



Roboter intuitiv programmieren

Derzeit werden zwischen 1,3 und 1,6 Millionen Roboter in der Industrie eingesetzt. Vor allem im Bereich der Automobil- und Elektroindustrie sorgen sie für eine anhaltend hohe Qualität, niedrige Taktzeiten und geringe Produktionskosten. Ihr Einsatz beschränkt sich dabei vor allem auf produzierende Branchen mit hohen Stückzahlen. In kleinen und mittelständischen Unternehmen sind Roboter nur sehr selten anzutreffen, obwohl sie gerade dort ein großes Potential zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit besitzen.

Dass Roboter vorwiegend in der Massenproduktion eingesetzt werden, liegt vor allem an der komplizierten Programmierung. In der Regel wird von einem Experten an einem Computer ein Programm geschrieben und anschließend werden die im Programm genutzten Positionen direkt am Roboter verifiziert oder korrigiert. Dieses Vorgehen setzt nicht nur Expertenwissen voraus sondern ist auch sehr zeitintensiv. Eine ältere Alternative hierzu bietet die Playback Programmierung, bei welcher der Roboter vom Programmierer bei gelösten Bremsen durch die Aufgabe geführt wird. Die Bahn des Roboters wird aufgezeichnet und später erneut abgefahren. Problematisch hierbei ist die fehlende Flexibilität, da nicht auf Sensorinformationen reagiert werden kann. Wird beispielsweise das Aufgreifen eines Bauteils programmiert, muss sich dieses Bauteil bei der Ausführung immer an der gleichen Stelle befinden. Dabei wäre es gerade in kleinen Unternehmen wünschenswert, den Roboter in die tägliche Arbeit zu integrieren, indem er von Mitarbeitern ohne Robotik-Kenntnisse einfach und effektiv programmiert werden kann und dennoch dank künstlicher Intelligenz flexibel auf Änderungen reagiert. Im zuvor genannten Beispiel würde dies bedeuten, dass das aufzugreifende Bauteil nicht an einer fest definierten Stelle, sondern irgendwo auf dem Arbeitstisch platziert werden kann.

Zu diesem Zweck wird am Lehrstuhl für Robotik und Eingebettete Systeme der Universität Bayreuth im Rahmen des DFG-Projektes INTROP eine intuitive Roboterprogrammierung entwickelt, die es ermöglicht dem Roboter auf einfache Art neue Aufgaben beizubringen. Der Programmierer demonstriert die Aufgabe lediglich ein einziges Mal am Roboter, indem er ihn durch die Aufgabe führt. Zusätzlich werden mit Hilfe von Kameras, die für die Aufgabe notwendigen Ressourcen, wie etwa Objekte erkannt. Existieren in der Ausführung Abweichungen bezüglich dieser Ressource, weil sich beispielsweise die Position von Objekten verändert hat, wird die vom Programmierer demonstrierte Bahn entsprechend angepasst. Siehe Abbildung 1.

Dazu wird die Bahn als Kette von dynamischen Partikeln betrachtet, die untereinander und teilweise auch mit der Umwelt verbunden sind. Werden während der Ausführung nun beispielsweise Unterschiede zwischen der Soll- und Ist-Position von Objekten erkannt, entstehen dadurch Kräfte auf die Partikel, aufgrund derer sich die Bahn iterativ anpasst (siehe Abbildung 2). Somit ist es dem Roboter möglich die demonstrierte Aufgabe auch unter geänderten Bedingungen erfolgreich auszuführen. Da die Adaption online geschieht, können die Objekte selbst dann noch bewegt werden, wenn der Roboter bereits mit der Ausführung begonnen hat.



Eine der größten Herausforderungen hierbei bildet die Erkennung, welche Teile der Bahn sich welchen Objekten zuordnen lassen. Während dies von einem Menschen mit entsprechendem Hintergrundwissen meist einfach zu beantworten ist, stellt es für den Roboter aufgrund der geringen Informationen eine echte Herausforderung dar. Es wurden daher im Rahmen des INTROP Projektes entsprechende Heuristiken zur Lösung des Problems erarbeitet.

Um die Integration von Robotern weiter zu fördern, wurde dieser Ansatz zudem mit einer eigens entwickelten verhaltensbasierten Architektur für Industrieroboter kombiniert. Dadurch müssen einmal programmierte Aufgaben nicht explizit vom Programmierer gestartet werden sondern der Roboter erkennt selbst wenn er eine Aufgabe erledigen kann und führt diese aus. Können gleich mehrere Aufgaben durchgeführt werden, setzt das System ein Scheduling ein, um die Aufgaben nach bestimmten Kriterien zu priorisieren und geordnet abzuarbeiten.

Zudem erlaubt die Architektur das Unterbrechen von Aufgaben zugunsten höher priorisierter Aufgaben, was eine geringe Reaktionszeit ermöglicht. Unterbrochene Aufgaben können zu einem späteren Zeitpunkt sicher wiederaufgenommen und beendet werden.

Im Rahmen des INTROP Projektes wurde mit Hilfe eines Kuka Leichtbauroboters ein Prototyp entwickelt. Die Verfahren konnten erfolgreich mit diversen Anwendungen aus der Industrie und dem Haushalt erprobt werden und die Adaption wurde in einer Benutzerstudie äußerst positiv bewertet. Um die entwickelten Ansätze weiter zu verbessern, wird derzeit an multimodalen Programmiermethoden und an der Erkennung und Behebung von Fehlern während der Ausführung geforscht.

Weitere Informationen unter www.ai3.uni-bayreuth.de/projects/introp/

Kurz erklärt:

Der Lehrstuhl Robotik und Eingebettete Systeme der Universität Bayreuth wurde im Jahr 2003 von Prof. Dr. Dominik Henrich gegründet. Er beschäftigt sich mit Robotern als informationsverarbeitende Systeme, welche ihre Umwelt erfassen, verändern und mit ihr interagieren können. In der Forschung ist ein Schwerpunkt des Lehrstuhls die intuitive Programmierung von Robotern. Ziele sind dabei, den hohen Programmieraufwand zu reduzieren, die Roboter auch Nicht-Experten nutzbar zu machen und damit die Anwendungsmöglichkeiten zu vergrößern. Hierzu werden die einfache Sensorintegration, das Programmieren durch Vormachen, sowie imperative und deklarative Ansätze betrachtet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Koexistenz und Kooperation von Mensch und Roboter. Ziel ist es, die strikte räumliche Trennung zwischen Mensch und Roboter aufzuheben, um ihre Stärken synergistisch zu kombinieren. Hierzu werden die kamerabasierte Raumüberwachung, Kollisionserkennung, Bewegungsplanung und Intentionserkennung betrachtet. In der Lehre umfassen die Veranstaltungen des Lehrstuhls die Themen Robotik, Computersehen, Mustererkennung, Eingebettete Systeme und Betriebssysteme in Form von Vorlesungen, Übungen, Praktika, Projekten und Seminaren. Prof. Dr. Dominik Henrich ist Mitglied im MHI e.V. Weitere Informationen unter www.ai3.uni-bayreuth.de



Abbildung 1: Die einmal vom Werker demonstrierte Aufgabe wird vom Roboter automatisch für jedes Werkstück an den unterschiedlichen Stellen ausgeführt und entlastet somit den Werker. [Foto: Uni Bayreuth]

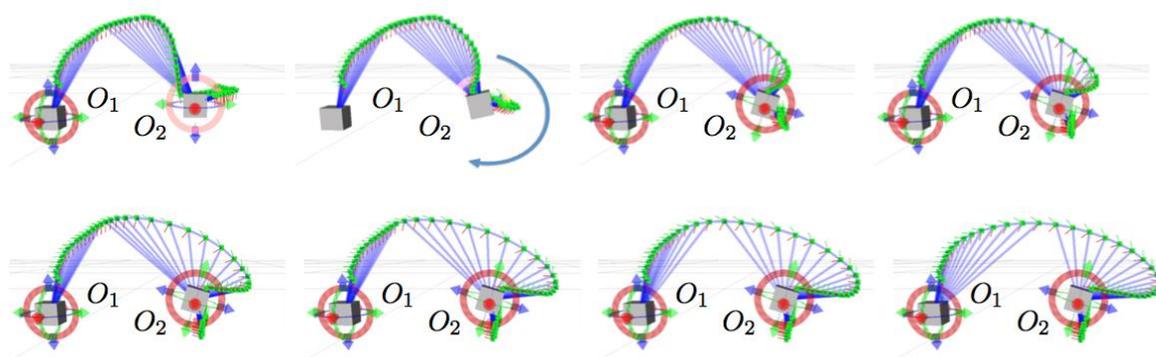


Abbildung 2: Bahn zwischen zwei Werkstücken als Kette von dynamischen Partikeln, welche sich nach Bewegung des rechten Werkstücks an die neue Situation anpasst [Foto: Uni Bayreuth]