



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Situationserkennung auf Basis eines Fahrzeugumgebungsmodells in Fahrerassistenzsystemen

Stefan Cordes

25.11.2005

Agenda

- Einleitung
 - Entwicklung von Assistenzsystemen
 - Aufbau von Assistenzsystemen
- Situationserkennung
 - Umgebungsmodell
 - relevante Verkehrssituationen
- Ausblick auf die Masterarbeit

Entwicklung der Assistenzsysteme

Ur-Assistenzsysteme

Scheibenwischer
Bremskraftverstärker
Servolenkung
Automatikgetriebe

Fahrwerkregelsysteme

Antiblockiersystem
Schlupfregelung
Fahrzeugstabilisierung

Verkehrssituations-
abhängige Systeme

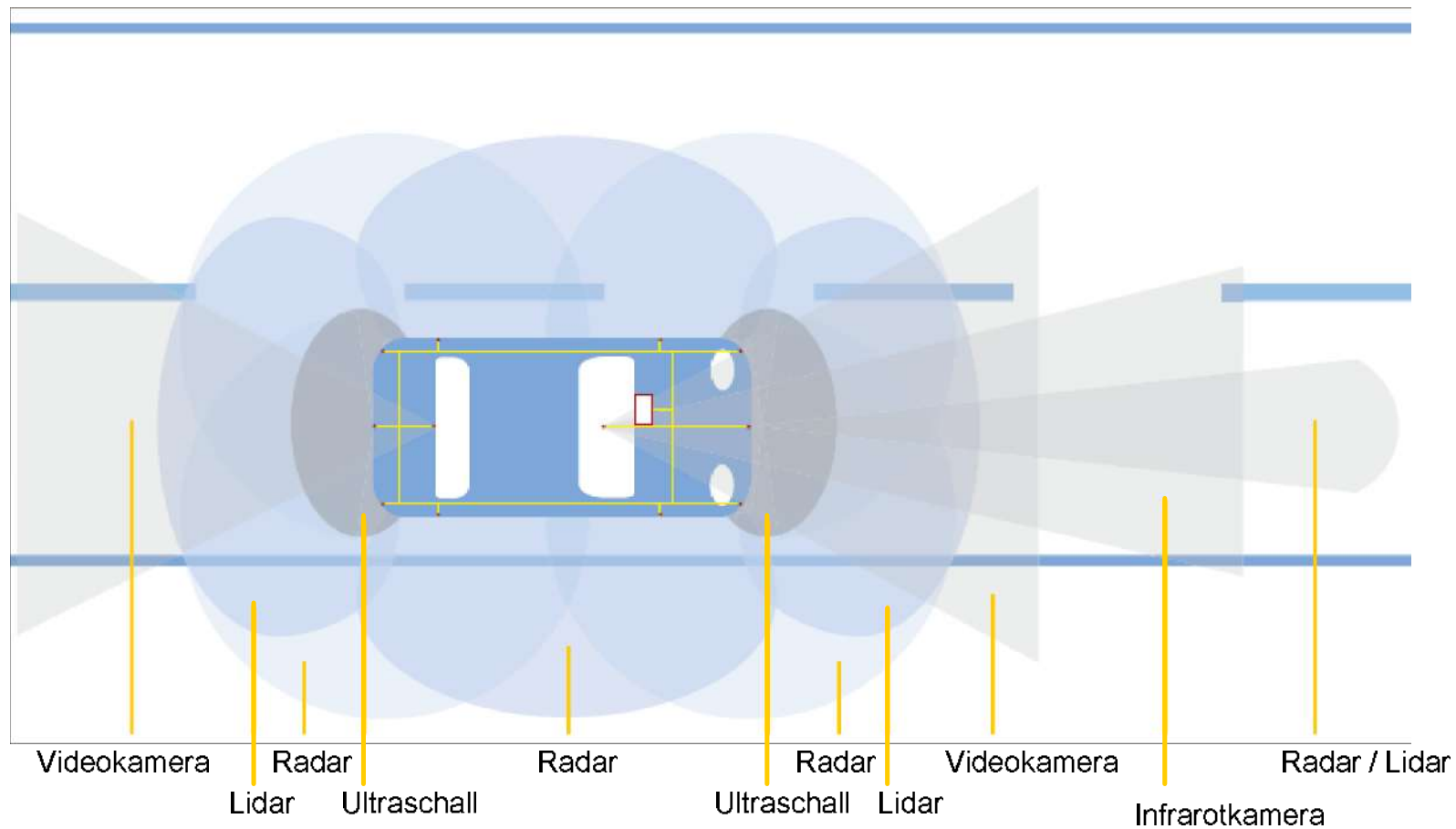
Einparkhilfe
Spurhaltesysteme
Abstandsregelung

