



Projekt: „Autonomes Modellfahrzeug“ an der Fakultät Elektrotechnik

Inhalt

1. Präsentation der Herstellungskosten und der Energiebilanz

- Allgemein
- Herstellungskosten
- Leistungsbilanz

2. Präsentation des Einparkkonzeptes

- Lückenerkennung
- Einparken

3. Präsentation des Spurführungskonzeptes mit Ausweichmanövern

- Hardware der Bildbearbeitung
- Filterung zur Linienerkennung
- Umrechnung zur Linienerkennung
- Fahrspurerkennung
- Hinderniserkennung
- Ausweichkonzept
- Kreuzungskonzept

1. Präsentation der Herstellungskosten und der Leistungsbilanz



Allgemein

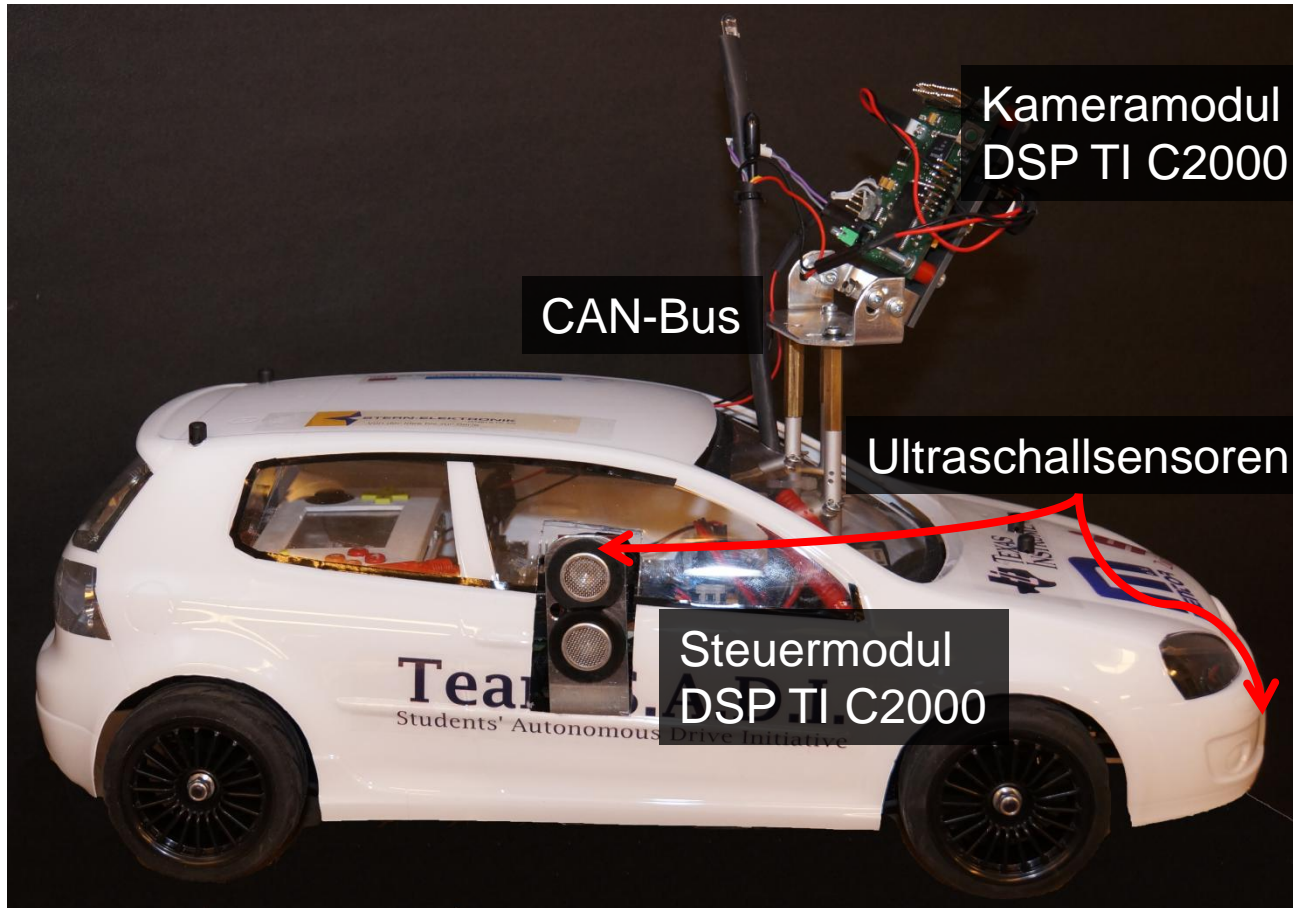
Team

- an der Fakultät Elektrotechnik
- seit 2008 durchgängig beim Carolo-Cup vertreten
- Gegliedert in die Bereiche Modellbau / Konstruktion, Elektronik, Programmierung und Marketing

