

EVALUATIONSBERICHT

MASCHINELLES LERNEN VON VERHALTENSMODELLEN.

Autor: Dr. Gunnar Klämke, AUNOVIS GmbH



**WIR BEGEISTERN
AUTOMATISCH.**


AUNOVIS

WARM-UP.

Digitale Zwillinge sind virtuelle Abbilder von realen Robotern, Maschinen oder ganzen Produktionsanlagen. Sie ermöglichen es, das Zusammenspiel einzelner Komponenten oder das Verhalten einer Industrieanlage virtuell zu simulieren, was insbesondere bei der Planung und Inbetriebnahme neuer Fabriken große Vorteile bietet.

Die **KI-gestützte Generierung von Verhaltensmodellen** könnte die Abbildung digitaler Zwillinge automatisieren und manuelle Modellierungen reduzieren.

Es stellte sich die Frage, ob diese Vision realisierbar ist und welche Methoden hier effektiv zum Einsatz kommen könnten.

Ist es möglich, mit KI-gestützten Verhaltensmodellen unbekannte komplexe Systeme zu modellieren und generische Ansätze zu entwickeln, die ohne Expertenwissen auf verschiedene Komponenten anwendbar sind, während die Realitätsnähe gewährleistet bleibt?

INHALT.

Seite 1	Warm-up
Seite 1	Inhalt
Seite 2	Hintergrundinformationen
Seite 3	Zielstellung
Seite 4	Durchführung
Seite 5	Ergebnis
Seite 5	Fazit
Seite 5	Kontakt

HINTERGRUND- INFORMATIONEN.

Bereits vor einiger Zeit entstand die Idee für ein innovatives Projekt:
Einsatz von KI zur Erstellung sogenannter „Digitaler Zwillinge“.

Da der Antrag für eine BMBF-Förderung im Jahr 2022 leider abgelehnt wurde, wurde zunächst eine reduzierte Fragestellung abgeleitet und ein kleineres Evaluationsprojekt angestrebt:

Können Verhaltensmodelle für digitale Zwillinge mit Hilfe von Machine-Learning auf der Basis aufgezeichneter Signaldaten einer realen Anlage automatisiert erzeugt werden?

Das folgende Evaluationsprojekt wurde im Rahmen einer Kooperation dieser Unternehmen durchgeführt:

Die **EKS Intec GmbH** ist innovativer Partner verschiedenster Kunden in den Bereichen Entwicklung, Konstruktion, Software und virtuelle Inbetriebnahme von Produktionsanlagen und Sondermaschinen in der Mobilitätsindustrie, von der Prozessplanung bis hin zur Optimierung von Fertigungsabläufen.

Die **AUNOVIS GmbH** entwickelt seit über 25 Jahren innovative und maßgeschneiderte Softwarelösungen im Bereich Industrial Automation und Smart Factory. Darüber hinaus forscht und entwickelt das Softwarehaus an zukunftsweisenden Anwendungen mit Augmented Reality und künstlicher Intelligenz für die Industrie..

ZIELSTELLUNG.

Verhaltensmodelle werden benötigt, um die Funktionsweise einer Maschine in einer virtuellen Simulationsumgebung („Digitaler Zwilling“) korrekt darzustellen.

In der Regel ist die Erstellung solcher Modelle eine aufwändige, manuelle Arbeit, die für jede Teilkomponente separat durchgeführt werden muss. Daraus entstand die Überlegung, die Verhaltensmodelle mittels Machine-Learning-Methoden aus realen Signalaufzeichnungen zu erlernen und damit den Erstellungsaufwand signifikant zu reduzieren.

Ziel dieses Evaluationsprojektes war es daher, zu untersuchen, ob es prinzipiell möglich ist, aus Signaldaten ein Verhaltensmodell zu erlernen und welche Machine-Learning-Ansätze dabei erfolgreich sein können.

Das Modell sollte in der Lage sein, auf unterschiedliche Situationen, wie z. B. Störfälle oder Inbetriebnahmen, korrekt zu reagieren und eine ausreichende Realitätsnähe zu bieten.