Zeit

Aufbau eines Assistenzsystems

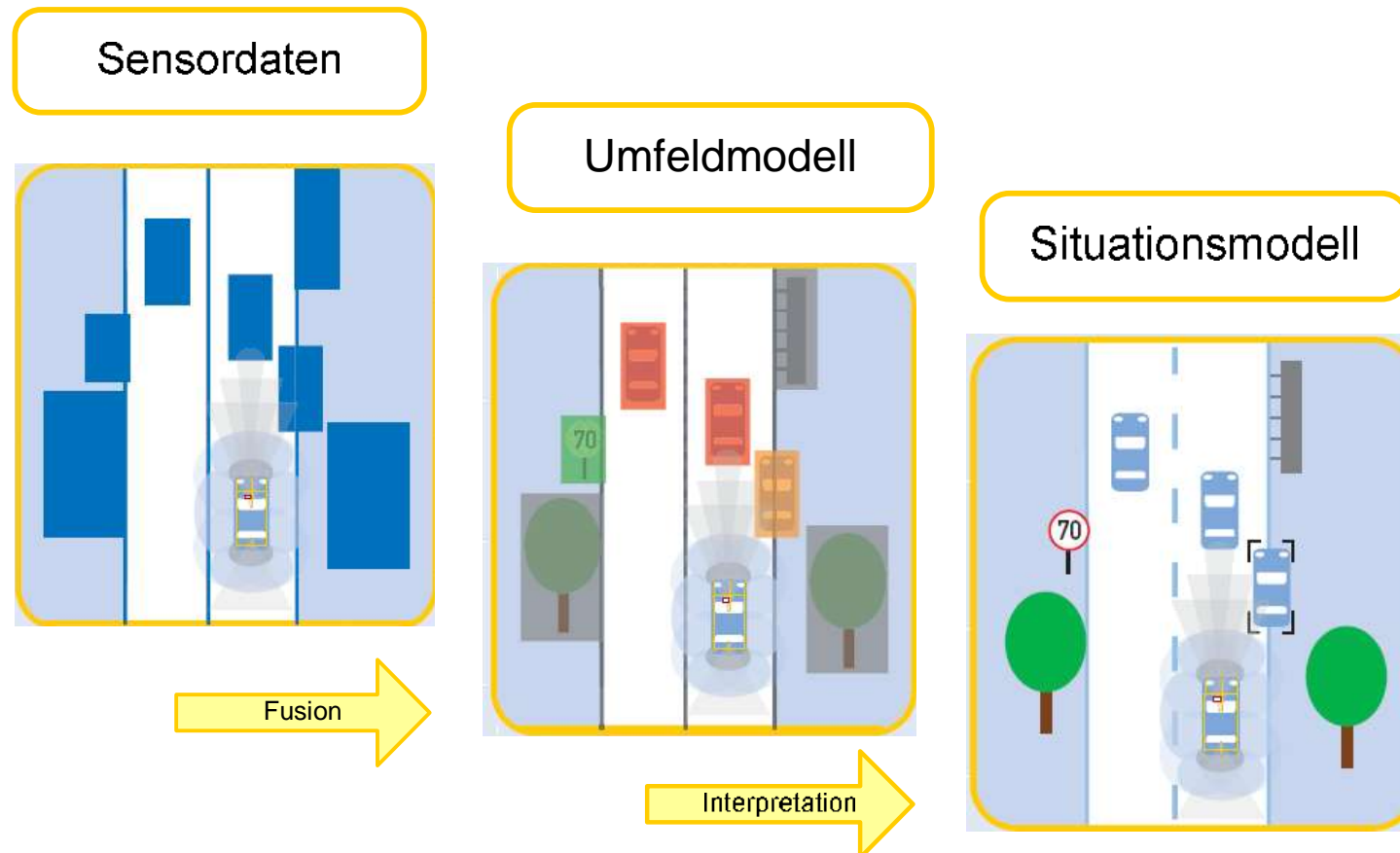


Umgebungserkennung



Stefan Cordes

Situationserkennung



Situationserkennung



Umgebungsmodell

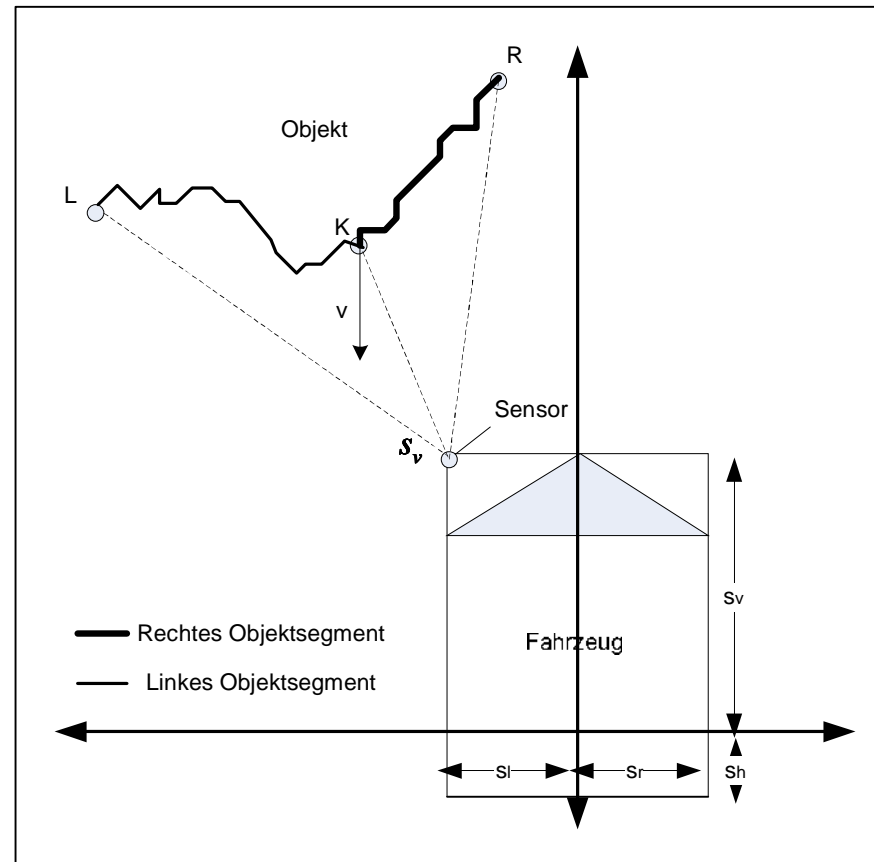
Das Umgebungsmodell stellt eine Momentaufnahme der Umgebung dar

- à Positionen der Objekte aus den Sensordaten
- à Geschwindigkeiten durch das Differenzieren der Positionen der Objekte zwischen zwei Erfassungszyklen

