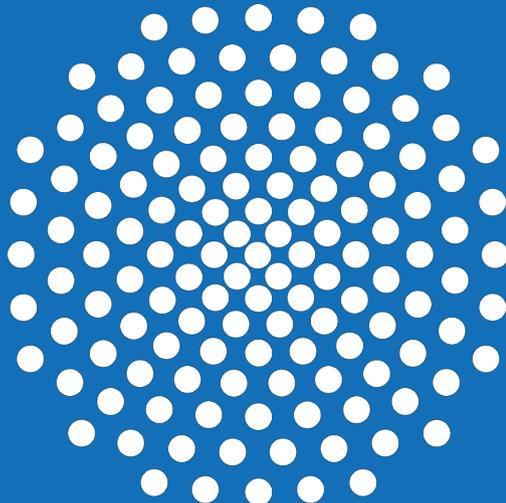


Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

Ergebnisse und Ausblick 2024/25





Liebe Freunde und Ehemalige des Institut,

im Jahr 2024, in einer Zeit des schnellen Wandels, haben wir am IAS die Chance genutzt, uns als Vorreiter zu etablieren. Durch die gezielte Erweiterung unseres Forschungsportfolios, die Einführung neuer Lehrveranstaltungen und die stärkere internationale Vernetzung konnten wir unser Profil schärfen. Gleichzeitig haben wir eine moderne, zukunftsorientierte Arbeitskultur etabliert, die auf Flexibilität, Zusammenarbeit und Kreativität setzt – Werte, die uns auch in den kommenden Jahren begleiten werden.

Forschungsergebnisse im Thema der Software-definierten Mobilität:

Im Thema wurden im Rahmen des Innovation Campus Mobilität (ICM) mehrere Projekte erfolgreich abgeschlossen, die sich mit neuen Funktionen software-intensiver Fahrzeuge befassen – ein Thema, das uns auch weiter beschäftigen wird, da die Nachfrage sowohl nach neuen Features als auch test-basiertem Software Engineering weiter zunimmt. Einen besonderen Höhepunkt stellte der Abschluss unseres Leitprojekts SofDCAR dar, das unter starker Beteiligung von Industriepartnern entwickelt wurde. Unsere Forschungsergebnisse präsentierten wir in der Abschlussveranstaltung im November in der Arena 2036. Mit diesen Projekten festigen wir unsere Stellung in der Forschung und als Know-how Geber für die Industrie auf dem Gebiet des Software-Engineerings intelligenter und vernetzter Funktionen für die Mobilität der Zukunft.

VORWORT

Kollegialität in einer hybriden Arbeitswelt:

Unser Team konnte seine Zusammenarbeit durch regelmäßige Austauschformate vertiefen. So boten wir im März und September jeweils zwei Tage Doktorandenseminare außerhalb von Stuttgart an, die nicht nur den fachlichen Austausch förderten, sondern auch den Teamgeist stärkten. Besonders wertvoll ist dies vor dem Hintergrund veränderter Arbeitsweisen, die den Mitarbeitenden eine flexible Kombination aus einem Arbeiten von Zuhause und Präsenz am Institut ermöglichen. Auch für 2025 bleibt uns diese Flexibilität wichtig. Solche Veranstaltungen, darunter auch eine Exkursion aller Mitarbeiter im Juli zu Airbus am Bodensee mit folgendem Teambuilding, tragen maßgeblich dazu bei, den Zusammenhalt und die Kooperation im IAS zu stärken.

Neue Lehrangebote:

Das Angebot an Vorlesungen und Übungen haben wir 2024 gezielt erweitert. Durch mehr Englischsprachige Lehre kommen wir auch der wachsenden Nachfrage unserer internationalen Studierenden nach.

Mit neuen Lehrveranstaltungen Risikobewertung von Robotersystemen und Data Fusion and Resilience for Sensor Networks, die von Andrey Morozov und Florian Pfaff konzipiert wurden, bieten wir zusätzlich Themen im Bereich Automatisierungstechnik an, die den Fokus auf aktuelle Technologien legen. Außerdem ist nun auch das Lehrbuch von Michael Weyrich zur Industriellen Automatisierung und Informationstechnik in englischer Sprache verfügbar und wurde bereits von den Studierenden positiv angenommen.

Auch 2025 planen wir unser Lehrangebot mit neuen Inhalten weiterzuentwickeln, um die Kompetenzen unserer Studierenden zu verbessern und dem Bedarf in Forschung und Industrie gerecht zu werden.

Und, was verändert sich noch?

Die Automatisierungstechnik erlebt einen Wandel, in dem der internationale Austausch und die Nutzung der englischen Sprache an Bedeutung gewinnen. Dank Andrey Morozov und Florian Pfaff konnten wir 2024 mehrere international renommierte Gastwissenschaftler an unser Institut holen, die unser Forschungsteam mit neuen Perspektiven bereichern werden. Außerdem haben Dr. Jazdi und Florian Pfaff zur Sichtbarkeit des IAS beigetragen, indem sie Vorlesungen in China respektive Oxford hielten. Auch in den kommenden Jahren wollen wir diesen internationalen Austausch weiter fördern. Nach wie vor empfangen wir Vertreter führender Industrieunternehmen, wie VDE, Bosch, Siemens, Mercedes und Porsche Engineering, zum fachlichen Austausch am IAS, wenngleich wir auch die Veränderungen in der Industrie und die dortigen Sparmaßnahmen wahrnehmen.

Dieser Jahresbericht gibt Ihnen einen umfassenden Überblick über die Fortschritte und Errungenschaften des Instituts im Jahr 2024 und liefert einen Ausblick auf das, was wir im kommenden Jahr 2025 vorhaben.

Wir danken allen, die das IAS unterstützen, und freuen uns auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit.

Viel Freude beim Lesen!



Michael Weyrich



Andrey Morozov



Florian Pfaff

VORWORT



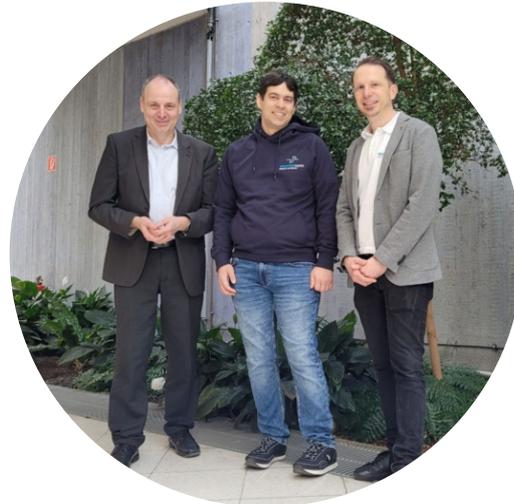
20.März 2024

Professor Dr.-Ing. Florian Pfaff wurde am Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme vom IAS Team direkt nach seiner Ernennung herzlich begrüßt.

Mit Professor Dr.-Ing. Florian Pfaff nimmt die Nachwuchsgruppe „Kognitive Sensorik für die Mobilität der Zukunft“ ihre Arbeit auf.

Sie konzentriert sich auf Trackingverfahren und Methoden des maschinellen Lernens, insbesondere Extended Object Tracking.

Ziel ist unter anderem die Weiterentwicklung von Algorithmen zur Erfassung der Dynamik und Bewegung von Fahrzeugen und Personen.



NEWS

Doktoranden-/Doktorandinnenseminar des IAS vom 27. bis 28. März 2024 auf Burg Liebenzell

Leitung:

Professor Michael Weyrich, Junior-Professor Andrey Morozov und Junior-Professor Florian Pfaff

Die Location für die diesjährige Tagung war die Burg Bad Liebenzell. Im Rahmen des Seminars präsentieren die 26 Doktoranden und Doktorandinnen den Stand ihrer Arbeiten, diskutieren Forschungsergebnisse und neue Ansätze.

Doktoranden/Doktorandinnen, die kurz vor der Promotion stehen, stellen in ihrem Abschlussvortrag die gesammelten Erkenntnisse vor und geben einen Ausblick auf die Dissertationsschrift.

Traditionell werden die besten Fachvorträge gekürt:

Die Auszeichnungen gingen im Wintersemester 2023/2024 an:

- Philipp Grimmeisen zum Thema „Automated and Dynamic Reliability Assessment of AI-Controlled Robotic Systems“
- Daniel Dittler zum Thema „Modelladaption im Digitalen Zwilling während der Betriebsphase“

Herr Sheng Ding hielt bei dieser Gelegenheit auch seinen Abschlussvortrag zum Thema „AI-based Adaptive and Scalable Anomaly Detection for Cyber-Physical Systems“.





08.April 2024

Neuer Kurs: Risikobewertung für Robotersysteme (RARS)

Das IAS gab den Start des neuen Kurses Risikobewertung für Robotersysteme (RARS) bekannt, der zukünftig von Junior-Professor Morozov angeboten werden wird.

Der Kurs findet erstmals im Sommersemester 2024 statt.

Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Robotik in verschiedenen Sektoren, sind sowohl das Verständnis als auch die Minderung der Risiken in komplexen Umgebungen und bei der Interaktion mit Menschen von großer Bedeutung.

Dieser Kurs erforscht eingehend Methoden und Ansätze zur Risikobewertung. Er umfasst wesentliche Theorien, Modelle und analytische Rahmenwerke in Sicherheit, Risiko und Zuverlässigkeit, um ein umfassendes Verständnis dafür zu gewährleisten, wie man die Komplexität von Risiken in dynamischen und unvorhersehbaren Umgebungen navigieren und managen kann.

NEWS



06.Mai 2024

Girls' Day 2024 – Robotik, Automatisierung und KI live am IAS erleben

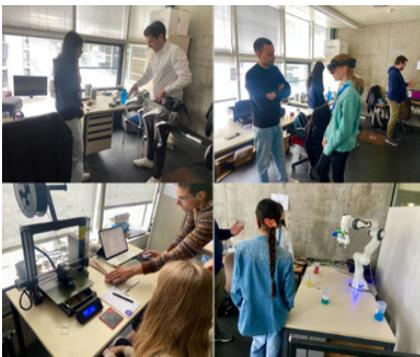
Am 25. April nahm das IAS am bundesweiten Girls'Day teil, wobei zehn Schülerinnen der 7. und 8. Klasse ein faszinierender Einblick in den Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik geboten wurde.

Die Höhepunkte der Veranstaltungen waren:

- Ein Roboterhunderennen- und Basketballspiel
- Erfrischungen durch unseren Getränkeroboter
- Kennenlernen des Konstruktionsprozesses vom Abmessen bis zum fertigen 3D-Druck
- Erzeugen von Bildern mittels Generativer KI (Stable Diffusion)

Zum Abschluss wurde in einem Workshop noch die Bedeutung qualitativer Daten für das Training künstlicher Intelligenz im Bereich der bildverarbeitenden KI thematisiert und verdeutlicht.

Durch die Veranstaltung bekamen die jungen Frauen einen hervorragenden Einblick in die Funktionsweise moderner Technologien. Außerdem wurden sie sensibilisiert für die Relevanz einer hervorragenden Datenqualität in einer immer intelligenter werdenden Welt.





03. Juni 2024

Besuch der 57. CIRP CMS in Póvoa de Varzim, Portugal Das IAS war mit 5 Beiträgen vertreten

Der Fokus der CIRP CMS richtete sich auf die Themen IT, Software und AI in der industriellen Automatisierung sowie Digitale Zwillinge. **Die Forschung des IAS wurde durch Vorträge von Frederike Bostenstein, Maurice Artelt und Tobias Ebert präsentiert:**

- Erstellung von Verhaltensmodellen für Bibliotheken von mechatronischen Komponenten
Quantitative Bewertung der automatisierten Erstellung von Verhaltensmodellen für die industrielle Automatisierung
- Automatisierte Konfiguration von Verhaltensmodellen bei digitalen Zwillingen
- Hybride Ansätze und Datensätze für die Vorhersage der Nutzungsdauer



10. Juni 2024

Beitrag des IAS zum Tag der Wissenschaft der Universität Stuttgart, 08.06.2024

Das IAS war mit 4 Demonstratoren beteiligt. Ein Highlight für alle Altersklassen waren Roboterhunde, die insbesondere auch durch eine kleine Tanzeinlage das Publikum beeindruckten. Zudem gab es Exponate, die sich mit den Fragen „Wie sieht die Welt mit einem Lidar oder einer Tiefenkamera aus?“ und „Wie unterstützt ein Exoskelett gefahrlos beim Gehen?“ befassten.

Kinder begeisterte insbesondere auch die Show „Wer hat die Fabrik geschrumpft“, die sogenannte „Minifactory“. Hier wurde das Potential von Automatisierung kindgerecht veranschaulicht durch einen vollautomatischen Kran und durch einen Milkshakeautomaten, der völlig autonom alle Produktionsschritte durchführt.

NEWS

24. Juni 2024

Thorben Schey erhält den SEW-EURODRIVE Studienpreis

Die SEW-EURODRIVE-Stiftung zeichnet jedes Jahr herausragende wissenschaftliche Arbeiten und Projekte in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften aus. Außergewöhnliche Leistungen der Studierenden sollen hierdurch gewürdigt werden.

Diese große Ehre wurde in diesem Jahr unserem Promotionsstudenten, Herrn Thorben Schey, zuteil, der diesen Preis für seine beeindruckenden Masterarbeit mit dem Titel „Entwicklung eines Demonstrators für ein intelligentes drahtlos kommunizierendes Produktionsliniensystem“ erhielt.

Ermöglicht wurde diese außergewöhnliche Arbeit auch durch die Unterstützung des Doktorvaters, Herrn Junior-Professor Andrey Morozov.

Herzlichen Glückwunsch, Herr Schey!





05. Juli 2024

KI nur mit solider Automatisierung

Professor Dr. Michael Weyrich wurde zu dieser Thematik von den VDI-Nachrichten interviewt.

Im Interview mit Branchenexperten diskutierte Prof. Weyrich mit Fachexperten im Vorfeld des VDI-Kongresses Automation 2024 in Baden Baden in den VDI Nachrichten vom 28.06. 2024 - Ausgabe Nr. 13 - über den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Produktion.

05. Juli 2024

25. VDI-Tagung AUTOMATION in Baden-Baden vom 02. - 03. Juli 2024

An der diesjährigen Tagung nahmen Professor Michael Weyrich, Dr. Nasser Jazdi sowie die Promovierenden

Frederike Bodenstern, Yuchen Xia, Johannes Stümpfle und die Studierenden Insa Weichert, Kathrin Fleissner und Niloufarsadat Raeesolsadati von Seiten des IAS teil.



Der Fokus der Tagung lag dieses Jahr auf KI und Transformation durch Automation.

Das Motto der Konferenz war:
„AI beats Automation?“

NEWS

11. Juli 2024

Fachpraktika Mikrocontrollersystemprogrammierung und Teamarbeit erfolgreich abgeschlossen

Auch im diesjährigen Sommersemester war das Fachpraktikum „Einführung in die Programmierung von Mikrocontroller-Systemen“ von Studierenden der Elektro- und Medizintechnik gut besucht.

Inhalt des Praktikums war die Entwicklung der Steuerungssoftware für ein Modellauto sowie der Entwurf einer Ergänzungsplatine, um autonome Fahrfunktionen zu realisieren.

Am 10.07.2024 präsentierten die Teilnehmenden im Rahmen der Abschlussveranstaltung ihre Ergebnisse.



15. Juli 2024

Besuch aus der Ukraine am IAS

Im Rahmen des Erasmus+ Programms waren im Juli der erste Prorektor der **Lviv Polytechnic National University (LPNU)**, Professor Oleh Matviyk, und Professor Mykhailo Lobur, Leiter der Abteilung für rechnergestützte Entwurfssysteme, zu Gast am IAS.

Es fanden Gespräche zu aktuellen und zukünftigen bilateralen Kooperationsmöglichkeiten in Forschung und Lehre statt.

Ein Teil des Programms war eine interaktive Lehr- und Laborveranstaltung mit Doktoranden des IAS.

Auch die Prorektorin für Diversität und Internationales, Professor Silke Wieprecht, begrüßte die Teilnehmer und brachte ihre Unterstützung für die akademische Gemeinschaft in der Ukraine zum Ausdruck.



18. Juli 2024

Jahresveranstaltung des VFIAS am IAS

Am 11.07. fand die VFIAS-Jahresveranstaltung mit über vierzig Teilnehmern statt

Tagesordnungspunkte waren nach der Begrüßung von Herrn Professor Ebert die Präsentation der aktuellen Forschungsarbeit des IAS durch Professor Weyrich und Junior-Professor Morozov sowie ein Vortrag zum Thema „**Software Defined Car – Challenges over the vehicle's lifetime**“ der Referentin Dr. Rose Sturm von Mercedes Benz. Diese gaben den Besuchern Eindrücke aus der Praxis.

Auf dem Programm stand zudem die Preisverleihung für herausragende Bachelorarbeiten. Geehrt wurden folgende Studenten des IAS:

- Friedrich Sauter: Autonomous Control of a Robotic Manipulator using Reinforcement Learning
- Robert Waldecker: Konzeption und Umsetzung einer Cloud Infrastruktur für verteilte Recheneinheiten
- Patrik Hummel: Generation of Simscape Models Using Large Language Models
- Lukas Beck: Digitalisierung der Produktion durch Einsatz von Industrie 4.0-Lösungen an einer Fertigungslinie - Eine SPS-Implementierung in der Modellfabrik
- André Schiel: Barkeeping für Franka Emika

Den Ausklang bildete ein gemeinsames Essen in den Räumen des IAS.

NEWS

18. Juli 2024

Neue 5G-Teststrecke des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme

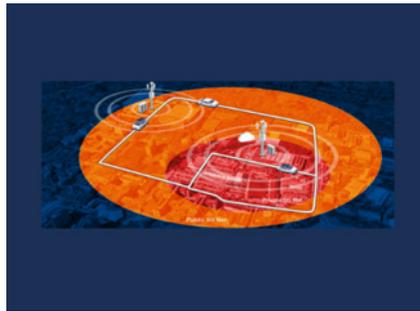
Im Juli wurde die neue 5G-Teststrecke des IAS auf dem Universitätscampus eröffnet.

Diese wurde im Rahmen des durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten SofDCar-Projekts errichtet und markiert einen bedeutenden Fortschritt in der Forschung und Entwicklung im Bereich der Fahrzeugkonnektivität.

Die Ausdehnung des Netzes ermöglicht die Netzeinbindung und parallele Testung einer größeren Anzahl von Fahrzeugen

Sie nutzt und erweitert die bereits vorhandene 5G-Infrastruktur der Arena 2023 auf dem Campus der Universität Stuttgart. Das IAS hat hierdurch ein privates Standalone-5G-Netz, eine ideale Testumgebung für zukunftsweisende Anwendungsfälle im Bereich des softwaredefinierten Fahrens.

Durch das private Netz besteht vollständiger Zugriff auf alle Netzparameter, was eine umfangreiche und flexible Forschung ermöglicht. Diese bilden eine wichtige Grundlage für Forschungen im Bereich der Konnektivität für die Fahrzeuge der Zukunft. Diese Technologien können hierdurch unter realen Bedingungen getestet und optimiert werden.





12. August 2024

IAS-Teamevent am Bodensee mit Exkursion zu Airbus

Das diesjährige Teambuilding-Event fand vom 31. Juli bis 01. August am Bodensee statt.

Die zweitägige Veranstaltung bot den Mitarbeitenden eine hervorragende Gelegenheit, abseits des Arbeitsalltags zusammenzukommen, sich auszutauschen und neue Impulse für die zukünftige Zusammenarbeit zu setzen.



In Immenstad gewährte eine Besichtigungstour bei der Airbus Defence and Space GmbH Einblicke in die modernste Satellitentechnologie und in die faszinierende Geschichte des Unternehmens.

Am zweiten Tag stand ein Teambuildings- und Floßbauevent auf dem Programm. Hier traten mehrere Teams gegeneinander an und versuchten, das beste Floß zu bauen. Trotz des teilweise regnerischen Wetters wurden die Flöße im Bodensee zu Wasser gelassen.

NEWS

23. September 2024

Besuch der IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - ETFA 2024 - in Padua - Best Paper Award auf der IEEE ETFA 2024 zum Thema GenAI in Automation

Fünf Papieren auf der IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2024)

Auf der IEEE ETFA 2024 in Padua haben wir fünf Vorträge über neue Technologien in der Automatisierung gehalten.

Wir haben über folgende Schwerpunkte unserer Forschung berichtet:

- Implementierung von Software-Produktlinien mit großen Sprachmodellen
- Anpassung von Digitalen Zwillingen in Power-to-X-Plattformen
- Ausstattung softwaredefinierter Fahrzeuge mit personalisierten Komfortfunktionen
- Einsatz föderierten Lernens für die Anpassung der Nutzererfahrung
- Verbesserung der Simulation von Prozessen mit LLM / Vereinfachung des Risikomanagements

Referenten des IAS:

- Johannes Stümpfle
- Daniel Dittler
- Baran Can Gül
- Gary Hildebrand
- Yuchen Xia

Der best Paper Award in der Kategorie „*Work in Progress*“ wurde für eine Arbeit von Yuchen Xia zum Thema „*Gen AI*“ verliehen. Gratulation!



25. September 2024

Doktoranden-/Doktorandinnenseminar des IAS 2024 vom 17. bis 18. September 2024 im Tagungshaus Kloster Heiligenkreuz

Am 17. und 18. September fand das Doktoranden-/Doktorandinnenseminar des IAS unter Leitung von Prof. Weyrich, Jun.-Prof. Morozov und Jun.-Prof. Pfaff statt.

Dabei nahmen insgesamt 24 Doktorandinnen und Doktoranden in Präsenz teil.

Im Rahmen des Doktoranden-/Doktorandinnenseminars präsentieren die Promovierenden den Stand ihrer Arbeiten, diskutieren Forschungsergebnisse und neue Ansätze.

Die Studierenden, die kurz vor der Promotion stehen, stellen in ihrem Abschlussvortrag die gesammelten Erkenntnisse vor und geben einen Ausblick auf die Dissertationsschrift.

In diesem Rahmen werden traditionell die besten Fachvorträge gekürt.

Die Auszeichnung ging dieses Semester an Herrn Matthias Weiß für den Vortrag *„Kontinuierliche Analyse und Optimierung softwaredefinierter Systeme“* und an Herrn Yuliang Ma für den Vortrag *„RELAX: Reinforcement Learning based eXecution Mitigation in Human-Robot Collaboration“*

Dazu gratulieren wir Herrn Daniel Dittler zum gelungenen Abschlussvortrag.



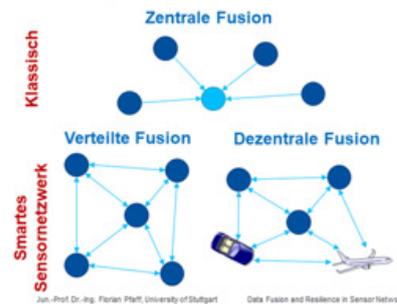
NEWS

21 Oktober 2024

Neue Vorlesung am IAS – „Datenfusion und Resilienz in Sensornetzwerken“ – von Junior-Professor Dr.-Ing. Florian Pfaff

Junior-Professor Florian Pfaff bietet am Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme eine spannende neue Vorlesung für Studierende der Elektrotechnik und Informationstechnik an. Er wird das Thema „Datenfusion und Resilienz in Sensornetzwerken“ beleuchten. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie man in verteilten Systemen Kommunikationsaufwand reduzieren kann, wenn die Netzwerktopologie bekannt ist. Besonders in dezentralen Netzwerken, wo sich die Topologie dynamisch ändert, wird es anspruchsvoll und es bedarf neuer Verfahren. Optimale Ergebnisse sind hier selten möglich, daher sind clevere Fusionsmethoden gefragt, die Herausforderungen wie „Datenredundanz“ bewältigen und trotzdem verlässliche Ergebnisse liefern.

Infrastructure Monitoring



22. Oktober 2024

Vortrag von Professor Weyrich am 18.10.2024 vor dem hochgeachteten Conrad-Matschoß-Kreis des VDI

Zukunftsdiskussion im Conrad-Matschoß-Kreis.

Inmitten angesehener Persönlichkeiten und gemeinsam mit der Kollegin Professor Gisela Lanza hatte Professor Weyrich die Ehre, vor dem Conrad-Matschoß-Kreis zum Thema „*Wo stehen wir in Deutschland mit dem ewigen Produkt?*“ zu sprechen.

Dabei ging es bei Professor Gisela Lanza um die Arbeiten im SFB zur Kreislauffabrik und in dem Teil von Professor Weyrich um softwareintensive Produkte. Neue Techniken der Produktentwicklung spielen eine bedeutende Rolle für die Kreislaufwirtschaft. Besonders die Demontage ist eine Schlüsseltechnologie. Während softwareintensive Produkte zunehmend für neue Funktionen entwickelt werden, werden Fragen der Langlebigkeit oft vernachlässigt. Dringend benötigt werden neue Ansätze zur Modularisierung und Standardisierung von (Software-)Schnittstellen.

Eine beeindruckende Führung am KIT Campus Nord – wurde begleitet von spannenden Einblicken und innovativen Projekten.

Ein herzlicher Dank geht an Georg Bretthauer für die Einladung zu diesem inspirierenden Treffen!

Dabei waren u.a. der Präsident des KIT, Herr Professor Jan Hesthaven, VDI Direktor Adrian Willig, Dr.-Ing. Volker Kefer, Dr.-Ing. E. h. Dipl.-Ing. Manfred Wittenstein, Professor Dr.-Ing. habil. Klaus G. Höhn, Professor Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner, Professor Dr.-Ing. Bernd-Robert Höhn, Dipl.-Ing. Christoph Huß



NEWS

13. November 2024

IVS-Award 2024

Die Prämierung fand im Rahmen der IVS-Mitgliederversammlung mit einem Kurzvortrag am 11.11.2024 statt. Die Preise wurden persönlich übergeben. Die Preise für die Masterarbeit und Bachelorarbeit waren jeweils 500€.

Die Preisträger in diesem Jahr waren:

Herr Tim Martin wurde ausgezeichnet für seine Dissertation *Polynomial approximation for data-driven system analysis and control of nonlinear systems*. Die Arbeit wurde am Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik (IST) durchgeführt.

Herr Akshay Venkatesha Narla wurde ausgezeichnet für seine Masterarbeit *Dynamic Situation-based Selection of Relevant Sensor Data in Connected Vehicles*. Die Arbeit wurde am Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) durchgeführt.

Herr Peter Frank wurde ausgezeichnet für seine Masterarbeit *Multi-Modale Multi-Task Neuronale Netzwerke für einen Roboterhund*. Die Arbeit wurde am Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) durchgeführt.



18. November 2024

SofDCar finaler Tech and result Summit

Die letzten zwei Tage fand im Ambiente der Arena2036 in Stuttgart das Abschlussevent statt. Es geht um das Thema Software defined Car in seine Facetten, insbesondere neuen Automotive IT Architekturen, Diagnose und neue Software-Features für die Fahrzeuge der Zukunft.

Mehr zum Projekt: <https://sofdcar.de/language/en/> mit Bosch, Mercedes-Benz, ZF, ETAS, P3, T-Systems, Vector, BoolWorks, KIT, FZI, FKFS und natürlich der Univ. Stuttgart.

Über 120 Projektmitarbeiter, davon 8 PIs der Univ. Stuttgart, denen ich als Sprecher vorstehen durfte und meine Doktoranden Falk Dettinger, Johannes Stümpfle, Matthias Weiss, Baran Gül, Stefanos Tziampazis, Sandra Bickelhaupt und Christian Hackenbeck. Besonders schön war auch dass die meisten Initiatoren mit dabei waren: Hannes Reuss, Michael Weyrich, Rose Sturm, Wolfgang Fischer, Detlev Zerowski und Ralf Reussner



NEWS

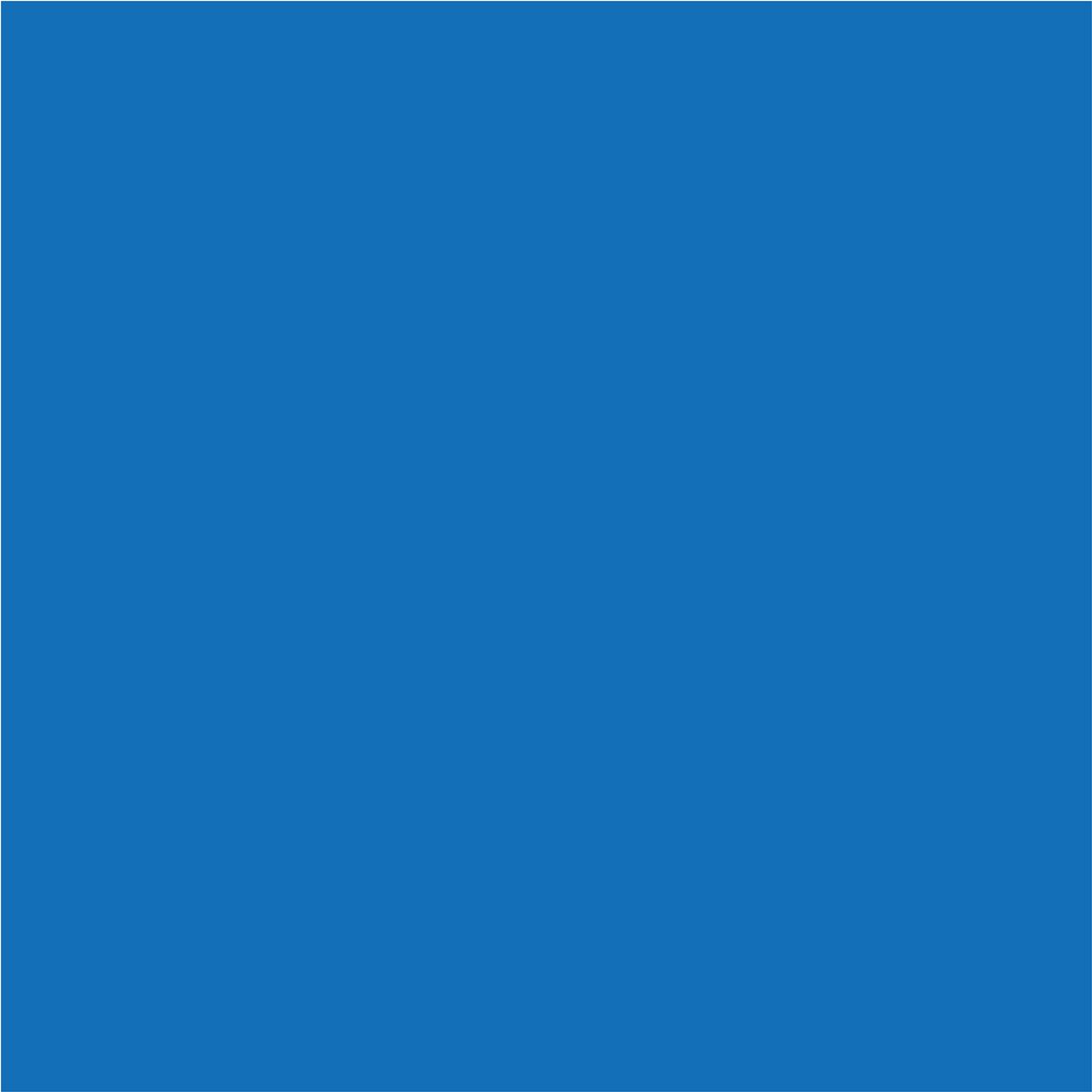
18. November 2024

GUC-IAS Workshop: Cooperation of Heterogeneous Agents in Industrial Application

The second GUC workshop at IAS welcomed 15 students from the German University in Cairo (GUC), spanning bachelor's, master's, and PhD levels. Over two weeks, participants tackled an ambitious project integrating three robots—a TurtleBot, a Unitree Go1, and a Franka Emika Panda—for seamless collaborative operations when performing sequential object handovers.

Supervised by Georgios Katranis and Philipp Grimmeisen, the students delivered impressive results, demonstrating exceptional technical skills and innovative approaches. It was a pleasure to host the GUC students, and we look forward to future collaborations.





INHALT

FORSCHUNG

FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2024	27
FORSCHUNGSTHEMEN	33
FORSCHUNGSPROJEKTE	87
DEMONSTRATOREN	111
BUCHVERÖFFENTLICHUNG	123
PUBLIKATIONEN	124

LEHRE

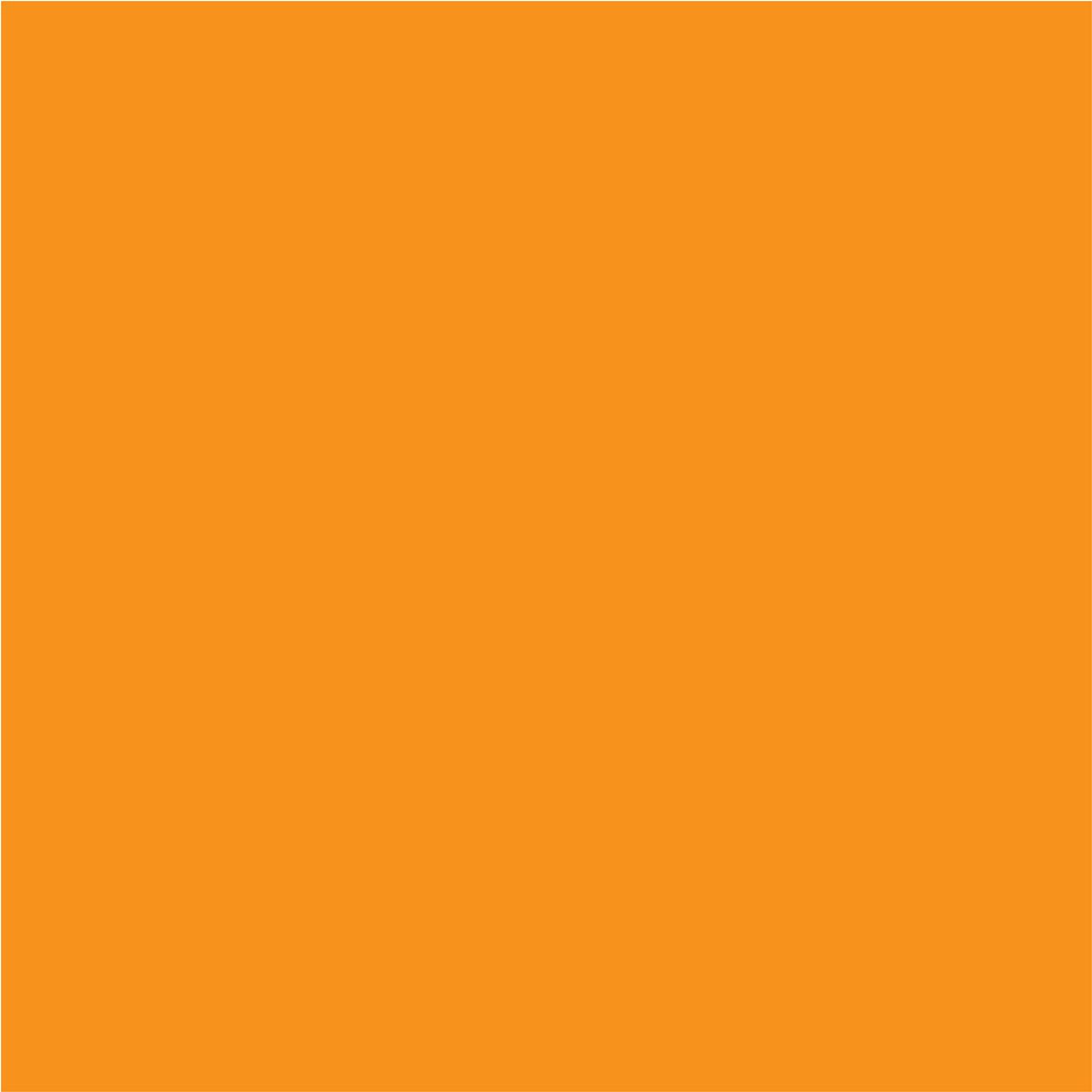
LEHRE - ÜBERBLICK	135
VORLESUNGEN / SEMINARE	136
PRAKTIKA	144
ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2024	149
PREISE 2024	154

IAS-AKTIONEN

ÜBERBLICK UND VFIAS-JAHRESABSCHLUSSFEIER	157
ETI-CUP	158
VFIAS-JAHRESVERSAMMLUNG	159
GIRLS DAY	160
OXFORD CALLING – IAS-JUNIORPROFESSOR IN OXFORD	161

GREMIEN UND MITARBEITENDE

GREMIEN	166
---------	-----



FORSCHUNG

IAS-Forschung

Das IAS erforscht Lösungen, um automatisierte Systeme, insbesondere deren Software, beherrschbar zu machen und Autonome Systeme auf Basis Künstlicher Intelligenz entstehen zu lassen. Dabei geht es um die Entwicklung, die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Wartung und die Frage, wie diese mithilfe von Informationstechnologie effektiv, flexibel, wartbar und sicher gestaltet werden können. Die Automatisierungstechnik beschäftigt sich disziplinübergreifend mit der Automatisierung technischer Prozesse unterschiedlicher Domänen. Die Automatisierungstechnik ist ein wesentlicher Schlüsselfaktor des Erfolgs moderner Industriestaaten. Als wesentliches Novum entstehen derzeit Autonome Systeme, die zukünftig aufgrund von vernetzten Informationen und Künstlicher Intelligenz eine weitreichende und selbstständige Handlungsführung wahrnehmen.

Der IAS ist in fünf Forschungsteams unterteilt, die zu den folgenden Themen beitragen:

- Intelligente Automatisierung - Autonome Entscheidungen und Selbstoptimierung durch Daten ermöglichen
- Komplexitätsbeherrschung - Assistenten zur Steigerung der Flexibilität, Effizienz und Nutzbarkeit
- Absicherung - Risikominimierung, Zuverlässigkeit und Sicherheit zur Steigerung der Akzeptanz und des Vertrauens
- Safety und Assistenzsysteme in der Automatisierungstechnik
- Risikoanalyse und Anomalie-Erkennung für vernetzte Automatisierungssysteme
- Intelligente und perzeptive Systeme

Wir lehren und leben, woran wir forschen. Dazu vermitteln wir grundlegende Methoden und praxisorientierte Kompetenzen aus IT, Automatisierung und Elektrotechnik. Wir führen Studierende an die Automatisierungstechnik und an Autonome Systeme heran, fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs und qualifizieren im lebenslangen Lernen für die stetig wachsenden Herausforderungen.

FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2024/25

Forschungsschwerpunkt: „Intelligente Automatisierung“ - Autonome Entscheidungen und Selbstoptimierung durch Daten ermöglichen

Team: Simon Kamm, Maurice Artelt, Sebastian Baum, Lennard Hettich, Hannes Vietz

Durch die Flexibilisierung und weltweite Vernetzung von Automatisierungssystemen bieten sich Chancen für die Optimierung des Informationsmanagements. Um das hohe Potenzial intelligenter Automatisierung auszuschöpfen, beschäftigt sich das IAS mit folgenden Themen:

- Prozessoptimierung durch den Einsatz von multimodalen neuronalen Netzen
- ML-basierte Optimierung von Automatisierungssystemen aufgrund von Prozessdaten
- Erforschung dateneffizienter Konzepte zum verteilten maschinellen Lernen

Unsere Zielvorstellung ist es autonome Entscheidungen zur Selbstoptimierung durch Sensorik und Daten zu ermöglichen.

Forschungsschwerpunkt: „Komplexitätsbeherrschung“ - Assistenten zur Steigerung der Flexibilität, Effizienz und Nutzbarkeit

Team: Johannes Stümpfle, Falk Dettiinger, Baran Can Gül, Johannes Sigel, Matthias Weiß, Aksay Narla

Software-definierte Systeme durchdringen zunehmend die Automatisierungstechnik. Digitale Abbilder, die Vernetzung und die Kooperation mittels Informationsaustauschs und Software lassen neue Arbeitsprozesse und Geschäftsmodelle entstehen. Gleichzeitig steigt aufgrund neuer Funktionalitäten und der Variantenvielfalt die Komplexität der Systeme.

Die aktuellen Forschungen umfassen dabei folgende Themen:

- LLM-assistierte Beherrschung der Versions- und Variantenkomplexität in software-definierten Systemen
- Verlagerung von Funktionen in verteilten Netzen zur effizienten Ressourcennutzung
- Automatische Modelladaption in intelligenten Digitalen Zwillingen modularer Produktionsanlagen

Unsere Zielvorstellung ist es software-intensive, mechatronische Systeme und deren Automatisierung beherrschbar zu halten.

Forschungsschwerpunkt: „Absicherung“ - Risikominimierung, Zuverlässigkeit und Sicherheit zur Steigerung der Akzeptanz und des Vertrauens

Team: Daniel Dittler, Golsa Ghasemi, Valenting Stegmaier, Yuchen Xia, Frederike Bodenstein, Peter Frank

Die Qualität von Automatisierungssystemen spielt eine wichtige Rolle und wird daher zum Schlüsselfaktor. Die Risikominimierung sowie die Verbesserung der Zuverlässigkeit und Sicherheit ist ein zentrales Thema in der Automatisierung.

Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit folgenden Themen:

- Test von variantenreichen Automotive-Systemen
- Zuverlässigkeit in kontinuierlich erweiterten, softwaredefinierten Systemen
- Anomalie-Erkennung in verteilten, vernetzten Softwaresystemen

Unsere Zielvorstellung ist die Absicherung automatischer Systeme, um minimale Risiken, Zuverlässigkeit und Sicherheit für die industrielle Praxis umzusetzen.

Forschungsschwerpunkt: Risikoanalyse und Anomalieerkennung für vernetzte Automatisierungssysteme

Team: Tagir Fabarisov, Philipp Grimmeisen, Joachim Grimstad, Yuliang Ma, Berit Schürrie, Thorben Shey, Georgios Katranis

Einen weiteren Forschungsschwerpunkt des IAS stellt die Zuverlässigkeitsanalyse vernetzter dynamischer Systeme dar. Die Forschungsgruppe „Risikoanalyse und Anomalieerkennung für vernetzte Automatisierungssysteme“ beschäftigt sich mit aktuellen Fragestellungen in den Bereichen der Verlässlichkeit, Zuverlässigkeit, intelligenten Wartung und der Anomaliedetektion innerhalb komplexer und dynamischer technischer Systeme.

Hierbei ist das Ziel der Forschung, die Sicherheit und Zuverlässigkeit der vernetzten Systeme stetig zu verbessern und Fehlern frühzeitig entgegenzuwirken.

Hierzu zählen unter anderem

FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE DES IAS 2024/25

- die automatisierte Risikoanalyse für Software-definierte Systeme,
- die auf Deep-Learning basierte Anomalieerkennung in cyber-physischen Systemen,
- die Fehlerinjektion und -fortpflanzung in cyber-physischen Systemen sowie
- die Resilienzanalyse und -steigerung von neuronalen Netzen und
- die risikobasierte Wartung von Fertigungsanlagen.

Die Bearbeitung dieser Forschungsthemen erfolgt in Kooperation mit Industriepartnern bei gemeinsamen Projekten wie OpenPRA, SDM4FZI, SofDCar, PUNDIT, ICM und SI4. Darüber hinaus wird die Forschung durch institutseigene Demonstratoren und Roboter unterstützt.

Forschungsschwerpunkt: Intelligente und perzeptive Systeme

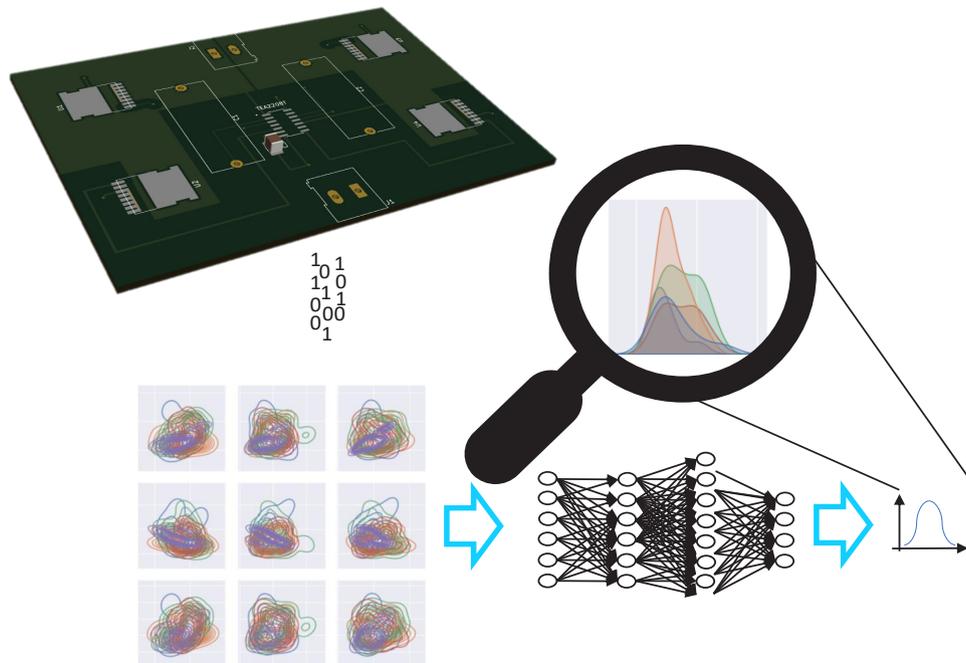
Team: Eugen Ernst, Rezha Tanuharja

Ein neuer Forschungsschwerpunkt befasst sich mit der Anwendung von Verfahren der künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere der generativen KI, zur Erfassung und Modellierung der Umwelt. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf Situationen im Straßenverkehr. Darüber hinaus werden auch Anwendungen in der Robotik betrachtet, beispielsweise in Haushalts- und Fabrikrobotern, um Objekte und deren Formen in verschiedenen Umgebungen zu erkennen und zu verstehen.

Zum einen werden KI-Verfahren genutzt, um präzise Formen von Verkehrsteilnehmern und anderen Objekten in dynamischen Umgebungen zu rekonstruieren. Neben der Formrekonstruktion stehen auch die Erfassung und Vorhersage menschlicher Posen im Fokus. Hierbei werden KI-Verfahren mit rekursiven Schätzmethoden auf Manigfaltigkeiten kombiniert. Ziel ist es, robuste Vorhersagen für eine Vielzahl von Anwendungen zu ermöglichen, indem Unsicherheiten in den Daten und Modellen einbezogen werden.

Aktuelle Forschungsthemen umfassen:

- Erforschung von Verfahren der generativen KI zur Rekonstruktion von Formen anderer Verkehrsteilnehmer
- Entwicklung neuartiger Verfahren der generativen KI, die auch mit speziellen Daten wie Winkeln umgehen können
- Modellierung von menschlichen Posen sowie deren Entwicklung und Vorhersage über die Zeit



Lebensdauerabschätzung von komplexen elektronischen Systemen: Erfassung und Aufbereitung in hybriden Modellen



FORSCHUNGSTHEMA

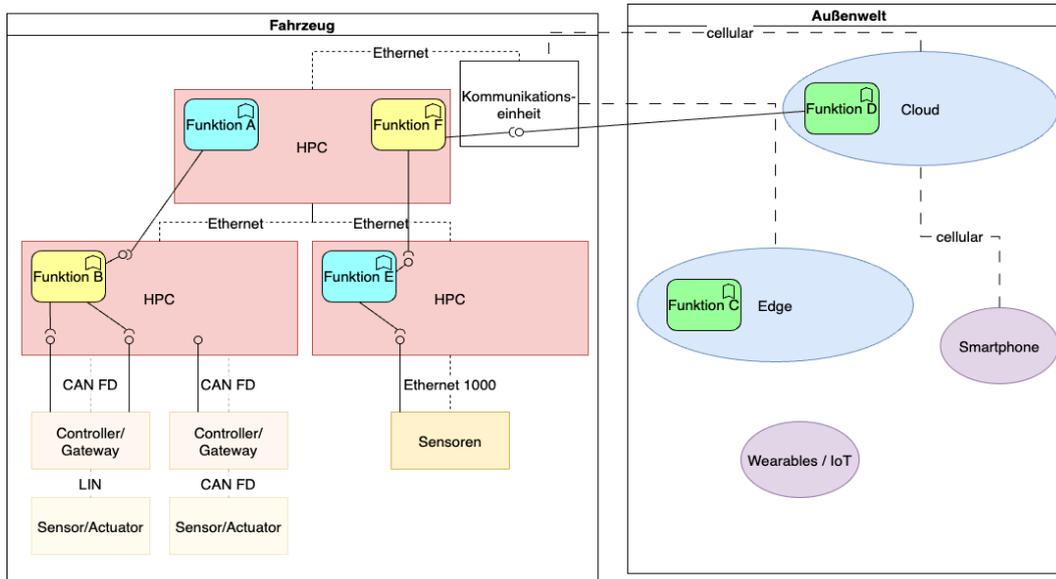
KI-basierten hybriden Modellen zur Lebensdauerabschätzung von komplexen elektronischen Systemen

Bearbeiter: Maurice Paul Artelt

Elektronische Systeme sind in unserer Lebenswelt allgegenwärtig und realisieren Automatisierungstechnik. Bei dem Erwerb eines Gerätes spielt somit die Frage nach der angestrebten Lebensdauer eine wichtige Rolle. Die Standardabweichung von der erwarteten Lebensdauer kann hier jedoch einen signifikanten Unterschied in der Nutzungsdauer bewirken. Besonders fällt dieser Unterschied ins Gewicht, wenn es Infolge eines Ausfalls zu weiteren ungeplanten Stillstandszeiten kommt. Die bessere Planbarkeit lässt sich in diesem Szenario mittels einer genaueren Lebensdauerprognose erreichen. Die Wirkzusammenhänge sind vielschichtig und die Auswirkung der einzelnen Parameter auf die Konstellation schwierig abzusehen. Mithilfe von umfänglichen Daten über die Betriebs- und können jedoch Machine-Learning-Algorithmen trainiert werden.

Bisherige, auf physikalischen Modellen, basierende Lebensdauerabschätzung benutzen eine auf Erfahrungswerten gemittelte Parametrisierung. Innerhalb der Normalverteilung ergeben sich jedoch große Spielräume. In der Automatisierungstechnik gibt es den Druck bestehende Betriebsmittel bestens auszunutzen, die Zeitfenster zwischen den Früh- und Spätausfällen bieten somit einerseits Potential andererseits das Risiko von ungeplanten Stillständen. Der alleinige Einsatz datengetriebener Modelle allein unterbewertet jedoch die Zugrundeliegenden physikalischen Rahmenbedingungen. So sind die Produktions- und Einsatzparameter für die präzise Abschätzung von Bedeutung.

Dieses Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit der Erstellung von hybriden Modellen durch die Kombination von physikalischen und datengetriebenen Modellen. Die Modellkombination ist dabei ein neuartiger Ansatz für die Beachtung multipler Eingangparameter und ermöglicht die Ausgabe verschiedener Merkmale wie beispielsweise Anomaliedetektion oder Lebensdauerabschätzung.



Vereinfachte Darstellung einer Fahrzeugarchitektur mit Fokus auf verschiebbare und verteilte Fahrzeugfunktionen innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und die Schnittstellen zwischen diesen Funktionen.



FORSCHUNGSTHEMA

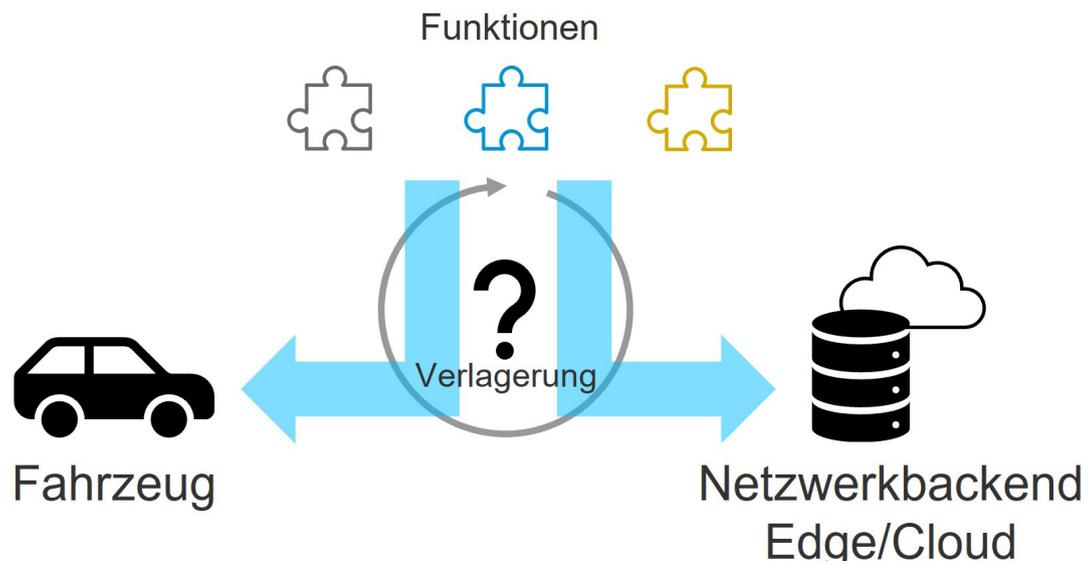
Gestaltungsprinzipien von Software-Schnittstellen für IT-Fahrzeugarchitekturen

Bearbeiter: Christian Hackenbeck

Das Automobil entwickelt sich fortlaufend in ein komplexeres System aus Soft- und Hardware. Eine Update- und Upgradebarkeit des Fahrzeugs besteht nach Auslieferung entweder über Over-the-Air-Updates (OTA-Updates) oder innerhalb einer Werkstatt. Die Voraussetzung für unkomplizierte Updates und Upgrades sind die Schnittstellen zu bzw. innerhalb der Fahrzeuge. Explizit die Abstraktion für Aktuatoren und die Sensorik kann über Software-Schnittstellen angesprochen werden. Eine tiefliegende Abstraktion ist nicht vorhanden, ist jedoch Voraussetzung für neue Funktionalitäten.

Daher ist das Ziel geeignete Kriterien für das Design von Schnittstellen auf den unterschiedlichen Software-Ebenen innerhalb des Fahrzeugs zu finden. Diese Kriterien bilden die Basis für ein Modell zur Adaption von Schnittstellen in der Fahrzeugarchitektur.

Hierzu wurden zuallererst die vorhandenen Technologien innerhalb des Fahrzeugs analysiert und mit anderen Technologie-Sektoren (z.B. Finanzwesen, Cloud Computing, Robotik) verglichen. Aus diesem Wissen erfolgt die Merkmalsextraktion von Software-Schnittstellen. Anschließend wird aus den Erkenntnissen ein Modell für die Gestaltungsprinzipien abgeleitet und in Form eines Proof-of-Concept realisiert.



Konzept zur Erstellung kooperativer Multi-Layer-Karten durch zentralisierte Fahrzeugfunktionen im Kontext des vernetzten Fahrens



FORSCHUNGSTHEMA

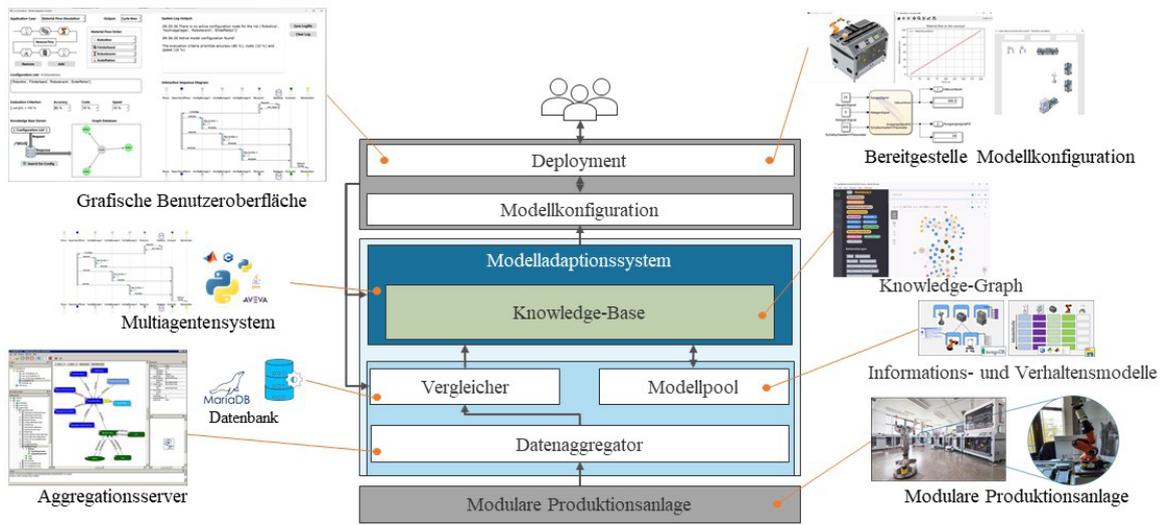
Informationsverarbeitung in dynamisch verteilten autonomen Systemen zur Laufzeit

Bearbeiter: Falk Dettinger

Die softwaredefinierte Entwicklung von Fahrzeugen führt zu einer zunehmenden Anbindung der Fahrzeuge an das mobile Kommunikationsnetz via WLAN und 5G. So werden eine Kommunikation und somit ein Daten- und Informationsaustausch mit Fahrzeugen untereinander, der Verkehrsinfrastruktur, Fußgängern und Netzwerken und damit kooperative Applikationen ermöglicht. Durch das lokale Deployment der kooperativen Funktionen steigt jedoch der Speicher- und Rechenbedarf im Fahrzeug stark an, was dessen Energieverbrauch sowie Gewicht erhöht. Die Verlagerung von IT-Funktionen in das Netzwerkbackend wie z.B. in die Edge oder die Cloud kann diese Nachteile reduzieren und mithilfe von Kommunikationsstandards ermöglicht werden.

Bei der Auslagerung von Funktionen muss sichergestellt werden, dass diese unter den gegebenen Netzwerksituationen verfügbar sind, die Funktionen also einen hohen Quality-of-Service aufweisen. Funktionen mit hohen zeitlichen Anforderungen bzw. einer außerordentlichen Relevanz für die Fahrzeugsicherheit können daher nicht in jedem Fall ausgelagert werden. Die dynamische Verlagerung von Fahrzeugfunktionen zwischen Fahrzeug und Backend-Komponenten stellt in diesem Zusammenhang eine große Herausforderung dar, weil ein hoher Quality-of-Service innerhalb der verteilten Backendsystems sichergestellt werden muss. Erschwert wird dies durch die begrenzte Möglichkeit zur Datenübertragung im Netzwerk, da Netzwerkrestriktionen hinsichtlich zugesicherter Netzwerkbandbreite, Latenz und Paketzustellrate limitierend wirken.

Die Forschung beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit den Möglichkeiten zur Bestimmung der Verlagerungsstrategie sowie der Ressourcenallokation zur Funktionsverlagerung.



Automatische Modelladaption im Digitalen Zwilling: Gesamtüberblick



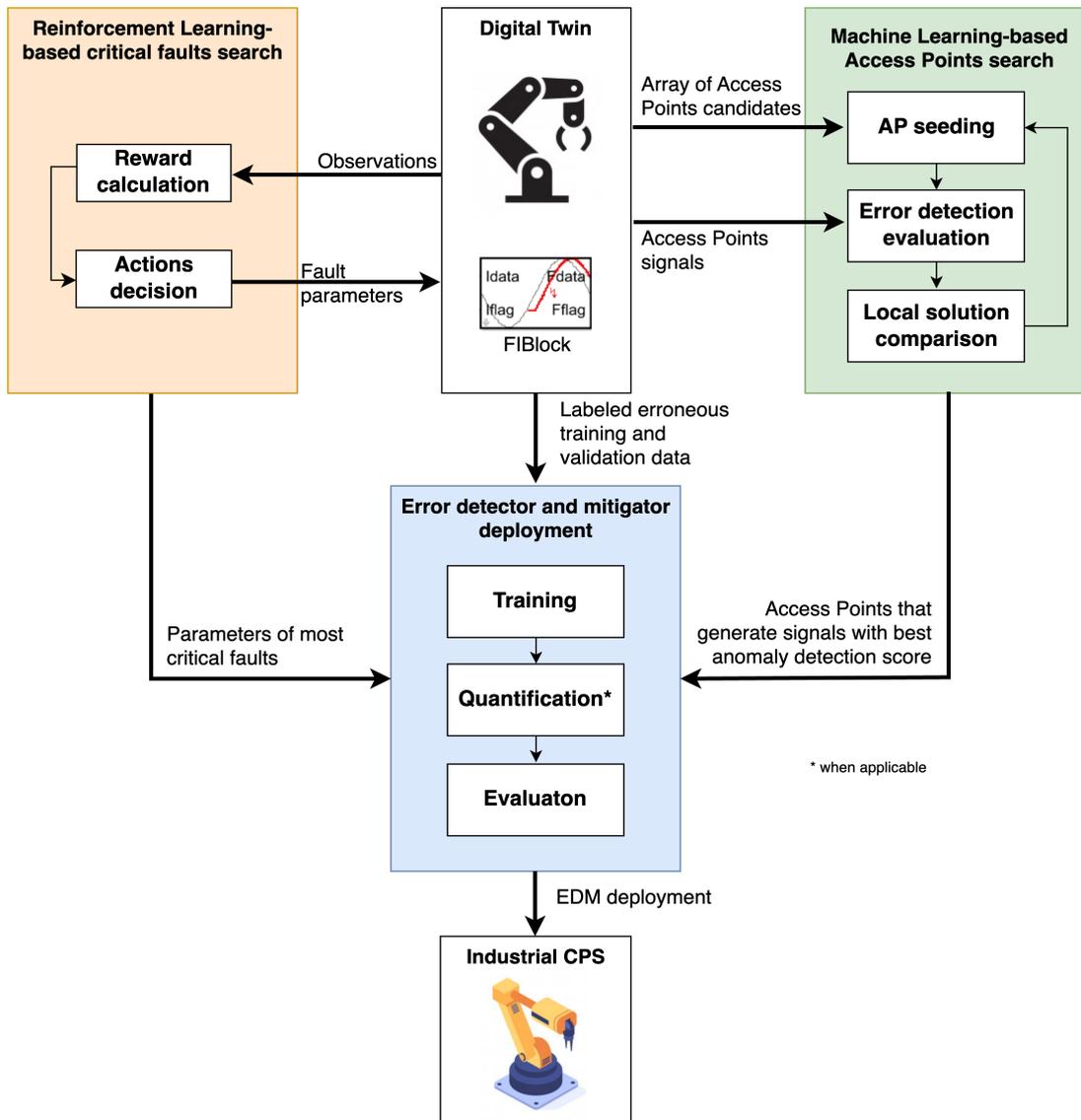
FORSCHUNGSTHEMA

Modelladaption in Digitalen Zwillingen modularer Produktionssysteme während der Betriebsphase

Bearbeiter: Daniel Dittler

In der Entwicklungsphase einer Produktionsanlage entstehen unterschiedliche Modelle. Diese Modelle können über den gesamten Anlagenlebenszyklus Mehrwerte liefern. Insbesondere Verhaltensmodelle, die ein Kernaspekt des Digitalen Zwillings darstellen, sind für Anwendungen wie die virtuelle Inbetriebnahme, betriebsparallele Simulation, Vorhersage oder Optimierung nützlich. Veränderungen in den Anforderungen einer Anwendung, neue Anwendungen oder Veränderungen an der Produktionsanlage erfordern eine Adaption im Sinne einer Parameter- oder bzw. und Konfigurationsadaption. Je nach Anwendung ist es entscheidend, die richtigen Modelle der richtigen Komponente in der richtigen Modellierungstiefe und -disziplin zu konfigurieren und parametrieren, um Kriterien wie Genauigkeit, Rechenzeit und Rechenaufwand zu berücksichtigen.

Im Rahmen dieser Forschung wird daher ein neuartiger Ansatz entwickelt, der eine kostengünstige Modelladaption von Verhaltensmodellen in Digitalen Zwillingen modularer Produktionsanlagen während der Betriebsphase ermöglicht. In diesem Jahr wurde die realisierten Artefakte der vorherigen Jahre zusammengeführt und das Gesamtsystem evaluiert. Das übergeordnete Agentensystem setzt die konzipierte Methode um und interagiert mit dem Knowledge Graphen, um eine anwendungsspezifische Modellkonfiguration zu bilden. Der Knowledge-Graph speichert in Neo4j nach der konzipierten Ontologie die Informationen wie etwa Vorgänger- und Nachfolgerkomponenten, Modellinputs und -outputs sowie Modellierungstiefen, um eine automatische Modellkonfigurationsbildung zu ermöglichen. Das Agentensystem realisiert darüber hinaus einen flexiblen Co-Simulationsansatz, der es ermöglicht unterschiedliche Simulationsmodelle automatisiert zu integrieren und auszuführen. Zur Interaktion mit dem Gesamtsystem wurde eine grafische Nutzerschnittstelle implementiert.



Architecture of the proposed methodology for Automated Design and Deployment of Hybrid Deep Learning-based Error Detectors



FORSCHUNGSTHEMA

Automated Design and Deployment of Hybrid Deep Learning-based Error Detectors

Bearbeiter: Tagir Fabarisov

Modern technical systems are increasingly complex and prone to latent faults. Traditional error-handling mechanisms are often insufficient given the volume of data that needs to be processed. Deep Learning (DL) methods are emerging as a solution for error detection, but developing DL-based detectors can be time-consuming due to the lack of a general approach to automatically exploit system specifics. Our methodology addresses this challenge by automating key steps in the design and deployment of error detectors.

The proposed framework consists of three key stages:

1. Reinforcement Learning-driven Fault Injection

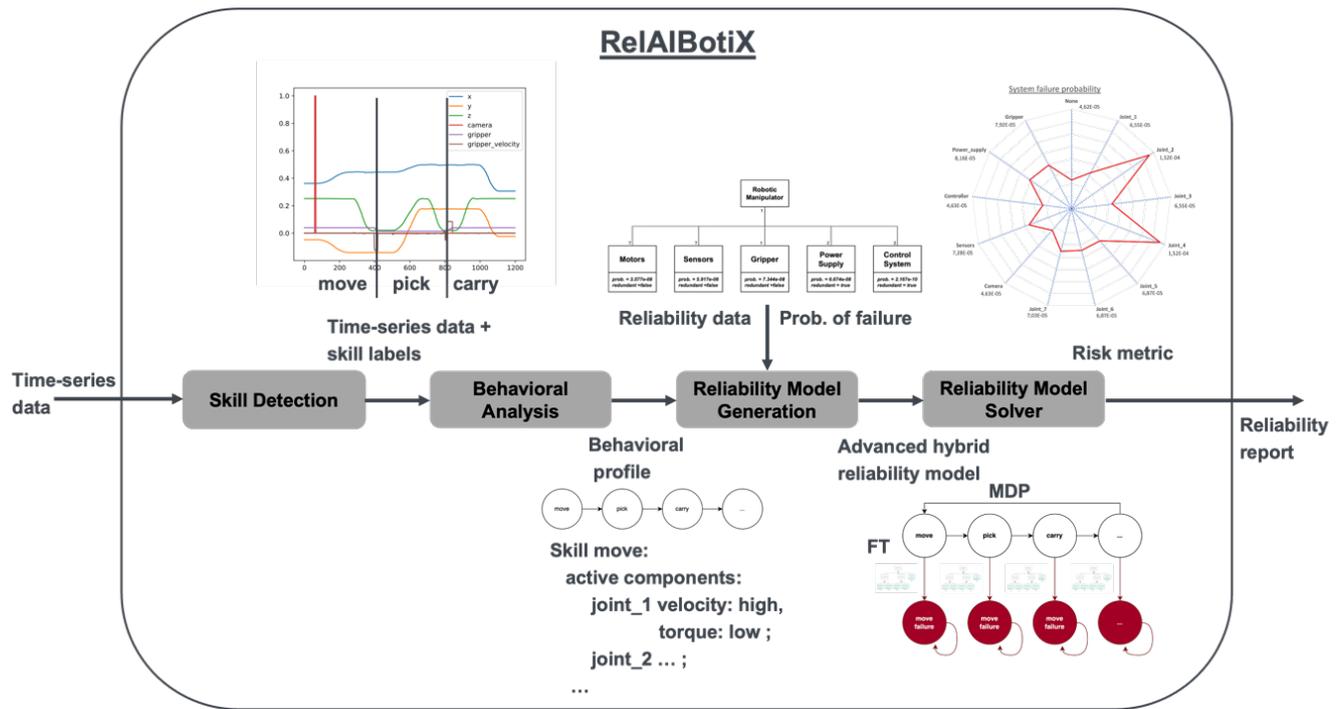
This stage identifies the most critical fault parameters in the system. By formalizing the system's safety policy as a reward function, reinforcement learning is used to explore fault parameter space and optimize detection accuracy. The discovered fault parameters are used for both training data generation and verification of anomaly detection performance.

2. Access Points (AP) Search

The second step focuses on minimizing the number of data sources while maintaining high detection performance. Using a binary Grasshopper Optimization Algorithm, the framework selects an optimal subset of APs, achieving an 80% reduction in input data while preserving error detection capabilities, validated through fault injection experiments.

3. Efficient DL Model Deployment

The final step involves training the DL model on error-free signals from the optimized AP set. The model operates as a time-series predictor, flagging discrepancies between predicted and actual signals to detect errors. In the event of an error, predicted signals can substitute for faulty components, ensuring continued operation. This methodology was applied to an exoskeleton case study, resulting in a significant reduction in computational overhead while maintaining effective error detection. The methodology is a key contribution of the Tagir Fabarisov's doctoral dissertation.



The architecture of the RelAIBotiX framework.



FORSCHUNGSTHEMA

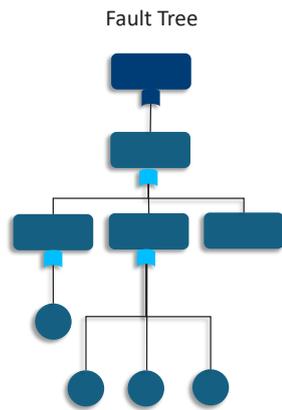
Automated and continuous reliability assessment for software-defined systems

Bearbeiter: Philipp Grimmeisen

Dynamically changing control policies are crucial for robotic systems with high requirements of reconfigurability and repurpose-ability enabling the adaptation to varying operational conditions. This flexibility not only enhances efficiency but also allows for rapid responses to changes, e.g., in production demands, making the manufacturing process more resilient and versatile. However, each update of the control policy changes the behavior of the robotic system, necessitating a new reliability assessment. Even more critical is the situation with robotic systems controlled by AI algorithms, particularly Reinforcement Learning (RL), that can even automatically learn and adapt during the operation. This naturally requires a shift of the paradigm in reliability assessment towards dynamic and automated methods instead of the classical reliability assessment that is performed one time before the operation.

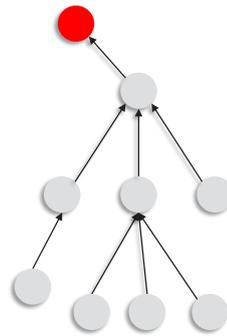
We address the research question *„How to automatically and dynamically estimate the reliability of robotic systems controlled by black-box policies?“*

RelAIBotiX is a dynamic reliability assessment framework that combines four methods: (i) Skill Detection that automatically identifies executed skills using deep learning techniques, (ii) Behavioral Analysis that creates an operational profile of the robotic system containing information about the skill execution sequence, active components for each skill, and their utilization intensity that influence their failure rate, (iii) Reliability Model Generation that automatically transforms the operational profile and reliability data of robotic hardware components into quantitative hybrid reliability models, and (iv) Reliability Model Solver for the numerical evaluation of the generated reliability models. Our evaluation included computing the reliability of the system, the probability of failure of individual skills, and component sensitivity analysis.



↔

Graph Model



$$+ \begin{cases} \{x_i \mid i \in V\} \\ \{e_{ij} \mid (i,j) \in E\} \end{cases}$$



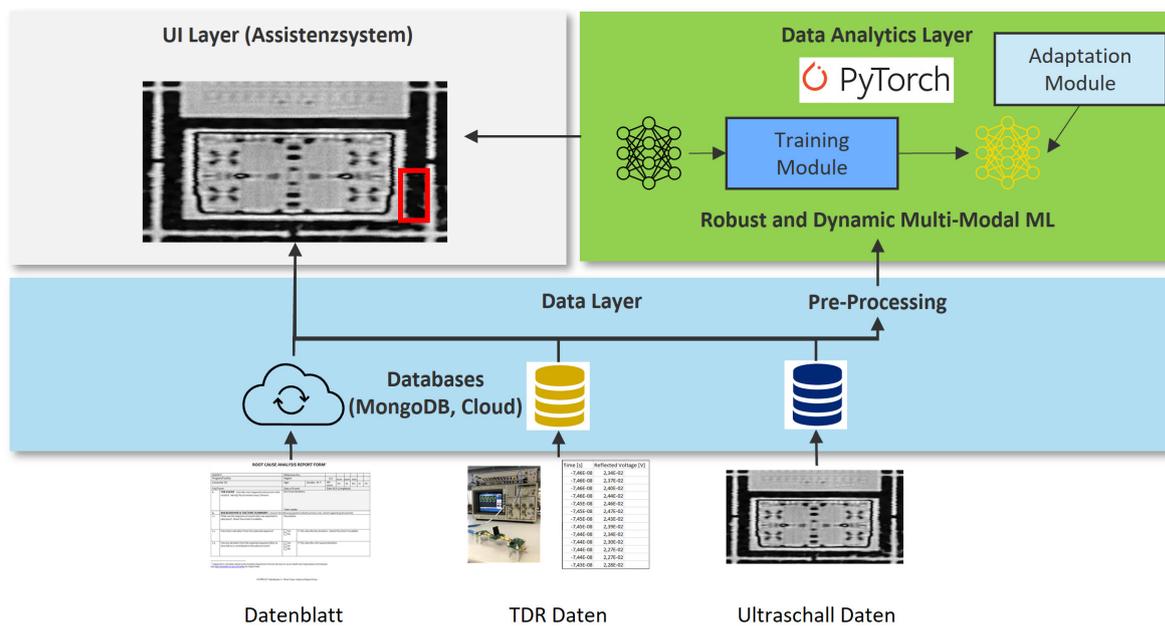
FORSCHUNGSTHEMA

Model-Based Systems Engineering and Adversarial Multi-Agent Reinforcement Learning

Bearbeiter: Joachim Grimstad

This year, research has focused on refining risk assessment techniques for autonomous systems, particularly in dynamic and unpredictable environments. Efforts have been directed towards transforming traditional risk models into Directed Acyclic Graphs (DAGs) to retain the core characteristics of these established models while enabling the application of advanced Graph Neural Network (GNN) techniques.

The transition to using DAGs aims to provide a more adaptable way to represent relationships among various risk factors, such as equipment reliability, environmental variability, and operational scenarios. Unlike conventional static models formulated at design-time, this approach allows for automatic updates to the underlying graph structure, node data, and to predict risk metrics during runtime as new data becomes available. These efforts represent an incremental step toward integrating traditional risk assessment practices with advanced methodologies that suffer from transparency and explainability related challenges, potentially contributing to the development of safer and more resilient autonomous systems.



Ansatz für die Analyse heterogener Daten für die Fehleranalyse von elektronischen Bauteilen



FORSCHUNGSTHEMA

Analyse heterogener Daten mithilfe von KI-Methoden für robuste Entscheidungen

Bearbeiter: Simon Kamm

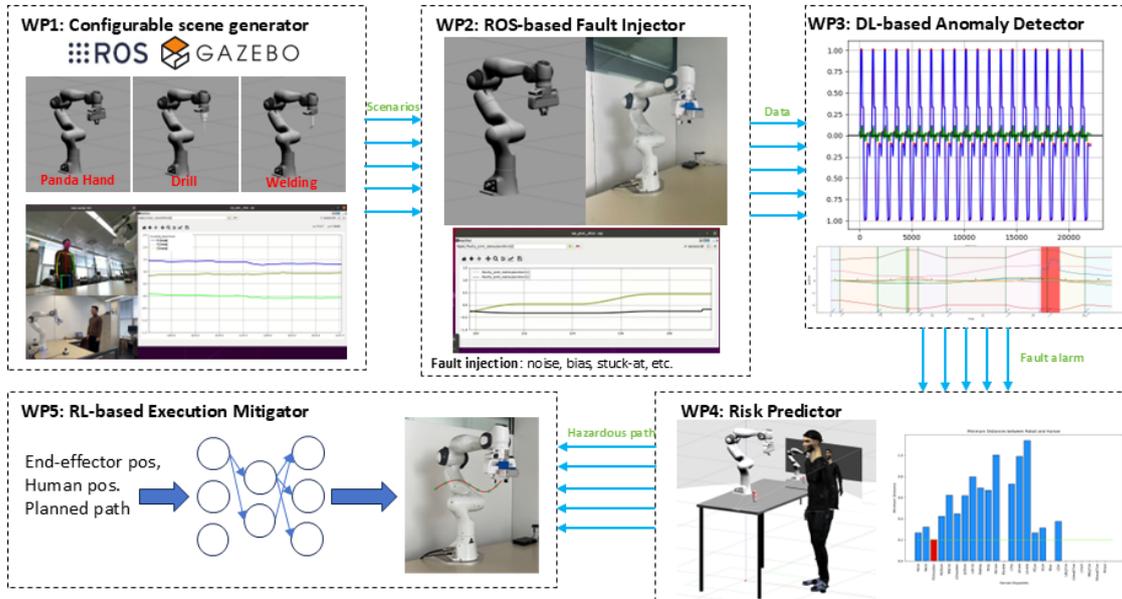
Um in heutigen komplexen Bauteilen (z.B. elektronische Bauteile) möglichst zerstörungsfrei (fehlerhafte) Bauteile zu analysieren und dadurch neue Erkenntnisse über auftretende Fehler oder ungewünschte Systemzustände zu erhalten, reichen Daten aus einer Datenquelle nicht aus. Trotzdem ist es von höchster Bedeutung, einen aufgetretenen Fehler so präzise wie möglich zu analysieren. Dafür stehen Daten unterschiedlicher Datenquellen bereit, was zu einer Heterogenität der Messdaten führt. Dies stellt eine Vielzahl von Herausforderungen für das Datenmanagement und die nachfolgende Datenanalyse dar (z.B. die komplexe Natur der Daten oder Datensilos, in denen unstrukturierte Daten gespeichert sind). Darüber hinaus erfordert die Analyse dieser heterogenen Daten erheblichen manuellen Aufwand und ein hohes Maß an Expertenwissen.

