



© Elektrobot

Big Data Analytics Methoden und automobilgerechte Anpassungen

Auf dem Weg zum vollautomatisierten Fahren spielen aktuelle und genaue Kartenupdates eine wichtige Rolle. Eine von mehreren Quellen dafür sind die Bordsensoren der Fahrzeuge. Die Aggregation und Aufbereitung ihrer Daten erfolgen vor allem mit Big-Data-Methoden. Auch Ferndiagnosen sind ein vielversprechendes Anwendungsfeld für cloudbasierte Analysen. Architektur und Algorithmen müssen an die besonderen Anforderungen des Automobilmarkts angepasst werden. Elektrobot erklärt die Methoden.

AUTOREN



Dr. Rainer Holve

ist Domain Head Connected Car bei der Elektrobot Automotive GmbH in Erlangen.



Dipl.-Ing. (FH) Holger Dormann

ist Senior Project Manager Connected Car bei der Elektrobot Automotive GmbH in Erlangen.

MOTIVATION

Teil- und hochautomatisierte Fahrfunktionen benötigen hoch präzises Kartenmaterial, das kurzfristig um zeitkritische Informationen beispielsweise zu aktuellen Streckenänderungen, Verkehrsbehinderungen oder Wettereinflüssen ergänzt wird. Die am weitesten verbreiteten und leistungsfähigsten Sensoren für die Erfas-

sung solcher Informationen befinden sich an Bord der Fahrzeuge selbst.

Auf dieser Überlegung basiert die von Elektrobot entwickelte Sensor Cloud: Jedes Fahrzeug meldet bestimmte Informationen, wie etwa von der Kamera erkannte Verkehrszeichen und Ampeln, Parameter zu Streckenverlauf und Beschaffenheit der Straße (wie Kurvenradien, Steigungen oder Gefälle), Messwerte der Außentemperatur- und Regensensoren und Ähnliches in die Cloud. Hier werden die von vielen Fahrzeugen gelieferten Daten aggregiert, gefiltert und analysiert. Das Ergebnis dieses Prozesses wird dann je nach Szenario mit unterschiedlichem Zeithorizont an alle vernetzten Fahrzeuge zurückgeschickt, um das an Bord vorgehaltene Kartenmaterial zu ergänzen. Das zeitliche Spektrum reicht von wenigen Minuten bis zu mehreren Wochen.

Ein Teil der Verarbeitung und Analyse der Daten erfolgt dabei bereits lokal an Bord der Fahrzeuge. So wäre es zum Beispiel nicht zielführend, die Rohdaten einer Stereokamera in die Cloud zu schicken – die Datenmenge wäre viel zu groß. Vielmehr führen die Bordsysteme bereits ein Pre-Processing durch und leiten dabei aus dem Kamerabild die benötigten Parameter ab, beispielsweise erkannte Verkehrszeichen, Ausstattungsmerkmale der Straße, Spurverläufe und so weiter. Sie werden dann in geeigneten Formaten für die spätere Verarbeitung weitergeschickt.

VERARBEITUNG DER DATEN IN DER CLOUD

Im Backend müssen die Daten dann für die nächsten Schritte vor- und aufbereitet werden. Ein wichtiger Punkt dabei ist

die Anonymisierung, die durch Abtrennung aller persönlichen Informationen von den reinen Sensordaten erfolgt. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Akzeptanz durch die Endkunden. In der von McKinsey 2014 durchgeführten „Connected Car Consumer Survey“ äußerten 51 % der in Deutschland Befragten und 45 % der US-Studienteilnehmer Vorbehalte gegenüber vernetzten Fahrzeugen, weil sie sich um den Schutz ihrer privaten Daten sorgen. Um diesen Vorbehalten zu begegnen, müssen Datenschutz und -sicherheit bereits bei der Architektur der Systeme berücksichtigt werden. Zur Validierung und Anreicherung der hoch auflösenden Karten werden somit in der EB Sensor Cloud ausschließlich anonymisierte Daten genutzt, **BILD 1**.

