

Vom Gehirn lernen

Durch welche Mechanismen ermöglicht das Gehirn dem Menschen, zu denken und zu lernen? Wie kann man solche Mechanismen im maschinellen Lernen technisch nutzbar machen? Diese Fragestellungen motivieren die Forschung am Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung der TU Graz – mit aufsehenerregenden Ergebnissen, wie Berichte der wichtigsten österreichischen Tageszeitungen in den letzten Monaten zeigen.

Robert Legenstein, Stefan Häusler,
Lars Büsing, Wolfgang Maass

Durch einige Artikel in wissenschaftlichen Journalen mit hohem Impact und prestigereichen Projekten hat das Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung (IGI) in den letzten Monaten auf sich aufmerksam gemacht. Grundlage der Forschungsarbeit am IGI ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Neurowissenschaftlerinnen und Neurowissenschaftlern, um zu verstehen, wie das Gehirn rechnet und lernt.

In Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt wurde nachgewiesen, dass das Gehirn die Fähigkeit besitzt, zeitlich aufeinanderfolgende Sinneseindrücke gemeinsam in raum-zeitlichen Mustern von Nervenreizen zu verarbeiten. Die in PLoS Biology publizierten Untersuchungen liefern einen ersten experimentellen Beweis für die Theorie des „fließenden Rechnens“. Dabei handelt es sich um ein von IGI-Leiter Wolfgang Maass gemeinsam mit dem renommierten Neurowissenschaftler Henry Markram erarbeitetes Modell für Rechenvorgänge im Gehirn. Dieses geht davon aus, dass das Gehirn schon in einem sehr frühen Berechnungsstadium Informationen aus verschiedenen Zeitabschnitten überlagert und integriert. „Das Gehirn funktioniert wie ein Wasserteich, in den Steine hineingeworfen werden. Die dadurch entstandenen Wellen verschwinden nicht sofort, sondern überlagern sich und



Ein typisches Neuron im Gehirn hat viele Tausende von Synapsen, d.h. Kontaktpunkte mit anderen Neuronen (gezeigt als rote Punkte für ein Neuron links oben). Das Projekt Brain-i-Nets erforscht, nach welchen Gesetzmäßigkeiten sich diese Synapsen laufend in ihrer Stärke ändern und damit die Arbeitsweise des Netzwerkes umprogrammieren.

sammeln Information darüber, wie viele und wie große Steine hineingeworfen wurden“, erklärt IGI-Mitarbeiter Stefan Häusler.

Die mikrobiologische Grundlage des Lernens, die sogenannte synaptische Plastizität, d.h. die Veränderung der Verschaltung von Nervenzellen, wurde in einem Projekt mit der Ecole Polytechnique Federale de Lausanne untersucht. In einer gemeinsamen Publikation in Nature Neuroscience wurden experimentelle Resultate aus der Fachliteratur zur synaptischen Plastizität in einem einheitlichen mathematischen Modell zusammengefasst. Dieses allgemeine Modell gibt eine mögliche theoretische Erklärung für die experimentell beobachteten unterschiedlichen Verschaltungsmuster verschiedener Hirnareale in Abhängigkeit von deren Funktion. Lernen und synaptische Plastizität ist auch das Hauptthema im interdisziplinären EU-Projekt

Brain-i-Nets (Novel Brain Inspired Learning Paradigms for Large-Scale Neuronal Networks), das vom IGI für drei Jahre koordiniert wird. Ziel dieses Projektes ist es, eine neue Generation von Neurocomputern zu entwerfen, die auf Rechenprinzipien und Lernmechanismen im Gehirn beruhen. Gleichzeitig sollen neue Erkenntnisse über Lernmechanismen im Gehirn gewonnen werden. „Im Gegensatz zu heutigen Computern führt das Gehirn kein fixes Programm aus, sondern passt Funktionen immer wieder an und programmiert diese neu. Viele dieser Effekte sind noch nicht erklärt“, erläutern IGI-Leiter Wolfgang Maass und Projekt-Koordinator Robert Legenstein. Getragen wird das dreijährige Projekt von der EU-Förderschiene „Future and Emerging Technologies“ (FET), die besonders innovative und visionäre Ansätze in der Informationstechnologie stützt. ■