

Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

Übersicht

Motivation und Ziele







Entwicklung von Methoden und der Wahrnehmungsarchitektur zur Erfassung der relevanten Informationen als Input für die funktionale Verhaltensgenerierung (TP 3 bis TP 7) für automatisiertes Fahren in urbanen Szenarien

Arbeitsschwerpunkte

Was ist **wann** relevant?
Transparenz notwendigen Wissens

Anforderungen aus TP 3 bis TP 7 → **Spezifikation**

Wie – mit welchen **Methoden** –
kann es erfasst werden?

Erkennen

Welche **Randbedingungen** gelten?
Was bedeutet das?
(z.B. Topologie, Vorfahrt, Verdeckung)

Vorwissen aus TP 2 Digitale Karte → **Verstehen** → Input für TP 3 bis TP 7

Wie entwickelt sich die dynamische Szene unter Randbedingungen wahrscheinlich weiter?
Prognose als Ausdruck des Situationsverständnisses

Prognose → Beiträge zu „Erkennen“ und „Verstehen“

Ergebnisse

- Beschreibungen für **typische Abläufe zur Ableitung relevanter Informationen**
- Ableitung **Sensortechnologie-unabhängiger Anforderungen**
- **Partnerspezifische** Konzeption und Umsetzung geeigneter **Sensorsets**
- **Klassische Erkennungsmethoden und maschinelle Lernverfahren**
  (z.B. für Objekte, Markierungen, Semantik, Verhaltensmuster, Intentionserkennung)
- **Einbindung digitaler Karteninformationen**
- Aufbau **partnerspezifischer Versuchsträger** zur Entwicklung

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

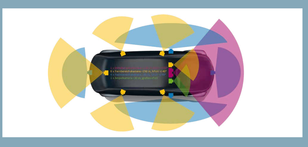


Spezifikation

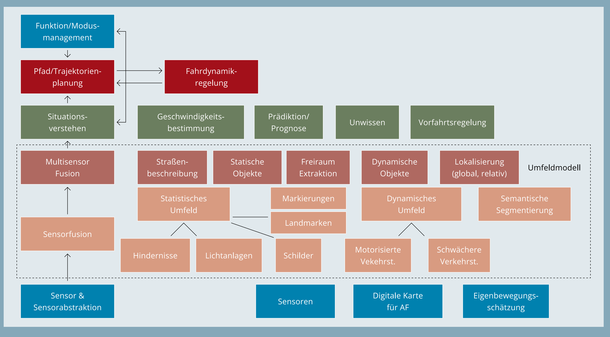
Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

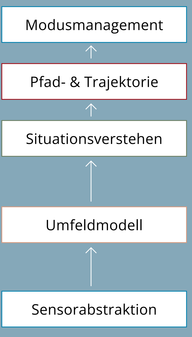
Motivation und Ziele

- Ableitung von technologieunabhängigen Anforderungen an die Umfelderfassung für urbane Szenarien
- Verständnis der relevanten Informationen und Abläufe urbaner Verkehrs-Situationen
- Grundlegende Definition von relevanten Funktionsblöcken und Schnittstellen der Systemarchitektur

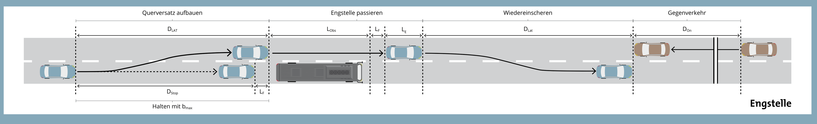


Prinzipbild der funktionalen Architektur





Arbeitsschwerpunkte und Vorgehensweise



- Abstimmung der funktionalen Architektur zwischen den Partnern für eine „gemeinsame Sprache“
- Erstellung von Ablaufbeschreibungen für Kreuzung, Kreisverkehr und Verbindungsstrecke mit Engstellen
- Abschätzungen von situativen Anforderungen an statische und dynamische Objekterkennung
- Abstimmung mit TP 2 (Digitale Karte und Lokalisation) hinsichtlich relevanter Landmarken zur Lokalisation
- Erstellen einer Umfeldwahrnehmung basierend auf Video-Sensorsetup und Betrachtung im Fahrszenario „Kreuzung“
- Betrachtung von Sensoranforderungen im Szenario „Engstelle“ mit kooperativem Verhalten des Gegenverkehrs
- Analyse eines exemplarischen Video-Sensorsetups mit 12 Kameras auf Grundlage der theoretischen Erkenntnisse
- Zusammenführen der Inhalte in ein Gesamtdokument: „Dokument zur Ableitung von Anforderungen an Umfelderfassung und Situationsverstehen aus Szenarienabläufen“
- Erkennen von querenden Fußgängern und Fahrradfahrern ist Fokus von TP 7

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

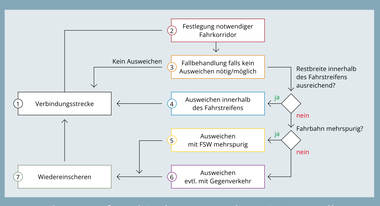
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



