

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

a structured approach

Jan Depke

jan.depke@informatik.haw-hamburg.de

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

14. Juni 2012



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

1 Core Umfeld

Core Umfeld

2 Related Work

Related Work

3 Ausblick

Ausblick

4 Literatur

Literatur



- ECU-Dichte steigt
- Bandbreitenanforderung steigt
- Echtzeitanforderungen
- automotive realtime backbone, 3 traffic-Klassen
- Switch, Microcontroller, Simulation
- Demonstrator, Kamera, Scheinwerfer

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

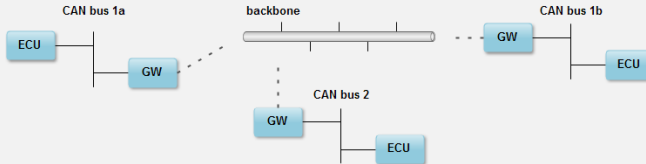
Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur



- CAN und realtime ethernet backbone
- cross domain CAN
- distributed CAN

- Weiterverwendung von legacy devices
- Brüche der Busspezifikation
- Veränderungen der Protokollsemantik
- Veränderungen des Applikationsverhaltens
- schedule planning & validation

Relaying Controller Area Network Frames over Wireless Internetworks for Automotive Testing Applications

Mathias Johanson, Alkit Communications, Sweden
Lennart Karlsson, Luleå University of Technology, Sweden
Tore Risch, Uppsala University, Sweden
IEEE 2009

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

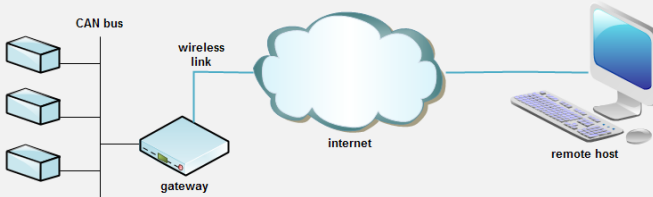
Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur



Repräsentiert die Klasse der “straight forward” Ethernet ↔ CAN Adapter

1 Problemfelder

- fehlertolerantes Übertragungsprotokoll
- ID mapping
- CAN frame encapsulation
- TCP/IP frame filling, overhead

2 Lösungsansätze

- bevorzugt TCP statt UDP
- Gateway filtert nach vordefinierter Vorschrift
- “tunneling protocol” wird entwickelt
- TCP/IP frame filling, overhead

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

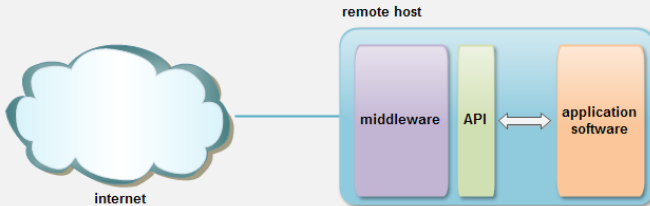
Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur



- CAN Anwendung nutzt SAE J2534
- Rückkanal erfordert Einplanung zu Designzeit

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

CAN Emulation in a Time-Triggered Environment

Roman Obermaisser, TU Wien, Österreich
IEEE 2002

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

1 alternating window

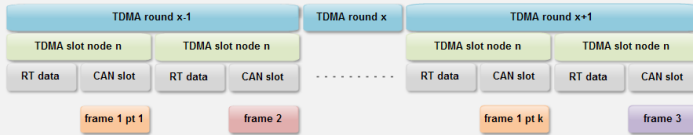
- unterschiedliche medium access protocols notwendig
- TDMA im TT Fenster, anderes (Byteflight) im ET
- ET Fenster nicht voll ausgenutzt
- Kollisionskontrolle zw. ET & TT notwendig
- Flexray

2 layering TT on ET services

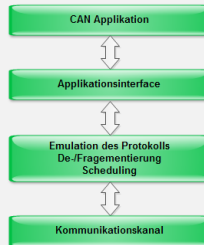
- nur 1 medium access protocol, ET
- Einschränkungen aus ET wirken auf TT, Zeit für Arbitrierung
- ET services wie Arbitrierung, Kollisionserkennung unnötig
- TTCAN Protokoll

