



HPC für embedded Systeme

Antriebsschlupfregelung

Johann-Nikolaus Andreae

4. Juni 2009

Ausarbeitung Anwendungen 2



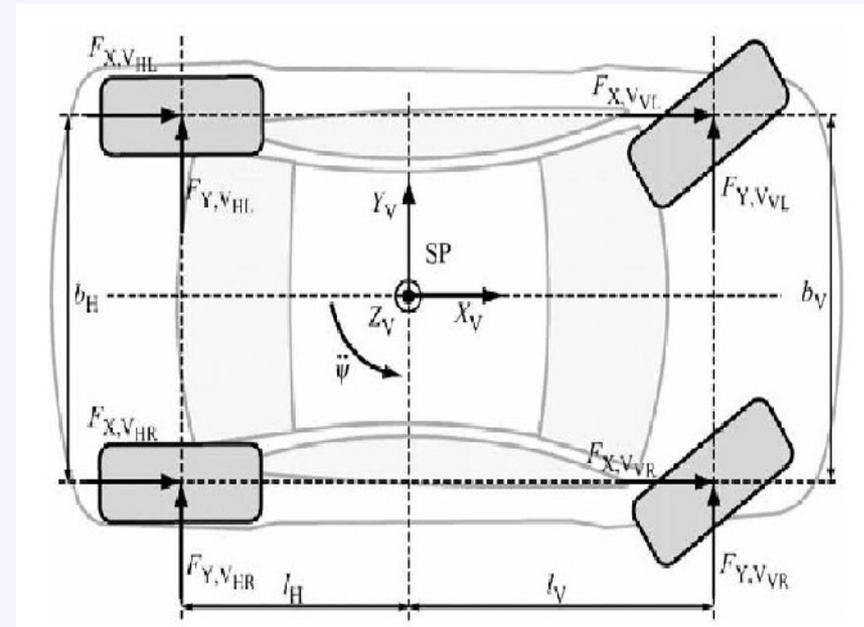
Agenda

- Einführung
- Antriebsschlupfregelung
- Übersicht des Konzeptes
- Java Real Time
- Modellierung des Fahrzeugs
- Übertragung des Regelsystems in die HW/SW-Partitionierung
- FPGAs im Fahrzeug
- Atmel CAP als SoC-Plattform
- Ziele
- Fazit / Ausblick
- Literatur

Einführung



- Auslegung eines Fahrzeugs wird mit kinematischen und dynamischen Modellen simuliert
- Modelle liefern die Grundlage für die Entwicklung der Assistenzsysteme
- Modelle des Fahrzeugs bilden die Regelstrecke für die Regelkreissimulation
- Betrachtung am Beispiel der Antriebsschlupfregelung



