

Autonomes Fahren in der Lehre

Echtzeit 2018, Boppard

Andreas Werner, Robert Kaiser

`vorname.nachname@hs-rm.de`

15.11.2018

Über uns

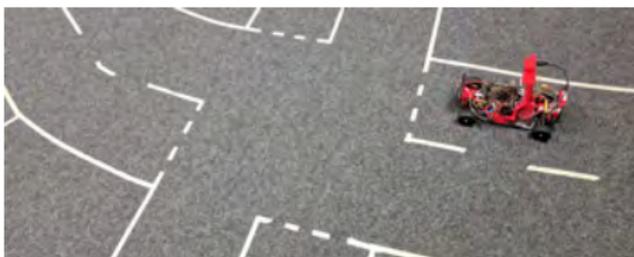
- Hochschule RheinMain
- Fachbereich Design Informatik Medien (DCSM)
- Labor für Verteile Systeme (DOPSY)
- Leitung:
 - Prof. Dr. Robert Kaiser
 - Prof. Dr. Steffen Reith
 - Marcus Thoss, M.Sc.
- Forschungsthemen:
 - Verteilte Systeme
 - Echtzeitsysteme
 - Eingebettete Systeme
 - Internet of Things (IoT)
 - ...



Lehrveranstaltung „Wahlprojekt“

- Bachelorveranstaltung im fünften Fachsemester
- 15 CP \approx 450 Stunden pro Teilnehmer
- Inhalte:
 - selbstständige Durchführung eines Projektes inklusive Projektmanagement
 - Dozent tritt als Auftraggeber auf
 - Bearbeitung in kleinen Gruppen bis zu 15 Studierende
- Lernziele:
 - Praktische Umsetzung der Softwaretechnik
 - Management von Softwareprojekten
 - Organisation des persönlichen Arbeitsprozesses
 - Software-Tests und Software-Qualitätssicherung
 - Ganzheitliche Betrachtung des Software-Lebenszyklus inkl. Wartung/Pflege/Re-Engineering
- Prüfungform: praktische Tätigkeit und Fachgespräch

Der Wettbewerb „Carolo Cup“



- Studentischer Wettbewerb der TU Braunschweig
- Ziel: autonom fahrendes Modellauto (Maßstab 1:10)
- Disziplinen:
 - Rundkurs ohne Hindernisse (Schnelldurchfahrt)
 - Rundkurs mit Hindernissen und Parken
 - Ausweichen / Überholen
 - An Kreuzungen: Vorfahrt beachten
 - Erkennung von Straßenschildern / Bodenmarkierungen
- Info: <https://wiki.ifr.ing.tu-bs.de/carolocup/>



