

DIGITAL INDUSTRIES SOFTWARE

Unterstützung einer integrierten ADAS-Entwicklung

Überprüfung von Sicherheit und Komfort
mit dem Mixed-Reality-Framework

Kurzdarstellung

Das Leistungsvermögen hoch entwickelter Fahrerassistenzsysteme (ADAS) hängt von der komplexen Interaktion zwischen Sensoren, Verkehrssituationen, Steuerungsalgorithmen und Fahrzeugdynamik ab. Daraus ergeben sich dynamische Szenarien, die vor allem in den frühen Phasen der Entwicklung schwierig zu beurteilen sind.

ADAS-Teams konzentrieren sich oft nur auf die Entwicklung eines Systemteils. Dadurch ist es ihnen nicht möglich, den Beitrag dieses Teils zum Gesamtleistungsvermögen des Fahrzeugs unter realen Bedingungen zu bewerten. Eine umfassende Bewertung des Systems ist nur durch physische Tests im Prototypenstadium möglich. Die Lösung von Problemen gestaltet sich dabei schwierig und kostspielig.

Übersicht

Derzeit beobachten wir zahlreiche Probleme bei bestehenden Systemen, da diese oft nicht den Erwartungen der Fahrer entsprechen. So wird z. B. die automatische Notbremsung (AEB) aufgrund einer falschen Einschätzung der Verkehrssituation nicht immer richtig aktiviert.^{1,2} Wie eine aktuelle Umfrage der American Automobile Association (AAA) zeigt, bleiben Spurhaltesysteme, adaptive Tempomaten und Stauassistenten hinter den Erwartungen zurück,³ was letztendlich Sicherheits- und/oder Komfortprobleme verursacht.

Um Originalhersteller von Maschinen (OEMs) und Zulieferer von ADAS-Systemen bei der frühzeitigen Erkennung solcher Probleme zu unterstützen, hat das Simcenter™ Engineering and Consulting Services Team von Siemens ein Framework für die Closed-Loop-Entwicklung zusammengestellt, das virtuelle Tests des Gesamtsystems auch dann ermöglicht, wenn nur an einem Teil davon gearbeitet wird. Dazu gehören Wahrnehmung, Bahnplanung und Steuerungsaktionen. Es werden reale Szenarien definiert, einschließlich der Umgebung und der Verkehrssituation, und es werden geeignete Sensormodelle erstellt.

Um das Framework für ADAS-Systemingenieure möglichst nützlich zu gestalten, wurde es an deren spezifische Bedürfnisse angepasst. Spezielle Bibliotheken für Wahrnehmungs-, Bahnplanungs- und Steuerungsalgorithmen sind enthalten. Auf der

Grundlage der umfangreichen Erfahrung von Siemens mit der Simulation und dem Testen von ADAS-Systemen werden relevante Szenarien definiert, um das System unter geeigneten Bedingungen zu bewerten. Eine große Anzahl von Szenarien wird mithilfe virtueller Modelle evaluiert, darunter eine Reihe besonders kritischer Szenarien, die für die Verifizierung und Validierung des Systems extrahiert werden, sodass Sie am Ende über ein überschaubares physikalisches Testprogramm verfügen.

Das System ist „Plug-and-Play“: Es erlaubt dem Anwender, von Standardbauteilen oder -algorithmen zu solchen zu wechseln, die für ein bestimmtes Programm entwickelt wurden. Ein spezielles Fahrdynamikmodell ist mit dem Framework verknüpft, das eine genaue Reaktion auf das System liefert und es dem Anwender ermöglicht, die Komfortaspekte von ADAS zu untersuchen. Es kann in ein fahrzeugspezifisches Modell umgewandelt werden, wenn die physikalischen Parameter des Fahrgestells bekannt sind. Wenn dies nicht der Fall ist (etwa bei Zulieferern von ADAS-Systemen oder der Untersuchung eines Konkurrenz-Fahrzeugs), wird ein Verfahren zur Rückentwicklung dieser Parameter auf der Grundlage von Tests am Gesamtfahrzeug vorgeschlagen.

