

Das Gehirn denkt immer in Varianten

Impulse. Grazer Forscher wollen den Computer dazu bringen, wie ein menschliches Gehirn zu denken.

GRAZ (SN-bm, COM). Wenn man einem Computer zehn Mal die gleiche Aufgabe stellt, so laufen zehn Mal genau die gleichen Rechenschritte ab. Im Gehirn spielt sich ein und derselbe Rechenvorgang allerdings anders ab: Die Rechenaufgabe wird jedes Mal unterschiedlich gelöst. Informatiker der TU Graz wollen nun Computer bauen, die ähnlich wie ein Gehirn denken.

Das Muster der elektrischen Impulse der Neuronen im menschlichen Gehirn variiert so stark, dass es schwierig ist, Ähnlichkeiten darin zu entdecken. Doch die Verarbeitungsweise ist nur scheinbar unzuverlässig.

„Dieses Phänomen ist ein Hinweis darauf, dass Informationsverarbeitung im Gehirn fundamental anders organisiert ist als im Computer, zumindest als in den bisher gebauten Computern“, erklärt Wolfgang Maass, der das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz leitet. „Der Grund ist, dass solche unzuverlässigen Neurone so zu einem Netzwerk verschaltet wer-

den können, dass das Gehirn eine große Zahl an verschiedenen Möglichkeiten quasi spontan, also zufallsgesteuert, durchspielen kann, um eine geeignete Lösung eines Problems zu ermitteln“, erklärt Maass. Diese Theorie erklärt die große Zahl verblüffender experimenteller Ergebnisse der Neurowissenschaft und Kognitionswissenschaft, sagt der Forscher. Und sie zeige, dass auch Neurone, die zufällig Impulse, sogenannte Spikes, an andere Neurone aussendeten, sehr wohl gezielt Berechnungen durchführen könnten.

Diese Theorie, dass im Gehirn Denkprozesse augenscheinlich zufällig, aber offenbar nicht willkürlich ablaufen, gibt den Informatikern aber auch neue Ideen an die Hand, wie man unter Umständen einen billigen, aber „denkenden“ Computer bauen könnte.

„Zukünftige Rechner könnten aus sehr billigen und extrem kleinen Rechenelementen bestehen, die möglicherweise lediglich aus einigen wenigen Molekülen bestehen“, glaubt Maass.

IM BLICKPUNKT



Dieses Bild einer Kirche dürfte aus dem Mittelalter stammen. SIEG SM/MANDEL

Felsbilder: Alpine Symbole

Wer nicht weiß, wo sie sich befinden, wird sie beim Wandern übersehen: die ostalpinen Felsbilder, die in Österreich und Bayern ein einzigartiges Zeugnis von Volkskultur sind. Verbreitet sind Felsbilder auf allen Konti-

Auskunft über die Vorstellungswelt und das Alltagsleben einfacher Leute. Bauern, Mägde, Knechte, Jäger, Köhler und Pilger kommen als Schöpfer der in Stein geritzten Zeichnungen in Frage. Die wenigsten von ihnen

Astronauten fliegen zum Asteroiden

Nachfolger der Spaceshuttles soll 2014 für das All tauglich sein

WASHINGTON (SN, dpa). Die US-Raumfahrtbehörde NASA drückt beim Bau ihres Spaceshuttle-Nachfolgers aufs Tempo. Der erste Testflug der neuen Raumkapsel „Orion“ sei bereits für 2014 geplant, teilte die NASA mit. Bisher war 2017 als Zieldatum für die Premiere bekannt. „Präsident Barack Obama und der Kongress haben einen ehrgeizigen Plan zur Weltraumerkundung und die NASA beeilt sich, ihn umzusetzen“, heißt es.

Der vorzeitige unbemannte Testflug mit zwei Erdumrundungen soll frühzeitig Daten liefern, die bei der Gestaltung und Entwicklung der Kapsel helfen könnten. Wann die erste konkrete Mission stattfindet und wohin sie führt, bleibt aber noch offen.

Die NASA hofft, mit der „Orion“ bis zum Jahr 2025 Astronauten zu einem Asteroiden schicken zu können. Weiteres Ziel ist, eines Tages Menschen zum Mars reisen zu lassen. Gedacht ist das neue Raumfahrzeug anfänglich für dreiwöchige Reisen mit einer vierköpfigen Besatzung.

