

BestMasters

Andreas Völz

Modellprädiktive Regelung nichtlinearer Systeme mit Unsicherheiten



Springer Vieweg

BestMasters

Mit „BestMasters“ zeichnet Springer die besten Masterarbeiten aus, die an renommierten Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden sind. Die mit Höchstnote ausgezeichneten Arbeiten wurden durch Gutachter zur Veröffentlichung empfohlen und behandeln aktuelle Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Naturwissenschaften, Psychologie, Technik und Wirtschaftswissenschaften.

Die Reihe wendet sich an Praktiker und Wissenschaftler gleichermaßen und soll insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlern Orientierung geben.

Andreas Völz

Modellprädiktive Regelung nichtlinearer Systeme mit Unsicherheiten

 Springer Vieweg

Andreas Völz
Ulm, Deutschland

BestMasters

ISBN 978-3-658-16278-8

ISBN 978-3-658-16279-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-16279-5

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Modellprädiktive Regelung	3
2.1	Dynamische Optimierung auf bewegtem Horizont	3
2.2	Optimalitätsbedingungen	5
2.3	Berücksichtigung von Zustandsbeschränkungen	6
2.4	Numerische Lösung	7
2.5	Echtzeitfähige MPC-Implementierung	8
3	Regelung mit Unsicherheiten	11
3.1	Modellierung der Unsicherheiten	11
3.2	Approximation durch Partikel	13
3.2.1	Funktionsweise	14
3.2.2	Anwendung auf die modellprädiktive Regelung	15
3.2.3	Berücksichtigung von Zustandsbeschränkungen	17
3.3	Approximation durch Polynomial Chaos Expansion	17
3.3.1	Funktionsweise	18
3.3.2	Anwendung auf die modellprädiktive Regelung	19
3.3.3	Berücksichtigung von Zustandsbeschränkungen	20
3.4	Weitere Ansätze	21
4	Unscented MPC	23
4.1	Unscented-Transformation	23
4.2	Zeitkontinuierliche Prädiktion	26
4.3	Anwendung auf die modellprädiktive Regelung	27
4.3.1	Herleitung der Optimalitätsbedingungen	29
4.3.2	Ableitung der Cholesky-Zerlegung	33
4.4	Berücksichtigung von Zustandsbeschränkungen	34
4.5	Kombination mit einem Zustandsschätzer	36
5	Evaluation	39
5.1	Dynamische Optimierung eines Rührkesselreaktors	39
5.2	Modellprädiktive Regelung eines Laborkrans	41
5.3	Untersuchung des Rechenaufwandes für ein skalierbares Problem	47
6	Zusammenfassung	51
	Literaturverzeichnis	53