

# IT-Innovationen

**Band 14**  
Januar 2015

## Grußwort des Dekans

Liebe Leserinnen und Leser,

Industrie 4.0, Industrial Internet oder Internet der Dinge – welchen Begriff Sie auch bevorzugen mögen: gemeinsam verstehen wir darunter eines der größten Zukunftsthemen überhaupt. Die Digitalisierung ist in der Gesellschaft angekommen.



Der IT-Gipfel der Bundesregierung reagiert darauf mit einer stärkeren Öffnung für gesellschaftliche Gruppen und Anwender wie die Automobilbranche, die Elektrotechnik oder den Maschinenbau. Fördermittel in Höhe von 430 Mio. Euro stellt die Bundesregierung bis 2017 zur Förderung von Forschung und Entwicklung von Diensten rund um die Digitalisierung der Industrie bereit. Es geht um nichts Anderes als den Erhalt der Innovationsfähigkeit unserer Industrie und Wirtschaft.

Doch was sind diese Initiativen ohne die Menschen, die das alles umsetzen können? Gut ausgebildete Ingenieure werden aller Orten gesucht, der Bedarf an Ihnen ist enorm! Die Informationstechnik gilt als eine der Schlüsseltechnologien in der Digitalisierung. Wir als Fakultät bilden seit vielen Jahren mit großem Erfolg junge Menschen genau zu diesen Ingenieuren aus.

Den Schlussstein des Studiums bildet die Bachelorarbeit, die häufig in Kooperation mit der Industrie und vor Ort in der Industrie unter wissenschaftlicher Begleitung unserer Professoren stattfindet.

Im vorliegenden Band stellen sich wieder unsere Absolventen mit Ihren Arbeiten und Ihrem Können vor.

Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen herzlichst Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "Nonnast". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Jürgen Nonnast  
Dekan der Fakultät Informationstechnik

## IMPRESSUM

---

### ERSCHEINUNGSORT

73732 Esslingen am Neckar

### HERAUSGEBER

Prof. Jürgen Nonnast  
Dekan der Fakultät Informationstechnik  
der Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences

### REDAKTIONSANSCHRIFT

Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

Telefon +49(0)711.397-4211  
Telefax +49(0)711.397-4214  
E-Mail [it@hs-esslingen.de](mailto:it@hs-esslingen.de)  
Website [www.hs-esslingen.de/it](http://www.hs-esslingen.de/it)

### REDAKTION, LAYOUT UND DESIGN

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Schmidt  
Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

### SATZ, ANZEIGEN und VERLAG

Martin Gärtner, B. Eng.  
Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

### ERSCHEINUNGSWEISE

Einmal pro Semester, jeweils Januar und Juni

### DRUCK

Pixelgurus  
Werbung – Werbetechnik – Digitaldruck.  
Horbstraße 8  
73760 Ostfildern

### AUFLAGE

500 Exemplare

**ISSN 1869-6457**





Mark Birkenmeier	Erweiterung einer auf Android basierenden Benutzerschnittstelle eines Energiemanagementsystem zur Einbindung einer Wärmepumpe	1
Jan Böhringer	Entwurf und Implementierung einer Bibliothek zur verschlüsselten und komprimierten Datenübertragung zwischen einer embedded Linux basierten Telematikeinheit und einem Android Gerät über eine Bluetooth-Verbindung mit automatischer Authentifizierung über einen Server	3
Lucas Bubeck	Zeitsignalanalyse und Entwurf von Filtermechanismen zur Berechnung des dynamischen Innenwiderstandes von Blei-Akkumulatoren	5
Andreas Deitche	Entwurf und Entwicklung verschiedener Kommunikationsmöglichkeiten für embedded Systeme über unterschiedliche Schnittstellen in typischen Anwendungsszenarien	7
Thomas Dorn	Analyse von Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung zur Auswertung der Messdaten neuartiger Geräte für den kathodischen Korrosionsschutz einschließlich Implementierung eines geeigneten Filters sowie der Bewertung des Nutzsignals im Zeitbereich auf einem Embedded System	8
Philipp Duller	Portierung kryptographischer Routinen unter AUTOSAR für einen Mikrocontroller mit Hardware-Security-Module (HSM)	10
Tobias Finke	Erweiterung der AUTOSAR Security Architektur um Erkennungs- und Gegenmaßnahmen hinsichtlich relevanter Angriffsszenarien im Bereich Automotive Ethernet	12
Colin Grathwohl	Sichere Client-Server-Kommunikation unter Verwendung des Windows .NET WCF Frameworks	14
Friedrich Haußmann	Seamless Dual-Link WLAN Bridging and Fast Roaming in a High-Speed Scenario including Optimization of the Client Bridge Mode and Minimization of the Scanning Time based on the Parallel Redundancy Protocol	16
Philipp Kolb	Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung der Entflammungseigenschaften kleinvolumiger Verbrennungsmotoren in Abhängigkeit von Zündungsparametern	18
Boris Krastev	Analyse verschiedener Algorithmen zur Optimierung von Trajektorien für das autonome Parken einschließlich Implementierung in C und Umsetzung in einem Versuchsträger	20
Dennis Mantz	Design and Implementation of a Deep Packet Inspection Firewall for a TCP/IP based Industrial Protocol	22
Christian Petrik	Untersuchung und prototypische Implementierung von Pfadplanungsalgorithmen für einen autonom fahrenden PKW in einem Parkhaus mit MATLAB	24
Wolfgang Rathgeb	Konzeption eines Beratungsprozesses im Bereich BigData: Ist-Analyse der Daten im Unternehmen, Marktanalyse, Technologieanalyse und -bewertung, sowie Kosten-Nutzen-Rechnung	26
Jan Reinhardt	Entwicklung eines Präprozessors zur Vereinfachung von 2D Umgebungskarten für echtzeitfähige Bewegungsplanung	28
Manuel Richter	Entwurf und Umsetzung einer visuellen Fahrerrückmeldung für ein hochautomatisiertes Fahrzeug mit Augmented Reality System	30
Max Schäufele	Konzeption und Realisierung eines MMI durch eine Android-Applikation in einem verteilten System zur Unterstützung eines Verkehrsteilnehmers im innerstädtischen Bereich	32

Daniel Schmid	Untersuchung und Erarbeitung eines modernen GUI – Konzepts (Graphical User Interface) für zukünftige Werkzeug-Maschinen, speziell Walzenschleifmaschinen	34
Andreas Scholz	Trajektorien Erzeugung mittels Android Smartphone und Kalman-Filter	36
Achim Stoltz	Entwicklung eines Algorithmus zur Detektion von Sekundenschlaf durch videobasierte Fahrerbeobachtung	38
Tobias Werner	Analyse des Analogfilters eines amplitudenmodulierten RFID-Signals und Konzipierung sowie Simulation einer Umsetzung auf digitale Signalverarbeitung einschließlich Realisierung auf Basis eines Mikrocontrollers vom Typ ARM CORTEX M3 mit Optimierung der Laufzeit durch Assembler-Module unter Berücksichtigung von Vorgaben der Maschinsicherheit	40
Stefan Wiedemann	Konzeption eines neuartigen Verfahrens zur interaktiven Analyse von Messdaten unter Einsatz von Methoden des Data-Mining und Realisierung unter C#/.NET	42
Simon Wolf	Analyse und Validierung von Ethernet-Switch-Lösungen in AUTOSAR	44
Dominic Zettl	Entwurf und Realisierung einer Transformation von XML-Daten aus einem ALM-System in einen Versuchsbericht	46









## Erweiterung einer auf Android basierenden Benutzerschnittstelle eines Energiemanagementsystem zur Einbindung einer Wärmepumpe

Mark Birkenmeier\*, Manfred Dausmann

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die Motivation für diese Arbeit liegt in der zunehmenden Bedeutsamkeit von Energiemanagementsystemen (EMS) für eine effiziente Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Energie in Haushalten mit eigener Stromproduktion. Im Rahmen der Arbeit wird ein solches EMS erweitert, um eine Wärmepumpe intelligent in das System zu integrieren. Ziel dabei ist es, die Wärmepumpe als steuerbarer Verbraucher besser zu nutzen und so den Eigenstromverbrauch optimieren zu können. Die Wärmepumpe kann zum einen für die Regelung der Raumtemperatur im Haus, als auch zur Brauchwassererhitzung benutzt werden. Darüber hinaus ist es möglich, über die Wärmepumpe frische Luft in das Haus zu befördern. Das Haus, in welchem das EMS bereits im Einsatz ist, verfügt über eine eigene Stromversorgung durch Photovoltaik (PV) auf dem Dach und besitzt eine Ladesäule, an welcher Elektroautos geladen werden können. Die PV-Anlage und die Ladesäule sind dabei schon in das EMS integriert.

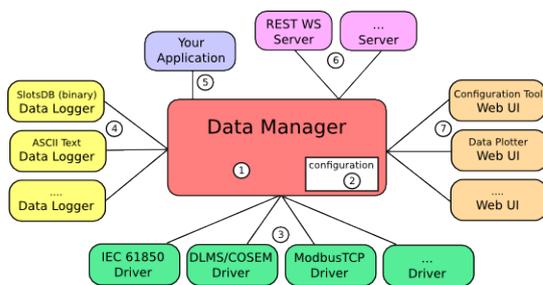


Abbildung 1: Architektur OpenMUC

Die Basis des EMS bildet das „OpenMUC“-Softwareframework. Dieses wird am Fraunhofer ISE als offenes, frei verfügbares System entwickelt. „OpenMUC“ basiert auf Java und OS-Gi, wodurch es modular aufgebaut ist. Durch diese modulare Architektur, welche in Abbildung 1 abgebildet ist, lässt sich das System einfach erweitern. Ein weiterer Vorteil ist die Plattformunabhängigkeit und geringe Größe des Systems, wodurch „OpenMUC“ ideal für den Einsatz in energiesparenden, eingebet-

teten Systemen ist. Es unterstützt inzwischen eine wachsende Anzahl an Kommunikationsprotokollen, darunter auch das in der Arbeit verwendete Modbus-Protokoll [1]. Dieses ist ein offenes Protokoll und hat den Vorteil, dass es von vielen Herstellern in der Industrie, wie beispielsweise dem Wärmepumpenhersteller, unterstützt wird.

Das Modbus-Protokoll basiert auf der Master-Slave-Architektur. „OpenMUC“ soll hierbei als Master im Netzwerk operieren. Die Wärmepumpe soll über eine serielle Schnittstelle verbunden werden und als Slave tätig sein. Für die Verbindung über die serielle Schnittstelle wird die Betriebsart Modbus RTU verwendet. Dabei werden die Daten in binärer Form übermittelt, wodurch ein höherer Datendurchsatz erreicht wird [2]. In einem ersten Schritt soll das EMS nun so konfiguriert werden, dass es möglich ist, über das Modbus-Protokoll relevante Betriebsdaten von der Wärmepumpe auszulesen.

„OpenMUC“ nutzt für die Kommunikation mit anderen Geräten wie eine Wärmepumpe oder Stromzähler sogenannte Kanäle. Diese müssen entsprechend in einer „Config-Datei“ konfiguriert werden, um auf die Werte eines Gerätes zugreifen zu können. Jeder Wert innerhalb eines Gerätes wird dabei als einzelner Kanal dargestellt. Um diesen Wert lesen oder schreiben zu können, wird der jeweilige Protokoll-Treiber benötigt. Das Kanalkonzept wird in Abbildung 2 dargestellt. Ein Treiber kann dabei mehrere Geräte und Kanäle ansprechen. Die Daten werden dann vom Data Manager verarbeitet und können von den jeweiligen Anwendungen verwendet werden. Die Idee von „OpenMUC“ ist, dass der Anwendungsentwickler so keine detaillierten Kenntnisse über das verwendete Protokoll benötigt und sich voll auf die Anwendung konzentrieren kann.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Fraunhofer ISE, Freiburg

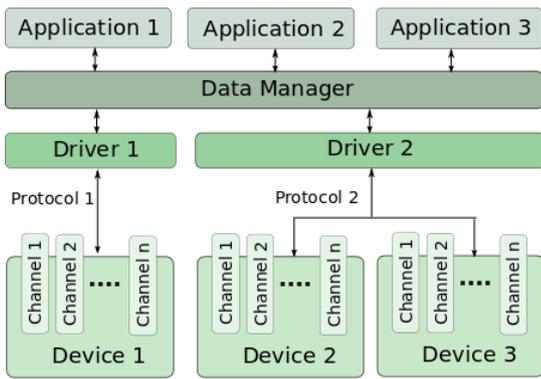


Abbildung 2: Kanalkonzept OpenMUC

Nachdem die Kommunikation zwischen Wärmepumpe und „OpenMUC“ gewährleistet ist, sollen die Daten durch die Benutzerschnittstelle des EMS visualisiert werden. Die Benutzerschnittstelle ist bereits in Form einer Android-Applikation realisiert. Der Datentransfer erfolgt über die RESTSchnittstelle von „OpenMUC“. Die Applikation dient dazu, dem Nutzer eine Rückmeldung über das Verbraucherverhalten zu geben. Dabei ist es nicht nur

möglich, den Verbrauch einzelner Geräte im Haus einzusehen, sondern auch diverse Einstellungen an diesen vorzunehmen. Dazu ist die Applikation in mehrere „Screens“ aufgeteilt. So existieren bereits diverse „Screens“ wie beispielsweise der „eMobilitäts-Screen“, welcher die Ladezeit des an der Ladesäule angeschlossenen Elektroautos darstellt. Im Rahmen der Arbeit soll nun zunächst ein „Klima-Screen“ entstehen, welcher dem Nutzer die aktuelle Raum-, Außen- und Wassertemperatur anzeigt. Durch ein Diagramm soll der Temperaturverlauf über der Zeit angezeigt werden können. Darüber hinaus soll es möglich sein, die gewünschte Raum- bzw. Wassertemperatur oder Lüftungsstufe einzustellen. Dazu soll ein separaten „Klima-Konfigurations-Screen“ wie er in Abbildung 3 zu sehen ist, implementiert werden. Somit ist es für die Bewohner des Hauses möglich, die Wärmepumpe bequem über ein Tablet zu steuern. Das Layout für die „Screens“ soll einfach und schlicht gehalten werden, um eine hohe Usability zu gewährleisten.

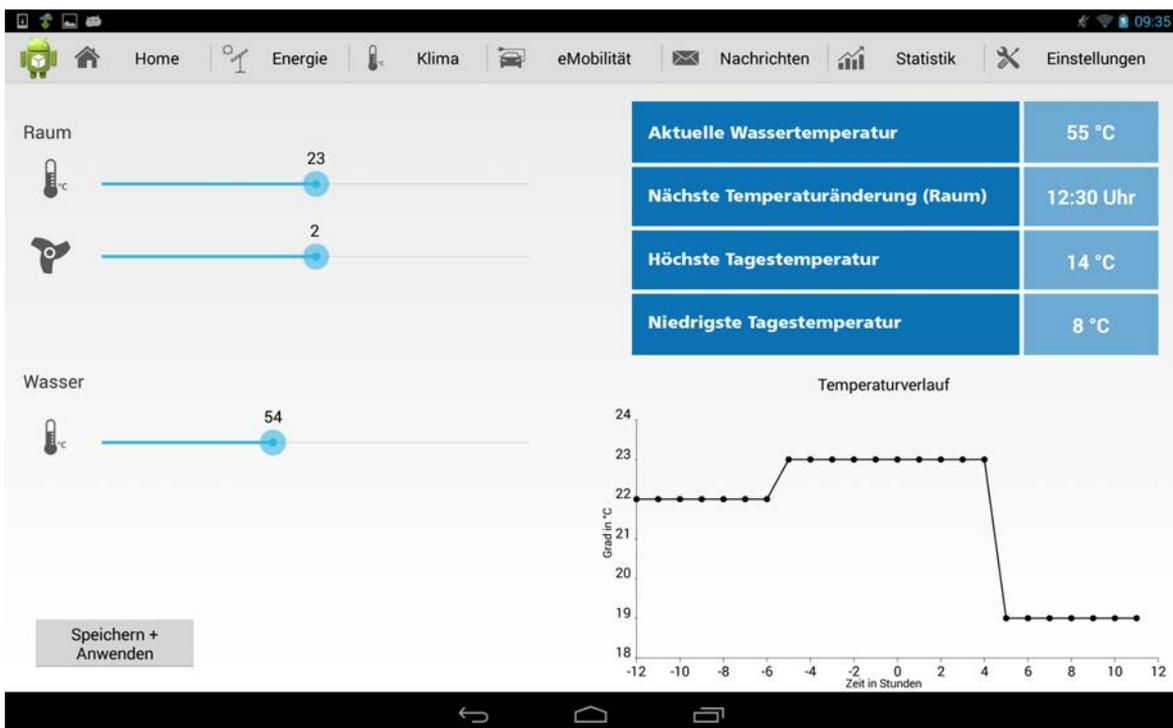


Abbildung 3: Mögliche Darstellung des „Klima-Konfigurations-Screens“

[1] <http://www.openmuc.org>[2] <http://www.modbus.org>

## Bildquellen:

- Abbildung 1: [www.openmuc.org](http://www.openmuc.org)
- Abbildung 2: [www.openmuc.org](http://www.openmuc.org)
- Abbildung 3: Fraunhofer ISE

# Entwurf und Implementierung einer Bibliothek zur verschlüsselten und komprimierten Datenübertragung zwischen einer embedded Linux basierten Telematikeinheit und einem Android Gerät über eine Bluetooth-Verbindung mit automatischer Authentifizierung über einen Server

Jan Böhringer\*, Walter Lindermeir

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Um Berufskraftfahrern zu helfen, wirtschaftlich und kraftstoffsparend zu fahren, entwickelt die Firma Trendfire Technologies GmbH seit langem Bewertungs- und Assistenz-Technologien. In dieser Bachelorarbeit sollen die Grundsteine für einen Smartphone-basierten Fahrertrainer gelegt werden, welcher Fahrer mit aktuell relevanten Hinweisen zu ihrer Fahrweise unterstützt.

Moderne eingebettete Systeme in Fahrzeugen sollen nicht nur Daten sammeln und einen, dem Nutzer meist verborgenen, Zweck erfüllen, sie sollen immer mehr auch direkt mit dem Nutzer kommunizieren und diesem in Echtzeit Daten, aufbereitet und analysiert, zur Verfügung stellen. In diesem konkreten Fall handelt es sich bei dem Gerät um eine Telematikeinheit (zu sehen in Abbildung 2), die in einem LKW verbaut wird und im Betrieb alle wichtigen Parameter des Fahrzeugs erfasst. Zu den Parametern, die ein Berufskraftfahrer beachten muss, gehören z.B. Spritverbrauch oder der optimale Drehzahlbereich bei der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Diese Daten sollen, in leicht verständlicher Form, dem Fahrer angezeigt werden, um ihm zu helfen, noch ökonomischer und sicherer zu fahren. Diese Informationen werden auf einem im Fahrzeug angebrachten Smartphone oder Tablet präsentiert. (Siehe Abbildung 1)

Für die dafür nötige Verbindung stehen verschiedenste Technologien zur Verfügung, wie zum Beispiel WLAN, NFC oder auch Bluetooth. Als kleinster gemeinsamer Nenner bietet sich hier Bluetooth an, welches sowohl auf der verwendeten Telematikeinheit, als auch auf allen potentiellen Endgeräten zur Verfügung steht. Für diesen Verwendungszweck sollte im Rahmen dieser Bachelorarbeit ein Protokoll entwickelt werden, welches die Eigenheiten der verschiedenen Transportwege für Fahrzeugdaten abstrahiert und diese Funktionalität in Form einer wiederverwendbaren Bibliothek zur Verfügung stellt. Um die Daten der Kunden zu

schützen, bestand ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit darin, auch über prinzipiell nicht sichere Verbindungen verschlüsselt Daten zu transportieren.

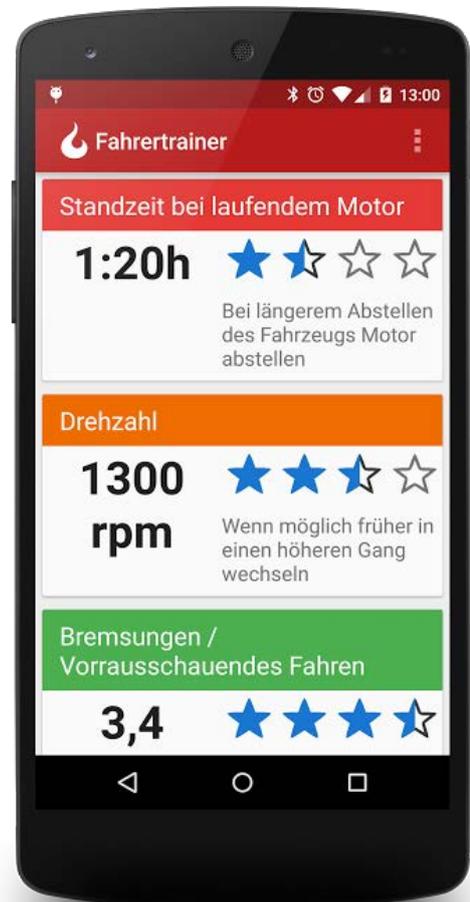


Abbildung 1: App zur Anzeige von Fahrzeugdaten in Echtzeit

Desweiteren soll das Übertragungssystem optional Daten komprimiert übertragen, um auch in Szenarien mit wenig Bandbreite akzeptable Übertragungsraten zu erreichen. Dies wird durch den lz4 Algorithmus sichergestellt,

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Trendfire Technologies GmbH, Böblingen

welcher bei einer sehr geringen Kompressionsdauer noch eine brauchbare Kompressionsrate erreicht. [1]



Abbildung 2: Telematikeinheit Trendbee 3u

Auch bei der ersten Verbindungsaufnahme zwischen den beiden Geräten, im Falle von Bluetooth Pairing genannt, gibt es einiges zu beachten. Da die Telematikeinheit keinerlei von außen zugängliche Bedienelemente oder ein Display hat, bzw. an einer schwer erreichbaren Stelle verbaut ist, können klassische Pairing Methoden, wie z.B. das Eingeben eines gemeinsamen Schlüssels nicht realisiert werden. Um dieses Problem zu umgehen, wird die Authentifizierung im sogenannten „Just works“-Modus durchgeführt. Die offizielle Spezifikation hierzu: „The Just Works association model is primarily designed for scenarios where at

least one of the devices does not have a display capable of displaying a six digit number nor does it have a keyboard capable of entering six decimal digits.“ [2] Hierbei entsteht eine verschlüsselte Verbindung, über welche anschließend die Identität der beteiligten Geräte über das Fiat-Feige-Shamir-Protokoll festgestellt wird [3]. Bei diesem Protokoll müssen keinerlei Informationen über den geheimen Schlüssel ausgetauscht werden. Erst dann ist ein Daten- und Nachrichtenaustausch mit der verbauten Einheit möglich.

Im, auf dieser nun abgesicherten und authentifizierten Verbindung, aufbauenden Protokoll findet schlussendlich die Verschlüsselung und Segmentierung der zu übertragenden Daten statt.