Es wurde ein Konzept zur Analyse heterogener Daten mithilfe von KI-Methoden unter der Nutzung von vorhandenem Wissen (z.B. Expertenwissen oder Simulationsmodelle) entwickelt und untersucht, um robuste Entscheidungen hinsichtlich der Fehleranalyse zu treffen. Die notwendigen Bestandteile sind:

- Im Data Layer wird mit einem Datenkatalog auf verteilt vorliegende Daten ein zentraler Datenzugriff ermöglicht. Dies wurde prototypisch für eine Kombination aus MongoDB, AWS S3 Bucket und einem Networked File System realisiert.
- Zur Analyse der heterogenen Daten wurde eine spezielle Multi-Modal Neuronale Netzwerk Architektur verwendet – die „Group Data Fusion“. Diese Architektur erhöht die Robustheit gegenüber klassischen Neuronalen Netzwerken. Durch das Adaptionmodul kann das Netzwerk bei neuen Datenquellen mit Transfer Learning erweitert werden.
- Simulation2Real Transfer Learning und Physics-Informed Neural Networks erlauben das Einbringen von Expertenwissen in das Neuronale Netzwerk, wodurch der Bedarf an Trainingsdaten verringert und die Genauigkeit dennoch erhöht wird.

Die Bestandteile des Konzepts wurden für Projektdaten aus FA4.0 sowie einem am IAS aufgebauten Datensatz für die Bodentyperkennung des neuen Roboterhundes realisiert und darauf evaluiert.

RELAX: REinforcement LeArning based eXecution Mitigation in Human-Robot Collaboration



AI-based Failure Detection Methods for Industrial Cyber-Physical Systems



FORSCHUNGSTHEMA

AI-based Hazard Prediction and Execution Mitigation Methods for Human-Robot Collaboration

Bearbeiter: Yuliang Ma

Modern robots are increasingly capable of performing a wide range of tasks efficiently. However, as their behavioral and structural complexity grows, so does the likelihood of faults, errors, and failures. These issues can have uncertain effects on the safety and reliability of robotic systems, particularly in Human-Robot Collaboration (HRC) scenarios. Deep Learningbased Anomaly Detection (DLAD) methods offer a promising solution by predicting anomalies and preventing dangerous events. Yet, not every fault leads to failure, thanks to the system's fault tolerance mechanisms. Our research seeks to balance safety and efficiency by addressing this challenge.

In complex, large-scale systems operating in real time, anomaly detectors ensure safety but do not assess whether a detected fault/error will actually cause a failure. Frequent downtime for inspections, while necessary for safety, reduces efficiency and increases operational costs. Moreover, if an error poses a danger, appropriate mitigation measures must be taken to prevent workflow disruption. Against this backdrop, AI-based hazard prediction and execution mitigation methods for HRC must address the following challenges:

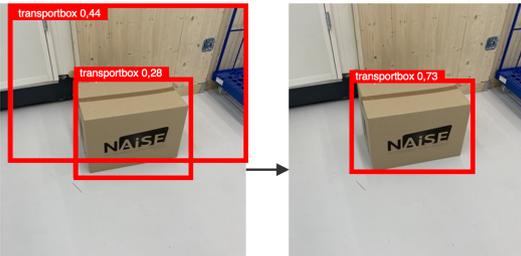
1. Recognizing faults or errors that could potentially harm people: In robotic manipulators, many traditional approaches to execution monitoring and failure detection are reactive, meaning they only detect manipulation failures after they have occurred or are occurring. This is typically done by comparing real-time sensor data to past correct patterns, but such failures are unacceptable in HRC. Our aim is to proactively detect and predict failures by effectively fusing multimodal data from various components (e.g., image, trajectory, pose) to identify errors before they escalate into dangerous situations.
2. Mitigating dangerous executions using Reinforcement Learning (RL): Once an error is detected and the predicted trajectory is deemed dangerous, mitigation actions must be taken to (1) avoid harm, and (2) maintain operational efficiency. RL agents can generate actions at a lower frequency, enabling them to make long-term decisions. This makes them well-suited for providing optimal mitigation strategies, allowing robots to safely adjust their trajectories without sacrificing efficiency

Zufällige — Leistungssteigernde



Trainingsdaten

Vorher – Nachher Test



Durch das Training mit den leistungssteigernde synthetischen Daten:

- verbessert sich die Erkennungsrate
- verringert sich die falsch positiven Rate

des industriellen Objektdetektors

Links sind zufällig und leistungssteigernd generierte Beispieltrainingsbilder zu sehen. Rechts ist der Einfluss der Verwendung der leistungssteigernden Trainingsbilder gezeigt.



FORSCHUNGSTHEMA

Gezielte und automatisierte Trainingsdatengenerierung für das maschinelle Lernen durch generative Neuronale Netze

Bearbeiter: Hannes Vietz

Datenbasiertes maschinelles Lernen hat in der Automatisierungstechnik erheblich an Bedeutung gewonnen, da es ermöglicht, vielseitige Aufgaben effizient zu bewältigen und den Bedarf an speziell entwickelter Software zu reduzieren. Solche Methoden finden Anwendung in Bereichen wie der automatischen Objekterkennung in Bildern, die beispielsweise in der visuellen Qualitätskontrolle, im autonomen Fahren und in der robotergesteuerten Intralogistik genutzt wird. Am IAS wird aktuell die Erkennung industrieller Objekte untersucht, für die es keine standardisierten Trainingsdatensätze gibt. Der Erfolg datenbasierter Algorithmen hängt jedoch maßgeblich von der Qualität und Vielfalt der zugrunde liegenden Trainingsdaten ab. In den meisten Fällen repräsentieren diese Daten nur häufig auftretende Szenarien, während das Sammeln umfassender Datensätze, die auch seltene Fälle abdecken, kostspielig und zeitintensiv ist. Obwohl Simulationen eine gängige Methode zur Datenbeschaffung darstellen, sind sie für einige Anwendungen, wie die Erzeugung realitätsnaher Bilddaten, oft nicht geeignet. Hier bieten generative neuronale Netze eine vielversprechende Lösung zur Erzeugung nicht simulierbarer Daten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Synergierregion“ wurde die Praxistauglichkeit generativer neuronaler Netze erforscht, um die Leistungsfähigkeit von Objektdetektoren zu steigern. Das Ziel ist es, durch die mit diesen Netzen erzeugten Trainingsdaten eine Verbesserung der Modellgenauigkeit zu erreichen. Der Fokus liegt auf der automatisierten Erzeugung von Trainingsdaten, die dazu beitragen, die Detektionsgenauigkeit zu erhöhen und die Robustheit der Modelle zu stärken. Der Bildvergleich unten zeigt zufällig generierte Bilder und rechts leistungssteigernd generierte Bilder, was veranschaulicht, wie die generierten Daten die Detektionsqualität positiv beeinflusst haben. Dadurch wird der Bedarf an real vor Ort gesammelten Daten verringert und eine präzise Lokalisierung unterstützt.

Weiter untersucht das IAS, wie generative neuronale Netze langfristig den Bedarf an vor Ort gesammelten Trainingsdaten reduzieren und die Effizienz der Modellentwicklung im industriellen Umfeld steigern können.

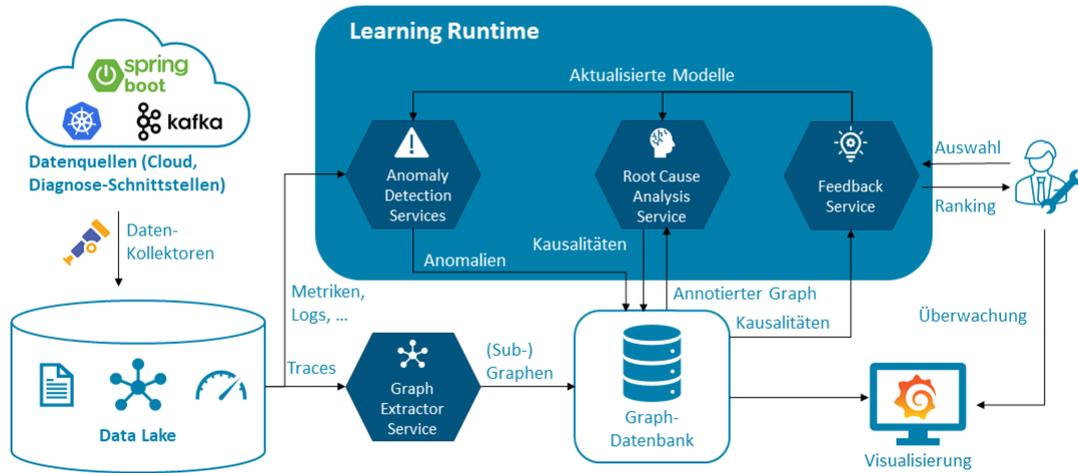


Abbildung: Realisierung zur kontinuierlichen Analyse und Optimierung software-definierter Systeme



FORSCHUNGSTHEMA

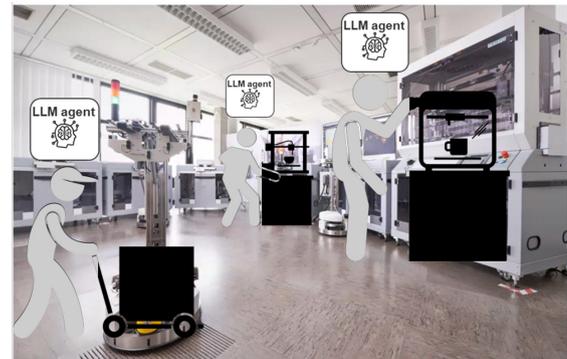
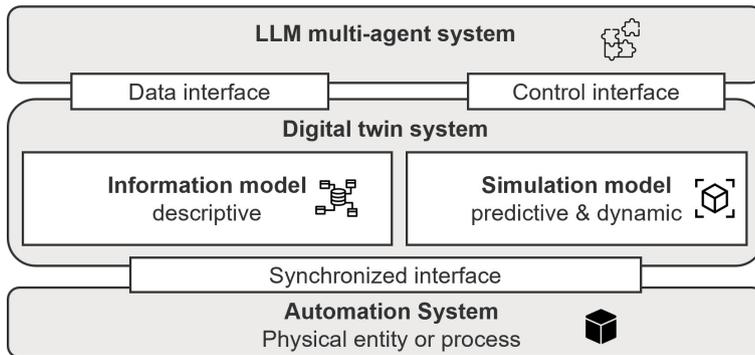
Kontinuierliche Analyse und Optimierung software-definierter Systeme

Bearbeiter: Matthias Weiß

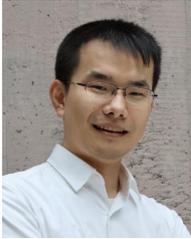
Die moderne Systementwicklung ist geprägt von einem höheren Software-Anteil in Produkten und vernetzten Funktionen, die Updates erhalten. In der Forschung ist die Rede von software-definierten Systemen: IT-Strukturen, in denen Funktionen virtualisiert vorliegen und kontinuierlich während des Betriebs aktualisiert werden können, um eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Dies erfordert eine kontinuierliche Feedback-Schleife, über die das System während des Betriebs laufend Daten sammelt, die anschließend analysiert und zur Verbesserung der Funktionen und Fehlerbehebung im Betrieb genutzt werden können. Aufgrund schwer überblickbarer Abhängigkeiten und Kommunikationsflüsse in software-definierten Systemen ist es jedoch zentral, dass die Systemingenieure bei der Datenauswertung über automatisierte und skalierbare Werkzeuge unterstützt werden.

Zu diesem Zweck wird im Rahmen der Forschung untersucht, inwiefern die Analyse in software-definierten Systemen automatisiert werden kann. Im Fokus steht dabei die Entwicklung eines intelligenten Backends, über die Daten automatisiert aggregiert und in einem Abhängigkeitsmodell verknüpft werden. Treten während des Betriebs Anomalien auf, werden diese auf Basis erkannter Kausalitäten verknüpft, um die Ursache der Abweichung zu ermitteln. Die eingesetzten KI-Algorithmen werden dabei kontinuierlich mit neu anfallenden Daten und unter Anleitung trainiert, sodass trotz ständiger Änderungen am System eine hohe Robustheit gewährleistet bleibt.

Das intelligente Backend wird im Kontext der UGV-Flotte des IAS erprobt, um den reibungslosen Betrieb vernetzter Fahrfunktionen wie beispielsweise Valet Parking zu realisieren. Die Daten der intelligenten Verkehrsteilnehmer werden dabei in Echtzeit via 5G in einen Data Lake übertragen. Anschließend werden die in Cloud und Fahrzeug vorliegenden Dienste in einem Graph verknüpft und die Datenflüsse auf Abweichungen vom Normalbetrieb untersucht. Erkannte Probleme und deren Ursachen werden abschließend in einer graphischen Oberfläche nachvollziehbar dargestellt.



Das Konzept des entwickelten LLM-Agenten-basierten autonomen Systems, das aus drei Schichten besteht



FORSCHUNGSTHEMA

Anpassung und Integration von Large Language Models in intelligente Automatisierungssysteme

Bearbeiter: Yuchen Xia

Diese Forschung untersucht, wie LLMs wissensintensive Aufgaben in industriellen Anwendungen automatisieren können und wie autonome Systeme der Zukunft realisiert werden können. Das zentrale Ziel besteht darin, die Flexibilität und intuitive Bedienbarkeit dieser Systeme zu erhöhen, um wissensbasierte, intelligente Fabriken zu ermöglichen.

Der Ansatz teilt sich in drei wesentliche Komponenten:

Modulare Automatisierungssysteme: Modulare Automatisierungssysteme bilden die Grundlage für eine flexible Produktion und die Anpassung an unterschiedliche Produktionsanforderungen. Sie ermöglichen eine dynamische Reaktion auf spontane Änderungen sowie eine effiziente Neukonfiguration. Dafür sind verschiedene Modelle erforderlich, wie z.B. Informationsmodelle und Simulationsmodelle.

Semantische Digitale Zwillinge: Digitale Zwillinge sind eine verbindende Komponente, die als virtuelle Abbildungen physischer Produktionsanlagen dienen. Sie gewährleisten die Echtzeit-Verfügbarkeit von Informationen und bieten Steuerungsschnittstellen für Aktionen. Zusätzlich ist eine semantische Aufbereitung der Informationen erforderlich, damit LLMs die Daten auf verschiedenen Abstraktionsebenen kontextabhängig interpretieren können.

Large Language Models: Sie fungieren als das „Gehirn“. Durch die semantische Interpretation der Daten aus den digitalen Zwillingen sind sie in der Lage, Informationen zu analysieren, Entscheidungen zu treffen, Produktionsabläufe zu planen und die physischen Systeme über Service-Schnittstellen zu steuern.

Das Gesamtkonzept zielt darauf ab, industrielle Automatisierungssysteme flexibler und intuitiver nutzbar zu machen. Dabei wird ein künstliches „Gehirn“ mit mechatronischen „Händen“ und „Augen“ kombiniert, was eine optimierte Interaktion und gesteigerte Intelligenz ermöglicht.

Proof-of-Concepts dieser Forschungsreihe wurden mit verschiedenen Use-Cases belegt: Task- und Workflow-Automatisierung, autonome Planung und Steuerung, flexible modulare Produktion, FMEA-gestütztes Risikomanagement, Generierung von Informationsmodellen (VWS) sowie semantische Interoperabilität.



Abbildung: Diagnose von Hardware- und Softwarekomponenten im Fahrzeug

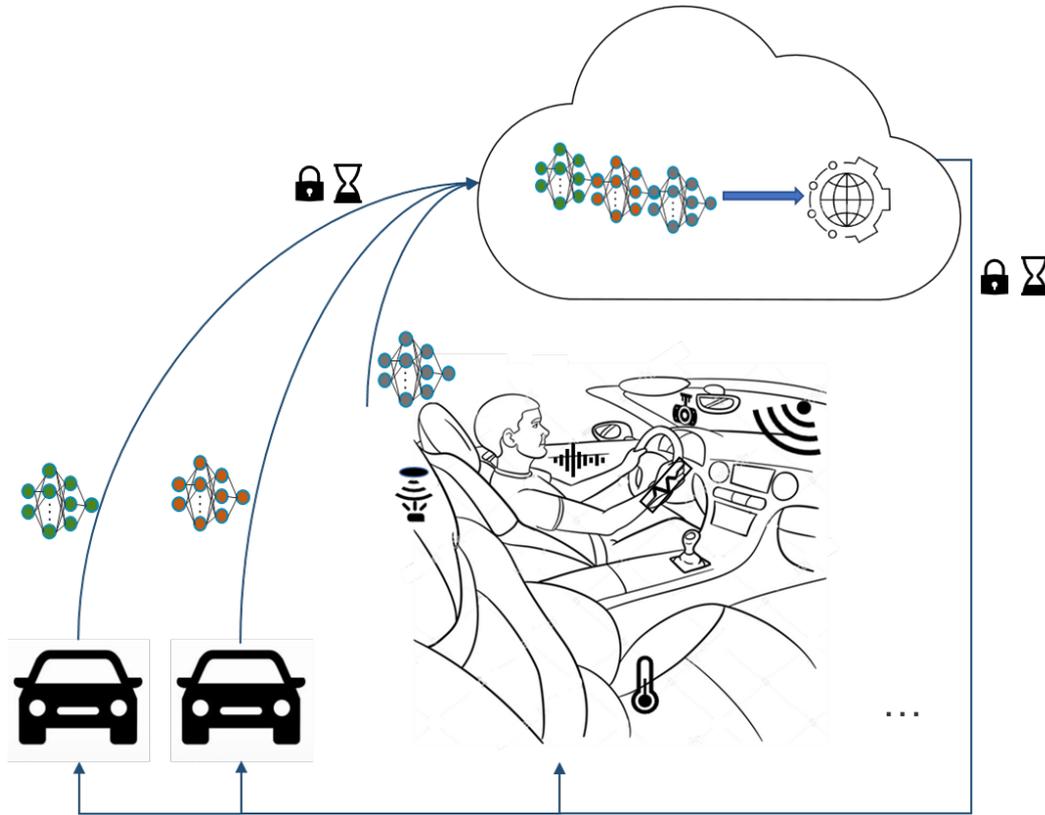


FORSCHUNGSTHEMA

Entwicklung eines Konzepts für die zukünftige Diagnose von Hardware- und Softwarekomponenten von Fahrzeugen in der Automobilbranche

Bearbeiterin: Sandra Bickelhaupt

In Fahrzeuge werden immer mehr softwarebasierte Funktionen in leistungsstarke Steuergeräte integriert. Dadurch steigt die Anzahl an Komponenten im Fahrzeug, die größtenteils aus Software bestehen. Software wird in Zukunft die Entwicklung und den Lebenszyklus von Fahrzeugen verstärkt mitbestimmen. Das Fahrzeug entwickelt sich hin zu einem software-definierten Fahrzeug (Software Defined Vehicle, SDV) mit dynamisch veränderbaren Komponenten und komplexen Strukturen. Jedoch sind das schnelle Erkennen und die Behebung von Fehlern von wesentlicher Bedeutung, sodass Kunden ihre Fahrzeuge jederzeit und ohne Unterbrechungen nutzen können. Im Forschungsprojekt werden Ansätze untersucht, die bestehende Diagnoseverfahren auf der Grundlage von Fehlercodes (Diagnostic Trouble Code, DTCs) anreichern können und insbesondere für Fehler in Softwaresystemen unterstützend sind. Es geht um die Auslegung eines Konzepts, wie zukünftig Hardware- und Softwarekomponenten in Fahrzeugen diagnostiziert werden können. Die Inhalte der Arbeit sind Teil des geförderten Projekts Software-Defined Car (SofDCar), das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird. In der Cloud gibt es bereits etablierte Ansätze zur Beobachtung und Diagnose von Softwaresystemen. Diese Ansätze sind jedoch zu umfassend und können nicht einfach auf das gesamte Fahrzeug übertragen werden. Sie können eine hilfreiche Ergänzung für die Fahrzeugdiagnose sein. Ihre Anwendbarkeit für das Fahrzeug wurde im Rahmen des Forschungsprojekts untersucht und die Ergebnisse wurden in einer Publikation¹ zusammengefasst. Zudem wurden Herausforderungen bei der Übertragung und Anpassung des bestehenden Ansatzes mit DTCs auf fahrzeuginterne Softwaresysteme beschrieben. Auf Basis der Kombination des Ansatzes mit DTCs und etablierten Ansätzen zur Beobachtung und Diagnose von Softwaresystemen aus dem Cloud-Bereich wurde ein Konzept für die zukünftige Fahrzeugdiagnose vorgestellt. Das Konzept bietet eine Grundlage für weitere zukünftige Arbeiten im Kontext der Fahrzeugdiagnose für SDVs.



Gesamtkonzept von der Datenerfassung im Fahrzeug bis zur globalen Modellaggregation in der Cloud



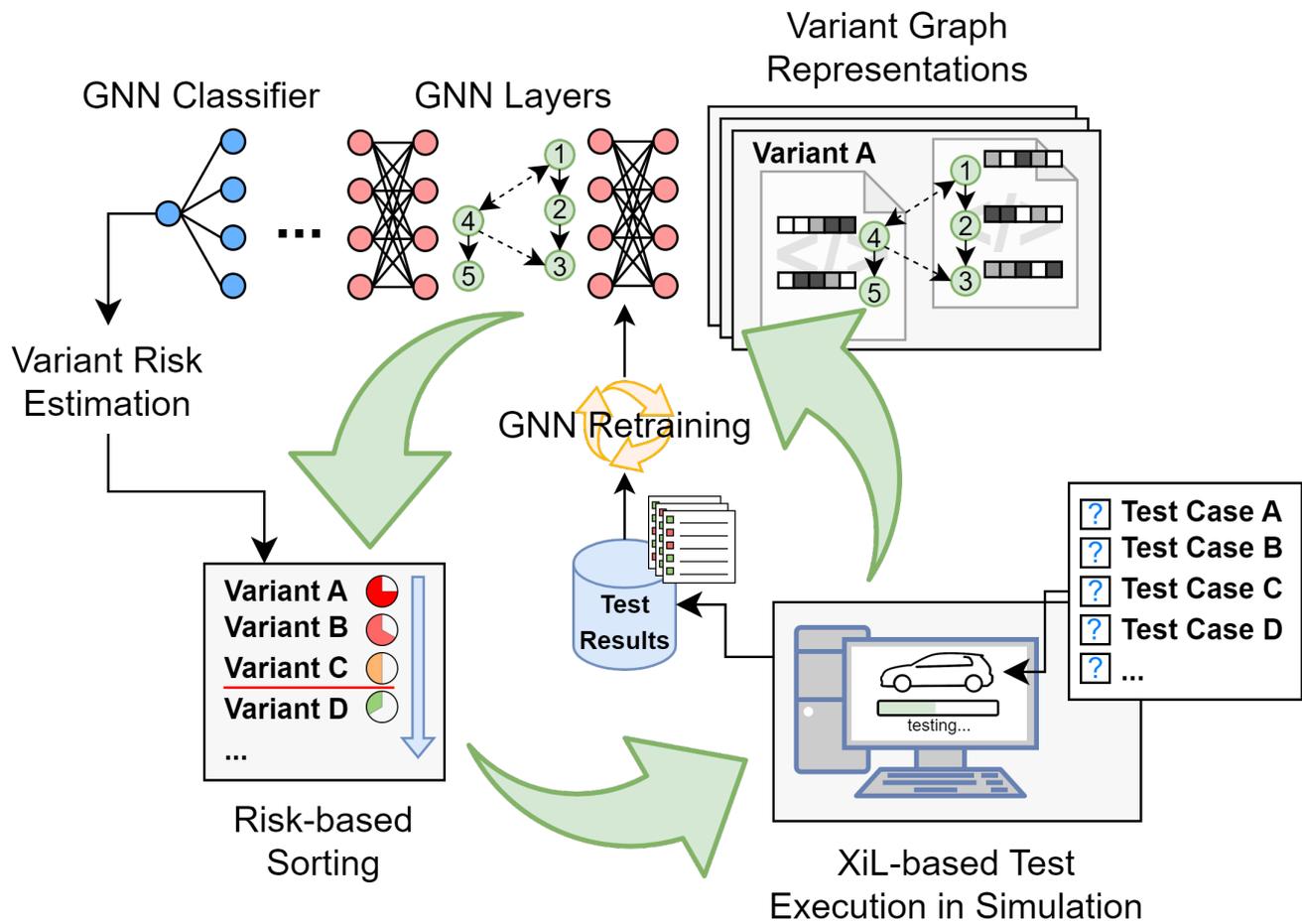
FORSCHUNGSTHEMA

Sicheres und personalisiertes Fahrerlebnis durch kollaboratives Erfassen und Lernen für zukünftige software-definierte Fahrzeuge

Bearbeiter: Baran Can Gül

Herkömmliche Ansätze des maschinellen Lernens erfordern oft die Erfassung und Analyse sensibler Nutzerdaten. Trotz bestehender Maßnahmen wie der Datenanonymisierung zeigt aktuelle Forschung, dass anonymisierte Daten zurückidentifiziert werden können. Dies wirft erhebliche Datenschutzbedenken auf, insbesondere in Bereichen wie der Automobilindustrie, wo Personalisierung eine wichtige Rolle spielt. Nutzer teilen verschiedene Parameter mit Dritten, die von persönlichen Vorlieben bis hin zu Messungen der Umgebung und physiologischen Parametern im Fahrzeuginnenraum reichen. Dabei wird nicht nur der Komfort des Nutzers beeinträchtigt, sondern auch die Sicherheit der Nutzer kann gefährdet und das Nutzungserlebnis gestört werden.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, zielt diese Forschung darauf ab, den Datenschutzrahmen zu verbessern und gleichzeitig eine effektive Personalisierung der Inneneinstellungen im Fahrzeug zu ermöglichen. Ein vielversprechender Ansatz ist der Einsatz von Federated Learning. In diesem Prozess werden maschinelle Lernmodelle dezentral trainiert, sodass die Nutzerdaten das Fahrzeug nicht verlassen. Dies schützt die Privatsphäre des Nutzers und ermöglicht gleichzeitig die Entwicklung personalisierter Einstellungen.



Konzeptvisualisierung des Testansatzes in der CI/CD-Pipeline



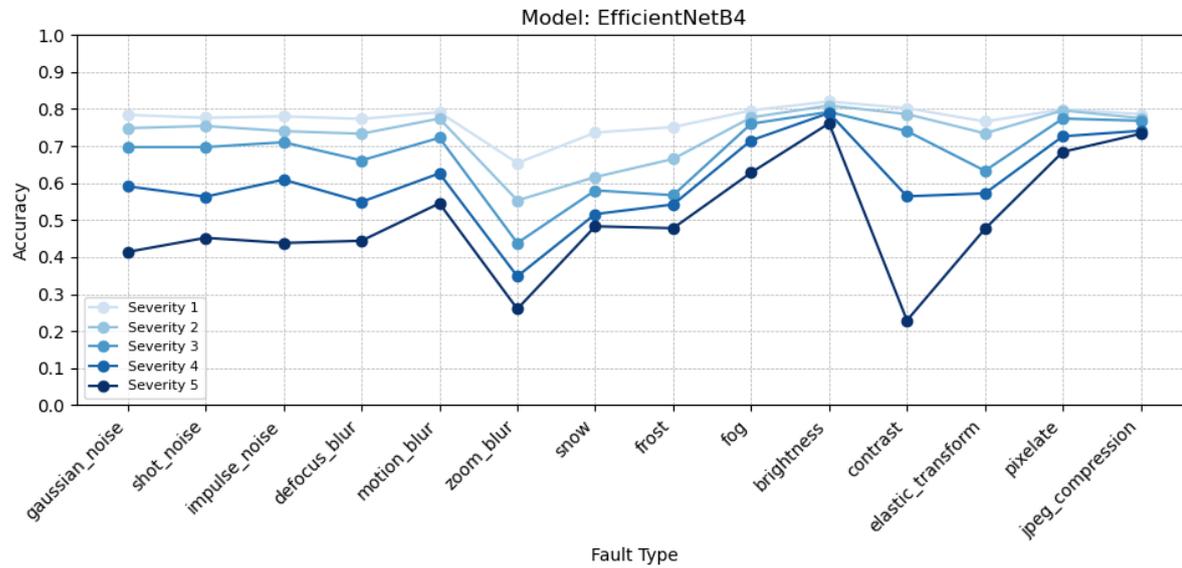
FORSCHUNGSTHEMA

Verifikation und Validierung variantenreicher softwaredefinierter Systeme im Kontext der CI/CD-gestützten Entwicklung

Bearbeiter: Lennard Hettich

Durch ein wachsendes Bedürfnis nach Individualisierbarkeit und eine zunehmende globale Verbreitung softwaredefinierter Systeme haben diese ein breites Spektrum von Anforderungen, Gesetzen und Richtlinien zu erfüllen. Dies führt zu der Verbreitung von Produktlinien, welche die Entwicklung der resultierenden variantenreichen Systeme und Synthese spezifischer Konfigurationen vereinfachen. Zeitgleich wirkt die Möglichkeit kontinuierlicher Updates Over-the-Air bei softwaredefinierten Systemen als verstärkender Faktor, da zusätzliche Konfigurationen über die Zeit entstehen. Vor dem Hintergrund sind neue Herausforderungen, insbesondere im Kontext des Testens, erkennbar: Während ein Brute-Force-Testen aller Varianten nicht mehr realistisch ist, versagen auch State-of-the-Art-Verfahren zur Variantenauswahl im Kontext der Continuous Integration/Continuous Development (CI/CD)-gestützten Entwicklung mit strengen Ressourcenanforderungen.

Diese Forschung beschäftigt sich im beschriebenen Zusammenhang mit der Konzeptionierung und Erprobung innovativer Testverfahren, die durch den Einsatz von Machine Learning (ML), risikobasierter Priorisierung von Varianten sowie der Rückspeisung von Testfeedback höhere Automatisierung und Effizienz anstreben. Das unten visualisierte Konzept verdeutlicht den Prozess: Ausgangspunkt ist eine Graph-Modellierung eines variantenreichen Systems, wobei Knoten Systembestandteile und Kanten Abhängigkeiten zwischen diesen referenzieren, um die nahtlose Darstellung fehlerverursachender Interaktionen zwischen Systembestandteilen zuzulassen. Die Anwendung eines Graph Neural Networks (GNN) und Kanten-Klassifizierung im nächsten Schritt ermöglicht die Risikoschätzung bisher unbekannter Interaktionen und eine Selektion besonders kritischer Varianten mit hohem Testbedarf im Anschluss. Variantentests finden dabei unter Einsatz eines Software-in-the-Loop (SiL)-Ansatzes und mit verfügbaren Testfällen statt. Testresultate werden abschließend in Form von Trainingsdaten für ein Retraining der GNNs zurückgespeist. Der beschriebene Prozess ist dadurch iterativ und deckt kritische Varianten sukzessive auf.



This illustration demonstrates the effect different fault types have on the performance of a neural network



FORSCHUNGSTHEMA

Resilience Analysis of Safety Critical AI

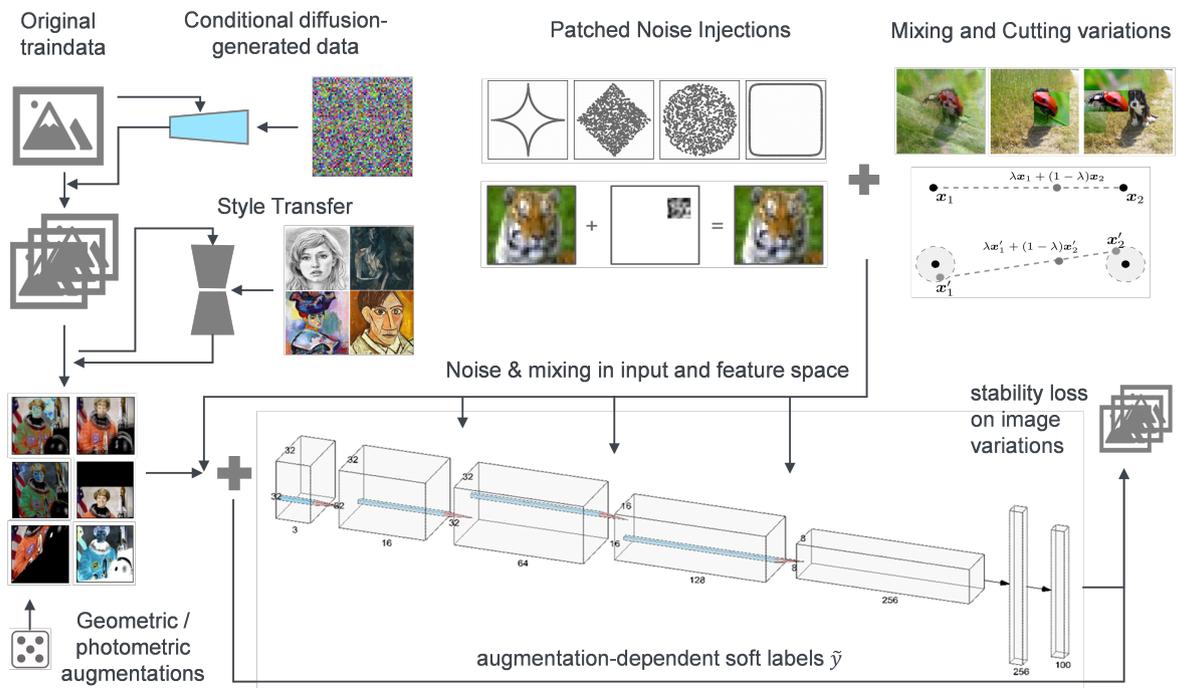
Bearbeiterin: Berit Schürle

As Artificial Intelligence (AI) and deep learning (DL) methods advance, their application in industrial settings has surged, particularly in safety-critical environments. In these contexts, ensuring the reliability and predictability of AI systems is essential, even in the presence of faults. Neural networks, especially in perception systems using both computer vision and lidar data, face two main types of faults: internal and external.

Internal errors often stem from hardware issues like bit flips, which can disrupt neural network computations, leading to incorrect outputs. More common are external faults, where input data is corrupted—due to factors like camera obstructions (rain, dirt, or blind spots) or noise and outliers in lidar sensors. For AI to operate safely in these environments, it must detect and manage these faults effectively.

This research focuses on improving the fault resilience of AI in enhanced perception systems, which combine both image and lidar data. We begin by analyzing the robustness of common network architectures through fault injection, simulating both internal hardware faults and external data corruption. By injecting faults into both image and lidar inputs, we assess how these disruptions affect performance (see Figure1).

Following this, we develop methods to detect these faults and test mitigation strategies designed to reduce their impact, such as implementing redundancy or filtering mechanisms. This process helps identify the most vulnerable areas of the neural network, allowing us to enhance their fault tolerance while maintaining computational efficiency. The result is a more reliable, stable AI system capable of performing safely in real-world, safety-critical conditions.



Architecture of a full data augmentation pipeline for training robust classifiers



FORSCHUNGSTHEMA

Evaluating and Improving Robustness of Image Classification Models

Bearbeiter: Georg Siedel

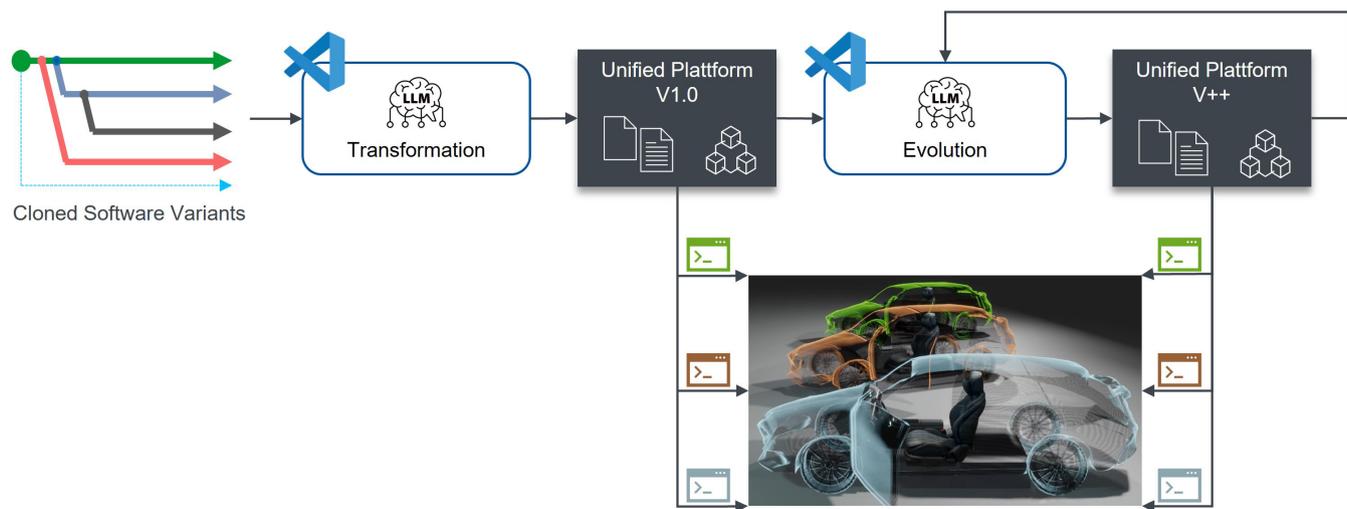
Machine learning based computer vision models are increasingly used for industrial automation tasks. Applications in this area include human-robot collaboration, collision detection, confined space monitoring, and quality assurance. In such automation applications, an incorrect model prediction can lead to a dangerous event.

A particular challenge in ensuring the reliability of vision models is robustness. Robustness describes the ability of a model to maintain its output in the face of perturbations in the input data. Intuitively, a vision model should have a stable output when the input image contains, for example, noise. Unfortunately, vision models are vulnerable to many common corruptions as well as adversarial perturbations.

