

AUTOR

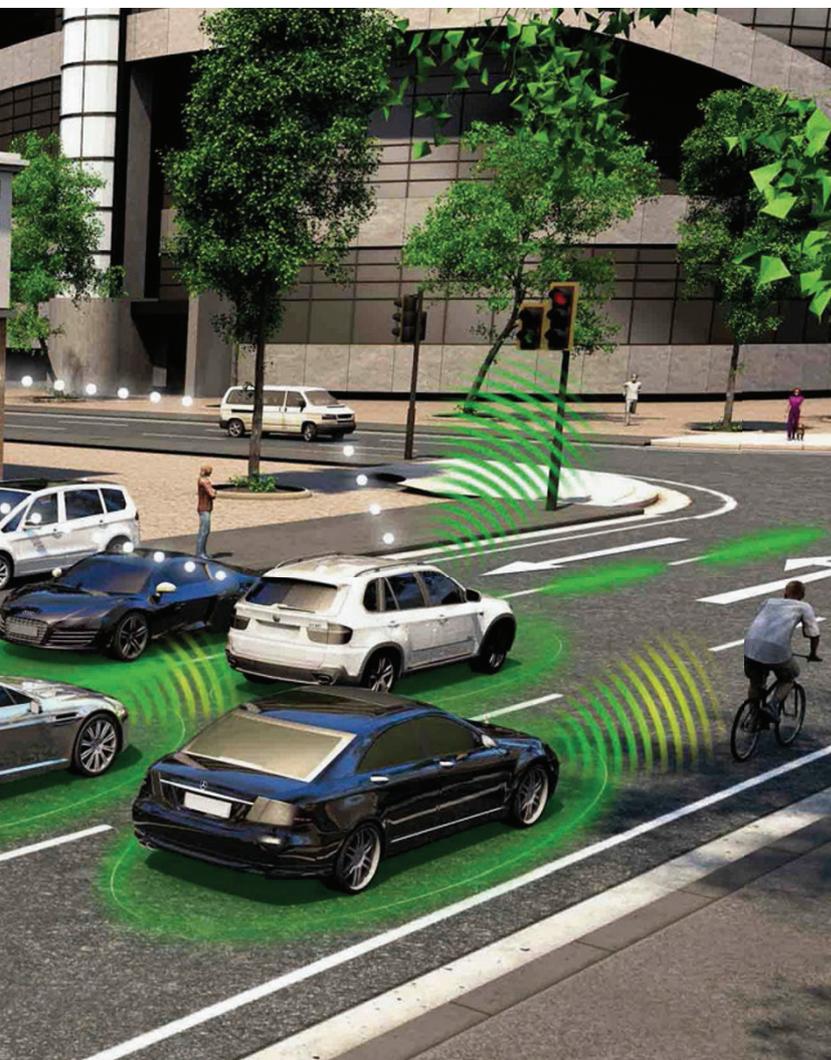


Rolf Dubitzky
ist Director Driver Assistance
bei Elektrobit in Erlangen.

CROWD SENSING

Derzeitige Serienfahrzeuge verarbeiten bereits eine große Menge an Informationen. Viele Sensordaten, wie beispielsweise von einem Radarsensor, werden im Auto kommuniziert und von mehreren Systemen genutzt. Die Verarbeitung erfolgt nach dem aktuellen Stand der Technik zentral, um die Komplexität zu reduzieren und die Daten effizient zu nutzen. Vor allem Premiumfahrzeuge sind mit einer hohen Anzahl an Radar-,

Laser-, Kamera- und anderen Sensoren ausgestattet. Neben der verteilten Nutzung innerhalb eines Fahrzeugs ist es zudem sinnvoll, die gewonnenen Daten mit anderen Verkehrsteilnehmern zu teilen. Diese Daten können das klassische Kartenmaterial ergänzen und verbessern und so ein vervollständigtes Bild des Straßennetzes aufbauen, **BILD 1**. Zudem erfordert das automatisierte Fahren Daten von hoher Präzision, Aktualität und Validität. Herkömmliche, nicht vernetzte Navigationssysteme, die nur gelegentlich



