

Vereinfachte Hirnmodelle dürfen eine Mindestanzahl von Kontakten zwischen Nervenzellen nicht unterschreiten, sonst liefern Simulationen keine korrekten Ergebnisse.

Die Grenzen der Vereinfachung

Kleine Hirnmodelle geben Beziehung zwischen Neuronen verzerrt wieder

Unser Gehirn ist ein gigantisches Netzwerk mit rund 100 Milliarden Nervenzellen. Jede einzelne besitzt im Schnitt 10.000 Kontaktstellen, sogenannte Synapsen. Über diese tauschen die Nervenzellen Informationen aus – und zwar mithilfe elektrischer Signale. Diese Netzwerke sind so umfangreich, dass selbst die leistungsstärksten Supercomputer gerade einmal ein Prozent des menschlichen Gehirns simulieren können. Um dennoch Rückschlüsse auf das gesamte Gehirn zu ziehen, arbeiten Neurowissenschaftler mit vereinfachten Hirnmodellen, bei denen die Zahl der Neuronen und Synapsen verringert wird, um den Speicherverbrauch der Simulationen zu reduzieren. Doch dieses sogenannte Downscaling hat Tücken, wie die Jülicher Experten Dr. Sacha van Albada, Prof. Moritz Helias und Prof. Markus Diesmann vom Institut für Neurowissenschaften und Medizin festgestellt haben.

Mindestanzahl von Kontakten

Nervenzellen gehen bei jeder Aktivität des Menschen eine zeitlich begrenzte Beziehung unter-

einander ein. Diese Beziehungen, Korrelationen genannt, können sehr unterschiedlich intensiv sein – je nachdem, wie stark etwa ein Hirnareal am Lachen, Laufen oder Denken beteiligt ist. „Wir haben festgestellt, dass bei Simulationen die Anzahl der Kontakte zwischen Nervenzellen nicht unter einer bestimmten Grenze liegen darf. Andernfalls gibt das Modell die Intensität der Korrelationen nicht korrekt wieder“, sagt Diesmann. Seinem Team ist es gelungen, die Abweichungen mathematisch zu bestimmen und teilweise auszugleichen. Die Genauigkeit der errechneten Korrektur kann allerdings nur eine Simulation des betreffenden Hirnschaltkreises in seiner vollen Größe zeigen. Die technischen Voraussetzungen dafür will das europäische Human Brain Project zusammen mit der Neural Simulation Technology Initiative (NEST) bis 2022 schaffen. Markus Diesmann und sein Team sind daran ebenso beteiligt wie das Jülich Supercomputing Centre.

PLOS Computational Biology,
DOI: 10.1371/journal.pcbi.1004490

STATEMENT



Prof. Markus Diesmann
Leiter des Institutsbereichs „Computational and Systems Neuroscience“
Um die Aktivität in Hirnschaltkreisen genau zu untersuchen, führt kein Weg daran vorbei, sie in ihrer vollen Größe zu simulieren. Wir entwickeln die Simulationssoftware für den hier notwendigen Exascale-Rechner und die Auswertungssoftware für Big Data Analytics.

Big Data meistern

Große Datenmengen zu sichern und zur Verfügung zu stellen, ist die eine Herausforderung. Die andere lautet: Wie kann man schnell und effizient aus den Daten Wissen generieren? Wissenschaftler des Jülich Supercomputing Centre (JSC) suchen für beides Lösungen.

Im Bereich Datenmanagement geht es zum Beispiel um eine gemeinsame europäische Dateninfrastruktur. „Es gibt in Europa Hunderte von Forschungsinfrastrukturen verschiedener Disziplinen, die immer mehr Daten sammeln, und sie alle benötigen die gleichen Basisdienste“, sagt Daniel Mallmann, Leiter der JSC-Abteilung „Föderierte Systeme und Daten“. Um eine Reihe von gemeinsamen Diensten anzubieten, wurde die europaweite Initiative EUDAT ins Leben gerufen. So können Wissenschaftler ihre Daten in Infrastrukturen speichern, auf denen sie zugleich rechenintensive Datenanalysen durchführen können. Dabei haben die Forscher die Option, anderen Wissenschaftlern Zugang zu ihren Daten zu ermöglichen. Ein Metadaten-Suchdienst erleichtert das Auffinden von Daten. Das JSC hat die Angebote mitentwickelt und stellt eines der multi-thematischen Datenzentren dieser europaweiten Infrastruktur.