This research deals with approaches to evaluate and improve the robustness of vision models. From an evaluation point of view, this research aims to investigate robustness metrics and their usefulness from a risk assessment perspective. Some novel robustness metrics have been developed that have the advantage of being highly expressive. In this way, the reliability of the classifier can be evaluated more confidently, since robustness is taken into account.

On the improvement side, this research aims to find ways to train models that are more robust to different types of corruption, mainly using different forms of data augmentation as an approach. It has been shown that a wider range of noise types can be injected into the input data to improve robustness. In addition, model-based approaches based on the creation of new synthetic images are applied. These model-independent methods allow the model to learn a wider range of scenarios and potential perturbations, advancing the state of the art in common perturbation robustness.

By improving robustness and confidently evaluating robustness, this research aims to achieve robust and therefore safe and reliable vision models in the context of industrial automation.



LLM-assistierte Transformation und Weiterentwicklung von geklonten Software-Varianten in eine gemeinsam verwaltete Plattform. Je nach Feature-Auswahl, können verschiedene Varianten für unterschiedliche Fahrzeuge aus der Plattform generiert werden.



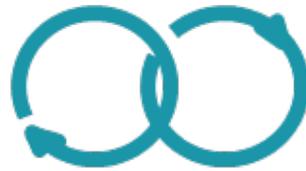
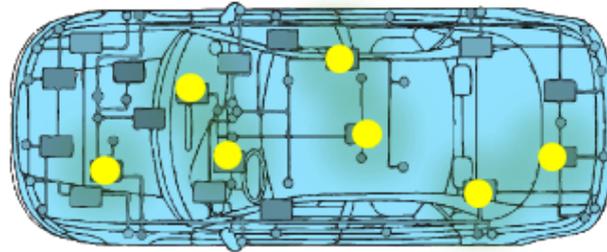
FORSCHUNGSTHEMA

LLM4Var – LLM-assistierte Entwicklung variantenreicher Softwaresysteme

Bearbeiter: Johannes Stümpfle

Variatenreiche Softwaresysteme entstehen durch unterschiedliche und oft widersprüchliche Anforderungen, die zu einer Vielzahl von Varianten innerhalb eines Systems führen. Diese Varianten basieren zwar auf einer gemeinsamen Basis, unterscheiden sich jedoch in bestimmten Features. Besonders im Automobilbereich zeigt sich diese Komplexität, da die Individualisierung von Fahrzeugen eine immer größere Rolle spielt. Die Software moderner Fahrzeuge ist hochgradig anpassbar und variiert je nach Fahrzeug. Diese Variantenvielfalt entsteht meist durch das Kopieren und Anpassen bestehender Softwarevarianten, was jedoch langfristig zu einer stark fragmentierten Codebasis führt, in der jede Variante individuell gewartet werden muss. Dies erschwert die Einführung neuer Features oder das Beheben von Fehlern erheblich und erhöht die Komplexität und den manuellen Aufwand bei der Entwicklung kontinuierlicher Updates.

Diese Forschung untersucht daher, wie Large Language Models (LLMs) die Weiterentwicklung variantenreicher Softwaresysteme unterstützen können. Zwei Aspekte stehen dabei im Fokus: Erstens die Transformation geklonter Varianten in eine einheitliche Plattform, auf der wiederverwendbare Artefakte die Grundlage für die einzelnen Varianten bilden. Zweitens die kontinuierliche, strukturierte Erweiterung dieser Plattform. Besondere Herausforderungen sind dabei die begrenzten Kontextfenster von LLMs und die Verifizierung der generierten Outputs. Die erzielten Ergebnisse werden in einer Visual Studio Code Extension bereitgestellt, die Tool-Support für die Weiterentwicklung solcher Systeme bietet. Als Use Case dient ein intelligentes Cockpit am IAS mit einem Infotainmentsystem auf Basis von Android Automotive OS. Verschiedene Varianten des Infotainmentsystems werden auf das Cockpit deployed und mithilfe des Forschungsansatzes kontinuierlich weiterentwickelt.



Distributed framework for remote testing of ECUs among Automotive OEMs and external suppliers



FORSCHUNGSTHEMA

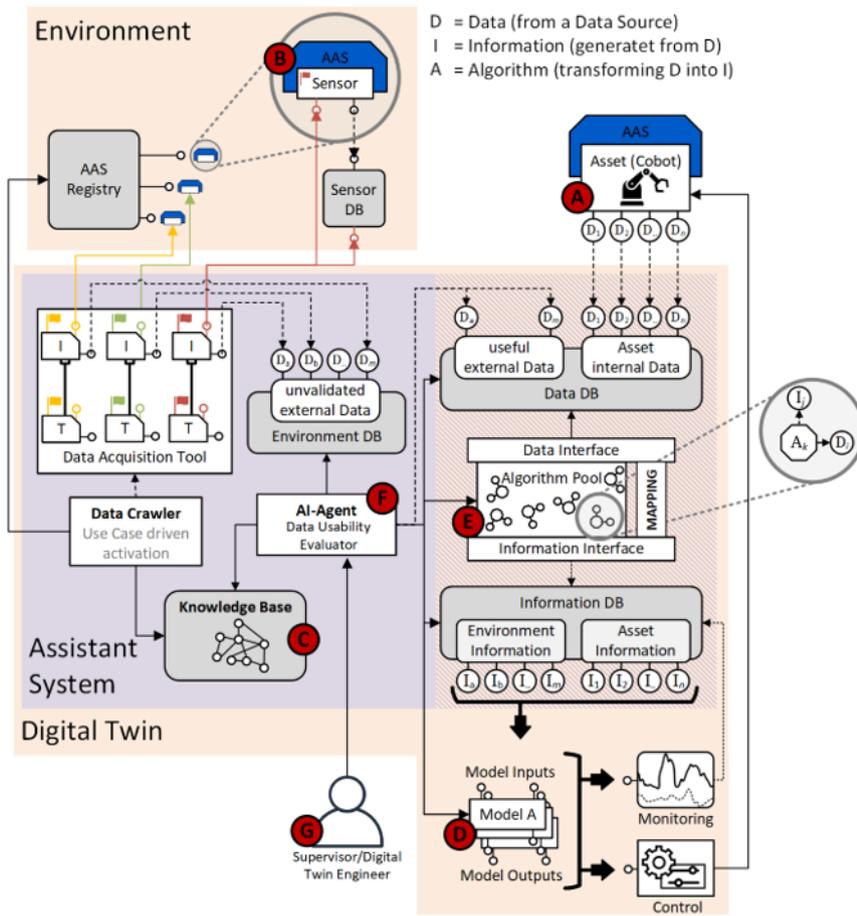
Latenzbewusste Kommunikations- und Testansätze in Verteilten Automobilsteuergeräten

Bearbeiter: Stefanos Tziampazis

Mit der fortschreitenden Zunahme elektronischer Steuergeräte (ECUs) in Fahrzeugen stehen Originalgerätehersteller (OEMs) und ECU-Lieferanten vor erheblichen logistischen Herausforderungen beim Austausch physischer Komponenten. Diese Herausforderungen verlangsamen das Entwicklungstempo und führen zu steigenden Kosten. Während die Verteilung von Funktionen und Komponenten innerhalb bestehender Fahrzeugarchitekturen von zentraler Bedeutung ist, stellt der Übergang von einer lokalen zu einer globalen Verteilungsstruktur – bei der ECUs über Kontinente verteilt sind und nicht mehr in der Nähe zueinander liegen – neue, bislang weitgehend unerforschte Herausforderungen dar. Insbesondere die Bewältigung von Problemen wie Latenz und Synchronisation über große Entfernungen erfordert besondere Aufmerksamkeit.

Diese Forschungsarbeit verfolgt das Ziel, eine Äquivalenz zwischen einer lokalen Testumgebung mit co-lokalisierten Komponenten und einem globalen Testumfeld mit geografisch verteilten Komponenten herzustellen. Hierbei werden algebraische Methoden eingesetzt, um die Kommunikationsmuster sowie die Anforderungen der lokalen Kommunikation zu formalisieren und zu analysieren, wie sich diese in einem globalen Kontext verändern. Wesentliche Aspekte der Analyse sind das zeitliche Verhalten und die notwendige Synchronisation aufgrund von Latenzen.

Die praktischen Ergebnisse der Forschung konzentrieren sich auf den Aufbau einer globalen Kommunikations- und Testplattform, die zeitliche und kausale Anforderungen wie Synchronisation und Ereignisreihenfolge berücksichtigt. Dies ermöglicht es OEMs und ihren Lieferanten, Geräte über das Internet aus der Ferne zu integrieren. Um die kritischste Einschränkung in vielen verteilten IoT-Umgebungen – die Latenz – zu überwinden, wird ein Hybrid-Synchronisationsansatz eingesetzt, der eine nachträgliche Abstimmung von Systemoperationen und -ergebnissen ermöglicht.





FORSCHUNGSTHEMA

Synchronisierung des Digitalen Zwillings mit externen Daten- und Informationsquellen zur Laufzeit

Bearbeiter: Gary Hildebrandt

Der Digitale Zwilling nimmt eine zentrale Rolle in der Automatisierungstechnik ein. Damit er synchron mit dem physischen Asset (A) bleibt und das Verhalten des Assets simulieren kann, ist er auf Daten angewiesen, die den aktuellen Zustand widerspiegeln.

In einer IoT-geprägten Umgebung erzeugen Geräte kontinuierlich Daten, welche ergänzende Informationen zur Abbildung des physischen Objekts ermöglichen. Abzuschätzen, welche Daten welches Asset abbilden können, ist jedoch komplex und zeitaufwendig, was ein manuelles Verfahren unwirtschaftlich macht.

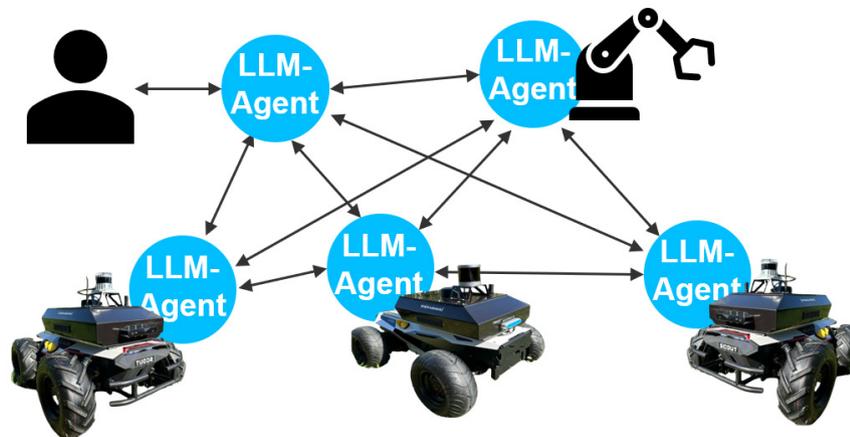
Ziel der Arbeit ist es daher, den Digitalen Zwilling zu befähigen, externe Datenquellen in der Umgebung zu erkennen und anzubinden. Um eine effiziente Datenverwertung sicherzustellen, muss die Relevanz der externen Datenquellen bewertet werden.

Für jede externe Datenquelle wird ein eigener Connector instanziiert, der die Integration unabhängig vom verwendeten Kommunikationsprotokoll ermöglicht. Meta-Informationen zu den externen Sensoren und deren Daten, bereitgestellt über standardisierte Beschreibungen aus der Verwaltungsschale (B), sowie die Beschreibung der internen Komponenten des Digitalen Zwillings (C) unterstützen die Entscheidung über die Nutzbarkeit der Datenquellen für das spezifische Asset.

So könnte beispielsweise die Nähe einer erkannten Person zu einem Cobot (A) als Information für eine Bewegungssteuerung durch ein Model (D) herangezogen werden, ohne dass der bildgebende Sensor manuell integriert werden muss.

Um Daten wie Videobilder in Informationen wie die Position einer Person relativ zum Cobot umzuwandeln, wird ein Pool an Algorithmen zur Datentransformation (E) benötigt. Basierend auf den Meta-Informationen der Daten, Modelle und Algorithmen werden über einen KI-Agenten (F) passende Transformationswege ermittelt und als Vorschlag an den Supervisor (G) weitergegeben.

Auf diese Weise wird dieser bei der Integration von Daten in zukünftigen vernetzten Produktionssystemen enorm unterstützt, behält aber stets die Kontrolle und den Überblick über die Gegebenheiten in der Produktion.





FORSCHUNGSTHEMA

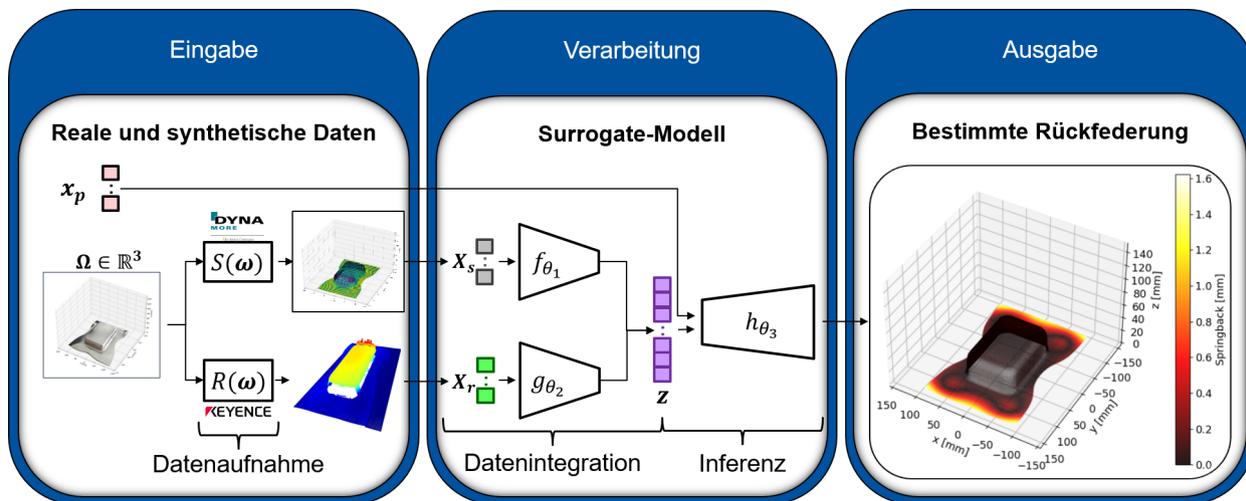
Kontextabhängige Entscheidungsoptimierung von komplexen modularen Automatisierungssystemen in dynamischen Umgebungen

Bearbeiter: Johannes Sigel

Modulare Automatisierungssysteme, wie sie gegenwärtig in zunehmendem Maße in Produktionsanlagen zum Einsatz kommen, sind darauf angewiesen, sich kontinuierlich neuen Gegebenheiten anzupassen. Insbesondere die Transportfahrzeuge, welche die Aufgabe erfüllen, verschiedene Werkstücke zwischen den Anlagen zu transferieren, gewinnen zunehmend an Bedeutung. In Abhängigkeit von der jeweiligen Auftragslage ist die kurzfristige Umsetzung von Änderungen in der Zusammenarbeit der Fahrroboter erforderlich. Die dynamische Umgebung, in der die Fahrzeuge agieren, führt zudem zu einer Vielzahl an unvorhergesehenen Situationen, auf die die Transportroboter adäquat und sicher reagieren müssen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wird ein Konzept entwickelt, welches einen anpassungsfähigen Aufbau und eine flexible Kommunikation von verschiedenen Modulen eines Automatisierungssystems ermöglicht. Entsprechend des Agentenansatzes erfolgt eine gemeinsame Verhandlung der Module hinsichtlich der Ausführung eines Auftrags. So kann das System nach verschiedenen Parametern und Aspekten, darunter Kosten, Auslastung, Nachhaltigkeit und Safety, während der Laufzeit optimiert werden.

Zur Umsetzung und Evaluierung der Konzeption wird ein Modellprozess mit einem System aus verschiedenen Unmanned Grounded Vehicles (UGVs) realisiert. Diese werden mit Large-Language-Model-basierten Agenten (LLM-Agenten) ausgestattet, da diese in der Lage sind, verschiedenste Formen von Informationen zu verarbeiten und auszuwerten. Durch die LLM-Auswertung der Umgebungsinformationen ist es nun möglich, den Kontext der aktuellen Situation zu erfassen und somit flexibel auf die jeweiligen unterschiedlichen Situationen zu reagieren. Dabei hilft auch die umfangreiche Wissensbasis, mit der die LLM-Agenten trainiert wurden, sodass auch in unvorhergesehenen Situationen ein verbesserter Entscheidungsprozess durchgeführt werden kann.



EVA Konzept der Verarbeitungspipeline. Von Eingang der Daten in unterschiedlichen Modalitäten, verarbeitet das Surrogate-Modell dieser, um dann die Rückfederung zu bestimmen.



FORSCHUNGSTHEMA

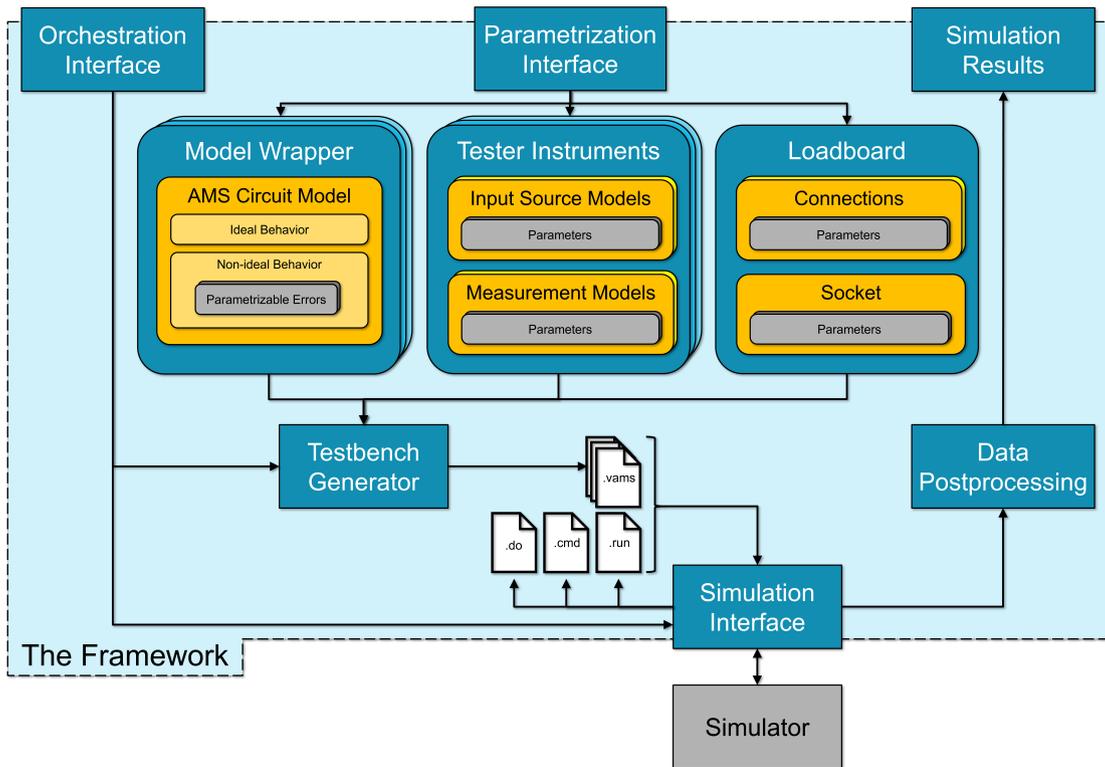
KI-gestützte Methoden zur Beschleunigung von Simulationen in der 3D-Wirkflächenanalyse

Bearbeiter: Sebastian Baum

Die Simulation technischer Systeme, wie z. B. der Wirkflächen in der Umformtechnik, ist heute ein unverzichtbarer Bestandteil des Entwicklungsprozesses, der Zeit und Kosten signifikant reduziert. Diese Simulationen basieren typischerweise auf der Finite-Elemente-Methode (FEM) und ermöglichen die Analyse komplexer 3D-Wirkflächen unter Anbetracht verschiedener Eigenschaften des Werkstoffs wie Dicke, Dehnung und Spannung. Obwohl diese Simulationstechniken weit verbreitet sind, weisen sie noch immer mehrere Nachteile auf, die bis heute ungelöst sind.

Ein zentrales Problem ist, dass die Simulationen sehr stark von der geometrischen Komplexität der untersuchten Komponenten abhängig sind. Darüber hinaus sind FEM-Simulationen in der Regel nicht differenzierbar, was die Anwendung mathematischer Optimierungsverfahren erschwert. Zudem zeigt sich oft eine Diskrepanz zwischen den Simulationsergebnissen und den realen Beobachtungen, was als „Realitäts-Simulations-Lücke“ bezeichnet wird. Besonders deutlich wird diese Lücke bei Prozessen, die sensitiv auf Umgebungsbedingungen reagieren, wie beispielsweise in der Umformtechnik. Hier können nicht-modellierte Einflüsse zu signifikanten Abweichungen führen. Die notwendigen manuellen Anpassungen zur Kompensation dieser Differenzen sind zeitaufwändig.

Unsere Forschung konzentriert sich auf die Entwicklung KI-gestützter Methoden auf Basis von Graphen zur Minimierung dieser Nachteile herkömmlicher Simulationen im Kontext von 3D-Wirkflächenänderungen. Diese Modelle, zur Überwindung dieser Nachteile, werden als Surrogate-Modelle bezeichnet. Graphen haben sich als besonders effektive Struktur zur Repräsentation komplexer Flächen in Simulationen erwiesen, weswegen das Surrogate Modell Graphen verarbeitet. Die Graphen resultieren von realen und synthetischen Daten, womit dessen das Surrogate-Modell die Rückfederung bestimmt. Ziel ist es, eine präzisere Vorhersage des realen Verhaltens zu ermöglichen und die Übertragbarkeit von Simulationsergebnissen in die Praxis zu verbessern.





FORSCHUNGSTHEMA

Virtual Test for mixed-signal Circuits: Digital Twin based Development of Post-Silicon Tests

Bearbeiter: Thorben Schey

Chips are tested for proper function after they have been manufactured. This is done with the support of special test equipment that applies signal patterns to the various connections on the chip or to test pads on the wafer. The execution of the test sequences is controlled by a program on the test equipment. For this purpose, it is designed and optimized by test engineers. However, the validation of the test program itself can only take place when the chip is available and can be connected. To perform the validation of the test program before the tapeout, simulations of the chip behavior are used.

Until now, simulations of the digital circuits of a chip have been widely researched. However, most chips also have analog mixed signal (AMS) circuits that convert, for example, an analog input voltage to a digital representation. Both the testing itself and the test program design for AMS circuits are time-consuming and thus costly. Accordingly, the use of simulations for AMS circuits and thus the possibility to already validate the test program in parallel to the tapeout process is particularly interesting. One of the difficulties with AMS simulations is their complexity, since SPICE-level simulations are usually used.

In this research, a simulation approach based on behavioral models is analyzed. With this, the behavior of AMS circuits is abstracted so that it can be calculated with less effort. Alternative calculation methods, such as combined models of different abstraction levels, are also used for this purpose. Based on these behavioral models, a framework with interfaces to test programs is under development. By using optimization strategies, we further plan to optimize the test programs and have them generated from scratch.

Interoperability in Software-Defined Vehicle Ecosystem

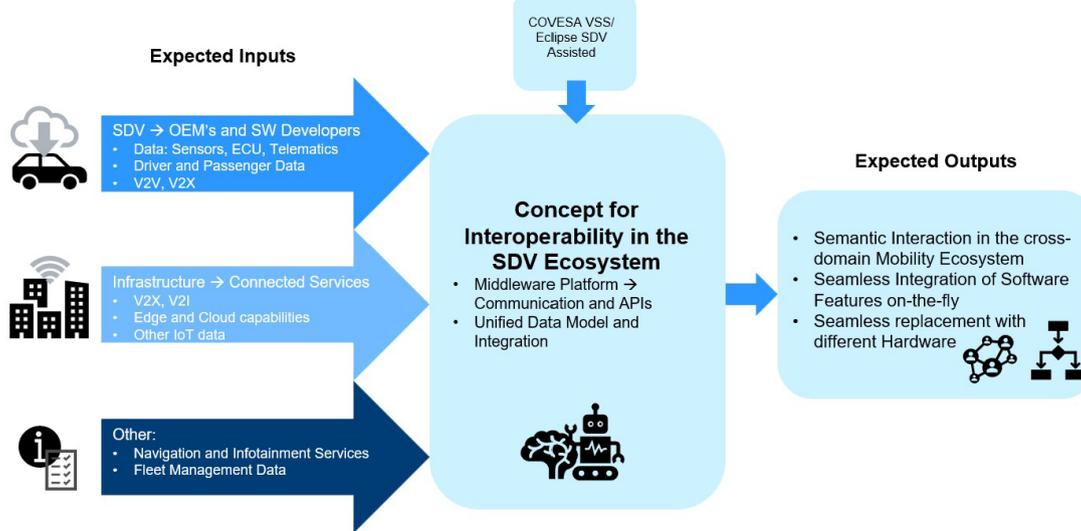


Figure 1: Conceptual Block Diagram for achieving Interoperability in the SDV Ecosystem



HINZUKOMMENDE FORSCHUNGSTHEMEN

Enabling Interoperability in Software-Defined Vehicle Ecosystem for Seamless Integrated Operations

Bearbeiter: Akshay Narla

The concept of software-defined vehicles (SDVs) is rapidly transforming the automotive industry, driven by the increasing need for flexibility, scalability, and seamless integration of new features to improve the overall user experience. The ability to quickly adapt and install new features, connect to smart infrastructure, and provide personalized services is critical as vehicles move from hardware-dependent systems to software-driven ecosystems. However, these advances also bring complex challenges, particularly around the interoperability of the heterogeneous systems within the vehicle, between vehicles, and across the broader mobility ecosystem.

Integrating hardware and software from multiple vendors, enabling feature-plug-and-play and device-plug-and-play are significant barriers to achieving true interoperability. Inconsistent data formats, proprietary interfaces, and a lack of unified APIs often result in isolated system islands that make it difficult for vehicles to adapt to new hardware or work together with external infrastructure in a cohesive manner. These challenges highlight the need for a flexible software architecture that can support seamless integration and data sharing across systems, domains, and environments to derive value-added services.

By enabling communication and data exchange through hardware abstraction and appropriate interfaces, this approach enables real-time collaboration between heterogeneous systems, both within the vehicle and with external infrastructures thereby achieving interoperability in the mobility ecosystem. Figure 1 presents a conceptual block diagram for achieving interoperability. The benefits of this research include easier integration of new features and improved scalability for future developments in autonomous driving, smart cities, and connected ecosystems.

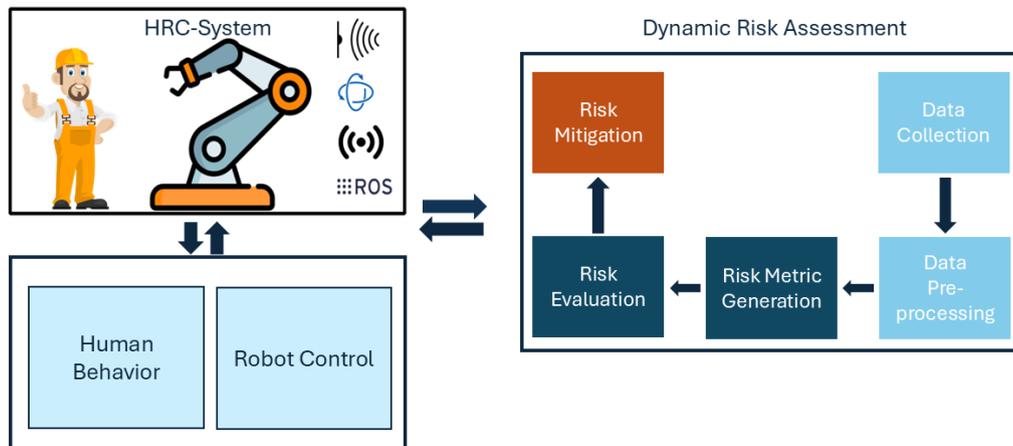


Figure 1: Conceptual Block Diagram for achieving Interoperability in the SDV Ecosystem



HINZUKOMMENDE FORSCHUNGSTHEMEN

Risk Assessment of Dynamic HRC Environments

Bearbeiter: Georgios Katranis

The increasing adoption of Human-Robot Collaboration (HRC) in manufacturing presents new challenges in safety. As industries transition from mass production to mass customization, the integration of collaborative robots (cobots) has become essential for balancing efficiency with flexibility. Cobots, designed to work safely alongside humans, bring together robotic precision and human cognitive abilities to handle complex, adaptive production processes. However, the dynamic nature of these environments, where tasks and interactions continually evolve, necessitates robust risk assessment strategies. These strategies must address not only the physical safety of workers but also ensure the seamless collaboration between humans and robots in unpredictable, fast-changing scenarios.

One of the critical gaps in current research is the absence of clear, objective metrics for classifying risks in dynamic HRC environments. Without well-defined standards, assessing and mitigating hazards effectively becomes a challenge. In particular, there is a lack of anthropocentric metrics that account for human behavior within these collaborative workspaces, which is crucial for ensuring that operational efficiency does not come at the expense of the human operator's safety and well-being. Additionally, while ISO/TS 15066:2016 outlines safety requirements for collaborative robots, there remains a need for more holistic approaches that harmonize these standards with real-world industrial applications. A comprehensive framework that integrates safety standards with the practical needs of HRC systems is essential to address the evolving complexities and ensure a safer, more efficient collaboration between humans and robots.

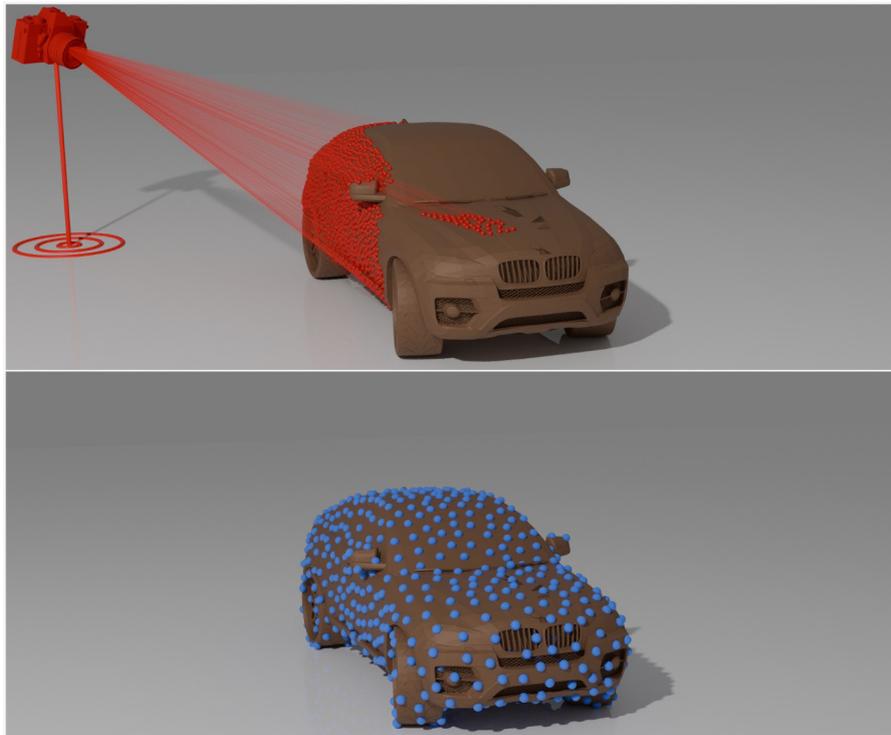


Illustration der Vervollständigung der Form ausgehend von einer Punktwolke aus einer einzelnen Perspektive



HINZUKOMMENDE FORSCHUNGSTHEMEN

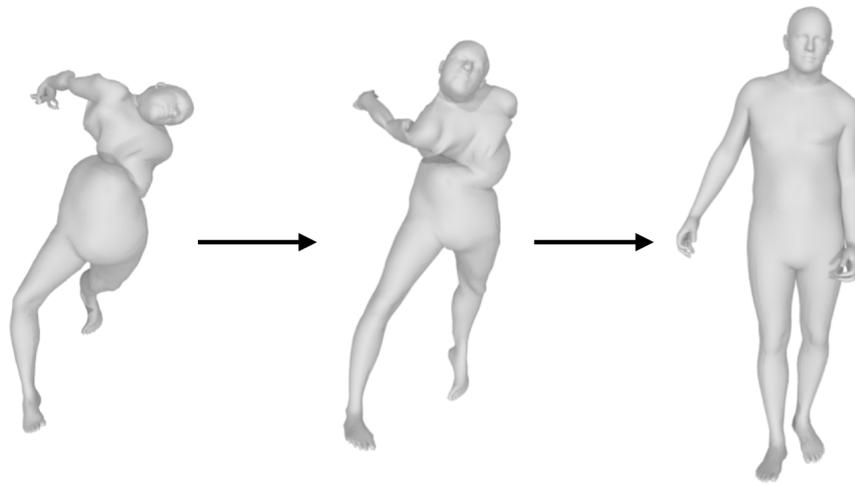
Formschätzung mithilfe von Diffusion Models

Bearbeiter: Eugen Ernst

LiDAR-Sensoren sind für die Automobilindustrie, besonders im Bereich des autonomen Fahrens, von zentraler Bedeutung. Sie erzeugen dreidimensionale Punktwolken (Point Clouds), die eine präzise Darstellung der Umgebung bieten. Im Vergleich zu Kameradaten sind Point Clouds robuster, insbesondere unter schwierigen Bedingungen wie Dunkelheit oder schlechtem Wetter, was sie ideal für Echtzeitanwendungen wie 3D-Mapping, Objekterkennung und Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) macht. Dadurch werden sicherere Fahrentscheidungen ermöglicht.

Allerdings haben Point Cloud Daten oft Lücken oder unvollständige Bereiche, zum Beispiel bei weit entfernten oder stark reflektierenden Objekten. Diese Lücken erschweren eine präzise Analyse und Modellierung. Um dieses Problem zu lösen, kommen generative KI-Modelle, insbesondere Diffusion Models, zum Einsatz. Diese Modelle, ursprünglich für Bilddaten entwickelt, lernen die Struktur der Punktwolken und können fehlende Punkte rekonstruieren. Hierdurch können diese Modelle den Bedarf an teuren Sensoren verringern, da sie unvollständige Sensordaten effizient vervollständigen oder rekonstruieren können.

In der Automobilindustrie könnte die Point Cloud Generation mithilfe von Diffusionsmodellen dazu verwendet werden, qualitativ hochwertige Punktwolken zu erzeugen, auch wenn die Daten unvollständig oder verrauscht sind. Dies verbessert nicht nur die Datenverarbeitung, sondern auch die Sicherheit und Effizienz autonomer Fahrtechnologien. Diffusionsmodelle bieten somit eine vielversprechende Grundlage für zukünftige Entwicklungen in der Sensordatenverarbeitung der Automobilbranche.



Illustration, wie menschliche Posen mit Diffusion Models erzeugt werden können



HINZUKOMMENDE FORSCHUNGSTHEMEN

Diffusion Models für die menschliche Posenschätzung

Bearbeiter: Rezha A. Tanuharja

Ein neuartiges Forschungsgebiet im Bereich der generativen künstlichen Intelligenz ist der Einsatz von Diffusion Models, die in der Lage sind, auf Grundlage vorhandener Daten künstlich neue Daten zu generieren. Herr Tanuharja untersucht in seiner Forschung die Anwendung dieser Modelle zur Schätzung der menschlichen Pose im dreidimensionalen Raum, was ein wichtiges und komplexes Problem in der Computer Vision und Robotik darstellt.

Eine der zentralen Herausforderungen bei der Bestimmung menschlicher Körperhaltungen aus Bildern, Videos oder Sensordaten sind Verdeckungen oder Mehrdeutigkeiten, die eine klare Ableitung von Posen aus Bilddaten erschweren. Herr Tanuharjas Arbeit zielt darauf ab, Diffusionsmodelle so anzupassen, dass sie fehlende Informationen ergänzen und damit zuverlässige Schätzungen der menschlichen Posen ermöglichen. Ein wichtiger Bestandteil seiner Forschung ist dabei die Anpassung der Modelle, sodass sie korrekt mit Gelenkwinkeln umgehen können.



Demonstrationen im Projekt

Software-Defined Car (SofDCar)

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekts SofDCar widmet sich das IAS im Zusammenspiel mit 6 anderen Instituten an der Universität Stuttgart, dem KIT und namhaften industrie-Unternehmen der Zukunft der Automobilsoftware. Das Ziel: Neue Funktionen im und um das Fahrzeug sollen künftig schneller entwickelt werden und zu den Fahrzeugen gelangen –ein Fahrzeugleben lang.

Auf Seiten der Forschung geht es um Digitale Nachhaltigkeit für Entwicklung und Betrieb von Automobilen von den eingebetteten Computern im Fahrzeug bis in die Cloud. Hauptaugenmerk liegt auf einer End-to-End-Referenzarchitektur für die Fahrzeuge der Zukunft. Hierzu wird aktuell ein breites Feld an Forschungsfragen zur automatisierten Bereitstellung von Software und der Sicherheit neuer Funktionalitäten im laufenden Fahrzeugbetrieb bearbeitet.

Ein wesentlicher Beitrag der Universität Stuttgart zum Gesamtprojekt ist der Aufbau eines Demonstrators. Mittels einer 5G-Teststrecke um die Arena2036 können unter realitätsnahen Bedingungen Testfahrzeuge und andere Testaufbauten aller Partner getestet werden. Durch die Anbindung der am Projekt beteiligten Demonstratoren (bspw. IAS-Cockpit, intelligente Flotte, Fahrsimulator, Vehicle-in-the-Loop-Prüfstand) sind darüber hinaus für alle Partner auch nicht-Straßentaugliche Aufbauten test- und analysierbar. Damit wird eine durchgängige Test- und Experimentierumgebung von der Ebene einzelner Komponenten über (Teil-)Systeme bis hin zu kompletten Fahrzeug(-flott-)en im Straßenverkehr oder im Fahrsimulator gewährleistet.

Im Zuge des geplanten Projektabschlusses wurde dieses Jahr alles auf die Finalisierung der Forschungs-Demonstratoren und deren Integration mit Partnern ausgerichtet. Insbesondere im Bereich der 5G-Teststrecke hat das IAS große Erfolge erzielt, da die letzten Elemente der Infrastruktur aufgebaut und alle geplanten Demonstratoren umgesetzt werden konnten. Die Partner demonstrierten im Jahr 2024 sowohl im Rahmen des „Plug Fests“ als auch des Abschlussevents ihre Projekte entlang diverser Themeninseln zur Data Loop, zur E/E-Architektur, zum Digitalen Zwilling und vielen mehr vorgestellt.

