

# Fahrerassistenzsysteme

Priv.-Doz. Dr. Wilfried Enkelmann

Vorlesung (0432 L 760) im Wintersemester 2008/2009

Technische Universität Berlin  
Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik

## Klausur

---

Name:

---

Studiengang:

---

Matrikelnummer:

---

Die Verwendung von Unterlagen und Kommunikationsmitteln ist nicht gestattet.  
Pro Aufgabe sind bis zu drei Punkte (in Halbschritten) zu erzielen.

Aufgabe	Punkte	Kommentar
1		Architekturkonzept für einen Autopiloten/Kopiloten
2		Situationsgraph
3		Modellierung des elementaren Fahrmanövers Spurwechsel
4		XTRACK
5		Annäherung an ein Stoppschild
6		Spurverlassenswarner
7		Funktion Parkassistent
8		Systembeschreibung autonomes Fahren
9		Situationsabhängige Generierung von Meldungen
10		Spurwechseltest
<b>Summe</b>		
<b>Note</b>		

Frage 1:

Beschreiben Sie ein Architekturkonzept für einen Autopiloten/Kopiloten. Welche Systemkomponenten sind unterschiedlich?

Lösungseckpunkte:

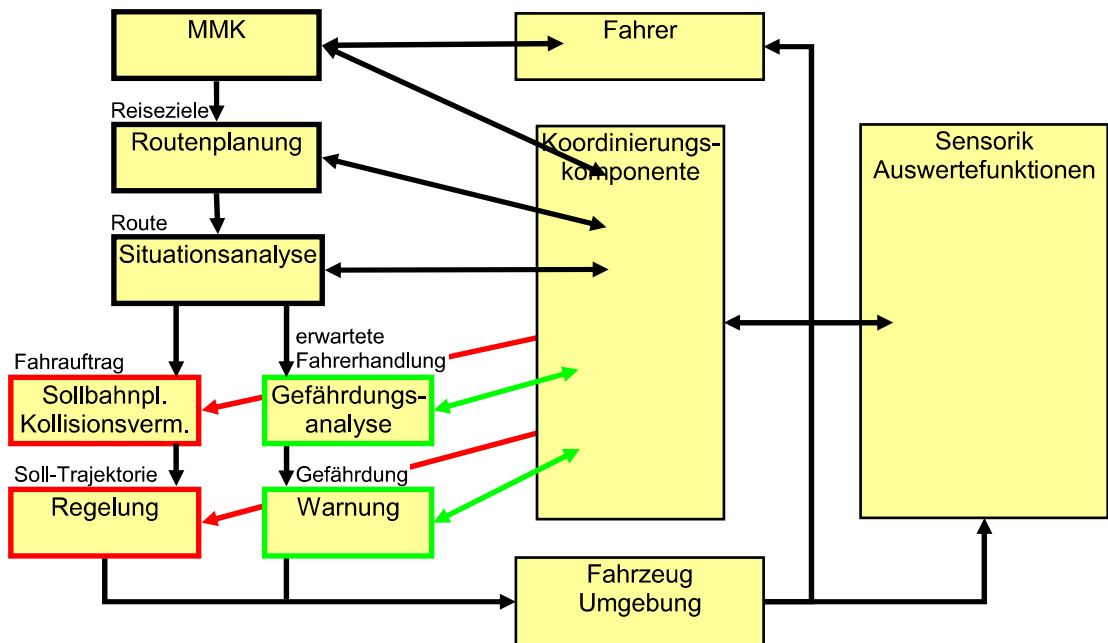
Systembeschreibung (2 Punkte)

- Dialogkomponente für Mensch-Maschine-Interaktion (MMK)
- Komponente zur Routenplanung und zur Situationsanalyse
- Funktionen, die Sensordaten auswerten, um Fahrmanöver automatisch durchzuführen oder zu überwachen
- Koordinierungskomponente

Unterschiede:

Beim Autopilot werden Komponenten zur Sollbahnplanung und Regelung benötigt. Beim Kopiloten Komponenten zur Ermittlung der erwarteten Fahrerhandlung und ggf. Ausgabe einer Warnung (1 Punkt)

### Architekturkonzept eines **Autopiloten** / **Kopiloten**



Frage 2:

Beschreiben Sie die Struktur eines Situationsgraphen. Was modellieren Situationsgraphen und wie erfolgt die Anbindung an Sensordaten?

