

Kurzfassung der Dissertation
Ereignisbasierte Zustandsrückführung

Daniel Lehmann
Lehrstuhl für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik

Für die Regelung kontinuierlicher Systeme existieren in der Literatur zwei Methoden, die fast ausnahmslos sowohl in der Theorie als auch in der Praxis angewendet werden: die zeitkontinuierliche Regelung, bei der der Informationsaustausch im Regelkreis kontinuierlich erfolgt, und die zeitdiskrete Regelung, bei der die Übertragungszeitpunkte durch eine Uhr periodisch vorgegeben werden.

Diese Arbeit behandelt ein neues Regelungskonzept, die ereignisbasierte Regelung. Der Unterschied zu den beiden zuvor genannten Regelungsverfahren besteht darin, dass im ereignisbasierten Regelkreis ein Datenaustausch nur dann erfolgt, wenn das Systemverhalten im nicht mehr tolerierbarem Maße von einem gewünschten Verhalten abweicht. Die Aktivität des Reglers wird damit auf Zeitintervalle beschränkt, in denen der Regler auf Störungen oder Änderungen von Sollwerten reagieren muss, um das spezifizierte Regelungsziel zu garantieren. Durch diese Vorgehensweise werden neue theoretische Fragenstellungen aufgeworfen, weil die Grundannahme der zeitdiskreten Regelung, dass der Informationsaustausch zwischen Regelstrecke und Regler zeitperiodisch erfolgt, im Allgemeinen nicht mehr erfüllt ist.

Die Anwendung der ereignisbasierten Regelung ist in erster Linie durch deren Einsatz in digital vernetzten dynamischen Regelungssystemen motiviert, bei denen der Datenaustausch über einen digitalen Kommunikationskanal, z. B. über Wireless LAN, realisiert wird. Hierbei besteht die Aufgabe der ereignisbasierten Regelung darin, die Kommunikation der Regelkreis-komponenten über das Netzwerk zu reduzieren, um die bei Netzüberlastung entstehenden Verzögerungen und Paketausfälle zu verhindern, und darüber hinaus eine gewünschte Güte des Regelkreises zu garantieren. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich z.B. bei der Verwendung von Sensoren mit geringer Auflösung oder für den Fall, dass der Regler auf unbekannte Störungen zwar möglichst schnell reagieren soll, in der störungsfreien Zeit aber Rechenkapazitäten einzusparen sind.

Die in dieser Arbeit untersuchte ereignisbasierte Zustandsrückführung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Modell der kontinuierlichen Zustandsrückführung sowohl für die Stellgrößen-generierung als auch für die Ereignisgenerierung eingesetzt wird. Dies ermöglicht, bei entsprechender Vorgabe der Ereignisbedingung, das Verhalten der kontinuierlichen Zustandsrückführung mit beliebiger Güte und beliebigem Kommunikationsaufwand zu approximieren. Allerdings muss bei der Wahl der Ereignisbedingung erwartungsgemäß ein Kompromiss zwischen dem zu tolerierenden Approximationsfehler und dem maximal möglichen Kommunikationsaufkommen eingegangen werden.

Der Beitrag dieser Arbeit liegt in der Erweiterung des bestehenden ereignisbasierten Grundkonzepts. Einerseits wird das Konzept dahingehend ergänzt, dass weitere Eigenschaften der ereignisbasierten Regelung untersucht, alternative Analysemethoden vorgestellt und Verbesserungen der bestehenden Komponenten präsentiert werden. Andererseits liegt ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit in der Untersuchung des Einflusses von nicht-idealen Informationen über die Regelstrecken (Modellunsicherheiten, nicht-messbare Zustandsvariablen) und nicht-idealen Eigenschaften des Kommunikationskanals (Verzögerungen, Paketverluste, Beschränkungen der Datenrate) auf die ereignisbasierte Regelung. Es werden Strategien vorgestellt mit denen diese Effekte im Sinne der Gewährleistung der Stabilität des ereignisbasierten Regelkreises kompensiert und Schranken für den Approximationsfehler und die Kommunikations-häufigkeit angegeben werden können.

Das Verhalten der ereignisbasierten Zustandsrückführung wird durch Simulationen und experimentelle Ergebnisse unter Nutzung eines thermofluiden Prozesses demonstriert.