

ChatRoPro - Sprachbasierte Roboterprogrammierung

Das Projekt ChatRoPro befasst sich mit der Generierung von Roboterprogrammen in natürlicher Sprache durch Nicht-Experten.

Adriatik Gashi ✉ adriatik.gashi@th-nuernberg.de

Motivation

Die Entwicklung und Anpassung komplexer Roboterprogramme ist zeitaufwändig und erfordert spezialisiertes Fachwissen.

Gleichzeitig erfordert die wachsende Nachfrage an individuellen Produkten flexible und schnell anpassbare Roboterprogramme.

Innerhalb dieses Forschungsprojektes sollen Methoden erforscht werden, mit denen auch Nicht-Experten sprachgesteuert komplexe Roboterprogramme ohne vorherige Programmierkenntnisse erstellen können.

Ziele des Projekts

- Erstellung einer realistischen Simulationsumgebung
- Generierung von Roboterprogrammen mittels Large Language Models (LLMs)
- Nutzung von LLMs zur Definition von Reinforcement Learning (RL) Trainingsprozessen zur Generierung von Bewegungsabläufen
- Transfer von RL-, Objekterkennungs- und Positionskennungsmethoden, welche auf Basis synthetischer Daten trainiert wurden, auf reale Prozesse

Lösungsansatz

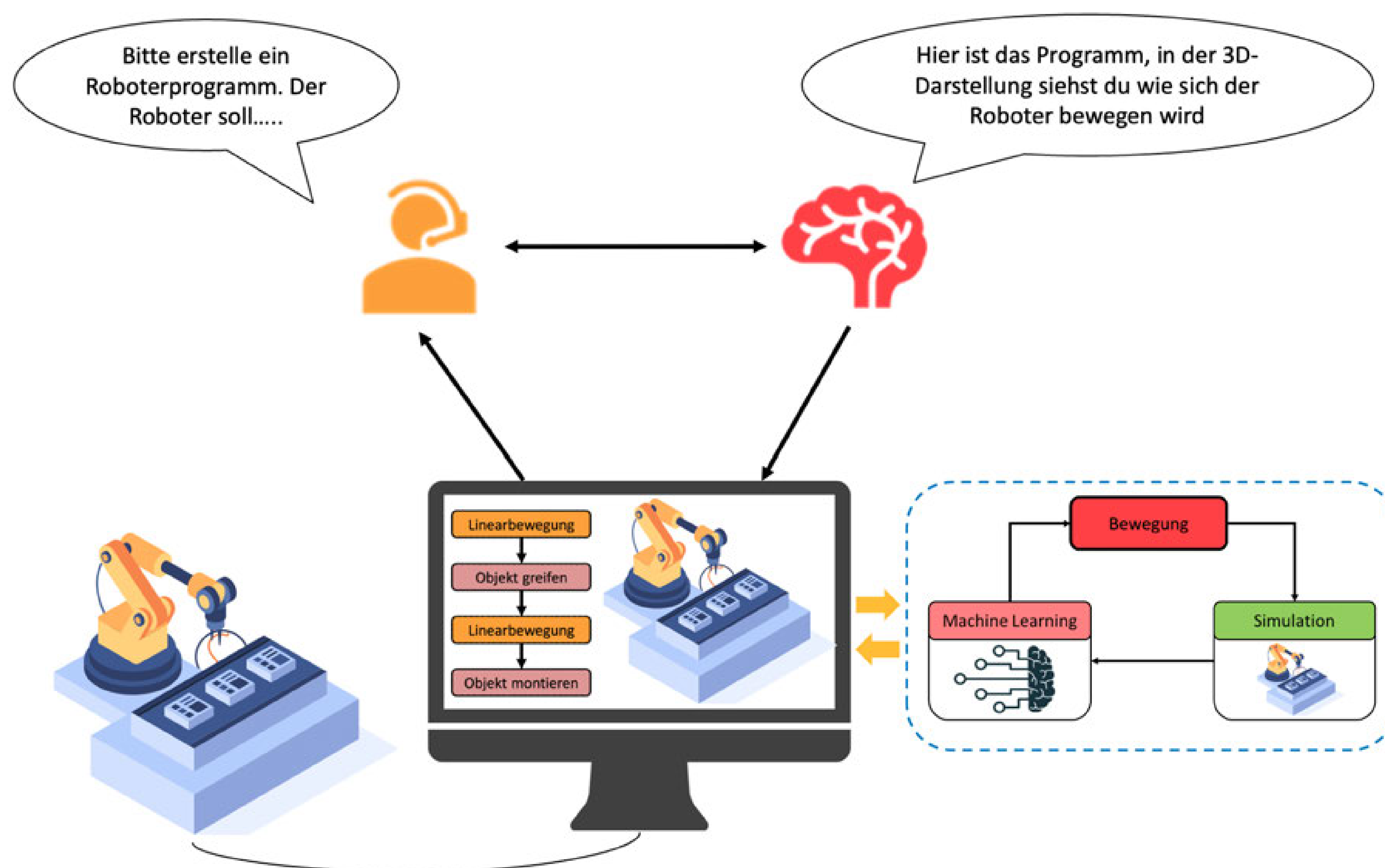


Abb. 1: Schematische Darstellung des Lösungsansatzes

Abbildung 1 illustriert den Aufbau des ChatRoPro-Systems, das eine flexible und intuitive Roboterprogrammierung ermöglicht. Der Anwender beschreibt dem LLM den gewünschten Anwendungsfall des Roboters in natürlicher Sprache. Daraufhin generiert das LLM ein initiales Roboterprogramm und kann den daraus resultierenden Bewegungsablauf mit dem konkreten Roboter auf einem Computer