FORSCHUNGSPROJEKT IntelliClamp



Entwicklung eines smarten Sensormoduls zum Einsetzen in Werkzeugspannfutter

Das Projekt „IntelliClamp“, gefördert durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) wird in enger Kooperation mit einem Mittelstandsunternehmen durchgeführt. Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf einer bisher rein mechanischen Spanneinheit einer Drehmaschine. Das Ziel besteht darin, diese Spanneinheit mittels Komponenten der Sensorik und Kommunikation auszurüsten. Die Herausforderung liegt in der Selbstständigkeit der Spanneinheit von der Drehmaschine sowie den anspruchsvollen Betriebsbedingungen.

Die Aufgabe des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) erstreckt sich über die Entwicklung von Sensoren bis zur Implementierung von Algorithmen, die die Funktionalitätsaspekte adressieren. Ein zentraler Algorithmus, implementiert vom IAS, fokussiert die prädiktive Instandhaltung. Mittels datengetriebener Verfahren soll ein möglicher Ausfall der Spanneinheit vorhergesagt werden. Eine zusätzliche Herausforderung liegt in der Stromversorgung der Spanneinheit, die aufgrund ihres autonomen Betriebs über mehrere Monate hinweg gewährleistet sein muss. Dadurch muss bei der Auswahl nicht nur auf ultra-low-power Microcontroller verwendet werden, sondern eine detaillierte Logik wann wie viele Daten aufgezeichnet werden. Des Weiteren müssen sämtliche Komponenten den hohen Rotationsgeschwindigkeiten der Drehmaschine standhalten.

Durch den gezielten Einsatz von Sensorik und datengetriebenen Algorithmen realisiert das Sensorsystem erhebliche Kosteneinsparungen und zeitliche Effizienzgewinne, indem unvorhergesehene Ausfälle vermieden und zusätzliche Erkenntnisse bezüglich Wartungsarbeiten sowie der Optimierung der Spanneinheit generiert werden.



Empfangsstation zur Datenverarbeitung



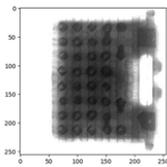
Nachbildung des Werkzeugspannfutters

Robuste Wirkflächenauslegung für mehrstufige Blechumformprozesse auf Basis einer daten- und berechnungsbasierten Ersatzmodellierung der Bauteilrückfederung

Das Projekt „RobuWirk“ ist eine Kooperation zwischen dem Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) und dem Institut für Umformtechnik (IFU) an der Universität Stuttgart und Teil des Schwerpunktprogrammes (SPP) 2422 „Datengetriebene Prozessmodellierung in der Umformtechnik“ der deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Das Projekt zielt darauf ab, die Geometrien von Blech-Werkstücken nach dem Tiefziehvorgang präzise zu schätzen. Beim Tiefziehen entstehen Spannungen im Metall, die dazu führen, dass das Werkstück sich nachträglich verformt, sobald überschüssiges Material entfernt wird. Diese Verformung führt zu Unterschieden zwischen dem geplanten und dem tatsächlichen Werkstück. Diese Verformung resultiert aus zahlreichen überlagernden stochastischen Effekten, weswegen die aktuelle Vorhersage nur mit sehr rechenintensiven Simulationen auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM) möglich ist. Diese FEM Simulationen sind geometrisch sensitiv, was zur Folge hat, dass bei Änderungen der Prozessparameter die Simulation zeitaufwändig neu berechnet werden muss oder der Prozess selbst manuell angepasst werden muss, um unerwünschte Werkstückverformungen zu minimieren.

Aktuell wird die Rückfederung mithilfe von aufwendigen Simulationen approximiert, was jedoch nicht flexibel ist und nicht auf andere Prozesse ohne erneute Berechnung angewendet werden kann. In diesem Projekt kooperieren IFU und IAS, um ein Modell zu entwickeln, das die Rückfederung schneller als herkömmliche FEM Simulationen schätzen kann. Das IFU erstellt einen Datensatz, der den Rückfederungseffekt in knapp eine Millionen Simulationen abbildet. Das IAS analysiert diesen Datensatz und gestaltet wesentlich das Modell, das später zur Schätzung verwendet wird.

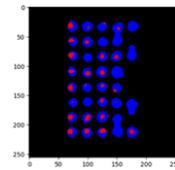
Neben der Modellerstellung ist das IAS in einer Arbeitsgruppe aktiv, die die Position der Sensoren und den Datenfluss innerhalb der Umformmaschine analysiert. Das Hauptziel dieses Projekts besteht darin, nicht nur die Rückfederung zu schätzen, sondern auch das Tiefzieh-Werkzeug automatisch anzupassen, um die gewünschten Ergebnisse rasch zu erzielen. Diese Anpassung erfolgt Gradienten basiert, was mit den aktuellen Simulationen nicht möglich ist.



Ursprüngliche Vorbelastung



KI-Basierte Auswertung



Identifikation und Erstellung
der Belastungsvektor



Vorhersage

Hybrider Modellansatz zur Zustandsbewertung komplexer elektronischer und mechatronischer Baugruppen

Selbstvalidierung komplexer elektronischer Systeme in sicherheitskritischen Mobilitätsanwendungen auf Basis von Grey Box-Modellen (SesiM)

Ein essenzieller Beitrag bei der Verminderung von Betriebsstörungen im Bereich der Mobilitätsanwendungen soll durch das vom BMWK geförderte Projekt „SesiM“ realisiert werden. Mithilfe des Digitalen Fingerabdrucks stehen Daten zur Verfügung. Das Augenmerk des IAS zur Verwendung der Daten liegt in der Erstellung eines hybriden Modells. Solche Modelle entstehen durch die Kombination von physikalischen Modellen mit datengetriebenen Modellen (z.B. LSTM-Netzwerke).

Die Implementierung einer KI-basierten Zustandsüberwachung für die dynamische Reaktion bei Abnutzungserscheinungen in der Nutzung von multifaktoriellen elektronischen Systemen in Anwendungsgebieten wie beispielsweise der Bahn- und Automobiltechnik ist die Intention des Projektes. Mittels der beschreibenden Daten des digitalen Fingerabdrucks der einzelnen elektronischen Baugruppen stehen Prozess-, Qualitäts- und Belastungsdaten bereit für die richtungsweisende Modellbildung.

Auf Grundlage der selektierten, die elektronische Baugruppe spezifizierenden Kenngrößen des digitalen Fingerabdrucks befasste sich das IAS in der bisherigen Projektzeit mit der Identifikation und Konzeption der entscheidenden Modelle zur Zusammenstellung der hybriden Modelle. Die Arbeitspakete zum Entwurf der hybriden Modelle für die Prototypenanwendungen als auch die Anfertigung eines Konzepts zur charakteristischen Systemspezifizierung während der Nutzungsphase sind unter der Leitung des IAS. Die verfügbaren Fakten ermöglichen mittels der Modelle einen selbsttätigen Entschluss. Zur Zeit werden anhand der im Projekt durch die Partner Bosch, Siemens und Fraunhofer IZM zur Verfügung gestellten digitalen Fingerabdrücke der prototypischen Elektronikbauteile die konzeptionierten Modelle realisiert und in der verbleibenden Projektlaufzeit evaluiert.



SI4: Risk Analysis of Industrial CPS

Cyber-Physical Systems (CPS) embody the Industry 4.0 paradigm shift, presenting new risk analysis challenges due to their complexity. Traditional Risk Assessment Methods (RAM) require adaptation to effectively model the dynamic, interconnected nature of such systems, particularly when incorporating AI components. The SI4 project, supported by the Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), focuses on advancing RAMs for Industrial CPS, incorporating machine learning for enhanced safety and reliability.

The main project goal is to evaluate the applicability of modern model-based RAMs for the analysis of Industrial CPS with machine learning components. Throughout the SI4 project, we have performed an extensive systematic literature review of the available methods and tools for risk assessment. We have discovered the research gap for risk assessment of Industrial Cyber-Physical Systems. The resulting review paper has been submitted to the Safety Science journal. The other part of the project concerns Machine Learning and Industrial CPS safety.

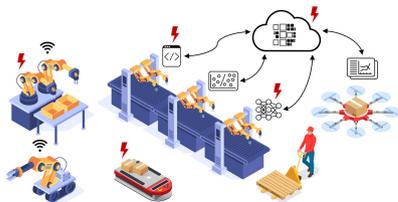
We have address two aspects:

(i) fault-tolerance of ML components that are becoming integral parts of modern industrial CPS and (ii) application of ML methods to improve the reliability and safety of Industrial CPS.

As part of the final phase of the SI4 project, we developed a demonstrator aimed at showcasing the limitations and advancements of risk assessment methods for Industrial CPS. This demonstrator leverages a smart factory model to dynamically simulate industrial processes. It offers flexible, reconfigurable operational modes that directly influence cost of production and failure rates.

Three key risk assessment tasks are integrated into the demonstrator:

Fault Tree Analysis for analyzing system redundancy, Stochastic Petri Nets for simulating concurrent processes with stochastic failures, and Probabilistic Model Checking implemented with Dual-graph Error Propagation Models for advanced error analysis. The practical implementation of these methodologies revealed both the strengths and limitations of classical approaches in handling the dynamic, reconfigurable nature of CPS.



Konzept zur Erkennung von Fehlerzuständen im Antriebsstrang vernetzter Fahrzeuge

OTRACE (ICM – INDU2) - Over the Air Communication for sustainable Energy Management of Fleets

Im öffentlichen Nahverkehr ist der Umbruch von dieselbetriebenen Fahrzeugen zu E-Antrieben in vollem Gange. Da die Menge an mitgeführter Energie jedoch durch das Gesamtgewicht des Fahrzeugs limitiert ist, ist auch die Reichweite begrenzt. Eine Reichweitenerhöhung kann demnach bei gleichem Gewicht des Energiespeichers durch Energieeinsparung im Fahrzeug realisiert werden.

Softwareseitig bieten (Fahr) Funktionen, die nicht nur individuelle Daten, sondern Daten aus der gesamten Flotte sowie externen Datenquellen nutzen, ein großes Reichweitenpotenzial. Diese können in die Cloud ausgelagert werden und senken damit die notwendige Rechenpower im Fahrzeug.

Ziel ist es, die Reichweite von Elektrofahrzeugen – im Projekt beispielhaft Stadtbusse – durch die gemeinsame Nutzung von Daten aus Fahrzeugen bzw. Fahrzeugflotten zu erhöhen.

Dazu werden Informationen der Fahrzeuge in die Cloud gesendet und dort ausgewertet, um mittels neuer datengetriebener Funktionen, Energieeinsparpotenziale im Fahrzeug auszuschöpfen. Durch den gesenkten Energieverbrauch kann die Reichweite der Elektrofahrzeuge gesteigert werden. Zudem werden Lernvorgänge und verbundene Software-Funktionalitäten in die Cloud ausgelagert. Diese Auslagerung von Berechnungen erlaubt die Einsparung von Steuergeräten (oder Teilen davon) im Fahrzeug, was wiederum die Kosten pro Fahrzeug senkt.

Informationen der Fahrzeugflotte in der Cloud bzw. einer IoT-Plattform werden analysiert, um lernende und datengetriebene Funktionalitäten aufzubauen. Als Evaluationsbeispiel dient im Projekt die Heizungs-/Lüftungs-

und Klimaanlage (HLK) eines Stadtbusses, die neben dem Antriebssystem den zweitgrößten Energieverbraucher darstellt. Im Projekt wird daher die Kabinensolltemperatur mittels KI-Methoden unter Berücksichtigung des Predictive Mean Vote in der Cloud optimiert. Dadurch wird der Energieverbrauch der HLK reduziert und die Reichweite erhöht. Für den Informationsaustausch zwischen Fahrzeug und Cloud werden Aggregationsverfahren eingesetzt, die Zeitreihen innerhalb eines definierten Bereichs zusammenfassen. So kann die Kommunikationsbandbreite optimal genutzt werden um die umfassenden Informationen über das HLK System und relevante Parameter in der "intelligent Edge" bzw. der Cloud bereitzustellen.



Übersichtsbild des Vorhabens ICM SD-Mobi2

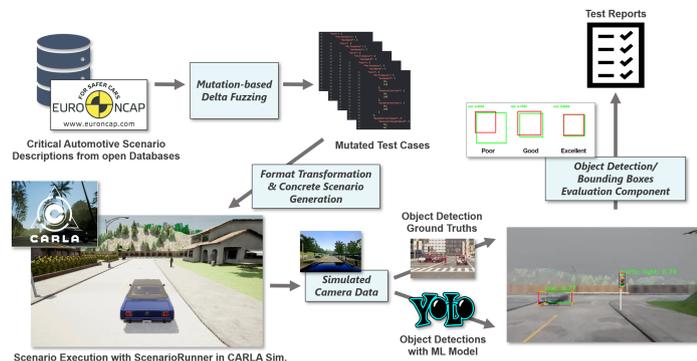
FORSCHUNGSPROJEKT ICM TESSOF

Standardisiertes Testverfahren für hochkonfigurierbare Softwaredefinierte Mobilitätssysteme im Betrieb

Ziel des TESSOF-Projekts ist die Evaluierung und Standardisierungs-Initiierung innovativer Verfahren für den Test hochkonfigurierbarer softwaredefinierter Mobilitätssysteme. Der entstehende enorme Variantenreichtum von Mobilitätssystemen stellt für die effiziente Absicherung dieser eine große Herausforderung dar, für deren Bewältigung geeignete Testverfahren fehlen. Das Projekt bündelt im Rahmen des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft dafür Forschungsanstrengungen mehrerer Institute der Universität Stuttgart und des KIT.

Nach der Auswahl der YOLO-Objekterkennung als geeignetes variantenreiches Testobjekt, des CARLA Simulators als optimale Testumgebung und dem Entwurf eines detaillierten Testprozesses im vergangenen Jahr lagen dieses Jahr insbesondere Implementierungsbemühungen im Fokus. Während von den Projektpartnern mit Fuzzing- und Samplingmethoden Auswahl- und Testverfahren für YOLO-Varianten beigetragen wurden, befasste sich das IAS insbesondere mit der Realisierung des eigentlichen Variantentests in CARLA. Durch die Simulation kritischer Automotive-Szenarien und Kamera-Sensorik in der Simulationsumgebung werden die Input-Daten für die YOLO-Varianten generiert, während nachgelagerte Komponenten die Auswertung von Bounding-Box-Schätzungen vornehmen. Auswertungsergebnisse fließen wiederum als Feedback in die Testprozesse mit ein, um so iterativ kritische Varianten und Szenarien, welche zu einem Versagen der Objekterkennung führen, möglichst effizient aufzudecken.

In der aktuellen Phase des Projekts sind erste Umsetzungen der Auswahl- und Testverfahren, sowie der CARLA-basierten Testausführung funktionsfähig. Das IAS demonstrierte bereits die Simulation von Open-Source-Szenarien sowie die Ausführung und Auswertung einer YOLO-Variante in CARLA. Im nächsten Schritt wird die Integration einzelner Systembestandteile, insbesondere mit einer vom KIT entwickelten CI/CD-Pipeline zu einem Gesamtsystem vorgenommen und eine umfassende Evaluierung selektierter YOLO-Varianten durchgeführt.

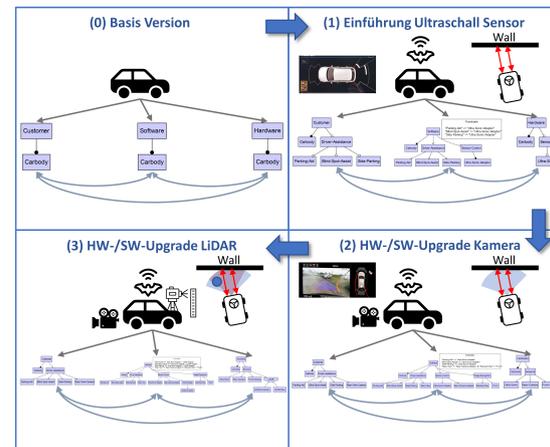


Visualisierung des Vorhabens im Projekt ICM-SdMobi5

Integrierte Ansätze für die vorausschauende Softwareentwicklung Upgrade-fähiger Fahrzeuge

Das Projekt ICM SD-Mobi2 zielte auf die Entwicklung integrierter Ansätze für die vorausschauende Entwicklung Upgrade-fähiger Fahrzeuge und innovative Geschäftsmodelle für diese ab. Das Projekt bündelte Forschungsbestrebungen mehrerer Institute im Rahmen des Innovationscampus Mobilität der Zukunft (ICM). Zum Ende des Projekts rückten insbesondere Implementierungs- und Evaluationsprozesse des ausgewählten Automotive-Anwendungsszenarios eines Einparkassistenten in den Mittelpunkt. Dabei wurden hardware- und softwareseitige Upgrades realisiert und demonstriert, die durch einen flexiblen Rollout von Software und Integration neuer Hardware nach dem PnP-Prinzip den Zugang zu höheren Auto-nomiestufen ermöglichen. Das IAS beschäftigt sich im Projektkontext mit der Konzeptionierung und Realisierung intelligenter Sensorik als Grundlage für autonome Einparkfunktionen. Neben Ultraschallsensor-Einheiten entwarf das IAS darüber hinaus Einheiten mit Kameras und 3D-LiDARs. Während auf Hardware-Ebene eine Ethernet-basierte Spannungsversorgung und Daten-übertragung der Einheiten realisiert wurde, kam softwareseitig ein weiterentwickeltes ROS2-basiertes, service-orientiertes Framework zum Einsatz, um intelligenten Sensorfunktionalitäten umzusetzen. Durch eine Containerisierung von Applikationen wurde eine flexible Upgrade-fähigkeit sichergestellt.

Bei der Evaluation des Gesamtsystems wurden die unten dargestellten Hardware- und Software-Upgrade-Szenarien demonstriert: Auf Grundlage einer Basisversion eines Einparkassistenten wurden im ersten Upgrade zwei Ultraschallsensoren eingeführt, welche einfache Distanzmessungen bewerkstelligte. Für eine fortschrittliche Objekterkennung integrierte ein zweites Software- und Hardware-Upgrade einen Kamerasensor, während durch ein drittes eine LiDAR-Erweiterung vorgenommen wurde und umfassende Distanzmessungen ermöglichte. Abschließend erlaubte ein reines Softwareupdate des IAS die bestmögliche Ausnutzung vorhandener Sensor-Hardware, indem eine Fusion von Kamera- und LiDAR-Daten ein höherwertiges Sensorsignal erzeugte, welches präzise Distanzmessungen zu klassifizierten Objekten in der Umgebung realisierte.



Visualisierung des Anwendungs- und mehrstufigen Upgrade-Szenarios

FORSCHUNGSPROJEKT HAL4SDV



HAL4SDV (Hardware Abstraction Layer for Software-Defined Vehicles)

As part of the HAL4SDV EU project, jointly funded by the Horizon-CHIPS EU initiative and the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), IAS is working with 50+ other partners on developing and enabling an open approach to Software-defined Vehicles. The project aims to jointly develop a hardware abstraction layer for a European Software Defined Vehicle (SDV) platform. This layer is intended to provide standardized interfaces between the software layers above and the underlying hardware. HAL4SDV will develop methods, technologies, and processes that are to be used in the series development of market-ready vehicles from 2030 onwards. Suitable toolchains and methodological aspects will also be considered.

As part of the HAL4SDV project, IAS is focusing on the development and implementation of an administration shell for the software-defined vehicle, specifically aimed at sensor abstraction. This initiative aims to create a robust platform that enables cross-manufacturer communication and interoperability through the standardization of interfaces. To this end, a wide range of research questions on these topics are currently being addressed and through their evaluation, IAS can gain important insights and ensure that the technologies developed meet the high demands of the modern vehicle industry.



Übergreifendes Prozessleit- und Betriebsführungssystem für eine Offshore-PtX-Plattform

Das Projekt H2Mare ist eines der drei vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Wasserstoff-Leitprojekte, die einen zentralen Beitrag zur Umsetzung der nationalen Wasserstoffstrategie liefern sollen.

Im Rahmen des Leitprojektes H2Mare wird ein völlig neuer Anlagentyp auf dem Meer seinen Platz finden - eine Lösung, die einen Elektrolyseur zur direkten Wandlung des elektrischen Stromes in grünen Wasserstoff und weiterer Power-to-X-Module zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe und Energieträger auf einer Offshore-Plattform bereitstellt. Das IAS beschäftigt sich in diesem Kontext mit den Themen Prozessleitsystem, Teleoperation und Digitaler Zwilling, um die Grundbausteine für einen stabilen, sicheren und wirtschaftlichen Prozess zur Verfügung zu stellen.

In diesem Jahr wurde in den unterschiedlichen, vom IAS federgeführten, Arbeitspaketen: Prozessleitsystem, Teleoperationssystem und Digitaler Zwilling vorangetrieben. Im ersten Arbeitspaket wurde mit dem Detailengineering und der Realisierung des übergeordneten Prozessleitsystems für die Offshore-Versuchsplattform, die 2025 in der Nordsee bei Helgoland getestet wird, gestartet. Im zweiten Arbeitspaket wurde ein Assistenzsystem für die kontextgestützte Teleoperation basierend auf einem Digitalen Zwilling für die Offshore PtX-Produktion entwickelt. Es sind mehrere Veröffentlichungen auf internationalen Konferenzen präsentiert und in den jeweiligen Zeitschriften publiziert worden. Arbeitspaket-übergreifend wurde ein Modellprozess einer Offshore-PtX-Plattform konzipiert und mit öffentlichem Vergabeverfahren ein Auftrag vergeben. Der Modellprozess, der im Frühjahr nächstes Jahr in Betrieb geht, dient unter anderem der Evaluierung der Konzepte aus den Arbeitspaketen. Außerdem soll er die Nachvollziehbarkeit und Zugänglichkeit der Themen grüne Energieträger sowie Automatisierungstechnik für unterschiedliche Interessengruppen fördern und insbesondere auch Studierende dafür begeistern.



H₂Mare - Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe direkt auf dem Meer produzieren Grafik: Projektträger Jülich im Auftrag des BMBF

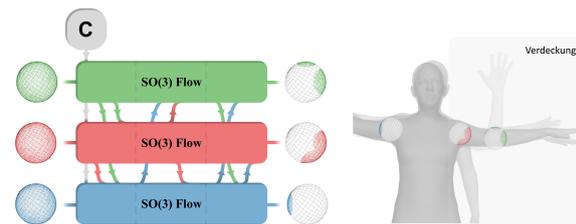
FORSCHUNGSPROJEKT PEDPOSPRED (ICM)



Pedestrian Pose Prediction: Vorhersagen für menschliche Posen im Straßenverkehr (PedPosPred)

Das Projekt PedPosPred wurde dieses Jahr vom neu angetretenen Jun.-Prof. Florian Pfaff mitgebracht. Es war ein mehrmonatiges Forschungsprojekt, bei dem untersucht werden sollte, welche aktuellen und zukünftigen menschlichen Posen plausibel sind. Hiervon sollen Fahrerassistenzsysteme im Bereich der Analyse des Fußgängerverhaltens profitieren. Im Rahmen des Projekts wurde das Modell HuProSO3 entwickelt, das die Verteilung von Gelenkwinkeln auf der $SO(3)$ -Mannigfaltigkeit modelliert und Abhängigkeiten zwischen den Gelenkwinkeln berücksichtigt. Dieses mittels künstlicher Intelligenz gelernte Modell erwies sich als besonders genau und robust, insbesondere in Situationen mit verdeckten Gelenken, und konnte die menschliche Pose effizient vorhersagen.

Ein bedeutender Erfolg des Projekts war die Publikation eines Papers auf der renommierten IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), einer der weltweit einflussreichsten Konferenzen. Trotz der kurzen Projektlaufzeit war die Entwicklung von HuProSO3 ein wichtiger Fortschritt in der probabilistischen Modellierung menschlicher Posen und stellt eine wertvolle Grundlage für zukünftige Forschung im Bereich autonomes Fahren und Fahrerassistenzsysteme dar.



Veranschaulichung des KI-Verfahrens. Rechts: Veranschaulichung wahrscheinlicher Gelenkwinkel.

Zukunftslabor Umfelderkennung und -vorhersage mit LiDAR und Kameradatenfusion (EnviroSense)

Das Projekt EnviroSense finanziert die Beschaffung und Integration modernster Hardware für die Umfelderkennung und -vorhersage. Das Projekt zielt darauf ab, einen mit fortschrittlicher Sensorik ausgestatteten unbemannten Bodenfahrzeug (UGV) zu entwickeln, das in der Lage ist, in Verkehrssituationen das komplette Umfeld mit mehreren Sensormodalitäten zu erfassen und diese Daten aufzuzeichnen.

Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist der Einsatz moderner Solid-State-LiDAR-Sensoren, die ohne bewegliche Teile arbeiten und somit besonders robust und präzise sind. Zusätzlich zur LiDAR-Technologie werden auch Kameras sowie Informationen von weiteren Sensoren, wie Beschleunigungssensoren, integriert, um eine umfassende und robuste Datenfusion zu ermöglichen. All diese Daten werden mit einer genauen Zeitsynchronisation aufgenommen. Die erfassten Daten dienen der Entwicklung innovativer KI-Methoden, die eine erhöhte Zuverlässigkeit in der Umfelderkennung bieten und auch die Unsicherheiten der Vorhersagen ableiten zu können. Neben der Finanzierung der Hardware bietet das Projekt auch finanzielle Mittel für Workstations zur Datenverarbeitung sowie für einen Datenablagere server, auf dem die aufgezeichneten Daten verwaltet werden und der die Daten für das Training von KI-Modellen zur Verfügung stellt.

FORSCHUNGSPROJEKT ADVANTEST

Virtual Testing of Analog Mixed-Signal circuits

As part of the industrial research project “Virtual Testing of Analog Mixed-Signal circuits” funded by Advantest within the Graduate School “Intelligent Methods for Test and Reliability” (GS-IMTR), this project targets innovations in mixed-signal test program development, particularly focusing on the efficiency and reliability of virtual testing methodologies. The key objective is to create an advanced virtual test environment that enables the early development, validation, and optimization of test programs prior to silicon availability, which traditionally imposes time and resource constraints on testing processes.

This environment combines SPICE-based circuit simulation with algorithmic models to deliver a flexible and scalable framework for simulating analog and digital test routines in a unified setting. By simulating both the device-under-test (DUT) and the associated test instrumentation, the project seeks to provide a comprehensive virtual testing platform that replicates real-world conditions and can identify potential issues before physical prototyping, thus reducing testing time, debugging cycles, and costs.

Beyond individual test routine verification, this framework is designed to facilitate efficient optimization of complete test programs, addressing key challenges inherent to mixed-signal devices. The project aims to enhance the robustness and flexibility of test programs, potentially accelerating the time-to-market for mixed-signal circuits. In this way, the project contributes to Advantest’s ongoing efforts to support reliable and efficient testing solutions that align with the demands of modern semiconductor manufacturing.

Risk-Based Maintenance Prediction using Enriched Digital Twins

The PUNDT project presents an innovative and interdisciplinary approach to risk-based maintenance, featuring several cutting-edge advancements: an RFID-based sensor system for monitoring complex machine conditions, data-driven model mining to evaluate the health of production machinery, and an optimization framework to enhance risk assessment and streamline maintenance planning. The IAS will develop methods for risk assessment and risk-based maintenance using digital twin technology. The PUNDT project is a collaboration between leading academic and industry partners, including the University of Stuttgart, proTEC-Vision Automation GmbH, the University of Pannonia, and Silver Frog Ltd.

Accurate and efficient risk assessment is essential for the successful implementation of risk-based maintenance strategies. In the PUNDT project, the IAS will develop advanced methodologies that integrate multiple risk assessment models, enabling flexible and dynamic probabilistic assessments using sophisticated Markov models and probabilistic model checking. Furthermore, the project will focus on real-time synchronization between risk models and digital twins, ensuring seamless integration with risk-based maintenance systems.

In the first month of the PUNDT project, we conducted a comprehensive state-of-the-art review to establish a solid foundation for our research. This phase involved analyzing the latest advancements in risk-based maintenance and probabilistic risk assessment methods. We held a successful kick-off meeting in Stuttgart, bringing together all project partners to align goals and strategies. To further advance the technical aspects, a follow-up meeting was organized in Budapest, focusing on detailed discussions around sensor integration and data-driven modeling approaches.



Zwei BAuA-Projekte zur Datengenerierung für sichere Mensch-Roboter-Interaktion

In diesen zwei Projekten steht die Erzeugung von Trainingsdaten für sicherheitskritische Anwendungen im industriellen Umfeld im Mittelpunkt. Beide Projekte basieren auf dem gleichen Szenario: der Interaktion eines kollaborativen Roboters (Cobot) mit Menschen in einer sicherheitskritischen Produktionsumgebung. Dabei wird ein industrieller Manipulator simuliert, der mit verschiedenen Objekten und Personen interagiert. Ziel ist es, sowohl visuelle als auch Zeitreihendaten zu generieren, die für die Entwicklung und Validierung von KI-Systemen genutzt werden.

Im ersten Projekt wird die 3D-Rendering-Software Blender eingesetzt, um realitätsnahe Szenen zu erstellen, die als Grundlage für die Erzeugung umfangreicher Bilddaten dienen. Ein Bildgenerator variiert gezielt Parameter wie die Position des Roboters und die Beleuchtung, um eine Vielzahl unterschiedlicher Bilder zu generieren. Um die Bilddaten für maschinelles Lernen zu optimieren, wird eine automatisierte Label- und Bounding-Box-Erstellung implementiert. Eine Fehlerinjektionssoftware fügt dann künstliche Störungen wie Rauschen, Unschärfe, Nebel und Reflexionen in die Bilder ein. Diese Störungen testen die Robustheit der Algorithmen unter realistischen Bedingungen und verbessern deren Leistung.

Das zweite Projekt konzentriert sich auf die Erzeugung von Zeitreihendaten, die die Bewegungen des Roboterarms und seine Interaktionen dokumentieren. Hierbei werden die Simulationsumgebung Gazebo und die Robotiksoftware MoveIt genutzt, um Sensordaten wie Winkelpositionen, Geschwindigkeiten und Kräfte während der Manipulation von Werkstücken aufzuzeichnen. Zur Verbesserung der Nutzbarkeit dieser Daten wird eine Fehlerinjektionsmethode mit der Python-Bibliothek Badgers implementiert. Typische Störungen wie Ausreißer, Rauschen und andere Anomalien werden in die Zeitreihendaten integriert, um sicherzustellen, dass die KI-Modelle auch unter realistischen Störbedingungen zuverlässig arbeiten.

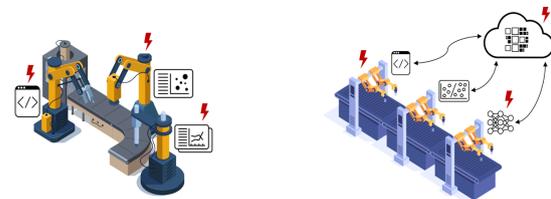
Durch die Kombination beider Projekte, die Bilddaten mit künstlich erzeugten Fehlern und Zeitreihendaten mit typischen Störungen liefern, entsteht eine umfassende Datenbasis für das Training und die Validierung von KI-Systemen in sicherheitskritischen, industriellen Anwendungen. Diese Daten ermöglichen die Entwicklung robuster Algorithmen, die in der Lage sind, auch in fehlerhaften Umgebungen präzise zu arbeiten und potenzielle Gefahren in der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine zu minimieren.

Automatisierte und kontinuierliche Risikoanalyse für wandlungsfähige SDM-Systeme

Das Forschungsprojekt SDM4FZI (Software defined manufacturing für die Fahrzeug- und Zulieferindustrie) wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Förderprogramms „Zukunftsinvestitionen in der Fahrzeugindustrie“ gefördert. Das übergeordnete Ziel dieses Projektes ist, die Erforschung wandlungsfähiger Fabriken für die Fahrzeug- und Zulieferindustrie. Dabei wird die Produktion rein über Software definiert und dadurch dynamisch anpassbar gestaltet. Das IAS wird sich im Rahmen des Projektes mit der Risikoanalyse für SDM-Systeme beschäftigen.

Software-Defined Manufacturing (SDM) erfordert einen neuen Ansatz für die Risikoanalyse. Das Verhalten von wandlungsfähigen SDM-Systemen kann sich mit jedem Software-Update ändern, daher muss die Risikoanalyse vor jedem Software-Update automatisiert durchgeführt werden. Dazu ist es notwendig neue fortgeschrittene hybride und flexible Risikomodelle zu entwickeln. Diese Risikomodelle werden automatisch aus den Modellen des digitalen Zwillings generiert. Dazu werden Modell-zu-Modell (M2M) Transformationsalgorithmen entwickelt. Die probabilistische Analyse der Risikomodelle wird mit dem von uns entwickelten OpenPRA-Framework durchgeführt. Die automatisierte und kontinuierliche Risikoanalyse wird im Gegensatz zur klassischen Risikoanalyse in der Lage sein, sich an das Verhalten wandlungsfähiger Produktionssystemen anzupassen.

Im dritten Jahr haben wir das Konzept zur automatisierten und kontinuierlichen Risikoanalyse für SDM-Systeme abgeschlossen und weiter optimiert. Dabei wurden fortschrittliche M2M-Transformationsalgorithmen zur automatisierten Generierung hybrider Risikomodelle aus KI-gesteuerten Systemen entwickelt. Derzeit konzentrieren wir uns auf die Transformation von Zuverlässigkeitsbewertungen zu umfassenden Risikobewertungen, wobei insbesondere komplexe Fehlerszenarien in die Modellierung



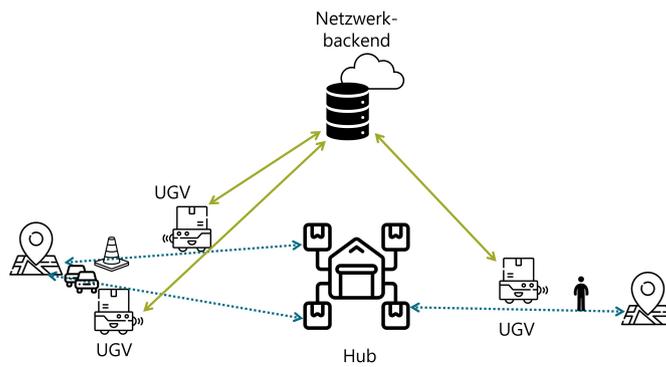
Traditioneller Ansatz:

- Manuelle Risikoanalyse
- Traditionelle Risikomodelle
- Einmalig vor der Inbetriebnahme durchgeführt

Neuer Ansatz:

- Automatisierte und kontinuierliche Risikoanalyse
- Dynamisch, vor jedem Update
- Fortgeschrittene, hybride und hochflexible Risikomodelle

Vergleich des traditionellen und neuen Ansatzes der Risikoanalyse



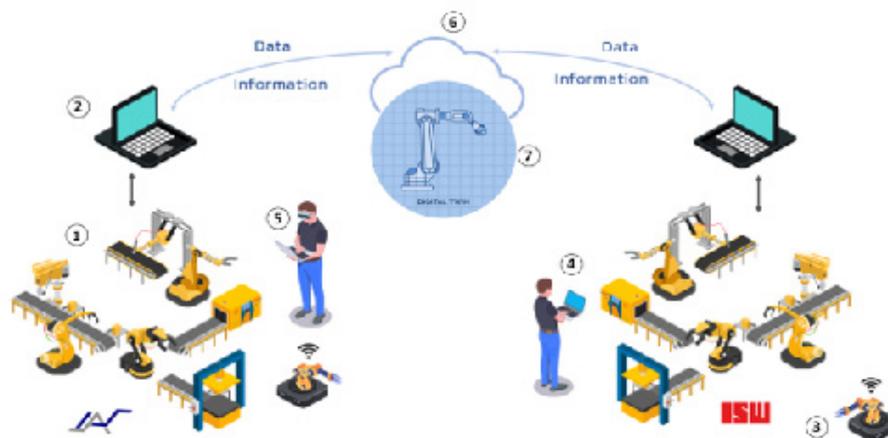
Prototypische Realisierung

LAB10 (ICM) – Informationstechnische Infrastruktur für Konnektivitätsszenarien Roboter für den Außenbereich in der „Letzten Meile“

Im Kontext der Logistik ist unter der „Letzten Meile“ die letzte Phase des Zustellungsprozesses zu verstehen, in der die Waren von einem Knotenpunkt zum endgültigen Bestimmungsort transportiert werden, der in der Regel eine Wohn- oder Geschäftsadresse ist. Dies ist der letzte und oft schwierigste Teil des Zustellungsprozesses, da die Komplexität der städtischen Umgebung zu bewältigen und mit Verkehrsstaus und Interaktionen mit Personen umzugehen ist, um Waren an einzelne Kunden mit unterschiedlichen Bedürfnissen zu liefern.

Das Ziel dieses Vorhabens besteht daher in der Schaffung einer realitätsnahen IT-Infrastruktur zur Erprobung von 5G-Konnektivitätsszenarien für die „Letzte Meile“. Zu diesem Zweck soll ein bereits durch Vorarbeiten aufgebautes 5G-Netz sowie -Backend um mobile Teilnehmer ergänzt werden. Hierbei sind Unmanned Ground Vehicles (UGVs) vielversprechend, welche in realitätsnahen Fahrscenarien eingesetzt werden sollen. Über Schnittstellen zur 5G-gestützten Kommunikation soll es ermöglicht werden, sich mit anderen Teilnehmern innerhalb des Netzes abzustimmen und so den kooperativen Lieferprozess zu koordinieren. Zur Erfassung äußerer Faktoren wird hierzu weitere Sensorik eingesetzt, über die ein detailliertes Modell der Umgebung erstellt und Netzparameter erfasst werden können. Die in den mobilen Einheiten verbaute Aktorik wiederum erlaubt eine realitätsnahe Abbildung von Fahrzeugbewegungen, wodurch die Reaktion der Software in verschiedenen Szenarien, beispielsweise bei schwankender Netzqualität, berücksichtigt werden kann.

Konkret wurden als mobile Teilnehmer zwei UGVs beschafft, die mit 2D Tiefenkameras und Laserscanner ihre Umgebung erfassen können. Die Anbindung an das bestehende 5G-Netz und das zugehörige Backend erfolgt über ein 5G Modul. Zur exakten Positionserfassung wird ein kombiniertes System aus Odometrie und von Satelliten und dem 5G-Netz bereitgestellte korrigierte Positionsinformationen genutzt. Aktuell wird ein autonomes Fahrstack auf Nav2-Basis implementiert.



Schematic representation of connected model factories and their components: (1) Production lines, (2) Manufacturing Execution System, (3) Automated Guided Vehicles, (4) Maintenance Dashboard, (5) Augmented Reality, (6) Cloud Connection, (7) Digital Twin.

Mini Factory

The industrial robotics landscape is drastically changing in recent years. New concepts, such as Industry 4.0, Industry 5.0, Software-Defined Manufacturing, IoT, and rapid development of AI require the changes in the education of the future engineers, especially IT specialist responsible for the software part of industrial robots.

