

Trendbeschreibung

Quantenbasierte und neuromorphe Technologien kombinieren die Prinzipien der Quantenmechanik mit neuromorphen und spintronischen Ansätzen, um hochpräzise Sensoren und energieeffiziente Computerhardware zu entwickeln. Diese Technologien nutzen quantenmechanische Effekte, neuronale Netzwerkstrukturen und die Spintronik, um die Leistungsfähigkeit und Effizienz von Computersystemen und Sensoren zu revolutionieren. Die Forschung auf diesem Gebiet hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Ein konkretes Beispiel für den Stand der Technik ist die Entwicklung von Quanten-NMR-Spektrometern auf der Basis von Diamant-Quantensensoren. Diese ermöglichen NMR-Messungen auf der Nanometerskala und könnten die Empfindlichkeit der NMR-Spektroskopie drastisch erhöhen.



Leitfragen

- Wie können quantenbasierte und neuromorphe Technologien effektiv kombiniert werden, um die Vorteile beider Ansätze zu nutzen?
- Welche Rolle werden 2D-Materialien und Nanostrukturen bei der Entwicklung zukünftiger Computersysteme und Sensoren spielen?
- Wie kann die Stabilität und Zuverlässigkeit von Quantensystemen für praktische Anwendungen verbessert werden?
- Welche ethischen und sicherheitsrelevanten Fragen ergeben sich aus der potenziell enormen Rechenleistung und Sensitivität dieser neuen Technologien?
- Wie können neuromorphe Systeme so gestaltet werden, dass sie die Effizienz und Flexibilität biologischer neuronaler Netze nachahmen?

Herausforderungen

Die Skalierbarkeit quantenbasierter und neuromorpher Technologien von Laborexperimenten zu praktischen Anwendungen bleibt eine zentrale Herausforderung. Eine nahtlose Integration dieser Komponenten in bestehende Computersysteme und Sensorik erfordert erhebliche Fortschritte. Insbesondere Quantensysteme stellen durch Stabilitäts- und Fehlertoleranzprobleme hohe Anforderungen, da Kohärenz erhalten und Fehler minimiert werden müssen. Trotz angestrebter Energieeffizienz bleibt die Optimierung des Energieverbrauchs essenziell. Zudem ist die Entwicklung neuer Materialien für spintronische und quantenbasierte Anwendungen ein Schlüsselbereich der Forschung.

Konkrete Beispiele

- Quanten-NMR-Spektrometer ermöglicht NMR-Messungen auf Einzelzell- und Molekülskala, um Stoffwechselprozesse und seltene Proteine besser zu verstehen
- Josephson-Neuronen: Supraleitende Schaltkreise für energieeffiziente neuromorphe Datenverarbeitung
- Spintronische Sensoren: Femtotesla-Spintronic-Sensoren für präzise Magnetfeldmessungen
- 2D-Materialien in Transistoren: Leistungssteigerung elektronischer Bauelemente durch Graphen und andere 2D-Materialien
- Skyrmionische neuronale Netze: Magnetische Skyrmionen für energieeffiziente neuronale Hardware-Netzwerke

Quellen:

- <https://www.quantentechnologien.de/forschung/foerderung/nachwuchswettbewerb-quantum-futur-runde-2/diamondnanonmr.html>
- <https://www.chemie.de/news/1181842/ein-mini-kernspintomograf-aus-diamant.html>