Fahrzeugkonzept

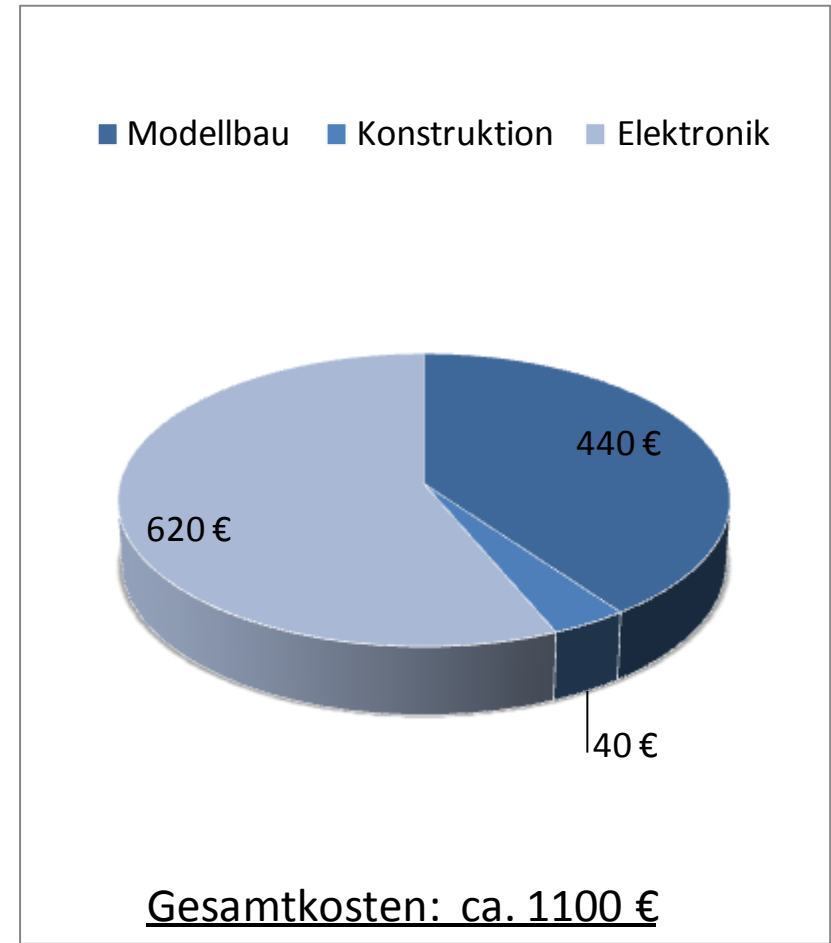
- Basiert auf einem modifiziertem Chassis der Firma X-RAY
- Modularisierter Aufbau (Hauptplatine, Kameraplatine)
- Komplette Eigenentwicklung aller Module (Schaltung, Layout, Bestückung)
- Basis jedes Moduls ist ein DSP (Texas Instruments)
- Kommunikation der Module über CAN

Module



Herstellungskosten

- Modellbau
 - Chassis 300 €
 - Fernsteuerung 50 €
 - Motor und Servo 60 €
 - Karosserie 25 €
 - Lipo-Akkus 40 €
- Konstruktion
 - Leiterplattenträger, Sensorenräger, 40€
- Elektronik
 - Hauptplatine 255 €
 - Kameraplatine 200 €
 - Displayboard 35 €
 - 5 x Ultraschallsensor 150 €
 - Drehwertgeberplatine 15 €



Leistungsbilanz

Elektronik:

Verbraucher	Leistungsaufnahme (Mittelwerte)
Hauptplatine	1,2 W
Kameraplatine	1,0 W
Gesamt	2,2 W

Aktoren:

Verbraucher	Leistungsaufnahme (Mittelwerte)
Motor	14 W
Lenk-Servo	3,5 W
Gesamt	17,5 W

2. Präsentation des Einparkkonzeptes



Lückenerkennung

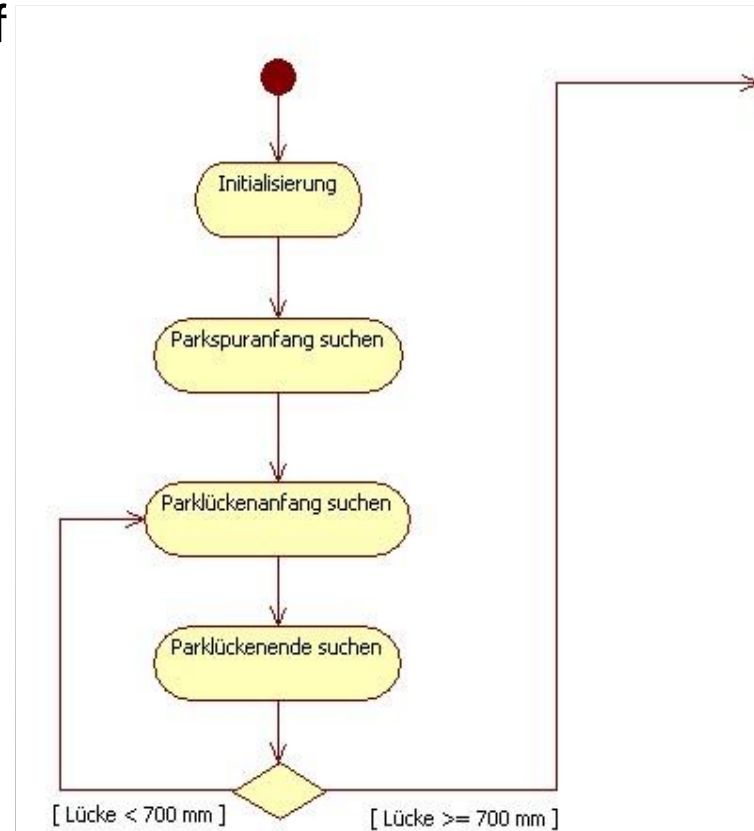
- Möglichkeiten für die Lückenerkennung
 - Infrarot Sensoren
 - Geringe Stromaufnahme
 - Beeinflussung der Messung durch andere IR Quellen, bspw. Sonnenlicht
 - Laser
 - Berücksichtigung von direkter, indirekter und Streustrahlung → Gefährdung der Gesundheit
 - Bildverarbeitung
 - Lückeninformation in Stereo-Bild enthalten → hoher Rechenaufwand
 - Ultraschallsensoren
 - Geringe Stromaufnahme
 - Keine Beeinflussung der Messung durch Streuechos auf Grund programmierbarer Verstärkung und Messdauer

Lückenerkennung

- Ermittlung der Parklückengröße – Sensorperformance
 - Ultraschallsensor
 - Verstärkung und Messdauer über I2C parametrierbar
 - Messbereich, 40mm bis 6m
 - Auflösung, 10mm
 - Stromaufnahme, ca. 15mA während einer Messung
ca. 3mA im Standby
 - Drehwertgeber
 - Hall IC
 - Schrittweite, 1024 Impulse pro Umdrehung der Motorwelle
 - Auflösung Gesamtsystem ca. 0,01mm/Impuls
 - Genauigkeit ca. 2,5mm

Lückenerkennung

- Ermittlung der Parklückengröße – Ablauf
 - Tiefeninformation des seitlichen Ultraschallsensors alle 10ms
 - Vergleich Messwert mit Schwellwert
 - Schwellwertüberschreitung → Lückenanstang
→ Speicherung des Zählerstandes
 - Schwellwertunterschreitung → Lückenende
→ Differenzbildung → Parkvorgang ja/nein
 - Keine Schwellwertunterschreitung innerhalb einer Strecke > der Mindestlücke



Lückenerkennung

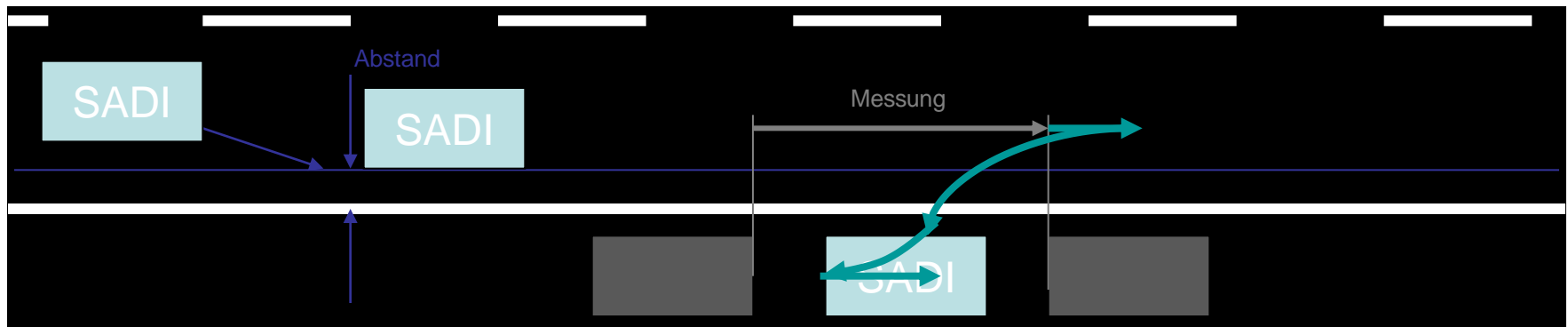
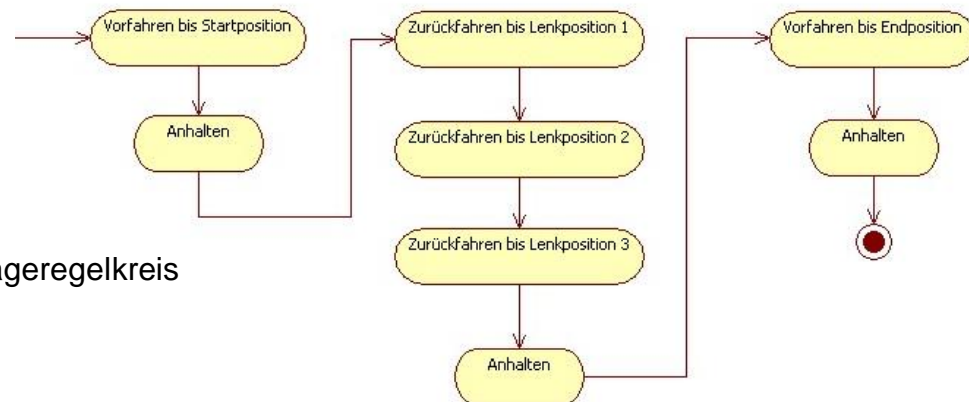
• Ermittlung der Parklückengröße – Ablauf

– PD Spurregler

- Abtastzeit 16ms
- Empirische Parameterermittlung

– Lageregler

- Kaskadierte Regelung bestehend aus Lageregelkreis und Drehzahlregelkreis.
- Abtastzeit 1ms
- Parameterentwicklung durch Systemidentifikation





3. Spurführungskonzept und Ausweichmanöver

Hardware der Bildbearbeitung

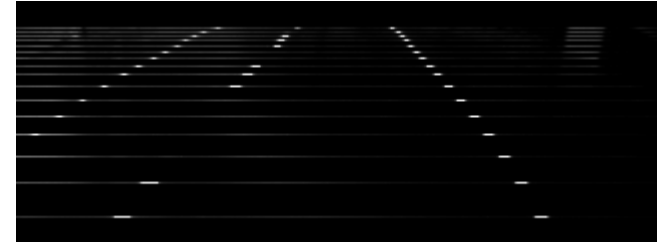
Kamera-Modul

- Eigenentwicklung bestehend aus
 - Sensorplatine: Kodak KAC-9818
 - Zwischenspeicher: Averlogic AL440B
 - Steuerplatine: TI F28335
- Bildrate: 40 Bilder/s
- Weitwinkelobjektiv (120°)
- Prozessorauslastung: 60 – 80%
- Bildformat: 320 x 110 Pixel



Filterungen zur Linienerkennung

- 16 Bildzeilen werden auf Kanten untersucht
- Kantenerkennung unter Verwendung eines Schwellwert-Filters
- Filterung der Linien durch selbst entwickelten Linienfilter
- Kriterien für Linienfilter:
 - Breite der Linien (rechter/linker Punkt)
 - Linie besteht immer aus 2 Punkten



16 Bildzeilen vom Minimalen Bildausschnitt
aus 320 x 110 Pixeln



Schwellwertbild zur Kantenerkennung



Bild nach Linienfilter

Umrechnungen zur Linienerkennung

- Grundgedanke:
 - Bildumrechnung von 3D Streckenbild in 2D Vogelperspektive
 - Umrechnung durch Entzerrung von x und y-Ebene.