WISSEN KOMPAKT

EU will bei Epidemien besser vorsorgen

BRÜSSEL (SN, dpa). In der EU sollen Impfstoffe gegen Epidemien wie die Schweinegrippe günstiger werden. Die EU-Kommission will



Das Gehirn würfelt

Gezielte Informationsverarbeitung trotz scheinbar unzuverlässiger Vorgehensweise

Wenn man einem Computer zehnmal die gleiche Aufgabe stellt, so laufen zehnmal genau die gleichen Rechenschritte ab. Im Gehirn ist das anders: Die Verarbeitung funktioniert jedes Mal unterschiedlich. Grazer Informatiker haben nun eine Erklärung dafür gefunden, wie das Gehirn trotz dieser scheinbar unzuverlässigen Vorgehensweise gezielt Informationen verarbeiten und Schlüsse ziehen kann.

Die neue Theorie könnte entscheidende Relevanz für die Weiterentwicklung von Computern haben, schreiben die Forscher in der Fachzeitschrift „PLoS Computational Biology“.

Gezielte Berechnungen

Das Muster der elektrischen Impulse der Neuronen im menschlichen Gehirn variiert so stark, dass es schwierig ist, Ähnlichkeiten darin zu entdecken. „Dieses Phänomen ist ein Hinweis darauf, dass Informationsverarbeitung im Gehirn fundamental anders organisiert ist als im Computer, zumindest als in den bisher gebauten Computern“, erklärt Wolfgang Maass vom Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung der Technischen Universität (TU) Graz.



Gehirn
© IMSI MasterClips

Gemeinsam mit seinem Team hat er eine Theorie entwickelt, die zeigt, dass auch Neurone, die mehr oder weniger zufällig Impulse, so genannte „spikes“, an andere Neurone aussenden, sehr gezielt Berechnungen durchführen können.

Unzuverlässige Neuronen

„Der Grund ist, dass solche ‚unzuverlässigen‘ Neurone so zu einem Netzwerk verschaltet werden können, dass das Gehirn eine große Zahl an verschiedenen Möglichkeiten quasi spontan, also zufallsgesteuert, durchspielen kann, um eine geeignete Lösung eines Problems zu ermitteln“, erklärt Maass.

Diese Theorie erklärt eine große Zahl von experimentellen Ergebnissen der Neurowissenschaft und Kognitionswissenschaft, so die Forscher. Daneben gibt sie den Informatikern aber auch neue Ideen, wie man zukünftige Rechner aus sehr billigen und extrem kleinen unzuverlässigen Rechenelementen bauen kann, die möglicherweise lediglich aus einigen wenigen Molekülen bestehen.

Prototyp in Arbeit

Die These der Grazer Forscher besagt, dass ein geeignetes Netzwerk neuartiger elektronischer Bausteine mit neuronentem Verhalten ebenfalls in der Lage sein kann, aus einer großen Anzahl von unsicheren Fakten und Vermutungen intelligente Schlüsse zu ziehen. Ein Prototyp eines solchen neuartigen Rechners entsteht derzeit in Zusammenarbeit der Informatiker aus Graz mit Physikern der Universität Heidelberg im Rahmen des EU-Projekts BrainScales.

Schon bald wollen die Forscher nachprüfen können, ob die Vorhersagen der neuen Theorie auch für Rechner gelten, die aus in Silizium nachgebildeten künstlichen Neuronen bestehen. (PLoS Computational Biology, 2011)

(DLO, Technische Universität Graz, 18.11.2011)



[Artikel drucken](#) [Fenster schließen](#)

natur+kosmos

www.natur.de | Rubrik: Nachrichten, 21.11.2011

Das Gehirn "würfelt"

Warum unser Denkapparat anders arbeitet als ein Computer.

Wenn man einem Computer zehnmals die gleiche Aufgabe stellt, so laufen zehnmals genau die gleichen Rechenschritte ab. Im Gehirn ist das anders. Die Verarbeitung funktioniert jedes Mal unterschiedlich. Informatiker der TU Graz haben nun eine Erklärung dafür gefunden, wie das Gehirn trotz dieser scheinbar unzuverlässigen Verarbeitungsweise gezielt Informationen verarbeiten und Schlüsse ziehen kann.

Ihre Theorie mit entscheidender Relevanz für die Weiterentwicklung von Computern haben die Forscher in der aktuellen Ausgabe des renommierten Journals "PLoS Computational Biology" veröffentlicht und präsentieren sie von 12. bis 16. November auf der "Neuroscience 2011", der weltweit größten Konferenz in diesem Bereich, in Washington.