Optimieren und lernen

„Unser Ziel sind schnelle, effiziente und teilweise automatisierte Analysen von Big Data“, erläutert Prof. Morris Riedel, der eine Forschungsgruppe zur Datenanalyse leitet. Er setzt auf paralleles Rechnen, um die Analysealgorithmen für die Anwendung auf Superrechnern anzupassen – und profitiert ebenfalls von den oben genannten Infrastrukturdiensten. Dazu optimiert Riedel mit seinem Team parallele Ansätze zur Datenanalyse, manche Algorithmen werden auch erstmals auf paralleles Rechnen umgestellt. Die JSC-Forscher arbeiten dabei an Data-Mining-Methoden und Algorithmen, um entscheidende Beziehungen zwischen Daten besser zu erfassen. Zugleich soll die Datenmenge auf den tatsächlich relevanten Teil reduziert und von Abweichungen und Unregelmäßigkeiten bereinigt werden. Neben diversen Techniken aus der Statistik spielt hier auch das sogenannte skalierbare maschinelle Lernen eine wichtige Rolle: ein Analysewerkzeug, das aus Beispielen aus dem jeweiligen Anwendungsbereich lernen kann. Auch über den Schutz der Privatsphäre von Nutzern machen sich die Wissenschaftler Gedanken, etwa bei Patientendaten. „Spezielle Methoden zur Pseudonymisierung und Anonymisierung könnten verhindern, dass bestimmte Daten analysiert werden“, sagt Morris Riedel.

JSC-Forschungsthema
„Verteiltes Rechnen“

EU-Projekt EUDAT
(European Data Infrastructure)

Mehr Daten bedeuten nicht mehr Wissen

Interview mit Prof. Thomas Lippert, Leiter des Jülich Supercomputing Centre und Sprecher des Helmholtz-Programms „Supercomputing & Big Data“



Big Data ist ein viel diskutiertes Schlagwort. Worum geht es?

Einer Schätzung zufolge verdoppelt sich das weltweit erzeugte Datenvolumen alle zwei Jahre. Heutige Datenbanken, Management-Tools oder Analysewerkzeuge sind damit zunehmend überfordert. Wir benötigen neue Methoden zur Verarbeitung und Auswertung.

In diesem Zusammenhang steht oft die Wirtschaft im Fokus. Wie sieht es in der Wissenschaft aus?

Täglich erscheinen weltweit mehr als 20.000 Publikationen zu verschiedensten wissenschaftlichen Themen. Forscher produzieren dank besserer experimenteller Methoden und leistungsfähigerer Supercomputer riesige Datenmengen. Um neue Erkenntnisse zu gewinnen, ist die Analyse von Datensätzen zu einem unverzichtbaren Werkzeug geworden.

Was sind die Probleme?

Mehr Daten bedeuten nicht mehr Wissen. Es geht darum, Daten geeignet auszuwerten und Ergebnisse zu interpretieren. Zusammenhänge müssen gefunden werden, aber das Hauptinteresse gilt kausalen Verknüpfungen zwischen den Daten. Erst dann gewinnen wir nützliche und verlässliche Informationen. Doch zunächst müssen wir die Voraussetzungen dafür schaffen.

Die wären?

Neben den Methoden müssen wir uns über Standards verständigen, wie wir Daten sinnvoll strukturieren, nutzen und weitergeben. Wir benötigen für immer mehr Disziplinen eine entsprechende Infrastruktur, um unterschiedliche Daten zusammenzuführen. Solche Strukturen werden etwa in der Klimaforschung seit Jahren beständig weiterentwickelt. Dies benötigen wir auch in der Hirnforschung.

