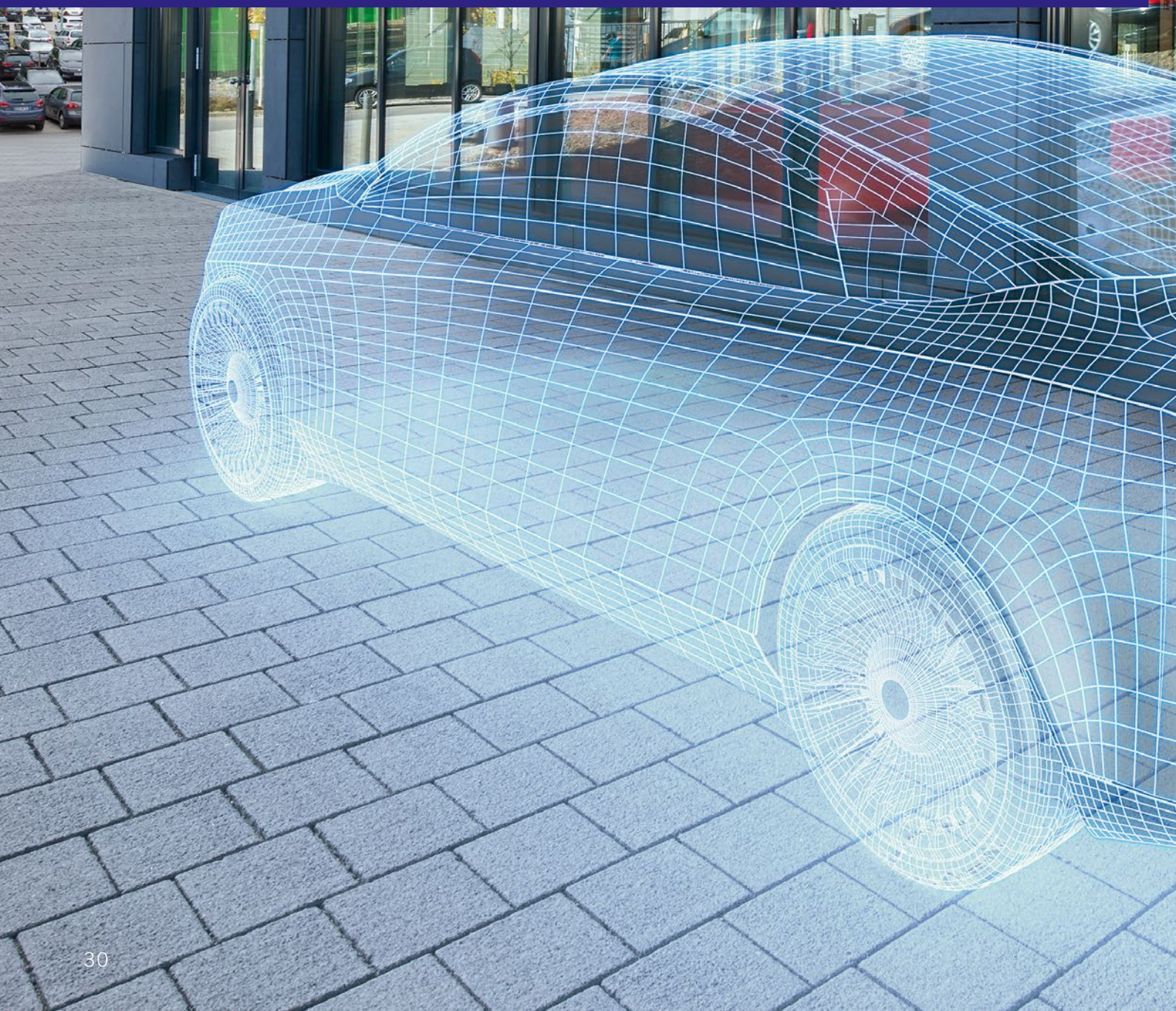
Virtual Reality als Werkzeug für die Entwicklung von Assistenzsystemen

Assistenzsysteme müssen umfangreich geprüft werden. Bertrandt schafft in einem interdisziplinären Projekt eine Verbindung zwischen ADAS und IT-Vernetzung zum Backend, um adaptive Geschwindigkeitsregelungen wie das ACC weiterzuentwickeln. Erweiterte ACC-Funktionen können in einer VR-Umgebung mit Fahrsimulator intensiv evaluiert werden.