To ensure the state-of-the-art education of future robotic software engineers, the Institute for industrial automation and software engineering (IAS) and the Institute for Control Engineering of Machine Tools and Manufacturing Units (ISW), initiated a joined laboratory. The goal of this laboratory is to equip students with the important methods and skills addressing key concepts in robotics, artificial intelligence, human-robot interaction, Internet of Things (IoT), digital twins, model-driven software engineering, and risk analysis and strengthen the understanding by some practical experience. We have developed two miniature factories that simulate a real production environment. Each factory is equipped with up to 30 Fischertechnik stations, such as grippers, conveyor belts, or processing stations, distributed among four production lines. Our Manufacturing Execution System controls the production lines. We use mobile robots programmed in ROS to transport goods between the different production lines.

To interact with the factory, we have multiple interfaces, including a maintenance dashboard that displays the most critical KPIs of the production process and Augmented Reality in the form of HoloLenses, which allow us to monitor and operate the production process. Our model factories share data and information across both institutes via the cloud. Each factory streams data to its MES, which enriches the process data with further information about the entire system and transfers it to the digital twin in the cloud, as shown in Figure 1. Through this process, the digital twin becomes a virtual replica of physical production.

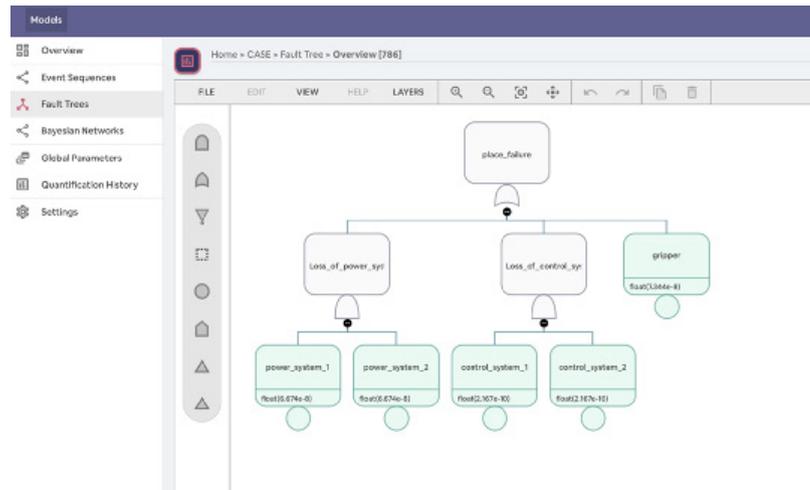
FORSCHUNGSPROJEKT OpenPRA

OpenPRA: Open-source Framework for Probabilistic Risk Analysis

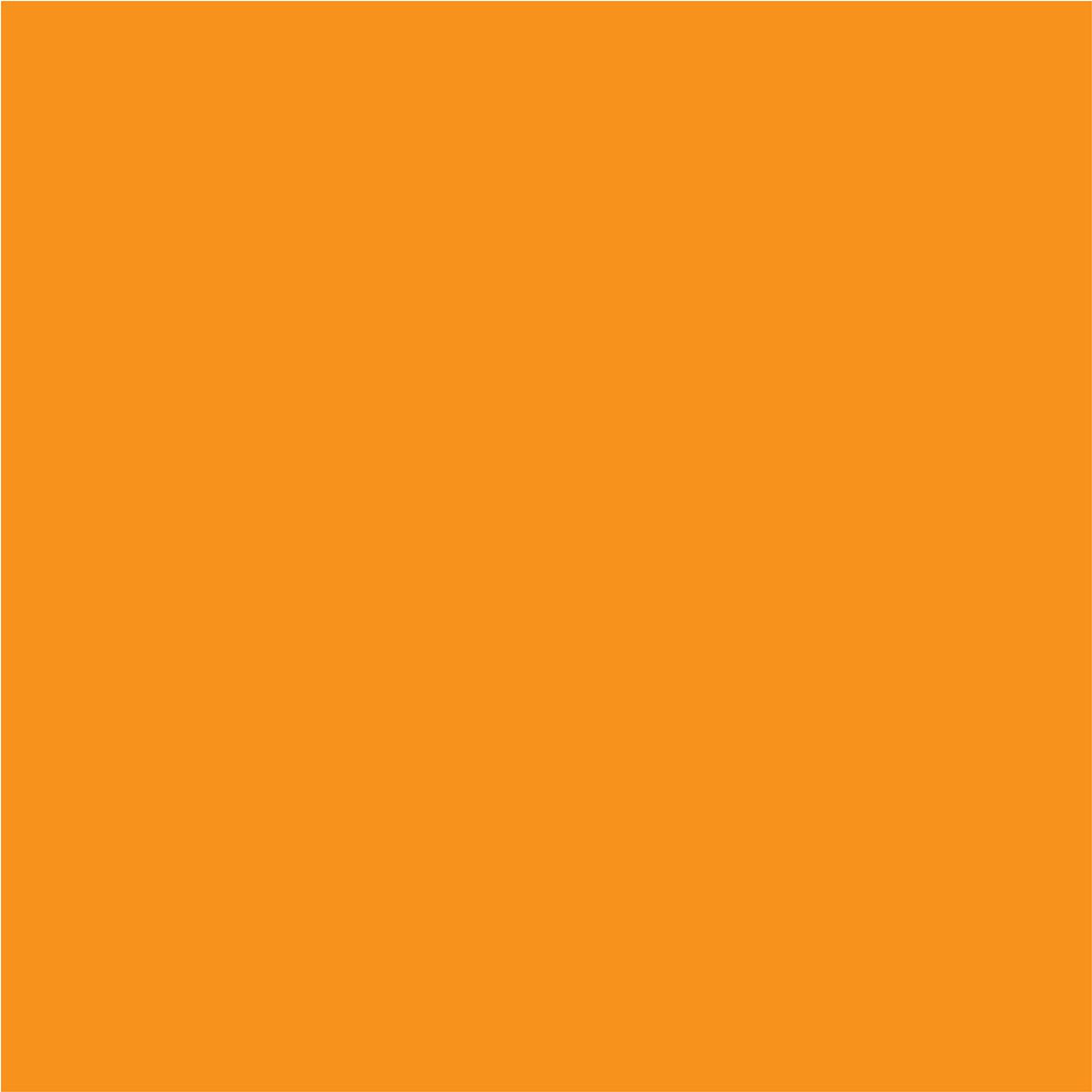
The OpenPRA initiative aims to provide a unique platform for integrating multiple Probabilistic Risk Analysis (PRA) methods and tools into a comprehensive, user-friendly, and highly adaptable framework. PRA is a mandatory procedure in all safety-critical domains, such as industrial automation and medical devices. Within the OpenPRA project, our team at IAS is responsible for the backend development. Our PhD candidates and students have developed new solvers for event trees, fault trees, Bayesian networks, Markov chains, and hybrid risk solvers. The front-end development is overseen by our colleagues at North Carolina State University.

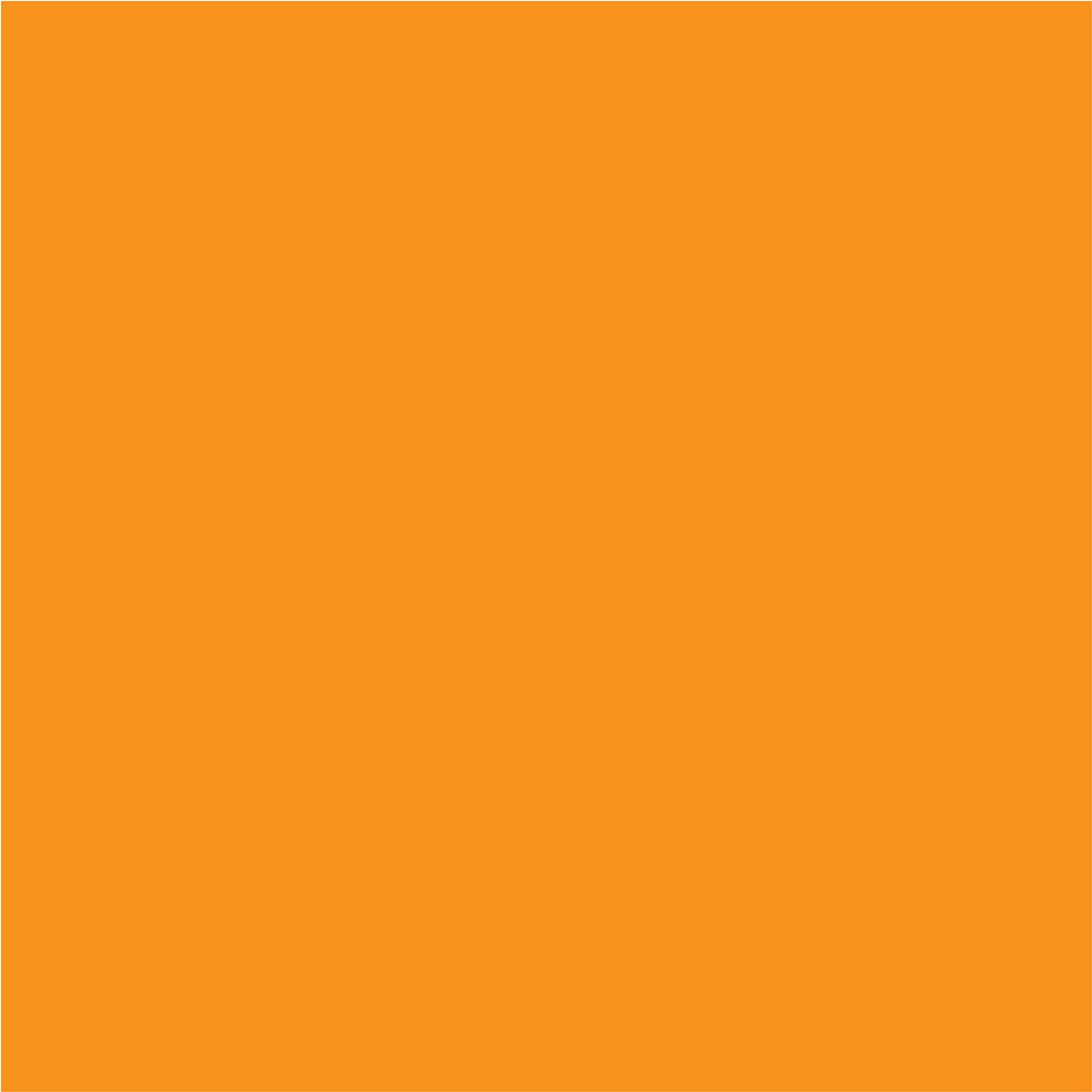
During this year, we have developed new Model-to-Model (M2M) transformation algorithms and redesigned and reimplemented our frontend (Web App). During a short research stay of Philipp Grimmeisen at the North Carolina State University, we outlined the next steps for the OpenPRA project and enhanced our collaboration. These forthcoming tasks encompass the design of an OpenPRA model exchange format and incorporating our developments into the Web App. Moreover, we will be able to cooperate closer in the future due to the obtained funding from the Erasmus+ Worldwide Program.

-
- Partners:
 - University of Stuttgart (DE)
 - North Carolina State University (US)



OpenPRA Web App showing a fault tree





DEMONSTRATOREN

Auch in diesem Jahr haben wir neue Demonstratoren entwickelt bzw. bestehende Modellprozesse modifiziert und erweitert.

- SofDCar – Intelligentes Cockpit: Das intelligente Cockpit wurde jetzt nochmals erweitert und umfasst nun ein fortschrittliches Infotainmentsystem, das auf Android Automotive OS basiert. Dieses System ermöglicht eine nahtlose Integration moderner Technologien und dient als Plattform für die LLM-basierte Entwicklung von Softwaresystem-Varianten.
- SofDCar – Intelligente Flotte: Die intelligente Flotte umfasst mehrere „Unmanned Ground Vehicles“ (UGV) (zum Beispiel von AgileX), welche via 5G mit einem Backend verbunden sind. Über Datenströme können Performance- und Anwendungsdaten in Echtzeit übertragen und somit vernetzte Fahrfunktionen wie zum Beispiel Valet Parking realisiert werden.
- Demonstrator „Roboterhund“: Die Roboterhund-Flotte des IAS wurde auf drei Roboterhunde der Firma Unitree in der Variante „Go1 Edu“ mit 5 Stereokameras, unterschiedlichen Sensoren (Fußdrucksensor, Beschleunigungssensor, etc.) und je nach Variante mit Greifarm, 2-D oder 3-D Lidar ausgestattet, erweitert. Sie ermöglichen die Evaluierung neuester maschineller Lernalgorithmen sowie den Einsatz von mobilen Robotern in schwierigem Gelände.

Im Folgenden stellen wir Ihnen diese Demonstratoren unter anderem vor. Darüber hinaus bestehen am IAS weitere, Demonstratoren aus anderen Forschungsprojekten. Dazu gehören unter anderem ein Digitaler Zwilling der CP-Factory die um einen des KUKA youBot und einem Vakuumgreifsystem von der Firma J. Schmalz GmbH erweitert wurde, ein mobiler Roboter innerhalb der CP-Factory der mit einem Multiagentensystem die situationsbezogene Risikoabschätzung erlaubt, oder ein SafeLegs-Demonstrator, der für die Evaluierung von Methoden zur Identifizierung von sicherheitskritischen Szenarien und zur Risikominderung verwendet wird, so wie viele weitere Demonstratoren.



Roboterhund-Demonstrator am IAS

Roboterhund

Der Roboterhund-Demonstrator ist ein kompaktes, vierbeiniges Robotersystem, das mit verschiedenen Sensoren, Kameras und Aktuatoren ausgestattet ist. Das Institut verfügt derzeit über drei Roboterhunde mit unterschiedlichen Ausstattungsvarianten. Alle Roboterhunde besitzen fünf Stereokameras und weitere Sensoren, wie z.B. Fußdrucksensoren. Zusätzlich sind die Roboter je nach Ausstattungsvariante mit einem kompakten 2D-Lidar, einem 3D-Lidar zur besseren Umgebungserfassung oder einem Greifarm zur Interaktion mit der Umgebung ausgestattet.

Durch die offene Programmierschnittstelle können, neuartige Algorithmen prototypisch entwickelt und evaluiert werden. In bisherigen Arbeiten wurden Datensätze zur Bodentypenklassifikation und der Detektion von Treppen erstellt. Anhand dieser Datensätze wurde der Einsatz von Neuronalen Netzen zur Verarbeitung heterogener Sensorsignale (multi-modale Neuronale Netze) untersucht. Darüber hinaus wurden Architekturen für die gleichzeitige Ausführung mehrerer Aufgaben durch ein gemeinsames Neuronales Netz (Multi-Task Learning) untersucht. Außerdem wurden weitere Anwendungen für den Roboterhund realisiert, wie z.B. ein vom Roboterhund autonom geführter Institutsrundgang.

In zukünftigen Arbeiten soll die Ansteuerung des Hundes genauer untersucht werden. Zusätzlich sollen weitere Einsatzmöglichkeiten des Roboterhundes besonders in anspruchsvollem Gelände untersucht werden, da diese vierbeinigen Roboter hier einen großen Vorteil gegenüber „klassischen“ mobilen Robotern haben.

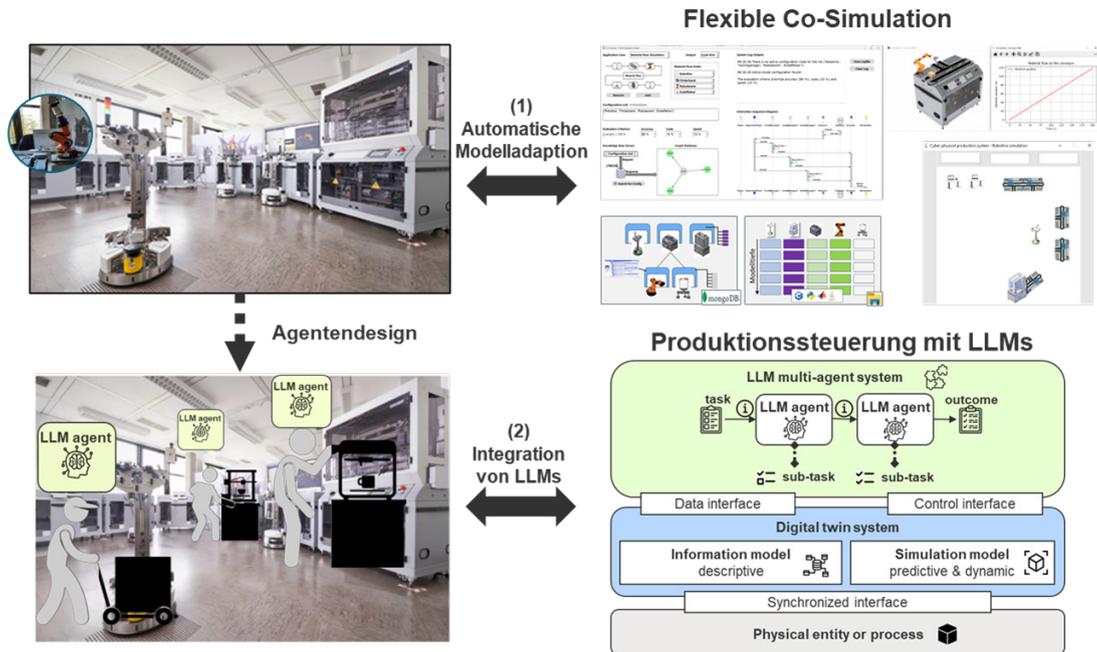
Der Roboter ist bei Studierenden und Besuchern des Instituts äußerst beliebt und wird mit Sicherheit noch einige interessante Ergebnisse und Einblicke in die oben genannten Themengebiete liefern.



Weiterentwickelte Demonstratoren am IAS

IAS-Cockpit für autonomen Komfort

Das IAS entwickelt ein Cockpit, einen Prototyp der Zukunft, um den Komfort in der Fahrzeugkabine zu steigern, indem Machine Learning-Modelle mit verteilten Daten trainiert werden, während gleichzeitig der Schutz sensibler persönlicher Daten gewährleistet und die Varianz verwaltet wird. Dieses moderne Cockpit umfasst grundlegende Fahrzeugelemente wie Sitze, Lenkräder, Pedale, Sensoren und Aktoren sowie Steuergeräte. Zur Erfassung von Informationen in der Kabine kommen verschiedene Sensoren zum Einsatz, darunter Kameras, Innenraumradar sowie Temperatur-, Luftfeuchtigkeits-, Druck-, Umgebungslicht- und Bewegungssensoren. Abhängig vom Anwendungsszenario erfüllen diese Sensoren unterschiedliche Funktionen. Dazu gehören kognitive und zustandsabhängige Temperaturregelungen, Kabinenüberwachungssysteme auf Basis von Sensorfusion zur Verbesserung von Komfort und Sicherheit sowie kognitive Gestenerkennung und Echtzeit-Emotionserkennung. Dieser Ansatz berücksichtigt drei wesentliche Aspekte zur Verbesserung des Fahrzeugkomforts: Erstens bleiben lokale Daten aus Datenschutzgründen stets im Fahrzeug. Zweitens wird ein globales Modell trainiert, das auf Daten von mehreren Fahrzeugen basiert, um die Generalisierungsfähigkeit zu optimieren und die Einstellungen so präzise wie möglich vorzunehmen. Drittens wird die erhöhte Varianz in Software und Hardware effizient verwaltet.



Forschungsgrößgerät - Modulares Produktionssystem erweitert um Modellpool – Informationsmodelle in Form von Verwaltungsschalen und Verhaltensmodelle in unterschiedlichen Modellierungstiefen

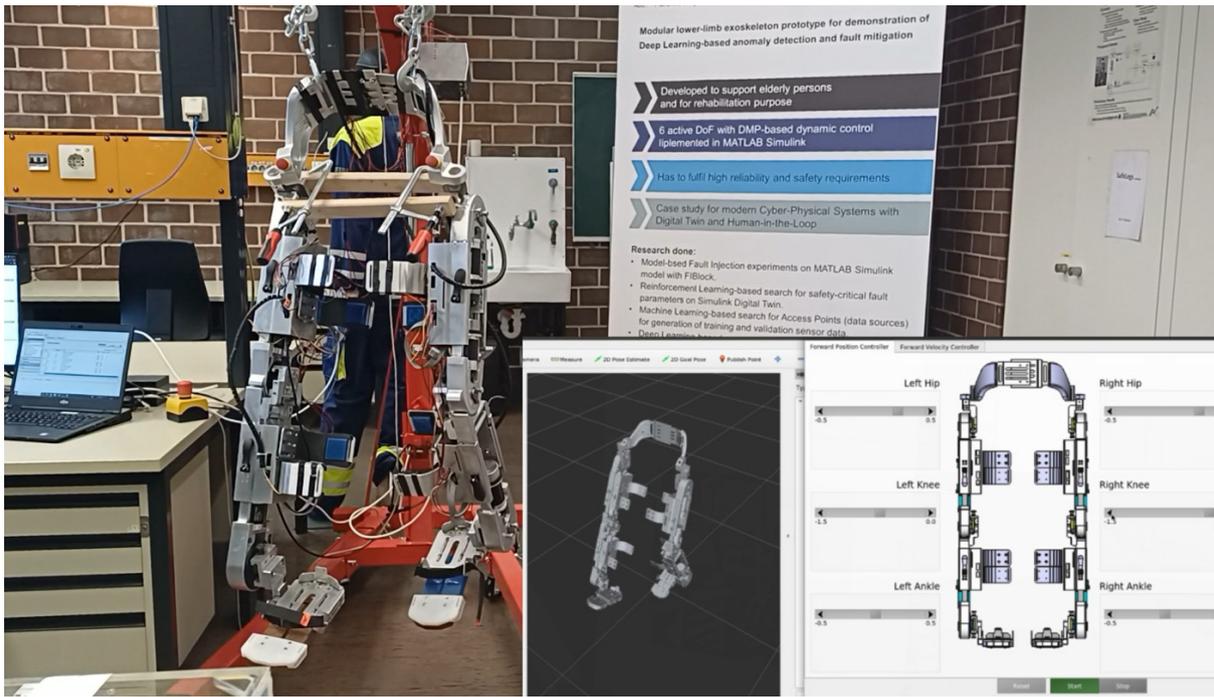
Digitaler Zwillinge und Large Language Models in der diskreten Fertigung

Ziel dieses Demonstrators ist das Aufzeigen von Anwendungsszenarien des intelligenten Digitalen Zwillings entlang des gesamten Anlagenlebenszyklus wie etwa die Komponentenentwicklung, die Virtuelle Inbetriebnahme, die Optimierung, die betriebsparallele Simulation, die intelligente Planung und Steuerung sowie die intuitive Mensch-Maschine-Interaktion mit natürlicher Sprache. Hierfür können die unterschiedlichen Stationen des modularen Produktionssystem, von der Lagerung über den Transport mit fahrerlosen Transportsystemen bis zur Bearbeitungsstation herangezogen werden. Dabei soll der Demonstrator vor allem für die Forschungsthemen Digitale Zwillinge für Vakuum-Komponenten und -Greifsysteme, Modelladaption in Digitalen Zwillingen modularer Produktionssysteme während der Betriebsphase und Anpassung und Integration von Large Language Models in intelligente Automatisierungssysteme herangezogen werden, um am Beispiel eines realen Produktionssystems die darin erforschten und realisierten Mehrwerte aufzuzeigen.

Das Forschungsgroßgerät bestehend aus einem Lager, fünf Bearbeitungsmodulen und vier fahrerlosen Transportsystemen. Die Bearbeitungsmodule umfassen eine Handhabungsstation mit einem modularen Vakuumgreifsystem und weiteren virtuellen Bearbeitungsstationen. Die virtuellen Bearbeitungsstationen ermöglichen es flexibel die unterschiedlichsten Prozesse zu simulieren. Dafür werden zwei zentrale Anwendungen erforscht:

1) Automatische Modelladaption des Digitalen Zwillings: Auf Basis vorangegangener Arbeiten, welche sich u.a. mit der Erstellung von Modellen der einzelnen Komponenten beschäftigt, wurde ein System zur automatische Modelladaption realisiert. Dieses adaptiert bzw. konfiguriert dem Anwender je nach Anwendungsfall oder Fragestellung die geeigneten Simulationsmodelle und ermöglicht so eine automatisierte Interaktion mit dem Digitalen Zwillings der Produktionsanlage.

2) Integration von Large Language Models für autonome Prozesssteuerung: Zusätzlich wurden agentenbasierte Systeme zur Einbindung von Large Language Models entwickelt. Mithilfe dieser LLMs kann auf Basis des digitalen Zwillings des modularen Produktionssystems eine autonome Planung und Steuerung der Produktionsprozesse realisiert werden. Diese agentenbasierten Systeme nutzen die Daten und Modelle des Digitalen Zwillings, um die Produktionsaufgaben automatisch zu lösen. Dadurch wird die Flexibilität sowie die Intelligenz der Automatisierungssysteme gesteigert, was die Effizienz und Anpassungsfähigkeit der gesamten Produktionsumgebung verbessert.



SafeLegs exoskeleton with implemented ROS2 control.

SafeLegs: lower-limb assistive exoskeleton equipped with Deep Learning-based safety system

In order to evaluate projects dealing with Cyber-Physical Systems, it is necessary to apply them to a representative case study. To justify an application of risk assessment or safety assurance methods, such a system should be of safety critical domain. The SafeLegs is a lower-limb 6-DOF supportive exoskeleton system. This system along with the Simulink model is courtesy of KIT. The goal of this system is to assist elderly users in their day-to-day activities. Particularly, it should aid the user during the straight walking motion. The high-level controller is realized on a single-board computer connected to the joint controllers via the CAN bus using CANopen protocol. The model-based DMP-based control were realized using MATLAB/Simulink and Hardware-in-the-Loop methods. We have expanded the control software with the Fault Injection capabilities. It allows us to intercept the signals and inject customizable faults such as noise, drift, offset, and signal loss.

Following the model-based evaluation of SafeLegs fault tolerance capabilities, we developed and trained a Deep Learning-based system for failure prevention. It was trained to predict error-free sensor signals from the exoskeleton system. In case of a component fault, it will detect an anomaly (that is deviation from expected predictions) of the incoming sensors readings. Considering the limitations of wearable robotics, we quantized said Deep Learning models and deployed them on an edge device that is NVIDIA Orin. The SafeLegs equipped with AI components is the perfect demonstrator for a complex technical system. This system is part of the key case study contribution of the doctoral dissertation of Tagir Fabarisov.

In order to future proof the demonstrator, we migrated the system to Robot Operating System 2 (ROS2). The goal was to incorporate the exoskeleton control software, simulation and fault injection/mitigation in a common environment. ROS 2 offers the possibility to achieve real-time operation, improved maintainability, and potential for future extension. The software for visualization and low-level control was realized using Gazebo and RViz.



Neue Demonstratoren am IAS

Intelligente Flotte zur Analyse und Verlagerung vernetzter Fahrfunktionen

Im Rahmen des SofDCar-Projekts wurde seitens des IAS erfolgreich eine Fahrzeugflotte entwickelt und im Feldeinsatz getestet. Der Aufbau besteht aus 4 UGVs unterschiedlicher Hersteller, die über ein Campusweites 5G-Netz mit einem zentralen Server-Backend kommunizieren. In diesem Kontext können autonome und vernetzte Fahrfunktionen implementiert werden, bei denen die Teilnehmer miteinander kommunizieren und sich so koordinieren. Ein Beispiel für eine solche Funktion ist das sogenannte „Valet Parking“, bei dem ein Fahrzeug autonom zu einer durch den Passagier definierten Ausstiegspunkt navigiert und anschließend selbstständig zu einem freien Parkplatz navigiert. Analog können Passagiere ein Fahrzeug anfordern, woraufhin dieses selbstständig zum Treffpunkt fährt und den Passagier aufnimmt. Für die Navigation und Lokalisierung kommen dabei sowohl die Sensorik der UGVs (z.B. LiDAR) als auch 5G- und GPS-Daten zum Einsatz. Das Backend ist als skalierbare Cloud implementiert, auf der mehrere verteilte Dienste betrieben werden, die dabei die Kommunikation zwischen Parkhaus, UGVs und Passagieren koordinieren.

Um in dieser komplexen Umgebung einen robusten Betrieb der Anwendung zu gewährleisten, ist es wichtig, den Zustand von Server und Client kontinuierlich zu überwachen. Aus diesem Grund werden in dem Modellprozess Konzepte zur kontinuierlichen Analyse und Verlagerung verteilter Funktionen erprobt. Ersteres sieht eine Datenschleife vor, mithilfe derer alle relevanten Informationen in einem zentralen Data Lake gespeichert und zur Analyse nutzbar gemacht werden können. Anschließend werden diese gesammelten Daten nach Korrelationen durchsucht, um im Fall von Fehlern wie beispielsweise Ressourcenengpässen oder Netzausfällen die verantwortlichen Komponenten des Systems kausal identifizieren zu können. Auf Basis dieser Informationen kann der Ausführungsort betroffener Services verändert, die Funktion „verlagert“ werden, um diese weiterhin ausführbar zu halten und einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.



Michael Weyrich

Industrial Automation and Information Technology

IT Architectures, Communication and
Software for System Design

 Springer Vieweg

Industrial automation and information technology

Prof Weyrich's book is now available in English and German, to meet the growing demand from international students for an reference book in English.

This book is a comprehensive guide exploring automation technology from an IT and software perspective.

It covers the fundamentals of IT architectures, communication, and control software used in various industrial products and production systems. The book provides an overview of the current environment in which automation technologies are deployed, answering critical questions about key technology on the basis of three case studies. The main topics are as follows:

- What is automation and how is it used?
- How is automation software created?
- How to implement IT networks on an industrial scale?
- A case study on cognitive sensors for autonomous mobile systems.
- A case study on IT integration in industrial automation
- A case study on automotive IT today and in the future
- How does automation technology add value?
- What are the pathways to practical implementation?
- What future directions are starting to take shape?

The book is aimed at those seeking an IT and software perspective and is suitable for undergraduate and graduate students, engineers, and other professionals who wish to broaden their knowledge.

Data Integration for Digital Twins in Industrial Automation: A Systematic Literature Review

Gary Hildebrandt; Daniel Dittler; Pascal Habiger; Rainer Drath; Michael Weyrich
IEEE Access, 09/2024

Investigating the Corruption Robustness of Image Classifiers with Random p-norm Corruptions

Georg Siedel; Weijia Shao, Silvia Vock, Andrey Morozov Proceedings of the 19th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications - Volume 2: VISAPP, 02/2024

A practical approach to evaluating the adversarial distance for machine learning classifiers

Georg Siedel; Ekagra Gupta; Andrey Morozov
Proceedings of the ASME 2024 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE), 11/2024

Intelligent Sensors in Dynamically Reconfigurable Automotive Architectures: A Proof of Concept

Lennard Hettich; Michael Weyrich
Stuttgart International Symposium on Automotive and Engine Technology, 04/24

Hints for Generative AI Software Development

Christof Ebert; John Pravin Arockiasamy; Lennard Hettich; Michael Weyrich
IEEE Software Special Issue on Next-generation Software Testing: AI-powered Test Automation, 09/24

PUBLIKATIONEN

Testing Variant-Rich Software-Defined Mobility Systems - Methods, Future Challenges and Innovative Concepts

Lennard Hettich; Johannes Stümpfle; Michael Weyrich
VDI ELIV 2024, 09/24

Illustrating the benefits of efficient creation and adaption of behavior models in intelligent Digital Twins over the machine life cycle

Daniel Dittler; Valentin Stegmaier; Nasser Jazdi; Michael Weyrich
Journal of Manufacturing Systems , 08/24

Digitaler Zwilling zur Erweiterung des Alarmmanagements auf Offshore-Power-to-X-Plattformen

Frederike Bodenstein; Stefan Dieckmann, Daniel Dittler, Alexander Geschke, Nasser Jazdi, Michael Weyrich
Automation 2024, Baden Baden, Germany, 07/24

Automated Configuration of Behavior Models in Digital Twins based on a Knowledge-Graph

Daniel Dittler; Frederike Bodenstein; Gary Hildebrandt; Nasser Jazdi; Michael Weyrich
57th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2024, Porto; Portugal, , 05/2024

Digital Twin to Enhance Offshore Power-to-X Platforms with Operational Alarm Management

Frederike Bodenstern; Stefan Dieckmann, Daniel Dittler, Alexander Geschke, Nasser Jazdi, Michael Weyrich

57th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2024, Porto; Portugal , 05/2024

Flexible Co-Simulation Approach for Model Adaption in Digital Twins of Power-To-X Platforms

Daniel Dittler; David Stauss; Philipp Rentschler; Johannes Stümpfle; Nasser Jazdi; Michael Weyrich

29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/2024

Tackling Erosion in Variant-Rich Software Systems: Challenges and Approaches

Johannes Stümpfle; Nasser Jazdi; Michael Weyrich

34th CIRP Design Conference Cranfield, UK, 06/2024

Beherrschung von Software-Erosion bei der Weiterentwicklung variantenreicher Automatisierungssysteme

Johannes Stümpfle; Lennard Hettich; Nasser Jazdi; Michael Weyrich

Automation 2024, Baden Baden, Germany, 07/24

Automating Software Product Line Adoption Based on Feature Models Using Large Language Models

Johannes Stümpfle; Sebastian Baum; Daniel Dittler; Nasser Jazdi; Michael Weyrich

29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/2024

PUBLIKATIONEN

The Software-Defined Vehicle: A Comprehensive Study on Current Trends and Challenges

Johannes Stümpfle; Johannes Sigel; Matthias Weiß; Baran Can Gül; Falk Dettinger; Nasser Jazdi; Michael Weyrich
IEEE Engineering Management Review Journal, 2024

A method for the automated digitalization of fluid circuit diagrams

Valentin Stegmaier; Nasser Jazdi, Michael Weyrich, Computers in Industry, 11/2024

Efficient Creation of Behavior Models for Libraries of Mechatronic Components with Minimal Effort

Valentin Stegmaier; Daniel Dittler; Maurice Artelt; Nasser Jazdi; Michael Weyrich
57th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2024, Porto; Portugal, 05/2024

Resilience Assessment and Optimization of Image Classifiers

Berit Schuerrle; Andrey Morozov
71st Annual Reliability and Maintainability Symposium, RAMS 2025, Florida, USA, 2024

Investigating the Corruption Robustness of Image Classifiers with Random p-norm Corruptions

Georg Siedel; Weijia Shao, Silvia Vock, Andrey Morozov
Proceedings of the 19th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications - Volume 2: VISAPP, 02/2024

Multimodal Failure Prediction for Vision-based Manipulation Tasks with Camera Faults

Yuliang Ma; Jingyi Liu; Ilshat Mamaev; Andrey Morozov

IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Abu Dhabi, the United Arab Emirates , 10/2024

Quantitative Evaluation of Automated Behavior Model Creation for Applications of Industrial Automation

Valentin Stegmaier; Tobias Eberhardt; Nassser Jazdi; Michael Weyrich

57th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2024, Porto; Portugal , 05/2024

Hybrid Approaches and Datasets for Remaining Useful Life Prediction: A Review

Maurice Artelt, Matthias Weiß, Daniel Dittler, Y. Goersch, Nassser Jazdi, Michael Weyrich

A Review: CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS), Porto, Portugal, 05/2024

A TRAJECTORY-SPECIFIC APPROACH FOR CALCULATING THE REQUIRED HOLDING FORCE FOR SURFACE GRIPPERS

Tobias Eberhardt; Valentin Stegmaier; Walter Schaaf; Alexander Verl

14th International Fluid Power Conference (14. IFK); Dresden; Germany, 03/2024

Reinforcement Learning-Based Identification of Failure Scenarios for Dynamic Risk Assessment of AI-Controlled Robotic Systems

Philipp Grimmeisen; Friedrich Sautter; Andrey Morozov

ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2024

PUBLIKATIONEN

A Modular System Architecture for an Offshore Off-grid Platform for Climate-neutral Power-to-X Production in H2Mare

Pascal Häbig; Daniel Dittler; Maximilian Fey; Timo Müller; Nikola Mößner; Nasser Jazdi; Michael Weyrich; Kai Hufendiek;

17th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME '23), 10/2024

DISFIDA: Distributed Self-Supervised Federated Intrusion Detection Algorithm with online learning for health Internet of Things and Internet of Vehicles

Erol Gelenbe; Baran Can Gül; Mert Nakıp

Internet of Things; Engineering Cyber Physical Human Systems, 09/2024

Federated Learning for Comfort Features in Vehicles with Collaborative Sensing: A Review

Baran Can Gül; Daniel Dittler; Nasser Jazdi; Michael Weyrich 29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/2024

Personalized Comfort Features in Software-defined Vehicles Using Federated Learning

Baran Can Gül; Neeharika Devarakonda; Nasser Jazdi; Michael Weyrich 29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/2024

Towards Future Vehicle Diagnostics in Software-Defined Vehicles

Sandra Bickelhaupt; Michael Hahn; Andrey Morozov; Michael Weyrich Stuttgart International Symposium on Automotive and Engine Technology, Stuttgart, Germany, 07/ 2024

Total Cost of Ownership: Cloud-based vs. Onboard Vehicle Software Components

Daniel Baumann; Martin Sommer; Falk Dettinger; Eric Sax; Michael Weyrich International Conference on Systems Scalability and Expandability SCALABILITY 2024; Valencia, Spain, 11/2024

Future Use Cases for Vehicular Communication based on Connected Functions

Falk Dettinger; Matthias Weiß; Michael Weyrich IEEE 100th Vehicular Technology Conference, Washington DC, USA, 10/2024

Vehicle Function Offloading: Finding the Optimal Cloud/Edge Application Model (OptiCAM)

Jan Ruhnau; Martin Sommer; Falk Dettinger; David Kraus; Stefen Becker; Eric Sax; Michael Weyrich Future of Information and Communication Conference (FICC) 2024, Berlin, Deutschland, 04/2024

Connected Vehicle: Ontology, Taxonomy and Use Cases

Daniel Baumann; Martin Sommer; Falk Dettinger; Tobias Rösch; Eric Sax; Michael Weyrich 18th Annual International Systems Conference, Montreal, Kanada, 06/2024

Process for identifying suitable vehicle functions for cloud offloading

Martin Sommer; Daniel Baumann; Tobias Rösch; Falk Dettinger; Eric Sax; Michael Weyrich Intelligent Computing. SAI 2024, London, UK, 06/2024

PUBLIKATIONEN

Image and inspection data analysis to group electrical components for correlation with remaining useful life

Maurice Artelt, Simon Kamm, Veronika Pavlova, Nasser Jazdi, Michael Weyrich: Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IEEE IECON), Chicago Illinois, USA, 11/2024

A survey about self-adaptive anomaly-detection in software-defined systems

Matthias Weiß; Stefan Thich; Maurice Artelt; Michael Weyrich
50th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society - IEEE IECON, Chicago Illinois, USA, 11/2024