Welche Rolle spielt hier das Helmholtz-Programm „Supercomputing & Big Data“?

Wir wollen darin genau solche Big-Data-Infrastrukturen und Instrumente für die nationale und europäische Wissenschaft zur Verfügung zu stellen, etwa Speichersysteme zusammen mit Supercomputern der höchsten Leistungsklasse. Außerdem bauen wir innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft Labore auf, die Algorithmen zur Datenanalyse sowie Data-Mining-Verfahren entwickeln und optimieren.

Professor Lippert, vielen Dank für das Interview.

Der Allrounder

Die Supercomputer-Familie am Forschungszentrum Jülich hat ein neues Mitglied: JURECA.

Der Rechner der Petaflop-Klasse schafft bis zu 2,2 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde und ersetzt JUROPA. Dieser hatte sechs Jahre lang zahlreiche wissenschaftliche Ergebnisse geliefert, die unter anderem in den Fachmagazinen „Science“ und „Nature“ publiziert wurden. JURECA soll daran anknüpfen. Er dient über 200 Forschungsgruppen als Arbeitsrechner und wird beispielsweise für wissenschaftliche Projekte aus der Astro- und Teilchenphysik, den Lebens- und Geowissenschaften sowie der Materialforschung genutzt.

JURECA steht für „Jülich Research on Exascale Cluster Architectures“ und verweist auf die kommende Generation von Supercomputern, die Exascale-Klasse. Sie wird hundert- bis tausendmal leistungsfähiger sein als heutige Systeme. Es geht aber nicht nur um Leistung: Der neue Rechner verbraucht nur ein Megawatt Strom – ein Drittel weniger als JUROPA bei zehnfach höherer Rechenleistung.

Experten des Jülich Supercomputing Centre (JSC) haben das System maßgeblich mitentwickelt und für ein besonders breites Aufgabenspektrum ausgelegt. „Wir wollen mit JURECA keine Rekorde brechen. Wir geben vielmehr den Forschungsgebieten, die auf den Leistungszuwachs für bahnbrechende Ergebnisse



angewiesen sind, ein neues Werkzeug an die Hand. Hier geht es um Big Data, also große Datenmengen, die in vielen Bereichen eine zunehmend wichtige Rolle spielen“, sagt JSC-Direktor Prof. Thomas Lippert. JURECA ergänzt Jülichs Supercomputer JUQUEEN, einen der schnellsten der Welt. Während JUQUEEN speziell für die parallele Berechnung auf einer großen Zahl von Rechenkernen ausgelegt wurde, ist JURECA allgemein einsetzbar.

Als sogenannter Cluster-Rechner besteht JURECA aus rund 1.900 vernetzten Einzelrechnern. Für besonders speicher- und rechenintensive Simulationsrechnungen kann auf Zusatzausrüstung zurückgegriffen werden. Das System, das das Unternehmen T-Platforms in zwei Phasen geliefert und aufgebaut hat, verwendet keinerlei Sonderentwicklungen bei der Hardware. „Dadurch können wir sehr kosteneffizient Rechenzeit bereitstellen und die Nutzer ohne aufwendige Anpassungen freie Software verwenden“, erklärt Dr. Dorian Krause, der die Installation am JSC betreut.

Der neue Jülicher Petaflop-Rechner JURECA wurde für ein besonders breites Aufgabenspektrum ausgelegt.