© Bertrandt

AUTOREN

Felizitas Brossmann, M. Sc.
ist Entwicklungsingenieurin und Projektkoordinatorin des internen Innovationsprojekts b.competent bei Bertrandt in Regensburg.

Dipl.-Ing. Ulrich Haböck
ist Teamleiter für ADAS-Funktionen und -Systeme bei Bertrandt in Regensburg.

Stefan Maier, MCSE, MCITP
ist IT-Architekt und Connectivity-Spezialist bei Bertrandt in Regensburg.

Dipl.-Ing. Jochen Schwenninger
ist Leitender Ingenieur und Funktionsarchitekt für ADAS-Funktionen und -Systeme bei Bertrandt in Regensburg.

ACC-SYSTEME INTELLIGENT ERWEITERN

Seit vielen Jahren beschäftigt sich Bertrandt mit internen Innovationsprojekten, um neue Technik voranzutreiben. In den letzten beiden Jahren wurden die Bereiche IT/Connectivity und Assistenzsysteme (ADAS) zusammengeführt. Unterschiedliche Vorzeigeprojekte und Anwendungsfälle erlauben dabei die Konzentration auf eigenständige Aspekte im Gesamtkontext Connected ADAS.

Unter dem Namen Intelligent Adaptive Cruise Control (iACC) baute Bertrandt einen Prototyp für die Fahrzeuglängs-

führung auf. Das Assistenzsystem leitet sich von einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung (ACC) ab, die markenübergreifend in Serie verfügbar ist. Diese intelligente Erweiterung verwendet weitere Informationen, um einen natürlichen und sicheren Geschwindigkeitsverlauf zu erzeugen. Zunächst werden quasistatische Informationen betrachtet, wie es in marktgängigen Systemen bereits üblich ist; als Beispiel sei die Reaktion auf ein Geschwindigkeitsverkehrszeichen genannt. Ferner ist eine Kurvenregelung implementiert. Dafür wird während der Simulationsfahrt auf Informationen zurückgegriffen, die in einer Karte gespeichert sind.

Außerdem wird die eingestellte Geschwindigkeit durch dynamische Ereignisse beeinflusst. Exemplarisch sind momentan die Ereignisse Falschfahrer, Extremwetter (Nebel, Glatteis) und Baustelle, **BILD 1**, umgesetzt. In jedem dieser drei Ereignisse wird vor der entsprechenden Position die Geschwindigkeit passend zum Ausmaß der Gefährdung, dem persönlichen Fahrstil und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit reduziert. Zusätzlich wird der Fahrer mittels Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) über die Situation informiert. Die erforderlichen Daten müssen dazu während der Fahrt zuverlässig ins Fahrzeug übertragen werden, um darauf reagieren zu können.

BILD 1 zeigt das HMI, wenn ein Fahrer in der Simulation auf ein Ereignis, wie zum Beispiel eine Baustelle, zufährt. Im HMI wird die Art des Ereignisses als Warnhinweis angezeigt; außerdem sind die Systemaktivität (oben mittig in grün bei aktivem iACC-System), die momentane Geschwindigkeit (unten links) und die Geschwindigkeit, auf die wegen des Hindernisses geregelt wird (oben mittig), zu sehen. Zudem werden auf der rechten Seite der Abstand zum Ereignis sowie das aktuelle Tempolimit angezeigt. Die Baustelle führt dementsprechend zu einer Verzögerung auf 80 km/h, obwohl kein Tempolimit vorhanden ist. Die aktuelle Geschwindigkeit wird deshalb gerade reduziert.

UMFANGREICHE ABSICHERUNG NÖTIG

Um ein derartiges ADAS auf die Straße bringen zu können, ist eine umfangreiche Absicherung der Funktionen notwendig. Ohne diese Testaufwände wäre das Risiko, dass ein Fehlverhalten des Systems nicht entdeckt wird, viel zu hoch. Ein untrainierter Fahrer könnte in einer solchen Situation überfordert sein und die Fahrzeuginsassen sowie andere Verkehrsteilnehmer gefährden. Deswegen umfasst ein Testkonzept typischerweise Überprüfungen auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus, die im Entwicklungsprozess nacheinander erreicht werden können. Diese Stufen reichen von Software-Modultests über Gesamtsoftwaretests (Software-in-the-Loop) und Steuergeräte-Integrationstests (Hardware-in-the-Loop) bis hin zu Gesamtfahrzeugversuchen auf einem Testgelände und dem Test unter realen Bedingungen auf öffentlichen Straßen.

