HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Labor für Kraftfahrzeug-Mechatronik

Toralf Trautmann

"Grundlagen bildgebender Ortungsverfahren"

www.mechlab.de



Leitung: Prof. Dr. rer. nat Toralf Trautmann 10 Mitarbeiter Lehre/Forschung (davon 3 Doktoranden) 10 Studenten



Ausstattung





Mehrere Messfahrzeuge (**2 x BMW i3**, 1 x Passat GTE, 2 x Renault Twizy)



V2X-Module & Laserscanner







Prüfstand für Fahrerassistenzsysteme

Prüffeld & Entwicklungssystematik

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES







EGO-Fahrzeug:

- Abstand (Versatz) und (Gier)Winkel zur Spurmitte (absolute Position)
- Eigenbewegungsdaten

Umgebungsobjekte:

- Abstand, Winkel, Geschwindigkeit, Abmessungen, ...
- **absolute** Position zur Spur oder **relativ** zum EGO (Fahrschlauch)
- quantitative Merkmale zur Bewertung der Sicherheit der Objekt-Information

Objektdaten sind Schnittstelle zur Funktion / zur Datenfusion (auf Objektebene)

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIBTSCHAFT

Überblick Umfeldsensorik (1) HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Trägheitssensor **GPS-Position** HD-Kartendaten Detektions-Gas, Bremse, Sensorfusion Umfeldmodell Bahnplanung Lenkung algorithmen Entry Euclid's algorithm for the greatest common divisor (god) of two numbers Input A, B 13 4 B - B - A Goto 2 A -- A - B 1 12 Print A ΩŔ

Kontrolle und Überwachung

Quelle: ATZ

End



Quelle: ATZ

	Kamera	Laserscanner	Radar	Ultraschall	Fusion
Blickfeld	A		×	-	
Messbereich, Reichweite	×			×	
Geschwindigkeitsauflösung	+	A		×	
Radiale Auflösung	♦	Ħ	+	×	
Betrieb unter schlechten Witterungsbedingungen	+	A	Ħ	→	
Betrieb bei Nacht, Störung durch Umgebungslicht	A	†			
Objektklassifizierung, Semantische Information		A	-	×	

- durch das passive Messprinzip gibt es keine gesetzlichen Einschränkungen hinsichtlich der Zulassung im Straßenverkehr,
- die Infrastruktur und das Verkehrsgeschehen sind auf visuelle Wahrnehmung ausgerichtet und somit nur bildgebend voll zu erfassen,
- der Informationsgehalt des Sensorsignals ein ungleich höheres Abstraktionspotential aufweist als herkömmliche Umfeldsensoren,
- aufgrund zur N\u00e4he der menschlichen Wahrnehmung ein hohes Ma
 u00e6 an Transparenz bez
 u00e2glich der Funktion videobasierter Fahrerassistenzsysteme erreichbar ist.

HOCHSCHULE FÜR





Auflösungsvermögen (2)



Kameraeigenschaften: Auflösung: Bildtiefe: Wiederholrate: Öffnungswinkel:

Vorausschauzone:

640x480 Pixel (VGA) 12 Bit (4096 Graustufen) 25 Bilder pro Sekunde horizontal: 45°, vertikal: 16° 20m - 60m

HOCHSCHULE FÜR

Formel zur Berechnung: B = G / ((g/f) - 1)

B = Bild, G = Gegenstand, g = Gegenstandsweite, f = Brennweite

Тур	Entfernung	Verkehrszeichen	PKW	Spurmarkierung
Bosch	20 m	37 рх	78 рх	8 px
	40 m	19 px	39 px	4 px
	60 m	12 px	26 px	3 px
GoPro4	20 m	73 рх	153 px	16 px
	40 m	36 px	77 рх	8 px
	60 m	24 px	51 px	5 px

Einsatzbereiche





Spurerkennung (1)

Originalbild mit

Suchlinien

- trapezförmige Suchbereiche
- Spurerkennung bei Grauwertsprüngen
- Die erkannten Punkte werden zu einer Markierung, und die Markierungen zu einer realen Fahrspur zusammengesetzt.
- Aus der realen Fahrspurmarkierungen wird im Steuergerät Lane Assist eine virtuelle Fahrspur berechnet.



Quelle: VW

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Quelle: VW

$$f(x) = \frac{1}{6} x_{\downarrow}^{3} M + \frac{1}{2} x^{2} \kappa + x sin(\psi) + y_{0}$$

Instabil!



Spurerkennung (3)

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

In engen Kurven¹⁾ kann das Problem auftreten, dass durch eine zu große Vorausschau der Bildverarbeitung Messpunkte auf Nebenspuren oder auf Hintergrundstrukturen liegen, die einer Spurmarkierung ähneln. Daraus ergeben sich Bildmerkmale, die nicht zur eigentlich verfolgten Spurmarkierung gehören und somit zu einer verfälschten Modellannahme über den Verlauf der Fahrspur führen. Abbildung 7.1 zeigt ein Beispiel einer Fehlassoziation durch den eben beschriebenen Problemfall.