Aufgrund der ständigen Änderung des Modells muss die Situationserkennung zyklisch durchgeführt werden

- à Der Zeitbereich des Zyklus wird durch die Erfassungszyklen der Sensoren und den Zeitkonstanten des Fahrzeuges definiert

Umgebungsmodell



Ermittlung des Kollisionsstatus

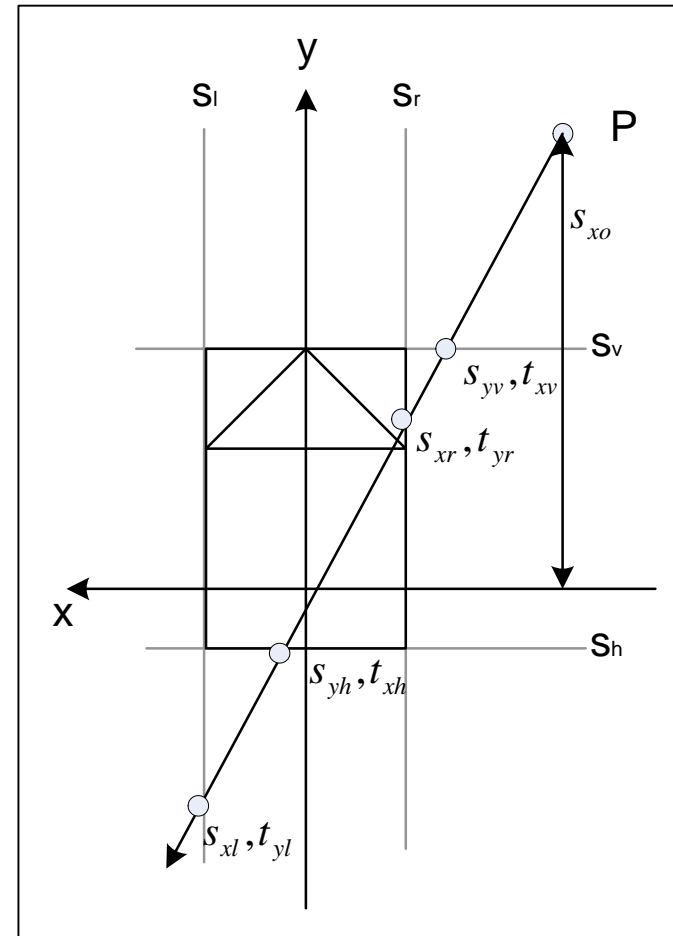
Kollision mit einem Punkt

Zeit bis zur vorderen Kollision:

$$t_{xv} = \frac{s_v - s_{x0}}{v_{x0}}$$

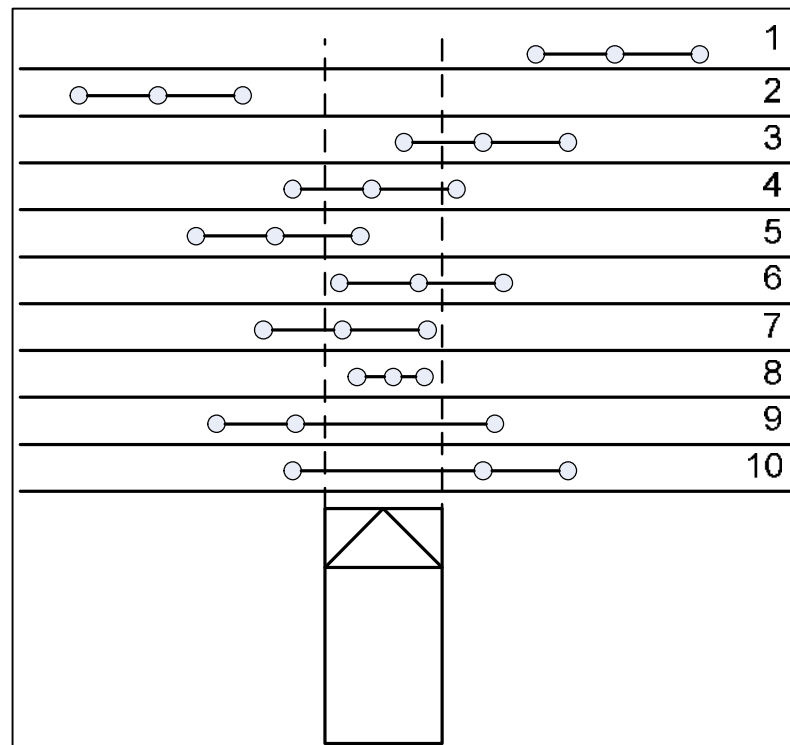
Y-Koordinate der vorderen Kollision:

$$s_{yv} = v_y * t_{xv} + s_{y0}$$



Kollision mit einem Objekt

10 Möglichkeiten der Begegnung



Liegen alle Punkte im Fahrzeugbereich dann gilt:

$$T_z = \min(t_{xv,l}, t_{xv,k}, t_{xv,r})$$

Die restlichen Möglichkeiten werden in vier Fälle unterteilt:

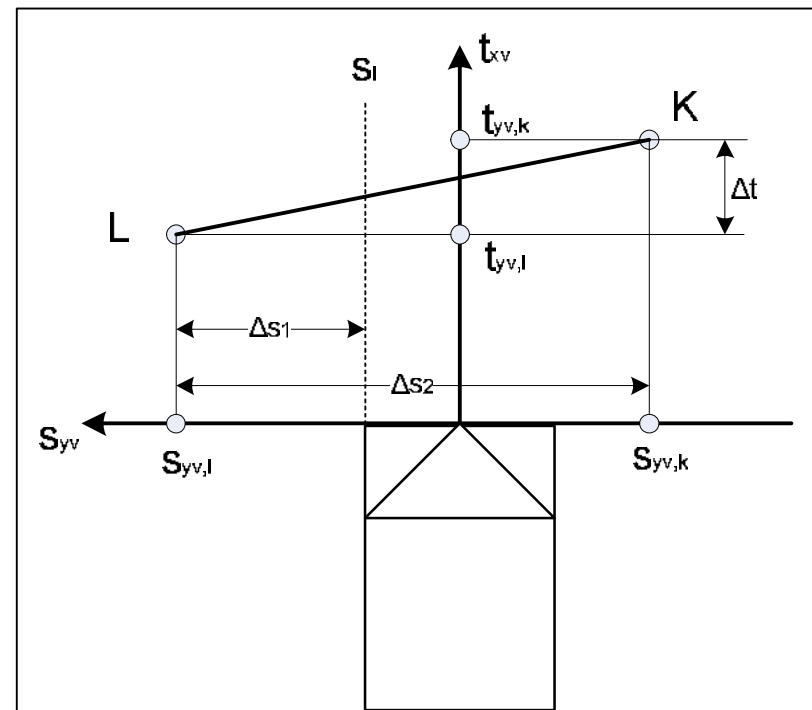
1. Linkes Objektsegment durch linke Fahrzeugbegrenzung
2. Linkes Objektsegment durch rechte Fahrzeugbegrenzung
3. Rechtes Objektsegment durch linke Fahrzeugbegrenzung
4. Rechtes Objektsegment durch rechte Fahrzeugbegrenzung

Berechnung der Kollisionszeit

Aufprallpunkt liegt im Objektsegment:

- Objektpunkte werden mit einer Geraden verbunden
- Berechnung des Aufprallzeitpunktes mit Hilfe des Strahlensatzes

$$T = t_{\min} + \Delta t * \frac{\Delta s_1}{\Delta s_2}$$



Kollisionszeit und Status

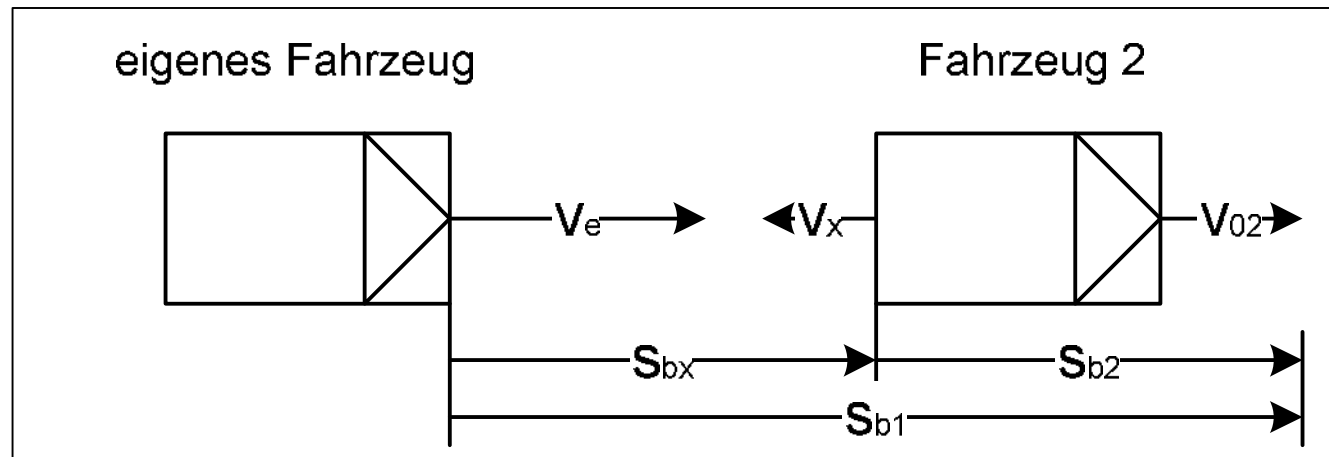
Kollisionszeit mit einer Fahrzeugseite:

$$T = \min(T_z, T_1, T_2, T_3, T_4)$$

- Berechnung für alle vier Fahrzeugseiten
- Setzen des Statusflag für jede Fahrzeugseite
 - 1 – wenn die Aufprallzeit mit dieser Seite kleiner als alle Aufprallzeiten der anderen Seiten sind
 - 0 – sonst

Ermittlung des Bremsstatus

Längsbewegte Objekte



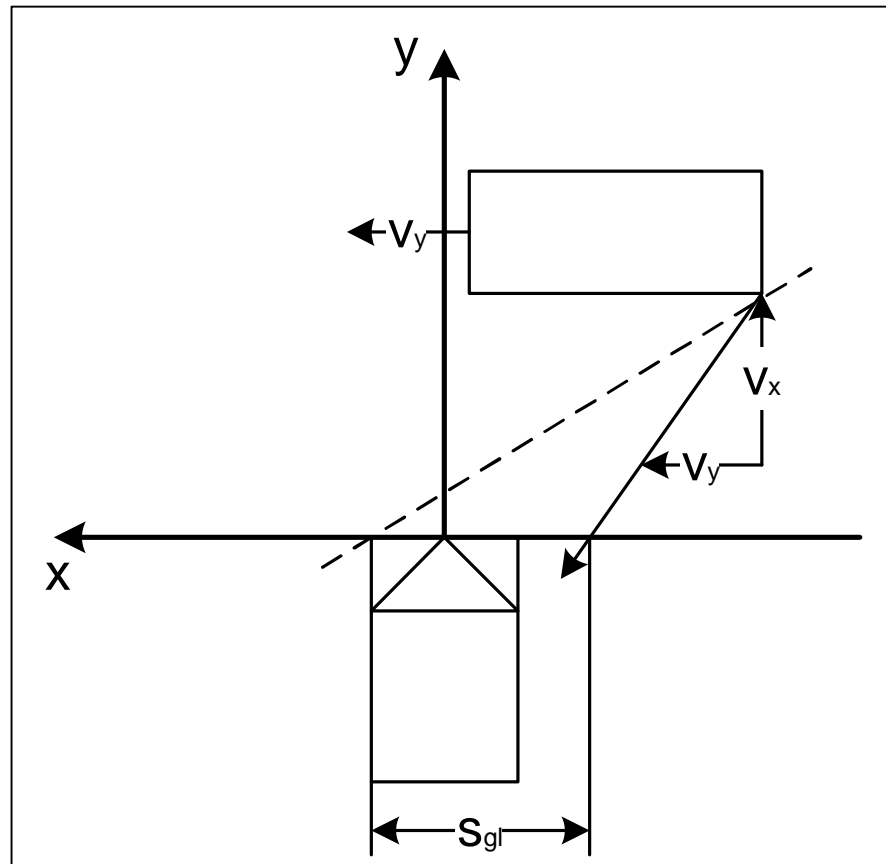
Berechnung des Bremsweges:

$$s_{bx} = \frac{v_x}{a} \left(\frac{1}{2} v_x + v_e \right)$$

Berechnung der Bremszeit:

$$t_{bx} = \frac{v_x}{a}$$

Querbewegte Objekte



Auslösesignal für Notbremsung

Ermittlung der Bremsstrecke:

$$s_b = \min(s_{bx}, s_{by})$$

Ermittlung der Bremszeit:

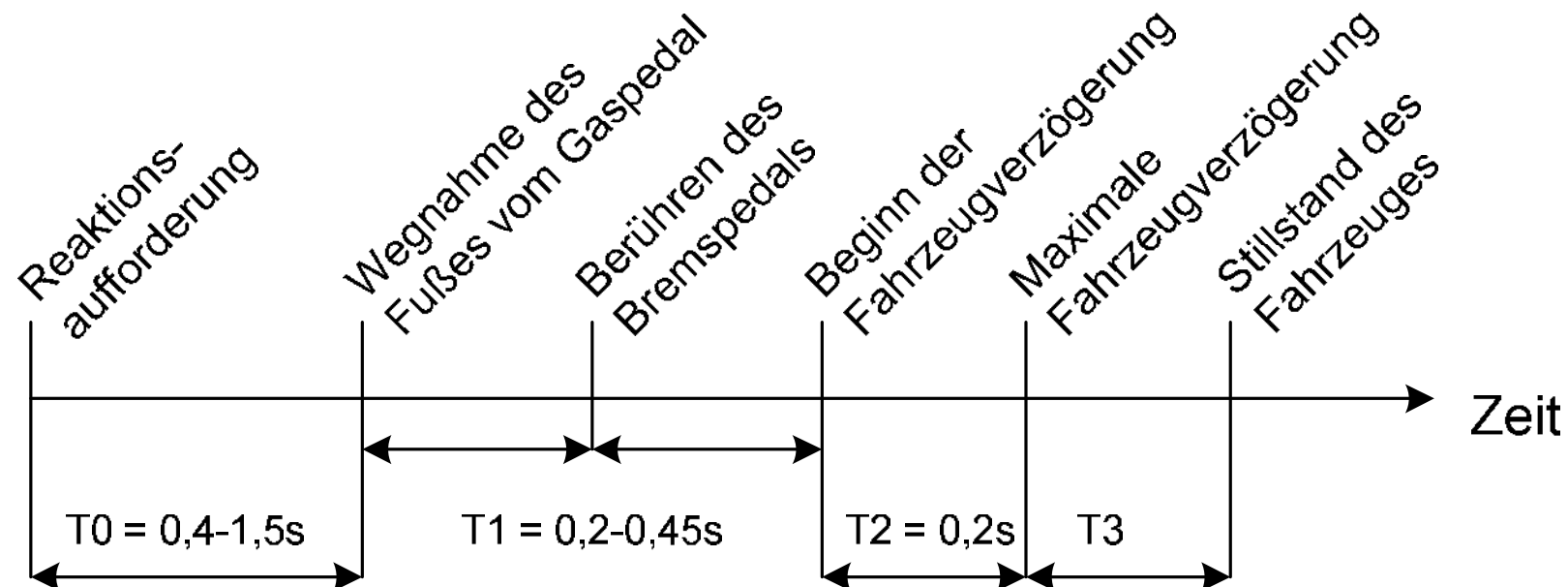
$$t_b = \begin{cases} t_{bx} & \text{für } s_b = s_{bx} \\ t_{by} & \text{für } s_b = s_{by} \end{cases}$$

Auslösesignal:

1 – wenn eine Kollision vorliegt und
die Kollisionszeit kleiner der Bremszeit ist und
der Weg bis zur Kollision kleiner dem Bremsweg ist.