In überschaubaren Verkehrsverhältnissen, beispielsweise im Stau auf der Autobahn, übernehmen einige Systeme bereits die Kontrolle über das Fahrzeug. Ihr Horizont ist jedoch auf die unmittelbare Umgebung des Fahrzeugs beschränkt. Für zukünftige Fahrerassistenzsysteme bis hin zum autonomen Fahren reicht dies nicht aus. Benötigt werden zusätzliche Angaben, beispielsweise über geografische sowie topologische Gegebenheiten oder über Wetter- und Straßenverhältnisse. Solche Auskünfte können über Echtzeit-Infrastrukturinformationen in Kombination mit Meldungen anderer Fahrzeuge auf der Basis digitaler Kartendaten gesammelt und bereitgestellt werden, beschreibt Elektroit.

Das Fahrzeug als Sensor Kooperatives Wahrnehmen und Lernen für automatisiertes Fahren

bei einem Besuch beim Händler aktualisiert werden, können diese nicht liefern.

Die Zukunft gehört daher der Zusammenführung von verteilt aufgenommenen Informationen über das Umfeld der Fahrzeuge (Distributed Perception and Mapping). Sensordaten werden nicht mehr nur für ein einzelnes Fahrzeug gesammelt, sondern allen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt. Die Fahrzeuge kommunizieren miteinander und tauschen Daten mit anderen Fahrzeugen in der unmittelbaren Umgebung

aus. Darüber hinaus werden die Daten aus den Fahrzeugen in der Cloud gesammelt und ausgewertet, zum Beispiel für die Kartenoptimierung bei der Vermessung eines Straßenabschnitts. An dieser indirekten Informationssammlung beteiligen sich viele Fahrer bereits, indem sie Informationen über ihr Smartphone zur Verfügung stellen. Diese Daten werden zum Beispiel für Staumeldungen genutzt.

Für die Qualität der gewonnenen Informationen aus der Cloud ist unter

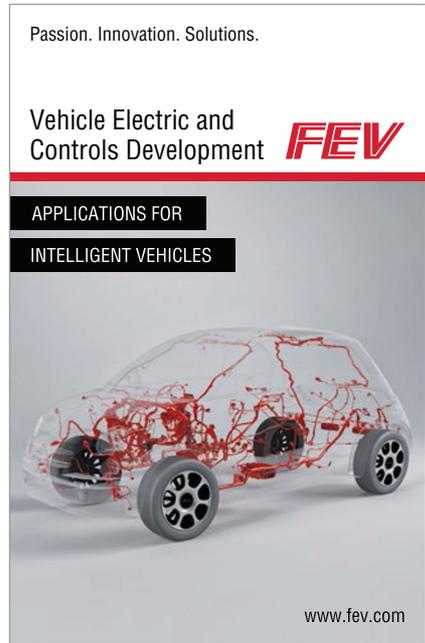
anderem die Masse der Daten entscheidend. Je mehr Fahrzeuge ihre Informationen zur Verfügung stellen, desto genauer wird das Bild der Straßenumgebung. Ein Beispiel dafür ist die Verkehrszeichenerkennung: Auch in aktuellen Navigationssystemen sind die Geschwindigkeitsinformationen nicht für alle Straßen hinterlegt, sondern meist nur für die Hauptverkehrswege. Kurzfristige Änderungen der Höchstgeschwindigkeit können ebenfalls nicht wiedergegeben werden. Bei fehlenden

Informationen aus der digitalen Karte unterstützt eine Verkehrszeichenerkennung in der Frontkamera. Allerdings ist die Netto-Erkennungsrate nicht optimal. Bei schlechten Wetter- und Lichtverhältnissen sinkt sie weiter. Ganz anders hingegen, wenn eine Flotte von mehreren hunderttausend Fahrzeugen regelmäßig ihre Informationen an eine zentrale Sammelstelle in die Cloud sendet und diese dort ausgewertet werden. Dieses „Crowd sensing“ liefert allein durch die Masse der Daten ein Bild, das wesentlich präziser und aktueller ist als die Daten, die die speziellen Vermessungsfahrzeuge der Kartenlieferanten bieten können. Neben Verkehrszeichen gehören beispielsweise dazu auch Angaben zum Trassenverlauf, die für Getriebe- und Antriebsstrategien besonders bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen benötigt werden. Ein aktives oder vorausschauendes Fahrwerk wiederum ist auf Daten zu den Straßenverhältnissen wie Belag, Nässe, Glatteis oder dem Reibwert angewiesen. Für das autonome Fahren schließlich sind zusätzlich Informationen zu Krümmungen, Fahrspuren und der Verkehrsführung vonnöten.

Besonders beim hochautomatisierten und autonomen Fahren sind neben den Karteninformationen auch Metadaten erforderlich, damit das Fahrzeug die Validität der Daten prüfen kann. Heutige Kar-

ten enthalten weder das Alter der Daten noch das Modell der Alterung, also Informationen darüber, wie alt die Daten sein dürfen, um noch als verlässlich eingestuft

Anzeige



zu werden. Diese Angaben sind für autonome Fahrzeuge essenziell, da einzelne Elemente einer Karte unterschiedlich

schnell veralten (Feature Ageing/Information Ageing). Nimmt das Fahrzeug beispielsweise Glatteis auf der Fahrbahn wahr, so ist dies meist bereits nach wenigen Stunden oder gar Minuten nicht mehr zutreffend. Die Information über einen Tunnel hingegen wird mit hoher Wahrscheinlichkeit auch nach mehreren Jahren noch korrekt sein. Mittels des Alters einer Information kann man also nur mit einem geeigneten Alterungsmodell auf die Validität schlussfolgern. Solch ein Modell ist Feature-spezifisch, also individuell für jedes einzelne Element der digitalen Karte. Beispiele hierfür sind die Steigung, Krümmung oder Haftung.

VOM FAHRZEUG IN DIE CLOUD

Ein modernes Fahrzeug mit guter Ausstattung erzeugt mehrere Gigabyte an Sensordaten pro Minute. Angesichts begrenzter Netzkapazitäten werden nicht alle diese Daten weitergegeben. Eine Reduktion der zu transferierenden Datenmenge ist daher notwendig. Dafür werden die Sensordaten zunächst mit den im Auto vorhandenen Kartendaten aus der Cloud abgeglichen. Bei der Verkehrszeichenerkennung beispielsweise wird überprüft, ob das Schild eindeutig einem Pendant im Kartenmaterial zugeordnet werden kann. Ist dies nicht der Fall, wird die Information in die