Spurerkennung - Anwendung HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES COUPE ASSISTENT Alle aus 🗹 Lane Assist 🖪 Side Assist -2.5°C 123353 1253.2 not active active **VW-Passat GTE** Lenkunterstützung (umschaltbar) LKA; Typ I LKA; Typ II

Linke Fahrstreifen Grenze Rechte Fahrstreifen Grenze





Systemgrenzen (Mono-Kamera & Radar)





Auswertungsverfahren (Mono-Kamera)





Quelle: Prat (ergänzt)

Quelle: nach Winner





Kanten-Detektion





Grundlegende Operationen



Quelle: Winner

Canny-Kantendetektor



Harris-Eckendetektor





Grundlegende Operationen

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

?



Kantendetektion - Formsuche





Kantendetektion - Formsuche





geschlossene Kontur

Bild 4.8: Arbeitsweise Konturoperator

Symmetriesuche (1)







- + addiert die Beträge der jeweiligen Werte auf
 - bildet die Differenz der beiden Werte



Bild 4.9: Arbeitsweise des Helligkeitssymmetrieoperators nach [72]

Extraktion Schatten







Prof. Dr. T. Trautmann

23rd LEIBNIZ-CONFERENCE - Grundlagen bildgebender Ortungsverfahren

Seite 26

22.11.2018

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ergebnisarray:

+ Addiert einen Wert zu einem Ergebnis

⊖ Bildet den Absolutbetrag der Differenz der Werte zweier Bereiche

⊞/⊡ Addiert bzw. subtrahiert alle Werte eines Bereichs von einem Ergebnis



Bild 4.11: Arbeitsweise des Reifendetektor

Kombination von Operatoren





Suchreihenfolge









(c) Kombinierte ROIs



(d) Erweiterte ROIs

Zusammenstellung Klassifikation





Objektdetektion – Beispiel Serienfahrzeug



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

DRESDEN

Objektdetektion bei Nacht





Bezeichnung	Beschreibung	
H_{\min}	minimale Fahrzeughöhe	
$H_{\rm max}$	maximale Fahrzeughöhe	
$Z_{ m L,min}$	minimale Einbauhöhe der Rückleuchten	
$Z_{ m L,max}$	maximale Einbauhöhe der Rückleuchten	
B_{\min}	B_{\min} minimaler Abstand der Rückleuchten	
$B_{ m max}$	maximaler Abstand der Rückleuchten	



Bild 6.26: ROIs zur Oberkantensuche



Bild 6.25: ROIs zur Unterkantensuche

Objektdetektion bei Nacht

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Bild 6.27: Entfernungsabschätzung mittels Lichtreflexion



Detection range



It responds to objects if they are detected by the system.

System limits

Detection range

The system's detection potential is limited.

Thus a warning might not be issued or be issued late.

E. g. the following situations may not be detected:

- Slow moving vehicles when you approach them at high speed.
- Vehicles that suddenly swerve in front of you, or sharply decelerating vehicles.
- Vehicles with an unusual rear appearance.
- ▶ Two-wheeled vehicles ahead of you.

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Programmatisch

- Detektion von einfachen geometrischen Objekten und Mustern
- Manuelle Programmierung der zu erkennenden Muster
- Beispiel: Spurerkennung, Markerdetektion, QR-Codes usw.



Machine Learning

- Detektion und Klassifikation von dynamischen Objekten
- Anlernen durch Positiv- und Negativdatensätze, Validierung durch Testdaten
- Beispiel: Detektion von Fahrzeugen, Gesichtern, Straßenschildern, usw.



Object detection in the wild by Faster R-CNN + ResNet-101 https://www.youtube.com/watch?v=WZmSMkK9VuA

Maschinelles Lernen (2)

- Angelehnt an biologische neuronale Netze (Gehirn)
- Neuronen erhalten Werte und leiten diese gewichtet an verknüpfte Neuronen der nächsten Schicht weiter
 Hidden
- Funktionsweise:
 - Eingangsvektor
 - (z.B. Pixel eines Bilds)
 - Gewichtung über
 - mehrere Ebenen
 - Ausgangsvektor
 - (z.B. Label: 1: PKW, 2: LKW, 3: Fahrrad)

- Input layer Output layer layer iabel 1 iabel 2 iabel 3
- Lernen geschieht durch Anpassung der Gewichte in mehreren Durchläufen
- → Beispiel: Bild von PKW soll Ausgangsvektor mit Wahrscheinlichkeiten von [100%, 0, 0] erzeugen



HOCHSCHULE FÜR

INIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

> Prüfung der trainierten Netze und Eingrenzung der Extremfälle

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT

- > Man weiß im Fehlerfall nicht, warum das Netz so entscheidet
- > Täuschungen (für das menschliche Auge nicht erkannbar)



Maschinelles Lernen (4)



Detektoren in MatLab:

vehicleDetectorACF('full-view')





vehicleDetectorFasterRCNN('full-view')





Maschinelles Lernen (5) - Vergleich







ACF-Detector (Eigene Basis)





HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Quelle: nach Stiller



Stereo-Sensorik (2)



Disparitätsbild





HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

DRESDEN

HI

Rechtes Bild

Quelle: nach Stiller

22.11.2018

Stereo-Sensorik (3)

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

 H^{\uparrow}





