

Hybride ereignisbasierte Regelungssysteme

-Kurzfassung der Dissertation in deutscher Sprache-

In der vorliegenden Arbeit werden Regelungssysteme untersucht, bei denen kontinuierliche und ereignisbasierte Stelleingriffe miteinander kombiniert werden. Die Struktur der untersuchten Systeme ist charakterisiert durch zwei Stellgrößen, über die das Verhalten der Strecke kontrolliert werden kann. In der Nähe eines gewünschten Arbeitspunktes wird dabei typischerweise nur eine Stellgröße für eine kontinuierliche Regelung herangezogen. Die zweite Stellgröße wird konstant gehalten und nur bei Bedarf, d.h. zum Arbeitspunktwechsel oder bei Auftreten größerer Störeinflüsse, angepasst. Dieses Regelungsprinzip wird im Folgenden *hybride ereignisbasierte Regelung* (engl.: hybrid event-based control) genannt.

Hybride ereignisbasierte Regelung tritt immer dann auf, wenn ein System sowohl über Stellgrößen mit kontinuierlichem Wertebereich als auch über diskretwertige Stellgrößen beeinflusst wird. Das Umschalten der zweiten Stellgröße zwischen diskreten Werten wird durch das Auftreten bestimmter Ereignisse ausgelöst und kann beispielsweise das Aktivieren oder Deaktivieren eines Aktors darstellen. Systeme dieser Art lassen sich in vielen Anwendungsbereichen der Regelungstechnik identifizieren. In der Arbeit wird darüber hinaus gezeigt, dass die Anwendung des hybriden ereignisbasierten Regelungsprinzips auch im Falle rein kontinuierlicher Stellgrößen möglich und sinnvoll sein kann.

Durch die Kombination von kontinuierlichen und ereignisbasierten Stelleingriffen entsteht ein Gesamtsystem mit hybriden dynamischen Eigenschaften. Typische Probleme der Systemklasse der hybriden Systeme, z.B. bezüglich Stabilität, Zeno-Verhalten u.a., können auch bei hybriden ereignisbasierten Regelungssystemen auftreten. Dies wird in der Arbeit anhand einer Reihe von Beispielen erläutert. Trotzdem erfolgt die Reglerauslegung in der Praxis meistens heuristisch unter Vernachlässigung der hybriden dynamischen Eigenschaften. In dieser Arbeit werden daher Methoden zur Analyse und zum Entwurf hybrider ereignisbasierter Regelungssysteme entwickelt, die die hybriden dynamischen Eigenschaften dieser Systeme berücksichtigen.

Zur Analyse des Verhaltens hybrider ereignisbasierter Regelungssysteme wird eine kontinuierliche Approximation des hybriden dynamischen Verhaltens eingeführt. Dieses Vorgehen führt auf ein lineares Modell, dessen Abweichung vom Verhalten des eigentlichen hybriden Systems beschränkt ist. Auf der Basis der kontinuierlichen Approximation werden hinreichende Bedingungen für die Einhaltung von Stabilitäts- und Güteforderungen abgeleitet. Diese Bedingungen wiederum erlauben das Aufstellen von Einstellregeln für den hybriden Regler, die zu einem Gesamtsystem mit den gewünschten Eigenschaften führen.

Die o.g. Ergebnisse zu Analyse und Entwurf hybrider ereignisbasierter Regelungssysteme werden für verschiedene Spezialfälle vertieft. Hierbei liegt der Fokus auf der Analyse unerwünschter Effekte, die durch die diskreten Umschaltungen hervorgerufen werden können, sowie auf möglichen Gegenmaßnahmen, die diese unerwünschten Effekte kompensieren bzw. abschwächen. Ein zentraler Ansatz ist hierbei die Erzeugung von "weichen" kontinuierlichen Übergängen zwischen den einzelnen diskreten Arbeitspunkten, sodass die Auswirkungen von diskreten Umschaltungen auf das Ausgangssignal der Strecke reduziert werden.

Tobias Noebelt, 03.04.2017