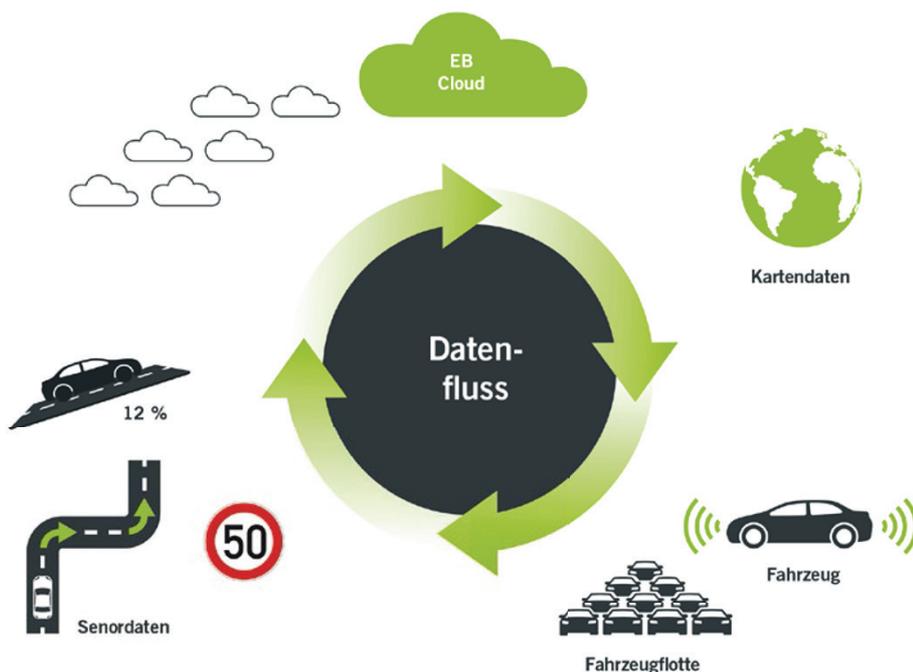


BILD 1 Viele Fahrzeuge erfassen mittels Sensoren Daten, zum Beispiel zu Geschwindigkeit, Steigung und Kurven, die in der Cloud gesammelt werden; diese Informationen werden zur Ergänzung des Kartenmaterials genutzt und ermöglichen so ein vervollständigtes Abbild des Straßennetzes – weltweit



BILD 2 Analyierte Daten werden in das Kartenmaterial des Navigationssystems integriert und über einen Sender-Empfänger-Mechanismus (Provider/Rekonstruktor) für Fahrerassistenzfunktionen nutzbar gemacht

Cloud hochgeladen. Stimmen die Daten überein, kann es trotzdem sinnvoll sein, die Informationen hochzuladen, um das Kartenmaterial zu bestätigen. Die Entscheidung über die Weitergabe der Information hängt dann vom Alterungsmodell ab. Ziel ist es hier, so wenig Daten wie möglich, aber so viel wie nötig zu übertragen.

Sind die relevanten Informationen in der Cloud-Datenbank, müssen sie vorverarbeitet, gruppiert, assoziiert und interpretiert werden. Bei der Vorverarbeitung werden zunächst offensichtlich falsche Elemente aussortiert, danach werden die Informationen zu einzelnen Karten-Features in Gruppen zusammengeschlossen. Wenn 100 Fahrzeuge Informationen zu einem bestimmten Verkehrsschild zur Verfügung stellen, sind dies zunächst 100 leicht abweichende Datensätze, die im genauen Standort des Schildes oder der wahrgenommenen Geschwindigkeitsbegrenzung variieren. Durch Data Mining muss nun ermittelt werden, ob es sich bei den 100 Datensätzen um ein und dasselbe Schild handelt, wo genau es steht und welche Art von Schild es ist, **BILD 2**. Danach wird berechnet, ob das Element vorhandenen Kartendaten zugeordnet werden kann. Schließlich interpretiert das System die Daten und ermittelt so, ob es sich um ein neues oder vorhandenes Schild handelt, und ob gegebenenfalls das Modell der Alterung angepasst werden muss. Ein solcher Fall kann beispielsweise bei Wechselverkehrszeichen eintreten.

VON DER CLOUD ZUM STEUERGERÄT

Sind die Informationen in der Cloud analysiert, müssen sie wieder ins Fahrzeug

gebracht werden. Zur Übertragung der Daten ins Auto sind verschiedene Protokolle notwendig. Für Aktualisierungen mit größerem Zeitabstand bietet sich das NDS-Format“ (Navigation Data Standard“ an, das inkrementelle Updates zulässt. Für kurzfristige Updates existieren mehrere proprietäre Formate sowie der offene „Open LR-Standard“.

Die Datenverbreitung erfolgt modularisiert auf verschiedenen Ebenen, in denen sich schnell verändernde Informationen von selten zu aktualisierenden Daten getrennt werden. Dies spart Bandbreite bei der Datenübertragung und vereinfacht den Updateprozess. Gleichzeitig haben die Systeme im Auto stets möglichst aktuelle Informationen zur Verfügung. Durch die Kombination mit den Metadaten zur Aktualität können sie zudem einschätzen, wie verlässlich diese Daten sind.

Im Fahrzeug werden die Informationen aus der Cloud zunächst in das Kartenmaterial des Navigationsgerätes integriert. Um für die Assistenzfunktionen nutzbar zu sein, müssen sie noch in die entsprechenden Steuergeräte weitergeleitet werden. Dazu ist ein Sender-Empfänger-Mechanismus notwendig, **BILD 3**. Auf Basis eines Protokolls, zum Beispiel des „ADASIS-Protokolls“ (Advanced Driver Assistance Systems Interface Specifications), werden die Daten an die Steuergeräte übertragen. Der ADASIS Reconstructor empfängt die vom ADASIS Provider (Sender innerhalb des Navigationssystems) verschickten Daten und sortiert sie in die Datenstruktur der Steuergeräte ein. Reconstructor und Provider sind Bestandteile von EBs elektronischem Horizont fürs vorausschauende Fahren. Das ADASIS-Protokoll stellt dabei sicher, dass die verschiedenen Komponenten,



Kreiselsystem mit GPS zur Fahrdynamikmessung

- ▲ GPS-synchron
- ▲ einfache Bedienung
- ▲ geringe Rüstzeit
- ▲ geringe Datenlatenz



- ▲ Fahrdynamische Untersuchungen
- ▲ Messung der Aufbaubewegung
- ▲ Fahrbahn- & Streckenvermessung
- ▲ Zentimetergenaue Positionierung
- ▲ Validierung von Simulationsmodellen
- ▲ Lenkrobotersteuerung
- ▲ Evaluierung von Fahrerassistenzsystemen

Kompetenz in GPS- und Kreiselmessungstechnik

GeneSys Elektronik GmbH
In der Spöck 10
77656 Offenburg, Germany
Tel. +49 781 969279-0
adma@genesys-offenburg.de
www.genesys-offenburg.de

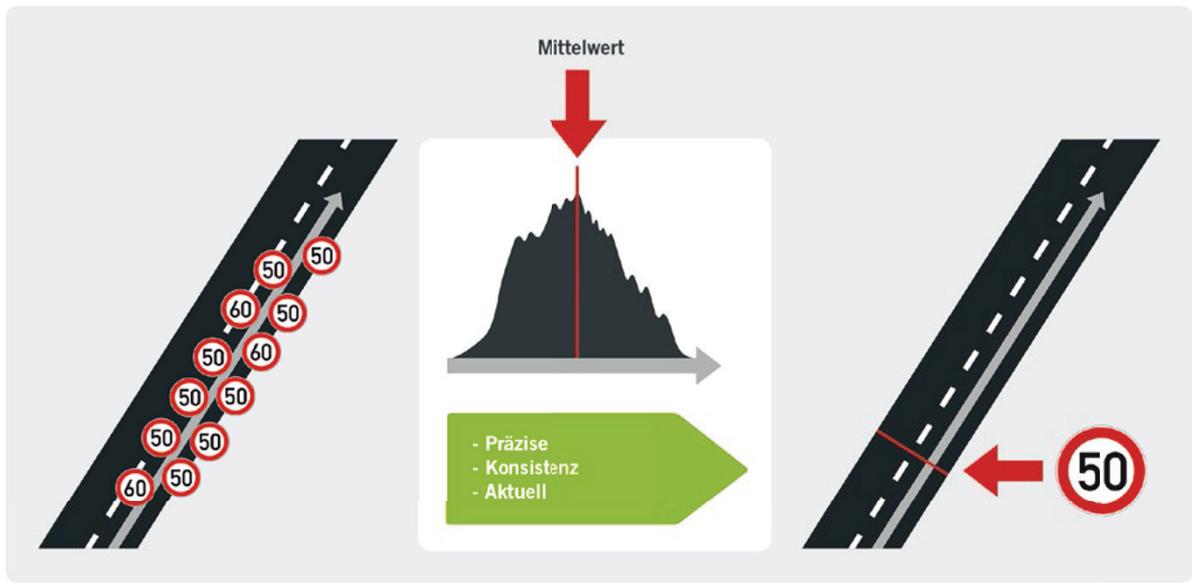


BILD 3 Mehrere Fahrzeuge stellen Informationen zu einem bestimmten Verkehrsschild zur Verfügung; diese in Bezug auf den Standort und die wahrgenommene Geschwindigkeitsbegrenzung variierenden Datensätze werden mittels Data-Mining-Methoden ausgewertet – Ziel ist es, bereits bestehende Schilderinformationen zu aktualisieren beziehungsweise zu bestätigen oder gegebenenfalls neue Verkehrszeichen in die Karte aufzunehmen

die zum Erzeugen und Verwenden des elektronischen Horizonts notwendig sind, einfach zusammenarbeiten.

AUTHENTIZITÄT UND DATENSCHUTZ

Neben der technischen Funktionalität des Crowd Sensing muss auch der Datenschutz gewährleistet sein. Die Sensordaten aus den Fahrzeugen werden daher nach der Reduzierung und Komprimierung anonymisiert, signiert, verschlüsselt und erst dann in die Cloud übermittelt.

Die Anonymisierung dient dem Schutz der Privatsphäre der Fahrer. Am Ende des Anonymisierungsprozesses muss jedoch sichergestellt werden, dass in der Cloud mehrere aufeinanderfolgende Informationen eines Typs einem Sender zugeordnet werden können. Wenn das System beispielsweise in einem kurzen Zeitraum mehrmals die Information „Fahrzeug steht“ bekommt, muss es wissen, ob dieses Datum von einem Fahrzeug oder von mehreren verschiedenen Akteuren kommt. Bei einer Häufung über viele Verkehrsteilnehmer kann man somit auf einen Stau schlussfolgern. Die Identität des Fahrzeugs selbst ist dabei irrelevant, ebenso wie der Zusammenhang, dass verschiedene Informations-

arten zu einem Fahrzeug gehören. Allerdings gibt es hierfür sinnvolle Ausnahmen: Sendet das Fahrzeug zum Beispiel eine technische Fehlermeldung, muss der Hersteller das Fahrzeug zweifelsfrei identifizieren können. Es gilt also, für jede Information die richtige Balance zwischen Anonymisierung und notwendiger Identifizierung zu finden. Damit die Authentizität der Daten überprüft und ihre Vertrauenswürdigkeit beurteilt werden kann, werden sie zudem signiert. Zur Absicherung des Datentransports verschlüsselt das System schließlich die Daten. Dazu verwendet es gängige Verschlüsselungsverfahren wie das Public-Private-Key-System.

SELBSTLERNENDE SYSTEME

Viele Automobilhersteller sammeln bereits heute Sensordaten in der Cloud. Deren effiziente Nutzung ist jedoch noch schwer. So fokussiert sich die Analyse nur auf ausgewählte Funktionen und erfolgt manuell. In Zukunft werden aber mehr und detailliertere Daten gesammelt und ausgewertet werden. Um das Potenzial der Sensordaten aus einer ganzen Fahrzeugflotte auszuschöpfen, muss daher der Automatisierungsgrad entlang der Datenverarbeitungskette erhöht werden. Entsprechende Systeme,

wie EB sie entwickelt, decken den gesamten Prozess der Datengewinnung und -auswertung sowie die Übermittlung und Nutzung ab. Dabei behält der Automobilhersteller jederzeit die Hoheit über die Daten.

Die Nutzung von Fahrzeugsensordaten steht also bisher noch am Anfang. Mit der steigenden Anzahl an Fahrerassistenzfunktionen auch im mittleren und unteren Preissegment wird die Masse der auswertbaren Daten in den nächsten Jahren zunehmen. Mit den beschriebenen Technologien können die Daten aus der Cloud nicht nur in Komfort-, sondern auch in Sicherheitsfunktionen verwendet werden. Aus diesen Crowd-Sensing-Informationen lässt sich ein präzises Abbild des Straßennetzes erstellen, das als Grundlage für das automatisierte Fahren unabdingbar sein wird.

 **DOWNLOAD DES BEITRAGS**
www.springerprofessional.de/ATZelektronik

 **READ THE ENGLISH E-MAGAZINE**
 order your test issue now:
springervieweg-service@springer.com