Lösungseckpunkte:

Ein Situationsgraph

- modelliert eine Abfolge von Situationen repräsentiert durch Situationsknoten, die mit Prädiktionskanten verbunden sind.
- besteht aus Situationsknoten mit Zustandsschema und Handlungsschema
- Auswertung primitiver Typen und Relationen zwischen den in der jeweiligen Situation relevanten Objekten.

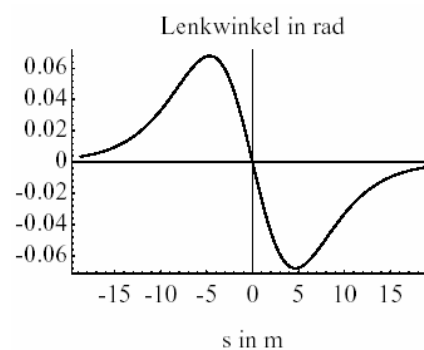
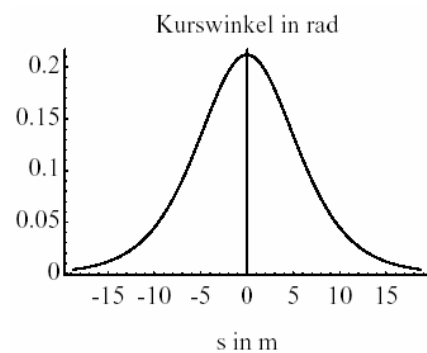
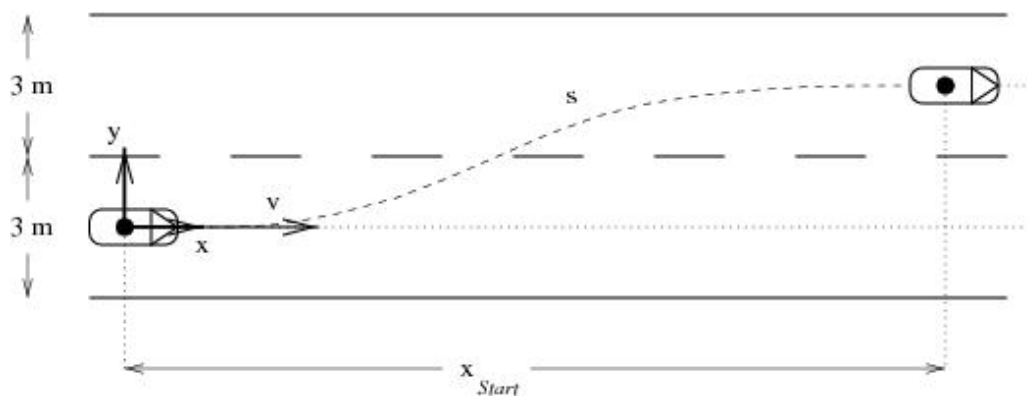
(je 1 Punkt)

### Frage 3:

Beschreiben Sie den Ablauf des elementaren Fahrmanövers Fahrspurwechsel für einen geraden Straßenabschnitt. Welche Parameter werden zur Beschreibung benötigt? Skizzieren Sie den qualitativen Verlauf von resultierendem Kurswinkel und Lenkwinkel während des Manövers.

Lösungseckpunkte:

- Parameter: Querversatz  $\Delta y$ , als konstant angenommene Geschwindigkeit, Abstand  $\Delta x$  zu einem virtuellen Verkehrsobjekt.



(je 1 Punkt)

Frage 4:

XTRACK ist ein modellbasierter Ansatz zur Detektion und Verfolgung von Kraftfahrzeugen in Bildfolgen. Charakterisieren Sie die für diesen Ansatz benötigten Modelle.

Lösungseckpunkte:

- Generisches Fahrzeugmodell, Polyedermodell beschreibt die Form des Objektes
- Bewegungsmodell, Lage (Position und Orientierung), zeitliche Änderung stationäre Kreisbewegung (Kurvenradius, Winkelgeschwindigkeit)
- Beleuchtungsmodell, Winkel des einfallenden Lichtes, wird für die Schattenberechnung benötigt

(je 1 Punkt)

## Frage 5

Welche Informationen sind für eine Assistenzfunktion erforderlich, die den Fahrer bei zu schneller Annäherung an eine Kreuzung warnt, an der er anhalten soll (Kreuzung mit Stoppschild)?