Der nächste Schritt bei der Verarbeitung in der Cloud ist die Validierung der Sensordaten. Hier gilt es, Fehlerkennungen aus dem Datenbestand auszufiltern. Dazu führt ein Algorithmus statistische Plausibilitätskontrollen durch. Da beispielsweise ein Verkehrsschild mit Geschwindigkeitsbegrenzung von mehreren Fahrzeugen gemeldet wird, lassen sich einzelne falsch erkannte Werte durch den Vergleich mit der Mehrzahl korrekter Werte ausfiltern. Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten zur Plausibilitätskontrolle – bei Geschwindigkeitsbegrenzungen etwa das Tempo, mit dem das Fahrzeug zum Zeitpunkt der Schild-Erkennung gefahren ist. Auch ein Abgleich mit der Straßenklassifizierung im Rahmen des „Mappings“, also der Zuordnung der erfassten Daten und ihrer Geo-Position zu Straßensegmenten in der zugrunde liegenden Karte, ist eine Option.

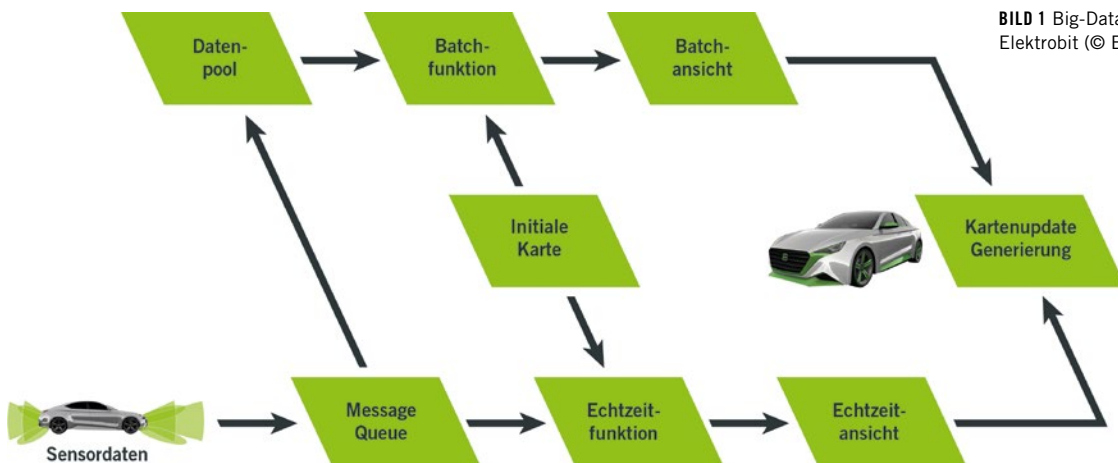


BILD 1 Big-Data-Architektur von Elektrobot (© Elektrobot)

Für die Verarbeitung in der Cloud werden die von den Fahrzeugsensoren gemeldeten Daten zunächst in einer „Message Queue“ eingeordnet und dann in einen Daten-Pool eingetragen. Liegt die Zielsetzung in der Anreicherung sowie Aktualisierung bereits vorliegender Straßenkarten, werden die Änderungen und Ergänzungen über Batch-Funktionen vorgenommen, um anschließend in das nächste Kartenupdate einzufließen.

Für Informationen über Gefahrenstellen, Unfälle, witterungsbedingte Störungen und ähnliche zeitkritische Ereignisse muss die Analyse-Architektur zusätzlich aber auch einen schnelleren Weg zur Verfügung stellen. Dazu werden die Inhalte aus der Message Queue parallel auch einer Echtzeitverarbeitung zugeführt. Sie stellt nach entsprechender Auswertung eine Echtzeit-Sicht auf relevante Ereignisse bereit, die dann in die zeitnahe Aussendung entsprechender Kartenupdates einfließt.

Elektrobit setzt in diesem Zusammenhang insbesondere auf das Datenformat NDS (Navigation Data Standard), das in den letzten Jahren über entsprechende Erweiterungen für Anwendungen wie Fahrerassistenzsysteme („ADAS Layer“) und automatisiertes Fahren („Autodrive Layer“) angepasst wurde. NDS bietet mehrere Vorteile: So können inkrementelle Updates der Karteninhalte mit geringem Datenvolumen an das Fahrzeug übertragen werden. Zudem erleichtert der Standard die Softwareentwicklung, da für den Zugriff auf die Karten-Datenbank standardisierte Programm-Module verwendet werden können.

Bei der Filterung von Fehlern müssen neben Falscherkennungen auch systematische Fehler berücksichtigt werden, die als Resultat eines bestimmten Algorithmus oder einer bestimmten Analyse-

methode entstehen. Sie sind schwieriger zu erkennen als statistisch auftretende Fehler. Soweit systematische Fehler aus dem lokalen Pre-Processing an Bord der Fahrzeuge resultieren, kann eine heterogene Fahrzeugflotte dazu beitragen, sie zu kompensieren – nicht alle Fahrzeuge machen dann dieselben Fehler. Überdies lassen sich auch hier Plausibilitätsprüfungen etwa durch Abgleich mit anderen Sensor- oder Positionsinformationen zur Fehlererkennung nutzen.

ANFORDERUNGEN AN DIE CLOUD-ARCHITEKTUR

Die Sensor-Cloud und andere cloudbasierte Lösungen sind für den globalen Einsatz konzipiert und müssen nach der Markteinführung etwa durch einen OEM in der Lage sein, das zunehmende Datenvolumen einer schnell wachsenden Fahrzeugflotte zu verarbeiten. Deshalb ist eine wichtige Anforderung an Architektur und Analysemethoden, dass sich diese gut horizontal skalieren und auf verteilten Computer-Clustern abarbeiten lassen, **BILD 2**. Dabei darf die Verarbeitungszeit nicht in Abhängigkeit von der Datenmenge wachsen. Diese Ziele erfüllen Big-Data-Frameworks wie Apache Hadoop sehr überzeugend.

Die vorgestellte Sensor-Cloud basiert architektonisch auf den sogenannten Stateless RESTful Micro Services: Die Applikation ist als Zusammenwirken kleiner Einzel-Dienste konzipiert, die jeweils als eigener Prozess laufen und untereinander sowie mit anderen Ressourcen über Standardmethoden wie HTTPS kommunizieren. Dies gewährleistet effizienten Datenaustausch mit geringstmöglichem Overhead, hohe Zuverlässigkeit sowie problemlose Skalierbarkeit.

Bei der Auswahl einer geeigneten Cloud-Plattform entschied sich Elektrobit für Amazon Web Services. Diese „Infrastructure-as-a-Service“(IaaS)-Lösung bietet die nötigen Voraussetzungen, um sich ganz auf die Entwicklung und den Betrieb der Cloud-Lösungen zu konzentrieren, ohne ein eigenes Rechenzentrum betreiben zu müssen. Die Amazon-Plattform erfüllt alle geforderten Eigenschaften: Sie ist weltweit verfügbar, gewährleistet ein hohes Maß an Datenschutz und -sicherheit sowie durch die redundante Auslegung aller Komponenten auch hohe Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit. Zudem ermöglicht sie eine schnelle und zuverlässige Skalierung, da neue Server-Instanzen für Computing oder Storage bei Bedarf innerhalb weniger Minuten gebucht und einsatzbereit zur Verfügung gestellt werden können. Wirtschaftlich hat dieses „elastische Cloud-Computing“ den Vorteil, dass nur die tatsächlich genutzten Kapazitäten bezahlt werden müssen.

Leistungsfähige Monitoring- und Alarming-Funktionen geben jederzeit Überblick über Auslastung, Betriebszustand und Stabilität. Umfangreiche Protokollfunktionen erleichtern die Dokumentation und wenn nötig auch die Fehlersuche und -behebung. Ebenso umfangreich unterstützt diese Plattform die Test- und Entwicklungsarbeit, sodass kontinuierliche Funktionserweiterungen, Weiterentwicklungen und Verbesserungen auf allen Ebenen realisiert werden können.

REMOTE-DIAGNOSEN ALS WERTVOLLES ENTWICKLUNGSWERKZEUG

Die Aktualisierung und Anreicherung hoch genauer Kartendaten ist nur eines von mehreren Beispielen, wie nützlich

BILD 2 Sensor-Cloud-Loop: in der Cloud analysierte und verarbeitete Fahrzeugsensor-Daten optimieren das Kartenmaterial (© Elektrobit)



Digital, interaktiv, mobil: Das neue E-Magazin der ATZ elektronik

Neu und kostenlos zusätzlich zur gedruckten Ausgabe – exklusiv für alle Abonnenten



Ihr E-Magazin finden Sie ab sofort unter:
www.emag.springerprofessional.de/atze



Schlagnwortsuche: mit dieser Suchfunktion können Sie in Sekundenschnelle die komplette Ausgabe nach einem Schlagwort durchsuchen lassen



PDF-Downloads: die klassische Funktion zum Abspeichern und Downloaden von Artikeln



Didaktisch aufbereitet: Animationen und redaktionelle Videos bieten echten Mehrwert und ergänzen die Fachbeiträge aus der Industrie



Interaktives Inhaltsverzeichnis: Springen Sie mit einem Klick sofort auf den gewünschten Beitrag



Responsive HTML5-Umsetzung: Sie gewährleistet Ihnen den Zugriff auf Ihr eMagazin sowohl von Desktop & Laptop als auch von Smartphone & Tablet aus



Einfach und direkt ohne App: Die HTML5-Technologie gewährleistet Ihnen den Zugriff ohne AppStore weil es direkte Anbindung an die Website hat

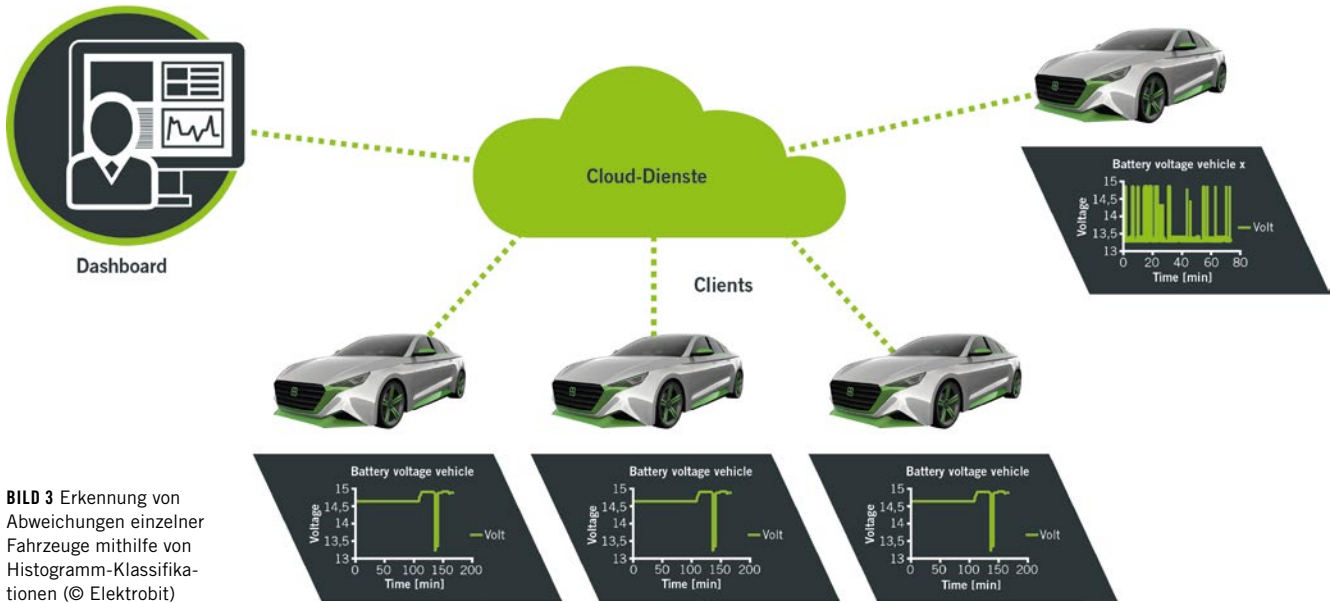


BILD 3 Erkennung von Abweichungen einzelner Fahrzeuge mithilfe von Histogramm-Klassifikationen (© Elektrotbit)

Big-Data-Methoden bei der Bewältigung von Aufgaben im Automobilbereich sein können. Ein anderes Anwendungsfeld liegt im Bereich Remote-Diagnostik.

In modernen Fahrzeugen sind viele Funktionen implementiert, die die Fehlersuche und das Monitoring von Betriebszuständen bereits über die Internet-Verbindung während der Fahrt erlauben. Steuergeräte legen Meldungen in entsprechenden Fehlerspeichern ab, die bei Bedarf online ausgelesen werden können.

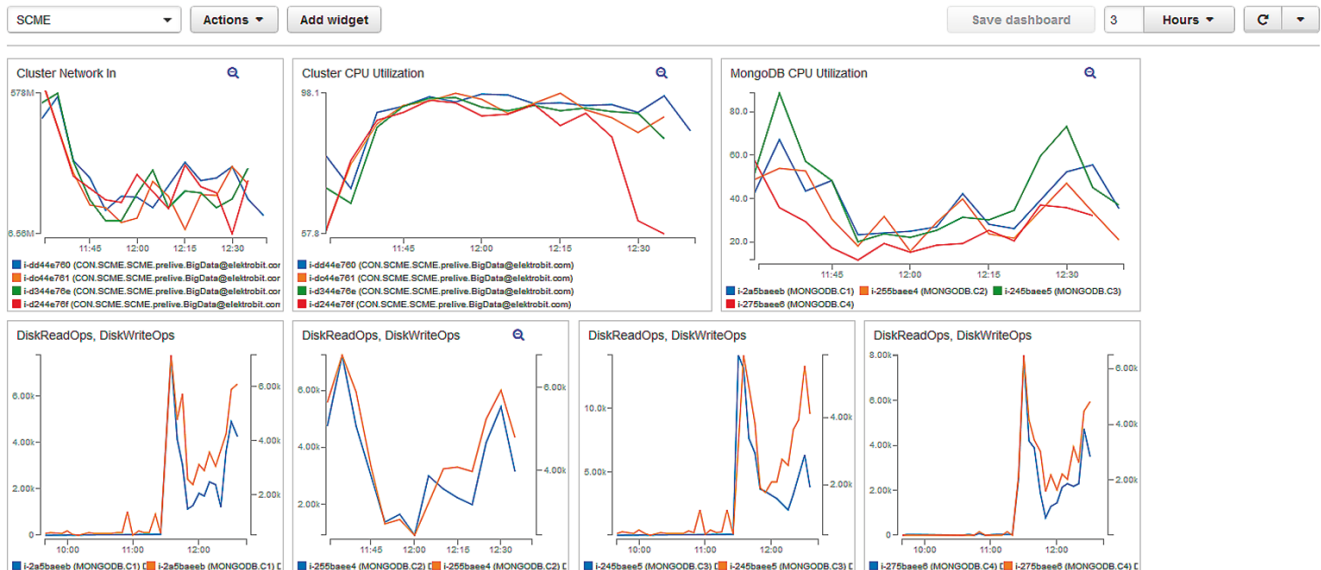
Primäre Anwendungen dieser Funktionen liegen etwa in der individuellen Planung von Wartungsintervallen, der

Unterstützung der Fehlersuche, wenn sich der Fahrer an die Hotline des Autoherstellers oder seiner Werkstatt wendet, sowie in der Vorbereitung von Reparaturterminen. So lassen sich voraussichtlich benötigte Ersatzteile beispielsweise vorab bestellen. Und für Software-Updates von Kartendaten bis hin zu Headunits und Steuergeräten ist in vielen Fällen überhaupt kein Werkstattaufenthalt mehr erforderlich – sie können bequem „over the air“ erfolgen.