0 - sonst

Phasen eines Bremsvorgangs



Ermittlung des Ausweichstatus

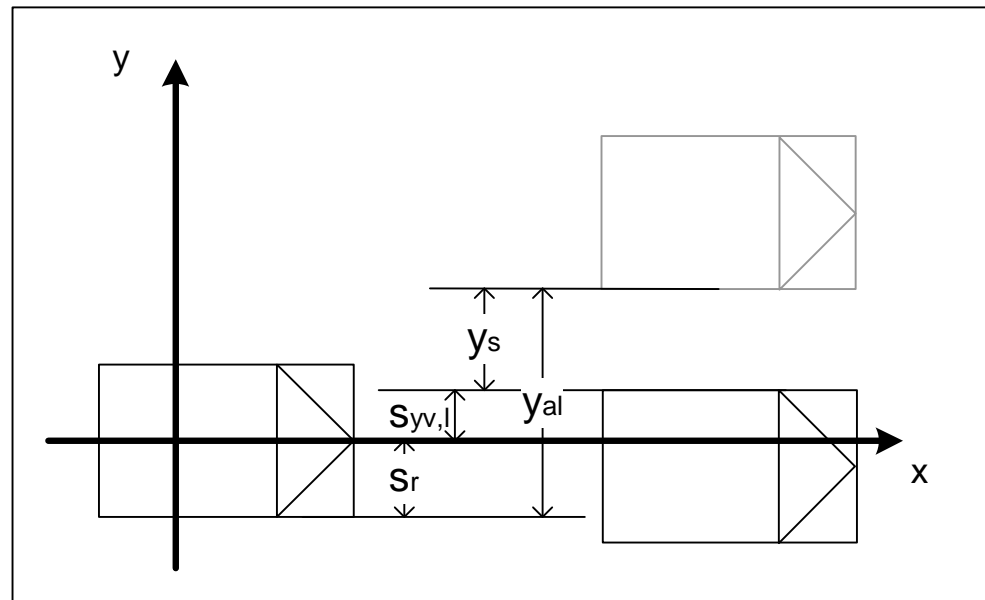
Ausweichzeit

Abhängig von:

- Ausweichbreite y_{al}

$$y_{al} = s_{yvl} + y_s + s_r$$

- maximal mögliche
Querbeschleunigung



Ausweichkurve

Realisierung durch Aneinanderreihung von Klothoidenabschnitten

Klothoide

- Kurve mit konstanter Krümmungsänderung
- Kein Sprung beim Übergang à Ruckfrei
- Verwendet für den Bau von Autobahnauffahrten

Annäherung durch:

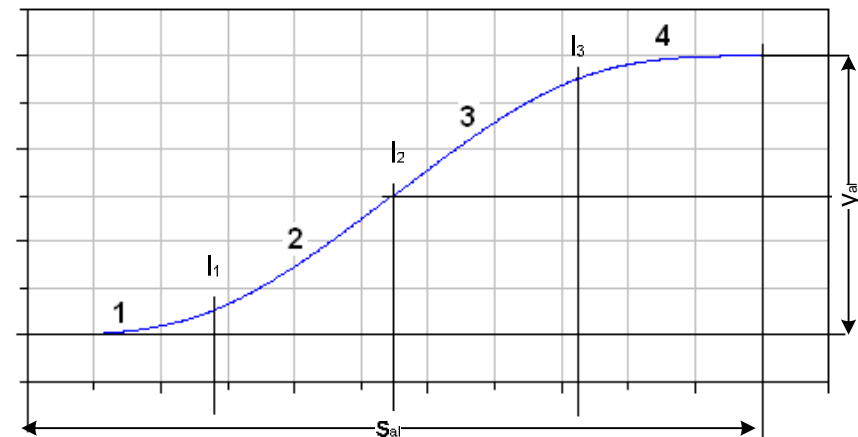
$$y(x) = c_0 + c_1 x + c_2 \frac{x^2}{2} + c_3 \frac{x^3}{6}$$