Lösungseckpunkte:

Umgebung: aktuelle Entfernung zur Kreuzung (0,5 Punkte)

Fahrzeug: aktuelle Geschwindigkeit und Bremsverzögerung (1 Punkt)

Fahrer: Normale und maximale Bremsverzögerung, Reaktionszeit. (1,5 Punkte)

#### Frage 6:

Für eine Assistenzfunktion, die den Fahrer vor unbeabsichtigtem Verlassen der Fahrspur warnt, muss die Situation „Verlassen der Fahrspur“ detektiert werden. Beschreiben Sie zwei Methoden zur Detektion dieser Situation. Welche Vor- und Nachteile besitzen die beiden Methoden im Hinblick auf die Akzeptanz einer Fahrerwarnung?

#### Lösungseckpunkte:

##### Current position of the car (CCP) (1,5 Punkte)

- Entfernung des Fahrzeugs zur Fahrsprungbegrenzung wird berechnet, Warnung erfolgt, wenn das Fahrzeug die Spur verlässt
- Vorteil: Keine Fehlalarme
- Nachteil: Warnung erfolgt erst, wenn Begrenzung bereits erreicht ist, Situation Kurvenschneiden ist nicht modelliert.

##### Time to lane border crossing (TLC) (1,5 Punkte)

- Berechnung des Schnittpunktes von erwarteter Trajektorie mit dem geschätzten Verlauf der Fahrsprungbegrenzung. Daraus wird die Zeit bis zum Queren der Fahrsprungbegrenzung berechnet.
- Vorteil: Kurvenschneiden kann durch Berechnung des Wiedereintritts in die eigene Fahrspur modelliert werden. Warnt, bevor Linie überquert wird.
- Nachteile: Reagiert empfindlich auf das Bewegungsmodell, deshalb kommen Fehlalarme vor.

Frage 7:

Beschreiben Sie die Funktion eines nicht autonomen Parkassistenten.

Lösungseckpunkte:

Suchmodus (1,5 Punkte)

- Vermessen von Parklücken. Beim Vorbeifahren wird der seitliche Abstand zu geparkten Fahrzeugen vermessen.
- Typ der Parklücke bestimmen (parallel, quer)
- Anzeige, ob Parklücke für das eigene Fahrzeug ausreichend ist (inklusive Rangierreserve)

Parkmodus (1,5 Punkte)

- Einparkstrategie wählen
- Trajektorienplanung für den Einparkvorgang
- Auswertung der Sensordaten (Szenenvermessung, Hindernisdetektion)
- Einblenden von Lenkhinweisen nach Einlegen des Rückwärtsgangs
- Dynamische Anpassung der Lenkhinweise bei Abweichungen



Frage 8:

Beschreiben Sie drei Komponenten des Systems zum autonomen Fahren zur Erprobung von Serienfahrzeugen und ihre jeweiligen Aufgaben.

Lösungseckpunkte:

- Sensorik, Rundumüberwachung des Fahrzeugs
- Fahrzeugführung: Selbstständiges Abfahren eines vorgegebenen Kurses, Reaktion auf Hindernisse
- Aktorik: Roboter bedient Lenkrad, Pedale und Schaltung
- Fahrzeugdiagnose: Überwachung des technischen Zustandes

(je 1 Punkt, maximal 3 Punkte)

### Frage 9:

Gegeben sei ein System, welches Meldungen über mögliche Gefahrenorte in einem mobilen ad hoc Netz verbreitet. Beschreiben Sie die Funktionsweise einer Assistenzfunktion, die aus den empfangenen Meldungen eine Warnung erzeugt. Welche Informationen über Fahrzeug und Umgebung werden für eine solche Assistenzfunktion benötigt?

