

Dossier



Quanten-Simulanten: Forscher testen Quantencomputer am Desktop-PC

DOSSIER

28.06.2018

Von Christian Müller / APA

Seite empfehlen



Wien (APA-Science) - Quantencomputer sollen einmal bestimmte Probleme schneller lösen als konventionelle Computer. Obwohl die Technologie erst in Ansätzen existiert, üben Forscher in Oberösterreich schon damit - mit verschiedenen Zugängen: Während sich die FH Oberösterreich einen kommerziellen Quantensimulator gekauft hat, simuliert man an der Uni Linz mittels cleverer Algorithmen den Quantencomputer am Desktop-PC.

Computer setzen derzeit auf binäre Operationen, also Strom ein oder Strom aus bzw. 0 oder 1. Quantencomputer verwenden dagegen quantenphysikalische Systeme, beispielsweise Photonen oder einzelne Ionen. Diese können ebenfalls zwei Basiszustände haben, also 0 und 1 - und zwar mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, sobald man den Zustand misst. Weil die Systeme aber den Gesetzen der Quantenphysik gehorchen, können sie - solange niemand hinschaut - beide Zustände gleichzeitig einnehmen. Die Physiker nennen dies Superposition.

Dieses Phänomen will man sich bei Problemen zunutze machen, die sich so viel schneller lösen lassen. Schließlich kann man im Quantencomputer die Superposition ausnutzen und alle Möglichkeiten gleichzeitig in einer Berechnung durchführen. "Das klappt nicht für alle Probleme, weil man das Ergebnis nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bekommt", erklärte Robert Wille vom Institut für Integrierte Schaltungen der Universität Linz im Gespräch mit der APA. Bei verschiedenen Problemen, etwa der Faktorisierung, lasse sich durch Quantentricks die Wahrscheinlichkeit, die richtige Lösung zu treffen, deutlich erhöhen, so Wille, und der Quantencomputer kann seine Vorteile ausspielen.

Minuten oder Jahrhunderte

Bei der Faktorisierung wird eine Zahl in die Produkte ihrer Primzahlen zerlegt. Das geht etwa bei der Zahl 15 noch einfach, da sind die Faktoren 5 und 3. Bei größeren Zahlen wird das deutlich schwerer, weshalb ein Großteil der Verschlüsselungs-Methoden (Kryptographie) auf Faktorisierung beruht. Sie sind deshalb sicher, weil ein Rechner derzeit Jahrhunderte braucht, um sie zu knacken, ein Quantencomputer könnte dies aber binnen Minuten oder Stunden schaffen.

Könnte - denn noch wird an den Grundlagen für Quantencomputer geforscht. Erste Realisierungen gibt es aber bereits und auch die Industrie ist auf diese Entwicklung aufgesprungen. "Nahezu alle großen Firmen wie Google, Microsoft, Intel, IBM, usw. investieren enorm in diese Technologie", sagte Wille. IBM etwa bietet seit 2017 via Cloud freien Zugang zu mittlerweile drei Quantencomputern, einer davon mit 16 Qubits (Qubits), wie die grundlegende Informationseinheit des Quantencomputers genannt wird. Auch Österreich spielt hier in der ersten Liga mit, etwa Innsbrucker Quantenphysiker, die einen Quantencomputer mit 20 individuell kontrollierbaren Qubits realisiert haben.

Angesichts dieser Fortschritte rückt das Feld auch in den Fokus anderer Gebiete. "Weil zu erwarten ist, dass der Quantencomputer für angehende Informatiker auf ihrem Karriereweg eine wesentliche Rolle spielen wird, zeigen wir unseren Studenten bereits heute diese Technologie, forschen aber auch daran, wie wir Quantenalgorithmen jetzt schon testen können", so Wille.

"Google Award" für Quantensimulator

Mit Erfolg, wie der mit umgerechnet rund 50.000 Euro dotierte "Google Award" zeigt, den Wille und sein Team kürzlich für den von ihnen entwickelten Quantensimulator erhalten haben. Sie setzen dabei nicht auf den Ausbau der Hardware wie die Kollegen in Hagenberg, "sondern wir versuchen, das auf einem anderen Weg auf konventionellen Maschinen hinzubekommen", so Wille. Der Schlüssel dazu heißt "clevere Datenstrukturen und clevere Algorithmen".

