



8. Juli 2019
48/19

Pressedienst

Künstliche Intelligenz erkennt Quantenphasenübergänge

Forscher der Universität Hamburg haben Methoden des maschinellen Lernens genutzt, um die Identifikation von Quantenphasenübergängen aus experimentellen Daten zu verbessern. Dazu trainierten sie ein künstliches neuronales Netzwerk darauf, experimentelle Bilder einer der möglichen Quantenphasen zuzuordnen. Ihre Ergebnisse präsentieren sie im Fachmagazin „Nature Physics“.

Die Einsatzgebiete von Künstlicher Intelligenz (KI) und „Maschinellern Lernen“ reichen vom autonomen Fahren über vollständig automatisierte Industrieprozesse bis zum Haushalt („intelligenter Kühlschrank“). Aber auch in der Wissenschaft werden diese Methoden intensiv eingesetzt und erforscht, etwa in der Teilchenphysik, wo zum Beispiel KI-Netzwerke aus Milliarden von Datensätzen die relevanten Informationen vorsortieren.

Nun ist es Hamburger Forschern erstmals gelungen, KI in der Quantenphysik einzusetzen, um aus experimentellen Daten sogenannte Quantenphasenübergänge zu erkennen, also die Punkte, an denen sich Eigenschaften von Stoffen verändern. Dies ist besonders interessant, da die Vermessung mit gewöhnlichen Auswertungsmethoden weitaus langwieriger ist. Die Forscher betonen daher, dass dieses Ergebnis weitreichende Konsequenzen für den Forschungsalltag haben kann. Künstliche Intelligenz könne im Labor in Echtzeit ganz neue Effekte der Quantenphysik analysieren, die sonst nicht zugänglich sind.

Das Team um Prof. Klaus Sengstock und Dr. Christof Weitenberg vom Exzellenzcluster „CUI: Advanced Imaging of Matter“ und dem Sonderforschungsbereich „Lichtinduzierte Kontrolle und Dynamik korrelierter Quantensysteme“ trainierte die KI anhand von Experimenten mit sogenannten ultrakalten Quantengasen, die nahe an den absoluten Temperaturnullpunkt von rund -273 Grad Celsius heruntergekühlt waren. Bei ihren Experimenten fangen die Forscher ultrakalte Atome in einem Gitter aus Laserlicht und simulieren damit die Physik der Elektronen in einem Festkörper.

Wenn man die Parameter der Gitter ändert, ordnen sich die Atome unterschiedlich an und die Gase bekommen verschiedene Eigenschaften. Während ein Gas in einer Phase zum Beispiel Teilchen ohne Reibung leitet, isoliert es in einer anderen Phase. Die Forscher interessieren sich für die Übergänge zwischen diesen Phasen, die sich jeweils durch die gemessene Impulsverteilung unterscheiden. Das Team trainierte das neuronale Netzwerk darauf, im Experiment gewonnene Bilder dieser Impulsverteilung der jeweils richtigen Phase zuzuordnen und damit die Phasenübergänge zu lokalisieren.

Weitenberg erläutert: „Zuvor hatten andere Wissenschaftler diesen Ansatz für numerisch generierte Bilder demonstriert. Dass er auch mit experimentellen Daten funktioniert, ist ein vielversprechendes Ergebnis.“ Niklas Käming, der als Masterstudent wesentliche Beiträge zur Datenanalyse geleistet hat, ergänzt: „Die Anwendung von Maschine-Learning-Techniken auf Quantengas-Experimente eröffnet viele spannende Möglichkeiten. Als nächstes wollen wir die Methode auf sogenanntes unüberwachtes maschinelles Lernen erweitern, bei dem die Bilder für das Training des Netzwerks keine vorab festgelegte Zuordnung zu einer der Quantenphasen haben müssen.“

Originalveröffentlichung:

Benno S. Rem, Niklas Käming, Matthias Tarnowski, Luca Asteria, Nick Fläschner, Christoph Becker, Klaus Sengstock, Christof Weitenberg: Identifying Quantum Phase Transitions using Artificial Neural Networks on Experimental Data, Nature Physics. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0554-0>

Für Rückfragen:

Dr. Christof Weitenberg
Universität Hamburg
Institut für Laserphysik
Tel: +49 40 8998-5204
E-Mail: cweitenb@physnet.uni-hamburg.de

Prof. Dr. Klaus Sengstock
Universität Hamburg
Institut für Laserphysik
Tel: +49 40 8998-5201
E-Mail: ksengsto@physnet.uni-hamburg.de