Das Muster der elektrischen Impulse der Neuronen im menschlichen Gehirn variiert so stark, dass es schwierig ist, Ähnlichkeiten darin zu entdecken. "Dieses Phänomen ist ein Hinweis darauf, dass Informationsverarbeitung im Gehirn fundamental anders organisiert ist als im Computer, zumindest als in den bisher gebauten Computern", erklärt Wolfgang Maass, der das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz leitet. Gemeinsam mit seinem Team hat er eine Theorie entwickelt, die zeigt, dass auch Neurone, die mehr oder weniger zufällig Impulse, so genannte "spikes", an andere Neurone aussenden, sehr gezielt Berechnungen durchführen können.

"Der Grund ist, dass solche 'unzuverlässigen' Neurone so zu einem Netzwerk verschaltet werden können, dass das Gehirn eine große Zahl an verschiedenen Möglichkeiten quasi spontan, also zufallsgesteuert, durchspielen kann, um eine geeignete Lösung eines Problems zu ermitteln", erklärt Maass. Diese Theorie erklärt eine große Zahl von experimentellen Ergebnissen der Neurowissenschaft und Kognitionswissenschaft, so die Forscher. Daneben gibt sie den Informatikern aber auch neue Ideen, wie man zukünftige Rechner aus sehr billigen und extrem kleinen 'unzuverlässigen' Rechenelementen bauen kann, die möglicherweise lediglich aus einigen wenigen Molekülen bestehen.

Die These der Grazer Forscher besagt, dass ein geeignetes Netzwerk neuartiger elektronischer Bausteine mit neuronalem Verhalten ebenfalls in der Lage sein kann, aus einer großen Anzahl von unsicheren Fakten und Vermutungen intelligente Schlüsse zu ziehen. Ein Prototyp eines solchen neuartigen Rechners entsteht derzeit in Zusammenarbeit der Informatiker aus Graz mit Physikern der Universität Heidelberg im Rahmen des EU-Projekts BrainScales. Schon bald wollen die Forscher nachprüfen können, ob die Vorhersagen der neuen Theorie auch für Rechner gelten, die aus in Silizium nachgebildeten künstlichen Neuronen bestehen.

Quelle und copyright: MedAustria

Bild: Fotolia

Kontakt: natur+kosmos, Redaktion

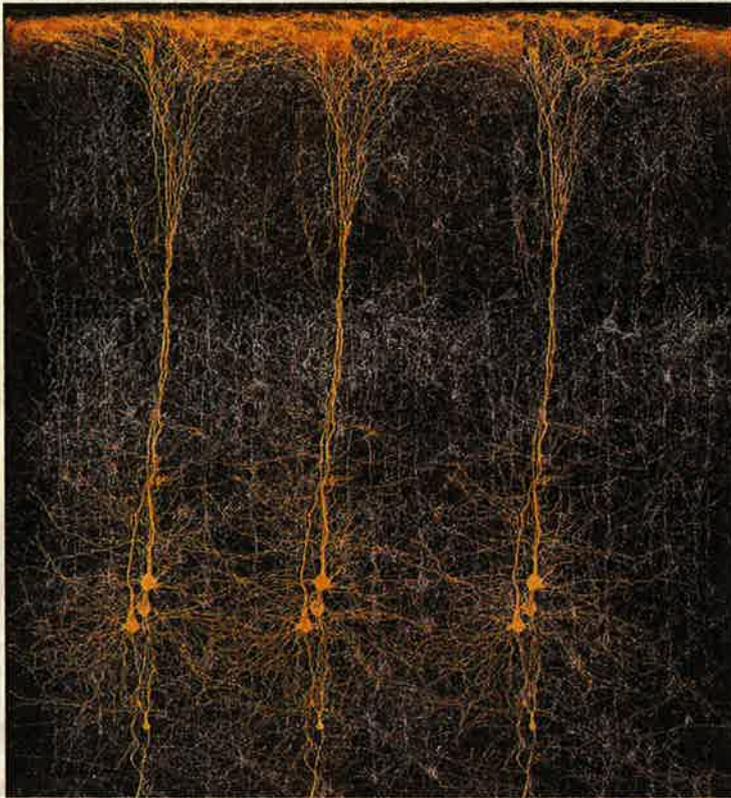
Email: redaktion-natur@konradin.de | **Homepage:** <http://www.natur.de>



Wenn das Gehirn würfelt

Grazer **Computerwissenschaftler** haben ein Modell entwickelt, wie zufällige Impulse von Neuronen für gezielte Berechnungen genutzt werden.

➔ VON MARTIN WALPOT



Jedes der 100 Milliarden Neuronen im Gehirn ist mit 1000 anderen durch Synapsen verbunden.

