

Die Evolution der Rechenmaschinen bis zum Neuromorphic Computing

Dr. Marco Breiling

Fraunhofer IIS, Erlangen

Donnerstag, 08.05.2025, 17:00 Uhr

Hörsaal H8, Erwin-Rommel-Straße 60, 91058 Erlangen.

Bislang dominieren digitale Computer die Welt der Rechenmaschinen. Diese hatten sich von rein mechanischen Rechenmaschinen über relais-basierte bis zu den heutigen Computern mit Mikroprozessoren mittels immer kleinerer Komponenten und größerer Komplexität entwickelt. Die Architektur moderner Computer wurde schon in den 1940er Jahren durch John von Neumann beschrieben und wird bestimmt von einer Unterteilung des Computers in Datenspeicher, datenverarbeitende Teile (CPU) und die Kommunikation dazwischen (Bussysteme). Der phänomenale Siegeszug der Neuronalen Netze zeigte aber auch die Nachteile dieser Architekturen auf: die ständigen Transfers der riesigen Menge an benötigten Daten, z.B. den Gewichten der Neuronalen Netze, verbraucht zu viel Energie.

Das biologische Hirn zeigt, wie Neuronale Netze energieeffizient berechnet werden können: hier wird In-Memory-Computing benutzt, d.h. die Eingangsdaten werden direkt **im** Speicher der Gewichtsdaten verarbeitet. Noch in einem weiteren Aspekt unterscheidet sich das Hirn von digitalen Computern: es arbeitet mit analogen Werten. Tatsächlich gab es bereits vor den digitalen Computern auch Analogrechner, die rasch aber weitgehend von Digitalrechnern verdrängt wurden.

Heute könnte es zu einer Renaissance des analogen Rechnens kommen, und zwar mit In-Memory-Computing-Architekturen speziell für Machine Learning. Zusätzlich verwenden manche dieser neuromorphic Computer die sehr energieeffiziente Form von Spikes/Impulsen für ihre Datentransfers, was zu Spiking Neural Networks (SNNs) führt.

Der Vortrag erläutert diese Evolution der Rechenmaschinen, zeigt, warum die analoge Berechnung besonders für Machine Learning eine Option ist, und erklärt die Funktionsweise von SNNs, neuromorphic Computing und In-Memory-Computing.