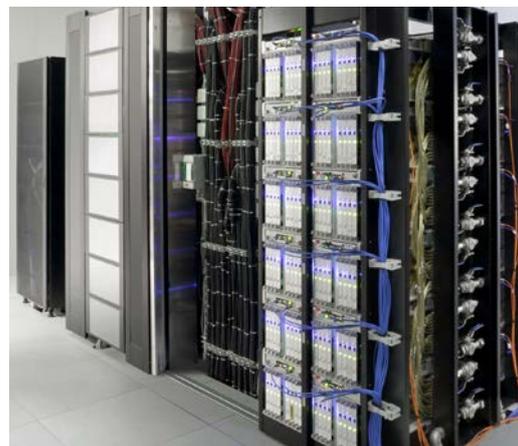
JURECA

Prototyp für Superrechner der nächsten Generation

Das EU-Forschungsprojekt DEEP (Dynamical Exascale Entry Platform) hat eine innovative Rechnerarchitektur entwickelt, die die Weichen für künftige Supercomputer stellt. Das System arbeitet nach dem Cluster-Booster-Konzept: Ein Booster aus hochparallelen, untereinander vernetzten Mehrkernprozessoren beschleunigt einen Cluster mit herkömmlichen Prozessoren. Der Cluster erledigt dabei die Teile des Programms, die nicht stark parallelisiert arbeiten. Die Programmteile, die hochparallelisiert gerechnet werden können, übernimmt der Booster. Diese Aufgabenteilung steigert die Leistung des Gesamtsystems.

Das DEEP-Team hat für das komplexe Hardwaresystem einen kompletten Software-Stack entwickelt, der Nutzern das Programmieren erleichtert. Sechs Anwendungen aus Wissenschaft und Wirtschaft haben die Forscher bereits für ihr System optimiert. „Dabei konnten wir sehr gut die Vorteile dieser Architektur zeigen: hohe Flexibilität und effiziente Nutzung der Systemressourcen“, sagt die Jülicher Wissenschaftlerin Dr. Estela Suarez, Projektkoordinatorin von DEEP.

Der DEEP-Rechner, der über eine Rechenleistung von 500 Teraflops verfügt, läuft als Prototyp am Jülich Supercomputing Centre. Künftig werden nicht nur DEEP-Partner, sondern auch externe Entwickler das System für ihre Anwendungen nutzen können. An dem EU-Projekt DEEP, das nach knapp vierjähriger Laufzeit nun endete, waren 16 europäische Einrichtungen aus Forschung und Industrie beteiligt.



JSC-Forscherin Dr. Estela Suarez koordinierte das EU-Projekt DEEP.

EU-Projekt DEEP

Innovativ: das DEEP-System mit Booster (rechts, mit blauer Verkabelung) und Cluster (links, silbernes Rack)

KURZNACHRICHTEN

Bausteine der Sicherheit

Mehr als drei Jahre lang haben Forscher des Jülich Supercomputing Centre (JSC) gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Behörden im Projekt BaSiGo untersucht, wie die Sicherheit von Großveranstaltungen verbessert werden kann. Die Ergebnisse des nun abgeschlossenen Projekts flossen in den BaSiGo-Guide ein. Er enthält zahlreiche Empfehlungen zur Planung und Durchführung solcher Veranstaltungen. Die riesigen Datenmengen, die die JSC-Abteilung „Sicherheit und Verkehr“ bei Fußgängerexperimenten sammelte, werden der Forschung zur Verfügung gestellt.

[mehr ...](#)



Pilotphase beginnt

Die Realisierung eines interaktiven Supercomputers für das Human Brain Project rückt näher. Zwei Konsortien werden Mitte 2016 ihre Pilotsysteme am Jülich Supercomputing Centre in Betrieb nehmen. Das Unternehmen Cray sowie ein Verbund von IBM und NVIDIA hatten im Rahmen einer sogenannten vorkommerziellen Beschaffung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten den Zuschlag bekommen. Die interaktive Bedienbarkeit gilt als Schlüsselement für künftige Superrechner, die speziell auf Anwendungen für die Hirnforschung zugeschnitten sind.

