



Gestaltung der Dynamik von soziotechnischen Systemen am Beispiel von User Innovation Communities

Ertug Olcay, Chair of Automatic Control, Technical University of Munich (ertug.olcay@tum.de)

Einleitung

Teilprojekt A3 beschäftigt sich in der Förderperiode 3 mit der Modellierung und Analyse soziotechnischer Systeme. Hierbei dient der Innovationsprozess als Grundlage, welcher sowohl aus technischen als auch aus sozialen Teilkomponenten besteht. Der Ausgangspunkt des Projektes sind die User Innovation Communities.

Mit dem steigenden globalen Wettbewerb werden Innovationen immer signifikanter für den Markterfolg vieler Unternehmen. Ein wichtiger Begriff dabei ist die Innovation Community, die Innovationsideen entwickeln und realisieren. Ein Innovationsprozess ist ein komplexes dynamisches System, das zeitliche Entwicklungen bestimmter Kenngrößen beinhaltet. Dabei sind vernünftige Modellierung der Dynamik und damit eine gute Vorhersagbarkeit über den Systemzustand wichtig, um die Komplexität zu beherrschen.

Aufgrund des globalen Wettbewerbs gewinnen Innovationsnetzwerke zunehmend an Bedeutung in Innovationsprozessen. In diesem Teilprojekt wurde auf der Grundlage vom Innovation Community Modell (Zaggl et al. 2015) eine Systemidentifikation durchgeführt. Dieses Modell weist ein heterogenes Verhalten durch menschliche Akteure auf. Darüber hinaus ist es

durch die agentenbasierte Modellierungsweise beschrieben. Allerdings sind Agentenbasierte Modelle für systemtheoretische Betrachtungen nicht gut geeignet. Mit Hilfe von Ein-/Ausgangsdaten ist es möglich, ein agentenbasiertes Modell als TS-Fuzzy (Takagi-Sugeno-Fuzzy) Modell auf mathematische Weise darzustellen. Das Teilprojekt A3 beschäftigt sich mit der Übertragung solcher komplexen dynamischen Modelle in die TS-Fuzzy Form, weil die TS-Fuzzy Darstellung eine einfachere Reglerauslegung und bessere Vorhersage über das zukünftige Systemverhalten ermöglicht.

Bedeutung der Innovation Communities

Heutzutage sind Innovationen die Erfolgsgrundlage vieler Unternehmen. Allerdings bringt der Innovationsprozess eine gewisse Komplexität mit sich. Der Innovationsprozess ist ein komplexes dynamisches System und setzt sich aus interagierenden Teilsystemen zusammen. Die erfolgreiche Beherrschung von Innovationsprozessen spielt für Unternehmen immer eine wichtigere Rolle vor allem im Hinblick auf den Markterfolg und Durchsetzung gegen die Konkurrenz.

Der globale Wettbewerb zwingt Unternehmen bei Forschung und Entwicklung, aber auch im

Bereich der Fertigung und des Vertriebs zur Arbeitsteilung und Kooperation. Durch Kooperationen innerhalb von Innovationsnetzwerken werden fehlende Ressourcen und Kompetenzen ergänzt und die Entwicklungsprozesse beschleunigt.

Der Begriff „Innovation Community“ beschreibt eine virtuelle Gemeinschaft zur Ideengenerierung. Darunter versteht man virtuelle, durch elektronische Medien gestützte Gemeinschaften zur Generierung und Bewertung von Innovationsideen und Innovationskonzepten.

Modellierung der Communities

Communities besitzen eine komplexe interne Dynamik, welche bei der Modellbildung berücksichtigt werden muss. Die Herausforderung dabei ist, dass der soziale Teil, der sich durch menschliche Akteure und durch Informationen mit unterschiedlicher Genauigkeit ergibt, meistens kein deterministisches oder nur ein quasi-deterministisches Verhalten aufweist. Durch eine Kombination von Methoden des maschinellen Lernens und T-S-Fuzzy Modellierung werden bei der Modellbildung sowohl bekannte funktionale und qualitative Zusammenhänge innerhalb der soziotechnischen Systeme als auch vorliegende Zeitverläufe berücksichtigt. Die T-S-Fuzzy Modellierungsmethode ermöglicht es, ein nichtlineares, dynamisches Systemverhalten durch geeignete Interpolationen linearer Systeme abzubilden.

Eine direkte Modellierung als T-S-Fuzzy ist nicht immer möglich, weshalb alternative Modellierungsmethoden ebenfalls betrachtet wurden. In den Sozial- und Naturwissenschaften gibt es komplexe Systeme, die aus mehreren miteinander und mit ihrer Umwelt interagierenden Entitäten bestehen. Im Vergleich zu traditionellen Ansätzen, wie eine Beschreibung über Differentialgleichungen, ermöglicht die agentenbasierte Modellierung die Heterogenität eines Systems abzubilden und die Verhaltensregeln von Agenten explizit darzustellen. So wird eine transparente Betrachtung sowohl von Mikroebenen (Agentenebene) als auch von Makroebenen (z.B. gesellschaftliche Veränderungen) möglich. Der Nachteil der agentenbasierten Modelle ist, dass sie für systemtheoretische Betrachtungen nicht gut geeignet sind.

Datengetriebene Systemidentifikation

Die meisten in der Regelungstechnik verwendeten Modelle werden mit Hilfe von physikalischen Gesetzen gebildet. Mathematische Modelle basieren auf Differential- oder Differenzgleichungen. Darüber hinaus ist es möglich, ein System durch gemessene Daten (Ein-/ Ausgangsdaten) mathematisch zu beschreiben. In der Literatur existieren viele verschiedene Methoden zur Identifikation von nichtlinearen Systemen, wie Clustering durch Gauß-Prozesse und künstliche neuronale Netze.

Bei der datengetriebenen Systemidentifizierung wird davon ausgegangen, dass die Strecke nicht bekannt ist.

Um die datengetriebene Systemidentifikation durchführen zu können, wurde in Teilprojekt A3 das autonome, agentenbasierte Innovation Community Modell von (Zaggl et al. 2015) um Stelleingriffe erweitert.

Durch Trainieren eines Algorithmus wurde das Modell mathematisch näherungsweise nachgebildet. Der angewendete Algorithmus leitete dabei quantitative Abhängigkeiten der Ausgangs- von den Eingangsgrößen ab. Dadurch wurde das agentenbasierte Innovation Community Modell datengetrieben in ein T-S-Fuzzy Modell umgewandelt (Olcay et al. 2018). Dadurch wurde ein soziales System durch gemessene Daten (Ein-/ Ausgangsdaten) approximativ mathematisch beschrieben. Die Ergebnisse und die angewendete Methode in Teilprojekt A3 können als Grundlage für Entscheidungsunterstützungssysteme bei sozialen Systemen genutzt werden.

Zaggl, M.; Stahl, B.; Zhong, Z.: An Agent-Based Model Using Fuzzy Logic and Qualitative Empirical Data. 29th European Conference on Modelling and Simulation, 2015

Olcay, E.; Dengler, C.; Lohmann, B.: 2018. Data-driven System Identification of an Innovation Community Model. 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM), 2018



CRC 768 / SFB 768: Managing Cycles in Innovation Processes – Integrated Development of Product-Service Systems Based on Technical Products

A3 Subproject Leader:
Prof. Dr.-Ing. habil. Boris Lohmann
lohmann@tum.de

Chair of Automatic Control
Technical University of Munich
Boltzmannstr. 3
85748 Garching
Germany