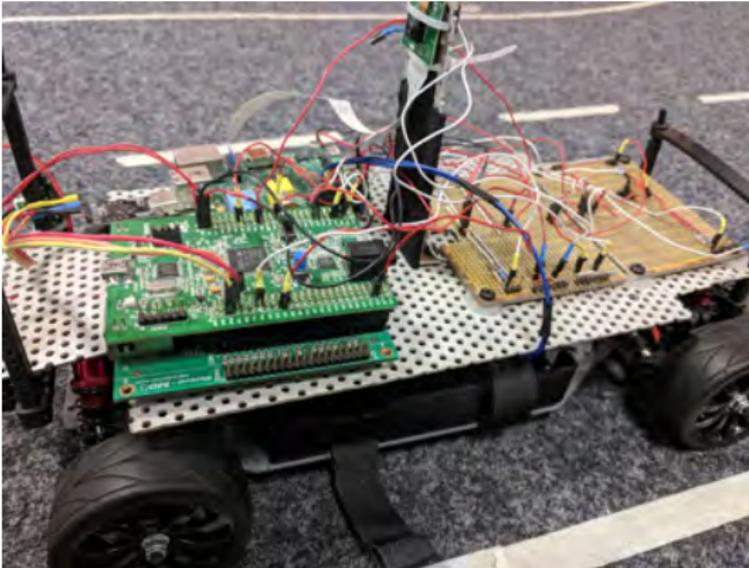
Vorarbeiten zur Lehrveranstaltung

- Bachelorarbeit in 2013
 - Aufbau Prototyp des Fahrzeugs
 - Ansteuerung der Motoren
 - Einlesen der Fernsteuerung
 - Einlesen von Sensordaten
 - Plattform: STM32F4 Mikrocontroller
- Bachelorarbeit in 2014
 - Hinzufügen einer Kamera
 - Raspberry Pi als größere Rechneinheit
 - Entwicklung Steuerungsprotokoll
- Masterprojekt in WS 2015/16
 - Coptersteuerung auf Basis eines *Monocular Tracking* Algorithmus
 - Entwicklung eines HAL für FreeRTOS
 - Plattform: NXP Vybrid VF610

FreeRTOSHAL: <https://github.com/FreeRTOSHAL/>



Ergebnis der Bachelorarbeiten



Vorbereitungen für die Lehrveranstaltung

- 3D-gedruckte Bauteile zur Befestigung der Platinen
- Neue optische Raddrehzahlsensoren
- Neue Plattform auf Basis von Beagleboard X15
 - TI AM5782 mit 15 Prozessoren + Grafikkarte
 - 5 unterschiedliche Rechnerarchitekturen
- Implementierung der Firmware auf Basis von FreeRTOSHAL
- Eigene Linux Distribution auf Basis von Yocto

Ausgangslage

- Ein fahrbereites Auto auf Basis von Beagleboard X15
- Linux auf 2x Cortex-A15 (Bildverarbeitung)
- FreeRTOS auf Cortex-M4 (Firmware mit FreeRTOSHAL)
- Sensoren:
 - vier Raddrehzahlsensoren
 - zwei Ultraschallsensoren
 - ein binärer Infrarot-Seitenabstandssensor
 - ein Beschleunigungs- und Drehratensensor
 - eine Kamera
 - drei Buttons zur Funktionsauswahl
- Aktoren:
 - ein Servo (Lenkwinkel)
 - ein Motor (Antrieb)
- Fahrzeug steuerbar über Bibliothek von Linux Seite



Aufgabenstellung im WS 2016/17



- Erweiterung der Fahrzeugplattform
- Entwicklung eines Framework zu autonomen Steuerung
- Entwicklung einer Geschwindigkeitsregelung

Ablauf der Veranstaltung

- 14 Studierende
- Selbstständige Aufteilung in drei Untergruppen:
 - *System*: Hardware-Entwicklung und Regelungstechnik
 - *Bildverarbeitung*: Implementierung von Bildverarbeitungsalgorithmen
 - *Künstliche Intelligenz*: Entwurf einer zustandsbasierten autonomen Steuerung
- Wöchentliche Treffen mit den „Abteilungsleitern“
- Reviews und Diskussion mit den Dozenten über „Merge Request“
- Parallele Vorlesung zu Projektmanagement und Softwaretechnik
- Führung von Stundenzetteln



Ergebnis

Lernfortschritt und Fazit

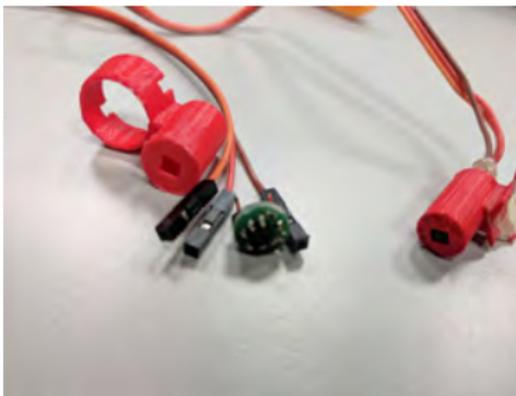
- + Erstellung eines Frameworks zur autonomen Steuerung
- + Erste Erfahrungen im Themengebiet *Autonomes Fahren*
- + Studierende bewerten ihren Lernfortschritt sehr positiv

- Zu geringe Testzeit der einzelnen Gruppen
- Weitere Verzögerungen durch Hardware-Defekte