© Internet, Ulf Heideberg

Gehirn und Computer gehen zwar der gleichen Tätigkeit nach – nämlich Informationen zu verarbeiten und zielgerichtet auszugeben. Sie tun dies aber auf völlig unterschiedliche Weise: Stellt man einem Computer zehnmal die gleiche Aufgabe, dann laufen zehnmal die genau gleichen Rechenschritte ab. Die Verarbeitung im Gehirn hingegen funktioniert jedes Mal unterschiedlich.

Wandern die Informationen im Computer über Transistoren, so sind es im Gehirn die mehr oder weniger zufällig ausgesandten elektrischen Impulse („spikes“) von Neuronen, die Entscheidungen einleiten. Diese Impulse variieren aber so stark, dass es schwierig ist, Ähnlichkeiten darin zu entdecken. „Dieses Phänomen ist ein Hinweis darauf, dass Informationsverarbeitung im Gehirn fundamental anders organisiert ist als in den bisher gebauten Computern“, erklärt Wolfgang Maass, Leiter des Instituts für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz. Er und sein Team haben nun eine Erklärung dafür gefunden, wie das Gehirn trotz dieser „unzuverlässigen“ Arbeitsweise der Nervenzellen gezielt Informationen verarbeiten und Schlüsse ziehen kann. Die Entdeckung wurde kürzlich im renommierten Journal *PLoS Computational Biology* (7, 11) veröffentlicht und diese Woche bei der „Neuroscience 2011“, der weltgrößten Konferenz in diesem Bereich, in Washington vorgestellt.

Mathematisch kann das Phänomen mit Methoden der Stochastik erfasst werden, wie sie etwa bei Glücksspielen oder anderen Bereichen angewandt werden, in denen Wahrscheinlichkeit und Statistik eine Rolle spielen. „Innerhalb dieser Ratekunst ‚würfelt‘ sich das Gehirn aus einer möglichen Anzahl von Ergebnissen ein mit hoher Wahrscheinlichkeit zufriedenstellendes Resultat aus“, erklärt Maass. Ist das Ergebnis nicht eindeutig, wird noch einmal gewürfelt. So et was wie ein optimales, richtiges Ergeb-

nis gibt es nicht. Die Leistung des Neuronen-Netzwerks besteht darin, alle Denkmöglichkeiten zu bewerten. Der aktuelle Gedanke wird dabei mithilfe von Zufallsentscheidungen ständig so verändert, dass seine Bewertung mit hoher Wahrscheinlichkeit steigt. Das Netzwerk verbringt die meiste Zeit mit hoch bewerteten Gedanken, ist aber dennoch in der Lage, alternative Denkmöglichkeiten „durchzuspielen“, beschreibt Koautor Bernhard Nessler den Samplingprozess.

Das Verständnis der Vorgänge im Hirn ermöglicht den Bau von besseren Computern.

Zudem zieht das Gehirn Erfahrungsschatz und Eindrücke zurate und verschaltet daraufhin Milliarden von Neuronen zu einem Netzwerk, das eine sehr hohe Zahl an verschiedenen Möglichkeiten spontan durchspielt und selbst aus einem Berg unsicherer Fakten und Vermutungen intelligente Schlüsse zieht – und folglich eine adäquate Problemlösung findet. „Das heißt“, verrät Maass, „dass unser Modell es erlaubt, auch unkonventionelle

Lösungen auszuprobieren, und darum ein Modell für Kreativität darstellt.“

Die Theorie der Grazer Informatiker erklärt bislang rätselhafte experimentelle Ergebnisse der Neuro- und Kognitionswissenschaft – und ebnet so auch einen neuen Pfad für die Weiterentwicklung von Computern. Zukünftige Rechner könnten aus sehr billigen und kleinen „unzuverlässigen“ Rechenelementen gebaut werden. „Ein der Arbeitsweise von Neuronen nachempfundenes Netzwerk aus vielen kleinen, modernen elektronischen Bausteinen könnte zukünftig ungeahnt effiziente Rechenprozesse erschließen“, so Maass.

Ein Prototyp einer solchen Rechenmaschine namens „Hybrid Multiscale Facility“ (HMF) entsteht derzeit im Rahmen des EU-Projekts „BrainScaleS“, an dem die Grazer Forscher unter anderem mit Kollegen der Universität Heidelberg kooperieren. Der HMF ahmt die Struktur des menschlichen Gehirns nach, arbeitet aber mehr als 1000-mal schneller. So werden die Grazer Forscher bald überprüfen können, ob die Vorhersagen der neuen Theorie auch für Rechner gelten, die aus künstlich nachgebildeten Neuronen (aus Silizium) bestehen.

