

10. Zusammenfassung

Der Einsatz bei Greiferantrieben hat sich als interessanter Anwendungsfall für die Servopneumatik herausgestellt. Da einerseits die Pneumatik wegen ihrer Vorteile bereits bei konventionellen Greifern eine eingeführte und weit verbreitete Technologie ist und andererseits die systemtechnischen Anforderungen bei der Realisierung servopneumatisch geregelter Greifer wegen der besonderen regelungstechnischen Randbedingungen nicht zu hoch sind, bietet sich dem Anwender die Möglichkeit, mit vertretbarem Aufwand den Einsatzbereich und die Flexibilität vorhandener Greifer erheblich zu steigern.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Auswahl und Optimierung von Komponenten und die Entwicklung von Steuerungs- und Regelungsstrategien zum Aufbau servopneumatischer Greifsysteme. Dazu wird zunächst eine Systematik zur Auswahl geeigneter kinematischer Mechanismen für Greifer erstellt, bei der die Variantenvielfalt vier- und sechsgliedriger kinematischer Mechanismen durch die Annahme für den servopneumatischen Einsatz relevanter Randbedingungen auf relativ wenige Grundtypen reduziert werden kann. Im folgenden werden sowohl marktgängige pneumatische Standardgreifer als auch spezielle Eigenkonstruktionen mit reibungsarmen Rollmembranantrieben und Übersetzungsgetrieben untersucht. Neben den eigentlichen Greiferantrieben werden zusätzliche lineare und rotatorische Handachsen zur Feinpositionierung und Orientierung des Greifers entwickelt.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Untersuchungen ist die Auswahl und Optimierung von Regelventilen, die für den Einsatz am Greifer geeignet sind. Die hohe Dynamik der Greiferantriebe stellt besondere Anforderungen an die statischen und dynamischen Eigenschaften der Ventile.

Die Simulation des Regelverhaltens der Antriebe mit linearen und nichtlinearen Modellansätzen erweist sich als wertvolles Hilfsmittel bei der Auslegung der Regelungen und zur Gewinnung eines vertieften Systemverständnisses. Im Gegensatz zu üblichen pneumatischen Antrieben kann bei Greiferantrieben wegen der weniger stark ausgeprägten Nichtlinearitäten bereits mit linearen Modellen eine relativ gute Abbildungstreue erreicht werden.

Für die Lageregelung der Greifbackenbewegung erweist sich unter den gegebenen Randbedingungen eine dreischleifige Regelung mit Geschwindigkeits- und nachgebender Lastdruckrückführung als optimal. Durch nichtlineare Maßnahmen, wie eine Adaption der

Proportionalverstärkung an die Regelabweichung und eine variable Zeitkonstante für das DT_1 -Element der Druckrückführung, können Störeinflüsse der Regelstrecke wirkungsvoll kompensiert werden. Für die Druckregelung zur Greifkraftvorgabe sind verzögernd wirkende Regelungskonzepte zu bevorzugen, mit denen das Anregen von Resonanzschwingungen in den Schlauchleitungen und Stabilitätsprobleme bei den Regelventilen vermieden werden.

Als interessante Alternative zur Regelung von Greiferantrieben mit Stetigventilen hat sich der Einsatz von pulsbreitenmoduliert angesteuerten Schaltventilen erwiesen. Bei gewissen Abstrichen an die Flexibilität und Dynamik lassen sich mit Schaltventilen sehr robuste und genaue Regelungen aufbauen. Wegen ihrer kurzen Hübe und geringen bewegten Massen sind Greiferantriebe für einen Schaltventileinsatz besonders prädestiniert. Niedrige Kosten, hohe Zuverlässigkeit und gute Verfügbarkeit der Ventile sind wichtige Argumente für einen industriellen Einsatz dieses Konzeptes.

Bei der Kopplung des Greifers mit zusätzlichen Feinpositionierantrieben an ein Handhabungsgerät können erhebliche Schwingungsprobleme für das Verhalten des Gesamtsystems entstehen. Dies gilt insbesondere bei Einsatz von externer Sensorik, mit der die Absolutposition des Roboters erfaßt und geregelt wird. Als Gegenmaßnahme bleibt bei vertretbarem sensorischem und regelungstechnischem Aufwand nur die Möglichkeit, durch entsprechend weiche Sollwertvorgaben die kritischen Resonanzbereiche nicht anzuregen.

Um die zur Verfügung stehende Flexibilität servopneumatischer Greifer optimal nutzen zu können, ist die Integration geeigneter Sensorik zur Erfassung sich ändernder Umgebungsbedingungen in den Greifer von zentraler Bedeutung. Dazu wird in dieser Arbeit eine spezielle Infrarotsensorik für die Greiferfinger entwickelt, die die Möglichkeit der freien Positionierbarkeit der Greifbacken nutzt und das Ausrichten des Greifers nach dem Werkstück mit Hilfe eines Feinpositionierantriebs und einer entsprechenden Suchstrategie ermöglicht.

Durch die Lage- und Kraftregelung der Greiferfinger können mit dem servopneumatischen Greifer ein breites Werkstückspektrum erfaßt und die unterschiedlichsten Montage- und Handhabungsaufgaben ohne Greiferwechsel realisiert werden. Das Auswerten der während der Regelungen auftretenden Weg- und Kraftverläufe ermöglicht zudem eine sichere Überwachung und ereignisabhängige Ablaufsteuerung der Greifvorgänge.