Ein zusätzlicher Aspekt, der gerade bei neuen Funktionen nicht übersehen werden darf, ist die frühzeitige Überprüfung der Interaktion vom Fahrer beziehungsweise Benutzer und dem entwickelten System. Dabei ist es wichtig, für die Probanden eine möglichst realistische Umgebung zu schaffen, um die späteren Reaktionen im Straßenverkehr zuverlässig vorhersagen zu können. Je früher diese Rückmeldung von den Benutzern eingeholt werden kann, desto leichter ist das Systemverhalten anzupassen, um eine möglichst hohe Akzeptanz für das ADAS zu erreichen [1].

BILD 1 Darstellung der Situation, wenn ein Fahrer auf ein Ereignis in einer Baustelle zu fährt; im HMI wird die Art des Ereignisses als Warnhinweis angezeigt (© Bertrandt)

HIER KOMMEN DIE EXPERTEN ZU WORT

Seit 120 Jahren präsentiert die ATZ – Automobiltechnische Zeitschrift innovative Lösungskonzepte in der Fahrzeugentwicklung. Neueste Informationen für den Ingenieuralltag treffen auf technisch fundierte Analysen rund um das Gesamtfahrzeug – von Fahrwerk und Karosserie über Lichttechnik und NVH bis hin zu Verpackung und Thermomanagement. **www.atz-magazine.com/120-years**

120 ATZ JAHRE

VERWENDUNG EINER VR-UMGEBUNG

Eine Möglichkeit, derartige Studien mit geringem Aufwand durchführen zu können, ist die Verwendung einer Virtual-Reality(VR)-Umgebung für einen Fahrsimulator. Im Rahmen des IAA-Messedemonstrators von 2017 wurde eine solche Umgebung für das System iACC auf Basis von Unity erstellt. Dieser Simulator enthält neben der Modellierung der Strecke und des Fahrzeugs auch dynamische Elemente im Fahrzeugumfeld, wie etwa Wetterphänomene oder andere Verkehrsteilnehmer. Diese Bestandteile können in der VR-Simulation vom Bediener per Drag-and-Drop auf der Fahrstrecke platziert werden, sodass eine unkomplizierte Umkonfiguration des Szenarios gewährleistet ist, **BILD 2**.

Der Proband kann sich mit einer VR-Brille frei im Fahrzeuginneren umsehen und über ein Lenkrad sowie Pedale mit dem Fahrzeug interagieren. Somit ist seine Reaktion auf unterschiedliche Situationen bereits frühzeitig und mit geringem Aufwand überprüfbar. Durch die realitätsnahe Darstellung der Situation und die konsequente Ausblendung fremder Eindrücke wird der Fahrer in das Szenario hineinversetzt und verliert relativ schnell das Gefühl einer Simulation. Dieser Effekt führt dazu, dass seine Reaktionen nah am Verhalten in der Realität liegen.

In einer solchen Simulation lassen sich beispielsweise sicherheitskritische Situationen wie Unfälle oder Notbremsungen provozieren, die das Verhalten des Systems im Grenzbereich testen. Aber auch ungewöhnliche Situationen, die in der Realität verhältnismäßig selten sind, lassen sich einfach erstellen, wie etwa die Reaktion des iACC-Systems auf eine stark gekrümmte Kurve, indem die Geschwindigkeit reduziert wird, **BILD 3**.

Ein anderes denkbares Szenario ist die Unterstützung des Fahrers bei der Bildung einer Rettungsgasse für Blaulichtfahrzeuge in einem Stau. Hierbei wird im Kombiinstrument angezeigt, auf welche Seite das eigene Fahrzeug ausweichen soll. Das dazugehörige HMI-Konzept umfasst eine Funktion mit oder ohne Warnton sowie weitere unterstützende Maßnahmen (Innenraumbeleuchtung, Lautstärke der Musikwiedergabe); es kann anhand der Fahrerreaktion optimiert werden.