Schließlich kann das Framework für physische Bauteile geöffnet werden, um eine echte Mixed-Reality-Anwendung zu schaffen. Ermöglicht wird dies durch die Verwendung von Middleware wie einem Functional Mock-up Interface (FMI) oder einem Robotik-Betriebssystem (ROS), die sich direkt mit den physischen Systemen verbinden lassen. Auf diese Weise können das physische Steuergerät (ECU), die realen Sensoren, ein Fahrzeugsimulator und schließlich das Gesamtfahrzeug konsequent mit virtuellen Modellen getestet werden. Im letzteren Fall kann die reale Umgebung durch Einführung von virtuellen Hindernissen, anderen Fahrzeugen oder ungeschützten Verkehrsteilnehmern (VRU) erweitert werden, was Vehicle-in-the-Loop (ViL)-Tests ermöglicht.

Die Ingenieure von Simcenter passen das Entwicklungs-Framework an die Bedürfnisse ihrer Kunden an und unterstützen sie in vollem Umfang mit diesem vollständig integrierten virtuellen/physischen Closed-Loop-Framework für die Entwicklung von ADAS-Systemen.

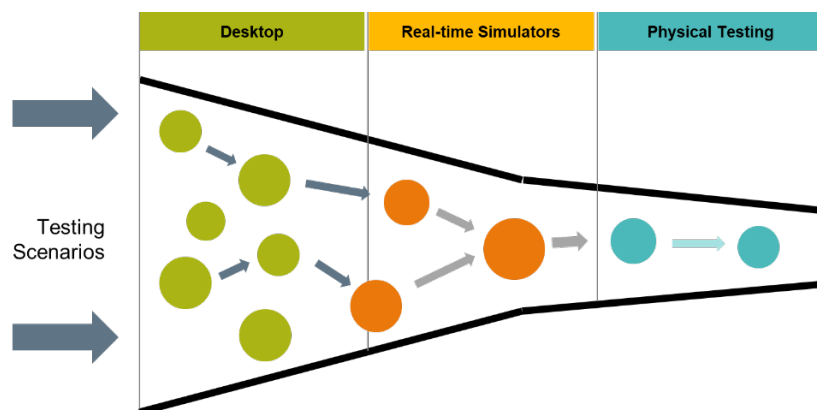


Abbildung 1: Management von Testszenarien von der virtuellen zur physischen Validierung

Entwicklungs-Framework im Überblick

Das Framework zielt darauf ab, das Leistungsvermögen des Systems bereits in der frühen Phase der Konstruktion anhand einer großen Anzahl realistischer Bedingungen auf integrierte Weise nach den Grundsätzen einer modellbasierten Definition (MBD) zu überprüfen.

Die Systemevaluierung wird durch spezielle Simulationstools wie die Simcenter™-Software unterstützt, die Teil des Xcelerator-Portfolios ist, dem umfassenden und integrierten Software- und Service-Portfolio von Siemens Digital Industries Software. Mit der Software Simcenter Prescan™ können Sie Verkehrssituationen simulieren, einschließlich statischer Umgebungen (Straßen, Verkehrsschilder, Ampeln, Hindernisse) und dynamischer Umgebungen (verschiedene Akteure), und erhalten Sensormodelle mit unterschiedlichen Genauigkeitsgraden. Die Software Simcenter Amesim™ ermöglicht dem Anwender die Simulation der Fahrzeugdynamik und lässt sich mit Simcenter Prescan koppeln. Optimierungslösungen wie die HEEDS™-Software überprüfen die Systemperformance anhand mehrerer Szenarien und können die Optimierung der Konstruktion unterstützen. Um die Anforderungen an Systeme und Software zu definieren und zu verfolgen und konsistente Testfälle während der Entwicklung zu verwenden, wird ein spezielles Tool wie die Polarion™-Software for Automotive verwendet.

