

Kurzfassung der Dissertation

Mengentheoretische verlässliche Steuerung linearer unsicherer Systeme

von Plinio de León Cantón

Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik

Ruhr-Universität Bochum

Zusammen mit der Entwicklung technologischer Prozesse hat die Anwendung von Regelstrategien große Bedeutung erlangt. Unter der Anforderung von verschärften Umwelt- und Sicherheitsvorschriften, Qualitätsstandards und Verfügbarkeitsansprüchen wird die Automatisierung moderner Prozesse vor allem bezüglich ihrer *Verlässlichkeit* unter wechselnden Arbeitsbedingungen bewertet. Regelstrategien, die auf Unsicherheiten in Modellparametern und Messsignalen sowie auf äußere Einflüsse reagieren, werden daher benötigt, um die Funktionsfähigkeit des Prozesses und die Einhaltung von Sicherheitsforderungen unter veränderlichen Betriebsbedingungen garantieren zu können.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Regelung von Systemen bei Vorhandensein von Unbestimmtheiten. Sie können in Form von Störungen der Systemdynamik, Unsicherheiten in den Ein- und Ausgangsmessungen oder Unsicherheiten der Modellparameter vorliegen. Unter diesen Gegebenheiten stellt die vorliegende Arbeit eine Methode zum Regelungsentwurf vor, die das Systemverhalten unter der Einhaltung von Sicherheitsgrenzen auf einer gegebenen Solltrajektorie in eine sichere Zielmenge führt.

In der Literatur werden Unsicherheiten normalerweise unter der Annahme ihrer statistischen Eigenschaften behandelt. Stochastische Information ist allerdings häufig bei praktischen Anwendungen nicht vorhanden oder schwer zu gewinnen. Im Unterschied dazu gelingt die Formulierung von Unsicherheiten in der Praxis durch Grenzen. Dies motiviert eine alternative Annäherung, in der die Unsicherheiten und Störgrößen zwar als unbekannt, jedoch als in gegebenen Intervallen bzw. Mengen liegend, angenommen werden. Im regelungstechnischen Sinn treten Mengen weiterhin auf, wenn wichtige Aspekte wie Beschränkungen und Entwurfsspezifikationen berücksichtigt werden sollen.

Die Mengenbeschreibung von Unsicherheiten in Modellparametern führt demzufolge auf eine Systemfamilie, wo jedes Modellelement das tatsächliche System beschreiben kann. Deshalb muss eine – Mengentheoretische – Regelung für die Systemfamilie entworfen werden. Zu diesem Zweck wird die Menge aller Zustände zunächst berechnet, die mit der Systemfamilie für eine Intervalldarstellung der gegebenen Ein- und Ausgangsgrößen und für alle erlaubte Störgrößen konsistent sind. Die vorgestellte Methode, die als Zustandsmengenbeobachtung bezeichnet wird, benutzt polyedrische Darstellungen um die Konservativität der Ergebnisse zu minimieren. Die dazu gehörigen Bedingungen für die Beobachtbarkeit werden eingeführt.

Ein Verfahren aus der Theorie steuerbarer invarianter Mengen (“control invariant sets”) wird hier erweitert, um die Mengendarstellung der genannten Unbestimmtheiten beim Regelungsentwurf berücksichtigen zu können. Die Verlässlichkeit der Regelung folgt aus der expliziten Behandlung aller möglicher Störgrößen und Unsicherheiten sowohl bei der Mengenbeobachtungsmethode als auch bei der Invarianz-basierten Regelung.

Da die Methode nicht von einer Lyapunov-Funktion abhängt, ist der Regler im Vergleich zu anderen derartigen Methoden allgemein leicht zu entwerfen. Die Wirksamkeit der Methoden wird anhand ihrer Anwendung auf einen mobilen Roboter gezeigt.