RUB

## RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt

## VIRTUELLE WELTEN

PSYCHISCH KRANKE AVATARE
GEHEIME BOTSCHAFTEN FÜR ALEXA & CO.
KÜNSTLICHE UN-INTELLIGENZ

PLUS
AUGMENTED
REALITY

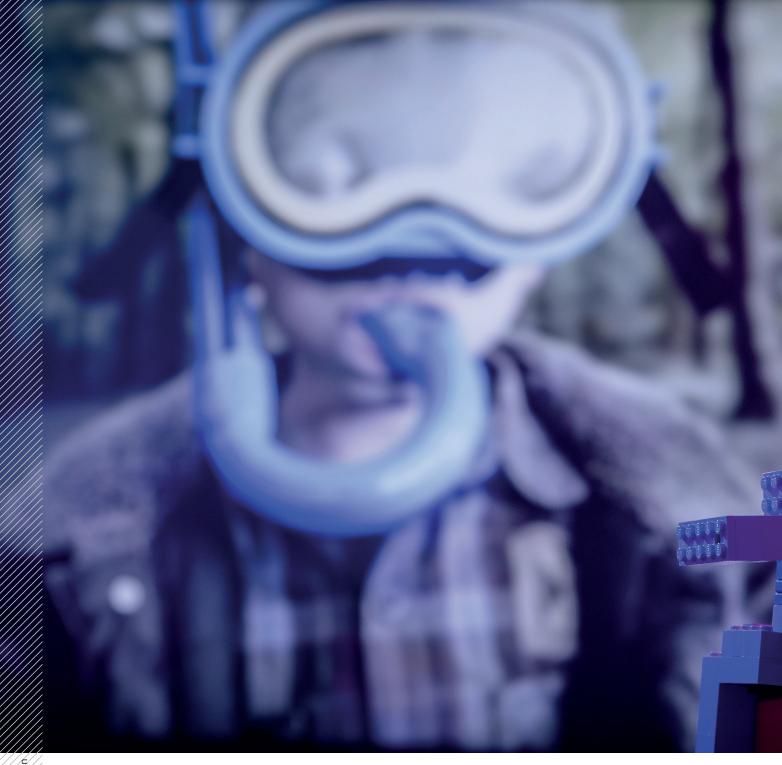
EINFACH APP

»ZAPPAR«

INSTALLIEREN UND

CODES SCANNEN





Neuroinformatik

# WARUM ES KÜNSTLICHE INTELLIGENZ EIGENTLICH NOCH NICHT GIBT

Die Prozesse, die der künstlichen Intelligenz heute zugrunde liegen, sind eigentlich dumm. Bochumer Forscher arbeiten daran, sie schlauer zu machen.



mbruch, Revolution, Megatrend, vielleicht auch Gefahr: Das Thema künstliche Intelligenz durchdringt alle Branchen und beschäftigt sämtliche Medien. Forscherinnen und Forscher des Instituts für Neuroinformatik an der Ruhr-Universität Bochum befassen sich seit 25 Jahren damit. Ihr Credo: Damit Maschinen wirklich intelligent agieren können, müssen neue Ansätze maschinelles Lernen erst einmal effizienter und flexibler machen.

"Zwei Arten des maschinellen Lernens sind heute erfolgreich: zum einen tiefe neuronale Netze, auch als Deep Learning bekannt. Zum anderen das Verstärkungslernen", erklärt Prof. Dr. Laurenz Wiskott, Inhaber des Lehrstuhls Theorie Neuronaler Systeme. Neuronale Netze sind dazu geeignet, komplexe Entscheidungen zu treffen. Häufig werden sie bei der Bilderkennung eingesetzt. "Sie können zum Beispiel an

