

Mit dem Einsatz künstlicher Intelligenz steigt der Energiebedarf. Neuromorphes Computing soll die Elektronik im Auto auf Effizienz trimmen.

BILDER PD

Denken Autos bald wie Menschen?

Moderne Fahrzeuge handeln noch wie klassische Computer. Einige Hersteller wollen aber bald neuronale Netzwerke verwenden, die menschliche Gehirne nachahmen. VON FABIAN HOBERG

Kein Computer arbeitet effizienter als das menschliche Gehirn. Rund 86 Milliarden Neuronen und über 100 Billionen Synapsen benötigen selbst für komplizierte Aufgaben nur etwa 20 Watt. Moderne Supercomputer arbeiten zwar schneller, verbrauchen aber deutlich mehr Energie. Und das wird zunehmend zum Problem für Autohersteller.

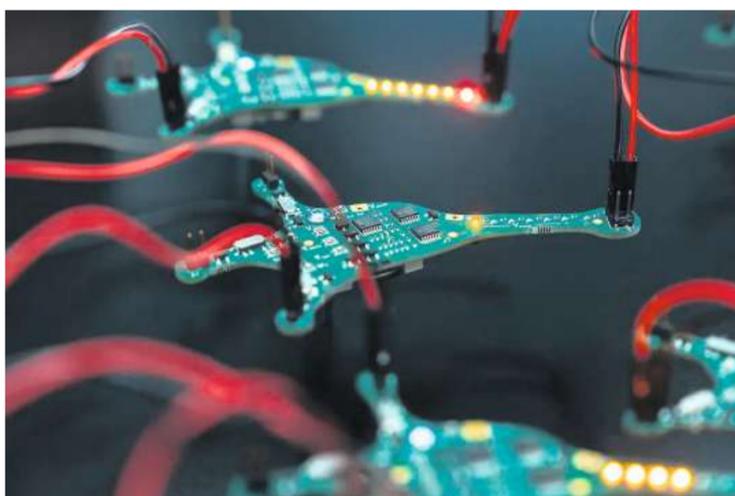
Denn mit mehr Assistenzsystemen, automatisiertem Fahren und Komfortfunktionen wie Sprach- und Gestensteuerung, Routenplanung oder personalisiertem Infotainment-Programm nimmt der Energieverbrauch im Fahrzeug zu. Gleichzeitig sollen die verschiedenen Computer, etwa für Drehmomentverteilung, Bremssteuerung oder Bordsysteme, im Auto immer schneller rechnen – und die Fahrzeuge weniger verbrauchen. Mit künstlichen neuronalen Netzen und neuromorphem Computing, das die Funktionsweise des menschlichen Gehirns nachahmt, versuchen daher Wissenschaftler und Autohersteller, die Elektronik auf Effizienz und Schnelligkeit zu trimmen.

Benötigen Rechner im Auto für leicht automatisiertes Fahren wie einen Tempomaten 70 bis 100 Wattstunden, steigt der Verbrauch bei stärker automatisiertem Fahren mit Einsatz von Lidar-Sensoren auf 200 bis 400 Wattstunden. Beim Berechnen des autonomen Fahrens ohne Fahrereingriff verschlingt der Computer 1000 bis 4000 Wattstunden. Durch mehr Funktionen im Auto und den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) steigt der Energieverbrauch also stark.

«Neuromorphes Computing mit künstlichen neuronalen Netzen sorgt für mehr Energieeffizienz und reduziert die Latenzzeit», sagt Alexander Janisch, Forschungsingenieur für KI und neuromorphes Rechnen bei Mercedes-Benz.

Doch was genau ist neuromorphes Computing, das auch als neuromorphes Engineering bekannt ist? Bei diesem Computeransatz geht es um die Entwicklung von Hardware und Software, die neuronale und synaptische Strukturen und Funktionen des Gehirns simulieren, um Informationen zu verarbeiten.

Mercedes forscht seit sieben Jahren unter anderem mit der kanadischen



Neuromorphe Chips kommen bereits zum Einsatz für autonomes Fahren.

University of Waterloo, der Hochschule Karlsruhe sowie mit der Intel Neuro-morphic Research Community an neuronalen Netzen. Das Versuchsfahrzeug Vision EQXX setzte 2022 erstmals neuromorphes Computing ein.

Berechnungen von Mercedes haben ergeben, dass beim Einsatz der neuen Technologie allein bei der Verkehrszeichen-Erkennung der Verbrauch um das 10-Fache sinkt und beim Spurhalte-assistent um das 7,5-Fache. Neuromorphes Computing hat daher das Potenzial, den Energiebedarf für die Datenverarbeitung beim autonomen Fahren im Vergleich zu heutigen Systemen um 90 Prozent zu senken.

Markus Eppel, Wissenschaftler und Gruppenleiter beim Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen, forscht seit einigen Jahren an neuromorphem Computing. Für ihn sind neuromorphe Mikrochips «in Hardware gegossene KI».

