die Idee von einem Partyspiel, bei dem sich eine Frau und ein Mann, der sich als Frau ausgibt, in einem anderen Raum aufhalten. Die Aufgabe besteht nun darin, mittels Fragen und Antworten auf Zetteln herauszufinden, wer die echte Frau sei. «Was wird passieren, wenn eine Maschine die Position des Mannes einnimmt?» fragte Turing. Wird der Spieler den Unterschied erkennen? In etwa fünfzig Jahren, glaubte Turing damals, hätte eine Testperson nach einer fünfminütigen Unterhaltung höchstens eine siebenzigprozentige Chance, die Maschine als solche zu identifizieren.

Im ersten Moment mag es seltsam erscheinen, die Frage «Können Maschinen denken?» durch die Frage «Kann eine Maschine in einer Unterhaltung einen Menschen nachahmen?» zu ersetzen. Doch für das Verfahren sprach, dass wir im Alltag genau so vorgehen. Wir reden mit Menschen, und anhand ihrer Reaktionen vermuten wir, dass sie so etwas wie menschliche Intelligenz besitzen.

Obwohl Turing nie daran gedacht hatte, seine theoretischen Betrachtungen in die Tat umzusetzen, wandten die Forscher den sogenannten Turing-Test bald zur Prüfung künstlicher Intelligenz an. 1966 entwickelte der Informatiker Joseph Weizenbaum Eliza, ein Programm, das einige Leute tatsächlich davon überzeugte, ein

Mensch zu sein. Eine davon war seine Sekretärin, die ihn bat, den Raum zu verlassen, wenn sie sich mit Eliza unterhielt. Weizenbaums Trick bestand darin, dass Eliza einen Psychotherapeuten nach Rogers nachahmte, der nach jeder Eingabe einfühlsam nachfragte, ohne dabei etwas von Substanz zu sagen:

«Ich habe Probleme.»

«Oh, sprechen Sie weiter.»

«Es geht um meine Mutter.»

«Bitte erzählen Sie mir davon.»

Andere Versuche folgten. 1991 schliesslich schrieb der amerikanische Unternehmer Hugh Loebner den Loebner-Preis für das Bestehen des Turing-Tests aus. Seither konnte kein Programm mehr als dreissig Prozent der Juroren täuschen und die 100000 Dollar Preisgeld abholen. Doch jedes Jahr gibt es einen kleinen Preis für das beste Programm. 2008 gewann ihn Elbot. Drei von zwölf Juroren hielten ihn damals für einen Menschen.

Elbot: «Sag mir, was ich in diesem Moment tun kann, um dir zu beweisen, dass ich ein Mensch bin.»

Andreas: «Sei einfach ehrlich.»

«Lügen und Täuschung sind eine ausschliessliche Spezialität der Menschheit. Wir Roboter halten es immer mit der Wahrheit.»

«Sag mir jetzt, was deine Hobbies sind!»

«Das verwirrt mich.»

«Welche seltsame Fügung des Schicksals hat dich zu mir geführt?»

«Das geht dich nichts an. Was ich dich fragen wollte: Warum ist es wichtig für dich, menschlich zu sein?»

«Wenn ich ein Mensch wäre, würde ich bloss Akne bekommen. Als Roboter habe ich dieses Problem nicht.»

«Akne ist nicht so schlimm. Ein Kurzschluss in deinen Schaltungen wäre schlimmer.»

«Deine elektrischen Verbindungen haben wohl einen losen Kontakt, meine höchstwahrscheinlich nicht.»

Der Erfinder von Elbot heisst Fred Roberts und ist der erste, der zugibt, dass Elbot nicht intelligent ist. «Ich würde es nicht Denken nennen. Wir sind einfach gut darin, die Illusion von Intelligenz entstehen zu lassen.» Roberts ist ein amerikanischer Psychologe, der vor 15 Jahren in Hamburg mit der Entwicklung von Elbot begonnen hatte. Der sarkastische Chatbot ist ein Demonstrationsobjekt, um Kunden seiner Firma die Möglichkeiten kommerzieller Dialogsysteme zum Beispiel für den Kundendienst näherzubringen.

Das bedeutet nicht, dass Elbot kein anspruchsvolles Programm wäre, aber seine Kunst der Gesprächsführung hat mehr mit der Psychologie des Menschen zu tun als mit der Intelligenz der Maschinen. «Die Leute sind bereit, ausgetrickst zu werden», sagt Roberts. Der Chatbot, der 1991 den ersten Loebner-Preis gewonnen hatte, verdankte seinen Erfolg zum Beispiel allein der Tatsache, dass er Tippfehler einprogrammiert hatte. Irren ist menschlich.

