

20. Newsletter der SAFIR-Forschungspartnerschaft

20. Newsletter
Dezember 2024



*Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Kolleginnen und Kollegen,*

wir freuen uns sehr, Ihnen heute unseren 20. SAFIR-Newsletter präsentieren zu können und wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen.

Sie finden alle früheren Newsletter-Ausgaben auch zum Download auf unserer Webseite www.thi.de/go/safir unter den News. Sollten weitere Kolleginnen und Kollegen bzw. Partner von Ihnen unseren Newsletter künftig automatisch beziehen wollen, dann treten Sie bitte per E-Mail mit Camila Heller, unter camila.heller@thi.de, in Kontakt.

Mit unserem Newsletter möchten wir Sie in regelmäßigen Abständen über Neuigkeiten, aktuelle Themen sowie interessante Termine aus der Forschungspartnerschaft SAFIR informieren. Über Feedback sowie konstruktive Anregungen und Änderungswünsche freuen wir uns!

Wir wünschen Ihnen und Ihren Lieben eine besinnliche Adventszeit, entspannte Festtage und einen guten Start ins neue Jahr.

Winterliche Grüße und ho, ho, ho vom

SAFIR Management-Team



Inhalte

- Rückblick SAFIR-Netzwerkveranstaltung
- Abschlussbericht - exploratives Projekt 4 (EP): Cloudbasierte Softwarearchitektur für hochautomatisierte Fahrzeuge (DRAFT)
- Aktuelles aus dem Impulsprojekt 12: Functionalsafety for Automotive Objekt Recognition of Optical sensors by state monitoring of CameRAs (AURORA)



- **Rückblick SAFIR Netzwerkveranstaltung**

Am 21.11.2024 fand die jährliche SAFIR Netzwerkveranstaltung statt – ein Highlight des Jahres, bei dem Professoren und wissenschaftliche Mitarbeitende der THI, sowie Unternehmens- und Institutionspartnerinnen und -partner zusammenkamen, um sich zu vernetzen, Ideen auszutauschen und gemeinsam Projekte voranzutreiben.



Zum ersten Mal wurde das Event außerhalb des Campus, im Existenzgründungszentrum Ingolstadt (EGZ,) veranstaltet. Der Standort, direkt neben dem CARISSMA-Freiversuchsgelände und anderen hochmodernen Laboren der Technischen Hochschule Ingolstadt, bot die ideale Kulisse für einen inspirierenden Tag voller Entdeckungen.

Das Programm war voller spannender Aktivitäten:

- **Inspirierende Start-up-Pitches:** Die Unternehmen artiquare GmbH, sdp GmbH und Eximia Engineering GmbH eröffneten das Event mit beeindruckenden Präsentationen ihrer innovativen Ideen.
- **Forschung im Fokus:** Unsere SAFIR Forschenden stellten ihre Projekte in einer Poster-Session vor und gaben spannende Einblicke in ihre Arbeit.
- **Live-Demonstration auf der Teststrecke:** Auf dem CARISSMA Freiversuchsgelände wurde Technologie hautnah erlebbar!
- **Exklusive Labortouren:** Die Teilnehmenden erhielten einen Blick hinter die Kulissen des Instituts für Innovative Mobilität (IIMo) und unseres brandneuen Prüflabors für nachhaltige Energiesysteme.

Das Herzstück der Veranstaltung war das Netzwerken. Auch in diesem Jahr bot das Event viele Gelegenheiten für intensive Gespräche, den Austausch von Ideen und die Entwicklung neuer Partnerschaften.

Ein großes Dankeschön an alle, die zum Erfolg dieses Events beigetragen haben! Wir freuen uns schon auf das nächste Jahr voller Innovation, Zusammenarbeit und gemeinsamer Erfolge.



- **Abschlussbericht - exploratives Projekt 4 (EP):
Cloudbasierte Softwarearchitektur für
hochautomatisierte Fahrzeuge (DRAFT)**

Hochautomatisierte Fahrzeugfunktionen, mehr Entertainment, starke Vernetzung innerhalb der Fahrzeuginfrastruktur, kürzer werdende Entwicklungszyklen, over-the-air Updatefähigkeit und viele andere Faktoren stellen Fahrzeughersteller zukünftig, vor allem im Bereich der Softwareentwicklung, vor enorme Herausforderungen. Ein Kerngedanke zur Eindämmung der Komplexität ist die Entkopplung von Software(SW)-Funktionalität in eine Software-Schicht (z.B. Betriebssystem, Cloud-Schnittstelle), sowie einer unabhängigen Hardware(HW)-Schicht. Dieser Kerngedanke wird in Verbindung mit einer Architekturdefinition auch als „Software-Defined Vehicle“ (SDV) verstanden.

Ziel von DRAFT war es, eine neuartige SDV-Fahrzeugarchitektur zu entwerfen, die Impulse aus unterschiedlichen Bereichen (z. B. IoT, Softwareentwicklung) zusammen mit aktuellen Forschungsansätzen aus dem Automobilsektor zu einer voll integrierten Lösung für die Forschung im Bereich des sicheren, hochautomatisierten Fahrens zusammenführt. Kapselung, Abstrahierung, Lastverteilung durch Orchestrierung, Continuous Integration sowie Continuous Deployment als Technologieimpulse wurden in eine modulare cloudbasierte Architekturdefinition übernommen.

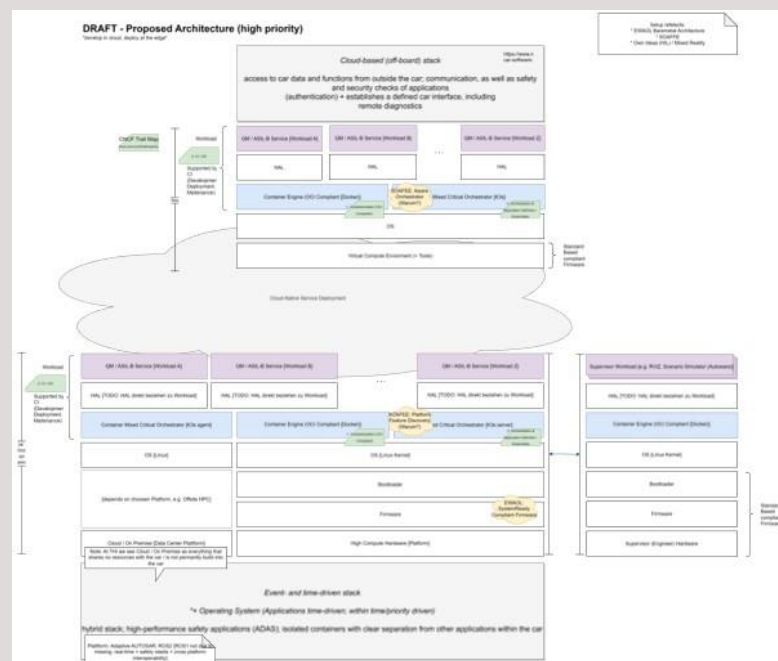


Abb. 1: High-Level SW-Architektur für den Forschungsträger.
Die blaue Farbe kennzeichnet die Container Funktionalität und Orchestrierung, die fliederfarbenen Bereiche sind containerisierte Softwarekomponenten.

Quelle: THI

Eine solche neuartige Fahrzeugarchitektur (siehe Abbildung) wurde in DRAFT definiert, implementiert und getestet. Die

Architektur ist in drei Bereiche unterteilt: Der „Event- und Time-Driven Stack“ verwaltet die Software im Fahrzeug, wobei Anwendungen je nach Kritikalität und Dringlichkeit in Containern ausgeführt werden. Diese Container sind vom Betriebssystem abstrahiert und können flexibel auf unterschiedliche Rechenressourcen skaliert werden, unterstützt durch einen Orchestrator und CI/CD zur dynamischen Bereitstellung. Der „Cloud-basierte Stack“ übernimmt ähnliche Aufgaben wie der Fahrzeug-Stack, jedoch unabhängig vom Fahrzeug, z.B. können nicht-kritische Arbeitslasten ausgelagert werden. Zuletzt das „Supervisor System“, das ergänzende Aufgaben für den Forschungsbetrieb übernimmt.

Eine hardwareunabhängige Inbetriebnahme von standardisierten Software-Komponenten (Workloads) und Schnittstellen konnte aufgezeigt werden. Exemplarisch wurde eine solche Architektur auf einem Versuchsträger des erfolgreich beendeten SAFIR Projekt EP 1 – AutoBit (FKZ: 13FH7I3IA) in Betrieb genommen. Eine schnelle, einfache, robuste und sichere Datenerhebung für den Forschungsbetrieb wird durch DRAFT gewährleistet.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt DRAFT

M.Sc. Matthias Meyer



Matthias Meyer ist seit April 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Hochschule Ingolstadt. Als Absolvent des Studiengangs "Applied Research in Engineering Sciences" forscht er seitdem im Bereich des modellbasierten Testens, sowie der Anwendung von Standards in der Welt des automatisierten Fahrens. Seine Tätigkeit verbindet die Herausforderungen des Automotive-Sektors mit Impulsen der Softwareentwicklung.

Förderkennzeichen DRAFT: 13FH7E04IA



- ***Aktuelles aus dem Impulsprojekt 12:
Functionalsafety for Automotive Objekt Recognition
of Optical sensors by state monitoring of CameRAs
(AURORA)***

Fahrzeugsensoren, die für die Erkennung sicherheitsrelevanter Umgebungen entscheidend sind, verlieren mit der Zeit an Leistung. Das von Prof. Elger geleitete AURORA-Projekt konzentriert sich auf die vorausschauende Zustandsüberwachung (Predictive Health Monitoring), um diese Beeinträchtigung zu antizipieren und so mehr Sicherheit zu gewährleisten. Das Projekt zielt nicht nur darauf ab, die SelfX-Diagnosefunktion zu verfeinern, sondern auch

fortgeschrittene maschinelle Lernalgorithmen einzusetzen. Diese Algorithmen sind darauf ausgelegt, potenzielle Sensorfehlfunktionen frühzeitig zu erkennen und so den Betrieb von Fahrzeugen weiter zu sichern.

WP1 und WP2: Entwicklung von Überwachungssystemen für Linsen und optische Module

Ein umfassendes Messsystem wird entwickelt, um den Zustand von Objektiven und optischen Modulen zu überwachen. Dabei liegt der Fokus auf wichtigen Indikatoren wie Schärfe und Aberrationen, insbesondere unter Temperatureinflüssen in gealterten Komponenten. Das optische Modulüberwachungssystem, das sich noch in der Entwicklung befindet, kombiniert einen KUKA-Roboter, der ein Kollimator bewegt, um verschiedene Objektwinkel für das optische Modul zu simulieren. So kann die Modulationstransferfunktion (MTF) aus Bildern eines Kreuzmusters berechnet werden. Dieser Prozess wird im Laufe der Zeit wiederholt, um MTF-Änderungen zu verfolgen und Einblicke in die Verschlechterung der Schärfe des Moduls mit dem Alter zu gewinnen.

Das Messsystem für Objektive ist vollständig aufgebaut und verfügt über einen Shack-Hartmann-Wellenfrontsensor zur Messung der Zernike-Polynome und der Wellenfrontkarte und wird derzeit abschließend kalibriert. Nach der Kalibrierung wird das System die Objektive im Laufe der Zeit messen, um Alterungseffekte auf die optische Leistung zu quantifizieren. Mithilfe der Daten aus beiden Messsystemen wird in WP4 ein Algorithmus trainiert, um die Restnutzungsdauer (RUL) von Linsen und optischen Modulen vorherzusagen.

WP3 Einfluss von Kameraeigenschaften auf die Objekterkennung

Dieses Arbeitspaket untersucht den Einfluss von Defokussierung auf die Objekterkennungsleistung. Ein Messaufbau wurde entwickelt, der eine unabhängige Bewegung des Sensors vom Objektiv ermöglicht, sodass Daten in statischen Fahrszenarien mit Defokussierungswerten von -50 bis +30 μm und Distanzen von 2 bis 100 Metern gesammelt werden konnten. Die gesammelten Bilder wurden durch verschiedene Objekterkennungsmodelle analysiert, um Rückruf- und Vertrauenswerte in Bezug auf Defokussierung und Objektabstand zu untersuchen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Schärfe die Erkennungsgenauigkeit bei Entfernungen von mehr als 40 Metern erheblich beeinflusst, während bei kürzeren Entfernungen die Objektgröße den Einfluss der Defokussierung auf die Erkennung reduziert. Ein Entwurf eines Fachartikels mit diesen Ergebnissen wurde eingereicht, und eine Rückmeldung steht derzeit noch aus.

WP6 Überwachung der Feldschärfe

In diesem Arbeitspaket wurde ein analytischer Ansatz entwickelt, um einen Unschärfekern für die Kamera auf Basis von Bildern der erfassten Verkehrsschilder zu schätzen. Der Prozess umfasst das Erfassen eines Bildes eines Verkehrsschildes und die Auswahl einer schrägen Kante im Bild, die dann mit der entsprechenden Kante eines idealen Referenzverkehrsschildes verglichen wird. Die Modulationstransferfunktion (MTF) der schrägen Kante der Kamera wird mit der der idealen Kante verglichen, um den Unschärfekern zu identifizieren.