visualisieren. Dies wird durch einen digitalen Zwilling des Roboters in einer Simulationsumgebung realisiert, die eine realistische Darstellung und Simulation ermöglicht. Während einfache Bewegungsabläufe, wie beispielsweise lineare Bewegungen, direkt vom LLM generiert werden können, erfordert die Umsetzung komplexerer Aufgaben, wie das Greifen oder Montieren von Objekten, ein zusätzliches Training. Diese komplexen Programmbausteine erlernt der Roboter selbstständig durch Interaktion mit der simulierten Umgebung mittels RL. Dieser Lernprozess ermöglicht es ihm, die notwendigen Bewegungen auf ähnliche Weise wie ein Mensch zu erlernen und zu verfeinern, wodurch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Robustheit in der Automatisierung erreicht wird.

Programmgenerierung und Training von Skills

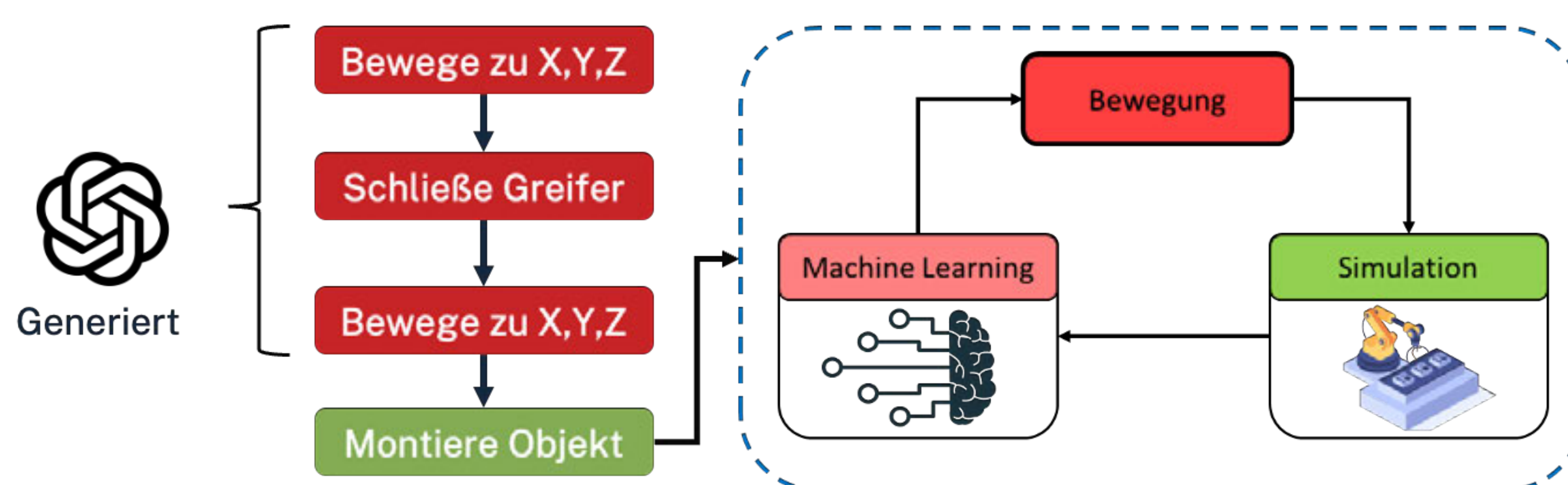


Abb. 2: Generierung und Training von Programmbausteinen

Abbildung 2 veranschaulicht die Erstellung eines Roboterprogramms durch das System ChatRoPro. Das System generiert zunächst einfache Programmbausteine (dargestellt in rot) mithilfe eines LLMs. Dieses LLM besitzt Zugriff auf die grundlegenden Bewegungsabläufe, die der jeweilige Roboter ausführen kann, und ist dadurch in der Lage, den Großteil des Roboterprogramms zu erstellen. Für komplexere Programmbausteine (grün), die nicht direkt generiert werden können, erfolgt ein autonomes Erlernen mittels RL in einer Simulationsumgebung. Hierbei interagiert der virtuelle Roboter mit seiner Umgebung, um die notwendigen Fähigkeiten zu erlernen und das Programm zu vervollständigen.