Um diese Tools frühzeitig in den Entwicklungsprozess zu integrieren und eine integrierte Closed-Loop-Bewertung zu ermöglichen, gliedert das vorgeschlagene Framework diese Funktionen um

die klassische Sense-Think-Act-Kette. Dies ermöglicht Anwendern ihren Einsatz für folgende Zwecke:

- Bewerten der Sensoren (Art, Anzahl, Standort) und Entwicklung von Wahrnehmungsalgorithmen für eine genaue Identifizierung der Verkehrssituation
- Bewerten des Systemverhaltens unter realen Fahrbedingungen
- Testen und Überprüfen der Wahrnehmungs- und Steuerungsstrategie und der Algorithmen
- Identifizieren eines Subsets kritischer Szenarien, die in die physikalische Überprüfung und Validierung des Systems einzubeziehen sind

In den letzten Jahren hat Simcenter Engineering and Consulting umfangreiche Erfahrungen in den Bereichen Wahrnehmung, Bahnplanung und Steuerungsalgorithmen für verschiedene ADAS und autonome Funktionen gesammelt. Dazu gehören modellbasierte Steuerungsalgorithmen wie die modellprädiktive Regelung (MPC) sowie datengesteuerte Lösungsansätze, die auf maschinellem Lernen basieren. Die Szenarien werden auf der Grundlage von Erfahrungen bei der Unterstützung der kundenseitigen ADAS-Entwicklung unter Verwendung von Standards und Vorschriften (z. B. European New Car Assessment Program (NCAP)) und realen Fahrdaten oder durch Kopplung des Frameworks mit einem Verkehrssimulationstool wie der Aimsun-Software definiert.

Aufgrund des hohen Grads an Individualisierung wird das Framework während eines Service-Projekts an die Bedürfnisse eines bestimmten Programms angepasst und bei einem Methodentransfer an unseren Kunden übergeben.

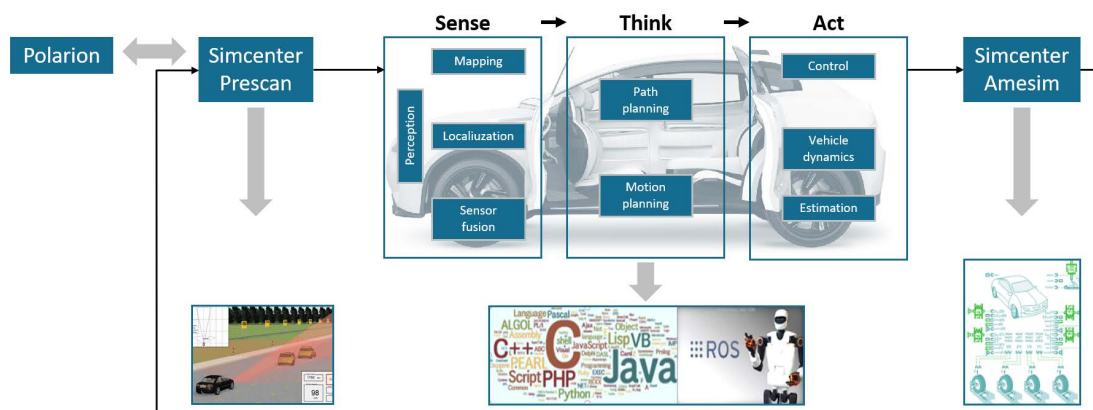


Abbildung 2: Entwicklungs-Framework im Überblick

Überlegungen zur Fahrzeugdynamik

Die Fahrzeugdynamik kann das Leistungsvermögen von ADAS/AD-Systemen erheblich beeinflussen. Daher muss es mit dem richtigen Grad an Genauigkeit dargestellt werden, um den Zustand des Fahrzeugs zu beurteilen. Dies hängt von der Anwendung ab. Die Verwendung eines vereinfachten Modells der Fahrzeugdynamik kann zu einer falschen Bewertung des Gesamtsystems führen, insbesondere im Falle eines hochdynamischen Manövers, wie z. B. bei erheblichen Lenk- und Bremsvorgängen. Der richtige Grad an Genauigkeit muss sorgfältig definiert werden. In vielen Fällen erreichen wir einen guten Kompromiss für die Quer- und Längsdynamik, indem wir ein so genanntes Degree of Freedom (DOF)-Modell mit einem Freiheitsgrad von 15° verwenden.