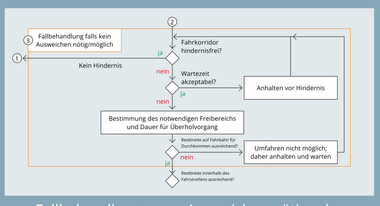
Spezifikation

Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

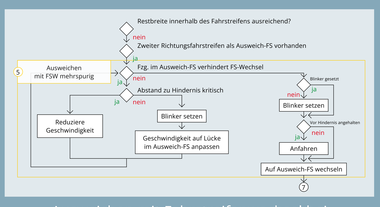
Detaillierte Ablaufdiagramme für Verbindungsstrecken



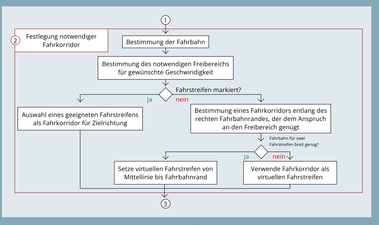
Fahren auf Verbindungsstrecke mit Engstelle



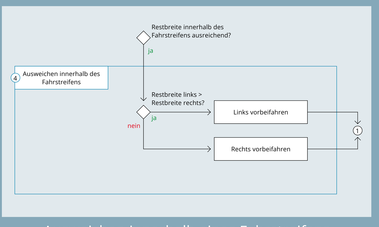
Fallbehandlung wenn Ausweichen nötig oder nicht möglich



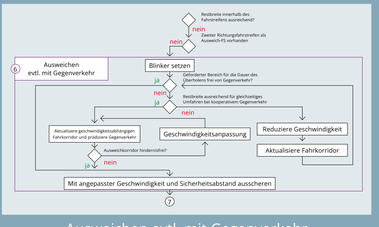
Ausweichen mit Fahrstreifenwechsel bei mehrstreifiger Straße



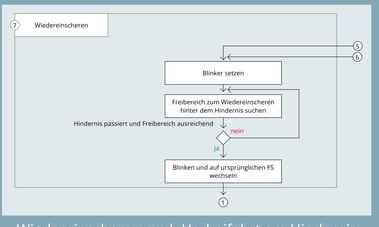
Bestimmung Fahrstreifen und Fahrkorridor



Ausweichen innerhalb eines Fahrstreifens



Ausweichen evtl. mit Gegenverkehr



Wiedereinscheren nach Vorbeifahrt am Hindernis

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Erkennen

Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

Motivation und Ziele

Grundlegend für automatisiertes Fahren ist die sensorische Umfelderfassung. Durch verschiedene Sensoren (z. B. Radar, Kamera, Lidar, IMU) werden Daten des Umfelds erfasst und im Fahrzeugsystem fusioniert. Je nach Methode werden diese Daten in einem Umfeldmodell verknüpft oder als latente Feature aus Zwischenrepräsentationen dann als Basis zur Interpretation und Prädiktion der Situation verwendet.

Herausforderungen – Hohe Variabilität in der Stadt

- Straßenführung (oft historisch gewachsen)
  - Kreuzungen und Kreisverkehre
  - Weniger strukturierte Fahrbahnen
- Vorfahrtsregelnde Elemente
  - Lichtsignalanlagen, Schilder, Richtungspfeile
  - Einbindung digitaler Karteninformation und C2X
  - Rechts vor Links
- Dynamische Verkehrsteilnehmer
  - Beliebige Bewegungsrichtungen in Kreuzungen oder Kreisverkehren
  - (Teil-)Verdeckungen, Objekttrennung
  - Bus an Haltestelle oder Lieferverkehr
- Schwächere Verkehrsteilnehmer (Siehe TP 7)
  - Fußgänger, Radfahrer, …



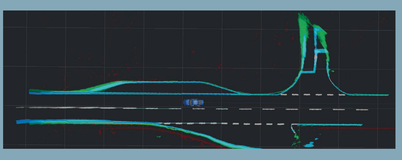
Semantische Segmentierung



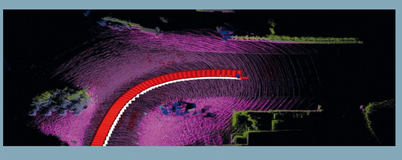
Ortsfestes Tracking der Fahrstreifenbegrenzungen

Ergebnisse / Lösungsansätze

- Starker Fokus auf Sensorrohdaten
  - Semantische Segmentierung zur Verbesserung der Assoziation und Objektklassifikation
  - Radar / Lidar Punktwolken
- Sensorische Fahrstreifenerfassung
  - Semantisches Grid und ortsfestes Tracking
- Sensorfusion, verbesserte bzw. neue Sensorik
  - Lidare, polarimetrisches Radare
- Kamera-, Lidar- oder Radarbasierte Landmarken



Akkumulation der mittels ML klassifizierten und im Grid akkumulierten semantischen Information zur Detektion von Fahrstreifengrenzen



Statisches akkumuliertes Umfeldmodell zur Extraktion des befahrbaren Fahrbahnbereichs