Quantenoperationen lassen sich als mathematische Formeln darstellen, die allerdings enorm groß werden und - auf konventionellem Weg - daher nur noch von Supercomputern bewältigt werden können. "Wir nutzen dagegen bestimmte Redundanzen, indem wir die Formeln in kleine Stücke zerhacken und identische Teile nur einmal abspeichern", sagte der Computerwissenschaftler. In vielen Fällen lassen sich so Milliarden von Beschreibungen kompakt auf wenige hundert Formeln reduzieren und effizient auf konventionellen Computern berechnen.

Auf diese Art und Weise konnten die Linzer Informatiker ein bestimmtes Problem - für das ein High-End-Quantensimulator von Microsoft 30 Tage gerechnet hat, in weniger als einer Sekunde auf einem konventionellen Desktop-PC simulieren. Google war diese Leistung ein "Research Award" Wert.

"Das wird nie dazu führen, dass wir irgendwann schneller sind als der Quantenrechner, aber wir können bereits einige Algorithmen für einen noch nicht existierenden Quantencomputer nachbilden, die auf herkömmlichen Simulatoren zu lange dauern", sagte Wille. Für das konkrete Problem, bei dem sich die Linzer mit dem Microsoft-Simulator gemessen haben, habe man 31 Qubits simuliert. Es gebe aber auch Algorithmen, bei denen sich Hunderte Qubits am Desktop-PC simulieren lassen, "das sind künstliche Testfälle, um zu zeigen, was geht".

Quantum Learning Machine an FH OÖ

Was geht, wollen auch die Wissenschaftler der Fachhochschule Oberösterreich herausfinden: Noch im Juli bekommt der Campus Hagenberg mit der Quantum Learning Machine (QLM) von Atos den nach Angaben des Herstellers weltweit leistungsfähigsten kommerziellen Quantensimulator geliefert. Dieser kann in der beschafften Version 30 Qubits simulieren und ist auf bis zu 40 Qubits ausbaufähig.

Wie die Linzer mit ihrem Simulator wollen die Hagenberger die Maschine in der Ausbildung und in der anwendungsorientierten Forschung im Bereich neuer Computer-Technologien im Informationssicherheitsbereich einsetzen. "Wir wollen so unsere Spitzenposition im Bereich der europäischen Sicherheitsforschung weiter stärken und den Studierenden eine zukunftsorientierte Ausbildung für Quanten-Computing - das nächste technologische 'Big Thing' - bieten", so Robert Kolmhofer, Leiter des Departments Sichere Informationssysteme am FH OÖ Campus Hagenberg.

Auch wenn sie andere Zugänge zur Quantensimulation haben, wollen sich die Forscher der Uni Linz und der FH OÖ abstimmen, Synergien nutzen und bündeln, betonte Wille. Gespräche dazu habe es bereits gegeben. Ziel ist jedenfalls, den Studenten die Zukunft zu zeigen und Quanten-Software und -Algorithmen zu entwickeln, zu testen und zu verfeinern, bevor die zugrundeliegende Technologie zur Verfügung steht.

Empfindliche Quanten

Dieser fehlende Zugriff auf Quantencomputer war bisher der Hauptgrund für solche Simulatoren, doch Wille erwartet, dass sich das rasch ändern wird, wie das Beispiel IBM zeigt. Die Simulatoren würden aber deshalb nicht so schnell verzichtbar, "weil momentan Simulatoren noch mehr Qubits nachbilden können als bisherige Realisierungen von Quantencomputern". Aber auch in Zukunft werde es Simulatoren benötigen, weil diese "sehr sauber simulieren und perfekt berechnen". Dagegen sind die quantenphysikalischen Phänomene, auf denen Quantenrechner beruhen, äußerst empfindlich gegenüber Störungen von außen, "weshalb man viel mit mehreren Läufen, Mittelwerten und Wahrscheinlichkeiten arbeiten wird müssen".