Mit Hilfe der auf dem Android Smartphone oder Tablet installierten App, kann der Benutzer sich nun in Echtzeit wertvolle Tipps zu seinem Fahrstil geben lassen, sowie diverse Parameter seines Fahrzeug auf einfache Weise überwachen. Eine beispielhafte Ansicht dieser Funktionen findet sich in Abbildung 1. Im Moment besonders ungünstige Werte werden, um den Fahrer darauf aufmerksam zu machen, in der Liste nach oben gestellt.



Abbildung 3: Kommunikation zwischen Telematikeinheit und Kunden

- [1] Y. Collet. LZ4: Extremely fast compression algorithm. In [code.google.com/p/lz4/](http://code.google.com/p/lz4/), 01.12.2014.  
 [2] BLUETOOTH SPECIFICATION Version 2.1 + EDR [vol 1] – Seite 56  
 [3] Feige, Uriel; Fiat, Amos; Shamir, Adi (1988). „Zero-knowledge proofs of identity“. *Journal of Cryptology* 1 (2): 77–94

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Trendfire Technologies GmbH
- Abbildung 2: Trendfire Technologies GmbH
- Abbildung 3: Trendfire Technologies GmbH

# Zeitsignalanalyse und Entwurf von Filtermechanismen zur Berechnung des dynamischen Innenwiderstandes von Blei-Akkumulatoren

Lucas Bubeck\*, Reiner Marchthaler, Werner Zimmermann

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Mit der stetig wachsenden Anzahl an Steuergeräten und Ausstattungen eines Fahrzeugs steigen kontinuierlich die Anforderungen der Starterbatterien und der 12V- Bordnetze. Ursprünglich ausgelegt wurden Starterbatterien für das Starten eines Fahrzeugs. Innerhalb von 30 Jahren bis 1990 stieg der Leistungsbedarf um das Fünffache auf die einst ausgelegte Obergrenze der heute immer noch standardmäßigen 12V- Bordnetzen von 1,5 kW. Aktuelle Fahrzeuge erreichen je nach Fahrzeugtyp und Ausstattung Spitzenleistungsbedarfe bis zu 10 kW. [1]



Abbildung 1: Mercedes-Benz S-Klasse Hybrid

Zu den Aufgaben eines Akkumulators gehören die Gewährleistung der Startfähigkeit des Motors, die Spannungsversorgung im Fahrzeugstillstand, die Pufferung und Überbrückung der 12V- Bordnetzspannung im Stillstand oder bei einem Generatorausfall sowie die Begrenzung von Spannungsspitzen zum Schutz von Steuergeräten. Technische Neuerungen, wie die Start- Stopp- Automatik, wurden eingeführt um Verbrauchsenkungen für den Kunden und CO<sub>2</sub>- Flottenziele erreichen zu können. Die Funktionalität mit der automatischen Abschaltung des Motors im Stillstand stellt den Akkumulator vor höchsten Beanspruchungen und erfordert mit jedem Startvorgang Ströme bis zu mehreren hundert Ampere. Um die Anforderung des Motorstarts gewährleisten zu können, ist jederzeit eine präzise Aussage über den Zustand des Akkumulators notwendig. Eine zusätzliche Information zu den Kenngrößen „State of Charge“ (kurz: SoC) und „State of Health“ (kurz: SoH) ist der

dynamische Innenwiderstand des Akkumulators (kurz: RDI). Der Innenwiderstand eines Akkumulators setzt sich aus der Summe mehrerer einzelner, inneren Widerständen zusammen. Der Wert steigt mit der Entladung des Akkumulators und mit sinkenden Temperaturen an. [2]

Bestimmbar ist der RDI zu Zeitpunkten mit Strom- und Spannungsänderungen und erfolgt gemäß der Berechnung des Ohmschen Gesetzes aus dem Quotienten  $\Delta U$  und  $\Delta I$ . Klassischer Weise treten solch Strom- und Spannungsänderungen bei Motorstartvorgängen oder bei Hinzuschaltungen von diversen Energieverbrauchern auf. Gemessen werden im Fahrzeug die Strom- und Spannungswerte mittels eines Intelligenten Batterie- Sensors (kurz: IBS), welcher auf der negativen Polklemme des Starterakkumulators montiert wird.



Abbildung 2: Intelligenter Batteriesensor IBS

Der IBS hat die Aufgabe die Klemmenspannung, die Temperatur und den Entladestrom zu messen. Das Batteriemangement soll auf Grund der Daten des IBS eine bessere Lebensdauer der Akkumulatoren erreichen. In der folgenden Darstellung ist der Aufbau eines IBS zu sehen. Dabei wird der Strom mittels eines Shunt- Widerstandes und die Spannung über

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma DAIMLER AG, Sindelfingen

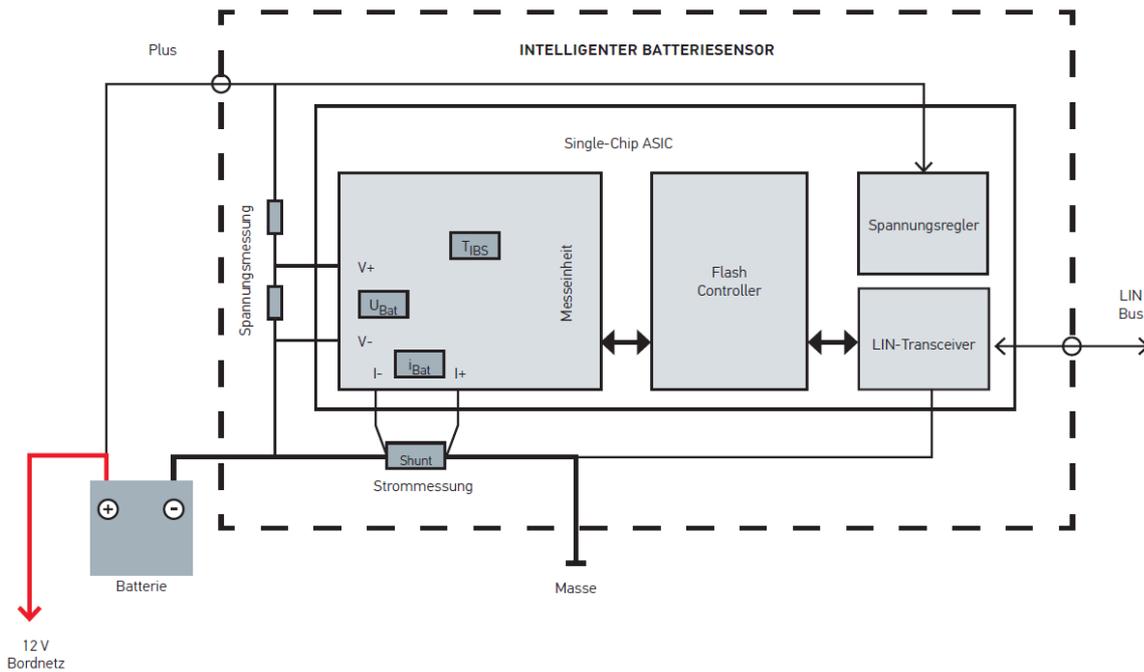


Abbildung 3: Schematischer Schaltplan Intelligenter Batteriesensor IBS

einen handelsüblichen Spannungsteiler gemessen. Das Kernstück des IBS ist der ASIC mit einem Mikroprozessor und der dort implementierten Software. Die Kommunikation zum Steuergerät erfolgt mittels eines LIN-Bustreibers. [3]

Die Aufgabe dieser Arbeit besteht darin gelegentliche Messfehler, die zu Fehlberechnun-

gen der RDI-Werte führen, zu untersuchen und anschließend mit geeigneten Filtermechanismen zu eliminieren. Somit soll jederzeit eine präzise Aussage über den Zustand des Akkumulators geboten und ein optimierter Betrieb der Start-Stopp-Automatik ermöglicht werden.

- [1] Wallentowitz, Henning: Handbuch Kraftfahrzeugelektronik: Grundlagen – Komponenten – Systeme – Anwendungen. Wiesbaden : Vieweg + Teubner, 2011 (2. Auflage)
- [2] Reif, Konrad: Batterien, Bordnetze und Vernetzung. Wiesbaden : Vieweg + Teubner, 2010 (1. Auflage)
- [3] HELLA, KGaA Hueck & Co: Intelligenter Batteriesensor (IBS) 12 V. KURZINFO. Lippstadt, <http://www.hella.com>, aufgerufen: 09.2014.

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: DAIMLER AG: Mercedes-Benz S-Klasse W222 Hybrid. Stuttgart, <http://www.mercedes-benz.de>, aufgerufen: 11.2014.
- Abbildung 2: Rosenmayr, Dr. M.: Energiemanagement mit dem Intelligenter Batteriesensor IBS. In: elektronik industrie (2005), Nr. 7/8.
- Abbildung 3: HELLA KGaA Hueck & Co: Intelligenter Batteriesensor (IBS) 12 V. KURZINFO. Lippstadt, <http://www.hella.com>, aufgerufen: 09.2014.

## Entwurf und Entwicklung verschiedener Kommunikationsmöglichkeiten für embedded Systeme über unterschiedliche Schnittstellen in typischen Anwendungsszenarien

Andreas Deitche\*, Walter Lindermeir

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die drahtlose Kommunikation gewinnt heute immer mehr an Bedeutung. So kann man z.B. mit jedem Smartphone unterwegs über UMTS im Internet surfen oder benutzt WLAN um über Hotspots ins Internet zu gelangen. Um Daten zwischen zwei Smartphones auszutauschen oder das Smartphone mit dem Autoradio zu verbinden um Musik abzuspielen gibt es Bluetooth. Unser Alltag ist längst von drahtlosen Technologien durchdrungen. Aber nicht nur im Konsumbereich hat das Kommunizieren ohne Kabel Einzug gehalten auch in der Industrie hat es neue Möglichkeiten der M2M-Technologien eröffnet.

M2M steht für Machine to Machine. Dies ist ein Überbegriff für Technologien welche Kommunikation über ein Festnetz oder drahtlose Verbindung zwischen Rechnern, Steuergeräten, Handys usw. unterstützt. Bei der M2M-Kommunikation gleichen die Recheneinheiten die Daten untereinander ab oder übertragen angeforderte Daten von der einen Recheneinheit auf die andere, ohne Einwirkung einer Bedienperson.

Die Idee von M2M findet man z.B. in einem intelligenten Stromnetz (Smart Grid) wieder. Hier werden viele stromerzeugende Anlagen wie Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen zu einem virtuellen Kraftwerk zusammengeschlossen um die komplexe Lastregelung zu optimieren, also um eine maximale Auslastung zu erreichen. Dies ist deswegen notwendig weil man im Gegensatz zu herkömmlichen Kraftwerken vom Wetter abhängig ist und die Leistung nicht einfach hoch- oder runterfahren kann.

Ein M2M-System besteht üblicherweise aus einem Datenendpunkt, einem Kommunikationsnetz und einem Datenintegrationspunkt. Der Datenendpunkt ist ein zu überwachendes System wie z.B. ein Verkaufsautomat dessen Füllstand kontrolliert wird. Der Datenintegrationspunkt ist der Ort an dem die Daten zusammenkommen. Dies kann eine zentrale Leitstelle sein, die einen ganzen Maschinenpark überwacht oder ein Smartphone das Daten abrufen. Dabei kann die Kommunikation zwischen Da-

tenendpunkt und Datenintegrationspunkt sowohl kabelgebunden als auch über Mobilfunk erfolgen [1].

In dieser Abschlussarbeit werden zwei Szenarien untersucht. Zum einen wird ein Beaglebone Black dazu verwendet um als Bridge von LAN bzw. UMTS zu seriellen Schnittstelle zu dienen. Auf diese Weise kann man von jedem Ort auf Geräte die mit der seriellen Schnittstelle verbunden sind zugreifen und diese über ihr eigenes Protokoll ansprechen. Dieses Szenario ist in Abbildung 1 dargestellt.

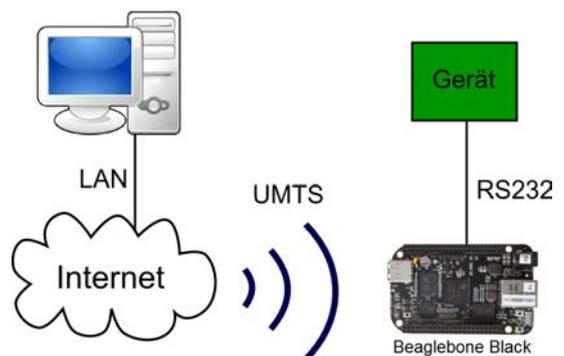


Abbildung 1: Fernzugriff auf ein Gerät über eine UMTS-RS232-Bridge

Im zweiten Szenario soll von einem Master-Modul welches an Slave-Module angeschlossen ist von einem Smartphone drahtlos ausgelesen werden um den Status einer Anlage zu erfahren. Dies wird durch ein Bluetooth- bzw. WLAN-Modul realisiert, das über UART mit dem Mikrocontroller des Master-Moduls verbunden ist. Die HMI die dann auf dem Smartphone zu sehen ist, wird direkt auf dem Master-Modul erzeugt. Das Smartphone holt sich nur die neueste Änderung des HMIs ab und zeigt diese an. Die Ein- und Ausgaben erfolgen über ein spezifiziertes Protokoll, d.h. es werden z.B. die Koordinaten des Tippens auf dem HMI gesendet. Der Vorteil hier ist, dass man nur eine Applikation für das Smartphone braucht um entfernt auf die HMI zuzugreifen.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma IMACS GmbH, Kornwestheim

[1] [http://de.wikipedia.org/wiki/Machine\\_to\\_Machine](http://de.wikipedia.org/wiki/Machine_to_Machine)  
Bildquellen: Eigene Darstellung

# Analyse von Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung zur Auswertung der Messdaten neuartiger Geräte für den kathodischen Korrosionsschutz einschließlich Implementierung eines geeigneten Filters sowie der Bewertung des Nutzsignals im Zeitbereich auf einem Embedded System

Thomas Dorn\*, Reinhard Keller, Karlheinz Höfer

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Metallkonstruktionen, die in feuchten Umgebungen installiert sind, wie beispielsweise Hafen-Anlagen, Ölbohrinseln und natürlich unterirdisch verlegte Rohrleitungen, sind im besonderen Maße der Korrosion bzw. umgangssprachlich dem „Verrosten“ ausgesetzt. Diese Korrosion verursacht, neben der Gefährdung der Sicherheit und Umwelt, jährlich einen volkswirtschaftlichen Schaden von rund 3% des BIP[1]. Um diesem Schaden entgegen zu wirken, werden die für Korrosion verantwortlichen chemischen Prozesse beim Kathodischen Korrosionsschutz, kurz KKS, elektrisch beeinflusst (siehe Abb. 1).

Besonders relevant ist der Kathodische Korrosionsschutz beim Bestandsschutz erdverlegter Rohre, deren Lebensdauer durch KKS erheblich verlängert werden kann.

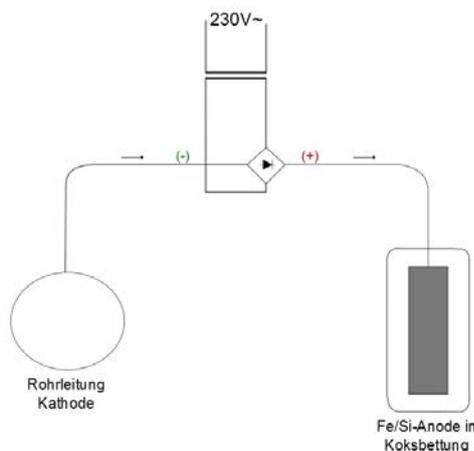


Abbildung 1: KKS mit Fremdstrom (Prinzipzeichnung)

Die RBS wave GmbH setzt KKS in diesem Umfeld schon lange erfolgreich ein und hat, aufbauend auf diesen Erfahrungswerten, mit der Steinbeis-STG das Projekt „Smart KKS“ ins Leben gerufen.

„Smart KKS“ ersetzt die bisherige analoge Schaltungstechnik zur Regelung der KKS-Schutzströme durch ein Embedded System, welches neben Fernzugriff und digitaler Regelungstechnik auch die Möglichkeiten der digitalen Signalverarbeitung zur Analyse von Fremdbeeinflussungen eröffnet.

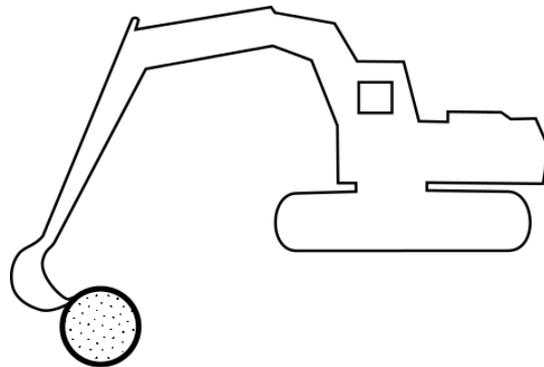


Abbildung 2: Baggereingriff auf dem Rohr

Die vorliegende Arbeit setzt an bei der Analyse von Fremdeingriffen, genauer bei der Signalanalyse zur Erkennung von Verletzungen der Rohrisolierung. Das verwendete Embedded System bot die Möglichkeit, neben der Schutzstromregelung Signale auf dem zu schützenden Rohr abzutasten und zu interpretieren. Die verschiedenen Kenngrößen des Rohres, welche einerseits mit Hilfe der digitalen Signalverarbeitung ermittelt, andererseits aus dem elektrischen Modell des Rohres abgeleitet wurden, sind im Rahmen der Arbeit untersucht und zur Feststellung von Fremdeingriffen an dem Rohr verwendet worden. Die schwer vorhersehbaren Störeinflüsse, z.B. durch Ausgleichsströme vorbeifahrender Züge oder Ströme aus dem 50Hz-Stromnetz, und die zugleich sehr geringen Signalveränderungen, die es verlässlich zu erkennen galt, machten die Signalanalyse neben den bekannten Fehlerquellen wie Aliasing besonders herausfordernd.

Im Rahmen der Arbeit wurden mehrere

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma RBS wave GmbH, Stuttgart

mögliche Algorithmen zur Lösung der Fragestellung untersucht und bewertet, um auch künftig für ähnliche Herausforderungen eine Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu haben. Der Algorithmus, der letztlich für die

vorliegende Fragestellung die effektivste Lösungsmöglichkeit bot, wurde nebst eines Zustandsautomaten zur Auswertung des gefilterten Nutzsignals simuliert und auf dem System „Smart KKS“ erfolgreich implementiert.

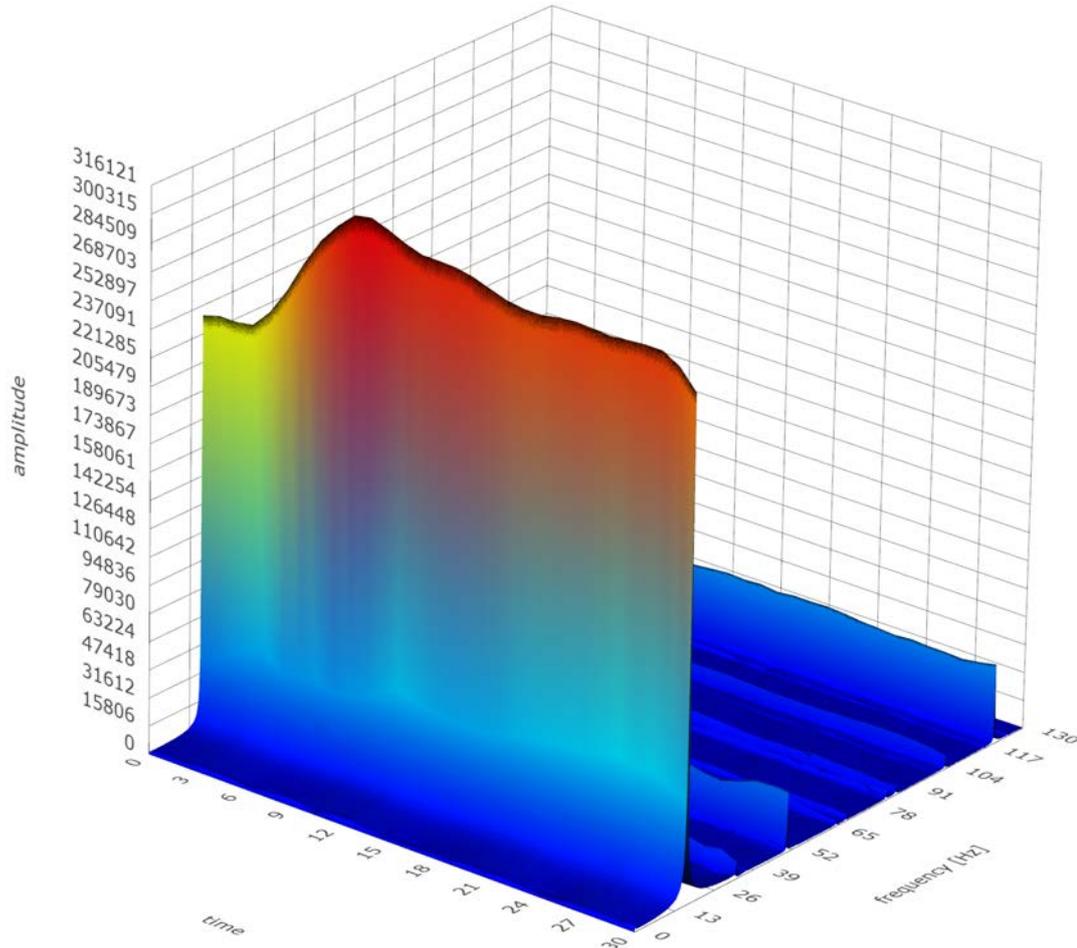


Abbildung 3: Frequenzbewertung einer Rohrmessung, dargestellt im 3D-Spektrum

In der Darstellung des 3D-Spektrums ist deutlich sichtbar, welche Frequenzanteile sich zum Zeitpunkt der Messung auf dem Rohr überlagern. Gut erkennbar ist hier vor allem die starke Schwankung der Ausgleichsströme

vorbeifahrender Züge mit rund 16,6 Hz. Der implementierte Algorithmus musste robust auf derartige Störungen reagieren, um aus dem Signalgemisch die Informationen zur Erkennung von Fremdeingriffen ableiten zu können.

[1] <http://www.handelsblatt.com/technologie/forschung-medizin/forschung-innovation/gefraessiger-feind-rost-vernichtet-drei-prozent-des-bruttoinlandsprodukts-seite-all/3318260-all.html>.

Bildquellen:

- Abbildung 1: Eigene Darstellung
- Abbildung 2: Eigene Darstellung
- Abbildung 3: Eigene Darstellung

## Portierung kryptographischer Routinen unter AUTOSAR für einen Mikrocontroller mit Hardware-Security-Module (HSM)

Philipp Duller\*, Manfred Dausmann, Dominik Schoop

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Das Interesse an Kryptographie, ein Teilgebiet der IT-Security, die wiederum ein Bereich der Informatik ist steigt seit Jahren an. Grund hierfür ist der rasante Fortschritt in der Digitaltechnik, die eine Vernetzung zwischen Kommunikationsteilnehmern ermöglicht, was potentielle Angriffsfläche bietet. Insbesondere im Embedded-Umfeld steigern sich die kryptographischen Tätigkeiten seit einigen Jahren. Projekte wie Car2x, das künftig einen Datenaustausch zwischen PKWs und Infrastrukturkomponenten via Funk ermöglichen soll, bestätigen die Notwendigkeit von Sicherheitsfunktionen im Embedded-Umfeld [1].

