

BACHELORARBEIT

Referenz Governor für Modelfreie Regelungen

Hintergrund

Mit den Fortschritten in der Regelungstheorie sind viele effiziente Techniken für den Entwurf von Regelstrecken mit gewünschten Stabilitäts- und Störunterdrückungseigenschaften verfügbar geworden. Das Interesse an der Behandlung von Anforderungen in Form von Zustands- und Reglerbeschränkungen hat ebenfalls zugenommen, insbesondere im Automobilbereich. Beispiele für Beschränkungen in praktischen Systemen sind Größen- und Geschwindigkeitsbeschränkungen für Aktoren und die Begrenzung von Prozessvariablen, um einen sicheren und effizienten Systembetrieb zu gewährleisten.

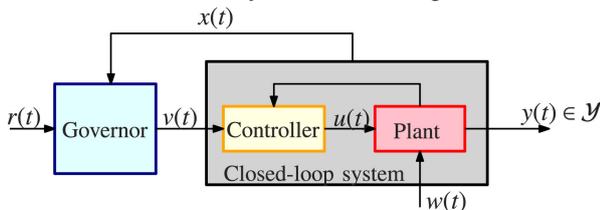


Abbildung 1: Regelkreis mit Referenz Governor und Referenz $r(t)$, Zustand $x(t)$, Eingang $u(t)$, Ausgang $y(t)$, sowie Störung $w(t)$.

Wie der Name schon andeutet, ist der Referenz Governor ein zusätzliches System zur Einhaltung von Zustands- und Reglerbeschränkungen. Dies wird durch Änderung des Referenzsignal für einem geschlossenen Regelkreis erreicht, siehe Abbildung 1. Die Palette der möglichen Referenz Governor umfasst viele verschiedene Methoden und Ansätze [1]. Ein zentrales Element vieler Referenz Governor Methoden ist es ein (konvexes [2]) Optimierungsproblem zu lösen, welches ein geändertes Referenzsignal liefert, welches so nah wie möglich am ursprünglichen Referenzsignal liegt, ohne Beschränkungen zu verletzen. Weiter ist ein Ziel beim Referenz Governor Entwurf, die Reaktion des geschlossenen Regelkreises, der mit konventionellen Regelungstechniken entworfen wurde, so weit wie möglich beizubehalten.

In den letzten Jahre hat das Interesse an modellfreien Referenz Governoren immer mehr zugenommen. Das heißt, Referenz Governor bei denen das Modell des zu regelnden Systems nicht bekannt sein muss. Dies ist insbesondere bei sehr komplexen Systemen von großem Vorteil. Nachteil der modellfreien Verfahren ist jedoch noch, dass diese häufig lange benötigen, um Beschränkungen einzuhalten ohne gleichzeitig das Verhalten des geschlossenen Regelkreises wesentlich ändern.

Ziel der Arbeit

1. Kernziel der Arbeit ist die Implementierung, die Simulation und der Vergleich aktueller modellfreier Referenz Governor aus der Literatur, wie z.B. [4]. Der Vergleich soll aufzeigen, wann welche Methode hinsichtlich Komplexität und dem Einhalten von Beschränkungen zu bevorzugen ist.
2. Darüber hinaus soll gegebenenfalls ein neuer Ansatz für einen modellfreien Referenz Governor getestet werden. Bei diesem Ansatz soll das konvexe Optimierungsproblem eines Referenz Governors selbst parametrisiert und optimiert wird. Dieser Ansatz beruht auf der Idee, dass man die Ableitung der Lösung eines konvexen Optimierungsproblems effizient annähern kann [3].

Meilensteine

- Einarbeitung in Referenz Governor und Konvexe Optimierung.
- Implementierung modellfreier Referenz Governor.
- Vergleich der Methoden für verschiedene Systeme (linear und nicht-linear).
- Evaluation und Dokumentation.

Voraussetzungen

- Programmieren in Python.
- Grundlagen der Systemtheorie und Regelungstechnik

Literatur

- [1] I. Kolmanovsky, E. Garone, and S. Di Cairano, "Reference and command governors: A tutorial on their theory and automotive applications," in *2014 American Control Conference*, pp. 226–241, IEEE, 2014.
- [2] S. P. Boyd and L. Vandenberghe, *Convex optimization*. Cambridge university press, 2004.
- [3] A. Agrawal, S. Barratt, S. Boyd, and B. Stellato, "Learning convex optimization control policies," in *Learning for Dynamics and Control*, pp. 361–373, PMLR, 2020.
- [4] K. Liu, N. Li, D. Rizzo, E. Garone, I. Kolmanovsky, and A. Girard, "Model-free learning to avoid constraint violations: An explicit reference governor approach," in *2019 American control conference (ACC)*, pp. 934–940, IEEE, 2019.