

# Entwicklung einer echtzeitfähigen Mensch- Roboter-Schnittstelle für bidirektionale Teleoperation

## Hintergrund

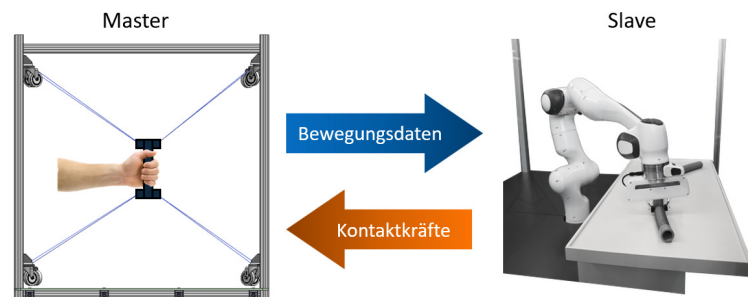
Teleoperation ist ein vielversprechender Ansatz für eine intuitive und natürliche Interaktion zwischen Mensch und Roboter. Ziel dieser Ansätze ist es, die Bewegungen eines Master-Systems präzise auf ein entferntes oder simuliertes Slave-System zu übertragen und gleichzeitig Rückmeldungen aus der Umgebung, wie z.B. Kontaktkräfte, an den Bediener zurückzuführen. Dadurch entsteht eine realitätsnahe, sichere und flexible Interaktion mit virtuellen oder realen Robotersystemen. Die in dieser Arbeit betrachteten seilgetriebenen Master-Kinematiken stellen hierbei einen besonders vielseitigen Lösungsansatz dar, da sie durch ihre hohe Flexibilität und großen Arbeitsräume für unterschiedlichste Anwendungsszenarien geeignet sind.

## Problemstellung

Eine Einschränkung vieler bestehender Ansätze besteht darin, dass der Mensch zwar auf die Position des Slaves Einfluss nehmen kann, aber keine haptische Rückmeldung von diesem System bei z.B. Kontaktsituationen erhält. Für eine solche bidirektionale Teleoperation ist eine echtzeitfähige und stabile Datenkopplung erforderlich, bei der Bewegungsdaten zuverlässig übertragen und Kontaktkräfte aus der Simulation in die reale Steuerung zurückgeführt werden. Zudem müssen eine konsistente haptische Rückkopplung sowie geeignete Mapping- und Transformationsstrategien zwischen heterogenen Kinematiken (Seilroboter und z.B. serieller Manipulatorstruktur) gewährleistet werden. Zentrale Herausforderungen ergeben sich insbesondere durch Latenzen, unterschiedliche Zeitskalen und Systemdynamiken, die die Stabilität und Qualität der Kopplung wesentlich beeinflussen.

## Aufgabe

- Anforderungsanalyse (z.B. hinsichtlich Echtzeit)
- Adaption unterschiedlicher Simulationsumgebungen
- Entwicklung einer Datenpipeline zwischen TwinCAT und MuJoCo zur Übertragung von Zustands- und Steuerungsdaten
- Evaluation durch Vergleich realer Bewegungen mit dem simulierten Abbild sowie durch die Bewertung der subjektiven Immersion bei haptischer Interaktion



## Anforderung

- Programmiererfahrung in Python und ggf. TwinCAT
- Grundverständnis in Robotik und Regelungstechnik
- Interesse an Simulation und Echtzeitsystemen
- Selbstständige und strukturierte Arbeitsweise
- Gute Deutsch- oder Englischkenntnisse

## Kenntnisgewinn

- Praktische Erfahrung in Teleoperation und Robotersystemen
- Aufbau von Echtzeit-Schnittstellen zwischen Simulation und Hardware
- Einblicke in Forschung zu haptischer Mensch-Roboter-Interaktion