Die dafür genutzte Infrastruktur bietet Automobilherstellern jedoch sehr viel weiter gehende Möglichkeiten jenseits des individuellen Service für einzelne

Fahrzeuge. So kann beispielsweise die Kombination von Remote-Diagnose und Big-Data-Methoden auch zur Produktverbesserung und -optimierung sowie gegebenenfalls zur Erkennung und Behebung von Serienfehlern beitragen. Auch Vorhersagen etwa zur Lebensdauer von Teilen, der Entwicklung von Batterie-Ladepkapazitäten oder der Reaktion der Fahrzeugkomponenten auf Umwelt- und Witterungseinflüsse werden so möglich. Und schließlich können solche Analysen zudem die Produkt-Weiterentwicklung unterstützen. Solche Anwendungen profitieren davon, dass mithilfe von Big Data Analytics die Messwerte

BILD 4 Die Cloud-Operation wird kontinuierlich überprüft, um Abweichungen vom Normzustand und Performanceengpässe erkennen zu können (© Elektrotbit)



und Beobachtungen aus einer großen Anzahl von Fahrzeugen im tagtäglichen, praktischen Einsatz ausgewertet werden können, **BILD 3**.

Einige praktische Beispiele sollen die Möglichkeiten verdeutlichen. Erkennt die Bordelektronik zum Beispiel eine Spannungs-Unterversorgung, lässt sich analysieren, welche Konstellation von Funktionen beziehungsweise Betriebszuständen dieses Problem verursacht hat. Beobachtet werden könnte auf diese Weise aber zum Beispiel auch die Häufigkeit, mit der bestimmte Fahrzeugfunktionen vom Fahrer genutzt werden. Dies ermöglicht in der Entwicklung eine Optimierung der Angebote und Komponenten unter Kosten- sowie Relevanz-Aspekten. Des Weiteren erlauben Remote-Diagnosen und A/B-Tests die Bestimmung optimierter Parameter bei der Software- und Systementwicklung. Eine Rückmeldung der tatsächlichen Fahr- und Streckenzustände aus dem täglichen Einsatz könnte so zum Beispiel in die Programmierung und Auslegung einer adaptiven Dämpfungsregelung einfließen.

Bei den entsprechenden Auswertungen kommen Big-Data-Methoden wie maschinelles Lernen und andere Verfahren zur Klassifizierung von Daten oder der Bestimmung von Korrelationen zum Einsatz. Die Remote-Diagnose-Infrastruktur erlaubt den OEMs sogar, unterschiedlichen Teilen ihrer Fahrzeugflotte gezielte Analyse-Aufträge zuzuweisen. Dann werden die Bordsysteme jeweils angewiesen, bestimmte Werte zu erfassen, gegebenenfalls per Pre-Processing aufzubereiten und der Analyse in der Cloud zur Verfügung zu stellen, **BILD 4**. Selbstverständlich gilt es auch in diesem Fall, die Anonymität der Fahrer beziehungsweise den Schutz ihrer persönlichen Daten bereits durch die Architektur des Systems zu gewährleisten.

Ist diese Voraussetzung des Verbraucherschutzes erfüllt, dann lassen sich diese Verbindungen von Remote Diagnostics und Big Data Analytics von den Automobilherstellern auf vielfältige Weise einsetzen, um Produkte und Dienstleistungen zu verbessern und weiterzuentwickeln.



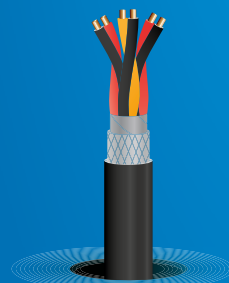
READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.ATZelektronik-worldwide.com

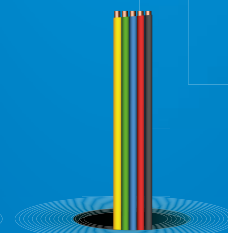
DIE DNA VON METROFUNK.

Metrofunk liefert über 2000 isolierte
Leitungen - ab Lager!

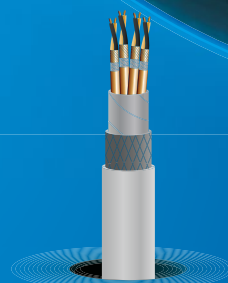
Schnell. Zuverlässig. Metrofunk.



Datenleitungen,
Steuerleitungen,
geschirmt



Flachbandleitungen



Datenübertragungs-
leitungen, flexibel