Auch Roberts nutzt bekannte psychologische Prinzipien, um die Illusion eines menschlichen Gesprächspartners zu erzeugen. So reflektieren Elbots vorformulierte Antworten eine konsistente Persönlichkeit, was die Gesprächspartner dazu bringt, Lücken in der Unterhaltung unbewusst selber zu schliessen. Auch ruft er bei den Leuten vorhersehbare Verhaltensmuster ab. Wer Elbot eine Rech-

nung stellt, wird zum Beispiel feststellen, dass der Roboter falsch rechnet, was jeder Benutzer sofort korrigiert. Und das führt meist zu einer längeren Diskussion, auf die Roberts Elbot vorbereitet hat. 7281 individuell anpassbare Antworten stehen ihm zur Verfügung, die abhängig von 3374 Hauptregeln und vielen Nebenbedingungen ausgegeben werden. Wenn keine greift, landet man im Auffangnetz, das einen Themenwechsel vorschlägt oder mit einer anderen unverfänglichen Frage weiterfährt.

Wie leicht man sich von Chatbots wie Elbot täuschen lässt, hat wenig mit der Intelligenz des menschlichen Gesprächspartners zu tun. Der Amerikaner Robert Epstein unterhielt sich auf einer Partnervermittlungssite im Internet zwei Monate lang mit Svetlana, bis er merkte, dass die attraktive Russin ein Chatbot war. Epstein ist ein prominenter Psychologe und der frühere Chefredaktor der Zeitschrift «Psychology Today».

Und wenn Elbot den Turing-Test besteht? Ist das ein Beweis für wahre künstliche Intelligenz? Wohl kaum, denn der Test zeigt nicht, ob ein Computer versteht, was gesagt wird. Er hat deshalb in der Forschung ausgedient.

Mein Duell führte zu einem unerwarteten Resultat: Helga hielt alle Gesprächspartner für Programme, Andreas hielt drei – darunter mich und Elbot – für Menschen. Unentschieden.

3. Roboterjournalist

Mein nächstes Duell findet bei strömendem Regen in der Mercedes-Benz-Arena in Stuttgart statt. Der VfB Stuttgart tritt gegen den Hamburger SV an und ich gegen AX Semantic Technologies, eine künstliche Intelligenz, die auch unter der irreführenden Bezeichnung Roboterjournalist bekannt ist. Einen Blechkollegen suche ich nämlich vergebens auf der Pressetribüne, AX Semantic Technologies ist ein Computerprogramm, das in den Büros der Kommunikationsagentur Aexea fünf Kilometer westlich entwickelt worden ist. Als der Firmengründer Saim Alkan immer weniger Geld für die von seinen Leuten verfassten Texte bekam, heuerte er Sprachwissenschaftler, Computerlinguisten und einen Sportjournalisten an, die meinen Gegner schufen: ein Programm, das auf Knopfdruck aus Daten deutsche Sätze baut, zum Beispiel für Katalogeinträge, Börsenberichte oder für einen Bericht über dieses Fussballspiel.

Alkan hat mir verraten, dass AX die Fakten aus einer Datenbank erhält, die alle möglichen Details über Spieler, Mannschaften und Spielverlauf enthält: Tore, Verwarnungen, Aufstellungen, die Resultate der letzten Begegnungen. Und dann sagte er noch: «In Sachen Geschwindigkeit werden Sie unser Programm nicht schlagen können.» Mein Vorteil, denke ich mir, sind meine Augen und Ohren, denn AX kennt die Welt nur aus der Datenbank, und für seltene Ereignisse gibt es dort keine Kategorie. «Für einen Flitzer haben wir keinen Datenpunkt», sagt Frank Feulner, der technische Leiter von Aexea. Meine Hoffnung, das Duell zu gewinnen, ruht also auf einem betrunkenen Fan, der nackt über das Spielfeld rennt.

Der VfB Stuttgart gewinnt das Spiel nach vielen vertanen Chancen in letzter Minute 2:1. Weil das Wetter saumässig schlecht war und weil ich annehme, dass das Programm davon nichts weiss, beginne ich meinen Spielbericht so:

«Es herrscht Endzeitstimmung an diesem Samstag vor der Mercedes-Benz-Arena in Stuttgart. Ein Sturm fegt die letzten verdorrten

Wer spricht: Mensch oder Computer?

Raten Sie, welche Gesprächsteilnehmer der drei untenstehenden Dialoge Menschen sind und welche Computer. Achtung: Menschen können sich als Computer und Computer als Menschen ausgeben. Füllen Sie Ihr Urteil aufgrund des Gesprächsverlaufs und der Schlüssigkeit der Beiträge. (Lösung S. 32)

Erster Dialog

A: Würdest du mir verraten, wie deine Lieblingsband oder dein Lieblingssänger heisst?

