

DIGITAL TWINS – ANALYSE UND OPTIMIERUNG VON CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Michael GRÖMER^{1*}, Thomas SCHRANZ¹, Wolfgang BIRK², Gerald
SCHWEIGER¹

Kurzfassung

Digital Twins (DTs) werden als virtuelle Nachbildung realer Prozesse, Geräte, Komponenten oder Systeme verstanden. Sie dienen zur Verbesserung verschiedener Performance-Indikatoren durch Monitoring, Optimierung oder Diagnose. Des Weiteren sollten DTs bei Entscheidungen unterstützend herangezogen werden. DTs zielen darauf ab, das Personal bei seinen Arbeitsaufgaben zu unterstützen und nach Möglichkeit Abläufe zu automatisieren. Seit der konzeptionellen Einführung durch Michael Grieves [1] vor etwa 15 Jahren hat sich das Konzept weiterentwickelt, um nicht nur diskrete Produktion, sondern auch kontinuierliche Produktionsprozesse, Informationsprozesse, Transportsysteme modellieren zu können. Je nach Anwendungsfall und Zweck kann ein DT nicht nur die physikalischen Komponenten, sondern auch die digitale Infrastruktur des Kommunikationssystems und des Leitsystems nachbilden und somit das gesamte, sogenannte Cyber-Physical-Systems (CPS) abbilden. Folglich müssen die eingebetteten mathematischen Modelle des DT alle Komponenten des CPS abbilden können. Ein Trend in der modellbasierten Analyse und Optimierung von CPS (und anderen komplexen Systemen) ist die zunehmende Komplexität der betrachteten Systeme, die sich durch die Notwendigkeit der Interoperabilität und erhöhte Anforderungen an die Effizienz ergibt. Teilsysteme können nicht mehr separat betrachtet werden und rechnergestützte Systeme wie Mikroprozessoren, Software und Kommunikationsnetze (der Cyber-Teil von CPS) können beim Verständnis des Systemverhaltens nicht ignoriert werden. Diese Entwicklungen stellen neue Herausforderungen an die traditionellen Modellierungs- und Simulationstechniken: Für die Analyse und Optimierung von CPS werden demnach Methoden und Werkzeuge sowohl für den Cyber-, als auch den physikalischen (Physical) Teil benötigt. Es ist erforderlich, datengetriebene Techniken mit First-Principle-Modellen zu kombinieren. Darüber hinaus haben aktuelle Studien gezeigt, dass die Co-Simulation ein vielversprechender Ansatz für die Modellierung und Simulation komplexer Systeme ist [3]. Das Konzept besteht darin, zwei oder mehr Modelle in einer Co-Simulation zu koppeln, in der der Datenaustausch zwischen den Subsystemen auf diskrete Kommunikationspunkte beschränkt ist. Diese verschiedenen Trends und Möglichkeiten bringen etablierte Methoden und Werkzeuge an ihre Grenzen und sogar darüber hinaus.

Im Vortrag werden die Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Modellierungsparadigmen analysiert. Anhand einer Fallstudie werden Datenmodelle und physikalische Modelle in einer Co-Simulation gekoppelt. Abschließend werden Forschungslücken sowie zukünftige Anwendungsmöglichkeiten diskutiert.

Referenzen

- [1] Grieves (2014). Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication, Online: [http://www.apriso.com/library/Whitepaper_Dr_Grieves_DigitalTwin_Manufacturing Excellence.php](http://www.apriso.com/library/Whitepaper_Dr_Grieves_DigitalTwin_Manufacturing_Excellence.php)
- [2] Schweiger et al. (2020). Modeling and simulation of large-scale systems: A systematic comparison of modeling paradigms, Applied Mathematics and Computation.
- [3] Schweiger et al. (2020). An empirical survey on co-simulation: Promising standards, challenges and research needs. Simulation Modelling Practice and Theory.

¹ Technische Universität Graz, Institut für Softwaretechnologie, michael.groemer@tugraz.at; thomas.schranz@tugraz.at; gerald.schweiger@tugraz.at

² Luleå University of Technology, Control Engineering Group, wolfgang.birk@ltu.se