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Situationsverstehen

Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

Motivation und Ziele

- Verstehen der aktuellen Verkehrssituation, die alle Objekte, Infrastruktur und Verkehrsregeln umfasst
- Ermöglicht und verbessert die Prognose der zeitlichen und räumlichen Entwicklung der Verkehrsszene, um insbesondere das eigene Verhalten vorausschauend planen zu können

Arbeitsschwerpunkte und Ergebnisse

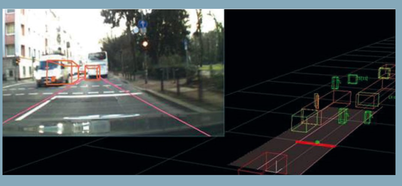
- **Vorwissen** extrahieren aus Karte:
  - Topologieverständnis: Kreuzungen, Kreisverkehr, Fahrstreifen, usw.
  - Zuordnung der Vorfahrtsregelung zu Fahrstreifen
  - Zuordnung von Haltelinien zu Fahrstreifen
  - Identifikation wahrscheinlicher Bahnen aus Fahrstreifentopologie
  - Identifikation von Konfliktbereichen



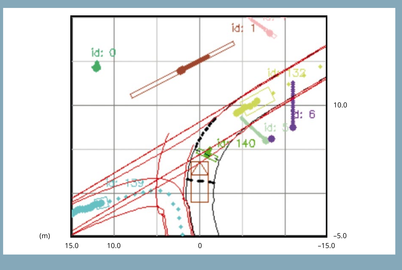
- **Erkennung** aller Verkehrsteilnehmer:
  - Fahrzeuge wie PKW, LKW und Motorräder
  - VRU mit Fußgänger und Radfahrer
  - Assoziation und Tracking der dynamischen Objekte
  - Anreicherung mit semantischer Information, z. B. Blinker gesetzt, Bus des ÖPNV



- **Interaktion** der Verkehrsteilnehmer:
  - Intentions- und Verhaltenserkennung
  - Modellierung von Objektverhalten
  - Lernen von objektspezifischer Bewegungsmuster: PKW, Fußgänger und Radfahrer
  - Reaktion und gegenseitige Wechselwirkung



- **Verknüpfung** aller Informationen:
  - Beziehungen zwischen dynamischen Objekten und statischer Umgebung
  - Zuordnung von Ampelphasen und Vorfahrts-regelung zu Haltelinien
  - Plausibilisierung zwischen Karte und Sensoren



- **Repräsentation** des Wissens zum Situationsverstehen:
  - Gemeinsam mit Arbeitspaket Prognose
  - Berücksichtigung von Unsicherheiten bei Erkennung und Prognose
  - Berücksichtigung von Nicht-Wissen, z. B. bei Verdeckungen

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Prognose

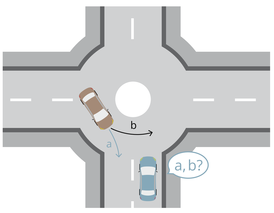
Umfelderfassung und Situationsverstehen (TP 1)

Motivation und Ziele

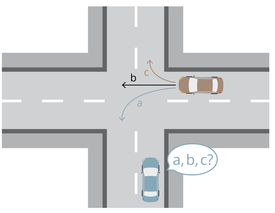
- Vermeiden von Konfliktsituationen durch vorausschauende Fahrweise
- Voraussetzung für Auswahl und Optimierung des Fahrpfades
- Möglichkeit zur Verbesserung der Verhaltensplanung durch Berücksichtigung prädizierter anderer Verkehrsteilnehmer

Anwendungsfälle

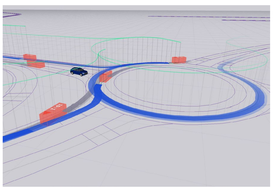
Kreisverkehr



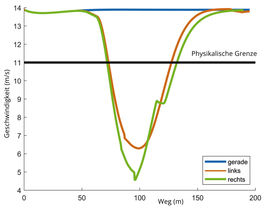
Kreuzung



Analyse von Indikatoren: Geschwindigkeitsprofil, Fahrtrichtungszeichen, Aufenthaltsorte, ...



Prognose der Trajektorien der anderen Verkehrsteilnehmer am Kreisverkehr



Geschwindigkeitsprofil eines Abbiegevorgangs. Physikalische Grenze der Haftreibung stellt das Maximum dar, mit dem abgebogen werden kann.

Arbeitsschwerpunkte und Anwendungen in Applikationsschwerpunkten

- Betrachtung der Eignung von tiefen neuralen Netzwerken (DNN)
- Zuordnung von Fahrzeugen zu möglichen Pfaden
- Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einem Pfad zu folgen
- Bestimmung der Wahrscheinlichkeit des zukünftigen Aufenthaltsortes
- Simulative Entwicklung der Funktionsumsetzung für ausgewählte Szenarien
- Zusammenspiel zwischen Situationsverstehen und Prognose

www.atcity-online.de

Partner:

- Aptiv Services Deutschland GmbH
- AUDI AG
- Continental Teves AG & Co. oHG
- Mercedes-Benz AG
- Robert Bosch GmbH
- Valeo Schalter und Sensoren GmbH
- ZF Group

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages