

ADAS-Testing in der Fahrzeugentwicklung

High-Performance auf der Spur

Um in Extremsituationen schnellstmöglich angemessen reagieren zu können, benötigen moderne Fahrzeuge mit Fahrerassistenzsystemen die richtige Hardware-Lösung im Hintergrund. Damit Lösungen passgenau entwickelt werden können, bedarf es leistungstarker Entwicklungs- und Datenerfassungsplattformen.

Manuel Deuter, Janina Jonker und Jürgen Obergfell



© tech_studio | AdobeStock

Im Straßenverkehr sind Fahrerassistenzsysteme (FAS) heutzutage nicht mehr wegzudenken und erhöhen die Fahrsicherheit, erweitern den Komfort und verbessern das Fahrerlebnis merklich. In Deutschland wird bereits über eine Zulassung für SAE-Level 4 Fahrzeuge im Straßenverkehr diskutiert. Weil jedes neue SAE-Level auch die Menge an Daten, die dafür benötigt wird, auf ein neues Niveau anhebt, wird die Hardware stets aufs Neue auf

die Probe gestellt. Eine Herausforderung stellt die zunehmende Anzahl an Lidar-, Radar- und Kamerasensoren verschiedener Typen im oder am Fahrzeug dar. Diese transportieren über Datenbusse Informationen und kommunizieren mit verschiedenen Steuergeräten. Unter Zuhilfenahme vernetzter Bussysteme werden die Sensordaten schließlich in dynamische, automatisierte Steuerungsaktionen transformiert. Automatisiertes und autonomes Fahren

(AD) der Level 3 bis 5 benötigt fortgeschrittene Assistenzsysteme (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS). Die Vernetzung von Abstand-Regeltempomat, radarbasierten Abbiegeassistenten, GPS- und optischen Daten aus Infrarotkameras, Stereo-Kameras sowie Radar, Lidar und Ultraschall bilden das sensorische Frontend für automatisierte Fahrsysteme. Entwickler müssen aus diesen vielen unterschiedlichen Daten ein Gesamtbild erzeugen und sämt-

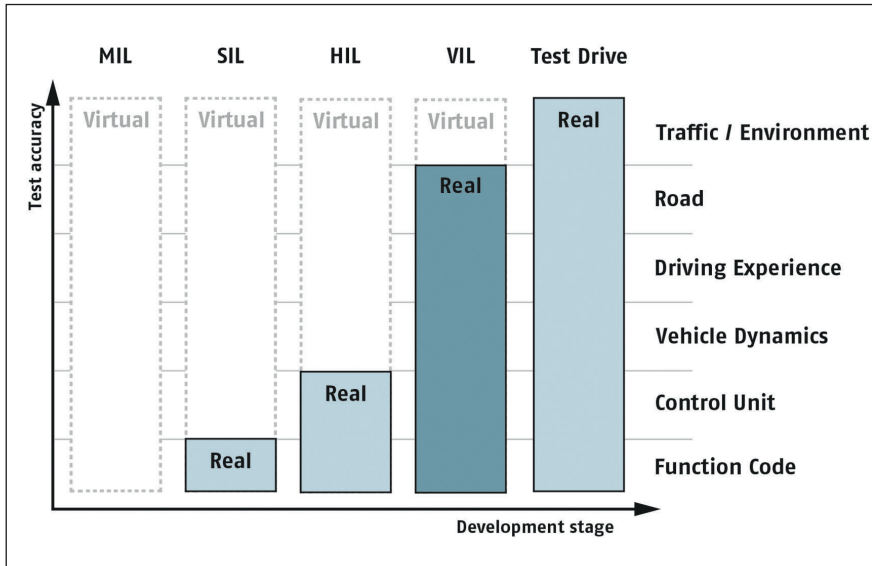


Bild 1: Von SiL über HiL zu ViL © Inonet

liche Risiken ihrer Steuerungslösungen minimieren, um eine erfolgreiche Zulassung ihres Systems zu gewährleisten. Zusätzlich darf nicht außer Acht gelassen werden, dass sich auch der Komplexitätsgrad bei jedem SAE-Level noch weiter erhöht und die steigende Anzahl an hochentwickelter Sensorik im Fahrzeug eine Fülle an Daten liefert, die verarbeitet und geloggt werden müssen.

Mit dem aktuellen Wandel von Software-in-the-Loop (SiL) zu Hardware-in-the-Loop (HiL) und von HiL zu Vehicle-in-the-Loop (ViL) sowie der Validierung von ADAS- und AD-Entwicklungen, werden möglichst realitätsnahe Datensätze benötigt (Bild 1). Durch hochauflösende Kameras und Sensoren werden während der Testfahrten aus der Umgebung sehr viele Daten, von Straßenbeschaffenheit, über die Dynamik und Steuereinheit des Testfahrzeugs bis hin zu Straßenschildern, Fahrbahnlinien und Verkehrsteilnehmern geloggt. Diese werden dann über Objektklassifizierung und KI-basierte Modelle miteinbezogen, um reale Verkehrsszenarien zu erfassen. Daraus ergeben sich entsprechend hohe Anforderungen an die Aufnahmequalität der Rohdaten. Neben der hohen Datenschreibrate müssen die Daten vor dem Schreibvorgang noch von einer KI ausgewertet und bei geringer Relevanz komprimiert werden, um die Datenträger nicht mit irrelevanten Daten zu beschreiben. Kommt es während eines Testlaufs zu einer Fehlfunktion oder anderen Auffälligkeiten,

greifen die Testfahrer manuell in die Fahrzeugsteuerung ein und setzen einen Time Stamp. Damit die autonome Steuerungs-Software aus solchen Korrekturen »lernen« kann (Deep Learning), müssen sämtliche Datenströme vor und nach einem Fahrfehler präzise erfasst, ausgewertet und anschließend

in die Steuerungs-Software eingespeist werden. Das führt somit zu einem noch nie dagewesenen Ausmaß an Sensordaten.

Über 300 TB Rohdaten pro Tag

Zahlreiche Kameras und Sensoren sind im Fahrzeug mit dem Logger über Ethernet-Schnittstellen verbunden. In einer beispielhaften Rechnung wurde ein Auto mit SAE-Level 3 und 25 Modulen (Radar, Lidar, Kameras) ausgewählt. Wenn hier eine einzelne Kamera betrachtet wird, die mit 8 MP aufnimmt, kommen schnell 500 MB/s zusammen. Weil in der Regel die Videosensoren die höchsten Rohdatenrate haben, lassen sich die 500 MB/s auf die 25 Module hochrechnen, so dass sich eine reine Schreibrate für Rohdaten von bis zu 12,5 GB/s ergibt. Mit 12,5 GB/s, die hier exemplarisch errechnet wurden, kommt man an einem acht Stunden Arbeitstag auf bis zu 360 TB Rohdaten. Automobilhersteller stehen daher vor der Herausforderung, Messdaten unter realen Fahrbedingungen im Fahrzeug parallel aufzuzeichnen, zu speichern

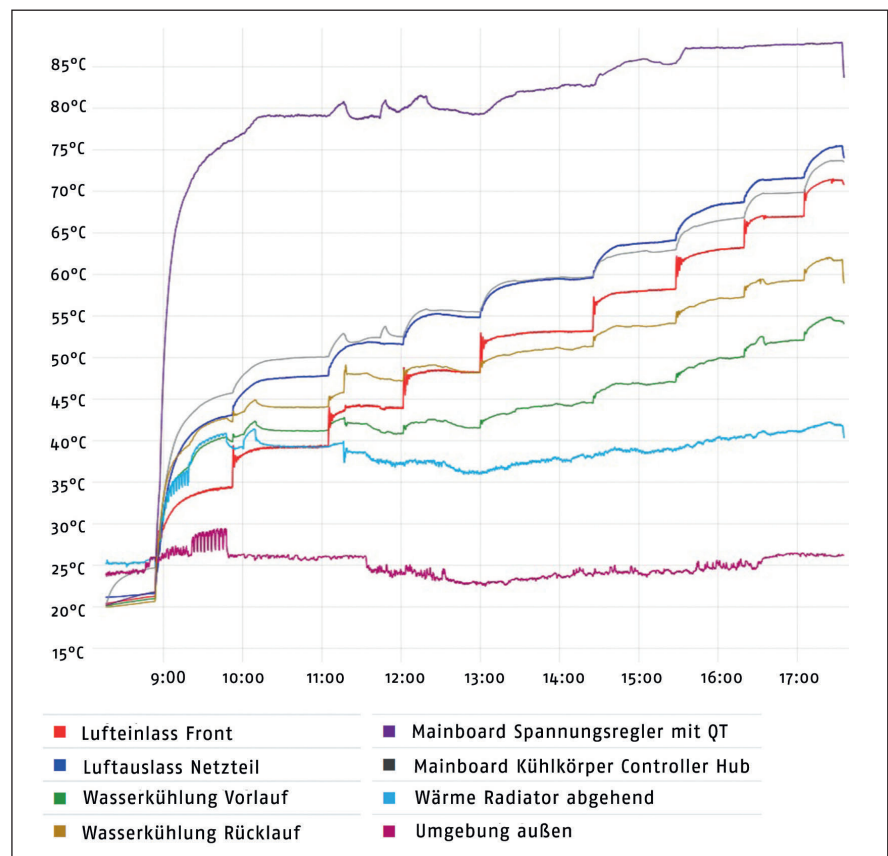


Bild 2: Temperaturtest des wassergekühlten Systems unter Last bei steigender Temperatur

© Inonet

Wie tickt mein Gegenüber?



Der menschliche Faktor oder worauf es im Berufsleben ankommt

288 Seiten | € 29,99
ISBN 978-3-446-47313-3

Dieses Buch präsentiert aktuelle verhaltensökonomische Erkenntnisse, um den »menschlichen Faktor« im Berufsleben besser zu verstehen und um ein erfolgreiches Miteinander zu ermöglichen:

- Eine umfassende Perspektive auf das »große Ganze«, wie Menschen »ticken«, wie sie auf Anreize reagieren und was das für das Miteinander – oder auch Gegeneinander – im Beruf bedeutet
- Das Gegenüber verstehen und Stolperfallen vermeiden
- Wissenschaftlich fundiert, zugleich wohlproportioniert und leicht verständlich
- Der Autor, laut FAZ-Ranking einer der einflussreichsten Ökonomen Deutschlands, forscht seit 20 Jahren im Bereich der Verhaltensökonomie



Jetzt bestellen unter
www.hanser-fachbuch.de

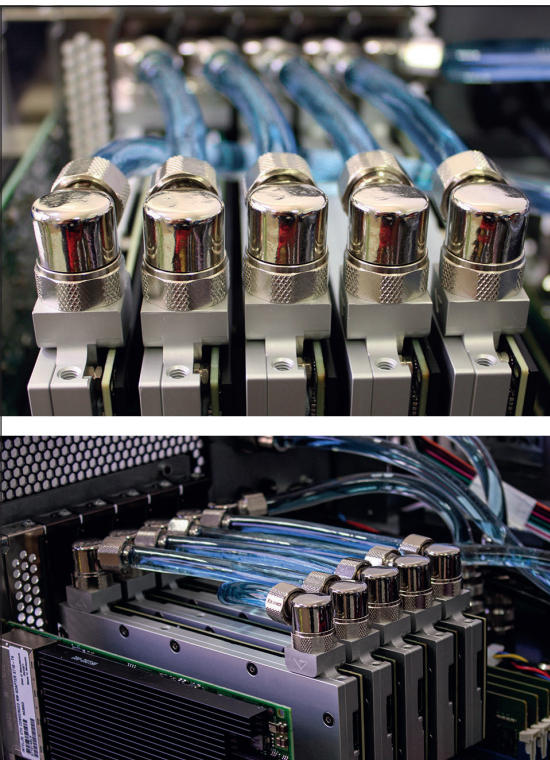


Bild 3: Flüssigkeitskühlung für GPU und CPU © Inonet

und auszuwerten. In der ADAS/AD-Entwicklung wird folglich ein robustes System benötigt, das enorme Rechenleistung, hohe Schreibraten und Speicherkapazität bereitstellt. Die InoNet Computer GmbH unterstützt Fahrzeugentwickler mit ihrem Automotive Portfolio bei Test- und Validierungsanwendungen. Das Car HPC Produkt MAYFLOWER-B17-Liquid adressiert die beschriebenen Herausforderungen im ADAS-Bereich.

Hohe Schreibraten

Das speziell für hohe Schreibraten entwickelte QuickTray (QT), ein robuster Wechsel-Datenträger mit vier NVME SSDs im Raid-0-Verbund, ermöglicht diesen hohen und konstanten Datendurchsatz und das Speichern der immensen Datenmengen. In Verbindung mit einem zusätzlichen Storage-Unit-Aufsatz (mit Platz für 2x QuickTray) kann enorme Speicherkapazität von bis zu 300 TB und eine hohe Schreibgeschwindigkeit von bis zu 26 GB/s, also 208 Gbit/s (in Abhängigkeit des verwendeten SSD-Typs und -Herstellers, real gemessen mit Iometer im „Continuous Write Mode“) bereitgestellt werden.

Hohe Temperaturen durch Komprimierung von Rohdaten mit KI-Unterstützung

Da bei den fortgeschrittenen Testfahrten in den SAE-Level 3 bis 5 nicht mehr jede einzelne Situation aufgezeichnet werden muss, wird heutzutage vorausgewählt. Die automatische Vorselektierung der richtigen Daten bedarf einer künstlichen Intelligenz (KI) im Hintergrund. Die KI entscheidet hierbei mittels Algorithmen während der Fahrt, welche Szenen benötigt und auf den Datenträgern geloggt werden sollen. Außerdem sollen die gesammelten Daten während der Fahrt mit Funktionen wie dem automatisierten Labeling, Time-Stamping, Komprimierung oder auch Verschlüsselung on-the-fly bearbeitet werden. Selbstverständlich benötigen diese Prozesse extrem hohe Rechenleistung, die hauptsächlich durch eine Bündelung der GPU und CPU zustande kommt. Generell haben Computerkomponenten, wie eine CPU oder eine Grafikkarte sehr hohe Abwärme von knapp 100 Prozent. Das bedeutet, dass nahezu die komplette investierte elektrische Leistung in Form von Watt als Abwärme von den Komponenten wieder abgestrahlt wird. KI-Algorithmen

sind sehr leistungsintensiv und beanspruchen oft auch den Großteil der Rechenleistung eines Computers, welche wiederum hohe Temperaturen in Form von Verlustleistung erzeugen. Zusätzlich beeinflussen neben internen Faktoren auch externe Faktoren, wie Wetterbedingungen, die Temperaturen der Geräte. Wenn die produzierte Abwärme nicht richtig abtransportiert wird, führt das automatisch zu einer Überhitzung oder zu einem temperaturbedingten Drosseln (Throttling), was sich nachteilig auf die Performance auswirkt.

Testergebnisse mit Wasserkühlung

Im ADAS-Testbereich müssen die Hardware-Komponenten extremen Temperaturen widerstehen, die weit außerhalb der ursprünglichen Spezifikation liegen. Eigene Testergebnisse ergaben, dass ein großer Server-PC mit der richtigen Kühlung auch bei -20 °C startet und schnell auf Betriebstemperatur kommt. Aber die Extreme befinden sich nicht nur in den unteren, sondern auch in den höheren Temperaturbereichen. Mit der Herausführung des Radiators der Flüssigkeitskühlung vom Kofferraum in den beispielsweise kühleren Fahrer-raum ist es möglich Serverrechner bei $+70\text{ °C}$ ohne Drosselung zu betreiben. Diese Temperaturbereiche eröffnen ganz neue Möglichkeiten für die Automobilbranche, weil hoch performante Messtechnik in der Regel für die benö-

tigten Betriebstemperaturbereiche nicht ausgelegt ist (**Bild 2**).

