MoReNe

Modelierung und Regelung von Rohrreaktor-Netzwerken

Programm / Ausschreibung	Bridge, Brückenschlagprogramm, 26. Ausschreibung Bridge 1	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2018	**Projektende**	30.09.2021
Zeitraum	2018 - 2021	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	pipe flow; tubular reactor; late lumping; early lumping; adaptive control; distributed parameter system		

Projektbeschreibung

Zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen werden verstärkt erneuerbare Energiequellen wie z.B. Wind- oder Sonnenenergie genutzt. Unter anderem aufgrund der zeitlich nicht genau planbaren Verfügbarkeit dieser Resourcen werden als Ergänzung schnelle und flexible Kraftwerke zur Netzstabilisierung benötigt. Gasmotorenkraftwerke sind dafür eine effiziente und leistungsfähige Lösung. Bedingt durch ihren Aufgabe werden diese Kraftwerke häufig in transienten Regimes betrieben, wodurch sich eine Reihe von Anforderungen hinsichtlich schneller Lastwechsel und der Einhaltung von zukünftigen Emissionslimits auch im transienten Betrieb ergeben. Dabei können die den eigentlichen Motoren nebengeordneten Systeme wie Kühlkreisläufe und Abgasnachbehandlungssysteme ganz wesentlich zum Erfüllen dieser Anforderungen beitragen. In diesen Systemen bilden Rohrströmungen in Verbindung mit thermischen Ausgleichsvorgängen und chemischen Reaktionen den wesentlichen Teil der Dynamik. Strömungsprozesse spielen allerdings nicht nur in der beschriebenen Kraftwerksanwendung eine wichtige Rolle, sondern sind Bestandteil einer Vielzahl technischer Systeme im Bereich der erneuerbaren Energien, der Wärmeversorgung, der chemischen Verfahrenstechnik oder der Pharmazie. Für die Leistungsfähigkeit dieser Prozesse im Hinblick auf Energieeffizienz, zeitliche Flexibilität oder präzise Einhaltung gewünschter Prozessparameter ist ihre regelungstechnische Beherrschung grundlegende Voraussetzung. Dementsprechend gewinnen moderne modellbasierte Regelungsverfahren zunehmend an Gewicht. Die Tatsache, dass die Größen in den beschrieben Strömungen im allgemeinen vom Ort abhängen, stellt dabei eine wesentliche methodische Herausforderung dar -- man spricht von Systemen mit örtlich verteilten Parametern. Weitere wissenschaftliche Herausforderungen ergeben sich aus dem immanent nichtlinearen Charakter der chemischen Reaktionen sowie der Tatsache, dass die beschriebenen Rohrströmungen in vielen Anwendungen in komplex verschalteten Netzwerkstrukturen auftreten, beispielsweise in den bereits erwähnten Kühlkreisläufen. Im Forschungsprojekt werden mittels eines intrinsisch verteiltparametrischen Ansatzes neuartige regelungsorientierte, skalierbare und universell einsetzbare Modelle für Strömungsvorgänge entwickelt und auf deren Basis leistungsfähige verteiltparametrische Regelungs- und Beobachterstrategien entworfen. Dadurch werden signifikante Verbesserungen der Effizienz und der Genauigkeit bei der Regelung der untersuchten Systeme erwartet.

Abstract

In the recent years renewable energy sources have been increasingly exploited in order to reduce greenhouse gas

emissions. By the discontinuous availability of these resources they have to be complemented by fast and flexible power-plants aiming for grid stabilization and peak load coverage. In particular, gas-engine-plants may serve as an efficient and powerful mean for the solution of this task. Due to the particular application such power-plants are often operated in transient regimes and, therefore, subject to various demands with respect to fast load transitions and compliance with future emission standards. Aside from the gas-engines themselves the auxiliary systems as cooling-loops and exhaust aftertreatment may essentially contribute to the above described goals. Pipe-flows subject to thermal processes or chemical reactions are fundamental for the dynamics of these auxiliary systems. However, such flows are essential not only for the above described power-plant-applications but play an important role in various technological fields as process engineering, district heating or pharmacy. The performance of such processes in view of their energy efficiency, flexibility and the precise tracking of desired process-parameters essentially depends on the the employed control algorithms. Consequently, modern model based control approaches gain more and more attention in the control of fluid-flows appearing in the above mentioned applications. Since flow-systems belong to the class of so-called distributed-parameter-systems, i.e., their variables depend not only on time but also on space, the development of such algorithms is rather demanding. Additional scientific challenges result from the immanent non-linearity of the involved chemical reactions and the fact that the pipe-flows frequently appear in complex networked topologies, as for example in the above described cooling-loop application. Throughout the research-project a distributed-parameter approach is followed in order to derive new control-oriented, scalable and universally applicable models for the above described pipe-flows as thermal flows or tubular reactors. These models form the basis for the development of powerful distributed-parameter controller and observer-designs. As a consequence, significant improvements in the control of pipe-flow-systems are expected, in particular in the field of cooling-loop-control and exhaust-aftertreatment.

Projektkoordinator

- UMIT TIROL - Private Universität für Gesundheitswissenschaften und -technologie GmbH

Projektpartner

- INNIO Jenbacher GmbH & Co OG