

AI - Arena

Roboter-Schwarmintelligenz für die Logistik



Autor: Hartmut Surmann

Ein realwissenschaftliches Forschungs- und Qualifizierungskonzept für die interdisziplinäre KI-Forschung

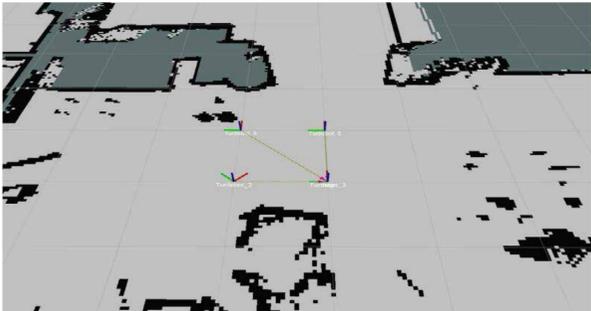


Abb 1: Roboterpositionen in einer Karte generiert aus Laserscans

Problemstellung

Roboter können präziser, schneller und ausdauernder als Menschen sein, aber sie benötigen eine Steuerung, die Ihnen sagt, was sie wann tun sollen. Vor allem in großen Schwärmen benötigt es Abstimmung und Erfahrung, um sich effizient zu bewegen.

Aber wie wird so eine Steuerung entwickelt - müssen die Roboter programmiert werden?

Nein - wir können Sie ihr Verhalten selber lernen lassen!



Abb 2: Roboter vor einer Testfahrt beim Fraunhofer IML

Idee und Konzept

Gesteuert werden die Roboter durch Agenten, welche mittels Deep Reinforcement Learning in einer Simulationsumgebung trainiert werden. Dabei fahren die Roboter anfangs zufällig und explorieren ihre Möglichkeiten. Kommen Sie ihrem Ziel näher und kollidieren nicht mit der Umgebung oder den anderen Robotern, so wird dieses Verhalten belohnt. So optimiert jeder Agent sein Verhalten. Allerdings benötigt jeder Agent dafür sehr viele Versuche und deshalb werden diese in der Simulation mit Hunderten von Robotern parallel und unzähligen vielen unterschiedlichen Welten durchgeführt. Die fertig trainierten Agenten, welche aus einem tiefen künstlichen neuronalen Netze bestehen, werden dann auf die Roboter portiert und in der realen Welt bewertet und getestet.

Technische Umsetzung

Die Roboter-Simulationsumgebung wurde für eine bessere Nachvollziehbarkeit und einen möglichen Einsatz in der Lehre in Python implementiert. Sie wurde angelehnt an eine Simulation aus einer vorangegangenen Masterarbeit (von Christian Jestel) entwickelt. Im Zuge mehrerer Iterationen gelang es, mit der speziell angepassten Roboter-Simulationsumgebung, den Reality-Gap zu schließen und so Daten zu generieren, die einem realen Einsatz sehr nahekamen. Parallel wurde an einer Möglichkeit geforscht, fertig trainierte neuronale Netze in ein Fuzzy-System zu überführen, um die Nachvollziehbarkeit der Netze zu erhöhen, da hierbei eine leichter zu verstehende Menge an linguistischen Regeln entstand. Die Roboter wurden auf der Kobuki-Plattform realisiert, mithilfe eines Nvidia Jetson Boards gesteuert und verfügten über einen Laserscanner zur Wahrnehmung ihrer Umgebung. Eine der größten Herausforderungen war die gegenseitige Sichtbarkeit der Roboter im Laserscan. Es wurden zusätzliche Bauteile im toten Winkel des Laserscanners montiert, um für die anderen Roboter besser sichtbar zu sein und um den eigenen Scan nicht zu beeinflussen. Als Alternative wurden Möglichkeiten zur Extraktion von Tiefeninformationen aus Kamerabildern erforscht.



Abb 3: Training der künstlichen neuronalen Netze mit der entwickelten Python-Simulation



Abb 4: Kobuki-Roboter mit Laserscanner, Jetson Board und gedrucktem Tortenstück zur verbesserten Wahrnehmung durch andere Roboter.

Literatur

C. Jestel, H. Surmann, J. Stenzel, O. Urbann and M. Brehler, "Obtaining Robust Control and Navigation Policies for Multi-robot Navigation via Deep Reinforcement Learning," 2021 7th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA), 2021, pp. 48-54, doi: 10.1109/ICARA51699.2021.9376457.

Links zu Videos:

<https://www.youtube.com/user/RoblabFhGe/videos>
https://www.youtube.com/watch?v=y4_UJCLZjIA