Ein anfänglicher Kern wird geschätzt und auf die ideale Kante angewendet, gefolgt von wiederholten MTF-Vergleichen zwischen der unscharfen idealen und der schrägen Kante der Kamera. Dieser iterative Prozess wird fortgesetzt, bis die beiden MTFs eine akzeptable Ähnlichkeit zeigen, was zum endgültigen geschätzten Unschärfekern für die Kamera führt. Dieser Kern spiegelt nicht nur den aktuellen Schärfezustand der Kamera wider, sondern kann auch zur Vorhersage der verbleibenden Nutzungsdauer des optischen Moduls verwendet werden und bietet eine Grundlage für zukünftige Gesundheitsbewertungen und Überwachungen in realen Anwendungen.

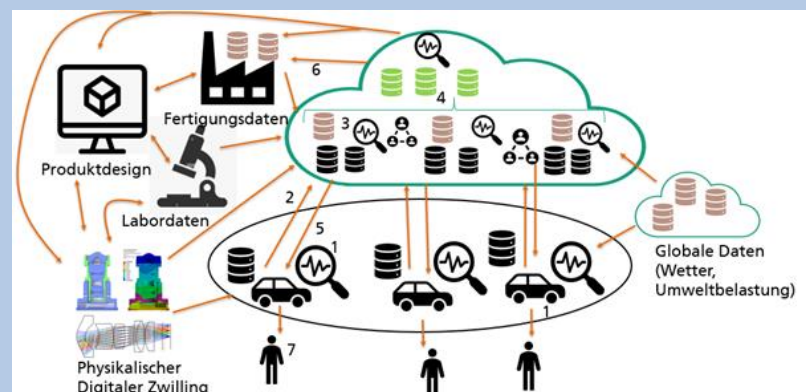


Abb. 2: Basierend auf den Herstellungs- und Labordaten wird ein anfängliches Lebensdauermodell, das sogenannte „0-Modell“, auf den Fahrzeugen implementiert, das den Funktionszustand der Sensoren anhand der über SelfX kontinuierlich gemessenen Schlüsselindikatoren bewertet (1). Die Fahrzeuge senden ihre Messdaten in regelmäßigen Zeitabständen an die „Reliability Cloud“ (2). In der Cloud wird auf Basis der Daten mithilfe von maschinellem Lernen ein Algorithmus zur Anomaliedetektion und Lebensdauerabschätzung trainiert, das sogenannte „1-Modell“ (3). Ein relevanter Datenausschnitt wird extrahiert und in den Trainingsdatenpool aufgenommen. Das „0-Modell“ wird im Fahrzeug durch das „1-Modell“ ersetzt (5). Die Ausfall- und Lebensdauerdaten werden dem Sensorhersteller und OEM gemäß vereinbarten Nutzungsrechten übermittelt, damit Produktdesign und Prozess verbessert werden können (6). Fahrzeugnutzer*innen werden kontinuierlich über den Zustand ihrer Fahrzeuge informiert. Auf Basis der kontinuierlich

wachsenden Datenbasis wird das Lebensdauermodell periodisch trainiert und als „n-Modell“ auf den Fahrzeugen aktualisiert..

Quelle: THI



Abb. 3: Darstellung mit (a) der originalen Szene, die zwei Autos, eine Person und ein Fahrrad in 40 Metern Entfernung zeigt, und den vom F-RCNN-Modell erkannten Objekten auf dem Bild bei (b) 0 μm Defokussierung, (c) -30 μm Defokussierung und (d) -40 μm Defokussierung. Es zeigt sich, dass mit zunehmender Defokussierung der Konfidenzwert abnimmt und die Anzahl der falsch-negativen Erkennungen steigt.

Quelle: THI

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt AURORA



M.Sc. Amit Pandey

Amit Pandey schloss 2020 sein Studium der Fahrzeugtechnik an der Technischen Hochschule in Ingolstadt mit einem Master ab. Zuvor hat er im Bereich der FEM und physikalischen Simulationen gearbeitet. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für innovative Mobilität und arbeitet derzeit in der Forschungsgruppe von Prof. Gordon Elger mit dem Schwerpunkt Zustandsüberwachung von Fahrzeugkameras.

Förderkennzeichen AURORA: 13FH7I12IA