Seit den 1950er Jahren setzen Computer auf die klassische Rechner-Architektur, auch Von-Neumann-Architektur genannt, nach dem ungarisch-amerikanischen Wissenschaftler und Mitgründer der Informatik, John von Neumann. Dabei führt eine Steuerungseinheit die

Programme aus, indem sie Anweisungen sequenziell aus dem Speicher liest und sendet ausführt. Das hat den Nachteil, dass das Programm Befehle nur nacheinander bearbeiten kann, nicht parallel. Das verlangsamt den Prozess bei sehr umfangreichen Rechenoperationen.

Wie ein Mosaik auf einem Chip

Neuromorphes Computing beschleunigt die Rechenoperationen. Recheneinheiten werden mit dem Speicher physisch wie in einem Mosaik auf dem Chip integriert, kleinteilig und abwechselnd und nicht mehr in grossen getrennten Blöcken wie bei einer herkömmlichen Recheneinheit.

Auf diese Weise können Informationen parallel, also gleichzeitig verarbeitet werden. Inaktive Synapsen, die keine oder keine neuen Informationen verarbeiten, werden so quasi ignoriert und verbrauchen dadurch weder Energie, noch verschwenden sie Zeit. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen hat zwei neue Chips entwickelt: «Adelia» für tiefe neuronale Netze, die mehrere Schichten von künstlichen Neuronen enthalten, und «Senna» für gepulste Netze, die einem menschlichen

Als «in Hardware gegossene KI» bezeichnet der Wissenschaftler Markus Eppel neuromorphe Mikrochips.

beutung können Kameras Hindernisse oder Gefahren präziser und schneller identifizieren.

Die Entwicklung gehe derzeit in die Bereiche Ultra Low Power für mehr Energiesparen und Ultra Low Latency für besonders schnelle und effiziente Rechenoperationen, so nahe wie möglich an der Datenquelle, zum Beispiel einem Sensor. Bei einer drohenden Kollision wäre dies von Vorteil. Denn bei einer klassischen Architektur kann je nach Speicherbelegung die Reaktionszeit etwa für eine Notbremsung zu lange dauern. Es könnte zur Kollision kommen, die der Computer verhindern soll.

Nicht für alles geeignet

Die Experten gehen davon aus, dass die Chip- und Softwareentwicklung Ende des Jahrzehnts so weit ist, dass das neuromorphe Computing in Fahrzeugen eingesetzt werden können. Sie bieten sich für Vorhersagen, Datenfilterung und Mustererkennung an, und dies mit hoher Geschwindigkeit und weniger Energieverbrauch.

Eine vollständige Umstellung aller Rechner auf neuromorphes Computing sieht Markus Eppel nicht: «Bei jeder Anwendung muss man sich die Frage stellen, ob eine klassische Lösung Vorteile bietet, oder ob neuromorphe Chips mehr Sinn ergeben.» Jedoch im Bereich sensornaher Datenauswertung in energieautarken Systemen würden klassische Mikrocontroller über kurz oder lang durch neuromorphe KI ergänzt oder teilweise ersetzt werden, so der Forscher.

Viele Aufgaben – etwa numerische Berechnungen, klassische Signalverarbeitung oder das Ausführen deterministischer Algorithmen – lassen sich auf heutigen Chips nach wie vor schneller und effizienter lösen. Neuromorphes Computing sei daher als komplementäre Technologie zu verstehen, nicht als vollständiger Ersatz. Jan Bauer von der Hochschule Karlsruhe betont die realistische Einordnung: «Neuromorphe Chips bieten spannende Perspektiven, sind aber nicht als Allheilmittel für sämtliche Herausforderungen der KI und im allgemeinen Computing zu verstehen.»

Gehirn besonders nahe kommen. Mit diesen Chips lassen sich durch analoges Rechnen mit quasidigitaler Genauigkeit Rechenoperationen schneller erledigen als mit herkömmlichen analogen Chips.

Neuromorphe Chips arbeiten als Mustererkennungsmaschinen und benötigen nur wenige Millisekunden Reaktionszeit. Die Chips können komplexe Datenverarbeitung im Auto mit minimalem Energieverbrauch bewältigen.

Auf einem ähnlichen Prinzip arbeiten sogenannte Event-basierte Kameras, die fürs hochautomatisierte Fahren wichtig sind. Statt Vollbildern («frames») liefert diese Einzelpixel («events») mit hoher Dynamik und minimaler Verzögerung. Diese funktionieren nach dem Vorbild des biologischen Auges und reagieren nur auf Veränderungen im Sichtfeld.

«Die Kameras liefern innerhalb von Mikrosekunden Informationen über Veränderungen im Sichtfeld und könnten beim Fahren die Reaktionsstrecke bei 100 km/h potenziell von etwa einem Meter – basierend auf konventionellen Kameras mit 30 Hz Bildrate – auf wenige Zentimeter reduzieren», sagt Jan Bauer von der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik der Hochschule Karlsruhe. Durch die schnellere Verar-