$c_0 \equiv \text{Position}$

$c_2 \equiv \text{Krümmung}$

$c_1 \equiv \text{Steigung}$

$c_3 \equiv \text{Krümmungsänderung}$

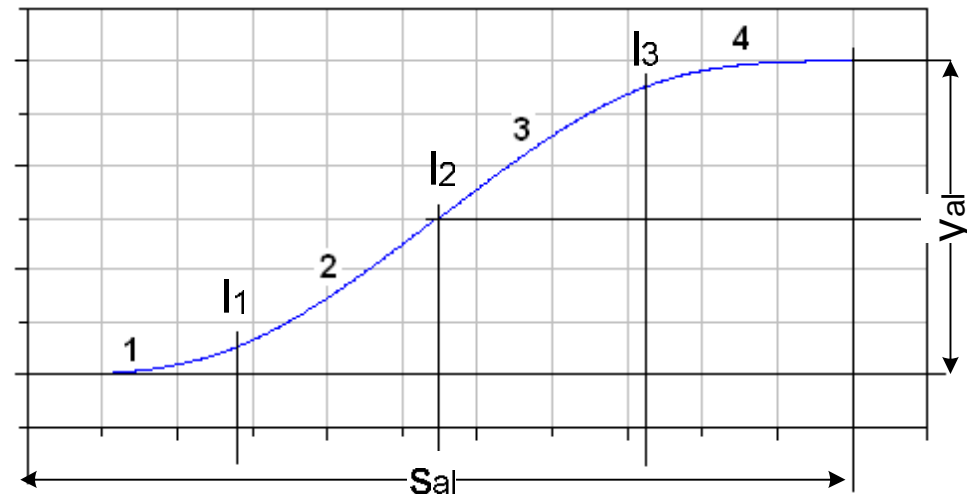


Ausweichkurve

Erster Abschnitt:

- Position, Steigung und Krümmung sind Null.
- Am Ende entspricht die Krümmung der max. Querbeschleunigung

$$y_1(x) = c_{31} \frac{x^3}{6}$$



Folge Abschnitte:

- Position aus voriger Klothoide am Übergang
- Steigung und Krümmung durch Differenzieren am Übergang
- Krümmungsänderung definiert durch max. Querbeschleunigung

$$y_x(x) = (y_{x-1}(l_{x-1})) + (y_{x-1}'(l_{x-1})) * x + (y_{x-1}''(l_{x-1})) * \frac{x^2}{2} (+/-) c_{31} \frac{x^3}{6}$$

Auslösesignal zum Ausweichen

Ausweichweg:

$$s_{al} = 4 * \sqrt{\frac{y_{al}}{2a_{qm}}} * v_e$$

Ausweichzeit:

$$t_{al} = 4 * \sqrt{\frac{y_{al}}{2a_{qm}}} \text{ für } y_{al} > 0 \quad \approx \quad 3 * \sqrt{\frac{y_{al}}{2a_{qm}}} \text{ für } y_{al} > 0$$

Auslösesignal für den Reaktionsentscheider:

1 - wenn Kollisionszeit \leq Ausweichzeit

0 - sonst

Situationserkennung



Ausblick auf die Masterarbeit

- Entwurf einer Situationserkennung für ein exemplarisch prototypisches Fahrerassistenzsystem
- Realisierung auf praxisnaher Hardware
 - GEME-Rechner mit Celeron 650 MHz
 - FlexRay-Knoten 24 MHz
- Grundlage ist das FAUST – Fahrzeug

Literatur

- [1] Ameling Christian: *Steigerung der aktiven Sicherheit von Kraftfahrzeugen durch ein Kollisionsvermeidungssystem*, VDI Verlag, 2002
- [2] Mildner Frank: *Untersuchung zur Erkennung und Vermeidung von Unfällen für Kraftfahrzeuge*, VDI Verlag, 2004
- [3] Kirchner Alexander: *Sensordatenverarbeitung eines Laserscanners für autonome Fahrfunktionen von Kraftfahrzeugen*, VDI Verlag, 2000
- [4] Lages, Ulrich S.: *Untersuchung zur aktiven Unfallvermeidung von Kraftfahrzeugen*, VDI Verlag, 2000
- [5] Freymann, Raymond: *Möglichkeiten und Grenzen von Fahrerassistenz- und Aktiven Sicherheitssystemen*, Tagungsbericht, 2004
- [6] Intelligenter Verkehr und nutzgerechte Technik , www.invent-online.de, Nov. 2005, Forschungsinitiative deutscher Unternehmen

Literatur

- [7]Girard, Anouck R.,Spry, Stephan, Hedrick, J. Karl: *Real-Time, Embedded Hybrid Control Software*, IEEE Robotics & Automation Magazine, March 2005
- [8]Barber, Jonathan, Kolodko, Julian, Noel, Tony, Parent, Michael, Vlacic, Ljubo: *Intelligent Vehicles Sharing City Roads*, IEEE Robotics & Automation Magazine, March 2005
- [9]Maurin, Benjamin, Masoud, Osama, Papanikolopoulos, Nikolaus P.: *Computer Vision Algorithms for Monitoring Vehicles, Individuals, and Crowds*, IEEE Robotics & Automation Magazine, March 2005