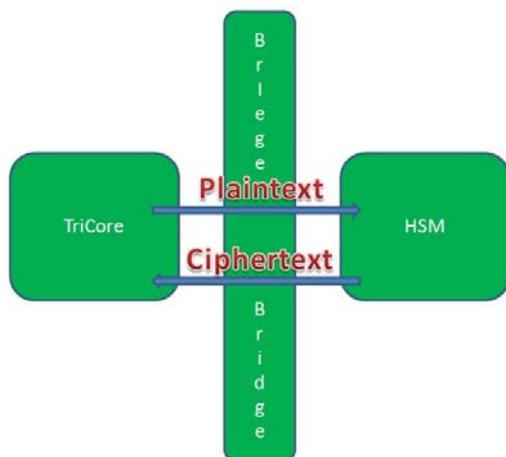


Abbildung 1: Exemplarischer Datenaustausch zwischen TriCore und HSM

Aus diesem Anlass hat Infineon ihren aktuellsten Mikrocontroller, einer TriCore-Architektur der AURIX-Familie, mit einem Hardware-Security-Module (HSM) ausgestattet. HSM ist ein sehr weitreichender Begriff. Darunter kann zum einen ein externes Gerät verstanden werden, das an ein Rechnernetz angeschlossen wird oder, wie im Fall des Mikrocontrollers von Infineon, ein zusätzlicher Rechenkern, der in den Chip integriert ist [2]. Der HSM übernimmt dabei die kryptographischen Aufgaben des Systems. Zum einen ist er speziell für diese Anwendungen ausgelegt, beispielsweise durch einen separat geschützter Speicherbereich für

(symmetrische und private) Schlüssel, zum anderen soll er eine Entlastung für den »normalen Rechner« darstellen. Beispielsweise soll in einem verteilten System eine verschlüsselte Kommunikation stattfinden, so wird vom HSM der Klartext verschlüsselt (oder entschlüsselt) und dem kommunizierenden Controller zur Verfügung gestellt. Abbildung 1 visualisiert das beschriebene Szenario.

Im Fall von Infineon handelt es sich bei besagtem Co-Prozessor um einen Cortex-M3 von ARM. Gekapselt von den »normalen« Rechenkernen agiert dieser asynchron, sprich eine Kommunikation findet mittels Interrupts und einem Shared-Memory statt. Durch eine Advanced Encryption Standard-(AES-)Implementierung in Hardware, ist der HSM in der Lage symmetrische Verschlüsselungsaufgaben im µSekunden-Bereich abzuwickeln. Die »Bridge«, eine Hardware-Barriere, regelt den Zugriff des Hauptprozessors auf den HSM.

Im AUTOSAR-Standard sind seit Version 4.0 kryptographische Layer vorzufinden. Der Crypto Service Manager (CSM) bietet der Applikation kryptographische Dienste an, beispielsweise eine symmetrische Verschlüsselung oder eine Signatur von Daten. Da der CSM nur ein Interface nach außen darstellt, reicht dieser Anfragen an die darunterliegende Schicht Cryptographic Primitives Module (CRY), welche die eigentliche Implementierung enthält, weiter.

Basierend auf einem Softwaretemplate von Infineon, das beispielhaft eine Kommunikation zwischen TriCore und HSM abbildet, einer vorliegenden Softwareimplementierungen der kryptographischen Routinen (CryptoLib) und der Implementierung der AUTOSAR-Module von Vector besteht nun die konkrete Aufgabe darin, die drei benannten Software-Architekturen zu vereinen, die kryptographischen Routinen vom TriCore auf den HSM zu portieren, Laufzeitmessungen durchzuführen und die Effektivität des HSM zu untersuchen. In Abbildung 2 ist der gesamte Arbeitsaufbau visualisiert zu sehen.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Vector Informatik GmbH, Stuttgart



Abbildung 2: Software- und Hardware-Schichten-Architektur der Arbeit

In der Abbildung ist Hardware in »schwarz« und Software in »blau« abgebildet. Zusätzlich sind die Software-Schichten durch verschiedenfarbige Ränder gekennzeichnet, wobei »rot« zur CryptoLib gehört und »grün« ein AUTOSAR-Modul darstellt. Angemerkt sei noch, dass sich die gesamte Software auf der »TriCore-Seite« befindet. Auf dem HSM läuft lediglich ein kleines Betriebssystem, das kryptographische Anfragen (vom TriCore) entgegennehmen, und Resultate zurück gibt, sowie die CryptoLib, auf die der HSM bei Bedarf zurück greift.

Die Test Bench umfasst in Summe 46 Tests. Darunter befinden sich symmetrische, sowie asymmetrische Algorithmen, diverse kryptographische Hashfunktionen, Schlüsselableitungs- und Signaturmöglichkeiten, sowie kryptographische Routinen auf Basis von Elliptischen Kurven.

- [1] Vector Homepage, [https://vector.com/vi\\_car2x\\_de.html](https://vector.com/vi_car2x_de.html) [30.11.2014]  
 [2] Klaus Schmech, Kryptographie, 4. Auflage, dpunkt.verlag, 2009

Bildquellen:

- Abbildung 1: Philipp Duller
- Abbildung 2: Philipp Duller

# Erweiterung der AUTOSAR Security Architektur um Erkennungs- und Gegenmaßnahmen hinsichtlich relevanter Angriffsszenarien im Bereich Automotive Ethernet

Tobias Finke\*, Dominik Schoop, Harald Melcher

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Heutzutage befindet sich in einem modernen Fahrzeug eine Vielzahl an Steuergeräten, die miteinander Informationen austauschen müssen. Durch die stetig wachsende Komplexität steigen auch die spezifischen Anforderungen an die Netzinfrastruktur im Fahrzeug. Deshalb haben sich neben dem gängigen CAN-Bus weitere Bus-Systeme wie beispielsweise FlexRay, MOST und LIN im Fahrzeug etabliert. Immer mehr Verbreitung im Fahrzeug findet in letzter Zeit auch Ethernet.

Ethernet bietet durch hohe Datenraten und einfache Erweiterbarkeit für neue Protokolle einige Vorteile gegenüber bestehenden Bus-Systemen, weshalb es bei vielen aktuellen Neuentwicklungen in der Automobilbranche als Basistechnologie verwendet wird.

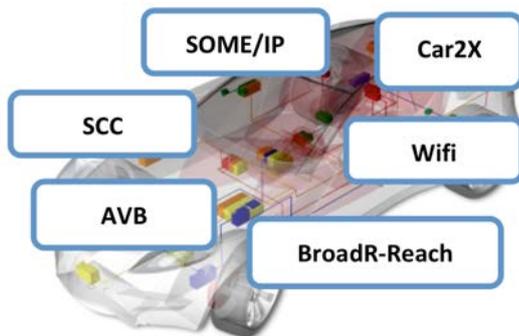


Abbildung 1: Verwendung von Ethernet im Automobilbereich

Die Verwendung von Ethernet stellt den Automobilhersteller und seine Zulieferer aber vor die große Herausforderung, ihre Systeme vor Hackerangriffen zu schützen, die im PC-Umfeld seit Jahren praktiziert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Analyse bestehender Bedrohungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse dieser Analyse kann eine Bewertung durchgeführt werden, die dann zu konkreten Designvorschlägen für die AUTOSAR- bzw. die MICROSAR-Architektur der Firma Vector Informatik GmbH führen soll.

Das Hauptaugenmerk liegt hier bei Angriffen auf Protokollebene. Umleitung von Netzwerkverkehr mittels ARP-Spoofing, Fälschen von Absenderadressen mittels IP-Spoofing oder auch DoS-Angriffe, die Steuergeräte lahmlegen können, sind einige Beispiele.

Einen Großteil der Betrachtungen nimmt das IPv6-Protokoll ein. Hier sind vor allem beim Neighbor Discovery Protocol (NDP) viele Angriffsvektoren zu finden [1], welche ohne größeren Aufwand ausnutzbar sind. Im Internet Control Message Protocol for IPv6 (ICMPv6) sind Funktionalitäten wie ARP direkt integriert. Informationen für das Zuweisen einer IPv6-Adresse oder über welchen Weg ein Steuergerät seine Daten schicken soll, werden ungeschützt auf dem Netzwerk übertragen. Einem Angreifer ist es theoretisch leicht möglich, sich als Router auszugeben und den Netzwerkverkehr über sich umzuleiten, mitzulesen und zu verändern. Firewalls und Intrusion-Detection-Systems (IDS) können, vor allem in Anbetracht der benötigten Rechenkapazitäten, nur bedingt vor solchen Angriffen schützen, weshalb sich hier Protokollerweiterungen wie Secure Neighbor Discovery (SEND) [2] in Kombination mit Cryptographically Generated Address (CGA) [3] als Lösung anbieten.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Vector Informatik GmbH, Weilimdorf

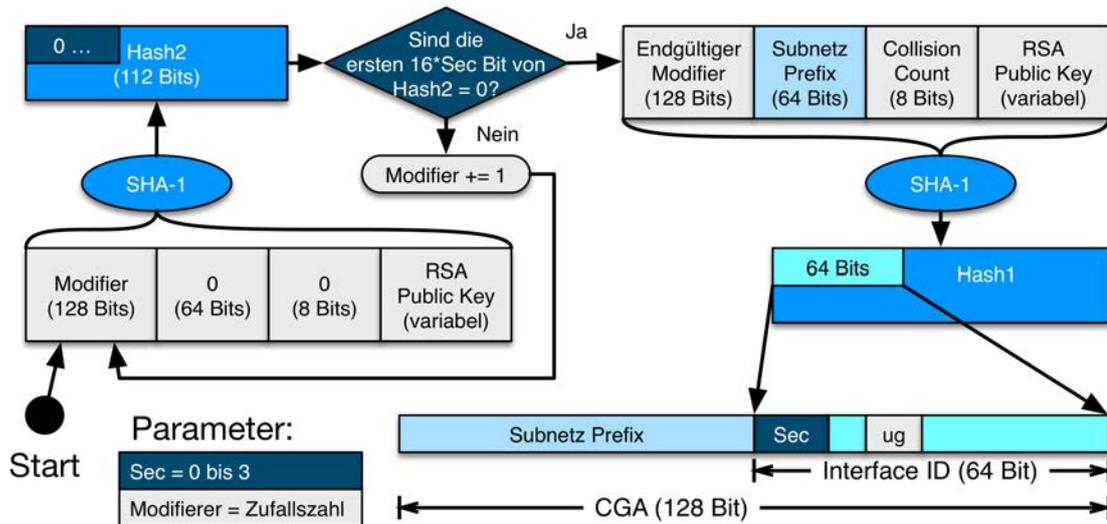


Abbildung 2: Generierung einer CGA (Kryptografisch generierte IPv6-Adresse)

Durch die Verwendung der Mechanismen von SEND und CGA kann sich ein Steuergerät, mit einem RSA-Schlüsselpaar und einem von einem Router erhaltenen Subnetz-Präfix, eine IPv6-Adresse über ein Kryptografisches Verfahren generieren (siehe Abbildung 2). Das CGA-Verfahren und die darin verwendeten Algorithmen werden in der Arbeit genauer betrachtet und auf die Tauglichkeit für Steuergeräte untersucht.

ICMPv6-Nachrichten, können mit dem privaten Schlüssel des Steuergerätes durch eine Signatur unterschrieben werden. Ein Kommunikationsteilnehmer auf der anderen Seite kann somit sein empfangenes Paket auf folgende Bedingungen überprüfen:

1. Passt die CGA (IP des Senders) zum mitgeschickten öffentlichen Schlüssel und den CGA-Parametern?
2. Gehört die Signatur zum mitgeschickten öffentlichen Schlüssel?
3. Ist der Inhalt der Nachricht unverändert?

Des Weiteren ist es mit SEND und eines erweiterten X.509v3-Zertifikats möglich, Router zu zertifizieren. Diese können dann ihre Identität gegenüber einem Steuergerät beweisen und nachweisen, dass sie für den entsprechenden Adressbereich zuständig sind und sich beim Steuergerät als Standard-Route für den Netzwerkverkehr eintragen dürfen. Das Prinzip der Public Key Infrastructure (PKI) findet man auch im Internet beim HTTPS-Protokoll. Hier bestätigt ein Server seine Identität einem Webseitenbesucher mittels eines Zertifikats, welches der Besucher überprüfen kann.

Für einen Angreifer ist es durch SEND nicht mehr möglich, eine Adresse zu übernehmen, sich für ein anderes Steuergerät oder einen anderen Router auszugeben und gefälschte Nachrichten zu verschicken. Beim Aufbau der Verbindungsstrukturen in lokalen Netzwerken kann somit Authentizität und Integrität durch ICMPv6 in Verbindung mit SEND und CGA sichergestellt werden.

- [1] Minoli, Kouns 2008 Security in an IPv6 Environment
- [2] Secure Neighbor Discovery (RFC3971)
- [3] Cryptographically Generated Addresses (RFC3972)

Bildquellen:

- Abbildung 1: Vector Informatik
- Abbildung 2: Hasso Plattner Institut

## Sichere Client-Server-Kommunikation unter Verwendung des Windows .NET WCF Frameworks

Colin Grathwohl\*, Dominik Schoop, Harald Melcher

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Um dem steigenden Kostendruck in Krankenhäusern entgegen zu wirken, werden Patienten heutzutage immer früher von der Intensiv- auf die Normalstation verlegt, auf welcher sie jedoch weiterhin überwacht werden müssen [1]. Da das Pflegepersonal auf der Normalstation teilweise bis zu ein Dutzend Patienten pro Kopf betreuen muss, ist es wichtig, Ihnen Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, um eine kritische Veränderung des Gesundheitszustandes eines Patienten möglichst früh erkennen und darauffolgend auch behandeln zu können.



Abbildung 1: MP5 Patientenmonitor von Philips

In den letzten zehn bis zwanzig Jahren hat sich die Patientenüberwachung deshalb weg von klassischen Messinstrumenten mit alleiniger manueller Auswertung durch das Krankenhauspersonal hin zu komplexen Überwachungssystemen entwickelt. Die Firma Philips Medizin Systeme Böblingen GmbH hat dazu unter anderem die Intellivue Guardian Solution (IGS) entworfen, welche Signale von, ebenfalls von der Firma Philips entwickelt und hergestellten, Patientenmonitoren (siehe Abbildung 1) und anderen Messgeräten in einem Krankenhaus sammeln, speichern und rückblickend über einen Zeitraum von mehreren Stunden auswerten kann. Alle gesammelten Patienten- und Vitaldaten können zudem an jedem dafür

vorgesehenen Computer innerhalb des Krankenhausnetzwerkes über ein Client-Server-System eingesehen werden.

Sollte die Intellivue Guardian Solution bei der Auswertung aller verfügbaren Vitaldaten eines Patienten eine Veränderung des Gesundheitszustandes feststellen, wird automatisch eine sogenannte Notification ausgelöst, welche an allen IGS Clients (siehe Abbildung 2) sowie auf eventuell zugewiesenen Pägern des Pflegepersonals angezeigt wird. Durch dieses Hilfssystem besteht die Möglichkeit, schnell und gezielt auf kritische Situationen reagieren zu können, was sowohl dem Patienten zugutekommt als auch die Kosten einer erneuten Verlegung des Patienten auf die Intensivstation verhindern kann.

Alle Patienten-, Benutzer- und Vitaldaten der Intellivue Guardian Solution werden dabei zentral auf einem Server gespeichert, mit welchem die IGS Clients über sogenannte Services kommunizieren können. Die Services dienen dabei zur möglichst einfachen und schnellen Kommunikation von verschiedensten Objekten auf dem gleichen oder aber auch zwischen verschiedenen Computern.

Da die über das LAN bzw. WLAN des Krankenhauses von einem IGS Server an IGS Clients dediziert weitergeleiteten Alarme, Notifications und Patientendaten in der Regel sensible Informationen enthalten, sind diese unbedingt vor dem unbefugten Zugriff und/oder der Manipulation durch Dritte zu schützen. Dazu muss sich jeder Benutzer eines IGS Clients über den IGS Server und gegebenenfalls über eine Validation durch das IT Enterprise-System des Krankenhauses authentifizieren. Den Clients wird nach ihrer Authentifizierung erlaubt, Patientendaten usw. sowie Realtime Views mit Messkurven von angeschlossenen Patientenmonitoren und Messinstrumenten einzusehen und in ihrem User Interface darzustellen.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Philips Medizin Systeme Böblingen GmbH, Böblingen

The screenshot shows the IntelliVue GuardianSoftware interface. It is titled 'IntelliVue GuardianSoftware - This is not an alarming system' and shows the user 'AnnaBaldini'. The interface is divided into three main sections: Notifications, Worklist, and Chalkboard.

**Notifications Table:**

CG	Location	Patient	MRN	Details	Seve
No Bed	No Bed	Schulz, Katharina	745	MEWS : Observe	Ob
No Bed	No Bed	Mayer, Peter	579	MEWS : Observe	Ob
No Bed	No Bed	Erikson, Sven	135	MEWS : Normal	No
No Bed	No Bed	Latour, Marie	680	MEWS : Normal	No
No Bed	No Bed	Garcia, Dolores	482	MEWS : Normal	No

**Worklist Table:**

CG	Location	Patient	MRN	Status	DueTime
No Bed	No Bed	Erikson, Sven	135		Today 8:3

**Chalkboard Table:**

CG	Tech...	Physi...	Location	Patient	MRN	EWS	SpO <sub>2</sub>	RR	HR/Pls	BP
			No Bed	Erikson, Sven	135	①	°*98	°*15	°*74	°*13
			No Bed	Garcia, Dolores	482	①	°*99	°*14	°*69	°*11
			No Bed	Latour, Marie	680	①	°*97	°*19	°*79	°*14
			No Bed	Mayer, Peter	579	②	°*99	°*17	°*66	°*14
			No Bed	Schulz, Katharina	745	③	°*96	°*20	°*88	°*15

Abbildung 2: IGS Client mit Beispiel Daten

All diese Übertragungen sollen im Rahmen dieser Bachelorarbeit durch spezielle Security Layers des Windows Communication Foundation (WCF) Frameworks nach heutigen Sicherheitsstandards vor eben jenem Fremdzugriff adäquat geschützt werden. Die Security Layers sollen dabei neben einem Session Handling auch die Identifizierung und Authentifizierung der Benutzer sowie eine Verschlüsselung aller verschickten Daten sicherstellen.

Um die Sicherheitsvorteile des WCF Frameworks in der aktuellen Implementierung nutzen zu können, muss dabei die heutige Windows Remoting Kommunikationsschnittstelle mit allen betroffenen Services unter Verwendung von C# und Windows .NET auf das neuere Windows Communication Foundation Framework umgestellt werden.

Da die aktuelle Implementierung von IGS sehr komplex ist, soll zuerst ein WCF Prototyp entworfen werden, welcher die wichtigsten WCF Konzepte wie zum Beispiel Concurrency Management, Fehlerbehandlung, Transactions, Callbacks und Sicherheit behandelt und anhand dessen anschließend Hilfsklassen sowie Konzepte für die eigentliche Implementierung entwickelt und implementiert werden können.

Bei der anschließenden, eigentlichen, Um-

stellung gilt es außerdem zu beachten, dass WCF im Vergleich zu Windows Remoting bei einer Interface Definition zwischen einem WCF Server (Host) und seinen Clients strengere Richtlinien einfordert, um den Übergang zwischen verschiedenen Programmiersprachen so reibungslos wie möglich zu gestalten. Dies kann dazu führen, dass gewisse Methoden der IGS Services, welche C#-eigene Typen verwenden, entsprechend angepasst werden müssen.

Neben der Sicherheit gilt es außerdem, von Philips im Rahmen von großangelegten Tests definierte Performancerichtlinien auf jeden Fall einzuhalten, da die verschickten Daten möglichst zeitnah ausgewertet bzw. angezeigt werden müssen. Bedingt durch den Umstand, dass höhere Sicherheit in der Regel mit einer schlechteren Performance einhergeht, sollen mehrere, durch die WCF Rahmenbedingungen geprägte Sicherheitsstufen entwickelt werden, zwischen welchen möglichst einfach gewechselt werden kann.

Die Auswirkung der verschiedenen Sicherheitsstufen und WCF im Allgemeinen auf die Performance soll nach der Umstellung mit Hilfe von bereitgestellten Simulationstools, welche Alarme, Notifications und Vitalwerte für Patienten in hoher Anzahl in das System einspeisen können, in einem Stresstest analysiert und verifiziert werden.

[1] Van Aken, Hugo: Intensivmedizin, Thieme Georg Verlag, 2006, S. 53.

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Koninklijke Philips N.V., 2014.
- Abbildung 2: Koninklijke Philips N.V., 2014.

## Seamless Dual-Link WLAN Bridging and Fast Roaming in a High-Speed Scenario including Optimization of the Client Bridge Mode and Minimization of the Scanning Time based on the Parallel Redundancy Protocol

Friedrich Haußmann\*, Reinhard Keller

Faculty of Information Technology – Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

winter semester 2014/2015

Modern Rail transportation is experiencing a growing demand for network connectivity. Customers and train operators alike want to connect devices on high-speed trains to the internet, while the needs of both groups differ from each other.

Multimedia systems and direct WLAN [1] internet access for customers are on the verge of becoming an expected service. Alternatively, train operators have a need for CCTV equipment, ticketing and data logging facilities. However, current application ingenuity is only limited by available bandwidth and link quality. Coupling the high bandwidth of WLAN with link quality improvements of PRP yields the best of both worlds.

Connecting the train through Wireless LAN to the ground is an already field-proven solution. Train operators can benefit of being independent of mobile network carriers; free of subscription charges and data fees. Client Bridging even allows for layer 2 (OSI) operation of established industrial protocols.



Abbildung 1: Example application

Compared to usual wireless services, once a train is moving, there are multiple operational effects and problems which need to be solved in order to provide adequate service to users.



Abbildung 2: Hirschmann BAT-F: Ruggedized dual-link WLAN Access Point/Client with PRP

By combining two WLAN links for redundancy, resilience against typical connectivity-issues is increased. Wireless connections are often hindered by short-term interferences, but seldom in both the 2.4 GHz and 5 GHz range simultaneously. Wireless networks using the Parallel Redundancy Protocol (PRP) [2] make transparent use of both links, without requiring existing applications to be adapted.

Within a fast changing enclosed environment, such as a tunnel, signal reflection characteristics are vastly different when compared to open space outdoor section. By using multiple data streams and different frequency-ranges, short-term disturbances can be mitigated while maintaining high network throughput.

Another issue is the time taken for a client to switch from one Access Point (AP) to the next (roaming) which directly influences the connection quality. As a train gains in velocity, the static overhead for connection management also becomes an issue. This overhead reduces the timeframe available for redundant transmissions.

When clients are moving, roaming initiates with the scan for the next possible AP. The client either passively listens for a bea-

\*This thesis was written at  
Hirschmann Automation and Control GmbH,  
Neckartenzlingen

con frame (periodically sent by each AP) or actively requests an AP's information. This process is explicitly unaware of actual deployments for versatility and resilience to sporadic AP unavailability. In the case of typical 802.1X-Radius configurations, the exchange of authentication data can cause an increase in latency. The IEEE 802.11i extension provides mechanisms to address these, such as PMKSA-Caching and Pre-Authentication.

Each roaming decision requires that the backend undergoes reconfiguration, changing port associations for the client's address. Network equipment on the backend needs to be made aware that the client's address is no longer reachable through the old AP, but instead through the port connected to the new AP.

One of the requirements of this topology is that the backend needs to learn, that all the addresses of devices on the train have also moved and are now only accessible through the new AP.

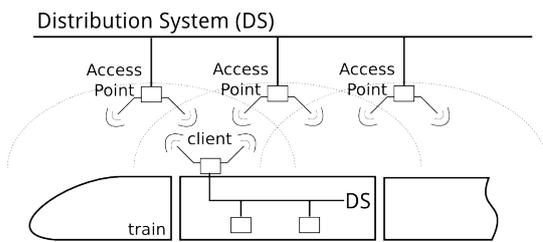


Abbildung 3: Extending the distribution system through WLAN

Complying with all these requirements and then applying them to two links at the same time increases the complexity further. The PRP instance on the client duplicates all frames coming from on-board devices and transmits them over two different APs connected to the

backend. The backend then filters out the duplicates. Since two different APs receive packets from the same on-board devices (resp. addresses) the backend needs to be separated either physically or virtually.

This thesis analyses the combination and effects of using dual-link WLAN with PRP for layer 2 bridging; it inspects roaming decisions and latencies that temporarily prevent redundancy.

A mechanism to offload client responsibilities regarding address learning is proposed, implemented and the improvement of connection quality is verified.

An algorithm to reduce scanning time, without overhead on the WLAN link, is proposed, implemented and pending verification.

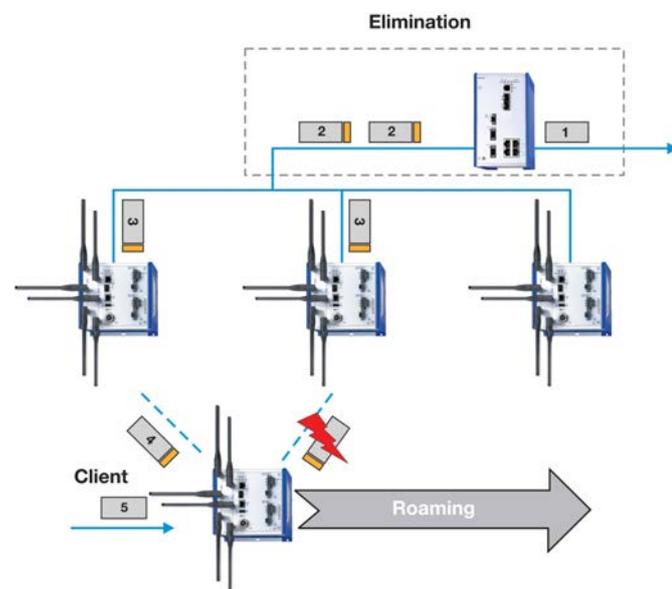


Abbildung 4: Roaming Dual-Link Client with PRP elimination in the backend

- [1] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (2012). 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. New York, USA.
- [2] International Electrotechnical Commission (2012). Parallel Redundancy Protocol (PRP). Industrial communication networks – High availability automation networks (IEC 62439-3 ed2.0). France.

## Entwicklung eines Verfahrens zur Bewertung der Entflammungseigenschaften kleinvolumiger Verbrennungsmotoren in Abhängigkeit von Zündungsparametern

Philipp Kolb\*, Peter Väterlein, Karlheinz Höfer

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Bei der Entflammung des Kraftstoff–Luft–Gemischs in modernen, handgetragenen Motorgeräten sind die Dauer, sowie die Energie des Zündfunken wichtige Kenngrößen. Für diese Kenngrößen gibt es Minimalwerte, die durch das Zündsteuergerät unter allen Umständen bereitgestellt werden müssen, da sonst ein schlechtes Beschleunigungsverhalten auftritt oder die gesetzlich vorgeschriebenen Abgaswerte nicht eingehalten werden können.

Untersuchungen der Brenndauer und Brennenergie werden bislang mit einem Digitaloszilloskop und einer anschließenden Verarbeitung der Messwerte über ein Skript durchgeführt. Dieser Ablauf erlaubt aufgrund der hohen Verfügbarkeit der Messtechnik viel Flexibilität, wodurch aber die Gefahr besteht, dass die Schritte unterschiedlich ausgeführt werden und dadurch die Ergebnisse nur beschränkt vergleichbar sind.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es deshalb, die Brenndauer und Brennenergie direkt aus den Analogsignalen zu erfassen und damit einheitliche Grundlagen zu garantieren. Zur Interaktion mit dem Benutzer ist eine grafische Oberfläche (GUI) notwendig, die einen standardisierten und rekonstruierbaren Messablauf gewährleistet. Des Weiteren wird ein Verfahren entwickelt, mit dem anhand zusätzlicher Messwerte die Wirksamkeit des Zündfunken festgestellt werden kann. Für die Entwicklung dieses Verfahrens wurden zunächst die möglichen Kenngrößen des Motors ermittelt und dabei die folgenden Messwerte näher untersucht:

- Spannung in der Zündleitung
- Strom in der Zündleitung
- Ionenstromeffekte
- Zylinderdruckverlauf

Alle Kennwerte werden mit einem bei der Firma STIHL üblichen Messsystem zur echtzeitfähigen Verarbeitung analoger und digitaler Eingangsgrößen erfasst und entsprechend der physikalischen Zusammenhänge anhand verschiedener Algorithmen verarbeitet. Das Messsystem besteht aus einer CPU mit einer Taktrate von 300 MHz, zwei Analogein-

gangskarten mit Abtastraten bis zu 50 MHz und einer digitalen E/A–Baugruppe. Das Starten und Stoppen von Prozessen sowie das Schreiben und Lesen von Parametern und Daten erfolgt über die Ethernet–Schnittstelle der CPU als zentrale Kommunikationsschnittstelle. Über die programmierbare CPU werden während der Messung alle notwendigen Algorithmen zur Erfassung von Funkenanfang und Funkenende, zur Berechnung der Motordrehzahl und zur Berechnung der Funkenenergie realisiert. Die Programmierung erfolgt in ADbasic, einem BASIC–Derivat der Herstellerfirma Jäger Computergesteuerte Messtechnik GmbH. Der Programmcode muss so gestaltet werden, dass ein Berechnungszyklus in der Zeit zwischen zwei Abtastpunkten fertiggestellt werden kann. Die Abtastrate wird auf die zeitlichen Bedürfnisse zur korrekten Erfassung eines Zündfunken abgestimmt.

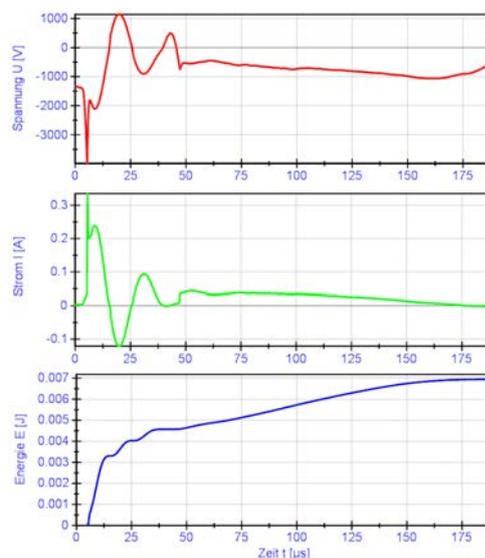


Abbildung 1: Spannung, Strom und Energie einer Magnet–Hochspannungs–Kondensator–Zündung (MHKZ)

Die Zündfunkendauer liegt in Bereichen von  $30\mu\text{s}$  bis  $600\mu\text{s}$ . Dies variiert je nach verwendetem Zündsystem. Ein sehr wichtiger Be-

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Andreas STIHL AG & Co. KG, Waiblingen

reich einer Zündung ist der Funkenkopf. Dieser Funkenkopf tritt direkt nach dem Durchbruch des Funken auf und dauert etwa  $2\mu\text{s}$ . Die Spannungsänderungen können dabei bis zu  $4\text{kV}$  betragen und sind ein wichtiges Erkennungsmerkmal für den Beginn eines Funken. Damit dieser Funkenkopf zuverlässig erfasst wird, wurde die Abtaststrategie nach dem Abtasttheorem von Nyquist und Shannon auf den minimalen Wert von  $1\text{ MSps}$  festgelegt.

Um für diese Abtaststrategie alle Berechnungen ordnungsgemäß durchführen zu können, wurde im Programmcode weitestgehend auf die Verwendung von Gleitpunktzahlen verzichtet. Lediglich bei der Behandlung von Zahlenbereichsüberläufen in dem 32-Bit Zeitmodul musste der erweiterte Zahlenbereich von Gleitpunktzahlen genutzt werden. Erst nachdem die ganzzahligen Messwerte über die Ethernet-Schnittstelle auf den Prüfstandscomputer übertragen wurden, erfolgt eine Skalierung der Werte in ein Format, das den korrekten Wert in Millijoule und Mikrosekunden darstellt.

$$E = \frac{T_U * T_I * t_F * 10^2}{16384^2 * n} * \sum_{k=1}^n \text{abs}(U_{int14}(k) * I_{int14}(k))$$

$T_U$ ..Eingangsteilerfaktor

$t_F$ ..Funkenbrenndauer

Zur Berechnung der Energie wird deshalb die Berechnung der Summe entsprechend obiger Formel auf dem Messsystem durchgeführt. Zur Laufzeit muss nur eine Multiplikation, eine Absolutwertbildung und eine Summe von Ganzzahlen gebildet werden. Die weitere Berechnung mit Gleitpunktzahlen erfolgt zeitunkritisch auf dem Computer.

Um den Funkenanfang und das Funkenende zu erkennen wurden Spannungs- und Stromsignale der Zündung analysiert. Dadurch ergaben sich verschiedene Möglichkeiten, die hinsichtlich ihres Rechenaufwands und der Genauigkeit starke Unterschiede zeigten. Es wurden die 5 untenstehenden Varianten unterschieden.

Var.	Beginn	Ende
1	$\Delta U > a$	$I < d$
2	$I <> 0$	$I < d$
3	$U > b \wedge \Delta U > a$	$I < d$
4	$\Delta I > c$	$I < d$
5	$\Delta U > a$	$I < d \wedge \Delta I < e$

a...e..Parameter

Alle Varianten wurden in Matlab implementiert und seriell verarbeitet um deren Bearbeitungszeiten zu messen. Wie zu erwarten war, ergaben sich bei der Bildung von Ableitungswerten die längsten Bearbeitungszeiten. Die Genauigkeit dieser Varianten war jedoch auch am Höchsten. Für die finale Implementierung wurde für den Funkenbeginn Variante 3 gewählt, da die Ableitungsbildung nur bei Spannungen oberhalb der Durchbruchsspannung notwendig ist. Das Funkenende wurde mit der Variante 5 ausgewertet, da dies die genauesten Werte ergab.

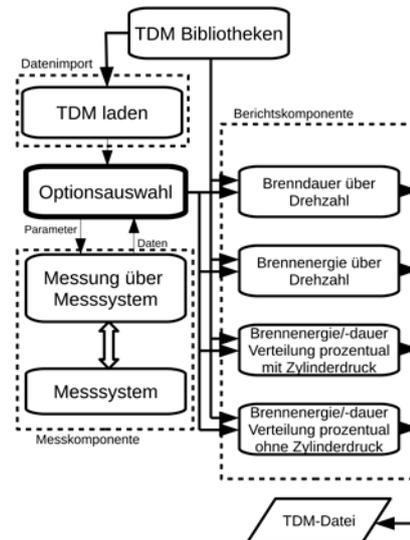


Abbildung 2: Bedienstruktur der Softwarelösung

Die Grundstruktur des Programms wurde mit mehreren grafischen Oberflächen in Matlab programmiert. Damit ist es über eine Schnittstelle ins Datenformat TDM (Technical Data Management) der Firma National Instruments möglich, Daten abzuspeichern oder manuell mit dem Digitaloszilloskop aufgenommene Daten zu importieren und zu verarbeiten.

[1] „Informationsreihe „Fachwissen für Jungingenieure“, Zündung und Steuergeräte“, intern, Andreas STIHL AG & Co. KG, Waiblingen, 2014.

Bildquellen:

- Abbildung 1: eigene Darstellung
- Abbildung 2: eigene Darstellung

# Analyse verschiedener Algorithmen zur Optimierung von Trajektorien für das autonome Parken einschließlich Implementierung in C und Umsetzung in einem Versuchsträger

Boris Krastev\*, Reinhard Keller

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Seit einiger Zeit beschäftigt sich die Automobilindustrie verstärkt mit einem sehr großen Ziel, dem autonomen Fahren. Bei der Anzahl von Fahrerassistenzsystemen, die bereits heute verbaut werden, darf schon bald ein Erfolg erwartet werden. Vergleicht man Fahrzeuge von gestern und heute, so sind die Unterschiede deutlich zu erkennen und das Fahren ohne Fahrerassistenzsysteme wie ABS, ESP etc. ist kaum noch vorstellbar. Alleine durch ESP werden jährlich mehr als 37.000 Unfälle vermieden [1]. Und auch der automatische Abstandsregler ACC hilft etwa 17 % der Unfälle zu vermeiden, die durch falsches Abschätzen des Abstandes entstehen [2]. Aber nicht nur mehr Sicherheit, sondern auch jede Menge Komfort wird durch Fahrerassistenzsysteme geboten, so z.B. der Fernlicht-Assistent, der die Steuerung des Fernlichts übernimmt. Heute stehen nun das autonome Fahren und auch autonom agierende Parksysteme im Vordergrund.

Bei der Entwicklung eines solches Systems entstehen u.a. folgende Herausforderungen:

- Standortlokalisierung
- Ermittlung des befahrbaren Raumes
- Pfadplanung unter Berücksichtigung der Hindernisse

Die Umsetzung kann z.B. dadurch erfolgen, dass Informationen über eine bereits abgefahrte Trajektorie gespeichert werden, wenn der Parkplatz von dem Fahrzeug schon einmal benutzt worden war, denn diese Trajektorie beschreibt dann das komplette Parkmanöver. Standortlokalisierungen, die durch entsprechende Elemente der Sensorik wie GPS, Radar und Kamera gewonnen werden, helfen dann, das Parkmanöver noch einmal genau so zu wiederholen. Außerdem kann das Parkmanöver durch nicht vorhersehbare Hindernisse gestört werden. Dabei ist es auch notwendig, den befahrbaren Raum zunächst ohne Hindernisse zu erkennen. Nach der Verarbeitung dieser Informationen kann das Fahrzeug dann durch diesen Freiraum navigiert werden.



Abbildung 1: Autonom fahrendes Fahrzeug

So ergibt sich als wichtige Aufgabe die Situationsanalyse für ein autonom parkendes Auto, was der Planung der kollisionsfreien Trajektorie zum Zielparkplatz entspricht. Den Ansatz einer Lösung für diese Herausforderung zeigt die vorliegende Arbeit. MATLAB und ADTF unter Linux stellen dazu geeignete Simulationsumgebungen dar. Zusätzlich bietet die Implementierung in der hardwarenahen Sprache C und in C++ für ein Versuchsfahrzeug die Möglichkeit, Lösungsansätze zu testen und zu evaluieren. Vorhandene Arbeiten bieten eine Basis zur Trajektorienplanung, so dass nun mit Hindernissen umgegangen werden muss.

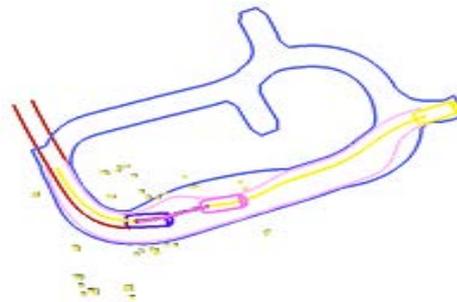


Abbildung 2: Autonom parkendes Fahrzeug in eines Parkplatz

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Daimler AG, Böblingen

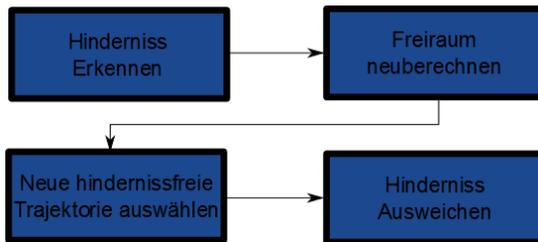


Abbildung 3: 3 Verlauf bei der Erkennung dynamischer Hindernisse

In Abbildung 3 ist der Ablauf zur Umfahrung von Hindernissen aufgezeigt. Wenn ein Hindernis erkannt wurde, werden die Freiräume neu berechnet. Durch eine neu ermittelte Trajektorie kann das Hindernis dann umfahren werden. Alpha-Shapes, Delunay-Triangulierung / Voronoi-Diagramme und verschiedene Suchalgorithmen, darunter eine Erweiterung des Dijkstra-Algorithmus, sind die Grundlagen, auf Basis derer die Schwierigkeiten eines derartigen Parksystems anzugehen sind. Abbildung 4 zeigt die Anwendung einer Delunay-Triangulierung auf erfasste Punkte einer bereits abgefahrenen Strecke. Daraus ist zu erkennen, wie es zur Ermittlung von befahrbaren Räumen kommt. Die Anwendung eines Voronoi-Diagramms auf die gleiche Punktekarte zeigt ein sehr ähnliches Bild.

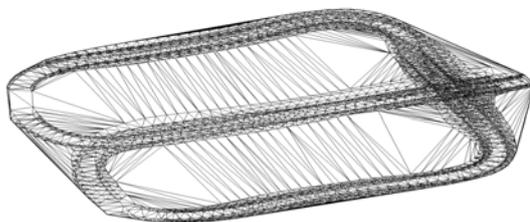


Abbildung 4: Anwendung der Delunay-Triangulierung auf eine Punktekarte einer bereits abgefahrenen Strecke

Dagegen erweisen sich viele Suchalgorithmen, wie die Erweiterung des Dijkstra-Algorithmus A\*, als sehr hilfreich. Da aber

Algorithmen meist immer nur ein Kriterium verfolgen, es aber in der Trajektorienplanung mehrere Kriterien gleichzeitig zu beachten gibt, liefert die Kombination aus A\*-Suchalgorithmus und Dijkstra-Suchalgorithmus eine geeignete Lösung. Diese Lösung wird als K-Shortest-Path-Algorithmus beschrieben. Ein Algorithmus dieses Typs ist K\*-Suchalgorithmus. Einen Erfolg liefert die Übereinstimmung der Simulationsergebnisse mit der Umgebung ADTF unter Linux mit den Ergebnisse aus den Tests im Versuchsfahrzeug, so dass man von einem vorhandenen und als brauchbar einzustufenden Ansatz in Zukunft profitiert.

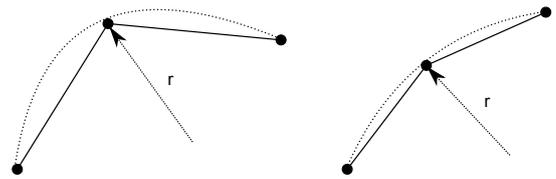


Abbildung 5: Beispiel einer befahrbaren Krümmung und einer nicht befahrbaren Krümmung

Auch wenn der K-Shortest-Path-Algorithmus unter Echtzeitbedingungen den entsprechenden Pfad liefert, ergeben sich trotzdem weitere Schwierigkeiten, welche die nächsten Schritte darstellen. Abbildung 5 zeigt zwei Beispiele zur Glättung eines neu berechneten Pfades, was eine notwendige Voraussetzung für die Anwendung ist. Aus der Abbildung ist auch zu erkennen, dass befahrbare Krümmungen von der maximalen Krümmung des Fahrzeuges abhängen. Außerdem lassen sich, obwohl die Echtzeitanforderungen erfüllt sind, die Suchalgorithmen dennoch hinsichtlich ihrer Latenzzeit optimieren. Es dauert jedenfalls nicht mehr lange, bis es der Fahrer eines PKWs beim Parkvorgang viel einfacher haben wird.

- [1] Ernst Lehmhofer, Fahrerassistenzsysteme machen Autofahren sicherer, 2013  
 Link: [http://www.pcwelt.de/ratgeber/Fahrerassistenzsysteme\\_machen\\_Autofahren\\_sicherer-7505422.html](http://www.pcwelt.de/ratgeber/Fahrerassistenzsysteme_machen_Autofahren_sicherer-7505422.html)
- [2] E.V. Rheinland-Pfalz, ESP, 2009  
 Link: <http://www.landesverkehrswacht-rheinland-pfalz.de/home/themen-und-positionen/esp.html>

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Daimler AG, 2014
- Abbildung 2: Daimler AG, 2014
- Abbildung 3: Eigene Abbildung
- Abbildung 4: Marcel Bruse, Trajectory Determination and Obstacle Avoidance for Supervised Autonomous Parking, 2014
- Abbildung 5: Eigene Abbildung

# Design and Implementation of a Deep Packet Inspection Firewall for a TCP/IP based Industrial Protocol

Dennis Mantz\*, Harald Melcher, Dominik Schoop

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

This thesis investigates the process of developing a Deep Packet Inspection (DPI) firewall application targeting the TCP/IP implementation of the IEC 60870-5-104 protocol. It illustrates lessons learned during development and explores possible reasons which suggest that DPI should be required for control system security as compared to alternative security measures. Finally it explores future challenges such as usability, GUI configuration and „security profiles“ need for viable security deployments in the power industry.

IEC 60870-5-104 (also referred to as IEC 104) is an industrial protocol layered above TCP/IP and is used in electrical power systems to monitor and control remote terminal units (RTUs). Figure 1 shows a simple example IEC 104 network. It contains a control station and a remote controlled station.

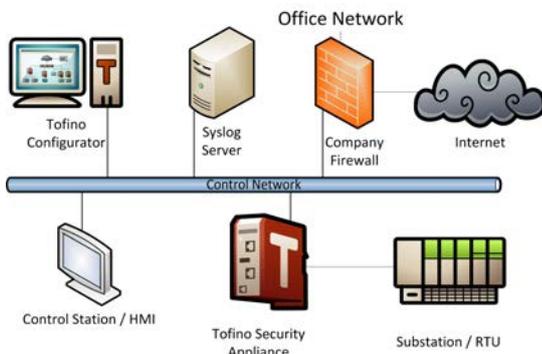


Figure 1: Example IEC 104 network (TCP/IP)

In addition, IEC 104 can be used to transfer Information Objects (IOs) of different data types between controlled and controlling stations. IOs are sent in both monitor and control directions and support advanced features such as clock synchronization and file transfers [1].

Unfortunately, the IEC 104 protocol does not support any authentication or encryption functionality. Similarly to many other protocols used by the power industry, they were designed when security and access restriction were not requirements because control networks were believed to be isolated and low-value targets. However, current industrial networks operate using Ethernet and commonly

adjoin corporate networks. While the convenience and reduction of costs of joining networks are attractive, this may cause security problems for industry by exposing the control system to security vulnerabilities and exploits. Researchers from the Queens University Belfast released a paper [2] which describes in detail how to perform Man-in-the-Middle (MitM) attacks on real world IEC 104 networks. The consequences for both accidental and malicious network events can be expensive and cause catastrophic failures within a Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) environment.

Traditional layer three and four stateful firewalls do not provide sufficient security because fine grained access control for SCADA protocols [3] is non-present. Traditional firewalls can only allow or deny SCADA application layer protocols. They do not have the ability to selectively filter out dangerous SCADA commands or deliberately malformed SCADA messages. Fortunately, Deep Packet Inspection is an advanced technology which can be used to extend the security of firewalls by understanding application layer protocols and allows filtering rules based on protocol fields beyond the TCP header.

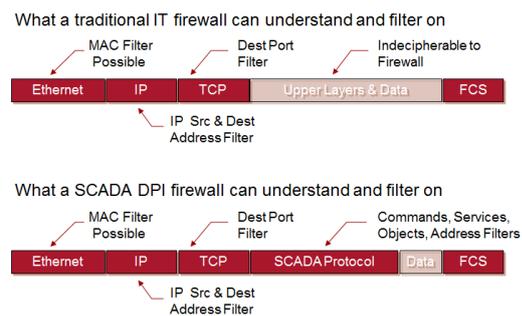


Figure 2: Traditional firewall vs. DPI firewall

Next generation firewalls using DPI functionality are now main-stream products for enterprise information technology (IT) applications. However, developers and operators of industrial control systems (ICS) are not able to deploy advanced technologies due to limited

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Tofino Security, Lantzville, BC Canada

support for industry specific protocols such as IEC 104, DNP3 or IEC 61850 (GOOSE and MMS).

To demonstrate next generation firewall technology, the Tofino Xenon industrial firewall appliance was used as a platform for developing the DPI prototype. It is the latest flagship product of Tofino Security, a division of Belden USA which targets specialized security for industrial networks in the oil, gas and power industries. Security functionality is provided software coined as Loadable Security Modules (LSMs) which allow dynamic loading of security features and customized support onto the Tofino Xenon appliance.

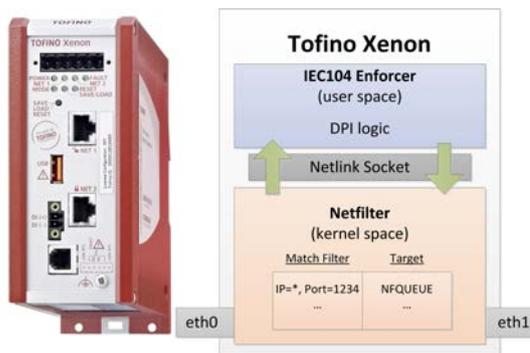


Figure 3: Tofino Xenon (l) and internal schema (r)

The LSMs are written in C and run in an embedded Linux environment. They extend the Netfilter firewall subsystem. Captured packets are sent to user space to be validated and a verdict of either drop or allow is sent back to the Kernel. They are parsed and verified against filter rules read from an XML configuration file that was generated by a configuration tool with a Graphical User Interface (GUI) called the Tofino Configurator (TC).

Several difficulties when creating a DPI application are:

- Vendor specific changes to the applications specification or use a custom protocol extension

- Minimizing latency added by the firewall
- Code modularity to promote reuse and future extension
- All non-IEC 104 specific functionality should be encapsulated in a shared library for reuse.

The DPI application is tested with a Hardware in the Loop (HiL) setup. The tcpreplay tool is used to generate IEC 104 traffic from pcap files which allows repeatable and deterministic test cases.

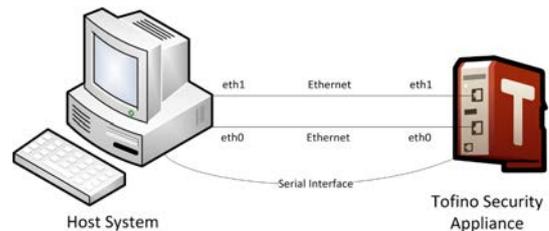


Figure 4: Hardware in the Loop setup

While the DPI LSM for the Tofino Xenon is the main component of this thesis, design decisions regarding the usability of the TC plugin were also essential to the completion of the DPI application.

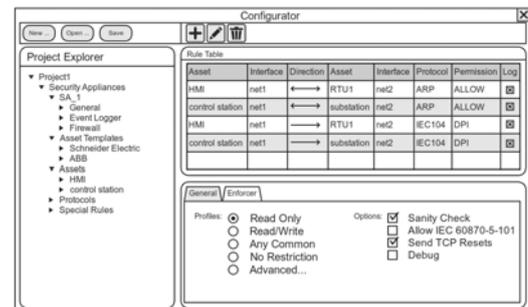


Figure 5: Mockup of the IEC 104 plugin for the TC

- [1] IEC. Telecontrol Equipment and Systems – Part 5–104: Transmission Protocols – Network access for IEC 60870–5–101 using standard transport profiles. The International Electrotechnical Commission, June 2006.
- [2] Peter Maynard, Kieran McLaughlin, and Berthold Haberler. Towards Understanding Man-In-The-Middle Attacks on IEC 60870–5–104 SCADA Networks. Centre for Secure Information Technologies (CSIT) Queen's University Belfast, September 2014.
- [3] Eric Byres. Understanding Deep Packet Inspection for SCADA Security. 2012.

Bildquellen:

- Figure 1: Dennis Mantz
- Figure 2: Tofino Security
- Figure 3: Tofino Security & Dennis Mantz
- Figure 4: Dennis Mantz

## Untersuchung und prototypische Implementierung von Pfadplanungsalgorithmen für einen autonom fahrenden PKW in einem Parkhaus mit MATLAB

Christian Petrik\*, Martin Stämpfle, Reiner Marchthaler

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Autonomes Fahren war einst Teil von Science-Fiction und Zukunftsfantasien. Doch in der Automobilbranche zeigt sich ein starker Trend in diese Richtung. So waren die ersten Automobile rein mechanisch und dienten lediglich der Fortbewegung. Mit der Zeit fand immer mehr Elektronik den Weg ins Automobil um dem Fahrer mehr Komfort und Sicherheit zu bieten. Zum Beispiel kann die Geschwindigkeit bereits automatisch an die des Vordermanns angepasst oder in Notfallsituationen eine Vollbremsung eingeleitet werden. Die Weiterentwicklung der Technik nimmt dem Fahrer immer mehr Aufgaben ab und es ist nur noch eine Frage der Zeit bis selbstständig fahrende Kraftfahrzeuge Teil des Straßenverkehrs sind.



Abbildung 1: PKW in einem Parkhaus

Damit ein Fahrzeug in der Lage ist, vollständig ohne fremde Einwirkung oder Hilfestellung seine Umgebung wahrzunehmen und entsprechend darin navigieren zu können, ist eine Vielzahl verschiedener ineinander greifende Teilsysteme zu realisieren. So müssen Sensorinformationen ausgewertet, ein Abbild der Umgebung erstellt und die momentane Position ermittelt werden. Ein weiteres solches Teilgebiet, welches Thema dieser Arbeit ist, ist die Pfadplanung, welche sich mit der Planung einer zielführenden Trajektorie innerhalb des zugrunde liegenden Abbilds der Umgebung befasst. Diese Arbeit wird im Rahmen eines Projekts angefertigt, das die Zielstellung

besitzt, ein Fahrzeug am Eingang eines Parkhauses verlassen zu können, damit dieses im Anschluss selbstständig im Parkhaus navigiert und einparkt (siehe Abb. 1).

Neben der Kollisionsfreiheit entstehen durch die Verwendung eines PKWs und dessen Bewegungsmodells weitere Anforderungen an die zu planende Trajektorie. So gilt ein PKW als nicht-holonomes System, da dieser nicht jeden seiner Freiheitsgrade direkt beeinflussen kann. Zur Einhaltung dieser Einschränkungen muss bei der Planung eine Trajektorie so konstruiert werden, dass diese sich aus einer Kombination von Kurven und Geradenabschnitten zusammensetzt und trotzdem die gewünschte Zielposition erreicht. Weiter darf, um die Trajektorie tatsächlich verfolgen zu können, der maximale Lenkwinkel des Fahrzeugs nicht überschritten werden. Auch bei einem Übergang zwischen Geraden und Kurvenfahrt darf der Lenkwinkel sich nicht sprunghaft ändern, sondern darf eine maximale Änderungsrate nicht überschreiten [1].

Um die am besten geeignetste Methode zur Pfadplanung eines autonomen Fahrzeugs zu finden, werden Algorithmen näher auf ihre Eignung für die gestellte Anwendung untersucht. In einer Vorauswahl werden, um ein möglichst breites Spektrum von Algorithmentypen abzudecken, Algorithmen ausgewählt, die sich bereits in ihrem Ansatz möglichst stark unterscheiden. Genauer untersucht werden dabei folgende Algorithmen:

- A\*-Algorithmus
- Rapidly-exploring random tree (RRT)
- Potenzialfeldmethode

Der A\*-Algorithmus (siehe Abb. 2) gehört zur Kategorie der kombinatorischen Algorithmen und erweitert den aus der Graphentheorie weit verbreiteten Dijkstra-Algorithmus um eine, auch als Heuristik bezeichnete, Schätzfunktion. Dies ermöglicht dem Algorithmus eine gerichtete Zielsuche bei der immer der Knoten mit den geringsten geschätzten Kosten zum Ziel zuerst erkundet wird.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma IT-Designers Gruppe, Esslingen Zell

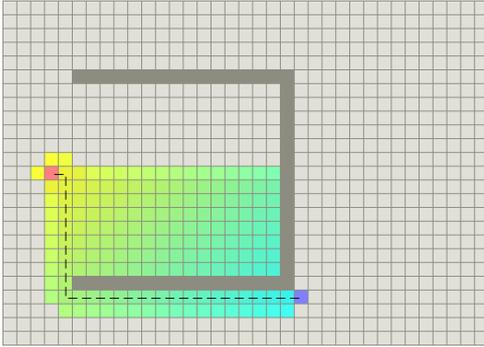


Abbildung 2: A\*-Algorithmus

Der RRT (siehe Abb. 3) gehört zur Kategorie der sampling-basierten Algorithmen und ist besonders gut für mehrdimensionale Systeme sowie nicht-holonome Einschränkungen geeignet [2]. Der RRT erstellt, beginnend bei der Startposition als Wurzel, eine Baumstruktur. Es wird versucht diese mit jeder Iteration zu erweitern indem eine neue Position gesampled und an den Baum angefügt wird, sofern eine zulässige Verbindung existiert. Durch die fortlaufende Erkundung erreichbarer Positionen wird letztendlich eine Verbindung zur Zielposition und somit eine zulässige Trajektorie von Start und Ziel entdeckt.

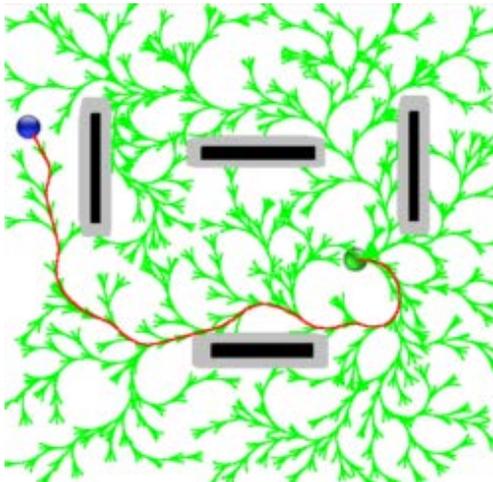


Abbildung 3: Rapidly-exploring random tree

Die Potenzialfeldmethode (siehe Abb. 4) bedient sich, ähnlich elektrischer Ladung, anziehender und abstoßender Wirkungen. Dabei wird der zu navigierende Körper zum Ziel hingezogen und von sämtlichen Hindernissen abgestoßen. Die so entstehende Trajektorie ist kollisionsfrei und erreicht die gewünschte Zielposition, unter der Voraussetzung, dass das Auftauchen lokaler Minima verhindert wird [3].

Im Zuge der Untersuchung werden Kriterien festgelegt und mittels eines paarweisen Vergleichs nach ihrer Relevanz für den vorliegenden Anwendungsfall gewichtet. In einer Entscheidungsmatrix wird bewertet, in welchem Maß die Algorithmen die festgelegten Kriterien erfüllen.

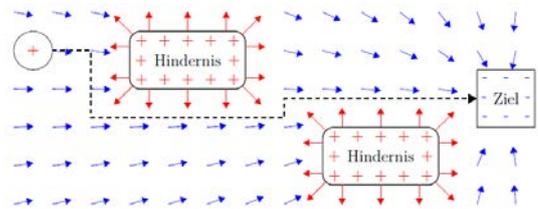


Abbildung 4: Potenzialfeldmethode

Der Algorithmus, der sich als am besten geeignet herausstellt, wird anschließend für die prototypische Implementierung verwendet. Dabei soll in MATLAB eine Anwendung zur Pfadplanung für den beschriebenen Anwendungsfall erstellt werden. Aus der erstellten Anwendung und den gewonnenen Erkenntnissen soll ein geeigneter Lösungsansatz sowie eine Einschätzung der Machbarkeit für eine reale Umsetzung entstehen.

- [1] Fraichard, T.; Scheuer, Alexis: "From Reeds and Shepp's to continuous-curvature paths" Robotics, IEEE Transactions on, vol.20, no.6, pp.1025,1035, Dec. 2004
- [2] S. M. LaValle: "Rapidly-exploring random trees: A new tool for path planning" TR 98-11, Computer Science Dept., Iowa State University, October 1998
- [3] Koren, Y.; Borenstein, J.: "Potential field methods and their inherent limitations for mobile robot navigation", Robotics and Automation, 1991. Proceedings., 1991 IEEE International Conference on, vol., no., pp.1398,1404 vol.2, 9-11 Apr 1991

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: IT-Designers Gruppe – interne Quelle
- Abbildung 2: <http://theory.stanford.edu/~amitp/GameProgramming/AStarComparison.html>
- Abbildung 3: <http://researchweb.iit.ac.in/~suryansh/img/rrtm.png>
- Abbildung 4: Eigene Darstellung

## Konzeption eines Beratungsprozesses im Bereich BigData: Ist-Analyse der Daten im Unternehmen, Marktanalyse, Technologieanalyse und -bewertung, sowie Kosten-Nutzen-Rechnung

Wolfgang Rathgeb\*, Manfred Dausmann

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Big Data ist ein großes Hypethema, das seinen Zenit in den Medien zwar schon hinter sich hat, aber in Firmen noch immer eine große Rolle spielt. Dabei ist zu betachten, dass das Wort bereits vor dem Jahr 2000 bereits verwendet wurde. Massenmarkt tauglich wurde es aber erst vor wenigen Jahren. Google und Facebook sind im Consumerbereich wohl die zwei Firmen, die sich am längsten und meisten mit dem Thema auseinandersetzen. Big Data ist aber kein Produkt, das sich auf, bzw. nur auf den Consumer Markt bezieht, auch wenn hier viele der Daten für Big Data generiert werden. Erst seit dem Hype vor wenigen Jahren ist Big Data auch in der Wirtschaft angekommen und immer mehr Firmen entdecken Datengräber auf den Festplatten ihrer Serverplantagen. Viele Firmen, besonders Große, haben bereits vor Big Data angefangen, Daten zu sammeln, diese aber nie oder nur teilweise ausgewertet.

Diese Daten zu erkennen und nutzbar zu machen ist, das Ziele von Big Data. Da viele große Firmen zwar die Daten im Keller liegen, aber nicht das Know How haben, um diese Daten zu nutzen. Die GPI Consulting GmbH möchte diese Lücke besetzen und die Daten zum Leben erwecken.

In dieser Bachelorarbeit wird für die Beratung und Abschätzung einer Einführung von Big Data eine fundamentale Grundlage geschaffen. Hierfür wird zuerst der aktuelle Markt analysiert, um aufzeigen zu können, welche Daten bereits genutzt werden und zu welchen Ergebnissen diese Nutzung führt. Um nicht durch bereits vorhandene Technologien eingeschränkt zu werden ist, ein Blick über den Tellerrand nötig zu Daten, die noch nicht bzw. nicht umfänglich genutzt werden. Es ist allerdings davon auszugehen, dass eine beträchtliche Menge an Daten bereits genutzt wird. Als Grundlage für dieser Datenverarbeitung und Datenspeicherung soll ein skalierbares und anpassbares System sorgen. Durch den enormen Wachstum der Datenmengen in den nächsten Jahren ist der Aspekt der Skalierung besonders wichtig. Bisherige Systeme und Software waren bisher nicht für die Ska-

lierung ausgelegt und sind nur mit Zusatztools skalierbar, im Gegensatz hierzu stehen die NoSQL Datenbanken. Diese sind in der Regel auf Skalierung optimiert und beherrschen diese standardmäßig. Es ist zu betrachten, welche der NoSQL Lösungen für Big Data geeignet ist und welche Vorteile die jeweilige NoSQL Datenbank im Bezug auf Big Data bringt. Hierfür wird mindestens eine Datenbank je NoSQL Struktur betrachtet. Da die einzelnen Datenbanken neben der Struktur sehr spezialisiert sind, unterscheiden sich diese nicht nur in der Struktur. Deshalb ist es sinnvoll, das Augenmerk nicht nur auf die Struktur zu legen. Unter NoSQL werden insgesamt vier verschiedene Strukturen angeordnet:

- Dokumentenorientierte Datenbanken nutzen unter anderem JSON oder XML Formate, um Daten abzulegen. Da hierbei kein festes Schema festgelegt wird, in dem die Daten abzulegen sind, können Eigenschaften ohne Weiteres hinzugefügt oder weggelassen werden.

- Spaltenorientierte Datenbanken (Column-Family in Abbildung 1) kommen den relationalen Modellen noch am Nächsten, da sie auch auf eine Tabellenstruktur setzen. Sie unterscheiden sich aber wesentlich von der Art der Abfrage und der Orientierung der Daten. Relationale Tabellen werden von links nach recht gelesen, also zeilenweise. Spaltenorientierte Datenbanken werden dagegen von oben nach unten gelesen. Diese Struktur ist besonder gut für Analysezwecke, da dabei die zusammengefassten Inhalte einer Spalte interessanter sind als der Inhalt einer Zeile.

- Graphen Datenbanken spiegeln sehr gut Zusammenhänge von Objekten (z. B.: Person, Produkt) wieder und werden in der Regel nur für diesen Bereich eingesetzt. Dabei wird bei dieser Datenbankstruktur weniger auf Ablage von Daten gesetzt, sondern auf Visualisierung von Zusammenhängen. Durch die extreme Spezialisierung ist diese Datenbank weniger dazu geeignet, außerhalb dieses Rahmens Daten zu finden. In der Praxis werden nur die für diese Zusammenhänge notwendige Daten

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma GPI Consulting GmbH, Stuttgart

abgelegt. Weitere Daten werden dann aus einer weiteren Datenbank entnommen.

– Key-Value Datenbanken eignen sich nur für sehr einfache Datenstrukturen, die mit einem bestimmten Wert abgerufen werden. Einträge bestehen immer aus einem Key, nach dem gesucht wird und einem dazugehörigen Value. Die Form oder der Inhalt des Values

ist nicht genau festgelegt und kann auch ein JSON Objekt sein. Zu beachten ist, dass allerdings immer nur nach einem Key gesucht werden kann. Wird einem Namen z. B. eine ID zugeordnet, und soll nach beidem gesucht werden können, müssten für jeden Datensatz zwei Einträge angelegt werden.

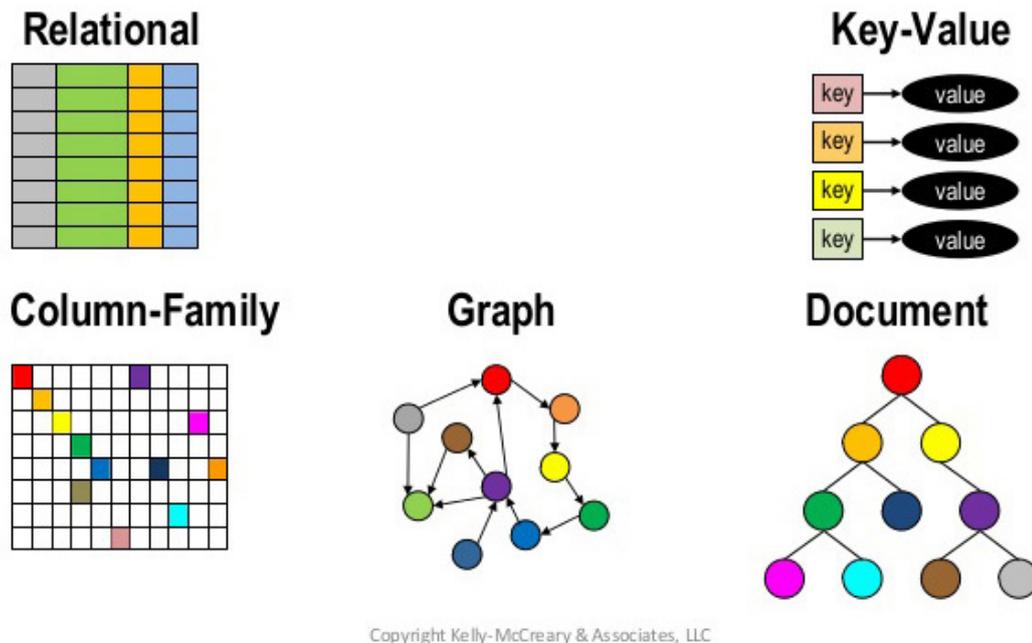


Abbildung 1: NoSQL Strukturen im Vergleich zum relationalen Modell

Zwar sind NoSQL Datenbanken prinzipiell für Big Data geeignet, doch sind die Datenbanken aufgrund ihrer Spezialisierung nicht immer als „all in one“ Lösung einzusetzen. Dies benötigt mehr Know How, das von Entwicklerseite

vorhanden sein muss. Dabei ist abzuschätzen, ob die Kosten den Aufwand rechtfertigen oder ob eventuell auf eine einfachere Programmstruktur zurückgegriffen werden muss, um die Kosten zu minimieren.

[1] Wikipedia-NoSQL <http://de.wikipedia.org/wiki/NoSQL>  
Zugriff: 20.10.2014

[2] BigData in der Praxis - Hanser Verlag eBook,  
Auflage 2014,  
Autor: Jonas Freiknecht

Bildquellen: <http://image.slidesharecdn.com/dataversity-security-131202150027-phpapp01/95/nosql-now-webinar-series-migrating-security-policies-from-sql-to-nosql-5-638.jpg?cb=1386018085> - Zugriff: 01.12.2014

## Entwicklung eines Präprozessors zur Vereinfachung von 2D Umgebungskarten für echtzeitfähige Bewegungsplanung

Jan Reinhardt\*, Jürgen Koch, Walter Lindermeir

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Inzwischen ist die mobile Servicerobotik nicht mehr nur an Forschungszentren und Universitäten in präparierten Umgebungen zu finden, sondern auch in verschiedenen Alltagsszenarien Realität geworden. Um sich in diesen unbekannteren Umgebungen zurechtzufinden, wird eine Vielzahl an verschiedenen Sensoren, wie zum Beispiel Laserscanner oder 3D-Kamerasysteme, eingesetzt. Aus diesen Daten wird mit Hilfe des SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) Algorithmus eine Karte erstellt, welche die befahrbare Fläche durch ein Grundrissprofil in Form von Liniensegmenten repräsentiert. Diese Karten enthalten sowohl sensorprinzipbedingte Artefakte als auch geometrische Details, was zu einer hohen Anzahl von Liniensegmenten führt (siehe Abbildung 1). Darum ist es sinnvoll, die Karte für verschiedene Anwendungen zu optimieren.