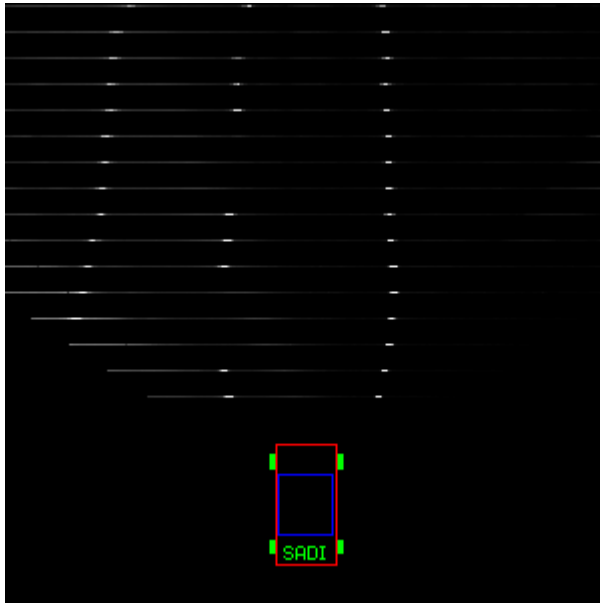


Bild in 2D Vogelperspektive vor Filtering

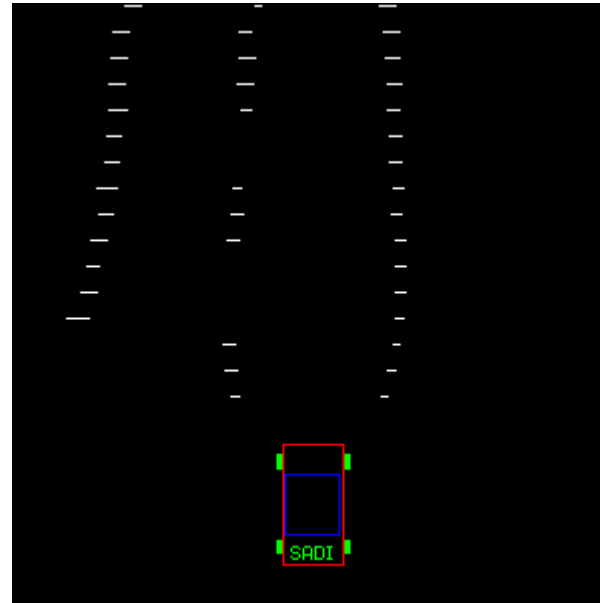
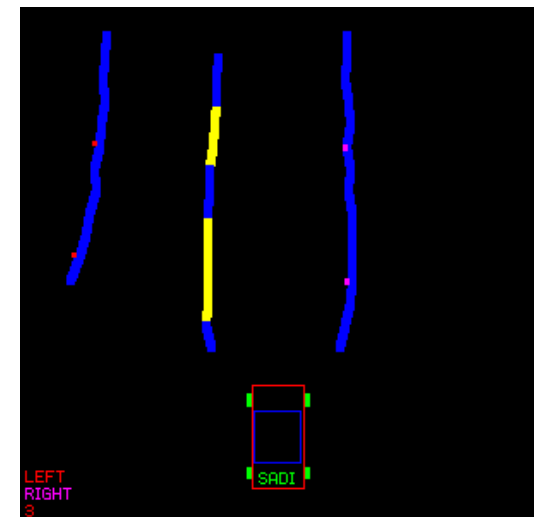
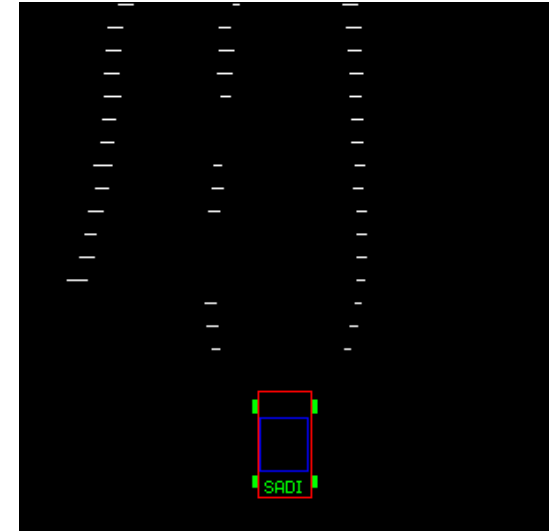


