

LearnTwins

Learning Digital Twins for the Validation and Verification of Dependable Cyber-Physical Systems

| | | | |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| Programm / Ausschreibung | IKT der Zukunft, IKT der Zukunft, IKT der Zukunft - 8. Ausschreibung (2019) | Status | abgeschlossen |
| Projektstart | 01.12.2020 | Projektende | 31.07.2024 |
| Zeitraum | 2020 - 2024 | Projektlaufzeit | 44 Monate |
| Keywords | trusted digital twins; responsible research and innovation; cyber-physical systems of systems; automata and machine learning; learnin-based testing | | |

Projektbeschreibung

Digitale Zwillinge sind sehr hilfreich um Anfragen über das vergangene oder zukünftige Verhalten eines komplexen cyber-physikalischen Systems (von Systemen) zu beantworten. Das gilt im Besonderen wenn das System entweder noch nicht vollständig implementiert ist oder ortsfern eingesetzt wird. Die Erstellung einer physisch-lokalen Kopie ist meistens nicht möglich oder wirtschaftlich. Digitale Zwillinge sind relativ günstig zu erzeugen, wenn man sie direkt von Artefakten, welche während der Entwicklung erstellt worden sind, ableiten und simulieren kann. Diese optimalen Voraussetzungen sind jedoch häufig in der Praxis (noch) nicht gegeben. Eine automatisierte Erstellung - etwa durch Lernmethoden - würde hier Abhilfe schaffen. Zudem müssen für eine erfolgreiche Nutzung die eingesetzten Modelle und die davon abgeleiteten Einsichten die Eigenschaft des realen Systems ausreichend wiedergeben. Ist dies nicht der Fall, sind sie sogar kontraproduktiv, da sie zu falschen Schlüssen führen. Man muss digitalen Zwillingen also Vertrauen können. Sie müssen daher korrekt und zuverlässig sein und gleichzeitig kosteneffizient in ihrer Erstellung und Wartung.

Der Einsatz einer neuen Technologie ist häufig von Zweifeln über ihre Zuverlässigkeit und Sorgen um mögliche Nebeneffekte begleitet. Erstellt man digitale Zwillinge automatisch, z.B. durch Lernmethoden, ist der dahinterstehende Prozess für den Anwender nicht einfach nachzuvollziehen. Für eine Akzeptanz der Technologie durch den geplanten Anwenderkreis müssen Mittel zur Verfügung stehen, um die Zuverlässigkeit, Nachvollziehbarkeit und Einschränkungen der digitalen Zwillinge korrekt einzuschätzen und Vertrauen zu etablieren.

LearnTwins widmet sich diesen genannten Herausforderungen mit dem Einsatz einer kombinierten lern-basierten Testmethode. Dieser liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich die Eigenschaften komplexer Systeme oft nicht in einem einzelnen Modell(typ) kompakt erfassen lassen. Daher sollen im Projekt verschiedene Lernmethoden zur Erstellung des digitalen Zwillings (Automatenlernen, klassisches Machine Learning und Deep Learning) miteinander kombiniert werden. Neben bereits vorhandenen Datenquellen, sollen Lerndaten zudem über die Ausführung von Testfällen am realen System gewonnen werden, wobei die Testfälle automatisiert aus dem (angelernten) digitalen Zwilling erstellt werden.

Die technische Arbeit wird eingebettet in einen Foresight-Prozess. Dazu ist die Einbindung von Stakeholdern geplant, die aktiv gewünschte Zukünfte und Strategien im Hinblick auf die entwickelte Technik erarbeiten.

Die Projektergebnisse werden die raschere und wirtschaftlichere Erstellung von hochqualitativen und zuverlässigen digitalen

Zwillingen ermöglichen und die notwendige digitale Transformation von Produktartefakten beschleunigen. Die Ergebnisse zur Verstehbarkeit automatisch gelernter Modelle sollen zu höherer Akzeptanz und zielgerichteterem Einsatz lernbasierter Methoden beitragen. Die entwickelten Methoden werden in drei realistischen Anwendungsfällen aus verschiedenen Domänen erprobt und evaluiert.

Abstract

Digital twins are very useful for answering or completing inquiries about the past or future behaviour of a complex cyber-physical system (of systems), which is either not yet fully implemented or is used remotely, whereby the creation of a physical-local copy is not possible or economical.

Digital twins are relatively inexpensive to create when they can be derived and simulated directly from artefacts created during development. However, these optimal conditions are often not (yet) given in practice. An automated creation, e.g. by learning methods, would remedy this.

In addition, for successful use, the applied models and the insights derived from them must sufficiently reflect the properties of the real system. If this is not the case, they are even counterproductive as they lead to wrong conclusions. Therefore, one must be able to trust digital twins. Hence, they must be correct and reliable and at the same time cost-effective in their creation and maintenance.

The use of a new technology is often accompanied by doubts about its reliability and concerns about possible side effects. If digital twins are created automatically, e.g. by learning methods, the process behind it is not easy to understand for the user. For acceptance of the technology by the affected user group, instruments must be available to correctly assess the reliability, traceability and limitations of digital twins and to establish trust.

LearnTwins addresses these mentioned challenges by using a combined learning-based testing method. This is based on the insight that the properties of complex systems often cannot be captured concisely in a single model (type). Therefore, the project aims to combine different learning methods to create the digital twin (automatic learning, classical machine learning and deep learning). In addition to already existing data sources, learning data will be gained by executing test cases on the real system, whereby the test cases, in turn, will be created automatically from the (learned) digital twin.

The technical work will be embedded in a foresight process. For this purpose, the involvement of stakeholders is planned, who actively work out desired futures and strategies regarding the developed technology.

The results of the project will enable the faster and more economical creation of high-quality and reliable digital twins and accelerate the necessary digital transformation of product artefacts. The results on the understandability of automatically learned models should contribute to a higher acceptance and a more focussed use of learning-based methods.

The developed methods will be tested and evaluated in three realistic use cases from different domains.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Technische Universität Graz
- AVL List GmbH