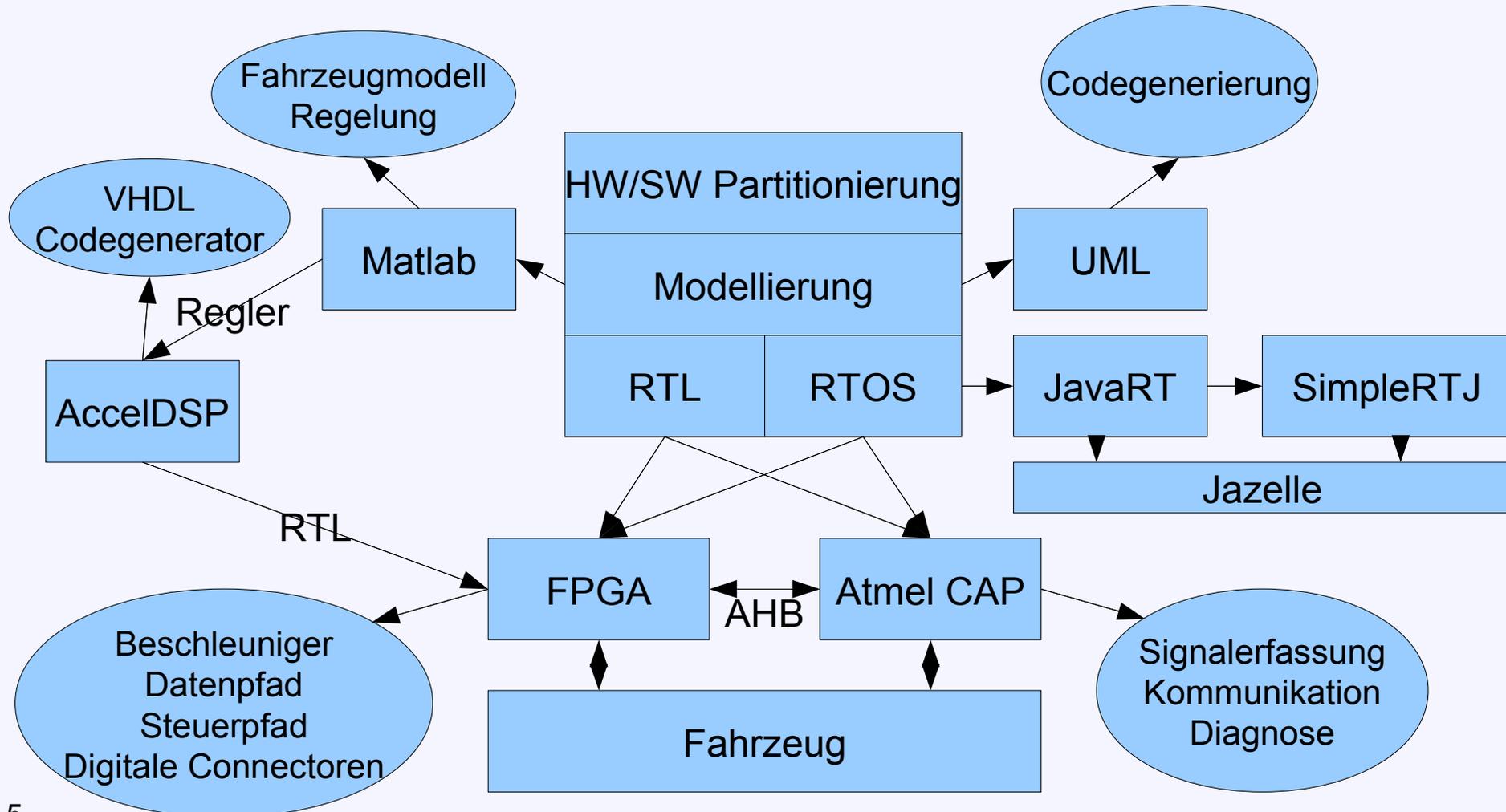
Kräfte in einem Fahrzeug
Zweispurmodell. Quelle: [1]

Antriebsschlupfregelung



- Verhindert das durchdrehen der Räder z.B. beim Anfahren
- Antriebsmoment an den Rädern wird begrenzt
- Begrenzung erfolgt durch:
 - Bremsen
 - Zündaussetzung
 - Verstellung des Zündwinkels