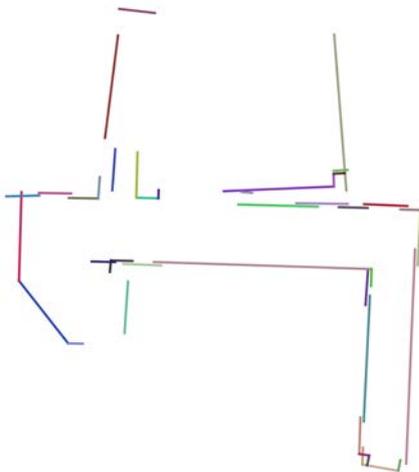


Abbildung 1: Aus den Daten eines bildgebenden Sensorsystems generierte Grundrisskarte

Mit steigender Anzahl der Liniensegmente in einer Karte wächst der Ressourcenverbrauch (Rechenzeit, Speicherbedarf) darauf aufbauender Algorithmen exponentiell. Bei Bahnplanungsalgorithmen kommen häufig Polygonzerlegungen zum Einsatz. In Abbildung 2 ist zu sehen, dass verrauschte Liniensegmente dabei zu aufwendigen Zerlegungen führen.

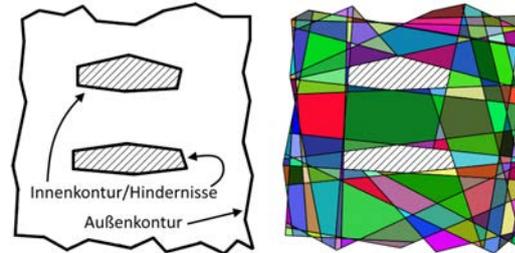


Abbildung 2: Stark verrauschte Karte, links: Grundriss, rechts: komplexe Polygonzerlegung

Aus diesen Gründen wird zwischen der Kartenerzeugung und den Planungsalgorithmen ein Präprozessor implementiert, der die Karten zielgerichtet optimiert. Lokale Details spielen dabei keine Rolle, da die Karten für eine globale Planung optimiert werden. Das Ziel ist der Aufbau einer gefilterten und geglätteten Karte, wie sie in Abbildung 3 zu sehen ist.

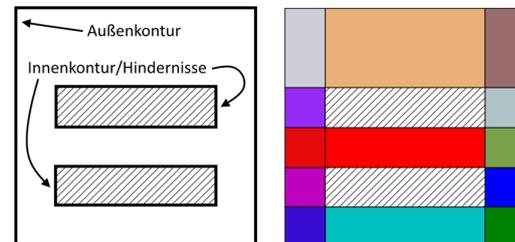


Abbildung 3: Ideale Karte, links: Grundriss, rechts: wenige Polygonzerlegungen

Um diese Optimierungen zu erreichen muss der Präprozessor folgende Anforderungen erfüllen:

1. Aus den unabhängigen Liniensegmenten der Eingabekarte werden geschlossene Konturen erzeugt. Jede Karte besteht aus einer Außenkontur und mehreren Innenkonturen oder Hindernissen.
2. Verschobene oder verrauschte Liniensegmente werden geglättet.
3. Im Vergleich zur Robotergeometrie vernachlässigbare Details wie zum Beispiel Fenster, Türrahmen oder Heizkörper werden geglättet.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, Winnenden

4. Offene Liniensegmente werden durch eine Approximation der realen Kontur geschlossen.
5. Bereiche, die der Roboter wegen seiner Geometrie nicht erreichen kann, werden geschlossen. Beispiele dafür sind der Zwischenraum der Stuhlbeine in Abbildung 4 oder enge Durchgänge.

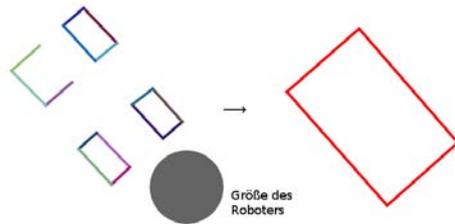


Abbildung 4: Stuhlbeine vor und nach der Bearbeitung durch den Präprozessor

6. Liniensegmente, die annähernd parallel zueinander liegen, sollen in eine Richtung ausgerichtet werden. Liniensegmente, die nahezu orthogonal zueinander stehen, werden genau orthogonal aufeinander ausgerichtet.
7. Die Karte wird automatisch in logische Abschnitte aufgeteilt. Dadurch verringert sich die Komplexität der Berechnungen, da jeder Abschnitt unabhängig von den anderen geplant werden kann.
8. Um den Präprozessor in Verbindung mit verschiedenen Robotergeometrien und Sensorsystemen zu verwenden, muss er parametrierbar sein.

9. Die Bearbeitung einer Karte soll in Echtzeit und mit begrenzten Ressourcen erfolgen.

### Implementierung

Um flexibel verschiedene Karten testen zu können, wurde eine unabhängige Testumgebung entwickelt, die es ermöglicht, den Präprozessor in verschiedenen Szenarien einzusetzen (siehe Abbildung 5). Die Karten können entweder von einem Sensorsystem oder von gespeicherten Textdateien eingelesen werden. Über eine Schnittstelle können die Parameter zur Laufzeit verändert werden. Das Ergebnis wird der Bahnplanung übergeben und in einer graphischen Anzeige dargestellt.

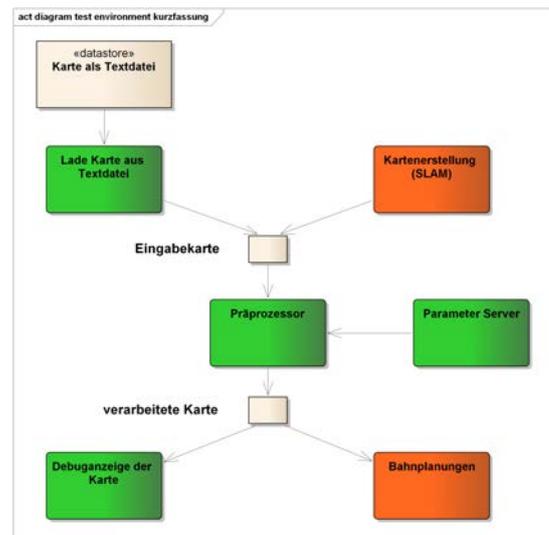


Abbildung 5: Aufbau der Testumgebung

- [1] Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM) Part I The Essential Algorithms, Hugh Durrant-Whyte
- [2] Ein Verfahren zur praxiserfahrenen flächendeckenden Bewegungsplanung professioneller Reinigungsroboter in partiell bekannten Umgebungen, Heiko Hönnige

Bildquellen:

- Abbildung 1–5: Eigene Darstellung

## Entwurf und Umsetzung einer visuellen Fahrerrückmeldung für ein hochautomatisiertes Fahrzeug mit Augmented Reality System

Manuel Richter\*, Manfred Dausmann, Reinhard Keller

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die Technologie Augmented Reality (AR) hat sich schrittweise und beinahe unbemerkt in unseren Alltag geschlichen. Unter AR (in deutsch auch als erweiterte oder angereicherte Realität bezeichnet) versteht man allgemein die Anreicherung der Realität durch künstliche, virtuelle Inhalte [1]. Dabei kommt es zu einer Verschmelzung der Virtualität mit der Realität, bei der im Idealfall eine Unterscheidung zwischen realen und virtuellen Objekten nicht mehr möglich ist. Die ersten Versuche dem Menschen visuelle Informationen einzublenden fanden 1968 statt. Damals bestanden die Systemkomponenten aus großen Computern und Trackingsystemen, die in einem Rucksack getragen werden mussten. Über einen langen Zeitraum hinweg bestanden die technischen Herausforderungen darin, die Informationen korrekt zu verorten und in Echtzeit darzustellen. Der Fokus der User Experience lag allein darin, die Größe und das Gewicht der zu tragenden Hardwareinheit zu reduzieren. Durch die rasante technische Entwicklung in den letzten 46 Jahren, hat sich dieser Fokus verlagert. Die benötigte Hardware wird immer kleiner, leistungsfähiger und günstiger.

AR ist allgegenwärtig und findet heutzutage Anwendung in vielerlei Bereichen. Vor allem in der Luftfahrt, Industrie, Medizin und im Militär ist die Technologie nicht mehr wegzudenken.

Mittlerweile findet AR auch immer mehr Einzug in private Haushalte, denn aktuelle Smartphones verfügen über leistungsstarke Mehrkern-Prozessoren, hochwertige Kameramodule, großen Speicherplatz und eine schnelle kabellose Datenverbindung. Allein in Deutschland besaßen bereits im Februar 2014 ca. 40.4 Millionen Menschen ein Smartphone [2]. Durch diese Entwicklung liegt der Fokus der User Experience heutzutage mehr auf der Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit und der visuellen Darstellung der Informationen. Endanwender legen zunehmend größeren Wert auf ästhetische und elegante grafische Oberflächen.

Auch im Automotive Bereich wird AR bereits seit den 80er Jahren in Form von einfachen Head-up Displays (HUD) eingesetzt. Bis heute werden HUDs als eine Art Informationsfilter angesehen, die den Fahrzeugführer mit wichtigen Informationen versorgen (z.B. Ist- und Richtgeschwindigkeit), ohne dass er seinen Blick von der Fahrbahn abwenden muss.

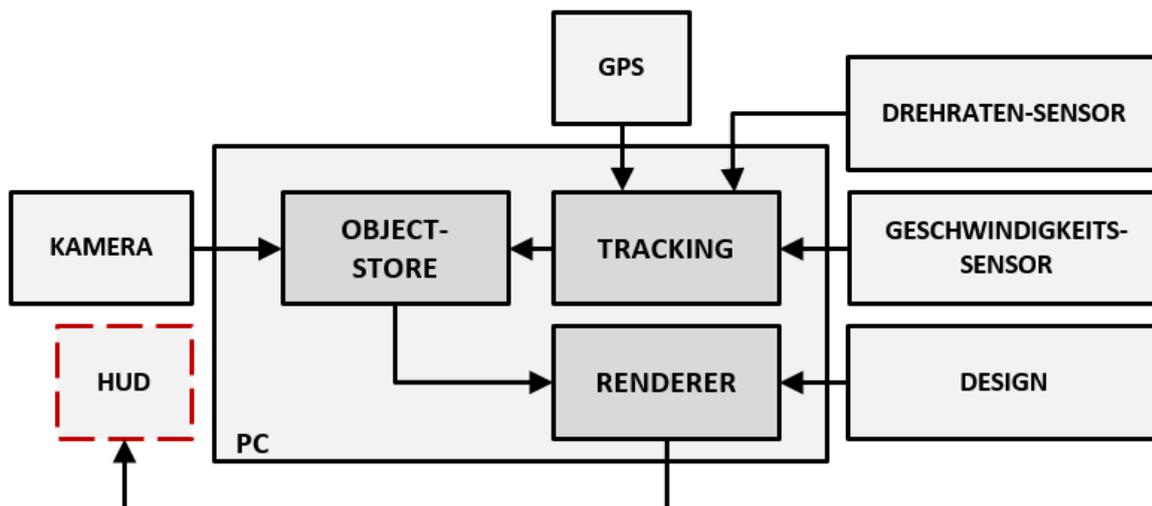


Abbildung 1: Übersicht des AR Systems

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Leonberg



Abbildung 2: Digitaler Prototyp: Markierung vorausfahrender Fahrzeuge

In Zukunft werden hochautomatisierte Fahrzeuge das Autofahren selbständig übernehmen. Durch präzise Vorhersagen und Regelalgorithmen kann dadurch eine Erhöhung der Verkehrssicherheit erreicht werden. Da diese Prozesse jedoch „unsichtbar“ ablaufen, ist es wichtig, dem Fahrer in Echtzeit zu visualisieren, zu welchem Zeitpunkt und wie das Fahrzeug selbständig situationsbedingt eingreift, oder wann der Fahrer selbst eingreifen muss. Dadurch wird das subjektive Gefühl der Kontrolle und der Sicherheit beim Fahrer erhöht.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist der Entwurf und die Umsetzung einer visuellen Fahrerrückmeldung für ein hoch automatisiertes Fahrzeug mit Augmented Reality System. Die Rückmeldung erfolgt über ein kontaktanaloges Head-up Display (kHUD). Im Gegensatz zum einfachen HUD bietet das kHUD den Mehrwert einer perspektivisch korrekten Überlagerung und Verortung von virtuellen Objekten mit der realen Umgebung in Echtzeit.

Der Funktionsumfang des bestehenden

Prototyps wird um zwei weitere Features erweitert: Eine Fahrerrückmeldung für erkannte Verkehrszeichen (z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen) und eine Fahrerrückmeldung, die vorausfahrende Fahrzeuge markiert und den aktuellen Sicherheitsabstand in Echtzeit darstellt. Wichtig hierbei ist, dass die Visualisierungen erwartungskonform sind und so gewählt werden, dass sie dem Fahrer nicht zusätzlich erklärt werden müssen. Durch die Kontaktanalogie ist er nicht gezwungen, abstrakt dargestellte Informationen, wie z.B. Fließtext, auf die reale Straßensituation vor ihm zu übertragen. Dies ermöglicht dem Fahrer ein souveränes und vorausschauendes Handeln.

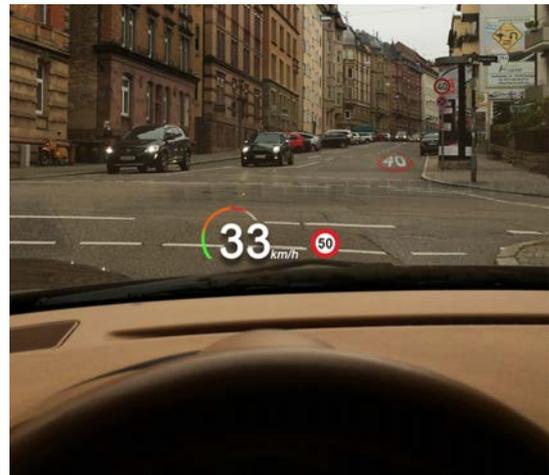


Abbildung 3: Digitaler Prototyp: Kontaktanaloge Verkehrszeichenanzeige

Die dafür notwendige Interaktion zwischen Fahrer und Regelanlage wird entworfen, implementiert und anschließend auf Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit geprüft.

- [1] Ralf Dörner, Wolfgang Broll, Paul Grimm, and Bernhard Jung. Virtual und Augmented Reality (VR/AR) Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.
- [2] Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2014. comScore MobiLens. statista. Deutschland 2014

Bildquellen:

- Abbildung 1–3: Eigene Darstellung

## Konzeption und Realisierung eines MMI durch eine Android-Applikation in einem verteilten System zur Unterstützung eines Verkehrsteilnehmers im innerstädtischen Bereich

Max Schäufele\*, Harald Melcher, Joachim Goll

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die Zahl der in Deutschland zugelassenen Kraftfahrzeuge nimmt stetig zu. In den Jahren 2000 bis 2012 stieg die Anzahl der, beim Kraftfahrt-Bundesamt, registrierten Kraftfahrzeuge von 45 auf 52 Millionen, was einem Zuwachs von 13% entspricht [1]. Daraus folgt eine Zunahme des Verkehrsaufkommens, welche sich insbesondere in Innenstädten negativ auf die Verkehrslage auswirkt. Dies lässt den Schluss zu, dass durch diese Entwicklung immer mehr Stausituationen – besonders zu

Stoßzeiten – entstehen, die den Verkehr beeinträchtigen oder gar zum Erliegen bringen.

Abbildung 1 zeigt auf, dass besonders der so genannte „Stop-and-Go“-Verkehr, welcher durch Stausituationen entsteht, der Umwelt erheblich schadet. Dies lässt sich am erhöhten Schadstoffausstoß erkennen. So ist der Schadstoffausstoß beim „Stop-and-Go“ im innerstädtischen Straßenverkehr um durchschnittlich 50% höher gegenüber dem flüssigen Verkehr.

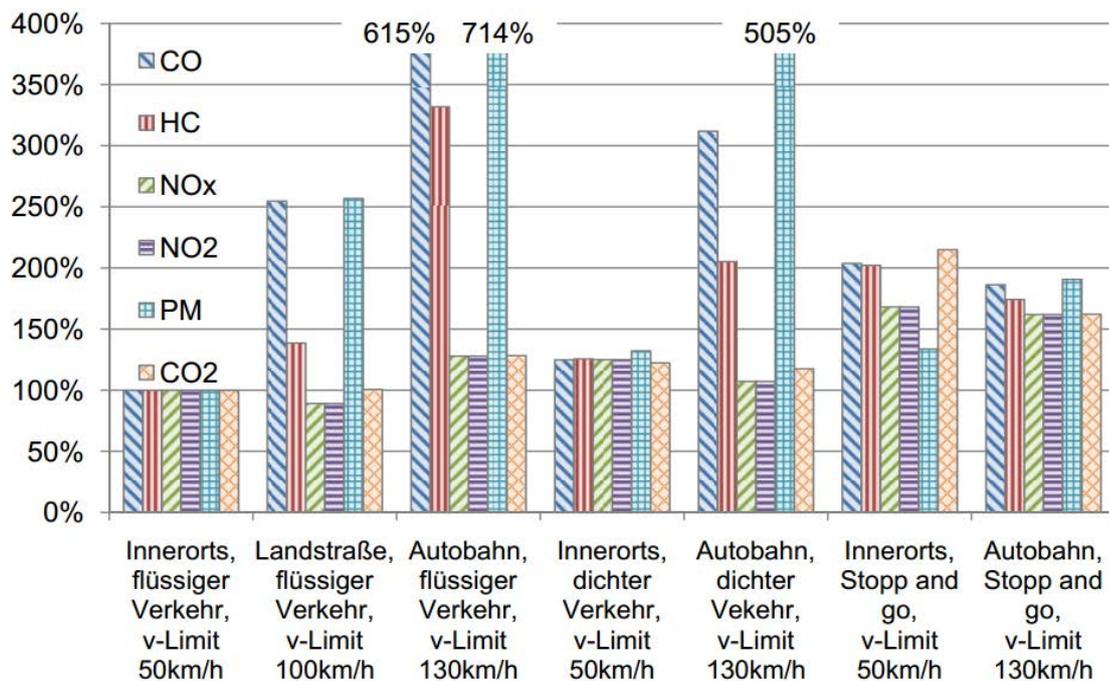


Abbildung 1: Emissionen eines durchschnittlichen österreichischen Otto-PKW (Euro 5) bei unterschiedlichen Fahrsituationen (Innerorts, flüssiger Verkehr, v-Limit 50km/h = 100%)

Durch eine optimale Steuerung der Ampelanlagen im innerstädtischen Bereich, soll positiv auf den Verkehrsfluss eingewirkt werden – was eine Verringerung der Schadstoffemissionen und der Wartezeiten erzielt.

Zur Realisierung eines Systems, zur Steuerung der Ampelanlagen, benötigt dieses Echtzeitdaten der Verkehrsteilnehmer. In der heu-

tigen Zeit ist das Smartphone ein ständiger Wegbegleiter der Deutschen [2] und erfüllt alle technischen Voraussetzungen (GPS, Internetverbindung) um Daten – wie Standort, Richtung und Geschwindigkeit – zu erfassen und zu übermitteln.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit entstand eine Android-Applikation, welche diese Echt-

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma IT-Designers GmbH, Esslingen am Neckar

zeitdaten dem System liefert. Zusätzlich erhält der Verkehrsteilnehmer verschiedene Informationen – wie beispielsweise Verkehrsbelastung und Verkehrsprognose – visuell auf seinem Smartphone angezeigt. So soll die Applikation den Anwender bei seiner Fahrt unterstützen und stellt die Mensch-Maschine-Schnittstelle (engl. „Man-Maschine-Interface“, Abk. MMI) zwischen dem Verkehrsteilnehmer und dem verteilten System dar. Die Anwendung erfasst, durch manuelle Eingabe des Benutzers den Typ des Verkehrsteilnehmers und darüber hinaus die GPS-Position. Aus zwei aufeinanderfolgenden GPS-Positionen berechnet diese den Geschwindigkeitsvektor des Verkehrsteilnehmers. Die Anwendung übermittelt den Verkehrsteilnehmertyp, die GPS-Position und den Geschwindigkeitsvektor in zyklischen Abständen an das System. Zum Schutz der Privatsphäre speichert die Applikation keine persönlichen Daten des Benutzers. Die Kommunikation mit dem System erfolgt anonym; die Identifikation erfolgt durch eine vom System automatisch generierte ID, welche vom ersten Start bis zum Entfernen der Applikation gültig ist.

Darüber hinaus bekommt der Verkehrsteilnehmer, wie in Abbildung 2 zu sehen, verschiedene Verkehrsinformationen dargestellt, welche ihn bei der Fahrt unterstützen. Der Anwender erhält – bei bestehender Verbindung zum System – eine Kartenansicht des umliegenden Verkehrsnetzes, mit der Darstellung von Straßen, Kreuzungen und Ampeln. Sofern Echtzeitdaten vorliegen bekommt der Verkehrsteilnehmer zusätzlich Informationen über die Auslastung der einzelnen Straßenabschnitte. Die Anwendung visualisiert diese zusätzlichen Daten durch farbliche Markierung des bereits dargestellten Inhalts. Dadurch ist der Verkehrsteilnehmer in der Lage überlastete Straßenabschnitte zu umfahren, um so schneller und entspannter an seinen gewünschten Zielort zu gelangen. Ferner entlastet dies den Straßenabschnitt; infolgedessen und mithilfe der optimierten Schaltung der Ampelanlagen kann die Verkehrsbelastung verringert werden. Eine Geschwindigkeitsempfehlung zeigt dem

Verkehrsteilnehmer an, bei welcher Geschwindigkeit dieser möglichst flüssig – ohne an roten Ampeln halten zu müssen – durch den Verkehr kommt.



Abbildung 2: Darstellung der Verkehrsinformationen

Des Weiteren kann der Anwender Verkehrsprognosen abrufen und visuell darstellen lassen. Der Verkehrsteilnehmer spezifiziert dafür den Zeitpunkt und einen Bereich, des Verkehrsnetzes, und erhält eine Darstellung des voraussichtlichen Verkehrsaufkommens.

Die Android-Applikation bietet einen umfassenden Überblick des Verkehrs und ermöglicht dem Anwender so seine Fahrt zu optimieren. Hierdurch gelangt dieser schneller und entspannter an sein gewünschtes Ziel und reduziert darüber hinaus den umweltschädlichen „Stop-and-Go“-Verkehr.

