

Vorschlag für eine Master-Arbeit im Bereich Kognitive Robotik am DFKI

Untersuchung und Minimierung des Simulation-Reality-Gaps anhand eines „Brio-Labyrinth-Spiels“

Constantin Bergatt

Motivation

Die Methoden bzw. Verfahren der Künstlichen Intelligenz finden immer breitere Anwendung und werden bei zunehmend komplexer werdenden Aufgaben eingesetzt. Besonders faszinierend ist das Zusammenwirken von Agenten und „echter“ Intelligenz in der realen Welt, die Robotik. Roboter werden nach und nach in immer komplexer werdenden Szenarien eingesetzt und müssen dabei eine Fülle von äußeren Einflüssen in ihren Planungen berücksichtigen.

Zusätzlich soll der Roboter auf Änderungen der Umgebungsbedingungen selbstständig reagieren und sein Verhalten bzw. seine Vorgehensweise entsprechend anpassen. Aus diesem Grund sind vom Programmierer fest vorgegebene Verhaltensweisen sowie starre Kontrollstrukturen ungeeignet, da diese eine kosten- und zeitaufwendige manuelle Anpassung bei Änderung der Umgebungsbedingungen erforderlich machen. Adaptive Verfahren, wie z.B. Künstliche Neuronale Netze, sind daher für den Einsatz zur Steuerung von Robotern besser geeignet. Sie benötigen jedoch im Vorhinein eine Trainingsphase in der die Parameter bzw. die Struktur des eingesetzten Verfahrens für die gegebene Aufgabe und Umweltbedingungen bestimmt werden. Das Training des Roboters stellt somit eine besondere Herausforderung dar.

Oftmals werden Roboter für Umgebungsbedingungen, wie z.B. das Weltall oder die Tiefsee, konstruiert, welche zum Trainieren des Roboters nur schwer nachgebildet werden können bzw. extrem aufwändig wäre.

Ein alternativer Ansatz ist es, den Roboter innerhalb einer digital simulierten Umgebung zu trainieren. Die Vorteile dieser Herangehensweise sind das Training des Roboters immer unter gleichbleibenden Umgebungsbedingungen, die Möglichkeit der Automatisierung des Trainingsprozess, eine Verkürzung der benötigten Zeit, da die Berechnung der Simulation unter Umständen weniger Zeit als die realen Vorgänge benötigt, sowie kein auftretender Verschleiß am Roboter während der Trainingsphase.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass ein mittels Simulation trainierter Roboter sich unter realen Bedingungen eingesetzt anders verhält als in der Simulation [4][5]. Dies liegt meist darin begründet, dass in der Simulation ideale Bedingungen vorherrschen. Rauschen, Ungenauigkeiten bzw. zeitliche Verzögerungen in der Positionierung der Aktuatoren bzw. in der Sensorik, ungenaue Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge, ..., usw. sind Faktoren, welche die Realität von der Simulation unterscheiden [2][3]. Dabei können diese Faktoren im Zusammenspiel die Umgebungsbedingungen stark beeinflussen. Folglich unterscheiden sich die Bedingungen der Simulation und der Realität, so dass der Roboter mit Hilfe des in der Simulation gelernten Verhaltens eventuell nur eingeschränkt seine Aufgabe in der realen Welt erfüllen kann.

Zielsetzung

Ziel dieser Master-Arbeit ist die Untersuchung der auftretenden Effekte und Implementierung von Verfahren zur weiteren Anpassung der Simulation an die Realität. Hierbei soll sich vor allem auf die Auswirkungen von zeitlichen Verzögerungen von Aktuatoren und Sensoren und die Mess- und Positionierungsungenauigkeit der einzelnen Bauteile konzentriert werden.