Die Herausforderung bestand darin, ein unbekanntes, komplexes System ohne Wissen über dessen Interna zu modellieren und dabei eine ausreichend hohe Genauigkeit in der Simulation zu erreichen.

Darüber hinaus musste der Modellansatz so generisch sein, dass er direkt auf den Daten beliebiger Komponenten angewendet werden kann, ohne dass zusätzliches Expertenwissen benötigt wird.

DURCHFÜHRUNG.

Für die Untersuchung von Machine-Learning-Verfahren ist eine ausreichend große Datenmenge notwendig, um Modelle trainieren und evaluieren zu können. Diese Datenbasis wurde uns für dieses Projekt von der Firma **EKS InTec GmbH** zur Verfügung gestellt. Sie stammt aus einer real existierenden Demonstrationsproduktionszelle und wurde durch synthetisch generierte Daten ergänzt, um verschiedene Fehlerfälle zu abzubilden.



Abbildung 1: Virtuelle Demonstrationszelle der EKS InTec GmbH

Die verwendeten Daten beschreiben alle Ein- und Ausgangssignale einer Komponente, die von der Steuerung / SPS kommen, in ihrem zeitlichen Verlauf. Zusätzlich wurden verschiedene Ablaufszenarien und Fehlerfälle berücksichtigt.

Die Aufgabe des Verhaltensmodells in unserem Fall ist es nun, zu beliebigen Eingangssignalen aus der Simulationsumgebung die richtigen Ausgangssignale wiederzugeben. Es muss also die Schalt- bzw. Steuerlogik einer Komponente korrekt simulieren.

Darüber hinaus galt es, einen Weg zu finden, den komplexen zeitlichen Zusammenhang zwischen Input und Output möglichst genau zu beschreiben, wobei die zu modellierenden Ausgangssignale von einem internen, aber nicht direkt bekannten Systemzustand abhängen.

Zur Betrachtung der verschiedenen möglichen Modellansätze haben wir mit der Programmiersprache Python und den Paketen scikit-learn und matplotlib gearbeitet.

ERGEBNIS.

Wir konnten in diesem Evaluationsprojekt einen **vielversprechenden Machine-Learning-Ansatz** finden, um Verhaltensmodelle allein aus aufgezeichneten Signaldaten zu erstellen. Dieser basiert auf speziell an das Problem angepassten **Zeitreihenvariablen** in Kombination mit einem sogenannten **Decision-Tree-Modell**.

Für einfache Komponenten konnte eine **Modellgenauigkeit von bis zu 99,9%** erreicht werden, d.h. die mittlere relative Abweichung der modellierten Ausgangssignale betrug nur 0,1%.

Eine perfekte, fehlerfreie Modellierung ohne jegliche Abweichungen, wird aus unserer Sicht mit einem solchen Ansatz zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich sein.

Eine technische Hürde könnte auch die Bereitstellung geeigneter Trainingsdaten darstellen, die für die Anwendbarkeit des Ansatzes von höchster Relevanz sind.

FAZIT.

Die Anwendung bietet sich aus unserer Sicht vor allem dort an, wo viele kleine, weniger komplexe Komponenten zeitaufwändig modelliert werden müssen.

Der Nutzen ist aber auch hier konkret und spezifisch abzuwägen, da Verhaltensmodelle in der Regel nur einmal für einen neuen Komponententyp erstellt werden müssen.

Für die Entwicklung eines eigenständigen Produkts ist der direkte Mehrwert unter Berücksichtigung der heutigen Technologien und der branchenspezifischen Erfordernisse vermutlich noch zu gering.

5

Mehr Begeisterung gefällig?
Einfach melden!

AUNOVIS GmbH
Siemensallee 84
DE-76187 Karlsruhe

Fon +49 (0) 721 / 98 61 59-0
sales@aunovis.de
www.aunovis.de

Social Media



© AUNOVIS GmbH. Änderungen vorbehalten. Stand 07/2024


AUNOVIS