Bild in 2D Vogelperspektive nach Filtering

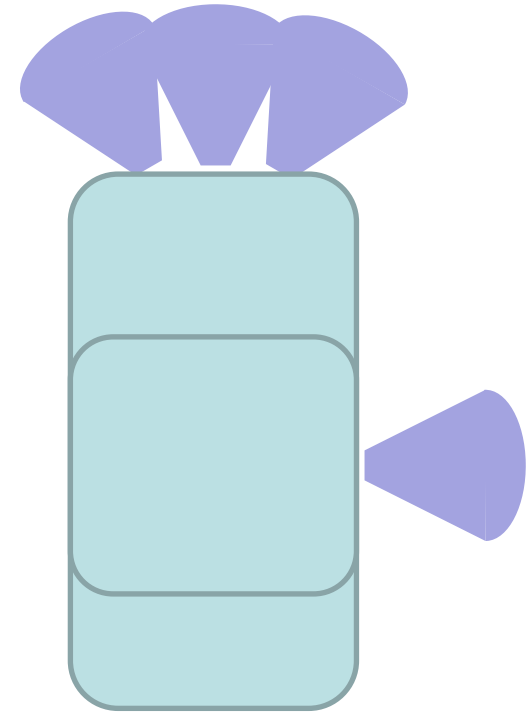
Fahrspurerkennung

- Durchsucht das Bild nach allen Arten von Linien
- Suche nach Mittellinie durch Erkennung der Charakteristik.
 - Länge der Linie
 - Abstand der Linie
 - Abweichung in X-Richtung
- Bestimmung der rechten und linken Linie in Abhängigkeit der Mittellinie oder der letzten Positionen von rechter und linker Linie
- Die Punkt-Ermittlung für die Steuerung des Fahrzeugs erfolgt durch Auslesen der X-Positionen aus den erkannten Linien.



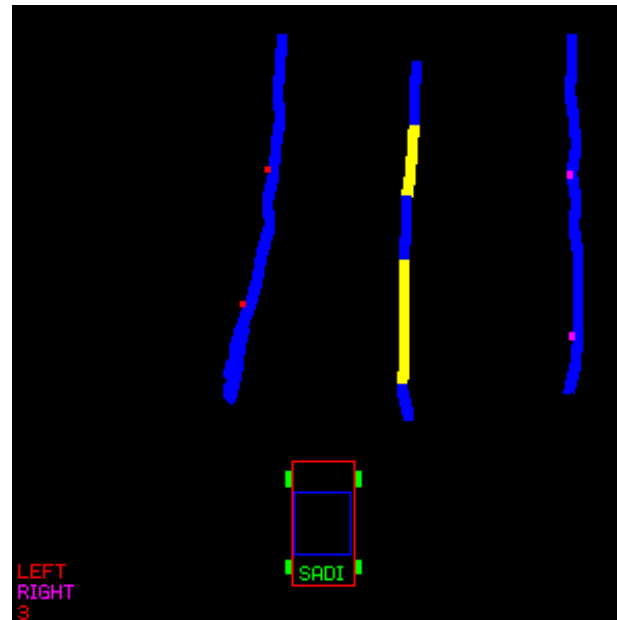
Hinderniserkennung

- Erkennung von Hindernissen mit Hilfe von 3 Ultraschallsensoren an der Fahrzeugfront
- Hindernis je nach Fahrbahnverlauf (Rechtskurve / Linkskurve / Gerade) durch entsprechendem US – Sensor detektiert
- Ausweichvorgang verwendet bei Vorbeifahrt zusätzlich Ultraschallsensor an rechter Seite



Ausweichkonzept

- Vollkommen dynamisches Ausweichen durch Spurwechsel
 - Prinzip: Entfernung zur rechten Linie vergrößern und zur linken Linie verkleinern
 - Objekterfassung erfolgt durch rechten Ultraschallsensor
 - Erneuter Wechsel nach Objektende und Zeitablauf



Kreuzungskonzept

- Erkennung mit Hilfe einer dyn. vertikalen Linie zwischen den Fahrbahnmarkierungen
- Erkennung vorfahrtsberechtigter Fahrzeuge mit Hilfe von 3 Ultraschallsensoren an der Fahrzeugfront
- Erhöhung der Empfindlichkeit der US- Sensoren bei Halt an Stopplinie