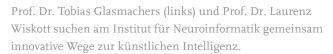
Fotos von Personen erkennen, ob es sich um einen Mann oder um eine Frau handelt", beschreibt der Wissenschaftler. Die Architektur solcher Netze ist inspiriert durch Netzwerke von Nervenzellen, oder Neuronen, in unserem Gehirn. Neurone nehmen über mehrere Eingangskanäle Signale auf und entscheiden dann, ob sie das Signal in Form eines elektrischen Impulses an die nächsten Neurone weitergeben oder nicht. Auch das neuronale Netz bekommt mehrere Eingangssignale, zum Beispiel Bildpunkte. In einer ersten Stufe errechnen viele künstliche Neurone aus mehreren Eingangssignalen jeweils ein Ausgangssignal, indem die Eingänge einfach mit unterschiedlichen, aber konstanten Gewichten multipliziert und dann aufaddiert werden. Jede dieser Rechenoperationen ergibt einen Wert, der – um bei dem Beispiel Mann/Frau zu bleiben – ein wenig zur Entscheidung für weiblich oder männlich beiträgt. "Allerdings wird das Ergebnis noch ein wenig verändert, indem negative Resultate auf Null gesetzt werden. Auch das ist von der Nervenzelle abgeguckt und ganz wesentlich für die Leistungsfähigkeit von neuronalen Netzen", erläutert Laurenz Wiskott.

Dasselbe passiert in einer nächsten Stufe wieder, solange bis das Netzwerk in der letzten Stufe zu einer Entscheidung kommt. Je mehr Stufen der Prozess umfasst, desto erfolgreicher ist er – neuronale Netze mit über 100 Stufen sind nicht selten. Häufig lösen sie Unterscheidungsaufgaben besser als Menschen. Der Lerneffekt neuronaler Netze liegt in der Wahl der richtigen Gewichtungsfaktoren, die anfangs zufällig gewählt sind. "Für das Training eines solchen Netzwerks gibt man nicht nur Eingangssignale vor, sondern auch, was am Ende für eine Entscheidung herauskommen soll", erklärt Wiskott. So kann das Netzwerk die Gewichtungsfaktoren nach und nach anpassen, um schließlich mit der größtmöglichen Wahrscheinlichkeit die korrekte Entscheidung zu treffen.

Das Verstärkungslernen ist hingegen inspiriert von der Psychologie. Hier wird jede Entscheidung des Algorithmus – die Experten sprechen vom Agenten – entweder belohnt oder bestraft. "Stellen wir uns ein Raster vor, in dessen Mitte sich der Agent befindet", erläutert Laurenz Wiskott. "Sein Ziel ist es, das Kästchen ganz oben links auf dem kürzesten Weg zu erreichen - aber das weiß er nicht." Das einzige, was der Agent will, ist, möglichst viele Belohnungen zu bekommen, sonst ist er ahnungslos. Anfangs wird er daher völlig zufallsgesteuert über das Spielfeld gehen; jeder Schritt, der nicht das Ziel erreicht, wird bestraft. Nur der Schritt ins Ziel bedeutet eine Belohnung. Um lernen zu können, versieht der Agent jedes Feld mit einem Wert, der anzeigt, wie viele Schritte es von hier aus noch zum Ziel sind. Anfangs sind diese Werte rein zufällig. Je mehr Erfahrung der Agent auf seinem Spielfeld sammelt, desto besser kann er diese Werte der Realität anpassen. Nach zahlreichen Durchgängen kann er so den schnellsten Weg zum Ziel und somit zur Belohnung finden.

"Das Problem mit diesen Prozessen maschinellen Lernens ist, dass sie im Grunde strohdoof sind", sagt Laurenz Wiskott. "Die zugrunde liegenden Techniken stammen aus den 1980er-Jahren. Der Grund für ihren heutigen Erfolg liegt nur darin, dass wir heute größere Rechenkapazitäten haben »







Welchen Weg soll der Roboter nehmen? Diese Entscheidung basiert auf zahllosen Rechenoperationen.

und mehr Daten", so der Wissenschaftler weiter. Das macht es möglich, die eigentlich ineffizienten Lernprozesse in ihren unzähligen Durchgängen in kürzester Zeit durchlaufen zu lassen und neuronale Netze mit Massen von Bildern und Bildbeschreibungen zu füttern, um sie zu trainieren.

"Wir wollen aber wissen: Wie lässt sich zum einen das viele unsinnige Training vermeiden? Und vor allem: Wie können wir maschinelles Lernen flexibler machen?", bringt es
Wiskott auf den Punkt. Denn künstliche Intelligenz mag in
genau der einen Aufgabe, für die sie trainiert wurde, dem
Menschen überlegen sein – verallgemeinern oder auf verwandte Aufgaben übertragen kann sie ihr Wissen nicht.

Die Forscherinnen und Forscher am Institut für Neuroinformatik setzen daher auf neue Strategien, die Maschinen helfen, Strukturen selbstständig zu entdecken. "Dafür nutzen wir unter anderem das Prinzip des unüberwachten Lernens", sagt Laurenz Wiskott. Während tiefe neuronale Netze und Verstärkungslernen darauf basieren, dass man das gewünschte Ergebnis mitpräsentiert beziehungsweise jeden Schritt belohnt oder bestraft, lassen die Forscher lernende Algorithmen mit ihrem Input weitgehend alleine.

"Eine Aufgabe könnte etwa sein, Cluster zu bilden", erläutert Wiskott. Dafür gibt man dem Computer die Anweisung, ähnliche Daten zu Gruppen zusammenzufassen. Stellt man sich Punkte in einem dreidimensionalen Raum vor, würde das bedeuten, Punkte, deren Koordinaten nahe beieinanderliegen, zu gruppieren. Eine große Entfernung der Koordinaten voneinander bedeutet die Zuordnung zu verschiedenen Gruppen. "Bezogen auf das Beispiel der Personenbilder könnte man nach der Gruppierung das Ergebnis anschauen und würde wahrscheinlich feststellen, dass der Computer eine Gruppe mit Männer- und eine Gruppe mit Frauenbildern zusammengestellt hat", so Laurenz Wiskott. "Der große Vorteil ist, dass man dafür anfangs nur Fotos braucht, keine Bildbeschreibung, die sozusagen die Lösung des Rätsels zu Trainingszwecken schon enthält." Außerdem verspricht diese Methode mehr Flexibilität, denn die Clusterbildung funktioniert auf diese Art nicht nur für Bilder von Personen, sondern auch für solche von Autos, Pflanzen, Häusern oder anderen Dingen.

Ein anderer Ansatz, den Wiskott verfolgt, ist das Prinzip der Langsamkeit. Hier besteht das Eingangssignal nicht aus Fotos, sondern aus bewegten Bildern: Wenn man aus einem Video diejenigen Merkmale extrahiert, die sich nur langsam verändern, lassen sich darin Strukturen entdecken, die helfen, eine abstrakte Repräsentation der Umgebung aufzubauen. "Es geht auch hierbei darum, die Eingangsdaten vorzustrukturieren", verdeutlicht Laurenz Wiskott. Schließlich kombinieren die Forscher solche Ansätze modular mit den Methoden des überwachten Lernens, um so zu flexibleren Anwendungen zu gelangen, die trotzdem sehr treffsicher sind. "Natürlich führt ein Mehr an Flexibilität zu einem Verlust an Performance", so der Forscher. "Aber auf lange Sicht, wenn wir Roboter wollen, die mit neuen Situationen umgehen können, ist Flexibilität unverzichtbar."

Text: md, Fotos: rs

#### DAS INSTITUT



Wie entsteht im menschlichen Gehirn ein bestimmtes Verhalten unter Einfluss von äußeren Reizen? Und was kann man davon lernen, um technischen Systemen ähnliche Verhaltensweisen beizubringen? Diese beiden Ziele leiten die Forscherinnen und Forscher des Instituts für Neuroinformatik. Dabei geht es sowohl um Wahrnehmung als auch um Kognition und Bewegung, zum Beispiel von Roboter- und Fahrerassistenzsystemen. Die Forscherinnen und Forscher nutzen experimentelle Methoden aus der Psychologie und Neurophysiologie ebenso wie theoretische Ansätze aus der Physik, der Mathematik, der Elektrotechnik und der angewandten Informationstechnik. Zudem bedienen sie sich mathematischer Methoden wie der Theorie neuronaler Netze.

7 ini.rub.de



#### Vertriebsingenieur - Norddeutschland

Sind Sie motiviert und haben die technische Kompetenz, erstklassige Prozessmesstechnik für die Automatisierungsindustrie in Norddeutschland zu verkaufen, dann freuen wir uns, Sie in unserem schnell wachsenden Unternehmen zu begrüßen.

PR electronics ist ein führender Hersteller von Signalverarbeitungsprodukten (Interface). Für unsere Tochtergesellschaft in Deutschland suchen wir einen begeisterten und ergebnisorientierten B2B-Vertriebsingenieur, der unseren Vertrieb auf die nächste Stufe hebt. Der ideale Kandidat kann Verkaufserfolge in Norddeutschland auf dem Gebiet Prozesstechnik vorweisen und ist stark auf die Geschäftsentwicklung fokussiert.

#### Herausforderungen:

Umsatzmaximierung und Neukundengewinnung in Norddeutschland durch einen strukturierten Vertriebsansatz, Ermittlung und Gewinnung der Einkaufsgremien (Buying Center) von Endkunden und Maschinenbauern in der gesamten Prozessindustrie.

#### Verantwortlichkeiten:

- Wertversprechen unseres Produktportfolios im Zusammenhang mit Kundenanwendungen und "Kunden-Wehwehchen" verstehen und kommunizieren
- Entwicklung von Vertriebsplänen für ein nachhaltiges Umsatzwachstum und zur nachhaltigen Gewinnung von Einkaufskunden
- Planung und Durchführung von Vertriebsaktivitäten, um die Geschäftsergebnisse zu beeinflussen und die Budgets einzuhalten
- Aufbau wertschöpfender Beziehungen zu Kunden
- Aktiver Austausch von Kenntnissen und Wissen über Anwendungen mit dem weltweiten Vertrieb

#### Gewünschte Qualifikationen und Erfahrungen:

- Universitätsabschluss in Prozess- oder Elektrotechnik
- Mindestens 5 Jahre Erfahrung im technischen B2B-Vertrieb
- Umfassendes Verständnis der Marktdynamik in der Prozessindustrie
- Guter "Jagd"-Instinkt
- Wissbegierde und Motivation, von anderen zu lernen
- Disziplinierter CRM-Anwender
- Reisebereitschaft
- Fortgeschrittenes Englisch schriftlich und mündlich

Senden Sie Ihre aussagekräftige Bewerbung und Ihren Lebenslauf auf Englisch über den folgenden Link.

Weitere Informationen finden Sie unter www.prelectronics.com.

Wir nehmen kontinuierlich Kandidaten in den Rekrutierungsprozess auf und schließen die Position, wenn wir den richtigen Kandidaten gefunden haben.

### REDAKTIONSSCHLUSS

Rund 30 Jahre lang war Helga Schulze als wissenschaftliche Zeichnerin an der Medizinischen Fakultät der RUB tätig und hat anatomische Abbildungen angefertigt. Privat engagiert sich die Diplom-Biologin für den Artenschutz und betreibt unter anderem eine Rettungsstation für Loris. Die Halbaffen werden immer wieder verbotenerweise als Haustiere gehandelt, weil sie so niedlich aussehen. Das hier gezeigte Motiv hat Helga Schulze einem Aberglauben auf Sri Lanka gewidmet, der besagt, Loris würden nachts Pfauen angreifen und erwürgen.

Mehr über die Arbeit von Helga Schulze:

news.rub.de/wissenschaftlich-zeichnen





Bild: Helga Schulze

#### IIMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Dorothea Kolossa (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Prof. Dr. Martin Tegenthoff (Medizin), Prof. Dr. Martin Werding (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie), Prof. Dr. Stefan Winter (Wirtschaftswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Raffaela Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Agentur der RUB

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 12, 54 und 58: Damian Gorczany; Teaserfotos für die Seiten 32 und 50: Roberto Schirdewahn

 ${\it GRAFIK, ILLUSTRATION, ANIMATION, LAYOUT~UND~SATZ: Agentur~der~RUB, www.rub.de/agentur}$ 

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110. www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 4.700

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren