



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung

Benjamin Burchard

**Analyse und Aufbereitung von Kommunikationsdaten im
Fahrzeug**

*Fakultät Technik und Informatik
Studiendepartment Informatik*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Computer Science*

Benjamin Burchard

**Analyse und Aufbereitung von Kommunikationsdaten im
Fahrzeug**

Ausarbeitung eingereicht im Rahmen der Veranstaltung Anwendungen 1

im Studiengang Master of Science Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Franz Korf

Eingereicht am: 5. Mai 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Automobile Vernetzung	2
2.1	Aktuelle Fahrzeugvernetzung	3
2.2	Alternative Fahrzeugvernetzung mit Ethernet	4
2.3	Kommunikationsdaten im Fahrzeug	6
3	Forschungslandschaft	7
3.1	Related Work	8
3.2	Konferenzen & Arbeitsgruppen	9
4	Zusammenfassung	10

1 Einleitung

Es werden mehr und mehr elektronische Systeme in Fahrzeugen eingesetzt, gerade im Entertainment- und Fahrerassistenzbereich werden große Mengen an Daten versandt. Herkömmliche Kommunikationstechnologien im Fahrzeug werden aufgrund dessen in naher Zukunft um Echtzeit-Ethernet-Technologie, zur Kommunikation zwischen Steuergeräten, ergänzt werden. In dieser Arbeit liegt der Fokus dabei auf dem damit einhergehenden höheren Datenaufkommen. Durch diese Datenvielfalt entstehen ganz neue Probleme für die Kommunikation im Fahrzeug und die oftmals kritischen Echtzeitanwendungen. Hier wird Wissen, aus dem zuvor absolvierten Bachelorstudiengang der Technischen Informatik, mit Vorlesungen wie Rechnernetze oder Verteilte Systeme, von großem Vorteil sein.

Daten welche über aktuelle Fahrzeugspezifische Netzwerke zur Kommunikation zwischen Steuergeräten, wie Controller Area Network (CAN) [19] oder Local Interconnect Network (LIN) [14] verschickt werden, haben echtzeitkritische Anforderungen wie sie herkömmliches Ethernet nicht erfüllt. Aus diesem Grund wird Ethernet echtzeitfähig gemacht, es gibt dazu bereits einige Arbeiten, beispielsweise TTEthernet [27]. Ethernet braucht also Echtzeitgarantien und muss Anforderungen bezüglich Jitter und Latenzen genügen. Ein weiteres Problem tut sich bei den aktuell verfügbaren Bandbreiten auf. Durch den vermehrten Einsatz von Fahrassistenz und Enter- sowie Infotainment Systemen steigt die benötigte Bandbreite im Fahrzeug enorm. Durch die allgemein höhere Geschwindigkeit von Ethernet ließe sich dieses Problem vermeiden. Mit der Integration der Ethernet-Technologie im Fahrzeug entsteht auch eine neue Topologie, von einem Bus-Netz zu einem mit Switches aufgebautem Netz. Die derzeit im automobilen Bereich eingesetzten Netzwerke sind auf bestimmte Einsatzbereiche (Domänen) begrenzt. Beispielsweise wurde Media Oriented Systems Transport (MOST) [16] speziell für den Einsatz im Entertainment-Bereich entwickelt. FlexRay [5] wurde für die Echtzeitübertragung von Kontroll-Daten entwickelt. Bleiben diese Netze für sich entstehen keine Probleme, kommen jedoch Domänenübergreifende Anwendungen ins Spiel, so entsteht durch die Vielzahl an spezifischen Netzwerken im Fahrzeug eine höhere Komplexität als es bei einem einheitlich Ethernet-Basiertem Fahrzeugnetzwerk der Fall ist. Es müssten keine Daten mehr zwischen den verschiedenen Netzwerken konvertiert werden sowie keine unterschiedlichen Daten-Frames angepasst werden.

Auch die Forschungsgruppe Communication over Realtime Ethernet (CoRE) [24], in dessen Kontext diese Arbeit angefertigt wird, untersucht die Einführung von Ethernet als Kommu-

nikationsmedium im Automobil. Ab Herbst 2014 wird ein Prototyp, ein Golf 7 der Firma Volkswagen, zur Verfügung stehen und als Testplattform dienen. Dieser wird bereits mit einem Ethernet-Netzwerk ausgestattet sein.

Als Einstieg in diesen Themenkomplex wird in dieser Ausarbeitung ein Abbild der derzeitigen Forschungs- und Entwicklungslage aufgezeigt. Dabei werden die aktuell in der Industrie eingesetzten Werkzeuge der Automobil-Zulieferer und Tooling-Firmen sowie die aktiven Forschungsgegenstände in diesem Thema beleuchtet. Ebenso werden die heute im Zusammenhang mit Ethernet Netzwerken verwendeten Werkzeuge und Forschungsthemen, im Bezug auf die Analyse und Aufbereitung von Daten, beleuchtet.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert. In Kapitel 2 werden die aktuelle Vernetzungstechnologie sowie deren Aufbau dargelegt. Im Anschluss wird auf zukünftige mögliche Änderungen an diesem Aufbau in Verbindung mit Ethernet verwiesen und zuletzt auf die Kommunikationsdaten eingegangen. Kapitel 3 gibt einen Überblick über aktuelle Forschungsthemen in den relevanten Bereichen der Netzwerktechnik sowie der Fahrzeugtechnik. Des Weiteren wird ein Einblick in zur Zeit in der Industrie verwendete Werkzeuge gewährt. Das abschließende Kapitel 4 fasst die Arbeit zusammen und zeigt mögliche Risiken im Bezug zum gegebenen Forschungsthema auf. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf kommende Arbeiten und Ziele gegeben.

2 Automobile Vernetzung

Das derzeitige Netzwerk im Fahrzeug, wird hauptsächlich mit im Automobilbereich gestandenen Technologien wie LIN, CAN als auch MOST und FlexRay aufgebaut. Die Vorteile dieser Technologien liegen darin das sie sehr erprobt sind. Sie sind im Automobilen Bereich etabliert und es gibt bereits viele Softwarelösungen sowie einen hohen Wissensstand. Der Nachteil liegt aber beispielsweise in einer geringeren Bandbreite gegenüber der Ethernet Technologie. Durch den zukünftig vermehrten Einsatz von Fahrerassistenz- und Entertainmentsystemen und der daraus resultierenden Kamera- und Laserscannerdaten mit erhöhtem Bandbreitenbedürfnis, entstehen hier Engpässe die mit dem gezielten Nutzen von Echtzeit-Ethernet gelöst werden können. In Abschnitt 2.1 wird die aktuelle Fahrzeugvernetzung näher beleuchtet und in diesem Zusammenhang weitere Probleme aufgezeigt. Die darauf folgenden zwei Abschnitte gehen auf die mögliche zukünftige Vernetzung des Fahrzeugs mit Ethernet und deren Vorteile ein.

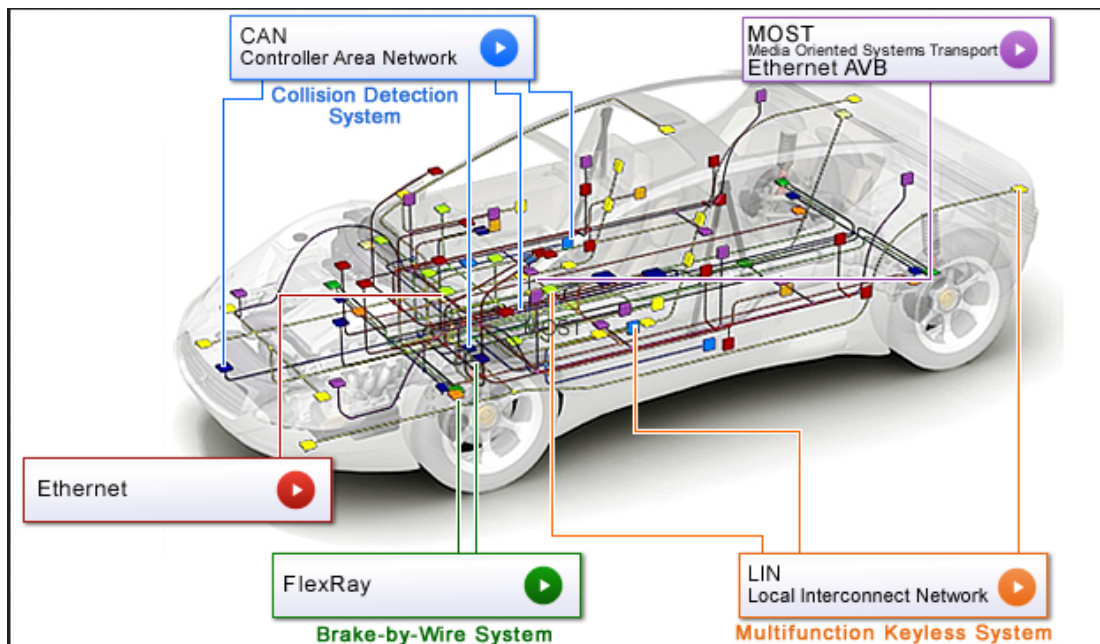


Abbildung 2.1: Beispiel eines derzeitigen Automobilen Netzwerks [18]. Die roten Verbindungen stellen Ethernet in der Systemdiagnose dar. Die purpurnen zeigen Ethernet mit Audio/Video Bridging (AVB) [8]

2.1 Aktuelle Fahrzeugvernetzung

In Abbildung 2.1 ist beispielhaft ein derzeitiges modernes Fahrzeugnetz dargestellt. Die etablierten Technologien werden hier für den Großteil der Kommunikation im Fahrzeug verwendet. Ethernet wird aktuell nur im Entertainmentbereich und bei der Systemdiagnose eingesetzt.

Wie einleitend beschrieben beruht das derzeitige Fahrzeugnetz auf in der Industrie etablierten Technologien. Mit Blick auf aktuelle und zukünftige Anforderungen an diese Netze, ergeben sich drei Hauptprobleme (siehe auch [3, 4]). Das angesprochene Bandbreitenproblem beschränkt sich nicht nur auf den Enter-/Infotainment Bereich. Es gibt weitere zukünftige Anwendungen, welche eine hohe Bandbreite benötigen. Beispielsweise Straßenschilder- und Ampellichterkennung oder Systeme zur Kollisionsvermeidung. Diese benötigen eine erhöhte Bilddarstellung und Sensorauflösung [4]. Wird nur das erkannte Straßenschild übertragen, gibt es auch mit aktuellen Technologien keinerlei Probleme. Solche Systeme sind derzeit bereits im Einsatz. Sollen allerdings Rohdaten domänenübergreifend fusioniert werden, beispielsweise Kameraaufnahmen mit Laserscanner oder Wärmebilddaten, können aktuelle Netzwerke nicht die benötigte Bandbreite bieten. Ein einfaches SD-Video (576p, 50 Hz, unkomprimiert) benötigt

bereits ca. 400 Mbit/s, eine Geschwindigkeit welche einzig Low Voltage Differential Signalling (LVDS) [26] als eine der etablierten Technologien im Fahrzeug erreichen kann. Allerdings hat LVDS den Nachteil das die verwendeten Materialien schwerer und teurer als sie bei Ethernet, beispielsweise in Verbindung mit der BroadR-Reach Technologie [17], sind.

Das zweite Problem entsteht durch die immer komplexer werdende Vernetzung von Fahrzeugen. Es gibt verschiedenste spezialisierter Netzwerke, sogenannte Domänen, innerhalb eines Fahrzeugs. An jeder Domänengrenze müssen die Daten ausgetauscht und angepasst werden. Bei heutzutage bis zu 80 Steuergeräten (Electronic Control Units, ECUs) in modernen Automobilen sowie immer mehr externer und interner angebundener Systeme, kann Ethernet diese vorhandene Komplexität enorm reduzieren. Ethernet hat kein Domänenproblem wenn es als einzige Technologie im Netz eingesetzt wird, was die gestandenen Technologien nicht leisten können. Eine reduzierte Komplexität hat zusätzlich den Vorteil der Reduktion der Entwicklungskosten. Es gäbe keine Insellösungen mehr, sondern ein einheitliches Netz.

Das dritte vorhandene Problem der herkömmlichen Vernetzung im Automobil ist die erschwerte Anbindung an die Außenwelt. Lucio Lo Bello [3] beschreibt einen Trend hin zur Vernetzung des Automobils mit der Außenwelt. Auch Steffen et al. [23] beschreiben in ihrem Artikel die verbesserte Anbindung an externe Netze über Ethernet/IP. Beispielsweise CAR2X, also die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und mit Infrastruktur. Fahrzeuge könnten sich gegenseitig vor Gefahren (wie Stau, Glätte oder Unfälle) warnen oder Ampelanlagen übermitteln dem Fahrzeug ihre Schaltphasen und unterstützen so vorausschauendes Fahren.

2.2 Alternative Fahrzeugvernetzung mit Ethernet

Ethernet ist eine weit verbreitete sowie bestens erforschte Technologie. Wendet man eine solch etablierte Technologie auf den Automotive Bereich an, ergeben sich viele Vorteile. Ethernet bietet im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugnetzen eine weit höhere Bandbreite. Ein FlexRay-Netzwerk schafft nur 20 Mbit/s, die Steuergerät-Netzwerke fallen in ihrer Bandbreite noch weiter ab. CAN erreicht Geschwindigkeiten von 1 MBit/s (Im Automotive Bereich wird standardmäßig nur die 500 Kbit/s Variante eingesetzt) und LIN sogar nur maximal 20 Kbit/s. Einzig MOST und LVDS kommen an Ethernet-Bandbreiten heran. MOST hat in derzeit verbreiteten Fahrzeugen Bezeichnungen wie MOST25 und MOST50, wobei die Zahlen für die Bandbreite in MBit/s stehen, gibt es als neueste Entwicklung MOST150. Dieser Bus hat bereits die Möglichkeit Ethernet-Pakete zu übertragen. Trotz dieser Weiterentwicklung hat Ethernet bereits jetzt die Möglichkeit Bandbreiten im Gigabitbereich zu erreichen und ist damit klar im Vorteil [4].

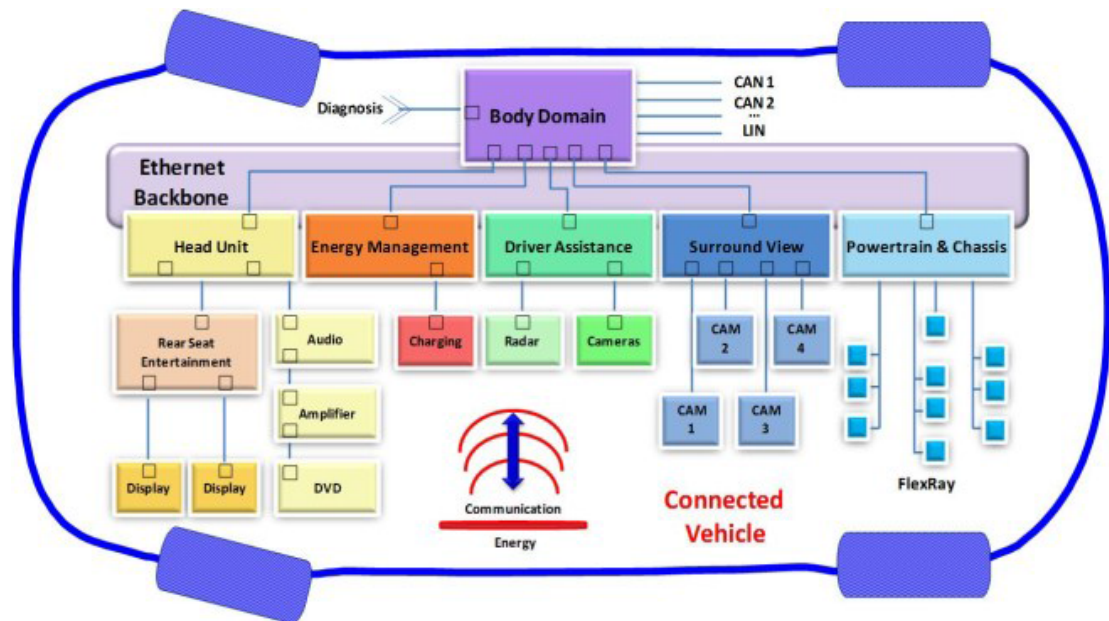


Abbildung 2.2: Beispiel für ein zukünftiges Fahrzeugspezifisches Ethernet-Backbone Netzwerk [6]

Durch die weite Verbreitung von Ethernet ist auch der Kostenfaktor nicht zu vernachlässigen. Die Technologie ist günstig und einfach zu beschaffen. Es gibt viele Support-Möglichkeiten und das nicht nur kommerziell sondern gerade auch in Communitys. Durch eine ebenfalls breite vorhandene Wissensbasis verkürzt sich auch die Entwicklungszeit, so dass sich ebenso die Time-To-Market reduzieren wird [15]. Ein weiterer Vorteil in Hinsicht auf die weite Verbreitung von Ethernet wären die ausgereiften Testmöglichkeiten, diese sind allerdings noch nicht auf das Automobil übertragen. Ein weiteres Argument für zukünftige persönliche Arbeiten in der Datenanalyse und Aufbereitung.

Bisherige Netzwerktechnologien im Fahrzeug verwenden und benötigen bestimmte Übertragungsmedien. CAN benutzt beispielsweise Twisted Pair Kabel (Kupfer). FlexRay wiederum benötigt entweder Optische Fasern oder ebenfalls Kupfer. MOST verwendet Glasfaser oder Kupfer Kabel. Ethernet ist derweil in der Lage alle diese Kabelvarianten zu unterstützen. Ethernet funktioniert nach einem Layer Konzept. Es gibt einen Physical Layer und einem darüber liegenden Data Link Layer. Der Vorteil von Ethernet ergibt sich aus dem beliebig austauschbaren Physical Layer, keine der etablierten Technologien besitzt den Vorteil einer austauschbaren Transportmittels. Für Ethernet gibt es bereits eine neue Entwicklung für eine einheitliches Übertragungsmedium, siehe auch [17].

In Abbildung 2.2 ist eine mögliche Vernetzung eines Fahrzeugs mit Ethernet-Backbone dargestellt. In diesem Beispiel werden die etablierten Technologien über ein Ethernet-Netzwerk verbunden. Dies ist ein erster Schritt der Integration von Ethernet im Fahrzeug. Die etablierten Technologien werden nach und nach aus dem Automobil entfernt, dies dient zum einen dem Investitionsschutz der bewährten Software und Technik und den geringeren Kosten bei schrittweiser Einführung. Um einen Überblick über die Verwendung von Ethernet in der Automobilindustrie zu bekommen sei auf das Paper von Hank et al. [6] verwiesen, welches chronologisch die Entwicklung von Ethernet in der Automobilindustrie abarbeitet und erläutert. Beginnend mit dem Diagnostics over Internet Protocol (DoIP) bis hin zum Ethernet Backbone sowie der Verwendung von einer einzigen Netzwerktechnologie im Fahrzeug und zwar Ethernet.

2.3 Kommunikationsdaten im Fahrzeug

Ethernet im Fahrzeug ist eine zur Zeit erforschte Alternative, doch bevor diese Technologie auf den Markt kommen kann muss sie ein Netzwerk bieten, in welchem Daten zuverlässig, also Echtzeitanforderungen genügend, versendet werden. Im Automobil gibt es verschiedenste Bereiche in denen Daten anfallen. Ein Überblick über diese Daten gibt die Tabelle 2.1.

Datenursprung	Datendetails
Motorsteuerung	Daten für Motorregelung und Getriebe
Chassis	Stabilitäts & Dynamische Daten wie Lenkung, Bremsen, Aufhängung
Komfort	Fahrerabhängige Daten, betreffen Komfort vom Fahrer & Passagieren wie Klimaanlage, Fensterheber, Sitzkontrolle, Spiegel, Türen
Fahrerassistenz	Fahrerunterstützende Daten wie Rück-/Seitenkameras, Geschwindigkeitslimit, Fahrspurassistenz, Fußgängerschutz
Telemetrie/Infotainment/HMI	Interaktive Systeme mit Daten über Fahrzeugbetrieb und Fahrumständen. Bspw. Navigation, Routen- und Verkehrsinformationen, HUD, CAR2X und X2CAR
Entertainment	Fahrerabhängige Daten - Audio, Video, Telefon, Rücksitz Entertainment

Tabelle 2.1: Fahrzeugspezifische Daten aufgeteilt nach Funktionsbereichen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten die Daten im Fahrzeug zu interpretieren. Es können verschiedene Daten verbunden werden und daraus Schlüsse gezogen werden. Wie zum Beispiel die Daten eines Sensors im Reifen in Verbindung mit den Daten des Benzinverbrauchs um

	Fahrzeug	Simulation
Datenbeschaffung/Datenlogger	●	●
Metriken	●	●
Analyse/Aufbereitung	●	●

Abbildung 2.3: Derzeitiger Forschungsstand

beispielsweise den Luftdruck des Reifens anpassen zu können um weniger Reibung zu bieten und den Benzinverbrauch zu verringern. Diese Art der Aufbereitung soll nicht das Ziel der angestrebten Masterarbeit sein. Der Fokus soll auf den neu entstehenden Dateneigenschaften im Echtzeit-Ethernet Netzwerk des Fahrzeugs liegen. Im Gegensatz zum standard Ethernet gibt es in der Echtzeit-Variante neue Anforderungen an die Daten. Es müssen nun Eigenschaften wie Jitter und Latenz berücksichtigt werden. Es soll darum gehen Kommunikationsmuster zu erkennen, die Auslastung des Netzwerks zu bestimmen und die Funktionstüchtigkeit bezüglich der (Echtzeit-)Kommunikation darzustellen.

Abbildung 2.3 zeigt den derzeitigen Forschungsstand bezüglich der (Ethernet-)Daten im Fahrzeug. Die Datenbeschaffung ist erledigt, es gibt bereit in der CoRE Forschungsgruppe einen implementierten und in die Simulation integrierten Datenlogger. Einzig im Fahrzeug konnte dieser noch nicht getestet werden, dass geschieht sobald das Fahrzeug verfügbar ist. Auch die Metriken sind weitestgehend abgehandelt (vergl. [25]), wichtige Metriken sind beispielsweise Jitter, Latenz und Bandbreite. Wie in der Abbildung dargestellt fehlt die Analyse und Aufbereitung der Kommunikationsdaten. Es muss in der Hauptsache festgestellt werden, welche Daten relevant sind und wie diese Daten geeignet visualisiert werden können. Eine verständliche Interpretation von Daten aus einem Echtzeit-Ethernet Fahrzeug hin zu verwertbaren und aussagekräftigen Informationen ist ein Ziel.

3 Forschungslandschaft

Um einen Überblick über die derzeitigen Arbeiten in verwandten Themenbereichen zu geben, ist Abschnitt 3.1 in drei Unterabschnitte aufgeteilt. Zunächst wird ein Tool betrachtet welches im allgemeinen Zusammenhang mit der Analyse von Ethernet-Daten verwendet wird, aus Sicht der Netzwerkanalysten. Im zweiten Abschnitt werden Werkzeuge die mit Blick aus der Automobilen Warte heraus entwickelt wurden beleuchtet, der dritte Teil dieses Abschnitts ist verwandten Themen aus Bereichen der visuellen Darstellung von Daten und der Behandlung von großen Datenmengen gewidmet, immer mit Bezug auf das Automobil. Im Unterpunkt 3.2 werden einige relevante Konferenzen und Arbeitsgruppen hervorgehoben.

3.1 Related Work

Der WireShark Analyzer [29] ist ein weit verbreitetes und oft verwendetes Tool. Dieses Netzwerkanalyse Tool zeigt detaillierte Paketdaten an und wird zur Analyse als auch zum Informationsgewinn im Fehlerfall von Netzwerken genutzt. Nach Untersuchungen von Schafer und Felser [20] sowie von Lajmi und Alimi [12] muss dieses Tool allerdings in Verbindung mit Echtzeit-Ethernet ausgeschlossen werden. Da WireShark auf Softwareebene arbeitet kann es beispielsweise zu Zeitstempelabweichungen aufgrund von Thread-Scheduling und Jitter kommen. Messungen im Echtzeitbereich benötigen eine präzise und lückenlose Verwertung aller Pakete. Dies ist zumeist nur mit spezieller Hardware zu erreichen.

So z. B. in der Abhandlung von Herpel et al. [7]. Mit einem spezieller Datenlogger wurde hier die Kommunikation aller Bussysteme, noch ohne Ethernet, aufgezeichnet werden. Dieser Datenlogger kommt auf Zeitgenauigkeiten von $1\mu s$. Somit ist er erheblich genauer als vergleichsweise WireShark, welches von der Leistung des jeweiligen PCs als auch des Betriebssystems abhängt und Abweichungen von mehreren Millisekunden aufweisen kann. Die eigentliche Analyse der Daten wurde mit CANoe/CANalyzer von VECTOR [28] durchgeführt, welche aufgrund spezieller Techniken auch Echtzeitfähig sind. Diese Software ist in der Automobilindustrie weit verbreitet und wird hauptsächlich zur Entwicklung, als Test Software und zur Erfassung von Steuergerät-Daten verwendet.

In der neuesten Arbeit von Lajmi et al. [13] wurde Ethernet bereits zur Netzwerkanalyse innerhalb eines Fahrzeugs genutzt. Hier wurde ein Netzwerktool ähnlich zu WireShark, namentlich CableFish entwickelt. Die Software erkennt bereits neuartige Protokolle der Auto-

mobilitätsindustrie, wie z.B. SOME-IP [22], und ist gedacht als Unterstützung für Diagnosetools. Allerdings werden hier zwar mit Hilfe von Ethernet Daten empfangen, es wurden allerdings die Daten der fahrzeugspezifischen Protokolle, wie LIN, CAN und FlexRay in Ethernetpakete verpackt. Des Weiteren wurde dieses Programm bisher nur in einer simulierten Umgebung getestet, hat aber eine verbesserte Echtzeitfähigkeit. Dafür wurde ein weiterer Buffer vor der Datenspeicherung eingebaut und so die Anzahl der Systemaufrufe reduziert.

Cardiogram [21] ist eine Software, die speziell zur Darstellung von Daten im Automotiven Bereich entwickelt wurde. Es visualisiert Fehler in Prototypen-Tests über Logfiles, welche während realen Testfahrten entstehen. In dieser Arbeit von Sedlmaier et al. gibt es bereits erste Ansätze zum Umgang mit großen Datenmengen im Gigabyte Bereich, wie automatisierte Datenfilterung und -abstraktion über State Machines sowie automatisierte Fehlererkennung.

3.2 Konferenzen & Arbeitsgruppen

Dieser Abschnitt hebt einige Konferenzen und Arbeitsgruppen hervor, welche für diese und zukünftige Arbeiten von Bedeutung sind. Das International Symposium on Computer Performance, Modeling, Measurements and Evaluation [11], zielt auf die Verbesserung der Leistung von Kommunikationssystemen. Um eine Verbesserung zu erreichen, sind zumeist vorhergehende Analysen der zugrunde liegenden Daten notwendig, was den Bezug zum Thema herstellt. Fokussierter auf Ethernet im Fahrzeug ist der Ethernet & IP @ Automotive Technology Day [9] von der IEEE-SA. Dieser befasst sich mit allen Standards, neuen Technologien und Anwendungen im Zusammenhang mit Automotive Ethernet und IP und ist somit eine ideale Plattform für Informationen in diesem Bereich. Ebenso zu nennen ist die Vehicular Technology Conference (VTC) [10], welche den gesamten Fahrzeugtechnischen Bereich abdeckt und zu den größten und etabliertesten Fahrzeugkonferenzen der Welt zählt.

Zwei ACM Special Interest Group (SIGs) und eine Industrielle SIG sind zu erwähnen. Die SIGMETRICS [2] beschäftigt sich unter anderem mit der Leistungsanalyse von Echtzeitsystemen und Netzwerken. Die SIGCOMM [1] bezieht sich hingegen mehr auf die Kommunikation in Computernetzwerken mit Themen im Bereich Netzwerkarchitektur, -design, -analyse, -simulation und weiteren. Bei der OPEN Alliance SIG [17] handelt es sich um eine Industrielle non-profit Allianz mit dem Ziel Ethernetbasierte Netzwerke als Standard in der Automobilen Kommunikation zu etablieren. Diese SIG zeigt sich verantwortlich für die Entwicklung der bereits erwähnten BroadR-Reach Technologie. Diese erlaubt es mehreren Fahrzeugsystemen simultan über ein einziges, nicht beschirmtes, Twisted-Pair Kabel Informationen auszutauschen. Das führt zu weniger Gewicht und Kosten bei der Verkabelung im Fahrzeug. Als reine

Forschungsgruppe interessiert vor allem EtherCar [30], welche Migrationsszenarien für die Kommunikation verteilter Fahrzeugapplikationen hin zu Echtzeit-Ethernet entwickelt.

4 Zusammenfassung

Durch die steigende Anzahl an elektronischen Systemen im Fahrzeug steigen auch die Anforderungen an die Kommunikationsnetzwerken im Fahrzeug. Aus dieser Motivation heraus entstanden neue Konzepte zum Datenaustausch innerhalb des Fahrzeugnetzes. Zudem fallen durch den Einsatz neuer Systeme immer mehr Daten an, für welche eine einwandfreie Kommunikation gewährleistet werden muss. Daraus ergibt sich die Motivation für diese und kommende Arbeiten im Bereich der Analyse und Aufbereitung der neu entstandenen Anforderungen und Attribute der Daten im Echtzeit-Ethernet basiertem Fahrzeug.

Risiken

Ein mögliches Risiko besteht darin das die Ethernet-Technologie sich nicht im Fahrzeug etabliert. Da jedoch von nahezu allen Automobil-Herstellern derzeit in diese Richtung geforscht wird ist nicht davon auszugehen, dass Ethernet keine Option ist. Sollte dies allerdings der Fall sein können die gewonnenen Ergebnisse auch auf andere Bereiche übertragen und angewandt werden. Ein Beispiel ist die Automatisierungstechnik, welche in der Verwendung von Ethernet zwar weiter fortgeschritten ist, jedoch Analysen der Kommunikationsdaten hinsichtlich der Anforderungen sicherlich verwenden kann.

Ausblick

In kommenden Projekt soll ein erster Prototyp entwickelt werden welcher die vorhandenen Daten der Simulation sowie des dann vorhandenen Testfahrzeugs filtert und die daraus gewonnenen Informationen entsprechend verständlich aufbereitet und visualisiert. Es werden Anforderungen an den Prototypen erarbeitet werden, beispielsweise welche Daten relevant sind und wie diese Daten verständlich und übersichtlich dargestellt werden können. Des Weiteren werden auch die Metriken des Echtzeit-Ethernet Fahrzeugnetzes visuell integriert werden. Eine mögliche Erweiterung ist die topologische Darstellung des Netzes, eventuell als Informationssystem.

