

Soft robotic arm for safe human-robot interaction (Control System)

In der modernen Entwicklung wird Soft-Robotik immer wichtiger. Dies ist auf technische Einflüsse wie Fortschritte in der Fertigungstechnik, insbesondere in der 3D-Drucktechnik, der mathematischen Modellierung und den Materialwissenschaften zurückzuführen. Die wichtigsten Vorteile von Soft-Robotik gegenüber der konventionellen Robotik sind die Möglichkeit der Formanpassung und die damit verbundene Sicherheit. Dies macht Soft-Robotik besonders geeignet für medizinische und rehabilitative Anwendungen sowie für die Roboter-Mensch-Interaktion.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen Roboterarm zu entwickeln, der aus drei pneumatischen Soft-Aktuatoren mit jeweils zwei Freiheitsgraden besteht. Die Entwicklung des Roboterarms umfasst sowohl die Konstruktion des Arms als auch die Entwicklung der Steuerung. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Entwicklung der kinematischen Modellierung sowie der feed forward- und closed loop-Regelung.

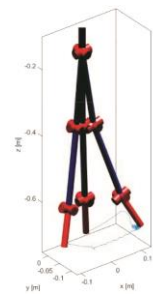
Ein Roboterarm wurde konstruiert und im 3D-Druckverfahren gefertigt. Ausserdem wurde eine elektrische und pneumatische Steuerung entwickelt. Für einen einzelnen Aktuator wurden verschiedene Regelstrategien untersucht. Dazu gehörten ein- und zweidimensionale Lageregelungsvarianten, ein Druckregler, sowie die Charakterisierung und Modellierung des Aktuators in Bezug auf Druck, Biegung und Steifigkeit. Daraus wurde ein feed forward-Regler entwickelt. Darüber hinaus wurden zwei closed loop-Positionsregler implementiert. Bezüglich des kinematischen Modells wurden zwei Varianten zur Abbildung der Soft-Aktuatoren untersucht: Eine einfache Variante, die den Drehpunkt in der Mitte des Aktuators annimmt und eine andere, bei der die Krümmung des Aktuators berücksichtigt wird. Die beiden Varianten wurden in Bezug auf ihren Arbeitsraum verglichen. Zusätzlich wurde eine Möglichkeit zur Vergrößerung des Arbeitsraums aufgezeigt.

Schliesslich wurden die entwickelten Steuerstrategien auf den gesamten Roboter angewendet. Es wurden sowohl die Genauigkeit als auch die Präzision des Roboterarms gemessen. Der Roboterarm wird mit einem zweistufigen Regler positioniert, einem feed forward-Druckregler und einem closed loop-Positionsregler. Mit Werten von 2 mm - 7 mm wurde eine relativ hohe Präzision erreicht. Die Genauigkeit liegt in einem akzeptablen Bereich von 6 mm - 22 mm. Darüber hinaus wurde mit dem kinematischen Modell, das auf der Theorie der konstanten Krümmung basiert, eine um 0,5 % - 6 % höhere Genauigkeit im Vergleich zum einfachen Modell erreicht.

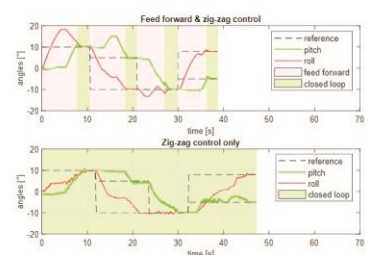


Diplomierende
Ivo Herzig
Fabian Scholpp

Dozent
Lukas Lichtensteiger



Kinematisches Modell des
Roboterarms in drei verschiedenen
Positionen



Vergleich von zwei entwickelten
Positionsreglern