

Neuromorphes Computing – vom Gehirn für die Technik der Zukunft lernen (Prof. Wolfgang Marquardt)

Hinsichtlich Energieeffizienz und Leistungsfähigkeit ist das menschliche Gehirn selbst den größten heute existierenden Supercomputern bei bestimmten Aufgaben immer noch haushoch überlegen. Warum das so ist, ist weitestgehend unklar.

Das Gehirn ist eine hochkomplexe Struktur bestehend aus 100 Milliarden Nervenzellen, von denen jede im Schnitt mit 10.000 anderen Nervenzellen über lernfähige Kontaktstellen verbunden ist.

Im Gegensatz zur heutigen Computerarchitektur gibt es im Gehirn keine konzeptionelle Trennung zwischen den Recheneinheiten und dem Speicher. Außerdem arbeitet das Gehirn auf natürliche Weise hochgradig parallel und führt viele Rechenoperationen gleichzeitig aus. Diese beiden Eigenschaften des Gehirns sind möglicherweise der Schlüssel zu seiner enormen Energieeffizienz und Leistungsfähigkeit.

In Zusammenarbeit mit externen Partnern entwickeln Jülicher Forscher sogenannte "neuromorphe" Computer bzw. Bauteile, deren Architektur und Funktionsweise dem Gehirn nachempfunden ist.

Das SpiNNaker-System ist ein Beispiel für eine solche neuromorphe Technologie. Es wurde von Partnern des Forschungszentrums an der Universität Manchester entwickelt. Bei SpiNNaker wurde besonders darauf geachtet, den Engpass zwischen Recheneinheiten und Speicher zu vermeiden, und gleichzeitig eine hohe Verdrahtungsdichte sowie hohe Parallelität zu ermöglichen. Auf diese Art und Weise ist eine Architektur entstanden, die im Vergleich zu klassischen Computern besonders energieeffizient und schnell neuronale Netzwerke simulieren kann.

In Zusammenarbeit mit den Kollaborationspartnern aus Manchester haben Jülicher Forscher 2016 erfolgreich ein vollständiges Modell eines Kubikmillimeters der Großhirnrinde auf dem SpiNNaker-System simuliert. Dies ist weltweit die erste neuromorphe Simulation, bei der die tatsächliche natürliche Verschaltungsdichte des Gehirns erreicht wurde.

Neuromorphe Simulationen wie diese erlauben Neurowissenschaftlern, Lernprozesse oder neurodegenerative Erkrankungen wie beispielsweise Demenz oder Parkinson zu erforschen und Fragen zu beantworten, die mit klassischen Computern nur schwer zugänglich sind.

Darüber hinaus kann die Entwicklung solcher neuromorpher Prozessoren langfristig zu einer neuen Generation von Computern führen, bei der neuromorphe und klassische Komponenten Hand in Hand arbeiten, und jeder Teil sich dem Gebiet widmet, das er am besten beherrscht.