3 layering ET on TT services

- nur 1 medium access protocol
- packet service, TT Slot Ausnutzung optimal
- software layer interface für CAN Applikationen
- keine Kollisionkontrolle zw TT & ET notwendig



- kein "babbling idiot"
- knotenexklusive Bandbreite
- gateway-Charakter
- erfordert neue controller
- interface kann erweitert werden



Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

Design Principles for Communication Gateways

Gregor von Bochmann, Universität von Montreal, Kanada
Pierre Mondain-Monval, Universität von Montreal, Kanada
IEEE 1990

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

1 service primitives

- typisch: Paare aus "request" und "indication" events

2 communication service subset

- Option 1: Einigung auf größten gemeinsamen Teiler
- Option 2: Erweiterung auf umfangreicheren service
- Option 3: wie Option 2, zusätzlich allgemeine Erweiterungen
- Optionen 2 & 3 müssen auf allen hosts implementiert sein

3 service concatenation

- Option 1: Services mit identischen interfaces
- Option 2: Services mit unterschiedlichen interfaces
- Option 3: unterschiedliche Services

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

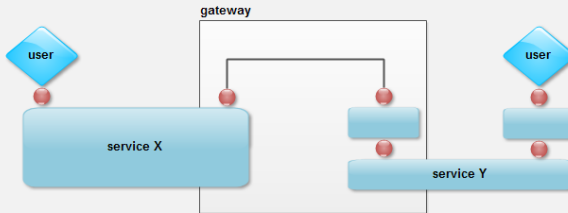
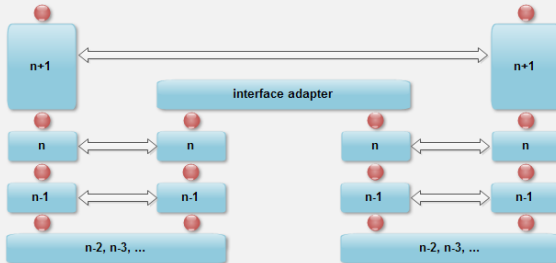
Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur



Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

Controller Area Network (CAN) Schedulability Analysis: Refuted, Revisited and Revised

Robert I. Davis, University of York, UK
Alan Burns, University of York, UK
Reinder J. Bril, Technische Universiteit Eindhoven, NL
Johan J. Lukkien, Technische Universiteit Eindhoven, NL
Real-Time Systems 35, Springer 2007

1 Schedulevalidierung

- non-pre-emptive scheduling wurde vernachlässigt
- Zyklus und deadline Definition
- Identifikation zeitrelevanter Vorgänge
- worst case response time analyse

2 Rahmenbedingungen

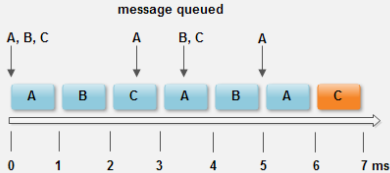
- $\text{deadline} < \text{Zyklus}$
- blocking window
- error free vs error rate

3 Vorgehensweise

- Fehlerbeschreibung vorheriger Methoden
- Korrektur des vorherigen Ansatzes
- Erweiterung des vorherigen Ansatzes

Related Work

CAN schedules



message	priority	period	deadline	TX time
A	1	2.5 ms	2.5 ms	1 ms
B	2	3.5 ms	3.25 ms	1 ms
C	3	3.5 ms	3.25 ms	1 ms

- Verzögerungen propagieren ihre Wirkung
- Validierung eines Zyklus nicht ausreichend
- "blocking time" muß ermittelt werden
- *Erweiterung um Fehlverhalten*
- *Fehlerratenschätzung vage*

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

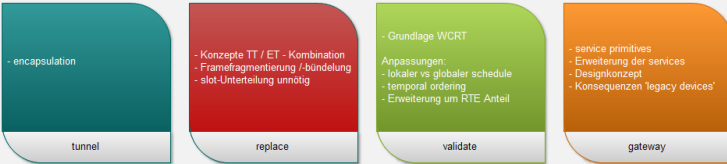
Ausblick

Literatur

Bewertung der Weiterverwendbarkeit und eigener Ansatz

Wo geht es hin, was ist zu tun?

master thesis



Aktuell:

- primitives, behaviour, level7 frameworks
- zeitlicher Determinismus, CAN IDs, global message order
- semantische Einschränkungen (ACK)

[1] Mathias Johanson and Lennart Karlsson and Tore Risch. Relaying Controller Area Network Frames over Wireless Internetworks for Automotive Testing Applications. International Conference on Systems and Networks Communication. IEEE Computer Society, 2009, S. 1–5.

[2] Roman Obermaisser. CAN Emulation in a Time-Triggered Environment. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE'02). TU Wien, L'Aquila, Italy: IEEE, 2002, S. 270–275.

[3] G. v. Bochmann, et al, "Design Principles for Communication Gateways", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 8, No. 1, Jan. 1990.

[4] Robert I. Davis , Alan Burns , Reinder J. Bril , Johan J. Lukkien, Controller Area Network (CAN) schedulability analysis: Refuted, revisited and revised, Real-Time Systems, v.35 n.3, p.239-272, April 2007

[5] Thilo Streichert, Jürgen Teich, Andreas Kern, Dominik Reinhard. Gateway Strategies for Embedding of Automotive CAN-Frames into Ethernet-Packets and Vice Versa. In: Lecture Notes in Computer Science, volume 6566. Springer, 2011, S. 259–270.

[6] Yun-Sik Yu Jong-Wook Jang Chang-Young Kim. A Study on the MOST150/Ethernet Gateway of In-Vehicle Network. In: IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. Bd. 10. 9. IJCSNS, Korea, 2010.

[7] Roman Obermaisser. Integrating Automotive Applications using Overlay Networks on top of a Time-Triggered Protocol. In: Lecture Notes in Computer Science. Bd. 4888. TU Wien. Paris, France: Springer, 2006, S. 187–206.

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

[8] Roman Obermaisser. Message Reordering for the Reuse of CAN-based Legacy Applications in a Time-Triggered Architecture. In: Proceedings of the 12th IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS 2006). San Jose, 2006, S. 301–310.

[9] Roman Obermaisser. Reuse of CAN-based Legacy Applications in Time-Triggered Architectures. In: Bd. 2. IEEE Transactions on Industrial Informatics 4. IEEE, 2006, S. 255–268.

[10] D. Riezler R. Obermaisser. HiS/VectorCAN Driver API on top of a Time-Triggered Communication Protocol. In: SAE 2007 Transactions Journal of Engines (2007).

[11] Martin Simons Roland Bacher Herbert Haas. Integration von FlexRay-basierenden Steuergeräten in vorhandene Prüfständen.
http://www.ixxat.de/article_flexray_gateway_feb08_de.html, Stand : 2011-5-02. 2008.

[12] Thomas Moser, Oliver Kasten, Michael Rohs, Immo Noack, Albert Weiss, Lukas Karrer. The EventCollector Concept, Distributed Infrastructure for Event Generation. In: Dissemination in Ad Hoc Networks. Diploma thesis. 2001.

[13] Christian Fraboul Jean-Luc Scharbarg Marc Boyer. CAN-Ethernet Architectures for Real-Time Applications. In: Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA). Catania: IEEE Computer Press, 2005, S. 245–252.

[14] Guido Ker, Peter Altenbernd, Michael Ditzel, Reinhard Bernhardt. Porting the Internet Protocol to the Controller Area Network. In: 2nd International Workshop on Realtime LANs in the Internet Age (RTLIA 2003). Porto, Portugal, 2003.

Reusing CAN legacy devices in distributed CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur

[15] Wilfried Steiner. Time-Triggered Ethernet: TTEthernet. TTEch Computertechnik AG. 2010. URL: <http://www.ttech.com>.

[16] Robert Leibl. USB über Ethernet. Diplomarbeit. Deutschland: Universität Freiburg, 2007.

[17] Christian Zbinden Michael Lerjen. Reconfigurable Bluetooth Ethernet Bridge. Diplomarbeit. Schweiz: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2002.

[18] Özcelik, Ertürk, Ekiz, Selcuk. Design and Implementation of a CAN/ATM LAN Bridge. 2005.

[19] Christof Paar, Marko Wolf, Andre Weimerskirch. Sicherheit in automobilen Bussystemen.

[20] Tindell KW, Burns A, Wellings AJ (1995) Calculating Controller area network (CAN) message response times. Control Engineering Practice 3(8):1163-1169

Reusing CAN legacy
devices in distributed
CAN busses

Jan Depke

Core Umfeld

Related Work

Ausblick

Literatur