EU-PROJEKT

BRAINSCALES

Das EU-Projekt BrainScaleS wurde im Jänner 2011 gestartet. In dem vierjährigen, mit 8,5 Millionen Euro dotierten Projekt kooperieren Computer- und Hirnforscher aus sechs Ländern.

Ziel ist es, die Informationsverarbeitung im Gehirn besser zu verstehen – durch Experimente an lebenden Neuronen, mathematische Analysen und den Bau eines Prototypen, der nach dem Vorbild des Gehirns arbeitet: die „Hybrid



Multiscale Facility“ (HMF, siehe Bild), in der herkömmliche Elektronik mit „neuro-morphen“ (den Strukturen im Gehirn nachgebildeten) Bausteinen gekoppelt wird.

NEUES RECHNERPRINZIP

Was das Gehirn vom Computer unterscheidet

13. November 2011 19:02



Informatiker der TU Graz finden Erklärung, wie das Gehirn trotz scheinbar unzuverlässiger Verarbeitungsweise gezielt Schlüsse ziehen kann

Stellt man einem Computer zehnmals die gleiche Aufgabe, so wird er auch zehnmals genau die gleichen Rechenschritte absolvieren. In diesem Punkt unterscheidet sich das Gehirn fundamental von derzeitigen Rechnern, denn dort funktioniert die Verarbeitung jedes Mal unterschiedlich. Informatiker der TU Graz haben nun eine Erklärung dafür gefunden, wie das Gehirn trotz dieser scheinbar unzuverlässigen Verarbeitungsweise gezielt Informationen verarbeiten und Schlüsse ziehen kann.

Ihre Theorie mit entscheidender Relevanz für die Weiterentwicklung von Computern haben die Forscher in der aktuellen Ausgabe des Journals "PLoS Computational Biology" veröffentlicht und präsentieren sie von 12. bis 16. November auf der "Neuroscience 2011", der weltweit größten Konferenz in diesem Bereich, in Washington.

Das Muster der elektrischen Impulse der Neuronen im menschlichen Gehirn variiert so stark, dass es schwierig ist, Ähnlichkeiten darin zu entdecken. "Dieses Phänomen ist ein Hinweis darauf, dass Informationsverarbeitung im Gehirn fundamental anders organisiert ist als im Computer, zumindest als in den bisher gebauten Computern", erklärt Wolfgang Maass, der das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz leitet. Gemeinsam mit seinem Team hat er eine Theorie entwickelt, die zeigt, dass auch Neurone, die mehr oder weniger zufällig Impulse, so genannte "spikes", an andere Neurone aussenden, sehr gezielt Berechnungen durchführen können.

Computer-Prototyp der Zukunft in Arbeit

"Der Grund ist, dass solche 'unzuverlässigen' Neurone so zu einem Netzwerk verschaltet werden können, dass das Gehirn eine große Zahl an verschiedenen Möglichkeiten quasi spontan, also zufallsgesteuert, durchspielen kann, um eine geeignete Lösung eines Problems zu ermitteln", erklärt Maass. Diese Theorie erklärt eine große Zahl von experimentellen Ergebnissen der Neurowissenschaft und Kognitionswissenschaft, so die Forscher. Daneben gibt sie den Informatikern aber auch neue Ideen, wie man zukünftige Rechner aus sehr billigen und extrem kleinen 'unzuverlässigen' Rechenelementen bauen kann, die möglicherweise lediglich aus einigen wenigen Molekülen bestehen.

Die These der Grazer Forscher besagt, dass ein geeignetes Netzwerk neuartiger elektronischer Bausteine mit neuronentem Verhalten ebenfalls in der Lage sein kann, aus einer großen Anzahl von unsicheren Fakten und Vermutungen intelligente Schlüsse zu ziehen. Ein Prototyp eines solchen neurartigen Rechners entsteht derzeit in Zusammenarbeit der Informatiker aus Graz mit Physikern der Universität Heidelberg im Rahmen des EU-Projekts "BrainScales". Schon bald wollen die Forscher nachprüfen können, ob die Vorhersagen der neuen Theorie auch für Rechner gelten, die aus in Silizium nachgebildeten künstlichen Neuronen bestehen. (red)

Abstract

PLoS Computational Biology: Neural Dynamics as Sampling: A Model for Stochastic Computation in Recurrent Networks of Spiking Neurons