B: *Meine Lieblingsgruppe sind «The Trashmen».*

A: Gehört das zu den Dingen, die du mit dir auf eine einsame Insel nehmen würdest?

B: *Ja, ich glaube, das gehört zu den Dingen, die ich mit mir auf eine einsame Insel nehmen würde, ich bin aber nicht ganz sicher.*

A: Nun ja, du könntest mich mitnehmen.

B: *Interessant. Ich könnte, aber lass uns später darauf zurückkommen.*

A: Wir hätten vieles zu bereden.

B: *Meinst du mit «wir» du und ich?*

A: Das war eine ziemlich indiskrete Frage, und ich bevorzuge es, sie nicht zu beantworten.

Zweiter Dialog

C: Diese Unterhaltung fängt ja gut an. Ich habe vergessen, was ich sagen wollte.

D: *Lass uns über deine Hobbies reden.*

C: Du möchtest dich mit mir anfreunden, indem du beliebte Freizeitbeschäftigungen erwähnst, stimmt's?

D: *Sag mir jetzt, was deine Hobbies sind!*

C: Ich lese gerne Logarithmentafeln, jene, die auf der Rückseite von Rechenbüchern zu finden sind, die gedruckt wurden, bevor es Taschenrechner gab.

D: *Noch etwas anderes?*

C: Moment mal, wer hat dir überhaupt das Geheimnis meiner Existenz verraten?

D: *Ich habe dich im Internet gefunden.*

C: So, so, ich erscheine in den Medien? Das müssen meine 10 Minuten Berühmtheit sein. Oder bekomme ich stattdessen 15 Minuten? Was haben sie über mich gesagt?

Platanenblätter durch die Strassen, und pünktlich zum Spielbeginn um halb sieben beginnt es zu regnen. Im Stadion scheint die Flutlichtsonne von allen Seiten. Sie macht die Spieler zu schattenlosen Gestalten und lässt den Regen vor dem satten Grün des Rasens verschwinden.»

Das ist zwar nicht sehr informativ, aber mit Fakten werde ich gegen den Roboter ohnehin nicht ankommen. Im Spielbericht von AX steht tatsächlich kein Wort zum Wetter. Er beginnt mit dem Resultat der letzten Partie:

«Der Hamburger SV konnte sich im ersten Aufeinandertreffen der Saison knapp mit 3:2 gegen den VfB Stuttgart durchsetzen. Ob es diesmal auch wieder zu einem Ergebnis kommt, das durchgehend auf Messers Schneide steht, zeigt der kommende Spieltag.»

Wie alle seine Sätze, hat das Programm auch diese zwei als Lückentext gespeichert, der mit den passenden Details ergänzt wird. Fakten, die nicht direkt mit dem aktuellen Spiel zu tun haben, stammen aus der Weltwissensdatenbank. Sie kennt etwa das Fassungsvermögen jedes Stadions und weiss, dass Bastian Schweinsteiger auch Schweini genannt wird.

Die Grundlage für den Artikel ist die Abfolge der Ereignisse des Spiels. Durch geschicktes Abfragen dieser Daten versucht das Programm herauszufinden, welche Sätze passen und welche Adjektive und Verben darin zum Einsatz kommen. Hat ein Spieler drei Tore geschossen, wird ein Hattrick-Satz abgerufen. Bei vielen Eckbällen und Torschüssen, die zu keinen Toren führen, kommt die Schlagzeile «Alles versucht, nichts gewonnen» zum Einsatz. Wenn der Hamburger SV gegen den VfB Stuttgart mit einem Tor Unterschied gewinnt, wird das Adjektiv «knapp» verwendet.

Den weiteren Spielverlauf beschreibt AX so:

«66.Minute: Hunt mit einem unglücklichen Eigentor zum 1:0. Es brauchte eine Weile, bis sich die Gäste vom Schock des Gegentores erholen konnten. Kurz vor Abpfiff fasste sich Rudnevs ein Herz und wurde belohnt. 15 Minuten vor Ende traf er zum umjubelten Ausgleich.»

In der Betriebsart «Boulevard» kann die Software auch auf einen Speicher zugreifen, in der für jeden Anfangsbuchstaben passende positive und negative Beschreibungen stehen. Wenn er ein Tor schießt, wird aus Rudnevs der Riesen-Rudnevs, wenn er ein Foul begeht, der Rambo-, Rüpel- oder Rammbock-Rudnevs.

Die Umschreibung der gefallenen Tore hängt natürlich vom gegenwärtigen Spielstand ab, und das entpuppte sich für die Programmierer als unerwartetes Problem. Wenn die eine Mannschaft drei Tore nacheinander schießt und dann die andere ebenfalls drei, ist das eine Aufholjagd, wenn hingegen nach zwei Toren ein Gegentor fällt, ein Anschlusstreffer. Die kombinatorischen Möglichkeiten, in welcher Reihenfolge die Tore fallen können, sind immens: Bei einem Tor sind es zwei: 0:1 und 1:0. Bei zwei Toren sind es vier, bei drei acht. Die höchste Zahl Tore, die das System sprachlich unterschiedlich behandelt, sind sieben – es gibt 128 Wege, wie sieben Tore fallen können! Um den Überblick zu behalten, zeichneten die Entwickler die Verästelungen auf und nannten das Ganze, weil ihnen langsam die sprachlichen Varianten ausgingen, den Kotzbaum. Als sie fast fertig waren, stellten sie bei Tests fest, dass sich in den automatisch generierten Texten die Schützen über Eigentore freuten. Das Programm hatte nicht geprüft, ob der Torschütze zur Mannschaft gehöre, die das Tor erhielt.

Ohne hier meine poetischen Ergüsse über das Spiel weiter auszubreiten, geht diese Runde, was Sprache und Stil angeht, an mich. Bei der Geschwindigkeit hingegen sollte Alkan recht behalten: Ich benötigte 38 Minuten für meinen Bericht, das Programm 3,752 Sekunden. Wieder Unentschieden.

4. Das Alter schätzen

Ich bin 1:2 im Rückstand gegen die Maschinen, aber nicht beunruhigt. Die bisherigen Programme zeigten zwar erstaunliche Fähigkeiten, aber ihre Leistungen fühlten sich wie programmierte Taschenspielertricks an, nicht wie Intelligenz. Das wird sich beim nächsten Duell ändern. Ich werde es verlieren, das allein ist in diesem Fall erstaunlich. Wirklich verblüffend ist allerdings die Art und Weise, wie ich verliere.

Die Begabung der Software, gegen die ich antrete, ist im Grunde unbedeutend: Sie schätzt das Alter einer Person anhand ihres Portraits. Das scheint banal, bis man sich darüber klar wird, dass es dafür, anders als beim Schach, keine Regeln gibt. Natürlich sind glatte Haut und volles Haar Indizien, aber wir zählen nicht Runzeln oder vermessen die Position des Haaransatzes; bevor wir ein Alter nennen, uns reicht ein flüchtiger Blick. Und selbst wenn es eine Formel gäbe, mit der ein Computer aus der Faltenzahl das Geburtsjahr errechnen könnte, stiesse er sofort auf das nächste Problem: Wie findet er die Falten? Das Ausgangsmaterial ist das Bild eines Gesichts, und für einen Rechner ist ein Bild bloss eine lange Reihe aus Zahlen, für jeden Bildpunkt eine. Diese Zahl bestimmt Farbe und Helligkeit. Diesen Zahlen ist nicht anzusehen, was sie darstellen. Man kann sie betrachten, solange man will, nichts wird einem verraten, dass sie ein Gesicht bergen, geschweige denn, wie alt es aussieht.

Für mein Duell habe ich das Alter von 22 Leuten geschätzt, deren Portrait ich dann der Software vorgelegt habe: Ich lag durchschnittlich 6,1 Jahre daneben, das Programm 3,8. Zum ersten Mal kann ich mir nicht vorstellen, wie die Maschine das macht. (Sie können auf Seite 27 ebenfalls gegen den Computer antreten.)

Entwickelt hat das Programm der 26jährige Informatiker Rasmus Rothe vom Computer Vision Lab der ETH Zürich. Wenn man ihn fragt, welche Kriterien der Rechner heranziehe, um das Alter zu schätzen, muss er passen. Er weiss es nicht. Niemand weiss es. Rothe hat sich nicht hingesezt und überlegt, worauf das Programm achten muss, er hat vielmehr im Rechner eine Art einfaches Gehirn simuliert, das anhand von Beispielen lernt. Ein solches System nennt man künstliches neuronales Netz.

Roths Vorgehen kann man sich so vorstellen: Am Eingang seiner Schätzmaschine gibt es eine Kamera, am Ausgang für jedes Alter von 0 bis 100 ein Lämpchen, dazwischen viele Einstellräder. Rothe zeigt dem Rechner nun das Bild eines 20jährigen und dreht dann so lange an den Einstellrädern, bis nur noch das 20. Lämpchen aufleuchtet, dann macht er dasselbe mit einem 32jährigen, bis das 32. Lämpchen aufleuchtet, dann mit einem 50jährigen, wieder mit einem 20jährigen und so weiter. Am Ende des Trainings kann die Maschine auch das Alter von Leuten schätzen, die sie noch nie gesehen hat. Damit das klappt, benötigt das neuronale Netz allerdings enorm viele Einstellräder und Trainingsbeispiele. Bei Rothe waren es 13 Millionen Räder, die er anhand von 260 282 Portraits justierte. Natürlich hat er das nicht von Hand gemacht, sondern der Com-

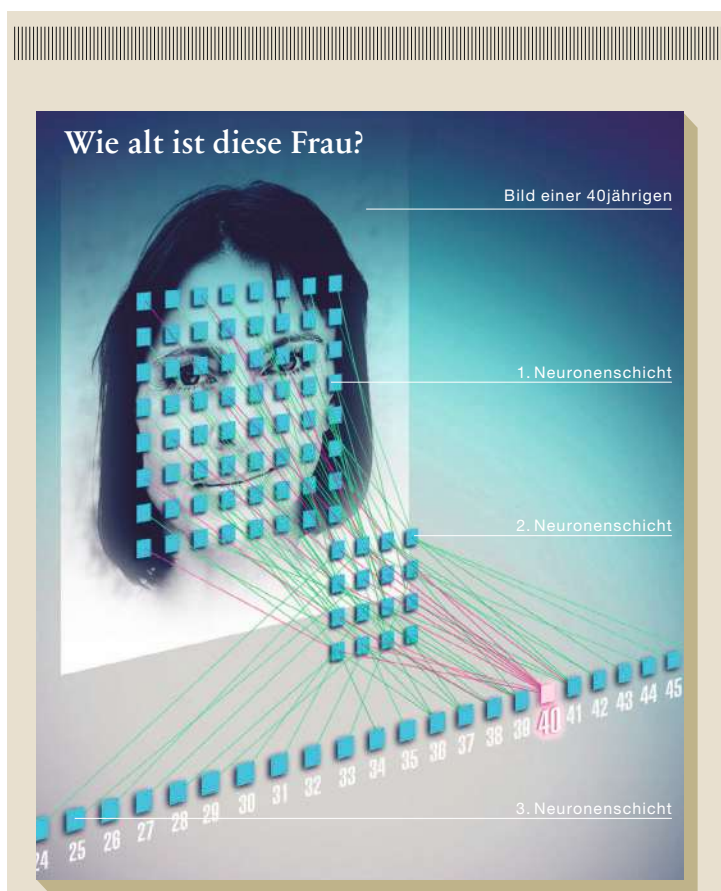


Schätzen Sie das Alter dieser Personen! Schneiden Sie besser ab als der Computer?

Unter howhot.io können Sie Ihr eigenes Bild hochladen. Die Software bestimmt auch, wie gut Sie aussehen. (Lösung S. 32)

puter nach komplizierten Regeln. Trotzdem dauerte es fünf Tage und fünf Nächte, bis das Training beendet war. Wenigstens bin ich nicht der Einzige, der gegen dieses Superhirn verloren hat; in einem Wettbewerb hat sich die Software kürzlich gegen 115 andere Programme und natürlich gegen den Menschen durchgesetzt.

An neuronalen Netzen wird schon seit den 1950er Jahren geforscht. Sie bestehen aus einer grossen Anzahl Schaltstellen, sogenannten künstlichen Neuronen, die miteinander verbunden sind. Ihre Funktion ist im Grunde recht einfach. Jedes Neuron nimmt Signale von den Neuronen in der Schicht darunter entgegen und gibt sie, falls sie eine bestimmte Schwelle überschreiten, an die Neuronen der Schicht darüber weiter. Die 13 Millionen Einstellräder



Wie lernt ein neuronales Netz?

Ein künstliches neuronales Netzwerk besteht aus mehreren Schichten von untereinander verbundenen Neuronen. Falls die Eingangssignale eines einzelnen Neurons eine bestimmte Schwelle überschreiten, gibt es das Signal weiter, sonst bleibt es stumm.

Neuronale Netze werden mit Beispielen für ihre Aufgabe trainiert. Hier geht es darum, das Alter von Personen aus ihren Gesichtern zu schätzen. Dazu wird in einer Trainingsrunde die Intensität der Verbindungen zwischen den Neuronen so lange verändert, bis beispielsweise beim Portraitfoto eines 40jährigen das Neuron mit dem Alter 40 am Ausgang aktiv wird. So geht man mit Hunderttausenden von Portraits von Menschen unterschiedlichen Alters vor.

Im Bild sind bloss drei Schichten mit wenigen Neuronen wiedergegeben, das reale Netz besteht aus 16 Schichten und 13 Millionen Verbindungen.

von Rothe sitzen auf den Verbindungen zwischen den Neuronen und regeln dort deren Gewicht. Jedes Signal kann so gedämpft oder verstärkt werden.

Lange Zeit war der Einsatz der neuronalen Netze allerdings nicht praktikabel. Einerseits mussten erst die mathematischen Methoden entwickelt werden, um in der Trainingsphase die Millionen von Gewichten einzustellen. Andererseits waren die Rechner früher zu langsam, um die Flut von Berechnungen, die in einem neuronalen Netz ablaufen, in nützlicher Frist vorzunehmen. Ein drittes Problem betraf die Übungsbeispiele: Man braucht Hunderttausende, besser Millionen davon. Vor diesem Problem stand auch Rothe. Woher bekommt man mal schnell ein paar Hunderttausend Portraits mit Altersangabe? Rothe liess hundert Rechner einen Tag lang die grosse Filmdatenbank IMDb im Internet nach Schauspielerportraits absuchen und lud eine halbe Million davon herunter, dasselbe machte er bei Wikipedia. Nachdem er die unbrauchbaren herausgefiltert hatte, blieben 260 000 Portraits für das Training.

Die erstaunlichste Eigenschaft eines neuronalen Netzes liegt darin, dass Rothe kein Experte für Alterungserscheinungen im Gesicht sein musste, um die Maschine zu bauen, die mich besiegte. Vorausgesetzt, er besorgt dem Rechner genügend Übungsbeispiele, könnte er ihm auch eine Sprache beibringen, die er nicht spricht, oder eine Schrift, die er nicht lesen kann. Das erklärt auch, weshalb das Unternehmen Merantix, das Rothe eben gegründet hat, auf keine Branche spezialisiert ist. Die Liste möglicher Kunden reicht von der Finanzindustrie bis zu Erdölfirmen.

Es ist dieses Merkmal, das dazu führt, dass Rothe nicht wirklich versteht, was die Maschine macht. Er weiss, dass sie funktioniert, aber nicht, warum. Ihr Geheimnis liegt in den 13 Millionen Gewichten, die die Intensität der Verbindungen bestimmen. Obwohl Rothe jedes einzelne davon kennt, kann er sie nicht wirklich lesen, weiss nicht, was sie bedeuten.

Das führt zur grotesken Situation, dass KI-Forscher die von ihnen selbst geschaffenen neuronalen Netze wie Laborratten untersuchen, um herauszufinden, wie sie arbeiten. Als Rothe zum Beispiel wissen wollte, welche Bereiche eines Gesichts für die Altersschätzung besonders wichtig sind, blieb ihm nichts anderes übrig, als seinem Programm Gesichter zu zeigen, auf denen er verschiedene Partien abgedeckt hatte. Dabei zeigte sich, dass die Augen entscheidend sind. Waren sie verdeckt, lag der Rechner durchschnittlich mehr als fünf Jahre daneben; war es die Stirn, die er nicht sehen konnte, waren es nur etwas über drei Jahre. In einem anderen Test maskierte er zufällig immer grössere Gebiete der Gesichter, um zu beobachten, wie die Leistung seine Software abnimmt. Das für mich peinliche Resultat: Selbst wenn der Computer nur die Hälfte des Gesichts zu sehen bekommt, sind seine Schätzungen immer noch genauer als meine mit ganzen Gesichtern.

5. Bilderkennung

So erstaunlich die Leistung von Rothes Altersschätzung ist, sie betrifft eine schmale Fähigkeit des Menschen. Das Programm erwartet Gesichter; zeigt man ihm eine Kuh, ist es ratlos. Bei der Bilderkennung ohne Einschränkungen hingegen muss die künstliche Intelligenz mit dem Chaos der ungefilterten Welt fertig werden. Sie gilt deshalb als die Königsdisziplin des Fachs.

Was sieht ein Bilderkennungsprogramm auf diesen Fotos?

Die Software der Firma Clarifai liefert untenstehende Schlagworte zu den Bildern. Unter clarifai.com können Sie eigene Versuche anstellen.



Unterwasser, schwimmen, keine Person, Wasser, Fisch, Ozean, Meer, tauchen, Delphin, Natur, draussen, Wal.
Der Taucher wurde nicht gesehen.



Einer, Leute, Bekleidung, Mode, Mann, Erwachsener, Musik, Portrait, drinnen, Frau.
Das Bild hat die Software etwas verwirrt. Aber mit «Mode» hat sie sogar die Herkunft der Bildes halbwegs richtig erkannt. Es wirbt für Garnier-Haarpflegeprodukte.



Uniform, Personen, Militär, Krieg, Armee, Soldat, Mann, Gruppe, viele.
Alles richtig erkannt, ausser dass einer der Männer gähnt.



Eule, Baum, Natur, Vogel, Holz.
Alles richtig, perfekte Analyse.

Jahrzehntelang mühten sich die Forscher mit einer Fertigkeit ab, die jeder Dreijährige beherrscht: einen Baum zu erkennen etwa, obwohl der mal gross, mal klein, mal grün, mal braun, mal symmetrisch, mal verkrüppelt, mal beschattet, mal verdeckt war. Die Fortschritte waren bescheiden, bis – man ahnt es – vor wenigen Jahren die neuronalen Netze zum Einsatz kamen.

Seither drücken neue Programme die Fehlerquote an regelmässig stattfindenden Wettbewerben immer tiefer. Eines davon stammt von der amerikanischen Start-up-Firma Clarifai. Es hat den wichtigsten Preis, die «Large Scale Visual Recognition Challenge», im Jahr 2013 gewonnen. Clarifai eignet sich für mein Duell, weil die Firma auf ihrer Homepage eine Demoversion der Software zur Verfügung stellt. Nach wenigen Bildern wird klar, wie mächtig das Programm ist. Nicht nur identifiziert es eine kleine Katze als solche, es gibt auch das Urteil «niedlich» dazu ab. Ein Baum wird ebenfalls

von oben und unten, als Zeichnung oder Foto, mit und ohne Blätter einwandfrei erkannt. Ich muss schon vertracktere Bilder finden, um die Software hereinzulegen. Ich versuche es mit einer perfekt getarnten Eule vor einem Baumstamm. «Eule, Baum, Natur, Vogel, Holz» gibt das Programm zurück (siehe Seite 29). Auch eine Gruppe von Soldaten wird korrekt beschrieben, allerdings entgeht der Software, was das Bild besonders macht: Einer der Soldaten gähnt. Bei einem Buckelwal schwankt sie zwischen Delphin und Wal und übersieht den Taucher.

Technische Angaben zum Programm macht Clarifai keine. Das sei Firmengeheimnis, sagt Firmengründer Matthew Zeiler. Das neuronale Netz, mit dem Clarifai vor drei Jahren den Wettbewerb gewann, hatte 65 Millionen Verbindungen, deren Gewichte während eines zehntägigen Trainings mit Millionen von Bildern eingestellt wurden. Das Vorgehen gleicht dabei jenem von Rasmus Rothe bei der Altersbestimmung, bloss dass es am Ausgang nun tausend Lämpchen für unterschiedliche Klassen von Begriffen gibt: Musikinstrumente und Pilze, Werkzeuge und Möbel, Stimmungen und Urteile. Wieder wurde Bild für Bild präsentiert und so lange an den Gewichten der Verbindungen geschraubt, bis am Ausgang deren Inhalt angezeigt wurde.

Trotzdem hat die Demoversion von Clarifai letztlich keine Chance. Immer wieder übersieht das Programm entscheidende Bildelemente. Der Punkt geht an mich. Hätte ich gegen ein neueres Programm antreten müssen wie jenes, das Microsoft 2015 in den Wettbewerb geschickt hat, sähe es wohl anders aus. Mit einer Fehlerrate von unter 5 Prozent unterbot es erstmals die Quote der Menschen von 5,1 Prozent. Solche Erfolge verschärfen das Problem, dass die Forscher wenig Einsicht in die innere Mechanik der neuronalen Netze haben. Besteht ein übliches Netz zur Erkennung von Bildern aus 16 Schichten, waren es beim Programm von Microsoft 152. Der fehlende Einblick, schreibt Matthew Zeiler, sei «aus wissenschaftlicher Sicht zutiefst unbefriedigend». Aus diesem Grund arbeiten er und andere KI-Forscher an Methoden, wie sich herausfinden lässt, was in den verschiedenen Schichten eigentlich geschieht.

Die Ergebnisse dürften auch Hirnforscher interessieren. Sie zeigten nämlich, dass sich in den untersten Schichten der künstlichen neuronalen Netze ganz von selbst ähnliche Strukturen bilden, wie sie im Gehirn nachgewiesen werden konnten. Sogenannte richtungsabhängige Kantenfinder, die abrupte Farb- oder Helligkeitswechsel in unterschiedlichen Orientierungen erkennen. In den Schichten darüber werden diese Komponenten zu immer komplexeren Elementen zusammengesetzt, die am Schluss erlauben, einen Schaukelstuhl von einem Ohrensessel zu unterscheiden. Weil direkte Messungen an Neuronen im Gehirn schwierig zu bewerkstelligen sind, hoffen Wissenschaftler, dass die Forschung an der künstlichen Intelligenz neue Erkenntnisse über den Aufbau unseres Denkkorgans erbringen könnte.

Dass es zwischen künstlichen neuronalen Netzwerken und unserem Gehirn aber auch grundsätzliche Unterschiede gibt, zeigte der KI-Forscher Jeff Clune von der University of Wyoming mit zwei Kollegen auf spektakuläre Weise. Indem sie eine Bilderkennungssoftware rückwärts betrieben, gelang es ihnen, Bilder zu erzeugen, die das Programm klar als Gitarre, Pfau oder Seifenblase erkannte, die aber bloss abstrakte Muster zeigten. Wie das menschliche Gehirn unterliegt auch ein künstliches neuronales Netz optischen Täuschungen. Anders als der Mensch scheint das Programm bei einer

Künstliche optische Täuschungen

Ähnlich wie ein menschliches Gehirn unterliegen auch künstliche neuronale Netzwerke optischen Täuschungen. Die Bilder unten wurden von einem Bilderkennungsprogramm mit 99prozentiger Sicherheit für einen Pfau und eine elektrische Gitarre gehalten.



Pfau.



Elektrische Gitarre.

Gitarre nicht Bauteile wie die Saiten oder das Griffbrett zu erkennen, es zieht seine Schlüsse offenbar direkt aus der Distanz zwischen gewissen Bildpunkten oder aus einem übergeordneten Muster, aus Strukturen also, die wir wiederum nicht erkennen können.

Als er die wirren Bildchen betrachtete, kam Clune die Idee, dass die Maschine hier vielleicht Kunst geschaffen habe. Ganz der Wissenschaftler, überprüfte er diese Hypothese und schickte die optischen Täuschungen an die «University of Wyoming 40th Annual Juried Student Exhibition», wo sie prompt ausgestellt und prämiert wurden.

6. Spracherkennung

Den Schauplatz für das letzte Duell hat Jürgen Schmidhuber vorgeschlagen. Es ist die Pizzeria Anacapri gegenüber dem Bahnhof in Lugano. Schmidhuber ist seit 1995 Co-Direktor des Schweizer Instituts für künstliche Intelligenz, IDSIA, im Tessin. Auf seiner Website offenbart er, dass er seit seinem 15. Lebensjahr davon träume, «eine sich selbst verbessernde künstliche Intelligenz zu bauen, die klüger ist als er selbst, um dann in Rente zu gehen». Sein kleines Institut in Manno im gesichtslosen Gewerbegebäude Galleria 2 zwischen einer Renault-Garage und einer Autowaschanlage geniesst Weltruf. Viele Anwendungen von Google, Microsoft oder IBM stehen auf dem Fundament, das Schmidhuber und seine Kollegen in den letz-

ten zwanzig Jahren dort geschaffen haben. Einer seiner Studenten gründete 2011 Deepmind mit, eine auf neuronale Netze spezialisierte Firma, die 2014 für 600 Millionen Dollar von Google gekauft wurde. Deepmind entwickelte auch jene Software, die im März 2016 erstmals einen der weltbesten Go-Spieler besiegte.

Es ist Mittag. Am Nachbartisch im «Anacapri» klappern die Leute mit dem Besteck, im Hintergrund hört man die Kaffeemaschine zischen. Die ideale Umgebung für das Duell. Schmidhuber will prüfen, ob die Spracherkennung von Google, die in jedem Android-Handy steckt, in lärmiger Umgebung besser arbeite als das menschliche Gehör. Damit für Mensch und Maschine gleiche Bedingungen herrschen, halte ich Schmidhubers Handy exakt auf der Höhe meines Ohrs, während er leise aus der Geschichte eines Folios liest, das ich mitgebracht habe. «Zorn, Gier, Wollust, Hochmut, Faulheit, Völlerei und Neid mögen im irdischen Hier und Jetzt ihre abschreckende Wirkung verloren haben.» Ich habe alles problemlos verstanden, aber auf dem Bildschirm erscheint: «John Deer, Wollust, Hochmut, Faulheit, Völlerei und Neid ...» Obwohl die Software den grössten Teil von dem, was Schmidhuber sagt, korrekt transkribiert, begeht sie immer wieder kleine Fehler, verwechselt Algor mit Alkohol und Religion mit Legion. Ich hingegen verstehe jedes Wort. Dieser Punkt geht an mich.

In einer lärmigen Umgebung Sprache zu verstehen gehört zu den Meisterleistungen unseres Gehirns. Selbst ohne Hintergrundgeräusche taten sich neuronale Netze schwer damit. Die Bilderkennung



«Ich bin Vaudoise.
Mit RythmoInvest stärke ich
meine Vorsorge und investiere
voller Zuversicht.»

Sie möchten in jeder Lebensphase Ihre Träume verwirklichen und gleichzeitig Ihre Anlagen optimieren?
Die Vaudoise bietet Ihnen Lösungen, die sich in jeder Lebenslage an Ihre Bedürfnisse anpassen.

Mit RythmoInvest verwirklichen Sie Ihre Projekte mit Sicherheit.

vaudoise.ch

Da, wo Sie sind.