Dieser Lösungsansatz setzt die Kenntnis einiger globaler physikalischer Parameter des Fahrgestells voraus. Falls diese Parameter nicht verfügbar

sind, haben die Siemens-Ingenieure eine Reverse-Engineering-Methode entwickelt, die auf einer Reihe von Tests an einem Gesamtfahrzeug basiert. Bei Bedarf kann das Modell dann durch spezielle Lenk- oder Bremssystemmodelle oder durch ein verbessertes Reifenmodell wie die Simcenter Tire Software MF-Swift ergänzt werden.

Ein weiterer möglicher Verwendungszweck des Fahrdynamikmodells ist die Bewertung des Komforts in ADAS/AD-Szenarien. Unser Entwicklungsteam führt derzeit Maßnahmen zur allgemeinen Komfortleistung durch, einschließlich der Akzeptanz des Systems durch den Fahrer (z. B. das Gefühl der Sicherheit). Dazu gehört auch die Konstruktion von Steuerungsalgorithmen, die auf den gewünschten Fahrstil abgestimmt sind, in Kombination mit strengen Sicherheitsvorgaben.



Abbildung 3: Reverse-Engineering eines Fahrzeugdynamikmodells

Mixed-Reality-Tests

Die Entwickler von ADAS-Systemen müssen sicherstellen, dass sich das System in komplexen Umgebungen und Betriebsbedingungen gut verhält. Dies führt zu einer großen Anzahl von Testbedingungen, unter Berücksichtigung zahlreicher verschiedener Akteure, Fahrzeuge und Fußgänger, die nicht alle mit dem echten Fahrzeug getestet werden können. Das oben beschriebene Framework dient dazu, die Verifikation des Systems über eine große Anzahl von Szenarien zu verwalten.

Um die Lücke zwischen virtuellen und physischen Tests zu schließen, ermöglicht Ihnen das Framework, einige der simulierten Bauteile (z. B. Sensoren, Steuergeräte) schrittweise durch physische Bauteile zu ersetzen und so Tests und Simulation in einer Mixed-Reality-Umgebung zu kombinieren. Die Integration des Frameworks in ROS ermöglicht dem Anwender den lückenlosen Austausch von physischen und virtuellen Teilen.

Dies führt schließlich zu einem ViL-Setup, bei dem das reale Fahrzeug auf einer Teststrecke eingesetzt wird, auf der virtuelle Akteure (z. B. statische und dynamische Fahrzeuge, Hindernisse, ungeschützte Verkehrsteilnehmer usw.) unter Verwendung des virtuellen Frameworks hinzugefügt werden. Die Fahrzeugsensoren erkennen die virtuellen Akteure, als ob sie physisch anwesend wären. Dies bietet eine größere Flexibilität bei der Einrichtung aller Arten von Testszenarien und wird von den Zertifizierungsbehörden als ein zukünftiger obligatorischer Validierungsschritt in Betracht gezogen.