Generation of Asset Administration Shell with Large Language Model Agents: Towards Semantic Interoperability in Digital Twins in the Context of Industry 4.0 Yuchen Xia; Zhewen Xiao; Nasser Jazdi; Michael Weyrich IEEE Access

LLM experiments with simulation: Large Language Model Multi-Agent System for Simulation Model Parametrization in Digital Twins Yuchen Xia; Daniel Dittler; Nasser Jazdi; Haonan Chen; Michael Weyrich 29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/2024

Enhance FMEA with Large Language Models for Assisted Risk Management in Technical Processes and Products

Yuchen Xia; Nasser Jazdi; Michael Weyrich 29th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation – IEEE ETFA, Padova, Italy, 09/ 2024

Incorporating Large Language Models into Production Systems for Enhanced Task Automation and Flexibility

Yuchen Xia; Jize Zhang; Nasser Jazdi; Michael Weyrich Automation 2024, Baden Baden, Germany, 07/2024

A Flexible Digital Twin Framework for ATMP Production—Towards an efficient CAR T Cell Manufacturing

Yuchen Xia, Arber Shoshi, Andrea Fieschi, Thomas Ackermann, Peter Reimann, Michael Weyrich, Bernhard Mitschang, Thomas Bauernhansl, Robert Miede
6th CIRP Conference on BioManufacturing, 08/2024

Applying Large Language Models for Intelligent Industrial Automation: Towards Autonomous Systems with Large Language Models

Yuchen Xia; Nasser Jazdi; Michael Weyrich
atp magazin, vol. 66, 06/2024

Control Industrial Automation System with Large Language Models

Yuchen Xia; Nasser Jazdi; Jize Zhang; Chaitanya Shah; Michael Weyrich 2025 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)

PUBLIKATIONEN

Neuartiger hybrider Simulationsansatz für die Zustandsüberwachung elektronischer Systeme für Mobilitätsanwendungen

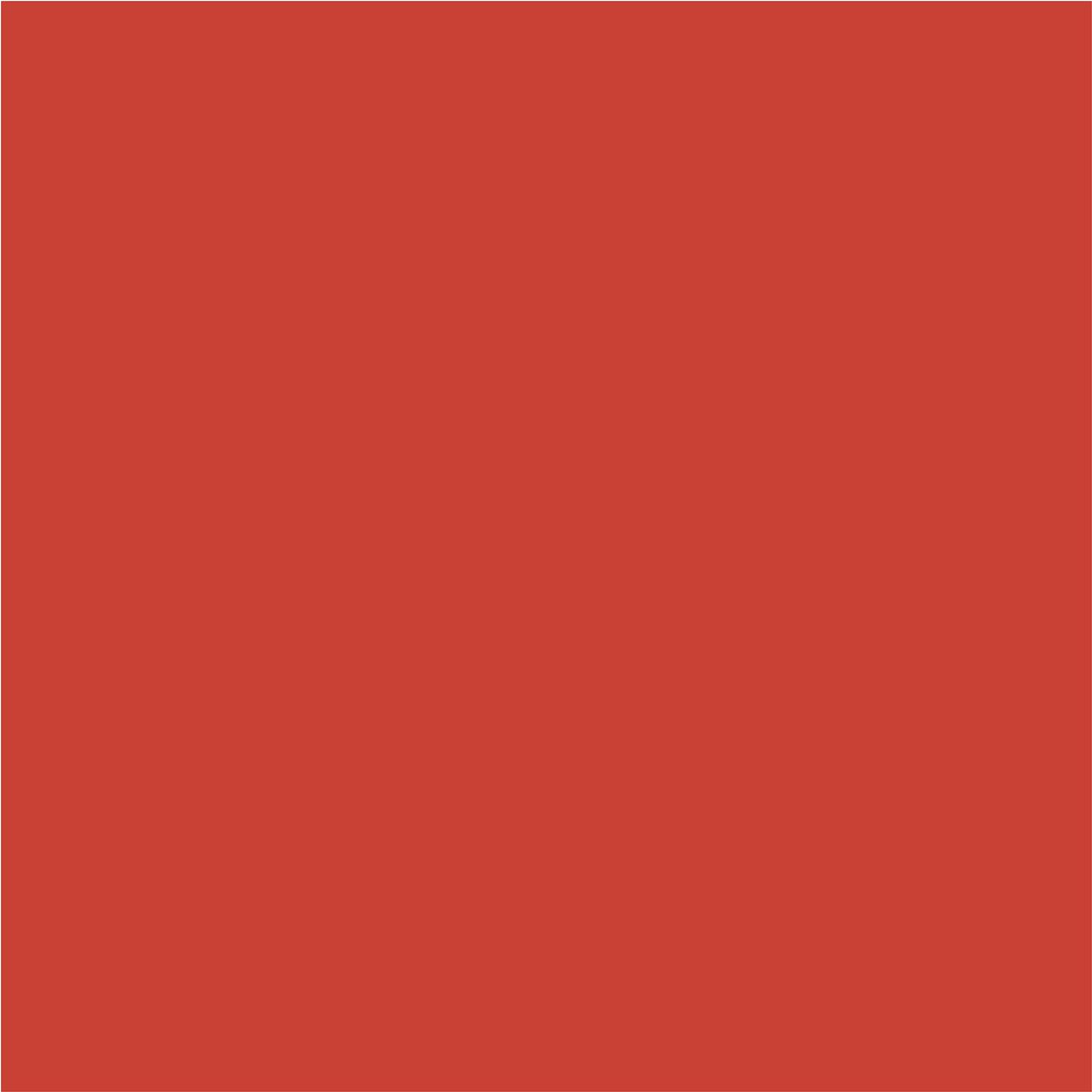
Mariam Elsotohy; Maurice Paul Artelt; Johannes Jaeschke; Simon Kamm; Nasser Jazdi; Frederic Sehr; Martin Schneider-Ramelow; Michael Weyrich

iCampus Cottbus Conference - iCCC2024, Cottbus, Deutschland, 05/2024

Bild- und Inspektionsdatenanalyse zur Gruppierung von elektrischen Bauteilen für die Korrelation mit der Lebensdauer

Maurice Artelt; Simon Kamm; Veronika Pavlova; Nasser Jazdi; Puya Ebrahimi; Michael Weyrich

12. GMM/DVS-Fachtagung - Elektronische Baugruppen und Leiterplatten - EBL 2024, Fellbach, Deutschland, 03/2024



LEHRE

LEHRGEBIET AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Das Lehrgebiet Automatisierungstechnik des IAS umfasst einerseits die Entwicklung und den Einsatz von Automatisierungssystemen sowie -methoden, mit dem Ziel, diese strukturell, hardwaretechnisch und softwaretechnisch zu gestalten. Andererseits stehen die ingenieurwissenschaftlichen Tätigkeiten im Rahmen von Automatisierungsprojekten und die Anwendung von Automatisierungsverfahren im Fokus der Lehre, insbesondere unter Berücksichtigung von Modellierungskonzepten. Zu den vermittelten Inhalten gehören fünf zentrale Vorlesungen: „Automatisierungstechnik I und II“, „Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme“ sowie „Industrial Automation Systems“. Ergänzt wird das Vorlesungsangebot durch die Ringvorlesung „Autonome Systeme“, in der die aktuellen Forschungsergebnisse präsentiert werden. Das gesamte Lehrangebot wird durch das Fachpraktikum „Automatisierungstechnik“ praxisnah vertieft.

LEHRGEBIET SOFTWARESYSTEME

Im Bereich der Softwaresysteme liegt der Schwerpunkt zunehmend auf der Orchestrierung moderner Technologien und Methoden, die durch den technologischen Fortschritt an Bedeutung gewonnen haben. Wesentliche Bestandteile dieses Lehrgebiet sind methodische Werkzeuge wie Modelle, Prozesse, Prinzipien und Tools zur Entwicklung qualitativ hochwertiger Software. Zunehmend wird auch das maschinelle Lernen, GenerativeAI und LLM in die Vorlesungen integriert, um den Studierenden die aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich näherzubringen. Das IAS bietet hier vier Grundlagenvorlesungen an: „Technologien und Methoden der Softwaresysteme I und II“, „Software Engineering for Real-Time Systems“ und „Grundlagen der Softwaresysteme“. Für die praktische Anwendung der theoretischen Inhalte steht das Fachpraktikum „Softwaretechnik“ zur Verfügung. Darüber hinaus wird eine Online-Lehrveranstaltung für die University of Anhui in China mit dem Thema „Artificial Intelligence for Industrial Automation“ angeboten. Die Ringvorlesung „Forum Software und Automatisierung“ ergänzt das Lehrangebot durch Vorträge aus der industriellen Praxis.

In diesem Jahr haben die Juniorprofessoren Andrey Morozov und Florian Pfaff zwei neue Lehrveranstaltungen eingeführt: „Risikobewertung von Robotersystemen“ und „Data Fusion and Resilience for Sensor Networks“.

AUFZEICHNUNG UND LIVE-ÜBERTRAGUNG

Alle Lehrveranstaltungen des IAS werden aufgezeichnet und den Studierenden kurz nach der Veranstaltung online zur Verfügung gestellt, um eine optimale Nachbereitung und Prüfungsvorbereitung zu ermöglichen. Zusätzlich werden sämtliche Lehrveranstaltungen parallel zu den Präsenzveranstaltungen live über WebEx übertragen, wodurch Studierende die Möglichkeit haben, ortsunabhängig an den Veranstaltungen teilzunehmen.

VORLESUNGEN

Automatisierungstechnik I

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Falk Dettinger, M.Sc

Im Sommersemester 2024 wurden die Vorlesungen und Übungen der Automatisierungstechnik I wieder durchgeführt. In diesem waren sowohl Studierende in Präsenz vor Ort, als auch digital zugeschaltet. Ergänzt wurden Vorlesung und Übung durch umfangreiche Lehrmaterialien wie aufgezeichnete Videos und digitale Skripte sowie ergänzende Unterlagen.

Für das Sommersemester 2024 wurde das Vorlesungsskript umfangreich überarbeitet und an das neue Lehrbuch von Prof. Weyrich zur industriellen Automatisierungs- und Informationstechnik angepasst. Insbesondere wurden neue Übungen erarbeitet.

Der Fokus der Lehrveranstaltung lag dabei weiterhin auf informationstechnischen Echtzeitanwendungen, wobei auch auf aktuelle Trends wie beispielsweise der Nutzung von digitalen Zwillingen und deren Anwendung in automatisierungstechnischen Systemen bzw. der Datenübertragung in verteilten Systemen eingegangen wird. Inhaltlich liegt der Schwerpunkt auf den grundlegenden Begriffen der Automatisierungstechnik, Automatisierungs- und Gerätesystemen sowie deren Topographien, Schnittstellen zwischen den Recheneinheiten des Automatisierungssystems und dem technischen Prozess, Grundlagen zu Kommunikationssystemen in der Automatisierungstechnik, Grundlagen der Echtzeitprogrammierung sowie Programmiersprachen für die Automatisierungstechnik.

Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Mechatronik, Maschinenbau sowie Medizintechnik und wird dabei sowohl von Bachelor- als auch von Masterstudierenden besucht.

Automatisierungstechnik II

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Manuel Müller, M. Sc., Johannes Sigel, M.Sc.

Die Vorlesung „Automatisierungstechnik II“ konzentriert sich auf die Entwicklung und Durchführung von Automatisierungsprojekten. Studierende aus den Studiengängen Elektrotechnik, Mechatronik, Autonome Systeme, Elektromobilität, etc. lernen hier die essentiellen Entwicklungsmethoden, Modellierungstechniken und die Anwendung von maschinellem Lernen im Kontext der Automatisierungstechnik. Diese Vorlesung bietet einen Einblick in die aktuellen Themen in diesem Fachgebiet und baut dabei auf den Grundlagen auf, die in der Vorlesung „Automatisierungstechnik I“ vermittelt wurden. Der Inhalt der Vorlesung wird laufend aktualisiert und erweitert, in diesem Jahr wurde beispielsweise das Thema der „Large Language Models in der Automatisierungstechnik“ mit aufgenommen. Damit sind die Studierenden gut gerüstet, um anspruchsvolle Automatisierungsprojekte sicher und effizient durchzuführen und sich in den aktuellen Entwicklungen der Automatisierungstechnik zu orientieren.

VORLESUNGEN

Grundlagen der Softwaresysteme

Dozent: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Florian Pfaff

Übungsleiter: Johannes Stümpfle, M.Sc.

Die Vorlesung wurde vom neuen Juniorprofessor am IAS, Jun.-Prof. Florian Pfaff, übernommen und widmet sich den fundamentalen Konzepten der objektorientierten Softwareentwicklung, die heutzutage in zahlreichen Industrieprojekten unverzichtbar sind. Die Vorlesung soll die Studierenden auf die vielfältigen Herausforderungen in den Bereichen Elektrotechnik, technische Kybernetik, Elektromobilität, Medizintechnik und anderen verwandten Disziplinen vorbereiten und ihnen die nötigen Fähigkeiten zur Entwicklung hochwertiger Softwarelösungen vermitteln.

Sie deckt die Grundlagen der objektorientierten Denkweise ab und spannt den Bogen über den gesamten Entwicklungsprozess – von der objektorientierten Analyse über den Entwurf bis hin zur Umsetzung von Softwaresystemen in einer objektorientierten Umgebung. Dabei wird die Unified Modeling Language (UML) zur Darstellung von Konzepten gelehrt. Zeitgemäße Ansätze wie agile Softwareentwicklung, Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) und DevOps werden ebenfalls behandelt, um den modernen Anforderungen der Softwareentwicklung gerecht zu werden. Als Neuerung in diesem Jahr lernen die Studierenden zudem das Qt-Framework zur Entwicklung von grafischen Benutzeroberflächen (GUIs) kennen, das sich zunehmender Beliebtheit erfreut.

Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme

Dozent und Ansprechpartner: Dr.-Ing. Nasser Jazdi

Seit dem Sommersemester 2019 wird die Vorlesung Verlässlichkeit intelligenter verteilter Automatisierungssysteme mit 6 Leistungspunkten angeboten. Im Rahmen dieser Vorlesung werden die Zuverlässigkeits- und Sicherheitstechniken gelehrt. Ergänzt werden die Themen mit dynamischer Berechnung der Zuverlässigkeit im Kontext Internet of Things. Neben der schriftlichen Prüfung müssen die Studierenden eine Projektarbeit durchführen. In der Projektarbeit werden die aktuellen Forschungsthemen wie „KI in der Automatisierung“, „Digital Twin“, „Cyber Physical Systems“ und „Einsatz von maschinellem Lernen in der Automatisierung“ untersucht und das Ergebnis in einer Ausarbeitung zusammengefasst.

VORLESUNGEN

Technologien und Methoden der Softwaresysteme I

Dozent: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andrey Morozov

Ansprechpartner: Philipp Grimmeisen, M. Sc.

Die Vorlesung Technologien und Methoden der Softwaresysteme I behandelt die standardisierte, ingenieurmäßige Herstellung von Software und die damit verbundenen Technologien und Methoden. Softwaretechnik umfasst eine Vielzahl von Teilgebieten, die in ihrer Gesamtheit den gesamten Entwicklungsprozess von der Planung bis zum Testen und dem „Rollout“ begleiten.

Jun.-Prof. Andrey Morozov und Philipp Grimmeisen halten die Vorlesungen und Übungen im Wintersemester 2023/24 in Präsenz. Der Inhalt des Kurses wird stetig weiterentwickelt und an aktuelle Themen angepasst. Daher stehen agile Vorgehensmodelle, wie z.B. Scrum oder Kanban, und KI-Software stärker im Fokus.

Technologien und Methoden der Softwaresysteme II

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Nasser Jazdi

Im Rahmen der Vorlesung Technologien und Methoden der Softwaresysteme II werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Softwaretechnik präsentiert. Während die Vorlesung TMS I verstärkt Themen aus dem Bereich Entwicklung von Software behandelt, beantwortet der zweite Teil vorrangig Fragen aus dem Umfeld der Softwareentwicklung, z. B. mit welchen Maßnahmen und Mitteln die Qualität von Softwaresystemen erhöht werden kann, welche Möglichkeiten bei der Wartung bzw. Weiterentwicklung von bestehenden Softwaresystemen zur Verfügung stehen und welche aktuellen Themen und Techniken die zukünftige Weiterentwicklung der Softwaretechnik prägen. Die Struktur der Vorlesung wurde überarbeitet. Hierzu wurde ein neues Kapitel „Systems Engineering“ eingeführt. Außerdem das neue Thema SOA aufgenommen. Dieses Thema neben Themen „Softwarewiederverwendung“ und „Agentenbasierte Softwareentwicklung“ bilden den Inhalt des neu eingeführten Kapitel Komplexitätsbeherrschung in der SW-Entwicklung. Wir werden diese Lehrveranstaltung in naher Zukunft vollständig überarbeiten.

SEMINARE UND ENGLISCHSPRACHIGE VORLESUNGEN

Seminar Intelligente cyber-physische Systeme

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Daniel Dittler, M. Sc.

Im Seminar „Intelligente cyber-physische Systeme“ lernen Studierende spezielle Themenstellungen aus dem Bereich intelligenter cyber-physischer Automatisierungssysteme wissenschaftlich zu bearbeiten und in Bezug auf die Transferierbarkeit von Technologie in die Praxis einzuschätzen. Im Mittelpunkt stehen hierbei die Kombination einer Tiefenbetrachtung ausgewählter Technologien mit Ansätzen aus dem Bereich des Entrepreneurships. Die Studierenden werden durch die Kombination von technischem Know-how, wirtschaftlichen Kompetenzen und interdisziplinärer Teamarbeit darauf vorbereitet, Lösungen für die Entwicklung und Produktgestaltung von cyber-physischen Systemen zu entwickeln.

Das Seminar ging im Wintersemester 2024/25 in seine fünfte Runde. Während Prof. Weyrich und das IAS die Hauptorganisation sowie die technischen Aspekte verantworten, werden unter Anleitung von Prof. Alexander Brem vom Institut für Entrepreneurship und Innovationsforschung „Stakeholder und Value Proposition“-Aspekte behandelt, um den Horizont der Studierenden in dieser Hinsicht zu erweitern.

Industrial Automation Systems

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Contact Person: Baran Can Gül, M.Sc

The course Industrial Automations Systems provides students with various competencies and skills essential for modern industrial automation. Through expert guidance, students gain the ability to design automation projects, effectively implement modern development methodologies, and become familiar with automation tools and peripherals. Lectures include a deep understanding of the software systems required for industrial automation and the real-time programming concepts essential for controlling. Furthermore, students have the chance to work on practical case studies addressing concurrent challenges in industrial automation and discuss their findings during the lecture. This semester in particular, a lot of time was spent in lecture and in the case studies.

Along with an overview of the field, students immerse themselves in exercises that bridge the gap between overview

ENGLISCHSPRACHIGE VORLESUNGEN

and in-depth knowledge. They delve into real-world case studies that span a wide spectrum, from cognitive sensors to automotive IT to integrated factory automation. In addition, they analyze various value propositions and gain an understanding of how automation technologies can add value. In particular, they learn to process and contextualize sensor data, understand the fieldbus, and determine temporal behavior and telegram sequences. In addition, students improve their ability to secure communication using asymmetric encryption methods. They gain hands-on experience with various scheduling methods and semaphore-based resource control. This practical journey extends to creating PLC programs from specifications and basic skills in designing pneumatic controls. While the lecture has introduced modern concepts in industrial automation, essential topics such as the CAN bus and PLC, which underpin automation, are still included in the curriculum to ensure students acquire a solid understanding of the fundamentals.

Software Engineering for Real-Time Systems

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert

Contact Person: Simon Kamm, M. Sc. and Akshay Narla, M.Sc.

The lecture „Software Engineering for Real-Time Systems“(SER) is held by Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert (Vector Consulting Services GmbH). SER is one of the most attended courses from IAS with students consistently rating the lecture very highly since the questions and procedures come directly from industry. The common thread is the professional development of real-time systems across the entire life cycle. In particular, different processes and process models are presented in the current context. These range from requirements engineering, design, implementation, verification, and validation to quality and project management. Each year, the course breaks new ground, with current topics including the use of generative AI in software engineering, testing and validation of autonomous systems, distributed architectures for IoT and automotive, multicore validation, cybersecurity, management of globally distributed teams, and agile software development of critical systems.

Modeling and Analysis of Automation Systems (MAAS)

Lecturer: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andrey Morozov

Contact Person: Tagir Fabarisov, M. Sc.

Building on its continued success, the Modeling and Analysis of Automation Systems (MAAS) course, led by Jun.-Prof. Andrey Morozov and M.Sc. Tagir Fabarisov, remains one of the most popular offerings at IAS. In the Summer semester 2024, over 140 students successfully completed the course, demonstrating its growing impact and relevance in the field of automation systems design.

Design and analysis of modern automation systems require powerful models that are able to cover the complexity of industrial cyber-physical components. MAAS guides our students from basic to advanced system models and demonstrates their features and applications. We start with elements of set theory, graph theory, and Boolean algebra. After that, we talk about discrete system models such as state machines and automata. We learn how to analyze parallel and concurrent systems with Petri nets. We discuss the principles of model checking and temporal logic. The last part of the course is devoted to stochastic models, including Bayesian networks, Markov chains, and stochastic Petri nets.

Three pillars of MAAS are (i) examples, (ii) mathematics, and (iii) software. MAAS tells our students about essential mathematical concepts that help to design and analyze complex software and hardware. Yet, this course goes far beyond mathematics. In the lectures, the students learn about the advantages and disadvantages of the models, available software tools and libraries, and even some history behind them. In the exercises, we go deeper into the underlying math. We code some of these models and analytical algorithms in Python. All slides, videos, and Jupyter notebooks are available in the ILIAS.

RINGVORLESUNGEN

Ringvorlesung Forum Software und Automatisierung

Veranstalter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich, Prof. Dr.-Ing. Christof Ebert

Ansprechpartner: Maurice Artelt, M. Sc.

Die Dozentinnen und Dozenten aus der Industrie, die aktuelle Themen der Automatisierungs- und Softwaretechnik aus ihrer Sicht beleuchten, halten ihren Vortrag in Präsenz sowie in einer parallelen Webkonferenz und beantworten anschließend Fragen. Dieses zusätzliche Vorlesungsangebot soll vor allem den Bezug der Theorie zur Praxis stärken und Studierenden die Möglichkeit geben, einerseits aktuelle Herausforderungen aus der Praxis kennenzulernen und andererseits Kontakte in die Industrie zu knüpfen. Aus diesem Grund richtet sich das Angebot zwar hauptsächlich an Studierende verschiedener Fachbereiche, allerdings werden auch berufstätige Ingenieurinnen und Ingenieure, die sich einen Überblick über aktuelle Themen der Automatisierungs- und Softwaretechnik verschaffen möchten, gerne willkommen geheißen.

- Herausforderungen bei der Entwicklung eines Kryptotelefons, Dr. Marcel Dischinger, Rohde & Schwarz SIT GmbH, 17.10.2024
- Continuous Testing als Folge von CI/CD, Andreas Bossert, ITK Engineering GmbH, 24.10.2024
- Automatisierung und Artificial Intelligence in der Prozessindustrie, Dr. Nils Richter, BASF SE, 31.10.2024
- Industry 4.0 Interoperability with Asset Administration Shell, Dr. Sten Grüner, ABB AG, 07.11.2024
- Industry 4.0 Solution for Packaging Machines, Tobias Jung, Syntegon Technology GmbH, 21.11.2024
- Die Anwendung der Verwaltungsschale für den Kfz-Leitungssatz, Markus Rentschler, Arena 2036 e.V., 28.11.2024
- Vorausschauende Wartung an Maschinenteilen- Nachhaltigkeit benötigt Digitalisierung, Volker Schwiden, Schneider Electric SE, 05.12.2024
- What would Samwell Tarly Do? Dokumentation und Wissensmanagement als Schmierstoff im Maschinenraum des Softwareengineering, Berthold Warth, Balluff GmbH / ISS GmbH, 07.12.2023
- Deep Dive Rust Programming Language, Dr. Felix Gutbrodt, Robert Bosch GmbH, 12.12.2024
- Software defined Cars – Herausforderungen an Fahrzeuge welche 20 Jahre in Kundenhand sind, Dr. Rose Sturm, Mercedes-Benz AG, 19.12.2024
- What would Samwell Tarly Do? Dokumentation und Wissensmanagement als Schmierstoff im Maschinenraum des Softwareengineering, Berthold Warth, Balluff GmbH, 09.01.2025
- Matrixorganisation bei Foerster für die Weiterentwicklung einer komplexer Produktpalette, Andreas Löcklin, Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, 16.01.2024
- Automatisierung in dezentralen Energiesystemen, Klaus Schmid, AVAT Automation GmbH, 23.01.2025
- Qualitätssicherung im agilen Umfeld, Dr. Sebastian Ruland, ISS GmbH, 30.01.2025
- KI-basierter Test von autonomen Systemen, Prof. Dr. Christof Ebert, Vector Consulting GmbH, 06.01.2025

RINGVORLESUNGEN

Ringvorlesung Aspekte Autonomer Systeme

Veranstalter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Hannes Vietz, M. Sc.

- Autonome Systeme: Übersicht zu Methoden und Verfahren, Prof. Weyrich 14.10.2024, 17.10.2024
- Verteilte autonome Systeme, Prof. Aiello, Prof. Becker 21.10.2024, 14.11.2024
- Continuous Testing als Folge von CI/CD, Andreas Bossert, 24.10.2024
- Security, Privacy, and Cryptography, Prof. Küsters, 28.10.2024, 31.10.2024
- Sicherheit und Absicherung von Software, Prof. Weyrich, 04.11.2024
- Industry 4.0 Interoperability with Asset Administration Shell, Dr. Grüner, 07.11.2024
- Future Production Systems: Risk and Safety, Prof. Morozov, 11.11.2024
- Computer Vision: Von klassischer Bildverarbeitung bis hin zu Deep Learning und Foundation Model, Prof. Roitberg, 18.11.2024
- Autonome Systeme in der Luftfahrt, Prof. Fichter, Prof. Annighöfer 21.11.2024, 02.12.2024
- Kognitive Produktionssysteme, Prof. Huber, 25.11.2024
- Die Anwendung der Verwaltungsschale für den Kfz-Leitungssatz, Markus Rentschler, 28.11.2024
- Signalverarbeitung und maschinelles Lernen, Prof. Yang, 05.12.2024,
- Perzeption in Automotivanwendungen, Prof. Yang, 09.12.2024
- Deep Dive Rust Programming Language, Dr. Gutbrodt, 12.12.2024
- Autonome Systeme in Fahrzeugen, Dr. Greiner, 16.12.2024, 19.12.2024
- Kybernetische Methoden für autonome Systeme, Prof. Allgöwer, 09.01.2025, 16.01.2025
- Autonome Systeme in der Energieversorgung: Einführung und intelligente dezentrale Energiesysteme, Prof. Hufendiek, 13.01.2025
- Autonome Systeme in der Energieversorgung: Systemstruktur, Eigenschaften, Definitionen Prof. Rudion, 20.01.2025
- Quantum Machine Learning, Dr. Roth, 27.01.2025
- Autonome Systeme in der Energieversorgung: Intelligente Systeme der Zukunft, Prof. Rudion 30.01.2025
- Autonome Systeme in der Energieversorgung: Systemdynamische und regelungstechnische Aspekte, Prof. Lens, 03.02.2025
- Software Engineering für KI, Prof. Ebert, 06.02.2025
-

PRAKTIKA

Grundlagenpraktikum

Modulverantwortlicher Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich
Ansprechpartner: Daniel Dittler M. Sc.

Das Grundlagenpraktikum ist ein institutsübergreifendes Praktikum im Bachelorstudiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“. Dort werden praktische Grundlagen zum Lehrstoff der grundlegenden Vorlesungen vermittelt.

Für das zweite Semester wird ein Versuch zur Einführung in die „Grundlageneinfacher digitaler Schaltungen“ angeboten. Im Versuch wird den Studierenden die Funktionsweise einfacher digitaler Grundsaltungen vermittelt.

Das vermittelte Wissen können die Studierenden dann direkt an einem Beispiel, einem „Elektronischen Würfel“, in die Praxis umsetzen. Neben Grundlagen der Digitaltechnik werden auch handwerkliche Inhalte vermittelt, indem die Studierenden eine vorgefertigte Platine selbst bestücken und verlöten. Anhand eines kleinen Spiels mit dem Würfel können die Studierenden so selbst überprüfen, ob ihre Überlegungen zur digitalen Verschaltung richtig waren.

Fachpraktikum - Softwaretechnik

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich
Ansprechpartner: Matthias Weiß, M. Sc.

Beim Fachpraktikum Softwaretechnik sind die Studierenden Teil eines Projekts, in dem ein Softwaresystem zur Steuerung von Fahrrobotern entwickelt wird. Neben methodischer Softwareentwicklung stehen in dem Fachpraktikum die Lernaspekte Teamarbeit, Projektmanagement und Qualitätssicherung im Vordergrund. Die Aufgabe der Software ist es, den Fahrroboter durch einen Hindernisparcours in einen Zielbereich zu steuern. Am Ende des Praktikums findet ein Roboterwettrennen statt. Sieger ist das Team, dessen Roboter als erster ins Ziel findet.

Das diesjährige Praktikum war mit einigen Neuerungen verbunden. Unter anderem wurde der Versuch generalüberholt und die alten Fahrroboter durch moderne „TurtleBots“ ausgetauscht, wodurch aktuelle Programmierkonzepte besser abgefragt werden konnten und sich die Robustheit des Versuchs erhöht hat. Dies hat sich auch in der Zahl der Teilnehmenden und dem Abschlussrennen widerspiegelt, bei dem erstmals seit längerer Zeit wieder 4 Teams gegeneinander angetreten sind. Das erstmals seit Corona wieder eingeführte Wettbüro und die schnellere Geschwindigkeit der Roboter sorgte für gute Unterhaltung und hat das Event zu einem vollen Erfolg werden lassen.

PRAKTIKA



PRAKTIKA

Fachpraktikum Einführung in die Microcontroller-Programmierung

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Johannes Sigel, M. Sc.

Das Fachpraktikum „Einführung in die Mikrocontroller-Programmierung“ bietet eine wertvolle Lernerfahrung für Studierende im Bachelor-Studiengang „Elektrotechnik und Informationstechnik“ sowie im Master-Studiengang „Medizintechnik“. Das Hauptziel dieses Praktikums ist die gemeinsame Entwicklung einer Platine, sowie der Steuerungssoftware für ein Modellauto. Die konkreten Aufgaben sind in einem Lastenheft festgelegt und sollen in Teamarbeit durchgeführt werden. Dies ermöglicht den Studierenden nicht nur den Erwerb von fachlichen Fertigkeiten, sondern fördert auch wichtige Softskills wie Teamfähigkeit und selbstständiges Arbeiten. Das Fachpraktikum bietet den Studierenden die Möglichkeit, ihr erlerntes Wissen in die Praxis umzusetzen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

Im Rahmen dieses Praktikums erhalten die Teilnehmer Einblicke in die Hardware- und Softwareentwicklung eingebetteter Systeme, was ihnen praktische Erfahrungen in diesem Bereich vermittelt. Um dieses Lehrangebot auch in Zukunft auf dem neuesten Stand zu halten und stets die aktuellste Hardware zu verwenden, wird das Modellauto in diesem Jahr komplett überarbeitet. Entsprechend wird dabei auch die Steuerungssoftware angepasst und damit auch die Aufgabenstellung für die Studierenden aktualisiert. Durch die Verwendung eines neuen Mikrocontrollers in den Fahrzeugen sind in Zukunft Erweiterungen, wie zum Beispiel eine Kommunikation zwischen den Modellautos, möglich.

Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich

Ansprechpartner: Lennard Hettich, M. Sc.

Das Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik vermittelt in mehreren Versuchen Kenntnisse der praktischen Anwendung. Dazu zählen exemplarisch die Konzipierung und Realisierung von Bussystemen, der Rapid-Prototyping-Entwicklungsprozess sowie die Testautomatisierung, wobei jeweils auf den Umgang mit aktuellen, Industrie-typischen Entwicklungswerkzeugen Wert gelegt wird. Zum Thema Roboterarmsteuerung wurde dieses Jahr ein neuer Versuch mit aufgenommen, der die Teilnehmer in einer praktischen Hands-On-Erfahrung mit einem Miniatur-Roboterarm in das hochaktuelle Framework ROS2 und die Programmiersprache Python einführt.

Das Fachpraktikum (Master) Automatisierungstechnik setzt sich dabei aus sechs unabhängigen Präsenzversuchen zusammen, welche in kleinen Gruppen mit der Begleitung und Unterstützung durch Tutoren über das Wintersemester verteilt durchgeführt werden. Um den Studierenden auch zukünftig eine Einführung in zeitgemäße Werkzeuge der Automatisierungstechnik anbieten zu können, werden aktuell noch weitere Aktualisierungen von Versuchsaufbauten geplant.

DISSERTATIONEN - BACHELORARBEITEN - MASTERARBEITEN - FORSCHUNGSARBEITEN - STUDIENARBEITEN

4 Dissertationen



Das IAS gratuliert Herrn Dr.-Ing. Manuel Müller herzlich zu seiner am 25.10.2024 bestandenen Doktorprüfung. Herr Manuel Müller hat sich in seiner Dissertation mit dem Thema „Automatische Beurteilung situationsbezogener Risiken von mobilen Industrierobotern“ beschäftigt.



Das IAS gratuliert Herrn Dr.-Ing. Valentin Stegmaier herzlich zu seiner am 28.11.2024 bestandenen Doktorprüfung. Herr Valentin Stegmaier hat sich in seiner Dissertation mit dem Thema „Automatisierte Erstellung von Verhaltensmodellen für Digitale Zwillinge und domänenspezifische Modellbildung für die Vakuum-Handhabungstechnik“ beschäftigt.



Am 21.11.2024 fand die Doktorprüfung von Herrn Dr.-Ing. Andrea Löcklin statt. Andreas Löcklin beschäftigte sich in seiner Promotion mit dem „Trajektorienvorhersage für die Optimierung der Routenplanung mobiler Roboter in der Intralogistik“. Das IAS-Team gratuliert Andreas Löcklin herzlich zu seiner bestandenen Prüfung.



Das IAS gratuliert Herrn Dr.-Ing. Dominik Braun herzlich zu seiner am 28.11. 2024 bestandenen Doktorprüfung. Herr Dominik Braun hat sich in seiner Dissertation mit dem Thema „Automatisierte Erstellung der Relationen eines Digitalen Zwillings für Bestandssysteme in der Produktion“ beschäftigt.

ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2024

14 Bachelorarbeiten

- **Robert Waldecker:** Konzeption und Umsetzung einer Cloud Infrastruktur für verteilte Recheneinheiten
- **Jakob Thier:** Aufbau eines Drehmaschinen-Demonstrators zur Evaluierung und Validierung von Sensoren
- **Tobias Bauknecht:** Untersuchung von Technologien und Methoden zur Realisierung verteilter Systeme
- **Andre Schiel:** Barkeeping für Franka Emika
- **Pradyumin Arvind:** Implementierung einer Anomalieerkennung für synthetisch erzeugte Daten des Reaktormodells für die Methanisierung im H2Mare-Projekt
- **Simeon Doll:** Optimierung und Evaluierung des Softwaresystems zur automatischen Modelladaptation von Simulationsmodellen in Digitalen Zwillingen von modularen Produktionsanlagen
- **Maxim Becker:** Bildclustering von Produktionsdaten einer bestückten Leiterkarten
- **Tim Reibel:** Prädiktion der Lebensdauer auf Grundlage der Produktionsdaten von bestückten Leiterkarten
- **Niklas Hunold:** Entwurf und Implementierung eines autonomen mobilen Roboters für die dynamische Risikobewertung
- **Alex Braun:** Entwicklung eines Demonstrators für die Kommunikation zwischen Fahrzeugen
- **Jonas Haug:** Vollumfängliche Überarbeitung des Modellautos aus dem Fachpraktikum „Einführung in die Programmierung von Mikrocontroller-Systemen“
- **Yannick Heim:** Steuerung und Simulation eines Franka-Emika-Roboters in einem nicht-nativen Linux-System
- **Patrick Hummel:** Generation of Simscape Models Using Large Language Models

61 Masterarbeiten

- **Daniel Meier:** Konzeption und Entwicklung eines Labeling-Tools zur Erkennung von Anomalien in Sensordaten basierend auf unüberwachten Neuronalen Netzen
- **Peter Frank:** Multi-Modale Multi-Task Neuronale Netzwerke für einen Roboterhund
- **Dominik Eißer:** Multi-Modale Bodentyperkennung mithilfe von Transformer Netzwerken
- **David Stauss:** Automatische Konfiguration von Simulationsmodellen in Digitalen Zwillingen von Offshore Power-to-X Produktionsanlagen
- **Ivan Mijatovic:** Open Source Management in verteilten Komponenten
- **Philipp von Montigny:** Konzeption und Umsetzung einer Weiterentwicklung für eine variantenreiche Software in der Automotive-Domäne
- **Elnaz Arman:** Physics-informed neural networks für die Restlebensdauervorhersage elektronischer Schaltungen
- **Timo Liebelt:** Entwicklung einer Methode zur automatischen Generierung eines Knowledge Graphs für modulare Produktionsanlagen
- **Insa-Marie Weichert:** Entwicklung und Bewertung von Algorithmen des maschinellen Lernens zur Erkennung von Anomalien bei Zeitreihendaten

- **Denis Biz:** Entwicklung und Implementierung einer Softwarearchitektur mit prototypischer Realisierung einer Co-Simulationsumgebung für einen digitalen Zwilling einer modularen Produktionsanlage
- **Luka Treftz:** Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines automatisierten Simulationssystems für die umfassende Analyse, Validierung und Verifikation von Weitbereichs-Analogeingängen
- **Maksims Zabetcuks:** Datenkompression von multi-modalen Sensordaten in Abhängigkeit von Strom- und Zeitverbrauch
- **Weichen Huang:** Automatisierte Generierung von Microservices aus monolithischer Software
- **Niklas Hug:** Konzeption und Entwicklung einer LLM-basierten Feature Lokation in geklonten Varianten
- **Assam Sahseh:** Anomaliedetektion in Logdateien mit Hilfe von Machine Learning
- **Pashtrik Asani:** Entwicklung eines Konzepts zur Implementierung einer Verwaltungsschale zur Standardisierung von Softwarefunktionen
- **Han Hu:** Entwurf und Entwicklung eines Algorithmus zum Greifen\Freigeben von Objekten für Franka Emika Panda-Manipulator basierend auf Tangram-Spiel
- **Emy Maria:** Entwicklung eines Konzepts zum Einsatz von diagnoserelevanten Metriken im Fahrzeug mit prototypischer Umsetzung
- **Neeharika Devarakonda:** Personalisierte Temperaturregelung für den Komfort im Fahrzeug durch Federated Learning
- **Akshay Narahari Kulkarni:** Evaluierung von Automotive Android Aktualisierungen im Kontext der Orchestrierung von Systemaktualisierungen in verteilten Fahrzeugsystemen
- **Vedant Girish Dalvi:** Real-time body pose classification using DL and microservices architecture
- **Aghaei Attar, Arman:** Lightweight Deep Learning-based error detection and mitigation for exoskeleton
- **Prangshu Saikia:** Power Source in Highly Restricted Industrial Environments
- **Elshan Moradkhani:** Dynamische Erstellung eines globalen Umgebungsmodells für vernetzte Fahrzeuge
- **Swarnika Sarangi:** Implementierung eines 5G Simulationsstacks zur Performanceanalyse realer 5G Netzwerke
- **Vishnuvarthini Thamaraiselvan:** Vergleich von Methoden der formalen Verifikation zur Robustheitsbewertung
- **Beryl Wicaksono:** Refining Automation Systems for Enhanced Modular Control
- **Lukas Maier:** Schätzung des Fahrbahnprofils mithilfe von Planar Parallax auf Basis von monokularen Bilddaten
- **Akash Verma:** Konzeption und Aufbau eines Demonstrators für die Einführung in die industrielle Anwendung von ROS2
- **Mandar Kharde:** Konzeptualisierung und prototypische Implementierung einer dynamischen multimodalen Sensorkalibrierung in einer serviceorientierten Automotive-Architektur
- **Venkatesh Sankarappan:** Suitable Approach for Semi-Automated Labelling in Object Detection
- **Nisharani Ramesh Meti:** Entwicklung einer CARLA-basierten Testinfrastruktur für die Validierung variantenreicher Software-definierter Systeme
- **John Pravin Arockiasamy:** Entwicklung eines KI-basierten Testfallgenerierungsansatzes für die Validierung von variantenreichen Software-definierten Systemen

ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2024

- **Dhimanth Dinesh:** Entwicklung eines Frameworks zur Verlagerung von Fahrzeugfunktionen in Cloud und Edge
- **Anish Navalgund:** Entwurf einer Datenschleife für das Maschinelle Lernen in Software-Definierten Fahrzeugen
- **Ziyao Zhou:** Integrating Large Language Model Agents with Embedded Systems for Smart Oven Control
- **Sreelakshmi Manoj:** Individuelle Gestenerkennung in der Fahrzeugkabine durch Federated Learning zur Verbesserung des Fahrkomforts
- **Georgios Katranis:** Perzeptionsbasierte dynamische Risikobewertung für Mensch-Roboter-Kollaborationsszenarien
- **Bera, Soham Kanti:** Graph Neural Network Architekturen zur Verarbeitung nicht euklidischer Geometrien
- **Jize Zhang:** Synthetic training data creation for supervised fine-tuning of large language models for autonomous production planning and control
- **Rucha Golwalkar:** Time Series Classification using Deep Learning for Skill Recognition in Robotic Manipulators
- **Sahana Chikkabelavangala Krishnamurthy:** Design and Implementation of an Autonomous Mobile Robot System for a Smart Factory
- **Devansh Atray:** LLM-basierte Migration und Strukturierung von Lösungsräumen geklonter Systeme
- **Rojan Regmi:** Style Transfer von Bilddaten für das Training von robusten Bildklassifikationsmodellen
- **Pooja Manoj Jangid:** Research on Dynamic Risk Models and Implementation of a Smart Risk Model Selector for Dynamic Risk Assessment of Robotic Systems
- **Belal Abulabn:** Automating Safety and Risk Management with Large Language Models Agents
- **Shreya Bhatia:** Erkennung physischer Geräte in dynamischen verteilten Kommunikationsnetzen
- **Hongcheng Jia:** Federated Learning based Plane detection in Urban environments for In-Car Augmented Reality
- **Nikita Majalikar:** Analyzing the Influence of Uncertainties on the Detection of Risk Events in a Robot Application
- **Rahul R Shanbhag:** Load Balancing in verteilten Cloud/Edge Netzwerken für Fahrzeugeuge
- **Zilin Jin:** AI-based Risk Assessment for Human-Robot Collaboration
- **Ekagra Gupta:** Soft Labels für fortgeschrittene Data Augmentation Strategien beim Training von Bildklassifizierungsmodellen
- **Arthik Raj Bailalladabeedu Jain:** RoboDog Fetch - Erkennen und Apportieren
- **Bijay Paudel:** RoboDog Guide - Natürliche Sprache zur Pfadplanung
- **Marius Häcker:** ROS2-implementation of the DMP-based controller for exoskeleton
- **Charithra Omprasad:** Quality of Service-basierte Funktionsverlagerung in verteilten Cloud/Edge Netzwerken
- **Chaitanya Pareshkumar Shah:** A Comprehensive Benchmark System for Evaluating LLM Performance in Industrial Automation
- **Lakshmanan Natarajan:** Implementierung von Federated Incremental Learning für den Komfort in der

- Fahrzeugkabine
- **Sudaksh Kalra:** Continual Domain adaptation using Charger Approach
- **Sijia Chen:** Investigation of Textual Representation Methods for Improved Data Interpretation of Large Language Models for Engineering Applications

64 Forschungsarbeiten

- **Weichen Huang:** Implementierung eines Data Lake zur Verwaltung von Perzeptionsdaten autonomer Fahrzeuge
- **Annika Heilig:** Umsetzung eines Verfahrens zur probabilistischen Ursachenanalyse in software-definierten Systemen
- **Kevin Fritz:** Entwurf, Konzept und Implementierung eines Robotersystems zum Mixen von Chemikalien
- **Niklas Hug:** KI-gestützte Kontrolle von Erosion in variantenreichen Softwaresystemen
- **Semih Tarik Ünal:** Optimierung und Evaluierung des Softwaresystems zur automatischen Modelladaption von Simulationsmodellen in Digitalen Zwillingen von Offshore-PtX-Anlagen
- **Kathrin Fliessner:** Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Large Language Models (LLMs) bei der dynamischen Zuverlässigkeitsberechnung
- **Artur Seifert:** Konzeptionierung einer Ausführungsumgebung zur selbst-adaptiven Anomalie-Detektion in software-definierten Systemen
- **Anh-Vu Nguyen:** Mustererkennung in den Produktionsdaten von bestückten Leiterkarten
- **Ilya Kozlov:** Optimierung der Verkehrssteuerung in Produktionsumgebungen durch Edge-Intelligenz-Systeme und cyber-physische Systeme
- **Krutarth Patel:** Konzeption einer Sensorik für ein Spannwerkzeug zur Prädiktiven Instandhaltung
- **Omkar Tulaskar:** Entwurf und prototypische Umsetzung eines Konzepts für die automatisierte Modell-zu-Code-Transformation eines Fahrzeug-Komfortsystems
- **Belal Abulabn:** Evaluation of Quantized Large Language Models for Semantic Interpretation and Reasoning within Industrial Automation Contexts
- **Wenjie Xie:** Prompt optimization with a dual GPT-agent feedback system
- **Bhumika Shree Bhaskar:** Erweiterung des Umgebungsmodells autonomer Einheiten mittels verteilter Multisensorfusion und Objekttracking
- **Anusha Chandrakumar:** Entwicklung und Verifizierung eines Modells zur Klassifizierung verlagerbarer Fahrzeugfunktionen in Cloud und Edge
- **Gahana Anjanappa:** Bewertung des Einflusses verschiedener Verlustfunktionen auf die Leistung von Bildklassifikatoren
- **Adnan Mohamed Khalid:** Fehlerinjektion in die Simulation eines Roboterarms zur Erstellung eines Datensatzes für die Anomalieerkennung unter Verteilungsverschiebung
- **Mayank Jha:** Dynamic Fault Trees and Adversarial Multi-Agent Reinforcement Learning
- **Amal Chulliyat Jose:** Adversarial Multi-Agent Transfer Learning

ABGESCHLOSSENE ARBEITEN 2024

- **Devansh Atray:** Beherrschung von Erosion in Softwaresystemen: Umfassende Studie und Realisierung eines Showcases
- **Kannanthodath Induchoodan Ajay Menon:** Integration der Standardisierung von Softwarefunktionen in eine Verwaltungsschale
- **Rahul Radhakrishna Shanbhag:** Verbesserung der Softwarefunktionalität im Betrieb durch Verwaltungsschale
- **Sree Madhumitha Seemakurthi:** Erweiterte Punktwolken-basierte Objekterkennung und Objekttracking dynamischer Objekte
- **Shayan Haghi:** Ein optimierter Ansatz für die 3D-Innenraum-Lokalisierung: Reduktion der Ankerpunkte für hohe Genauigkeit und Kosteneffizienz
- **Akshaya Ananth:** Further Development of OpenErrorPro for Robotic Systems
- **Shweta Shankarappa:** Dynamische Auswahl von Sensordaten vernetzter Fahrzeuge unter Berücksichtigung von Perzeptionsdaten und Objekttracking
- **Yeldo Pailo:** Fault Modelling in Simscape: Methods and Impact Analysis
- **Abhishek Odunghat:** Efficient Simulink-to-Python Simulation
- **Tobias Roos:** Entwicklung eines Securityanalysetools für die Industrie
- **Chaitanya Pareshkumar Shah:** Large Language Models for OPC UA Server Data Retrieval
- **Wang Xu:** Entwicklung eines qualitätsbasierten Bahnplanungsalgorithmus für die automatisierte 3D-Inspektion mit 3D-Scannern
- **Simran Chauhan:** Improvement of Fault Injection Tool
- **Lun-Yu Yuan:** Interpretability Study of Large Language Models with Probing Techniques
- **Chen Haonan:** Survey on Large Language Models for Applications in Industrial Automation and Software Engineering
- **Surath Chandra:** Ein Konzept für die Datenerfassung durch im Fahrzeug eingebaute Kabinensensoren
- **Yashaswini Sreenivasa:** Reinforcement Learning and Graph Neural Networks for Fault Tree Analysis
- **Juntao Lin:** Transforming Vehicle User Manuals into Interactive AI Chatbot Powered by Large Language Model
- **Zheng Sun:** Fine-Tuning of Large Language Models for Enhanced Semantic Interpretation of Microservices in Automation Systems
- **Joachim Bete:** Vorhersage des Softwareentwicklungsaufwands anhand von Komplexitätsmetriken
- **Tarek Nema:** Bewertung des Softwareprojektaufwands aufgrund von Anforderungsänderungen
- **Suraksha Nadig:** Erkennung von Emotionen in Echtzeit mit Federated Learning
- **Ahmad Ayoub:** Simulationsbasierte personalisierte Temperaturregelung in der Fahrzeugkabine
- **Mohamed Sherif Mohamed Fakh Amin:** Entwicklung eines personalisierten Systems zur Erkennung von Stress und Müdigkeit mit Federated Learningf
- **Jieyi Hu:** Adaptive and scalable approach for Time Series Anomaly Detection using Transformer
- **Maung Myint Soe:** Literaturrecherche zu Problemen und Herausforderungen im Bereich der intelligenten

Fahrzeugflotten

- **Haritha Kameswari:** Konzeptionierung einer verteilten Data Lake-Umgebung für vernetzte Fahrzeuge
- **Shuo Yang:** Modellbasierte Batteriezustandsdiagnose und -simulation für Verbesserung der Zuverlässigkeit und der Sicherheit in autonomen Fahrsystemen
- **Godson Kulangara Shibu:** Analyzing the Influence of Uncertainties on the Detection of Risk Events in a Robot Application
- **Abhirami Anand:** Nutzung von generativen Bilddaten für das Training robuster Bildmodelle
- **Bhushan Bhad:** RoboDog Fetch - Menschliche Erkennung und Wegplanung
- **Luv Pathak:** RoboDog Fetch - Lokalisierung und Pfadplanung
- **Ahmed Riahi:** RoboDog Guide - Menschen- und Hinderniserkennung und Wegplanung
- **Phyu Phyu Min:** Automatische Parameteranpassung der Co-Simulation auf der Grundlage digitaler Zwillinge von modularen Produktionssystemen
- **Supreeth Prasanna:** Physikalisch informierte neuronale Netze für die Vorhersage des Einflusses der Temperatur auf das Schaltkreisverhalten
- **Don Kurian:** Configurable Scene Generator in ROS/Gazebo with Panda manipulator
- **Adit Manohar:** Graph Neural Networks for Fault Tree Analysis
- **Ananthu Ramesh Sreelakam:** Analysis of Adversarial Multi-Agent Game Outcomes of Dynamic Fault Tree Games
- **Mohamed Mohamed:** Investigation of Model Selection for Anomaly Detection in Time Series
- **Hassan Abouhelal:** Extension of the platform for model selection of time series anomaly detection
- **Chuang Yan:** Evaluating PDDL-Based and LLM-Based Task Planning of Robot Behavior for Production Processes
- **Jingyi Liu:** Multimodal Failure Prediction for Vision-based Manipulation Tasks with Camera Faults
- **Xuan Yang:** Dynamic Access Point Selection Algorithm using Machine Learning for Cyber Physical Systems
- **Haosen Wang:** Concept Drifted Anomaly Detection Dataset Generation Using Autonomous Vehicle Simulation
- **Anagha Phaniraj:** AI-Driven Methods for Functional Requirement Clustering in Automotive Systems
- **Gopikrishnan Srikumar:** Similarity-based to Benchmark Algorithms – Bridging the Gap in Time Series Anomaly Detection

1 Studienarbeiten

- **Antara Dey:** Implementierung einer Spracherkennungsfunktion für einen Massagesitz

PREISE 2024

Preisverleihungen

Das IAS zeichnet jedes Jahr Mitarbeitende und Studierende aus, die sich mit ihrer wissenschaftlichen Arbeit und ihrem Fachvortrag in besonderem Maße hervorgetan haben. In diesem Jahr wurden folgende Preise vergeben:

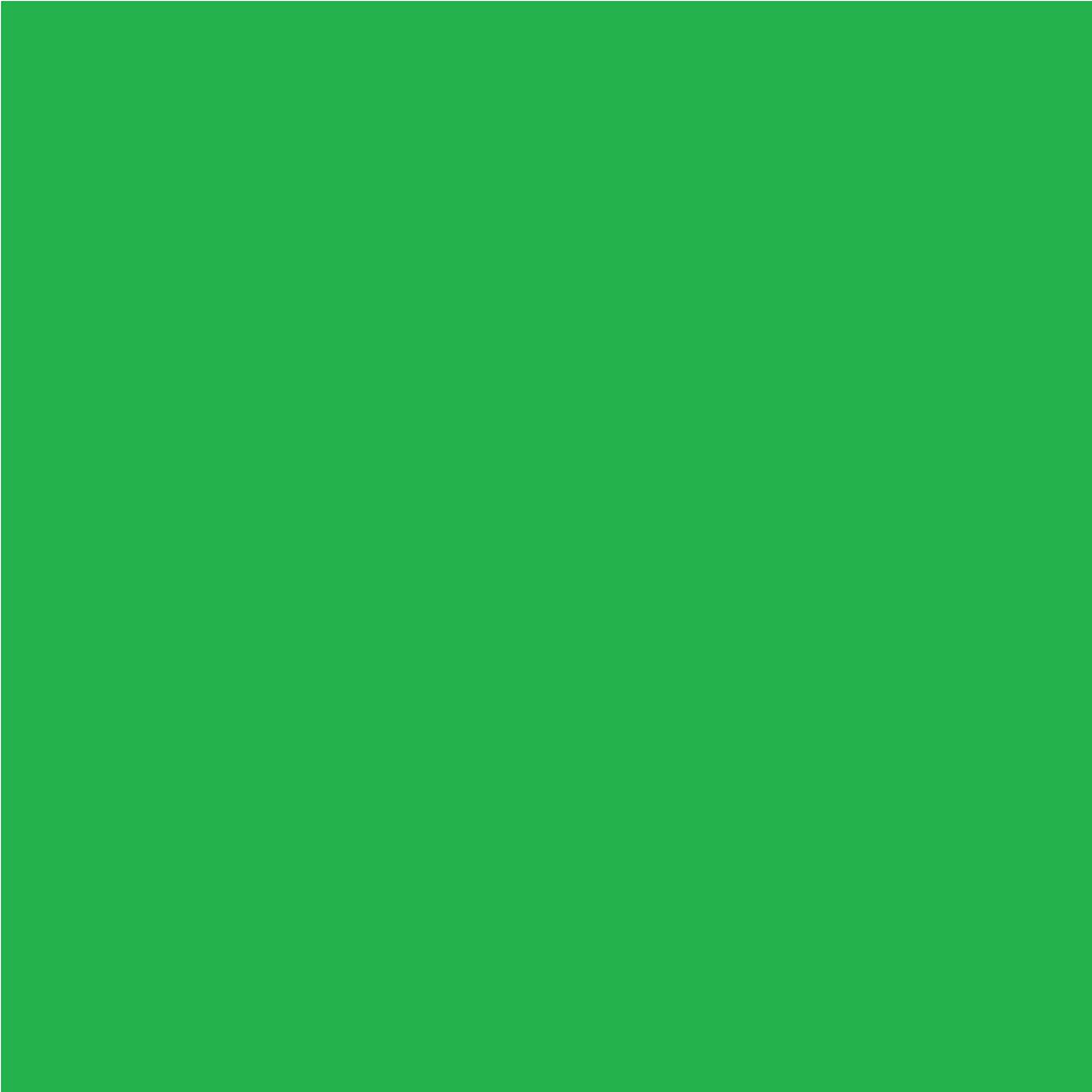
Exzellente Fachvorträge im IAS-Doktorandenseminar

- Daniel Dittler: Modelladaption im Digitalen Zwilling während der Betriebsphase
- Philipp Grimmeisen: Automated and Continuous Risk Assessment for Software-Defined Robotic Systems
- Matthias Weiß: Kontinuierliche Analyse und Optimierung software-definierter Systeme
- Yuliang Ma: RELAX: REinforcement LeArning based eXecution Mitigation in Human-Robot Collaboration

Exzellente Fachvorträge im IAS-Kolloquium

Zum Beginn des Sommersemesters wurde das IAS-Kolloquium in diesem Jahr wieder in Präsenz durchgeführt. Mit einem Preis wurden außergewöhnliche Präsentationen von Masterarbeiten gewürdigt. Alle Preisträger erfüllten neben einer exzellenten Darstellung der Methoden und Algorithmen das Kriterium einer fokussierten und anschaulichen Vorstellung der empirischen Ergebnisse.

- Arman Aghaei Attar: Lightweight Deep Learning based error detection and mitigation for exoskeleton
- Denis Biz: Entwicklung und Implementierung einer Softwarearchitektur mit prototypischer Realisierung einer Co-Simulationsumgebung für einen digitalen Zwilling einer modularen Produktionsanlage
- Stefan Dieckmann: Konzeption und Realisierung eines Assistenzsystems für die kontextgestützte Teleoperation basierend auf einem Digitalen Zwilling für die Offshore PtX-Produktion
- Dominik Eißer: Multi-Modale Bodentyperkennung mithilfe von Transformer-Netzwerken
- Timo Liebelt: Entwicklung einer Methode zur automatischen Generierung eines Knowledge Graphs für modulare Produktionsanlagen
- Sreelakshmi Manoj: Individual gesture recognition in the vehicle cabin using federated learning to improve driving comfort
- Luka Trefz: Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines automatisierten Simulationssystems für die umfassende Analyse, Validierung und Verifikation von Weitbereichs-Analogeingängen
- Devansh Atray: LLM-based Transformation of Cloned Variants into a unified Platform



IAS-AKTIONEN

IAS UND VFIAS JAHRESABSCHLUSSFEIER

Die alljährliche Jahresabschlussfeier für die Mitarbeitenden des IAS und die Mitglieder des VFIAS fand wieder gemeinsam statt. Die Veranstaltung bot eine Gelegenheit zur persönlichen Begegnung zwischen ehemaligen und aktuellen Mitarbeitern sowie Studierenden sich im Seminarraum des IAS zu versammeln. Es wurde ein gelungener Abend, an dem wir die Gelegenheit hatten, das vergangene Jahr gemeinsam Revue passieren zu lassen und in entspannter Atmosphäre zu feiern.



ETI-CUP 2024

Das IAS-Team hat sich in der Spitzenklasse des ETI-Cups festgespielt. Nach mehreren Jahren in den Top 3 konnte auch dieses Jahr wieder gezeigt werden, dass mit dem IAS zu rechnen ist. Die Gruppenphase wurde teils mit Kanter Siegen dominiert, und auch ein klarer Sieg gegen unseren langjährigen Rivalen ILEA war diesmal dabei – ein Erfolg, der uns in den letzten beiden Jahren noch verwehrt geblieben war. Dank eines starken Mannschaftsspiels stand das IAS verdient im Finale.

Dieses Finale war ein harter Kampf, geprägt von Spannung und Einsatz auf beiden Seiten. Ein verschossener Elfmeter brachte zusätzliche Dramatik und nahm dem IAS die Chance auf den Sieg in der regulären Spielzeit, sodass es in die Verlängerung ging. Da auch hier kein Sieger gefunden wurde, fiel die Entscheidung im Elfmeterschießen. Leider scheiterten wir dort an einem gegnerischen Torhüter, der einen herausragenden Tag erwischte. So mussten wir uns knapp geschlagen geben und mit dem zweiten Platz zufriedengeben.

Trotz der Niederlage hat das IAS seinen Ruf als Spitzenteam weiter gefestigt, sodass nächstes Jahr wieder aufs Neue der Sieg angestrebt werden kann. Beim anschließenden Champions-Dinner, das vom IAS organisiert wurde, feierten alle Mannschaften gemeinsam einen erfolgreichen Turniertag in ausgelassener Atmosphäre.



VFIAS-JAHRESVERSAMMLUNG AM 11.07.2024

Im Jahr 1994 wurde der Verein der Freunde und Förderer des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (VFIAS) e. V. auf Initiative von Mitarbeiter/innen des IAS gegründet. Der VFIAS fördert die wissenschaftliche Forschung und Arbeit auf den vom IAS vertretenen Forschungsgebieten der Automatisierungstechnik und Softwaresysteme. Ziel des Vereins ist es darüber hinaus, eine Basis für eine engere Bindung zwischen den aktiven Mitarbeiter/innen des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme und den ehemaligen Trägern der Institutsarbeiten zu schaffen.

Damit sind nicht nur ehemalige Mitarbeiter/innen oder Studierende am IAS angesprochen, sondern insbesondere auch die interessierte Fachöffentlichkeit, die sich den genannten Fragestellungen verbunden fühlt.

Am Donnerstag, den 11.07.2024 fand die Jahresveranstaltung des Vereins der Freunde und Förderer des IAS (VFIAS) im Fakultätsraum statt. Pünktlich um 18 Uhr begrüßte Professor Christof Ebert, der 1. Vorsitzende des VFIAS, alle Anwesenden. Zum Auftakt präsentierte Professor Michael Weyrich die aktuelle Entwicklung des IAS. Im folgenden Fachvortrag „Software Defined Car-Challenges over the vehicle`s lifetime“ gab Frau Dr. Rose Sturm (Mercedes Benz AG) spannende Einblicke in softwaredefinierte Fahrzeuge und die damit entstehenden Herausforderungen und Anforderungen für und an zukünftige Fahrzeuge.

Das Highlight der Veranstaltung war auch dieses Jahr die Verleihung der VFIAS-Preise. Die VFIAS-Preise 2024 zur Auszeichnung herausragender Bachelorarbeiten am IAS wurden verliehen an:

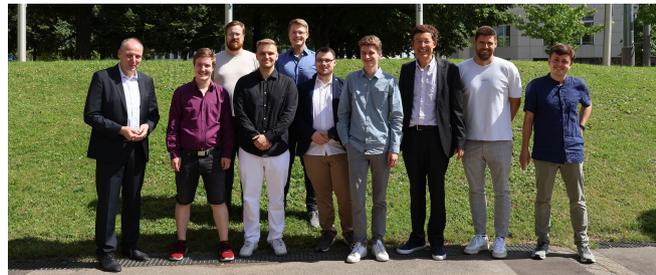
- Friedrich Sautter für seine Bachelorarbeit „Autonomous Control of a Robotic Manipulator using Reinforcement Learning“
- Robert Waldecker für seine Bachelorarbeit „Konzeption und Umsetzung einer Cloud Infrastruktur für verteilte Recheneinheiten“
- Patrick Hummel für seine Bachelorarbeit „Generation of Simscape Models Using Large Language Models“
- Lukas Beck für seine Bachelorarbeit „Digitalisierung der Produktion durch Einsatz von Industrie 4.0 Lösungen an einer Fertigungslinie - Eine SPS Implementierung in der Modellfabrik“
- André Schiel für seine Bachelorarbeit „Automatic Barkeeping with Franka Emika“

Herzlichen Glückwunsch!

Nach der Jahresveranstaltung war noch Gelegenheit für ein fröhliches Beisammensein bei einem gemeinsamen Abendessen sowie eine Führung durch die Labore des Instituts.

Weitere Informationen zum Verein sowie den aktuellen Infobrief erhalten Sie unter:

https://www.ias.uni-stuttgart.de/institut/freunde_und_foerderer/



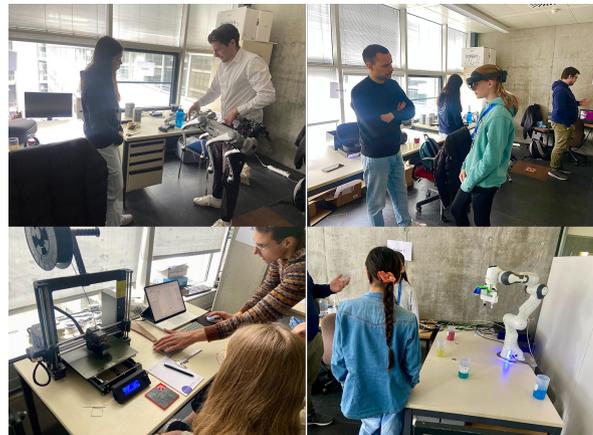
GIRLS DAY 2024

Robotik, Automatisierung und KI Live erleben!

Am 25. April nahm das IAS mit großem Erfolg am bundesweiten Girls' Day teil, indem es zehn Schülerinnen der 7. und 8. Klasse einen faszinierenden Einblick in den Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik bot. Bei einer interaktiven Institutsführung konnten die Mädchen in Zweiergruppen an fünf spannenden Stationen die vielfältige Welt der Robotik und Automatisierung erkunden.

Nach der Begrüßung begann der Tag mit einer kurzen Kennenlernrunde, gefolgt von aufregenden Aktivitäten. Die Schülerinnen konnten sich in verschiedenen Herausforderungen wie einem Roboterhundrennen und Basketballspiel mit Augmented Reality HoloLenses messen. Eine besondere Erfrischung bot unser Getränke-roboter, der für eine kleine Verschnaufpause sorgte und gleichzeitig Einblicke in die moderne Technologie lieferte. Zudem lernten die Mädchen den Konstruktionsprozess vom Abmessen bis zum fertigen 3D-Druck kennen und konnten ihrer Kreativität beim Erzeugen künstlicher Bilder mittels Generativer KI (StableDiffusion) freien Lauf lassen.

Zum Abschluss wurde in einem gemeinsamen Workshop die Bedeutung qualitativer Daten für das Training künstlicher Intelligenz im Bereich der bildverarbeitenden KI verdeutlicht. Dies ermöglichte den Schülerinnen nicht nur einen Einblick in die Funktionsweise modernster Technologien, sondern sensibilisierte sie auch für die Relevanz von Datenqualität in einer immer intelligenter werdenden Welt.



OXFORD CALLING – IAS-JUNIORPROFESSOR IN OXFORD



Im Sommer 2024 war der neuberufene Juniorprofessor des IAS Jun.-Prof. Florian Pfaff als Gastprofessor am Department of Statistics der Universität Oxford. Während seines Aufenthalts lehrte er zu rekursiven bayesschen Schätzungen auf periodischen Mannigfaltigkeiten und tauschte sich intensiv mit Forschern vor Ort aus.

Ein besonderer Höhepunkt war die Organisation des dritten Virtual Symposium on Directional Estimation gemeinsam mit George Deligiannidis. Dieses Symposium bot eine wichtige Plattform für den Austausch über aktuelle Entwicklungen in der Schätztheorie auf Mannigfaltigkeiten und führte zu spannenden Diskussionen unter führenden Wissenschaftlern auf diesem Gebiet.

Darüber hinaus knüpfte Jun.-Prof. Pfaff während seines Aufenthalts enge Kontakte zu Kolleginnen und Kollegen in Oxford. Ein zentraler Schwerpunkt lag dabei auf der Planung gemeinsamer Forschungsvorhaben, insbesondere zur Anwendung generativer KI in ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen. Die regelmäßigen Diskussionen und der wissenschaftliche Austausch befeuerten neue Ideen für zukünftige Projekte.

Neben der akademischen Arbeit nutzte er auch die Gelegenheit, einige der 36 traditionsreichen Colleges in Oxford zu erkunden und viele aktuelle und potenzielle zukünftige Größen in seinem Feld kennenzulernen.

FORSCHUNGAUFENTHALT AM IAS DR. DONGMEI MO BRINGT KI-EXPERTISE IN DIE MODEWELT

Das IAS freut sich, Frau Dr. Dongmei Mo, eine Expertin im Bereich KI-gestützte Mode, im Rahmen mehrerer zweiwöchiger Besuche als Gastwissenschaftlerin begrüßen zu dürfen. Dr. Mo wird im Rahmen mehrerer Forschungsaufenthalte am IAS tätig sein, mit dem Ziel, eine anhalten Kooperation zu etablieren und gemeinsame Forschungsanträge zu entwickeln. Ihr Aufenthalt wird durch das Short-term Grants for International Collaboration des Innovationscampus Mobilität der Zukunft gefördert.

Im Fokus der Zusammenarbeit steht die Erschließung des Potenzials von KI und Robotik, um die personalisierte Modeproduktion zu revolutionieren. Insbesondere soll untersucht werden, wie KI zur Individualisierung von Kleidungsdesigns eingesetzt werden kann, um maßgeschneiderte Mode für die Bedürfnisse und Vorlieben einzelner Kunden zu schaffen.

Dr. Mos Expertise in der Anwendung von KI zur Innovationsförderung im Design trifft dabei auf die Stärken im Bereich der künstlichen Intelligenz am IAS. Die Zusammenarbeit soll neue, fortschrittliche Methoden zur Generierung personalisierter Modedesigns entwickeln und langfristig den Zugang zu maßgeschneiderter Mode für ein breiteres Publikum ermöglichen.



KI-IMPULSE AUS DER TÜRKEI – PROF. EMRE ÖZKAN AM IAS



Seit September 2024 ist Prof. Emre Özkan, Professor an der renommierten Middle East Technical University (METU) in der Türkei, für ein Jahr zu Gast am IAS. Prof. Özkan ist ein führender Experte in der Entwicklung von KI-gestützten Verfahren zur Erfassung der Bewegung von Objekten sowie deren Ausdehnung. Prof. Özkan erwarb seinen B.Sc. und Ph.D. in Elektrotechnik und Elektronik an der METU. Nach seiner Promotion arbeitete er von 2009 bis 2011 als Postdoktorand im Bereich Regelungstechnik an der Universität Linköping in Schweden und war von 2011 bis 2015 als Assistant Professor in derselben Gruppe tätig. 2015 führte ihn seine Forschung als Gastwissenschaftler an das Signal Processing and Communications Laboratory der Universität Cambridge.

Während seines Aufenthalts am IAS arbeitet Prof. Özkan eng mit der Forschungsgruppe von Jun.-Prof. Florian Pfaff zusammen. Im Mittelpunkt dieser Kooperation steht die gemeinsame Forschung im Bereich der KI-gestützten Bewegungserfassung und -vorhersage, wobei auch die Ausdehnung von Objekten berücksichtigt wird. Ziel ist es, innovative KI-Methoden für diese komplexen Aufgaben zu entwickeln. Darüber hinaus liegt ein weiterer Schwerpunkt auf der Einreichung gemeinsamer Forschungsanträge und der Betreuung von Studierenden.

Prof. Özkans Aufenthalt bietet die Chance, langfristige wissenschaftliche Brücken zwischen der Universität Stuttgart und der METU zu schlagen, um Kooperationen im Bereich der KI-basierten Bewegungserfassung und -vorhersage zu fördern und neue technologische Lösungen für diese wichtigen Herausforderungen zu entwickeln.

IWASS 2024

International Workshop for Autonomous System Safety (IWASS) 2024

We are excited to share details about the International Workshop for Autonomous System Safety (IWASS) 2024, a collaborative initiative led by the B. John Garrick Institute for the Risk Sciences at the University of California Los Angeles (UCLA), the Department of Marine Technology at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), the Institute of Industrial Automation and Software Engineering at the University of Stuttgart, and SINTEF Digital.

Location and Dates

IWASS 2024 was held on June 23rd, 2024, in the historic city of Kraków, Poland, in collaboration with the European Safety and Reliability Conference (ESREL). The event served as a vital platform for knowledge exchange on risk assessment, risk management, and the optimization of socio-technological systems, both within Europe and internationally.

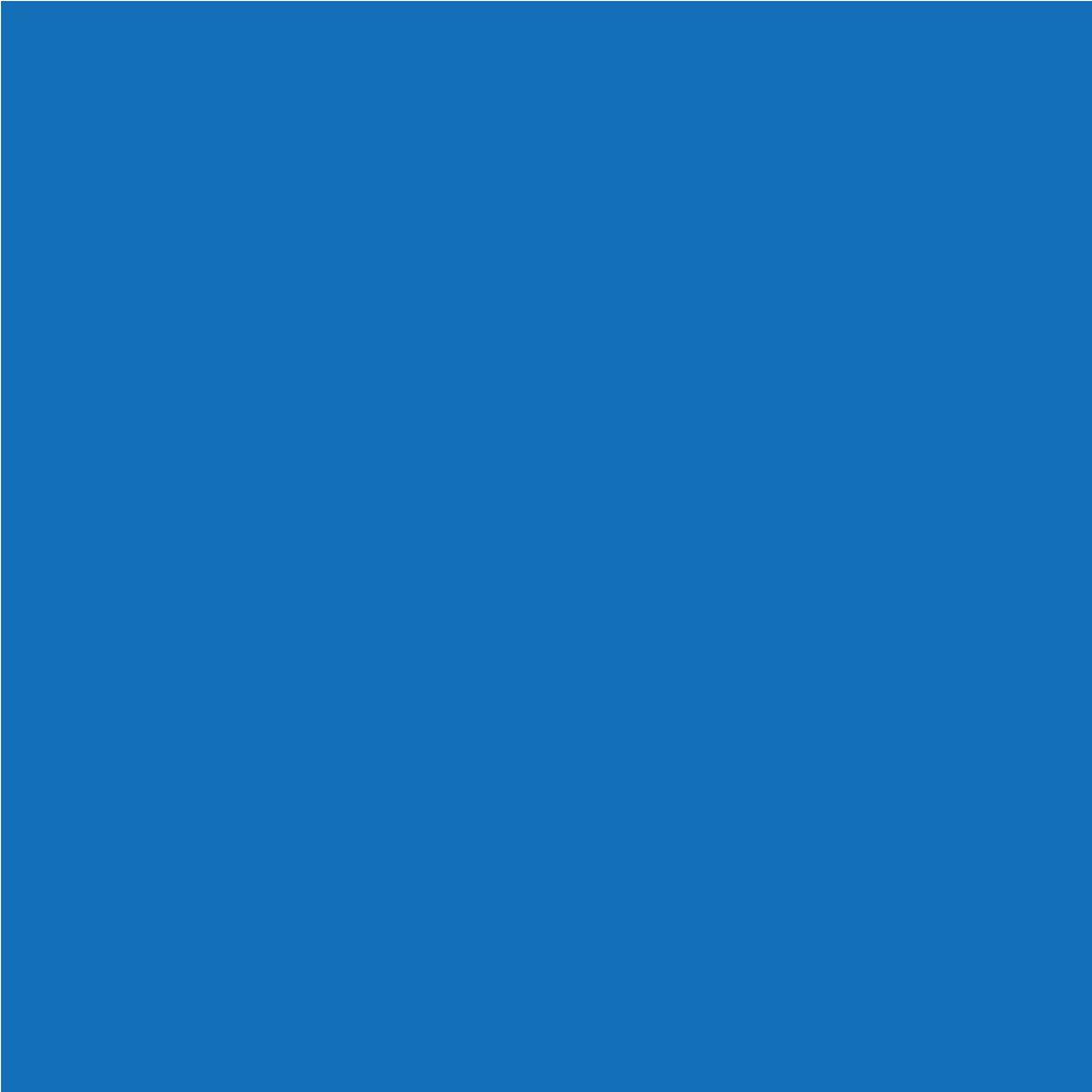
Speakers and Highlights

The workshop featured distinguished speakers from prominent institutions, including Gdańsk Maritime University, the U.S. Nuclear Regulatory Commission, and Zoox, an Amazon subsidiary specializing in autonomous vehicle technology.

Motivation

The expanding deployment of autonomous systems across land, air, and sea continues to raise safety concerns that have been addressed through various research projects and publications. However, these efforts often remain fragmented within specific industries and academic fields. This workshop aims to foster interdisciplinary discussions on the risks, challenges, and potential solutions for ensuring the safe operation of autonomous systems.





DAS IAS IST IN FOLGENDEN GREMIEN VERTRETEN

VDE

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich ist Mitglied im Präsidium des VDE und damit Mitglied der Leitungsebene.

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich ist Vorsitzender

FA 3.34 (bisher 7.25) der GMA

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael und Herr Sigel leiten den Fachausschuss FA 3.34 zum Thema „Testen von vernetzten Systemen“. Zwischenzeitlich ist die Richtlinienreihe VDI/VDE 4004 zum Test vernetzter Systeme mit zwei Blätter erschienen.

IEEE-IES - Technical Committee on Factory Automation

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael Weyrich ist Mitwirkend

IFAC TC 3.1 - Computers for Control TC 3.1

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Michael ist Vice-Chair des TC

SERAD devision of American Society of Mechanical Engineers (ASME)

Jun.-Prof. Andrey Morozov is Vice-Chair des EC

VDI/VDE-GMA-Fachausschuss 2.19 „Engineering und Betrieb von Automatisierungssystemen“,

Dr.-Ing. Nasser Jazdi ist Mitglied

GREMIEN

VDI-GPP-Fachbereich 5 - Sicherheit und Zuverlässigkeit

Dr.-Ing. Nasser Jazdi ist Fachbeirat

IFAC TC 3.3 - Telematics: Control via Communication Networks (on Education)

Dr. -Ing. Nasser Jazdi ist Vice-Chair of the Technical Committee

IFAC TC 5.1 - Manufacturing Plant Control

Dr. -Ing. Nasser Jazdi ist Mitglied im Komitee



**Gruppenbild
des IAS-Teams**