Abfuhr der Wärmeleistung durch selbst entwickelte Wasserkühlung

Wofür wird überhaupt eine Wasserkühlung beziehungsweise Flüssigkeitskühlung benötigt? Diese Art des aktiven Kühlens wird verwendet, weil viele Computer im Kofferraum der Fahrzeug-prototypen verbaut werden und sich dort die Hitze staut. Mit einer standardisierten Luftkühlung wird die Luft im Kofferraum lediglich verwirbelt, aber kaum Temperatur von den Komponenten abgeführt. Um diese Hitze, die auch durch Umweltfaktoren beeinflusst wird, lokal vom Mainboard abzutransportieren, werden externe Wärmetauscher bis zum Fußraum des Beifahrers verlegt. Durch diese Radiatoren wird die aufgenommene Hitze im Fußraum verteilt und diese in der Regel durch die Klimaanlage des Fahrzeugs heruntergekühlt. Bei der Mayflower B17 Liquid wurde dieses Konzept noch weiter verfeinert und optimiert. Hier wurde die Flüssigkeitskühlung mit No-Spill-Anschlüssen an die CPU angebunden. Zudem wurden eigene Kühlblöcke für die normalerweise luftgekühlten Grafikkarten entwickelt. Diese Kühlblöcke ermöglichen den Grafikkarten eine Anbindung an die Flüssigkeitskühlung. Die vergleichsweise hohe Wärmekapazität des Beispielkühlmediums Wasser be-

günstigt die Wärmeaufnahme von kleinflächigen Wärmequellen, wie sie bei einer Grafikkarte oder einer CPU typisch sind. Die Wärmekapazität des Wassers ist viermal höher als die der Luft. Das bedeutet, dass für eine Temperaturdifferenz von 1 °C das 250-fache Volumen an Luft verwendet werden muss als Wasser. Das verschafft der Wasserkühlung einen deutlichen Vorteil im Vergleich zur Luftkühlung.

Da neben der CPU und der GPU auch weitere Komponenten, wie Northbridge, Southbridge, Festplatten, Netzteil oder Arbeitsspeicher gekühlt werden müssen, bedarf es hierfür meist eine zusätzliche Luftkühlung, weshalb in den meisten Fällen bei einer Wasserkühlung von einer Hybridkühlung (**Bild 3**) gesprochen wird. ■ (eck)

www.inonet.com



Manuel Deuter ist Produktmanager bei InoNet und betreut die strategische Ausrichtung des Automotive Portfolios. © Inonet



Janina Jonker ist Marketing Manager bei InoNet und unterstützt bei der strategischen Ausrichtung des Online- und Offline-Marketings. © Inonet



Jürgen Obergfell ist Gruppenleiter im Design Engineering bei InoNet und entwickelt als System Engineer Embedded Computersysteme. © Inonet

Absicherung autonomer Fahrfunktionen

ViGEM bietet in seiner Geräteserie CCA 9010 Speicherlösungen von 16 bis 64 TB, demnächst auf Kundenwunsch auch Bruttospeicherkapazitäten bis 128 TB. Die validierten Produkte kommen bei der mobilen Aufzeichnung von Rohdaten aus Kameras, Radar- und Lidarsensoren sowie Daten von Automotive Ethernet zum Einsatz. Die aufgenommenen Daten dienen als Basis bei der Entwicklung und Absicherung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen (AD).

Um Stillstandszeiten von Testfahrzeugen auf ein Minimum zu reduzieren, sind die Wechselspeicher Hot-Plug-fähig und können im laufenden Betrieb ausgetauscht werden. Das mobile Datenhandling unterstützt ihre dauer-

hafte, rotierende Verwendung in Langzeitprojekten. Hardware-Verschlüsselung gemäß AES-256 und OPAL 2.0 Standard bietet dabei maximale Datensicherheit auf dem Weg vom Datenlogger bis ins Rechenzentrum.



Demo-Setup im Kofferraum: ViGEM Datenlogger mit Wechselspeicher und Peripheriegeräten. © ViGEM

Mit einer kontinuierlichen Bandbreite bis 32 Gbit/s kommen die Geräte in Anwendungen wie Fahrerassistenzsysteme, automatisiertes Fahren, V2X sowie in Entwicklungsumgebungen zum Einsatz. Zur Erfüllung spezifischer Projektanforderungen stehen die Wechselspeicher im Standardtemperaturbereich von 0 bis $+50\text{ °C}$ sowie im erweiterten Temperaturbereich von -20 bis $+65\text{ °C}$ zur Verfügung.

www.vigem.com