Lösungseckpunkte:

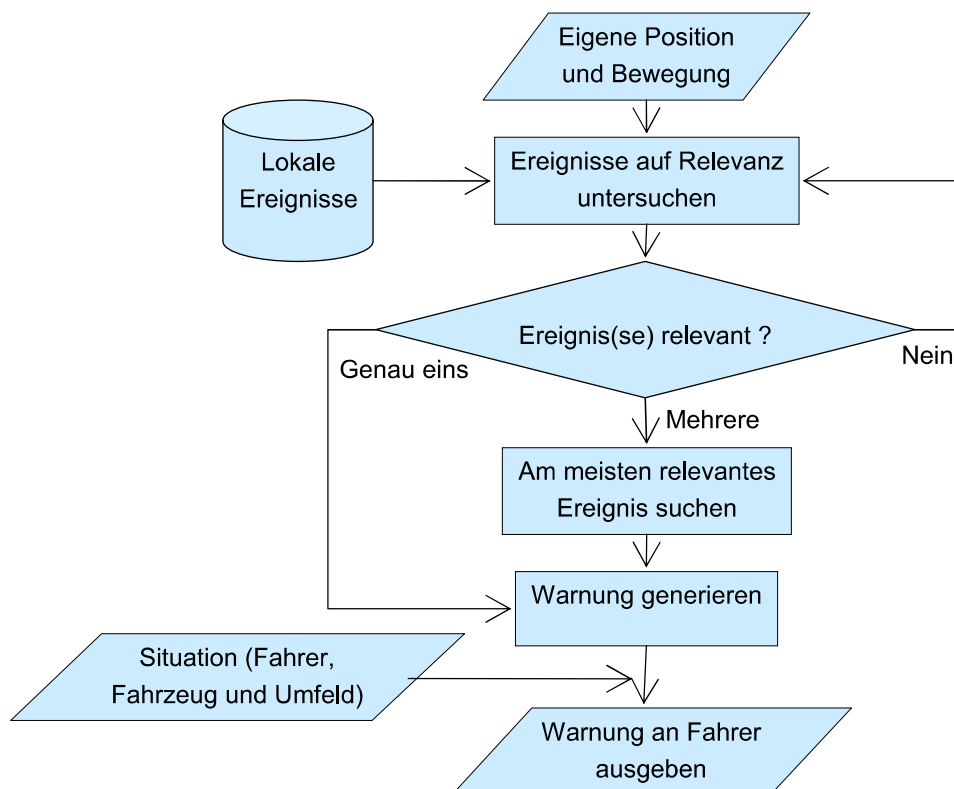
#### Funktionsweise

- Empfangene Meldungen über Ereignisse werden in lokaler Ereignisliste gespeichert.
- Die Elemente der lokalen Ereignisliste werden auf Relevanz überprüft, d.h. liegt der Ereignisort auf der eigenen Route, fahre ich darauf zu?
- Bestimme das am meisten relevante Ereignis, z.B. Ereignis mit der kürzesten Entfernung zur aktuellen Position
- Erzeuge eine situationsgerechten Warnung. Der Ort, an dem der Fahrer gewarnt wird, ergibt sich aus der für die Präsentationsart charakteristischen Bremsverzögerung und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit.

#### Informationen

- Fahrzeug: Aktuelle Geschwindigkeit, charakteristische Bremsverzögerung
- Umgebung: Aktuelle Entfernung zum Ort des am meisten relevanten Ereignisses

(je 0,5 Punkte)



Frage 10:

Zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrerassistenzsysteme wird z.B. der Spurwechselltest eingesetzt. Beschreiben Sie die Funktionsweise und wie verschiedene Aspekte der Fahrerleistung damit analysiert werden können.

Lösungseckpunkte:

Doppelaufgabensituation in einem Fahrsimulator, Fahren („Wechseln Sie die Spur zügig, wenn Sie das Schild erkannt haben“) und Bedienen des Assistenzsystems (0,5 Punkte)

Fahrspur wird aufgezeichnet und mit einem einfachen normativen Modell für einen Fahrspurwechsel verglichen. (0,5 Punkte)

Fläche zwischen aufgezeichneter Fahrspur und normativem Modell ist ein Maß für die Fahrqualität

Aspekte der Analyse:

- Wahrnehmung (Reagieren auf Schild = kleine Fläche, Schild verpasst = große Fläche)
- Reaktion (frühes Reagieren = kleine Fläche, spätes Reagieren = große Fläche)
- Manövrierverhalten (Gutes Manövrieren = kleine Fläche, schlechtes Manövrieren = große Fläche)
- Spurhaltung (Gute Spurhaltung = kleine Fläche, Schlechte Spurhaltung = große Fläche)

(je 0,5 Punkte)