

Die Physik der Roboter

Eine starke Verbindung von Physik und Robotik dient dem KI-Standort Deutschland.

Achim Lilienthal und Sami Haddadin

In der Robotik trifft die Informatik auf die physikalische Welt. So existiert eine natürliche Verbindung zwischen Robotik und Physik. Doch woher kommt diese Verbindung? Zunächst einmal sind da die Körperlichkeit – das Embodiment – sowie die Interaktionsfähigkeit eines Roboters mit der realen Welt. Dabei geht es neben der Kinematik und Dynamik des Roboter-Körpers auch um die Physik und Systemik seiner verschiedenen, vor allem sensomotorischen, Wechselwirkungen mit der Umgebung auf unterschiedlichen Zeitskalen. In vielen Anwendungen müssen Roboter ihre Umwelt wahrnehmen können. Um leistungsfähige Perzeptionsalgorithmen zu entwickeln, braucht es ein grundlegendes Verständnis der eingesetzten Sensoren.

Die Welle der Künstlichen Intelligenz (KI) hat auch die Robotik erfasst. Wo sich komplexe Zusammenhänge nicht direkt aus ersten Prinzipien ableiten lassen, macht die KI – genauer gesagt das Maschinlernen (heute oft reduzierend Deep Learning genannt) – das verlockende Angebot, Zusammenhänge „einfach“ aus vorliegenden Daten zu lernen: Ein „Spürnasen-Roboter“ soll z. B. den Ort einer Gasquelle lokalisieren, sich dorthin bewegen und seine Ankunft an der Quelle detektieren. Allein seine Wechselwirkung mit dem Gas sowie das Fehlen der umfassenden Beobachtung des Gasfeldes bedeuten eine immense Komplexität, die eine rein modellbasierte Entscheidung, ob der Roboter die Quelle erreicht hat, unmöglich macht. Die entsprechende Klassifikation lässt sich prinzipiell aus einer großen Zahl von Beispielen durch Methoden des Maschinellen Lernens erlernen. Doch beim rein datengetriebenen Ansatz treten Probleme auf – zum Beispiel, wenn die Bedingungen während der Lernphase denen im Anwendungsfall nicht genügend ähneln.

In diesem Zusammenhang kommt der Verbindung von Robotik mit Physik eine immer wichtigere Bedeutung zu. Zum einen gelten hybride Ansätze, die physikalisches Wissen mit datengetriebenen Lernansätzen verbinden, als ein zentraler Weg, um Prädiktion für die benötigte Robustheit und Verlässlichkeit bei sicherheitskritischen Anwendungen zu erreichen. Zum anderen wird die Analyse und Zertifizierung von Systemen mit KI-Komponenten zunehmend wichtiger. Physikerinnen und Physiker, die häufig einen exzellenten Zugang zur Informatik und zu den Methoden der KI haben, sind dafür geradezu ideal positioniert. Aufgrund ihrer Ausbildung verfügen sie meist über ein fundiertes mathematisches Verständnis und haben einen theoretischen sowie praktischen Zugang zu komplexen



Prof. Dr. Achim J. Lilienthal (links) hat sich nach dem Physikstudium der Robotik zugewandt. Er ist Professor für Informatik an der Universität Örebro. **Prof. Dr.-Ing. Sami Haddadin** ist Direktor der Munich School of Robotics and Machine Intelligence und Professor an der TU München.

Systemen. Diese Fähigkeit ist für die Analyse, Synthese und Validierung von KI-Roboter-Systemen wichtig.

Eine stärkere Verbindung zwischen Physik und Robotik in Deutschland kann helfen, die Voraussetzungen für die Entwicklung intelligenter Maschinen von den Grundlagen bis zur Übertragung in die Gesellschaft zu schaffen. Es gilt, die nächste Phase der Künstlichen Intelligenz zu gestalten. Die Voraussetzungen hierzu sind in Deutschland sehr gut: Vor allem die Grundlagenforschung hierzulande ist renommiert, benötigte Basistechnologien sind hoch entwickelt, und die Ausbildung in Mathematik, den Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie der Informatik hat international einen hervorragenden Ruf.

Dennoch sind Investitionen notwendig, und es müssen international wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen für die KI in Deutschland geschaffen werden, um in den internationalen Wettbewerb um Spitzenkräfte ernsthaft eintreten zu können. Damit exzellente Forscherinnen und Forscher nach Deutschland kommen oder hier bleiben, ist die so oft geforderte, jedoch viel zu selten umgesetzte Interdisziplinarität von

herausragender Bedeutung. Die Hochschulpolitik sollte Grenzgänger zwischen den Disziplinen aktiv fördern und als Vordenker unserer Gesellschaft von morgen schätzen.

Um Lösungsbausteine als Teil einer Antwort auf die großen gesellschaftlichen Fragen zu entwickeln, sind konzentrierte und schlagkräftige Forschungsvorhaben sowie Programme mit Partnern aus Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft entscheidend. Hier gilt es, Kräfte zu bündeln und gemeinsam zu handeln. In dieser gesamtgesellschaftlichen Anstrengung werden Physikerinnen und Physiker in enger Kooperation mit Technologen und Innovatoren sicher eine wichtige Rolle spielen.

Die unter der Rubrik „Meinung“ veröffentlichten Texte geben nicht in jedem Fall die Meinung der DPG wieder.

„ Es gilt, die nächste Phase der Künstlichen Intelligenz zu gestalten.“