Als Grundlage dieser Arbeit dienen die am DFKI entwickelte Simulation eines Brio-Labyrinth-Spiels und der dazugehörige Roboter [1]. Im Weiteren soll im Verlauf der Master-Arbeit die bildverarbeitenden Elemente des „Brio-Systems“ erweitert werden. Es sollen Methoden entwickelt bzw. implementiert werden, die es erlauben, verschiedenste Kugeln (unterschiedliche Größen, Farben, Materialien; einfarbig und mehrfarbig) zu erkennen und deren genaue Position innerhalb des Brio-Spiels zu bestimmen. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Effizienz und der Robustheit der Verfahren.

Anschließend soll die Brio-Simulation entsprechend angepasst werden, so dass einerseits die in der Realität auftretenden Effekte bei der Simulation berücksichtigt werden und andererseits die Bestimmung der Kugelposition durch den neuen Algorithmus durchgeführt wird.

Zu guter letzt soll ein Vergleich zwischen dem Verhalten des Roboters vor und nach der Anpassung der Simulation durchgeführt werden.

Die Master-Arbeit teilt sich in vier Aufgabenbereiche:

- Im ersten Aufgabenbereich sollen die Aktuatoren und Sensoren des Brio-Systems näher untersucht werden. Dabei soll vor allem die Verzögerung zwischen Steuer-PC und den Sensoren bzw. Aktuatoren und die auftretenden Mess- und Positionierungsungenauigkeiten der einzelnen Bauteile näher untersucht werden.
- Der zweite Aufgabenbereich umfasst die Erweiterung der bildverarbeitenden Komponenten des Brio-Systems. Hierbei soll ein robustes und effizientes Verfahren zur Erkennung verschiedener Kugeln gefunden werden und die Kalibrierung des Systems verbessert werden.
- Die Erweiterung der Simulationsumgebung um die festgestellten Abweichungen ist Bestandteil des dritten Aufgabenbereichs. Hierzu soll während der Simulation die vorher untersuchten Verzögerungen und Ungenauigkeiten berücksichtigt werden.
- Im vierten und letzten Aufgabenbereich soll ein Vergleich zwischen dem gelernten Verhalten mittels der ursprünglichen Simulation und der angepassten Simulation durchgeführt werden und ein Test auf dem realen System durchgeführt werden.

Literatur

- [1] Abdenebaoui, L.; Kirchner, E. A.; Kassahun, Y.; Kirchner, F.: *Implementation and Evaluation of a Connectionist Learning Architecture in a Simulated "Brio Labyrinth Game"*. Diploma-Thesis, University of Bremen, 2007.

- [2] Jakobi, N.: *Evolutionary Robotics and the Radical Envelope-of-Noise Hypothesis*. Adaptive Behavior, Vol. 6, No. 2, 325-368 (1997), DOI: 10.1177/105971239700600205.
- [3] Jakobi, N.; Husbands, P.; Harvey, I.: *Noise and the reality gap: The use of simulation in evolutionary robotics*. In F. Moran, A. Moreno, J. Merelo, and P. Chacon, editors, Advances in Artificial Life: Proc. 3rd European Conference on Artificial Life, pages 704--720. Springer-Verlag, Lecture Notes in Artificial Intelligence 929, 1995.
- [4] Miglino, O.; Lund, H. ; Nolfi, S.: *Evolving Mobile Robots in Simulated and Real Environments*. Artificial Life, 2:417--434, 1996.
- [5] Römmermann, M.; Edgington, M.; Metzen, J. H.; de Gea, J.; Kassahun, Y.; Kirchner, F.: *Learning Walking Patterns for Kinematically Complex Robots using Evolution Strategies*, 2008, 10th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature.

Betreuer

Prof. Dr. Ralf Salomon	ralf.salomon@uni-rostock.de
Prof. Dr. Frank Kirchner	frank.kirchner@dfki.de
Dipl.-Biol. Elsa Kirchner	elsa.kirchner@dfki.de
Dipl.-Inf. Jan Hendrik Metzen	jan_hendrik.metzen@dfki.de
Dipl.-Inf. Larbi Abdenebaoui	larbi.abdenebaoui@dfki.de