[mehr ...](#)

Nanogitter soll Knochenteile ersetzen

Mithilfe des Jülicher Supercomputers JUQUEEN suchen Wissenschaftler der Universität Siegen und der Technischen Universität Darmstadt nach effizienten Nanogittern. Die Gitter sollen bisherige Materialien im Automobilbau oder in der Medizin ersetzen. So könnte ein winziges Gerüst aus Nanometallstäbchen Knochenteile ersetzen, die ein Patient nach einem Unfall oder durch einen Tumor verloren hat. Denkbar sind sowohl ein dauerhafter als auch ein zeitlich begrenzter Einsatz, bis Knochen und Gewebe nachgewachsen sind. Zunächst gilt es, geeignete Strukturmaterialien aufzufindig zu machen, die leicht und belastbar sind. Auf JUQUEEN simulieren die Forscher dazu auf Nanoebene unterschiedliche Gitter mit jeweils 50 bis 200 Millionen Atomen. Davon erhoffen sie sich auch Erkenntnisse, wie die Nanometallstäbchen geometrisch angeordnet sein müssen.

[mehr ...](#)

Der Struktur auf der Spur

Das John von Neumann-Institut für Computing (NIC) hat das Forschungsvorhaben „Struktur und Dynamik von Polymer- und Lipidsystemen“ als NIC-Exzellenzprojekt 2015 ausgezeichnet. Das Team von Prof. Marcus Müller von der Georg-August-Universität Göttingen untersucht, wie Hunderte von Molekülen kooperieren, um sich selbstständig in Nanostrukturen zu organisieren. Solche Phänomene spielen eine wichtige Rolle in technischen und biologischen Prozessen, etwa bei der Herstellung von mikroelektronischen Bauelementen oder Membranveränderungen bei Transportvorgängen in Zellen. Computersimulationen sollen helfen, die Mechanismen der Strukturbildung besser zu verstehen sowie die Materialeigenschaften und Prozessbedingungen zu optimieren.

[mehr ...](#)

TERMINE

Programmierung und Nutzung der Supercomputerressourcen in Jülich

26. – 27.11.2015

am Jülich Supercomputing Centre

Dozenten: Mitarbeiter des JSC sowie der Firmen IBM, Intel und ParTec

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/sc-nov

Fortgeschrittene Parallelprogrammierung mit MPI und OpenMP

30.11. – 01.12.2015

am Jülich Supercomputing Centre

Dozent: Rolf Rabenseifner, HLRS Stuttgart

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/mpl

4th JLESC Workshop

02. – 04.12.2015

am Gustav-Stresemann-Institut in Bonn

www.fz-juelich.de/ias/jsc/jlesc-4

Einführung in OpenGL

08.12.2015

am Jülich Supercomputing Centre

Dozent: Dr. Herwig Zilken, JSC

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events/opengl

NIC-Symposium 2016

11. – 12.02.2016

am Forschungszentrum Jülich

www.john-von-neumann-institut.de/nic/nic-symposium-2016

Jetzt auch für Smartphone und Tablet!

Exascale Newsletter: www.exascale-news.de

effzett – das crossmediale Magazin: www.fz-juelich.de/effzett

Daten und Fakten: www.fakten.fz-juelich.de



Übersicht über Veranstaltungen am Jülich Supercomputing Centre:

www.fz-juelich.de/ias/jsc/events

IMPRESSUM

EXASCALE NEWSLETTER des Forschungszentrums Jülich **Herausgeber:** Forschungszentrum Jülich GmbH | 52425 Jülich **Konzeption und Redaktion:** Dr. Anne Rother (v.i.S.d.P.), Tobias Schlößer, Christian Hohlfeld **Grafik und Layout:** Grafische Medien, Forschungszentrum Jülich **Bildnachweis:** S. 1 oben: @adimas/Fotolia.com; S.2 links: @Victoria/Fotolia.com; S. 4 Forschungszentrum Jülich/Ralf Eisenbach; Forschungszentrum Jülich **Kontakt:** Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation Tel.: 02461 61-4661 | Fax: 02461 61-4666 | E-Mail: info@fz-juelich.de **Druck:** Schloemer & Partner GmbH **Auflage:** 700