Um auf derartige dynamische Ereignisse reagieren zu können, ist eine Vernetzung des ADAS unabdingbar. Denkbar ist dafür eine Car-to-Car-Kommunikation über kürzere Entfernungen oder eine zentralisierte Architektur mit einem Backend-Server, einer Cloud und dazugehörigen Kommunikationskanälen.

BACKEND-SERVERBASIERTE VARIANTE

Für das dargestellte IAA-Vorzeigeprojekt wurde die serverbasierte Variante ausgewählt. Die gültige Gesamtheit aller dynamischen Ereignisse ist also jederzeit in der Cloud verfügbar, an die unterschiedliche Informationsquellen angeschlossen werden können. Für Wetterinformationen sind das etwa entsprechende Dienste, die lokale Unwetterwarnungen zur Verfügung stellen, für Falschfahrer ist die Anbindung an Verkehrsmeldungen der Polizei denkbar. Eine Erweiterung, die aktuell getestet wird, ist die automatische Detektion von Ereignissen aus Livedaten (zum Beispiel Sensordaten oder anonymisiertes Fahrverhalten), die von einer Fahrzeugflotte auf das Backend übertragen werden.

Für den VR-Simulator wurde als Übertragungsmedium zwischen Backend und virtuellem Fahrzeug zunächst das Mobilfunknetz gewählt, um Effekte wie etwa die relativ hohen Latenzen in der Kommunikation berücksichtigen zu können. Auch die verwendeten Datenraten und Netznormen können so variiert werden. Im Fall des iACC übernimmt eine dedizierte Hardware (die Telematikeinheit oder das Machine-to-Machine Gateway) die Kommunikation mit dem Backend.

Selbstverständlich verhält sich das Mobilfunknetz im Straßenverkehr anders (Netzabriss, Handshakes zwischen GSM, UMTS, LTE etc.) als in einem feststehenden Simulator. Daher ist im nächsten Schritt geplant, das Mobilfunknetz zu simulieren, damit nicht nur die Erlebbarkeit im Vordergrund steht, sondern auch das Verhalten im fahrenden Automobil bei Eigenheiten im Mobilfunknetz nachgestellt werden kann.

DEGRADATIONSMECHANISMEN UND DATENSCHUTZ

In der Realität kann eine stabile Datenverbindung nicht auf jeder Strecke mit der benötigten Bandbreite garantiert werden. Daher sind Methoden für die Absicherung der Übertragungsstrecke und Degradationsmechanismen zwingend notwendig. So ermöglicht das Message-Queuing-Telemetry-Transport-(MQTT)-Protokoll die Verwendung einer Quality-Of-Service(QoS)-Stufe, die eine Garantie auf eine (potenziell verzögerte) Zustellung der gesendeten Nachrichten bietet. Zusammen mit einem periodischen Heartbeat lässt sich mit dem QoS auf einfache Weise ein System aufbauen, das zuverlässig Störungen in der Datenübertragung detektiert und darauf reagieren kann.

Für die Degradation in einer solchen Situation sind unterschiedliche Ansätze denkbar. Das System kann so lange regulär arbeiten, wie bereits Daten über die

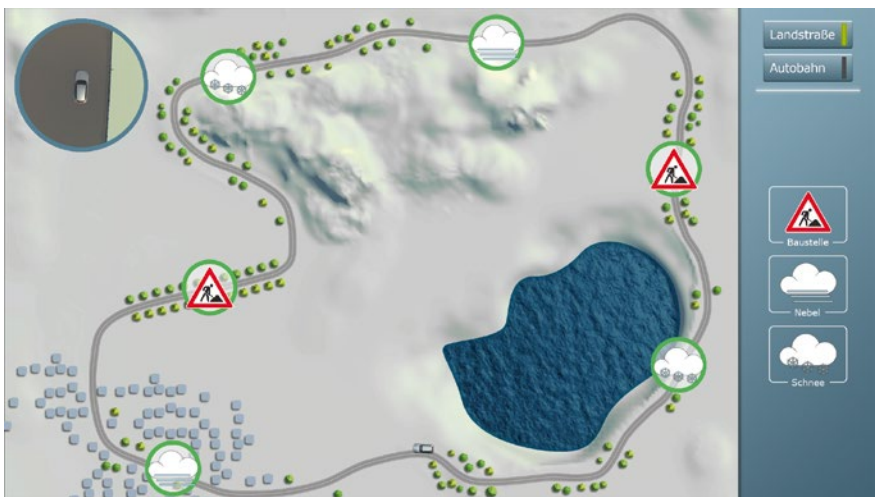


BILD 2 Der Fahrsimulator zeigt eine Übersichtskarte eines Landstraßen-Rundkurses; mittels Drag-and-Drop werden verschiedene Ereignisse auf der Route des Fahrers platziert (© Bertrandt)

BILD 3 Der Fahrer befindet sich auf der Autobahn; das iACC-System reagiert auf eine stark gekrümmte Kurve, indem die Geschwindigkeit reduziert wird (siehe Geschwindigkeitsanzeige unten links) (© Bertrandt)

vorausliegende Strecke übertragen wurden. Lediglich auf neu auftretende Gefahren in diesem Abschnitt kann dann nicht vorausschauend reagiert werden. Wenn dieses Risiko vermieden werden soll, kann die Längsführung auch die intelligente vorausschauende Regelung direkt beenden und den Fahrer darauf hinweisen. Die Auswahl des geeigneten Verhaltens wird von Netzqualität, Fahrweise und Verkehrslage abhängig sein.

Backendseitig findet sich im IAA-Vorzeigeprojekt eine IT-Architektur, wie sie ebenfalls für echte Fahrzeuge genutzt werden kann. Die Daten vom Simulator werden von einem MQTT-Broker entgegengenommen und über entsprechende Topics wieder zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig fließen Simulatordaten vom Broker in Datenbanken, um mit historischen Werten und Erfahrungen arbeiten zu können. Beispielsweise kann das Fahrverhalten eines bestimmten Fahrstils mit älteren Aufzeichnungen verglichen werden, um für die aktuelle Situation bessere Vorhersagen machen und auch langsame Veränderungen der Fahrweise erkennen zu können. Die eingesetzte Technik für die Speicherung der Daten orientiert sich dabei am benötigten Leistungsvermögen und lässt sich quasi beliebig skalieren. Außerdem wird eine Analyseplattform direkt an den Broker angebunden, sodass Informationen schnellstmöglich verarbeitet werden und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können.

Sobald Empfehlungen im Backend durch Analysealgorithmen generiert wurden, müssen diese den betroffenen Fahrzeugen beziehungsweise dem Simulator zur Verfügung gestellt werden. Hierzu wurde eine Methode entwickelt, um Informationen gezielt für Fahrzeuge bereitzustellen. Die Welt wird dabei in Regionen eingeteilt. Für jede Region wird ein MQTT-Topic erstellt, in dem alle relevanten Informationen und Ergebnisse der Analysealgorithmen veröffentlicht werden.

Aus Datenschutzgründen und um den serverseitigen Verwaltungsaufwand möglichst gering zu halten, werden die unterschiedlichen Fahrzeuge nicht vom Backend den entsprechenden Kanälen zugewiesen. Stattdessen abonniert jeder Kommunikationsteilnehmer aufgrund seiner geografischen Koordinaten das jeweils relevante Topic und erhält so nur die Informationen, die er benötigt. Überflüssiger Traffic kann so effektiv vermieden werden.

Egal, ob sich das Fahrzeug in der Realität oder virtuellen Welt befindet: Die Position bestimmt, welches Topic abonniert wird. Enthält die Information eine Gefahrenquelle (Blitzeis, Nebel, Falschfahrer etc.), die im Simulator definiert ist, kann die Situation direkt erlebt und das ADAS prototypisch getestet werden.

Mit den gesammelten Erfahrungen aus dem IAA-Messedemonstrator sowie umfangreichen internen Versuchen wird das iACC-System gegenwärtig um neue Funktionen erweitert. Unter anderem wird der Fahrer bei der Bildung einer Rettungsgasse unterstützt, was auch die Überarbeitung des HMI beinhaltet. Daneben wird an der echtzeitfähigen Analyse der Daten im Backend gearbeitet, die in Zukunft zusätzliche Ereignisklassen detektieren wird und eine noch höhere Zuverlässigkeit der Ergebnisse bieten kann.

LITERATURHINWEIS

[1] Haböck, U.; Schwenninger, J.; Redepenning, A.; Buchner, C.: Human Centred Engineering. Zukunft der Technologieindustrie. In: ATZ 119 (2017), Nr. 4, S. 48-52

READ THE ENGLISH E-MAGAZINE
Test now for 30 days free of charge:
www.atz-worldwide.com