Übersicht des Konzepts



Java Real Time

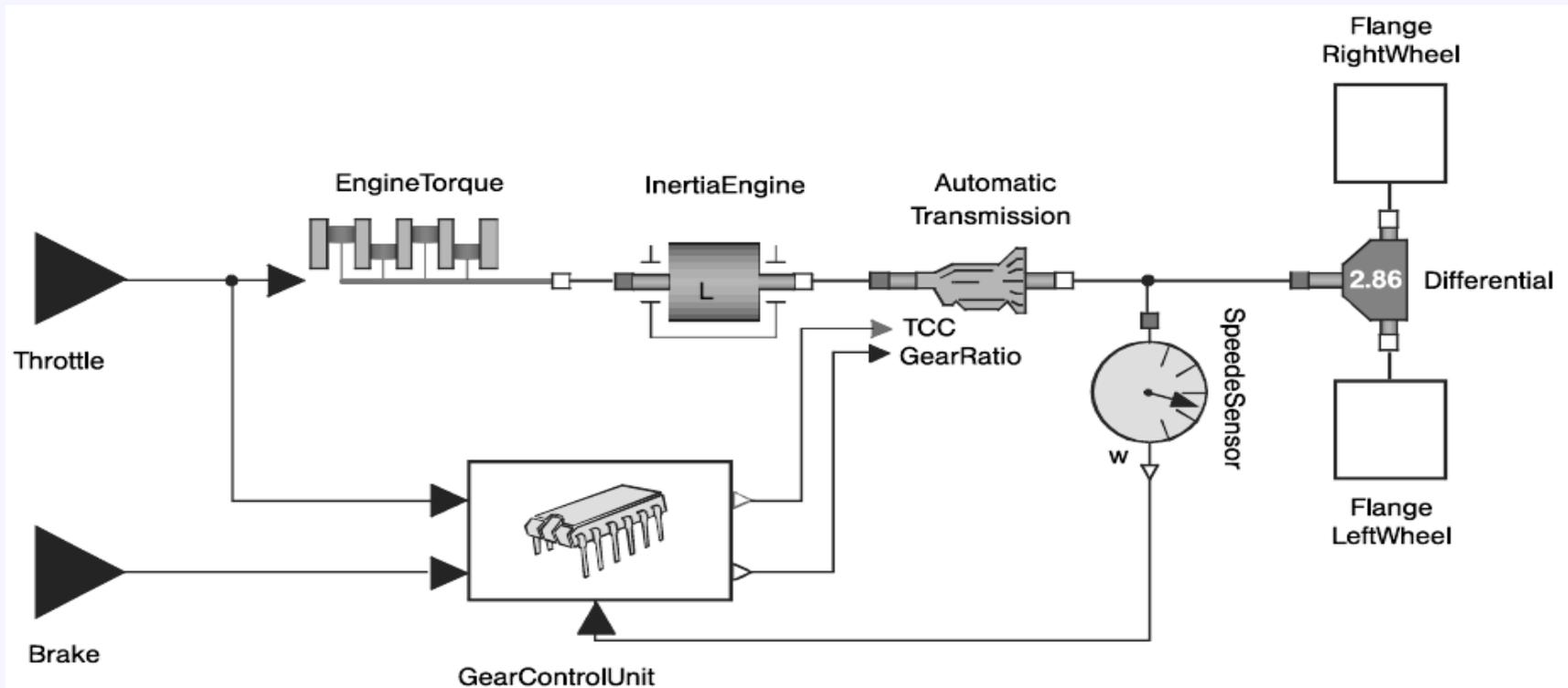


- Kein Betriebssystem nötig
- Direkter Zugriff auf Hardware
- Verbreitete OO-Sprache
- SimpleRTJ
 - Kommerzielle Entwicklung (Quellcode verfügbar)
 - Für viele Mikrocontroller verfügbar
 - Letzte Version vom 22.09.2003
- Jazelle Java-Beschleunigung für ARM-Prozessoren
 - Beschleunigt durch direct bytecode execution und runtime compilation
 - Spezifikation ist nicht öffentlich

Modellierung der Fahrzeugs



- Fahrzeugtechniker / Maschinenbauer erstellt ein Fahrzeugmodell



Quelle: []

Modellierung des Fahrzeugs



- Die Modellbildung im Fahrzeug behandelt u.a.
 - Objektorientierte Modellbildung des fahrdynamischen Verhaltens mit MODELICA [1]
 - Adaptive Modelle für die Kraftfahrzeugdynamik [2]
- Das Fahrzeugmodell wird mit einem Modell des Regler kombiniert
 - Aufbau und genaue Funktion ist Geschäftsgeheimnis der Firmen
- Dieser Regelkreis soll in Hardware / Software übertragen werden

Übertragung des Regelsystems in die HW/SW-Partitionierung



- Xilinx in seiner Hauszeitschrift am Beispiel der Fahrspurerkennung [3]
- Bei der Übertragung von einem MATLAB-Modell zu einer FPGA RTL Implementierung, muss die Fließkomma- / Festkomma-Umwandlung beachtet werden
 - Floating- to Fixed-Point Conversion of MATLAB Algorithms Targeting FPGAs [4]