- [1] [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?__blob=publicationFile)
- [2] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonennutzer-in-deutschland-seit-2010/>

Bildquellen:

- Abbildung 1: [http://www.auto-umwelt.at/\\_print/7\\_Fahrstil.pdf](http://www.auto-umwelt.at/_print/7_Fahrstil.pdf)
- Abbildung 2: Eigene Darstellung

## Untersuchung und Erarbeitung eines modernen GUI – Konzepts (Graphical User Interface) für zukünftige Werkzeug-Maschinen, speziell Walzenschleifmaschinen

Daniel Schmid\*, Reiner Marchthaler

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Derzeit werden zur Bedienung von Werkzeugmaschinen spezifische Einzellösungen sogenannte HMI's (Human Machine Interfaces) eingesetzt. Diese HMI's sind sehr oft stark überfrachtet mit Zahleneingaben und Ausgabebereichen und können daher nur schwer als benutzerfreundliche Oberfläche im modernen Sinn bezeichnet werden. Der Bediener benötigt dabei lange Einlernphasen um den vollen Umfang der Maschine zu begreifen und bedienen zu können. Weiterer Nachteil ist auch oft, der große Aufwand an Anpassungsarbeiten wenn sich Hardware oder Betriebssystem Software ändert.

Ziel ist es eine Konzept für eine benutzerfreundliche und moderne GUI zu erarbeiten welche die Grundlegenden Eigenschaften dieser beschreibt. Wichtige Faktoren sind hierbei der Grundaufbau der GUI und die Gestaltung der zugehörigen Bereiche, welche sich durch die „Gestaltgesetze“ beschreiben lassen. Als Gestaltpsychologie wird eine Richtung innerhalb der Psychologie bezeichnet, die die menschliche Wahrnehmung als Fähigkeit beschreibt, Strukturen und Ordnungsprinzipien in Sinneseindrücken auszumachen. Nicht nur Faktoren der Gestaltpsychologie spielen für eine benutzerfreundliche Oberfläche eine Rolle. Ebenfalls ein wichtiger Punkt ist das Prinzip der Vertrautheit. Gesten, Funktionen und bekannte Erscheinungsbilder, welche für viele als „normal“ betrachtet werden, können schneller verstanden und angewendet werden. Diese sind zum Beispiel heute in allen Smartphones, Windows und OS X Betriebssystemen wiederzufinden.

Im ersten Schritt wird für die Erzeugung des Codes die Programmiersprache C# verwendet. Die GUI wird mit dem von den von Microsoft entwickelten WPF (Windows Presenta-

tion Foundation) mittels XAML (Abbildung 1) geschrieben. Als Entwicklungsumgebung wurde zum einen zum Erstellen für Code Visual Studio gewählt und zum anderen wird für die Anbindung an die SPS, Benutzerkontenverwaltung, Alarmsteuerung und Sprachumschaltung VisiWin verwendet.

```
<Window x:Class="MpfApplication1.MainWindow"
        xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
        xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
        Title="MainWindow" Height="350" Width="525">
  <Grid>
    <ListBox Margin="10,10,10,10"
            HorizontalAlignment="Stretch"
            VerticalAlignment="Stretch">
      <ListBox.ItemTemplate>
        <DataTemplate>
          <StackPanel Orientation="Horizontal" Height="100">
            <Image Source="{Binding Image}"
                    Height="70"
                    Width="70"
                    Margin="5,5,5,5" />
            <Label Content="{Binding Name}"
                  Foreground="#FFC8A14"
                  FontSize="25" />
          </StackPanel>
        </DataTemplate>
      </ListBox.ItemTemplate>
    </ListBox>
  </Grid>
</Window>
```

Abbildung 1: Ausschnitt eines XAML Codes

Die erarbeitete GUI soll als erstes, an Walzenschleifmaschinen, im Industrie Bereich Papier-, Stahl-, Aluminium- und bei der Walzenherstellung weltweit zum Einsatz kommen. Bei Walzenschleifmaschinen handelt es sich um Großwerkzeugmaschinen ähnlich einer Drehmaschine die für Werkstückgewichte bis zu 250t und Werkstückdimensionen bis zu 12m Länge und 2,5m Durchmesser gebaut ist. Die Abbildung 2 zeigt einen ersten Entwurf dieser GUI. Eine klare Unterscheidung der Bereiche und sparsamen umgehen mit Texten und Steuerelementen ermöglichen dem Nutzer einen sofortigen Überblick über die gesamte Oberfläche und deren Funktionen.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma ASPro-GmbH, Großbettlingen



Abbildung 2: Abbildung 2 : Entwurf einer benutzerfreundlichen GUI am Bsp. Walzenschleifmaschine

Bildquellen:

- Abbildung 1,2: Eigene Darstellung

## Trajektorien Erzeugung mittels Android Smartphone und Kalman-Filter

Andreas Scholz\*, Reiner Marchthaler, Walter Lindermeir

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

In der heutigen Zeit wurden durch die Informationstechnik viele neue Entwicklungen ermöglicht. Eine Vielzahl dieser neuen Entwicklungen wurden mit Hilfe von Smartphones und deren Sensoren/Schnittstellen ermöglicht. Das Samsung S4, das in dieser Arbeit verwendet wurde, besitzt zum Beispiel ein GPS (Global

Positioning System)–Sensor, einen Beschleunigungssensor, einen Gierratensensor und Magnetsensor (siehe Abbildung 1). Des Weiteren besitzt das S4 verschiedene Kommunikation-Schnittstellen wie Bluetooth, W-LAN oder Infrarotschnittstellen.



Abbildung 1: Sensoren des Samsung S4

In dieser Arbeit wurde eine App für dieses Smartphone entwickelt, mit der man bei einem Objekt eine Trajektorie vorgeben kann. Diese wird durch Ablaufen einer Trajektorie aufgezeichnet und per W-LAN an einen zentralen Server gesendet. Zum Aufzeichnen der Trajektorie wird der GPS-Sensor des Smartphones verwendet. Dieser Server befindet sich auf einem sich bewegendem Objekt und ist in der Lage aus den vom Smartphone gesendeten GPS-Positionen eine zu folgende Trajektorie zu berechnen. Zur Bestimmung der Ausrichtung des Objekts wurde der Magnetsensor des Smartphone benutzt. Hierfür wird das Smart-

phone parallel zum Objekt ausgerichtet und durch den Magnetsensor bestimmten Winkel zum magnetischen Nordpol ist es somit möglich, die Ausrichtung des Objekts zu bestimmen.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt an der Fakultät Informationstechnik



Abbildung 2: Übermittlung der Daten

Die Berechnung der Trajektorie soll zur Bewegung des Objektes in Echtzeit erfolgen.

Für die Berechnung der Trajektorie wurde ein Kalman-Filter eingesetzt. Dieses ermöglicht durch seine spezielle mathematische Struktur die Berechnung in Echtzeit [1]. Basierend auf den Eingangssignalen (siehe Abbildung 3) bestimmt das Kalman-Filter über einen modellbasierte Rekonstruktion (in Form einer kubischen Funktion 3. Grades) den Bahnverlauf. Darüber hinaus reduziert das Kalman-Filter das Messrauschen des GPS-Signals und erhöht somit die Messgenauigkeit.

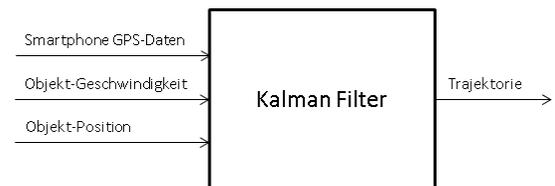


Abbildung 3: Ein- und Ausgänge des Kalman-Filter

[1] Kalman-Filter: [de.wikipedia.org/wiki/Kalman-Filter](http://de.wikipedia.org/wiki/Kalman-Filter) Zugriff am 01.12.2014, Archiviert mit [archive.org](http://archive.org): <http://bit.ly/12jQXPe>

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Samsung Tomorrow: <http://global.samsungtomorrow.com/?p=23610> Zugriff am 01.12.2014, Archiviert mit [archive.org](http://archive.org): <http://bit.ly/1vA2VQx>
- Abbildung 2: Eigene Abbildung
- Abbildung 3: Eigene Abbildung

## Entwicklung eines Algorithmus zur Detektion von Sekundenschlaf durch videobasierte Fahrerbeobachtung

Achim Stoltz\*, Reiner Marchthaler, Werner Zimmermann

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Schläfrigkeit und Sekundenschlaf von Autofahrern sind eine der Hauptursachen für Unfälle im Straßenverkehr. Der Anteil der dadurch verschuldeten Unfälle wird laut einer Studie der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) [1] auf ungefähr 20% geschätzt. Diese Zahlen sind jedoch nur Vermutungen, da bei tödlichen Unfällen die Unfallursache häufig nicht rekonstruiert werden kann. Die Dunkelziffer ist somit voraussichtlich höher als die in der Studie ermittelten Werte.

Sobald Schläfrigkeit auftritt leidet die Selbsteinschätzung des Fahrers, wodurch die Müdigkeit häufig unterschätzt wird [2]. Laute Musik und offene Fenster verringern das Gefühl der Müdigkeit, jedoch wird sie dadurch nicht tatsächlich geringer. Die Gefahr eines Sekundenschlafs besteht weiterhin.



Abbildung 1: Sekundenschlaf am Steuer [3]

Tritt ein Sekundenschlaf bei einer auf der Autobahn nicht unüblichen Geschwindigkeit von 100 km/h auf, werden bei einer durchschnittlichen Dauer von einer halben bis vier Sekunden, ungefähr 14 bis 112 Meter zurückgelegt. In dieser Zeit hat der Fahrer überhaupt keine Kontrolle über das Fahrzeug und die große zurückgelegte Entfernung kann schnell zu einem Verlassen der Fahrspur oder einem Auffahrunfall führen.

Aktuell eingesetzte Systeme zur Müdigkeitserkennung basieren hauptsächlich auf Lenkwinkelsensoren [4]. Die Müdigkeit des Fahrers wird dadurch indirekt über das Lenkverhalten geschätzt. Die eigentliche Gefahr, nämlich das Auftreten von Sekundenschlaf wird durch diese Systeme nicht erkannt. Durch die Verwendung von Eye-Tracking Systemen kann dieser Umstand verbessert werden. Mit diesen Systemen ist eine direkte und berührungslose Messung des Fahrverhaltens möglich und Sekundenschlaf kann auch während der automatisierten Fahrt detektiert werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Klassifikations-Algorithmus zu erarbeiten, der auf Basis von Signalen eines Eye-Tracking Systems Sekundenschlafereignisse erkennt. Wesentliche dafür verwendete Eingangssignale sind dabei das vorverarbeitete Signal zum Augenschluss (Augenöffnung in [m]), die Geschwindigkeit zum Augenschluss und die Blickrichtung.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Abstatt

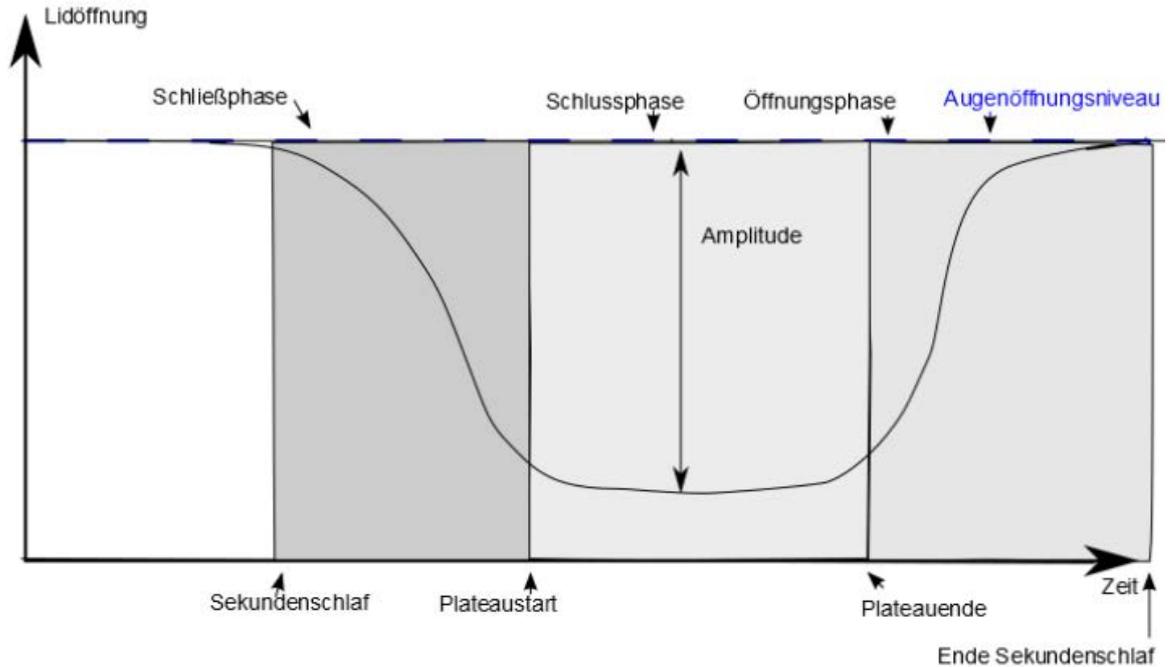


Abbildung 2: Lidöffnung eines Sekundenschlafereignisses, langsamer Lidschluss und lange Plateauphase

Anhand von Fahrsimulator Versuchsfahrten mit einem kommerziell erhältlichen Eye-Tracking System werden vielversprechende Ansätze für die Sekundenschlafereerkennung

prototypisch in Matlab umgesetzt und evaluiert. Als Referenz wird ein manuelles Labeln von Sekundenschlafereignissen in den Versuchsfahrten verwendet.

- [1] Tefft, Brian C. 2010. Asleep at the Wheel: The Prevalence and Impact of Drowsy Driving. Washington, DC : AAA Foundation for Traffic Safety, 2010.
- [2] Platho, Christina; Pietrek, Anna und Kolrep, Harald. 2013. Erfassung der Fahrermüdigkeit. Bergisch Gladbach : Carl Schünemann Verlag GmbH, 2013.
- [3] Monika. 2009. Sekundenschlaf. <http://blog.directline.de/sekundenschlaf>. [Online] 01.04.2009. [Aufgerufen am: 22.11.2014.]
- [4] Sgambati, Frank. 2012. Driver Drowsiness Detection. <http://www.sae.org/events/gim /presentations/2012/sgambati.pdf>. [Online] 26. Januar 2012. [Aufgerufen am: 11. September 2014.]

## Analyse des Analogfilters eines amplitudenmodulierten RFID-Signals und Konzipierung sowie Simulation einer Umsetzung auf digitale Signalverarbeitung einschließlich Realisierung auf Basis eines Mikrocontrollers vom Typ ARM CORTEX M3 mit Optimierung der Laufzeit durch Assembler-Module unter Berücksichtigung von Vorgaben der Maschinensicherheit

Tobias Werner\*, Reinhard Keller, Karlheinz Höfer

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die Welt wird immer digitaler. Viele Geräte, die ursprünglich aus großen Teilen Analogtechnik bestanden, arbeiten heute digital. Digitale Protokolle und Modulationsverfahren drängen die Analogtechnik immer weiter auf das Wesentliche und Unersetzbare zurück. Am anschaulichsten dafür dürfte das digitale Fernsehen sein. Hier existiert nur noch die digitale Variante. Digitalisierung ermöglicht zudem ganz neue Wege. Beim Ersetzen von diskreten analogen Schaltungen durch Umsetzungen in Software, welche auf einem Mikrocontroller ausgeführt wird, ergeben sich neue Möglichkeiten. Bei Einsatz einer flexiblen Technik lässt sich die Software durch Updates aktualisieren und es ist möglich, Funktionen nachzurüsten, ohne das Produkt ersetzen zu müssen. Die Verlagerung der diskreten Analogschaltung in den Mikrocontroller verringert auch den Platzbedarf auf der Leiterplatte, was neue, kleinere Bauformen ermöglicht. Zudem stellen fertigungsbedingte Bauteiletoleranzen oftmals ein Problem dar, das bei einem Wegfall der analogen Bauteile ebenso wie EMV-Störungen minimiert werden können. Die vorliegende Arbeit stellt die Analyse und anschließende Umsetzung eines älteren analogen Schaltungsteils eine digitale Lösung einschließlich Software dar.

Die von der Firma Euchner hergestellten CET-Schalter (siehe Abb.1) sind transpondercodierte Sicherheitsschalter. Sie werden zur Überwachung von Sicherheitstüren z.B. im Maschinenbau eingesetzt. Die Schalter ermöglichen eine Überwachung der Türstellung und, falls erforderlich, eine zusätzliche Zuhaltung dieser. Der CET-Schalter besitzt einen Lesekopf, in welchem über eine Spule und ein Magnetfeld ein RFID-Transponder eingelesen wird. Der Transponder, im Folgenden auch Betätiger genannt, befindet sich an der Türe. Ist die Tür geschlossen, liegt der Betätiger an der Spule an und der auf dem RFID-Chip gespei-

cherte Code kann ausgelesen werden. Dieser wird mit einem im Speicher vorliegenden Code verglichen und bei Übereinstimmung schaltet der CET die Sicherheitsausgänge ein. Damit bietet diese Technik auch hohen Schutz vor Manipulationen, da nur mit dem richtigen Transponder geschaltet wird [1].



Abbildung 1: CET-Sicherheitsschalter

Das RFID-Transpondersignal mit einer Trägerfrequenz von 125 kHz wird dabei amplitudenmoduliert übertragen. Zur Dekodierung wird es gleichgerichtet und mit Operationsverstärkern gefiltert und verstärkt. Eine Hysterese

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Euchner GmbH + Co. KG, Leinfelden

wird zur Festlegung einer Ein- und Abschalt-schwelle benutzt, so dass ein sicherer Abschaltabstand garantiert werden kann. Durch einen Komparator gewinnen die Signalfanken an Steilheit und werden danach durch einen Analog-Digital-Wandler (ADC) abgetastet.



Abbildung 2: RFID-Transponder: Spule mit Chip

Abb.3 zeigt ein Oszillogramm mit dem 125-kHz-Trägersignal (gelb), auf das amplitudenmoduliert Daten aufgebracht wurden. Darüber das gleichgerichtete Signal (blau), welches eingelesen und gefiltert werden sollte.

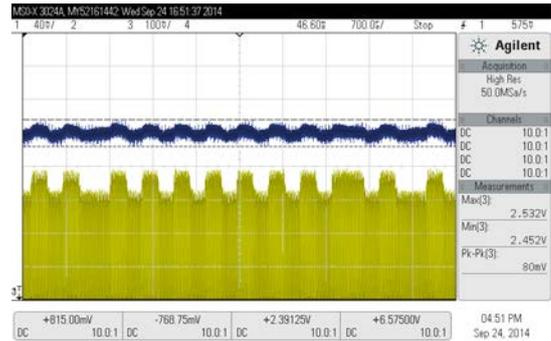


Abbildung 3: 125kHz Trägerfrequenz (gelb) mit gleichgerichteten Signalspitzen

Bei der Umsetzung auf digitale Signalverarbeitung wurde auf den Einsatz von Operationsverstärkern verzichtet und das Signal zu einem frühen Zeitpunkt, direkt nach der nach der Gleichrichtung, abgetastet.

Die digitale Filterung wurde mittels eines FIR-Filters realisiert, welcher als Tiefpass ausgelegt wurde. Abb. 4 zeigt beispielhaft das abgetastete Datensignal und in Rot den durch einen Tiefpass geglätteten Verlauf der Signalkurve.

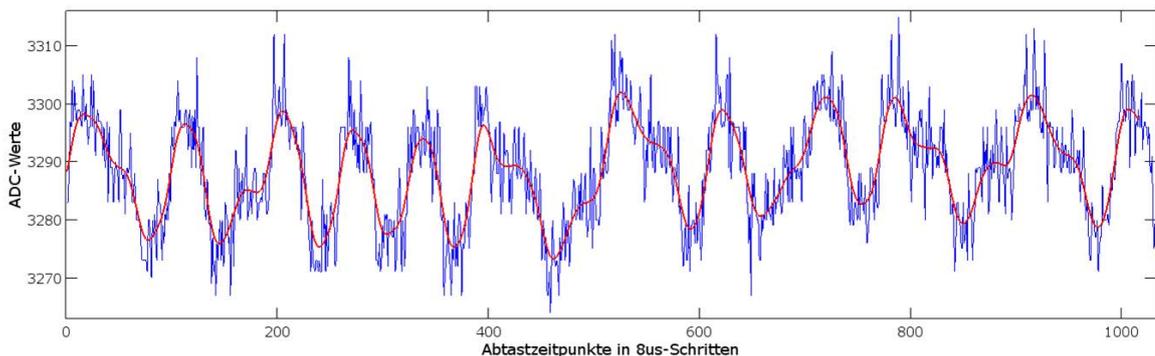


Abbildung 4: Tiefpass gefilterte ADC-Werte

Zur Laufzeitoptimierung wurde auf die Umsetzung in hardware-naher Programmierung mittels Assembler-Modulen zurückgegriffen. Hierbei konnte durch gezielte Ausnutzung al-

ler zur Verfügung stehenden Register sowie des vollen ARM-Befehlssatzes eine effizientere Implementierung als in C erstellt werden.

[1] Euchner GmbH + Co. KG: Transpondercodierter Sicherheitsschalter CET mit Zuhaltung, 05-03/14 Auflage, Oktober 2014.

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Euchner GmbH + Co. KG
- Abbildung 2: <http://www.automatisierung-weingaertner.de/produkte/rfid/tags/tags.html>
- Abbildung 3,4: Eigene

## Konzeption eines neuartigen Verfahrens zur interaktiven Analyse von Messdaten unter Einsatz von Methoden des Data-Mining und Realisierung unter C#/.NET

Stefan Wiedemann\*, Joachim Goll, Manfred Dausmann

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

In dieser Arbeit wird mit Hilfe von Visual Data-Mining eine neue Methode zur Analyse von Messdaten vorgestellt. Es sollen riesige Datenmengen interaktiv in einer grafischen Darstellung ausgewählt, analysiert, verarbeitet und zur Auswertung bereitgestellt werden. Dabei werden die Messwerte speziell auf zeitliche Abhängigkeiten untersucht.

Big Data und Data Mining spielen heutzutage nicht nur in der Informationstechnik, sondern auch in der Wirtschaft und der Politik eine große Rolle. Dies bestätigt die Aussage von Angela Merkel auf der CeBIT 2014:

„Big Data-Technologien können den Verkehrsfluss steuern. Wir haben gesehen, was sie bei der Krankheitserkennung, für medizinische Diagnosen oder auch für die Energieeinsparung tun können – all das ist gesagt worden. Big Data können große Datenmengen mit Mustern versehen. Man kann erkennen, was da eigentlich vor sich geht [1].“

Auch bei der Auswertung von Testfahrten bei Fahrzeugen entsteht eine Unmenge an Messdaten, die für den Regelbetrieb wichtige Informationen liefern. Diese sind oftmals nicht nur unübersichtlich, sondern verwirren durch ihre Vielzahl an Parametern, die auf herkömmlichem Weg nicht mehr auswertbar sind [2]. Abbildung 1 zeigt verschiedene Fahrzeugdaten, die während einer Testfahrt aufgenommen und über die Zeit aufgetragen wurden. Es ist für die menschliche Wahrnehmung bereits sehr aufwändig einen vollen Überblick über alle Signale bewahren zu können. Dabei müssen üblicherweise deutlich mehr Fahrzeugdaten bei der Suche nach fehlerhaftem Verhalten und der Analyse von Testfahrten betrachtet werden. Des Weiteren ist die Analyse dieser Daten bisher ein aufwändiger Prozess, der kaum durch automatisierte Auswertungsverfahren unterstützt wird.