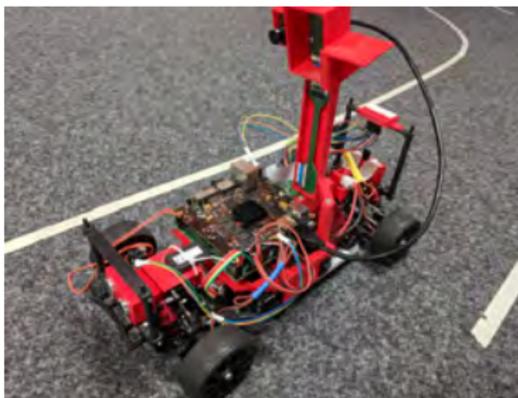
- Stärkerer Fokus auf Simulation und Test
- Zusätzliche Testplattformen

Verbesserungen der Plattform

- Aufbau eines zweiten Fahrzeugs
- Ersetzung der Kamera durch USB Kamera
- Aktualisierung der Linux-Distribution
- OpenCL Compiler für die Nutzung der DSPs
- Verbesserung der Raddrehzahlsensoren



Aufgabenstellung im WS 2017/18



- Entwicklung einer Simulationsumgebung
- Entwicklung einer Autonomen Steuerung
 - Regelbasierte Steuerung
 - Neuronales Netzwerk
- Untersuchung der Benutzbarkeit von *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM)

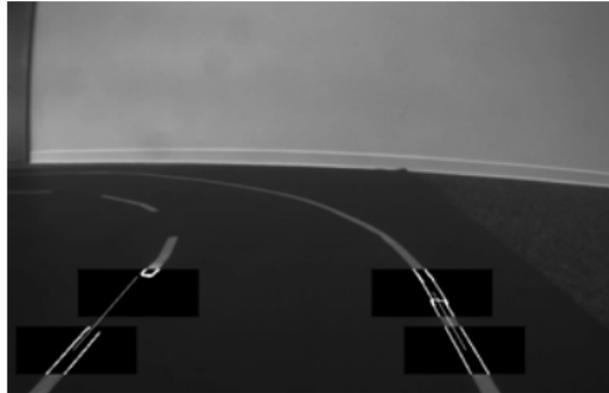


Ablauf der Veranstaltung

- 10 Studierende
- Selbstständige Aufteilung in drei Untergruppen:
 - *Bildverarbeitung*: Ersetzung der Hough-Transformation
 - *Künstliche Intelligenz*: Steuerungstechnik
 - PID-Regler für die regelbasierte Steuerung
 - neuronales Netz
 - *SLAM*: Evaluation *ORB-SLAM*
- Ablauf und Organisation wie im Vorjahr
- Wöchentliche Treffen mit allen Studierenden
- Pflege der Hardware durch die Dozenten



Ergebnis



Quelle: <https://wwwvs.cs.hs-rm.de/vs-wiki/index.php/Datei:Sobel1.png>

Lernfortschritt und Fazit

- + Das Fahrzeug kann stabil einen unbekanntem Kurs fahren!
- + Studierende bewerten ihren Lernfortschritt sehr positiv
- + keine Ausfälle der Elektronik

- keine Erkennung komplexerer Situationen
- die Studierenden haben ihr Potential unterschätzt
- mechanische Probleme beim zweiten Fahrzeug

Aufgabenstellung im WS 2018/19

- Aufgabenstellung:
 - Erkennung komplexerer Situationen
 - Aktives Bremsen und Beschleunigen
 - Optimierung der existierenden Software
 - Verwendung der DSPs und der restlichen Prozessoren
- 14 Studierende
- Selbstständige Aufteilung in drei Untergruppen:
 - *System*: Regelungstechnik
 - *Bildverarbeitung*: Bildverarbeitung
 - *KI*: autonome Steuerung
- Ablauf und Organisation wie im ersten Jahr



Teststrecke



Fazit

- + Praxisnahes Projektszenario
- + gutes Projekt, um Praxiserfahrung zu sammeln
 - Anfängliche hohe Vorbereitungszeit
 - wachsende Codebase führt zu längeren Einarbeitungszeiten
- Hardware-Probleme einkalkulieren!
- auf Ersetzbarkeit der Komponenten ist dringend zu achten
- Spoiler: das aktuelle Team hat sich zum Carolo Cup angemeldet!