FPGA im Fahrzeug



- Einsatz hauptsächlich im Infotainment-Bereich und zur Bilderkennung für Fahrerassistenzsysteme und Autonome Fahrzeuge
- Einsatz als Vehicle Control an Monitoring (VCM) im BMW Williams F1 Rennwagen [5]
- Redundanzkonzept mit einem rekonfigurierbaren FPGAs
 - Fail-safe ECU System Using Dynamic Reconfiguration of FPGA [6]
- Laut Aussage von Audi werden FPGAs nicht in ihren Fahrzeugen eingesetzt

FPGA



- **F**ield **P**rogrammable **G**ate **A**rray
- Ein FPGA ist ein programmierbarer Integrierter Schaltkreis
- Programmierung wird beim Start aus dem Flashspeicher geladen



Xilinx Spartan XC3S1200E

Gates: 1200000

Logikelemente: 2168

Atmel CAP als SoC-Plattform



- ARM7/9 mit Standard Schnittstellen (I²C, SPI, USB, etc.)
- Ermöglicht einen FPGA direkt an den AHB (**A**dvanced **H**igh-performance **B**us) und APB (**A**dvanced **P**eripheral **B**us) eines ARMs anzubinden
- Das Zusammenspiel von Hardware und Software lässt sich vor der Fertigung des ASICs Testen
- Hardware und Software können parallel Entwickelt werden
- Veröffentlichungen nur von Atmel [7]
- Gesamtverhalten lässt sich mit MATLAB/Simulink Simulieren

ASIC



- **A**pplication **S**pecific **I**ntegrated **C**ircuit
- Fertigung nach Kundenwunsch
- Hohe Einrichtungskosten
- Geringer Stromverbrauch

Ziele



- Entlastung des Prozessors bei den Regelaufgaben
- Flexible Hardware/Software-Plattform
- Simulation des Reglers vor der Implementation in der Zielhardware
- Verständlichere Darstellung des Reglers für die Fahrzeugtechniker
- Anpassbarkeit der Regelparameter im Betrieb

Fazit und Ausblick



- Veröffentlichte Dokumente handeln nur von Teilgebieten des Themas
- Viele Aspekte fallen unter das Betriebsgeheimnis der Firmen
- Regler müssen komplett selber entwickelt werden
- Regelstrecke muss mit Fahrzeugtechnikern entwickelt werden

- Testen des Reglers
 - Simulator
 - Zielhardware
 - Fahrzeug



- [1] DROGIES, Stefan: Objektorientierte Modellbildung des fahrdynamischen Verhaltens mit MODELICA. In: Fahrdynamik-Regelung. Vieweg, 2006, S. 71–91. – ISBN 978-3-8348-9049-8
- [2] HALFMANN, Christoph ; HOLZMANN, Henning: Adaptive Modelle für die Kraftfahrzeugdynamik. Springer, 2003 (VDI-Buch). – ISBN 978-3-540-44278-3
- [3] BAGNI, Daniele ; MARZOTTO, Roberto ; ZORATTI, Paul: Building Automotive Driver Assistance System Algorithms with Xilinx FPGA Platforms. In: Xcell Jurnal (2008), Nr. 66.
- [4] HILL, Tom: Floating- to Fixed-Point Conversion of MATLAB Algorithms Targeting FPGAs. In: DSP magazine (2006), Mai, Nr. 2, S. 32–35.



- [5] BOLAND, Liza: Formula 1 Racing: The Xilinx Advantage. In: Xcell Jurnal (2003)
- [6] CHUJO, Naoya: Fail-safe ECU System Using Dynamic Reconfiguration of FPGA. In: R&D Review of Toyota CRDL (2002), April, Nr. 37
- [7] BISCHOP, Peter: Efficient System-onChip Development using Atmel's CAP Customizable Microcontroller. April 2008. – White Paper