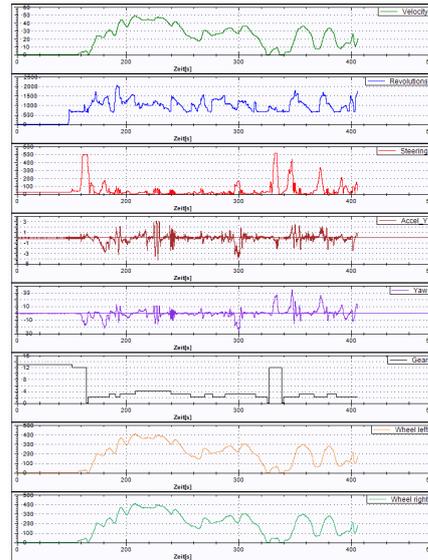


Abbildung 1: Streudiagramme von Fahrzeugdaten

Diese Arbeit stellt eine neue Methode im Bereich des Visual Data-Mining vor. Dabei soll es bei visuell dargestellten Signalen von Zeitreihen möglich sein, interaktiv bestimmte Muster die durch ein versetztes Zeitintervall in Zusammenhang stehen auswählen und darstellen zu können. Dadurch können Daten einer Testfahrt gezielt zu bestimmten Zeitpunkten auf konkrete Abläufe wie Überholvorgänge, Vollbremsungen oder das Überwinden eines steilen Anstiegs überprüft werden.

Dem Benutzer wird es ermöglicht eine interaktive Auswahl auf geplotteten Daten zu treffen, um einen initialen Zustand „A“ und innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters einen Folgezustand „B“ zu suchen. Die Auswahl wird dabei im Plot visuell dar und zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Mit Zustand ist die Auswahl eines Wertintervalls eines Signals gemeint. Dabei wird beispielsweise die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges zwischen 40 und 50 km/h betrachtet und um das Suchkriterium erweitert, ob das Fahrzeug zusätzlich 20 Sekunden später eine stark erhöhte Motordrehzahl aufweist.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma IT-Designers GmbH, Esslingen

Durch diese Möglichkeit muss der Anwender lediglich das Werteintervall für den initial zu betrachtenden Zustand auswählen, einen versetzten Zeitraum durch ein Zeitintervall und anschließend eine Auswahl für das Werteintervall des Folgezustands angeben. Anschließend berechnet ein Algorithmus alle Werte, die das Kriterium des angegebenen Zeitintervalls erfüllen und das Resultat wird dem Benutzer visuell dargestellt.

Die interaktive Auswahl und die Visualisierung der Daten lässt sich besonders effektiv durch die Darstellungsform der Parallel Coordinates realisieren, da diese dem Benutzer nach einer kurzen Einarbeitungszeit einen sehr genauen Überblick über die Fahrzeugdaten liefern. Dadurch können effizient die gesuchten zeitlichen Abläufe in dem Datensatz gesucht und entsprechend ausgewertet werden. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Aspekt:

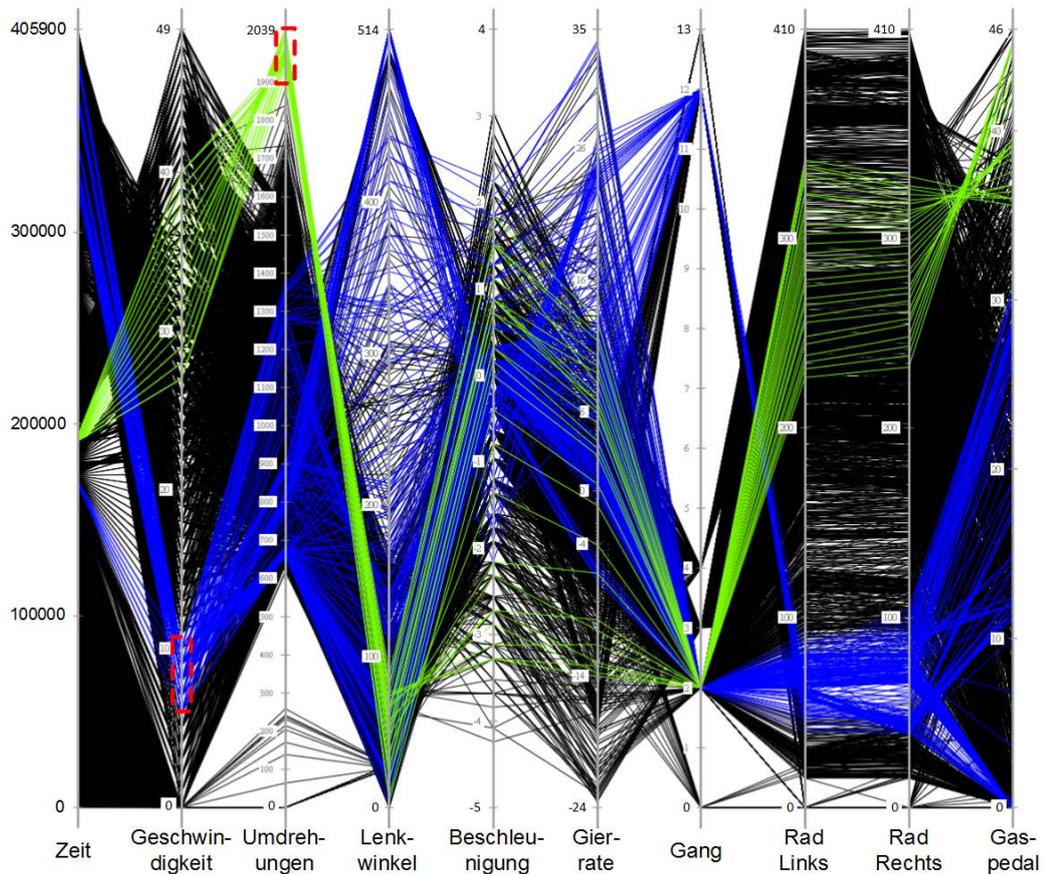


Abbildung 2: Parallel Coordinates mit ausgewählten Mustern aus Fahrzeugsignalen

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Darstellungsform der Parallel Coordinates mit zwei ausgewählten Mustern. Beim ersten Muster – blaue Markierung – handelt es sich um alle Daten, zu deren Zeitpunkt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs einen Wert zwischen 5 und 10 km/h aufweist. Das zweite Muster – grün-

ne Markierung – zeigt alle Daten, zu deren Zeitpunkt die Motordrehzahl über 1900 U/min aufweist. Durch einen Algorithmus können die beiden Muster nun durch Angabe eines Zeitintervalls vom Benutzer auf zeitliche Abhängigkeit überprüft werden.

[1] [www.bundeskanzlerin.de](http://www.bundeskanzlerin.de)

[2] [www.itdesignersgruppe.com/tedradis/](http://www.itdesignersgruppe.com/tedradis/)

#### Bildquellen:

- Abbildung 1: Tedradis-DataMiner
- Abbildung 2: Tedradis-DataMiner

## Analyse und Validierung von Ethernet-Switch-Lösungen in AUTOSAR

Simon Wolf\*, Manfred Dausmann, Jürgen Koch

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

Die Automobilbranche befindet sich im Umbruch. Die Softwareentwicklung nimmt einen immer größeren Teil der Fahrzeugentwicklungskosten ein. Aufgrund der vielen verbauten Steuergeräte (ECUs) wird die Software im Auto immer komplexer und der Kommunikationsbedarf steigt stetig.

Unter anderem wegen dieser Komplexität gründeten Fahrzeughersteller und Automobilzulieferer das AUTOSAR-Konsortium. (Automotive Open System ARchitecture) [1]. Die Softwarearchitektur im Automobil wird durch das AUTOSAR-Konsortium genormt und weiterentwickelt. Auf Basis dieser einheitlichen Architektur wird eine weitgehend hardware-unabhängige Basis-Software (BSW) ermöglicht (siehe Abbildung 1).

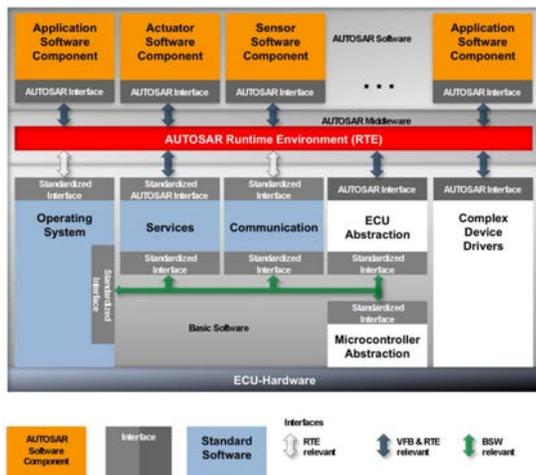


Abbildung 1: AUTOSAR-Übersicht

Aktuell findet ein Paradigmenwechsel in der internen Fahrzeugkommunikation statt. Die bisher bekannte signalbasierte Kommunikation wird um eine serviceorientierte Kommunikation erweitert.

Neben den Bussystemen CAN, MOST, LIN und FlexRay wird zunehmend Ethernet eingesetzt. Botschaften über CAN werden nach dem Broadcast-Prinzip vermittelt. Ethernet unterstützt neben Broadcasts zusätzlich Uni- und Multicasts.

Ethernet kann bei Anwendungen mit hohen Datenraten eingesetzt werden, da es eine deutlich höhere Datenübertragungsrate (100 MBit/s bei Fast-Ethernet) unterstützt. Begünstigt wird die Verwendung von Ethernet durch den zunehmenden Bedarf an hoher Datenübertragungsrate insbesondere bei kamera-basierten Systemen.

Ein großer Unterschied zwischen dem allgemein bekannten Fast-Ethernet (IEEE-Standard) und dem Ethernet im Fahrzeug ist die Bitübertragungsschicht (OSI-Schicht 1). Sie ist von der OPEN Alliance (One-Pair Ether-Net) speziell für den Automobilbereich genormt und trägt den Namen „BroadR-Reach“. Diese kann, wie bei Fast-Ethernet, 100 Mbit/s im Voll duplex übertragen. BroadR-Reach benötigt zur Übertragung von 100 Mbit/s in beide Richtungen jedoch nur eine verdrehte Zweidrahtleitung (Twisted Pair). [2]

Mögliche Einsatzgebiete von Ethernet im Fahrzeug sind:

- ⇒ Fahrerassistenzsysteme,
- ⇒ Infotainment (Audio und Video),
- ⇒ Backbone-, Gateway- und Diagnosefunktionalität,
- ⇒ autonomes Fahren,
- ⇒ CAR2X.

Ethernet wird als geschichtete Stern-Topologie betrieben. Dabei bilden Ethernet-Switches den zentralen Sternpunkt.

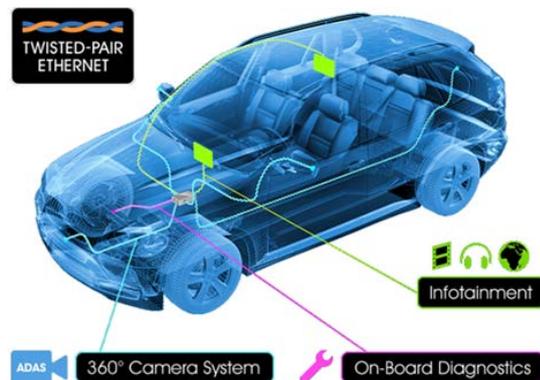


Abbildung 2: Einsatzmöglichkeiten der BroadR-Reach-Technologie im Automobil

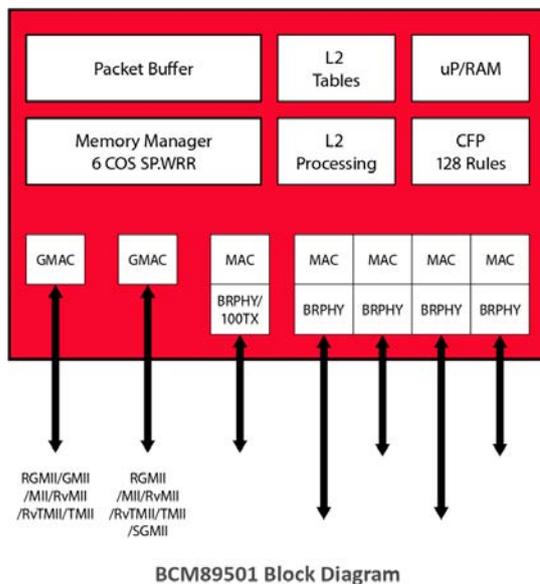
\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Vector Informatik GmbH, Stuttgart

Die Integrationsfähigkeit von zwei Ethernet-Switch-Lösungen in das AUTOSAR-Umfeld wird in dieser Bachelorarbeit analysiert und verifiziert.

Die erste Möglichkeit ist einen externen Switch einzusetzen. Dabei wird ein weiterer Chip benötigt, der den Ethernet-Switch enthält. Die zweite Herangehensweise ist die Verwendung eines internen Switch. Dort ist die Switch-Funktionalität direkt in der Host-CPU implementiert.

Ziel dieser Arbeit ist es festzustellen, welches Ethernet-Switch-Konzept (intern vs. extern) sich besser für die typischen Anforderungen im Fahrzeug eignet. Dies wird anhand der folgenden Ethernet-Switches untersucht.

Die erste Variante ist ein externer Ethernet-Switch mit der Bezeichnung BMC89501 (siehe Abbildung 3) von Broadcom [3]. Dabei ist die Host-CPU per MII (Medium Independent Interface) am BCM89501 angeschlossen.



BCM89501 Block Diagram

Abbildung 3: Blockschaltbild der externen Switch-Lösung

Konfiguriert wird der Switch über SPI (Serial Peripheral Interface). Der BMC89501 hat neben vier BroadR-Reach-PYHs noch einen Anschluss nach Fast-Ethernet-Standard.

Bei der zweiten Variante ist der Switch direkt auf der Freescale MPC5748G-CPU integriert. Es handelt sich um einen Drei-Port-Switch, d. h. er verfügt über zwei IEEE-Ports nach Fast-Ethernet-Standard, sowie einen internen Anschluss (MII) zur CPU.

In beiden Fällen wird die eigentliche Anwendung der ECU auf der Host-CPU implementiert, die Switches stellen die Verbindung zu weiteren ECUs bereit. Die Ethernet-Switches unterstützen virtuelle lokale Netze (VLAN) und Priorisierung von Netzwerkverkehr (Traffic-Shaping).

Um eine fundierte Aussage darüber treffen zu können, welches Ethernet-Switch-Konzept im Fahrzeug das geeignetere ist, werden Software-Tests und Performance-Messungen mit beiden Switch-Varianten durchgeführt. Es werden funktionale und nicht funktionale Anforderungen für Ethernet-Switches aus den AUTOSAR-Dokumenten abgeleitet und analysiert. Aus diesen Anforderungen werden Testspezifikationen erstellt und Tests durchgeführt. Dazu zählen unter anderem die Messung der Startzeiten, maximaler Datendurchsatz, Paketverlustrate, sowie die benötigten internen Ressourcen (RAM- und ROM-Verbrauch). Die Tests dienen dazu, die Vorteile der jeweiligen Switch-Lösung zu finden. Für eine hohe Prüftiefe werden die konkreten Anwendungsfälle der Ethernet-Switches (z.B. Flash-Programmierung einer ECU über den Switch) nachgestellt und analysiert.

- [1] AUTOSAR Konsortium: [www.autosar.org/](http://www.autosar.org/)
- [2] OPEN Alliance SIG: [www.opensig.org/about/the-technology/](http://www.opensig.org/about/the-technology/)
- [3] Broadcom: [www.broadcom.com/collateral/pb/89500\\_89501-PB00-R.pdf](http://www.broadcom.com/collateral/pb/89500_89501-PB00-R.pdf)

Bildquellen:

- Abbildung 1: AUTOSAR-Konsortium, [1]
- Abbildung 2: OPEN Alliance SIG, [2]
- Abbildung 3: Broadcom, [3]

## Entwurf und Realisierung einer Transformation von XML-Daten aus einem ALM-System in einen Versuchsbericht

Dominic Zettl\*, Manfred Dausmann, Reinhard Keller

Fakultät Informationstechnik der Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Wintersemester 2014/2015

XML zählt heutzutage immer noch zu dem meist verbreiteten Hilfsmittel, wenn es darum geht Daten zwischen Anwendungen auszutauschen. Außerdem setzen etablierte Office-Anwendungen bei der Datenhaltung auf XML. Die auf XML basierten Daten lassen sich sehr einfach in das gewünschte Zielformat transformieren. Daraus ergibt sich das Ziel dieser Bachelorarbeit. Aus einer bestehenden API soll ein XML-Dokument generiert werden, welches als Datenbasis für einen Versuchsbericht dient. Der Bericht wird mit einer XSL-Transformation anschließend in das gewünschte Zielformat transformiert. Das abschließende Dokument soll über eine grafische Oberfläche individuell anpassbar sein. Das Programm wird in einer Versuchsabteilung der Firma Festo verwendet und ist speziell für automatisierte Prüf-abläufe konzipiert. Bei einem automatisierten Prüf-ablauf ist es möglich, dass dieser über Tage hinweg ein bestimmtes Produkt testet. Nach Ablauf des Tests sollen die Ergebnisse in ein ALM-System hochgeladen werden und anschließend das zu entwickelnde Programm aufgerufen werden, um einen Versuchsbericht für den Test zu erhalten. Zuvor wurden diese Versuchsberichte per Hand erstellt. Der Benutzer kann zusätzlich zu den Daten aus dem ALM-System eigene Daten in den Versuchsbericht eintragen, indem er ein eigenes HTML-Dokument in das System hinzufügt.

Ein Teil der benutzerspezifischen Daten, die für jede Berichtsart wichtig sind, werden mittels ID's an eine vorgegebene Position des Berichts hinzugefügt. Daher hat das HTML-Stylesheet zwei Eingabedokumente: die XML-Daten und die Benutzerdaten in Form von HTML. Das Stylesheet transformiert diese beiden Eingabedokumente in ein HTML-Dokument. Dieses HTML-Dokument dient als Grundstruktur für die weitere Transformation in das letztendliche Ausgabeformat und wird in der grafischen Oberfläche als Vorschau angezeigt. Als Ausgabeformate dienen die Formate DOCX und PDF. Für diese Formate wird jeweils ein Stylesheet benötigt, um das HTML dorthin zu transformieren. Für das benutzerspezifische HTML-Dokument ist zu beachten, dass alle Regeln von XML eingehalten werden,

es also wohlgeformt ist. Aus den beschriebenen Dokumenten ergibt sich das Gesamtsystem in Abbildung 1.

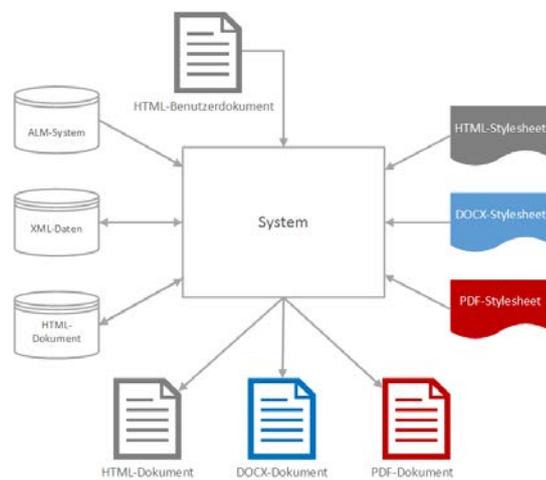


Abbildung 1: Übersicht über das Gesamtsystem

Um eine XML-Datei in eine PDF-Datei zu konvertieren, wird diese zuvor in Formatierungsobjekte umgewandelt. Die Grundlage hierfür ist die Extensible Stylesheet Language for Formatting Objects (XSL-FO), sie beschreibt dabei die Formatierung und Darstellung des Inhalts. Das bedeutet, dass das HTML-Dokument in ein anderes Vokabular zur Beschreibung des Inhalts übersetzt wird.

Für das Format DOCX wird Office Open XML verwendet, welches als ein Standard für XML-basierte Dokumente nach der Norm ISO/IEC 29500 gilt [2]. Ein Office Dokument besteht dabei aus einem Packet von mehreren XML-Dateien und ist im Grunde ein ZIP-Archiv [1]. Der Aufbau einer Word 2007 Datei wird in Abbildung 2 dargestellt.

\*Diese Arbeit wurde durchgeführt bei der Firma Festo AG & Co. KG, Esslingen Berkheim

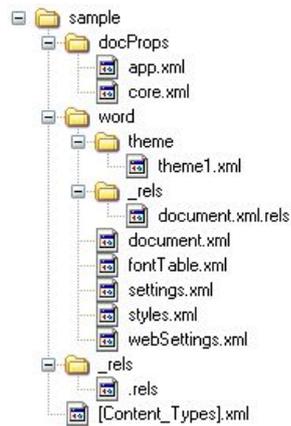


Abbildung 2: Aufbau einer DOCX-Datei

Damit die Software von dem Prüfstandsprogramm aufgerufen werden kann, wird diese als eine Funktionsbibliothek entwickelt. Die Bibliothek soll so entworfen werden, dass weitere Ausgabeformate ohne großen Aufwand hinzugefügt werden können. Die grafische Oberfläche soll auf dem Prinzip des Architekturmusters Model-View-ViewModel (MVVM) basieren und mit Hilfe der Windows Presentation Foundation erstellt werden. Dadurch wird die

Logik, Datenhaltung und Oberfläche voneinander unabhängig. Mit der Oberfläche sollen sich die Zusatzinformationen aus dem HTML-Dokument des Benutzers per Drag & Drop in das Baumdiagramm des Versuchsberichts einfügen lassen. In der Vorschau wird der Bericht angezeigt und aktualisiert. Außerdem soll es dem Benutzer möglich sein, mit Hilfe von Filtern bestimmte Teile des Versuchsberichts auszublenden. Die prototypische Benutzeroberfläche wird in Abbildung 3 dargestellt.

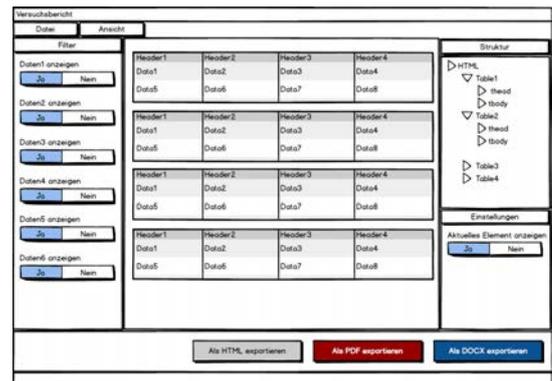


Abbildung 3: Prototypischer Aufbau der Benutzeroberfläche

- [1] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb266220%28v=office.12%29.aspx>  
 [2] Helmut Vonhoegen: Einstieg in XML, Galileo Press, 2011, S. 524

Bildquellen:

- Abbildung 1: Eigene Darstellung
- Abbildung 2: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb266220%28v=office.12%29.aspx>
- Abbildung 3: Eigene Darstellung