Zudem sei die Überlegenheit des Quantencomputers bisher nur eine theoretische Vorhersage, "der praktische Beweis fehlt noch", so Wille. Es gebe daher eine eigene Forschungsrichtung, in der versucht wird, die "Quantenüberlegenheit" (quantum supremacy) durch immer bessere Simulatoren zu verzögern. Wille: "Wenn wir es schaffen, jede beliebige Quantenalgorithmen mit 100 Qubits effizient zu simulieren, wäre die Letzte für die Physiker bei der Realisierung eines so starken Quantencomputers entsprechend hoch." Deshalb wollen die Linzer Computerwissenschaftler ihre Methodik auf mehrere Prozessorkerne bzw. Cluster erweitern, "um den Vorteil, den wir durch unsere cleveren Datenstrukturen und Algorithmen haben, parallel nutzen zu können".

STICHWÖRTER

■ [Physik](#) | ■ [IT](#) | ■ [Universität](#) | ■ [Wien](#) | ■ [Dossier](#) | ■ [Wissenschaft](#) | ■ [Naturwissenschaften](#) | ■ [Technologie](#) | ■ [Bildung](#) | ■ [Schule](#) | ■ [Hochschulwesen](#) |

DOSSIER



Die "simulierte" Forschung

Astronomie, chinesische Politik oder neue Medikamente: Computermodelle sind in der Forschung zum unverzichtbaren Werkzeug geworden, um das ...

■ [Mehr](#)

GASTKOMMENTARE

"Politik(beratung) aus dem Computer"

von Anja Bauer
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt und
Österreichische Akademie der Wissenschaften



"Von der einfachen Computeranalyse zur internationalen Analog-Mars-Expedition"

von Gernot Grömer
Österreichisches Weltraum Forum



"Simulation in der Archäologie - abseits von Hollywood"

von Georg Zotti
Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische
Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI
ArchPro)



"Mit Simulationen die Zukunft explorieren"

von Sigrid Stagl
Institute for Ecological Economics der
Wirtschaftsuniversität Wien



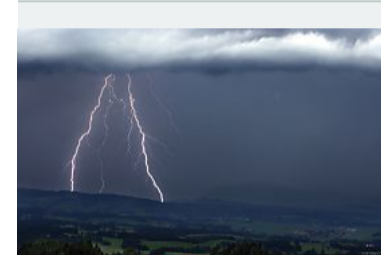
HINTERGRUNDMELDUNGEN



Simulation - die Zukunft der Medizin?

Besser, billiger, schneller, schlauer, so muss die Medizin in Zukunft sein. Die ...

■ [Mehr](#)



Regen, Erdenwärmung und Beben - alles simuliert

Ob das Wetter am nächsten Tag einen Wanderausflug zulässt, unter welchen ...

■ [Mehr](#)



Simulieren: Wenn "Trial and Error" nicht zielführend ist

Citymaut - ja oder nein? Bei hochemotionalen Fragestellungen wie dieser ließe ...

■ [Mehr](#)



Stadtplanung: Mehr Lebensqualität aus dem Computer

Ein Gebäude oder einen ganzen Stadtteil zu sanieren und zu optimieren, ist eine ...

■ [Mehr](#)



Quanten-Simulanten: Forscher testen Quantencomputer am Desktop-PC

Quantencomputer sollen einmal bestimmte Probleme schneller lösen als ...

■ [Mehr](#)



Lernen am Modell in der Industrie

Immer öfter wird in der Industrie einem physikalischen Objekt oder System ein ...

■ [Mehr](#)



Protlose Kunst - Wieso Hefe mehr kann als backen

Wien (APA/APA-Science) - Der kleine Alleskönner Hefe kann viel mehr als nur ...

■ [Mehr](#)

MEHR ZUM THEMA

Forschende prognostizieren: 2018 wird ein "Zecken-Jahr"

Google-Auszeichnung für Simulation von Quantencomputern

ERC Advanced Grant für Innsbrucker Physiker

Quantenverschränkung auf den Kopf gestellt

Simulation von Sehschwächen in Virtual Reality

Smart Farming: Landwirtschaft mit Computer

Materialforschung: Vom Atom zum fertigen Werkstück

Verbesserte "Energie-Ernte" in Solarzellen

AIT und Schloss Schönbrunn: Innovation im BesucherInnenmanagement