

Neurowissenschaftlich fundierte neuronale Netze für Grundlagenforschung in Kognitionswissenschaft

Wissenschaftler der Freien Universität Berlin und der University of Plymouth (UK) entwickeln biologisch plausible neuronale Netze, um menschliche Kognition zu erforschen.

Neuronale Netze und Künstliche Intelligenz-Algorithmen sind im letzten Jahrzehnt immer besser geworden. In vielen Bereichen erreichen sie menschenähnliche Performance: Sie können Gesichter erkennen, Texte verfassen, Bilder generieren oder Auto fahren. Aber können sie uns helfen, die Grundlagen von menschlicher Kognition zu verstehen? Mit dieser Frage haben sich Wissenschaftler der Freien Universität Berlin und der University of Plymouth befasst und kamen zu dem Schluss: wenn ein neuronales Netz auf allen Ebenen auf der Grundlage neurowissenschaftlicher Erkenntnisse entwickelt wurde, kann es bekannte kognitive Phänomene simulieren und erklären. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden in der renommierten Fachzeitschrift Nature Reviews Neuroscience veröffentlicht.

Künstliche neuronale Netze sind zwar vom menschlichen Gehirn inspiriert, sind allerdings in vielen Aspekten keine neurowissenschaftliche Repräsentation des Gehirns. Das menschliche Gehirn ist ein komplexes System, dessen verschiedene Bereiche mittels Neuronen miteinander kommunizieren. Modellrelevante Eigenschaften des Gehirns können daher von der mikroskopischen bis zur makroskopischen Skala gehen: von der Umsetzung eines einzelnen Neurons auf der Zellebene bis zur Art und Weise, wie größere Gehirnbereiche untereinander verbunden sind. Wenn Forscherinnen und Forscher Eigenschaften des Gehirns modellieren wollen, müssen sie sich auf jeder Skala entscheiden, wie detailliert und realitätsnah das Modell sein soll.

Professor Dr. Dr. Friedemann Pulvermüller und sein Team haben verschiedene Modellansätze untersucht und mehrere Faktoren identifiziert, die bisherige Modelle charakterisieren: auf der mikroskopischen Zellebene das Neuronenmodell und die Implementierung von synaptischer Plastizität und Lernfähigkeit, und auf der makroskopischen Ebene die Verwendung von lokalen und globalen Kontrollmechanismen neuronaler Aktivität, die Struktur der modellierten Gehirnareale, die Konnektivität der Neuronen eines Bereichs untereinander und die Konnektivität verschiedener Bereiche miteinander.

Besonders wichtig sei allerdings, dass die unterschiedlichen Skalen in einem einzelnen Modell integriert werden. „Modelle, die eine Brücke zwischen der mikro- und makroskopischen Skala schlagen, sind eine wertvolle Ressource in der Neurowissenschaft“, erklärt Friedemann Pulvermüller. „Forscher und Forscherinnen können diese Modelle mit physiologischen Daten aus Experimenten vergleichen.“ Modelle, die empirisch validiert und biologisch plausibel sind, könnten Vorhersagen darüber treffen, wie sich kognitive Funktionen wie Sprachvermögen und Aufmerksamkeit nach einer Läsion neu organisieren. Personalisierte neuronale Modelle, die durch spezifische Eigenschaften eines einzelnen Gehirns beschränkt werden, könnten ein wertvolles Hilfsmittel zur Planung von individuellen Therapien und Operationen sein, beispielsweise für Personen mit Gehirntumoren.

Bisherige Forschung mit neurowissenschaftlich fundierten Modellen an der Freien Universität Berlin konnte bereits einige bekannte Phänomene erklären, wie beispielsweise die Rekrutierung von visuellen Gehirnarealen zur Sprachverarbeitung bei Menschen, die von Geburt an blind sind.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wird das Forscherteam um Friedemann Pulvermüller im vom Europäischen Forschungsrat mit 2,5 Mio. Euro geförderten Projekt „Material Constraints Enabling Human Cognition“ bestehende neurobiologisch plausible neuronale Netze weiterentwickeln.

Die Arbeit des Forscherteams um Friedemann Pulvermüller an neurobiologisch plausiblen neuronalen Netzen wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Exzellenzclusters „Matters of Activity. Image Space Material“ und vom Europäischen Forschungsrat im Rahmen des Projekts “Material Constraints Enabling Human Cognition” gefördert.

Kontakt

Prof. Dr. Dr. Friedemann Pulvermüller, Arbeitsbereich Neurowissenschaft der Sprache und Pragmatik & Labor für Gehirn- und Sprachforschung / Brain Language Laboratory des Fachbereich Philosophie und Geisteswissenschaften der Freien Universität Berlin, Telefon: 030 / 838-54443, E-Mail: friedemann.pulvermuller@fu-berlin.de

Weiterführende Links

Brain Language Laboratory an der Freien Universität: <https://www.geisteswissenschaften.fu-berlin.de/v/brainlang/research/Current-Research/MatCo-Project/index.html>

Pulvermüller, F., Tomasello, R., Henningsen-Schomers, M. R., & Wennekers, T. (2021). Biological constraints on neural network models of cognitive function. *Nature Reviews Neuroscience*, doi: 10.1038/s41583-021-00473-5. <https://www.nature.com/articles/s41583-021-00473-5>