Literaturverzeichnis

- [1] ACM. SIGCOMM acm special interest group on data communication. <http://www.sigcomm.org/>, Zugriffsdatum: 11.07.2014.
- [2] ACM. SIGMETRICS acm special interest group on data communication. <http://www.sigmetrics.org/>, Zugriffsdatum: 21.07.2014.
- [3] L. L. Bello. The case for ethernet in automotive communications. *SIGBED Rev.*, 8:7–15, Dec. 2011.
- [4] A. Camek, C. Buckl, P. Correia, and A. Knoll. An automotive side-view system based on ethernet and IP. In *2012 26th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*, pages 238–243, Mar. 2012.
- [5] FlexRay Consortium. FlexRay. <http://www.flexray.com/>, Offline seit: 2012.
- [6] P. Hank, S. Müller, O. Vermesan, and J. Van Den Keybus. Automotive ethernet: In-vehicle networking and smart mobility. In *Proceedings of the Conference on Design, Automation and Test in Europe, DATE '13*, page 1735–1739, San Jose, CA, USA, 2013. EDA Consortium.
- [7] T. Herpel, B. Kloiber, R. German, and S. Fey. Assessing the CAN communication startup behavior of automotive ECUs by prototype measurements. In *Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2009. I2MTC'09. IEEE*, pages 928–932, May 2009.
- [8] IEEE 802.1 AV Bridging Task Group. Audio Video Bridging. <http://www.ieee802.org/1/pages/avbridges.html>, Zugriffsdatum: 25.07.14.
- [9] IEEE-SA. 2014 IEEE-SA ethernet & IP @ automotive technology day. <http://standards.ieee.org/events/automotive/#home>, Zugriffsdatum: 21.07.2014.
- [10] IEEE VTC. Vehicular Technology Conference. www.ieeevtc.org, Zugriffsdatum: 25.07.12.
- [11] IFIP WG. 31st International Symposium on Computer Performance, Modeling, Measurements and Evaluation. <http://performance2014.di.unito.it/>, Zugriffsdatum: 21.07.2014.

- [12] H. Lajmi and A. Alimi. PEMONAS: passive ethernet traffic MONitoring and AnalySis system. In *2012 International Conference on Communications and Information Technology (ICCIT)*, pages 161–165, June 2012.
- [13] H. Lajmi, A. Alimi, and S. Ajili. Using ethernet technology for in-vehicle’s network analysis. In *2013 Fifth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks (CICSyN)*, pages 353–358, June 2013.
- [14] LIN Administration. Local Interconnect Network, July 2014. <http://www.lin-subbus.org/>, Zugriffdatum: 25.07.14.
- [15] G. Malaguti, M. Dian, C. Ferraresi, and M. Ruggeri. Comparison on technological opportunities for in-vehicle ethernet networks. In *2013 11th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, pages 108–115, July 2013.
- [16] MOST Cooperation. Media Oriented Ssystems Transport. <http://www.mostcooperation.com/>, Zugriffdatum: 25.07.14.
- [17] OPEN-Alliance. One-pair ether-net special interest group (sig). <http://opensig.org/>, Zugriffdatum: 15.07.2014.
- [18] Renesas Electronics. In-vehicle networking solutions. <http://www.renesas.com/applications/automotive/technology/networking/index.jsp>, Zugriffdatum: 16.07.2014.
- [19] Robert Bosch GmbH. Controller Area Network. http://www.bosch-semiconductors.de/en/ubk_semiconductors/homepage/homepage_1.html, Zugriffdatum: 25.07.14.
- [20] I. Schafer and M. Felser. Precision of ethernet measurements based on software tools. In *Emerging Technologies and Factory Automation, 2007. ETFA. IEEE Conference on*, pages 510–515. IEEE, 2007.
- [21] M. Sedlmair, P. Isenberg, D. Baur, M. Mauerer, C. Pigorsch, and A. Butz. Cardiogram: Visual analytics for automotive engineers. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’11, page 1727–1736, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [22] SOME/IP. Scalable service-Oriented MiddlewarE over IP. <http://some-ip.com/papers.shtml>, Zugriffdatum: 25.07.14.

- [23] R. Steffen, R. Bogenberger, J. Hillebrand, W. Hintermaier, A. Winckler, and M. Rahmani. Design and realization of an ip-based in-car network architecture. 5 2010.
- [24] T. Steinbach, F. Korf, and T. Schmidt. CoRE Group. <http://core.informatik.haw-hamburg.de/en/>, Zugriffsdatum: 25.07.2014.
- [25] T. Steinbach, F. Korf, and T. C. Schmidt. Simulationsbasierte Evaluierung von Metriken in Echtzeit-Ethernet basierten Fahrzeugnetzen. In B. E. Wolfinger and K.-D. Heidtmann, editors, *6ter GI/ITG-Workshop Leistungs-, Zuverlaessigkeits- und Verlaesslichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systeme (MMBnet 2011)*, Hamburg, 2011. Universität Hamburg.
- [26] TIA/EIA. Low Voltage Differential Signalling. <http://www.tiaonline.org/>, Zugriffsdatum: 25.07.14.
- [27] TTTech. New scalable real-time ethernet platform for control systems. <http://www.tttech.com/>, Zugriffsdatum: 25.07.14.
- [28] VECTOR. Vector informatik GmbH, 2014. http://vector.com/vi_index_de.html, Zugriffsdatum: 21.05.2014.
- [29] WIRESHARK. Wireshark, 2014. <http://www.wireshark.org/>, Zugriffsdatum: 22.05.2014.
- [30] S. Witte and O. Niggemann. EtherCar Group. <http://ethercar.init.hs-owl.de/index.php/en/>, Zugriffsdatum: 04.07.2014.