

Adaption eines Low-Cost Leader-Robot-Arms

für ein Leader-Follower-Konzept mit dem Unitree Z1 Pro

Diplomand



Yusuf Can Yurtsever

Ausgangslage: Für zukünftige Robotikanwendungen wird ein einfach zu bedienendes Eingabe- und Steuerungssystem benötigt, das die intuitive Bedienung komplexer Roboterarme ermöglicht. Insbesondere für die Datenerfassung und das Training von Bewegungsstrategien bietet ein Leader-Follower-Konzept eine geeignete Grundlage. Dabei dient ein kostengünstiger Leader-Arm als Eingabegerät und gibt Bewegungen vor, die von einem leistungsfähigeren Follower-Roboter übernommen werden. Die Herausforderung besteht darin, eine stabile, reproduzierbare und sichere Übertragung von Bewegungen zwischen unterschiedlichen Robotersystemen zu ermöglichen. Diese Arbeit untersucht den Einsatz des Low-Cost Leader-Arms "SO-101" als Eingabegerät für den sechssachsigen Roboterarm "Unitree Z1 Pro".

Ziel der Arbeit: Ziel der Arbeit ist die Entwicklung und Evaluation eines funktionalen Leader-Follower-Teleoperationssystems für den "Unitree Z1 Pro". Das System soll sowohl in einer Simulationsumgebung als auch auf realer Hardware eingesetzt werden können. Als Grundlage wird eine ROS2-Umgebung aufgebaut und der "SO-101" Leader-Arm als Eingabegerät integriert. Für die Bewegungsübertragung werden zwei unterschiedliche Mapping-Ansätze entwickelt und umgesetzt. Das "Joint Space"-Mapping überträgt die verarbeiteten Gelenkwinkel direkt zwischen Leader und Follower, während das "Cartesian Space"-Mapping eine Steuerung über kartesische Positionen mittels inverser Kinematik ermöglicht. Beide Ansätze berücksichtigen Skalierung, Gelenklimitierungen und Sicherheitsmechanismen. Zusätzlich wird ein "Record and Playback"-Workflow implementiert, der die Aufzeichnung und Wiedergabe von Bewegungsabläufen ermöglicht. Die entwickelten Funktionen werden zuerst in der Simulation getestet und anschließend auf den realen Roboter übertragen.

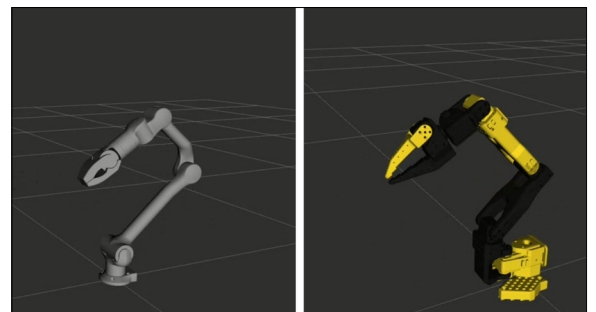
Ergebnis: Das entwickelte System ermöglicht die Steuerung des "Unitree Z1 Pro" durch den Leader-Arm sowohl in der Simulation als auch auf der realen Hardware. Die Übertragung der Bewegungen funktioniert in der Simulation mit beiden entwickelten Mapping-Ansätzen zuverlässig. Die "Record and Playback"-Funktion erlaubt das Speichern und erneute Ausführen aufgezeichneter Bewegungsabläufe. Der Einsatz am realen Roboter ist grundsätzlich möglich, jedoch treten während der Bewegung teilweise unerwünschte Unruhen auf. Die vollständige Bewegungsplanung über die vorgesehenen Softwarekomponenten konnte nicht stabil umgesetzt werden, weshalb eine vereinfachte Steuerungsarchitektur verwendet wird. Die Ergebnisse zeigen, dass ein kostengünstiger Leader-Arm als Eingabegerät für den "Unitree Z1 Pro" eingesetzt werden kann und eine geeignete Grundlage für zukünftige Anwendungen wie intuitive

Roboterprogrammierung und das Sammeln von Bewegungsdaten bietet.

Follower-Arm "Unitree Z1 Pro" (links) und Leader-Arm "SO-101" (rechts)
Eigene Darstellung



Leader und Follower Roboter in der Simulation mit "Joint Space" Mapping
Eigene Darstellung



Übertragung auf echte Hardware
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Dejan Šeatović

Korreferent

Pavel Jelinek, Rieter
Maschinenfabrik AG

Themengebiet

Automation & Robotik