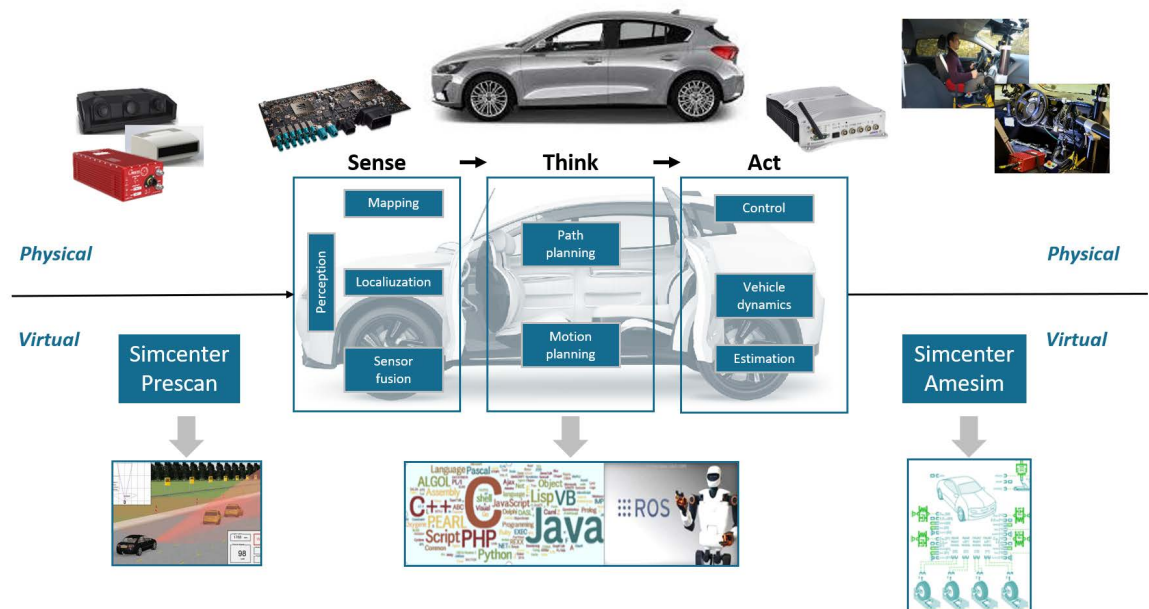


Abbildung 4: Mixed-Reality-Entwicklungs-Framework

Fazit

Kraftfahrzeuge verfügen über eine zunehmende Anzahl hoch entwickelter ADAS-Funktionen, die unter Sicherheitsaspekten erhebliches Verbesserungspotenzial aufweisen. Allerdings bringen sie auch eine Menge Herausforderungen mit sich. Das Framework, das wir beschreiben, ermöglicht es Ihnen, das Leistungsvermögen von ADAS frühzeitig zu überprüfen, um Probleme bei der Wahrnehmung, Planung und Steuerung unter realen Bedingungen zu erkennen. Wenn physische Elemente des Systems verfügbar werden, entwickelt es sich zu einer Mixed-Reality-Testplattform. In Zusammenarbeit mit Erstausrüstern und Zulieferern passen die Ingenieure von Simcenter das Framework an die jeweiligen Bedürfnisse und Programme an – mithilfe unseres Anwendungs-Know-hows.

Siemens Digital Industries Software

Nord-, Mittel- und Südamerika: 1 800 498 5351

EMEA: 00 800 70002222

Asien-Pazifik: 001 800 03061910

Für weitere Nummern klicken Sie bitte [hier](#).

Siemens Digital Industries Software unterstützt Unternehmen jeder Größe bei der digitalen Transformation mithilfe der Software, Hardware und Services der Siemens Xcelerator Business-Plattform. Mit der Software und der Technologie des digitalen Zwillings von Siemens können Unternehmen aller Branchen ihre Entwicklungs-, Konstruktions- und Fertigungsprozesse optimieren, um aus den Ideen von heute die nachhaltigen Produkte von morgen zu fertigen. Ob Chips oder Komplettsysteme, Produkte oder Prozesse. [Siemens Digital Industries Software](#) – where today meets tomorrow.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2023 Siemens. Eine Liste wichtiger Warenzeichen von Siemens findet sich [hier](#). Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

82363-D8-DE 4/23 LOC