



Tracking bewegter Objekte in Videosequenzen

Wintersemester 2009/2010

Fakultät Technik und Informatik

Gregory Föll

Übersicht

- **Aufgabenstellung**
- **Aktueller Lösungsansatz**
- **Forschung / Stand der Technik**
- **Methoden der Objekterkennung
in der digitalen Bildverarbeitung**
- **Zielsetzung für die Masterarbeit**



Studenten entwickeln autonome Modellfahrzeuge

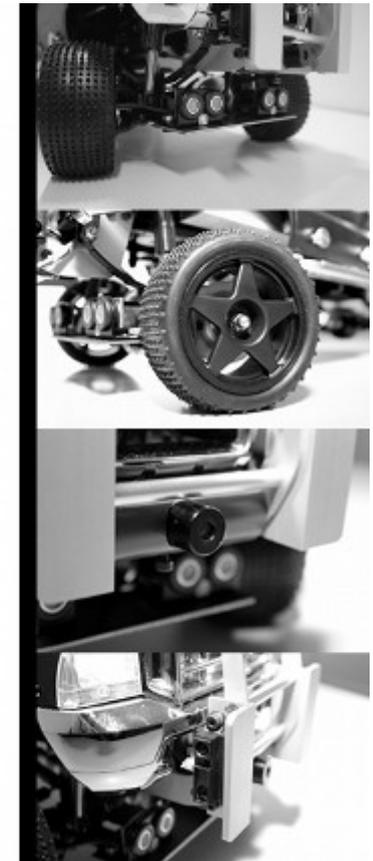


- Wird jährlich von der TU Braunschweig veranstaltet
- Es soll ein möglichst kostengünstiges, energieeffizientes, autonomes Modellfahrzeug im Maßstab 1:10 entwickelt werden (maximale Höhe: 40 Zentimetern)
- Disziplinen:
 - Paralleles Einparken
 - Rundstrecke ohne Hindernisse
 - Rundstrecke mit stationären und dynamischen Hindernissen

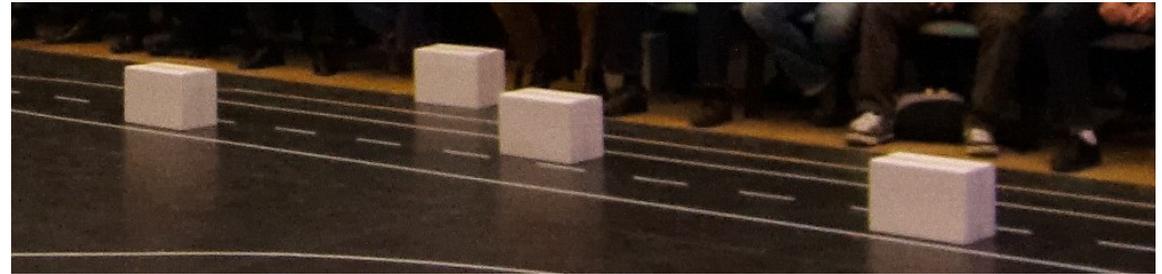


FAUST-onyx

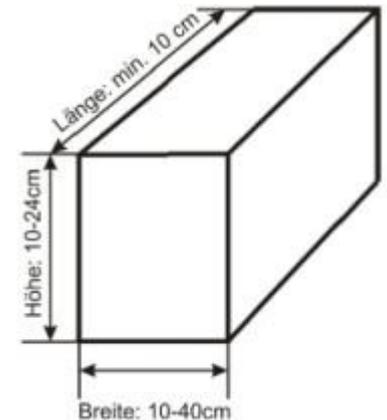
- ◆ Basiert auf einem Ford F-350 Pickup-Modell im Maßstab 1:10
- ◆ Steuerungselektronik: drei ARM 7 Prozessoren mit IO-Plattinen für Sensordaten
- ◆ Hauptrechner: Acer Aspire One Subnotebook mit Intel Atom Prozessor 1.6 Ghz
- ◆ Sensorik:
 - Inkrementalgeber an Vorderrädern
 - je zwei Ultraschallsensoren nach vorne und hinten
 - je zwei Infrarotsensoren nach rechts und links
 - Kamera
 - Linienlaser
 - Kompass
 - Beschleunigungssensor



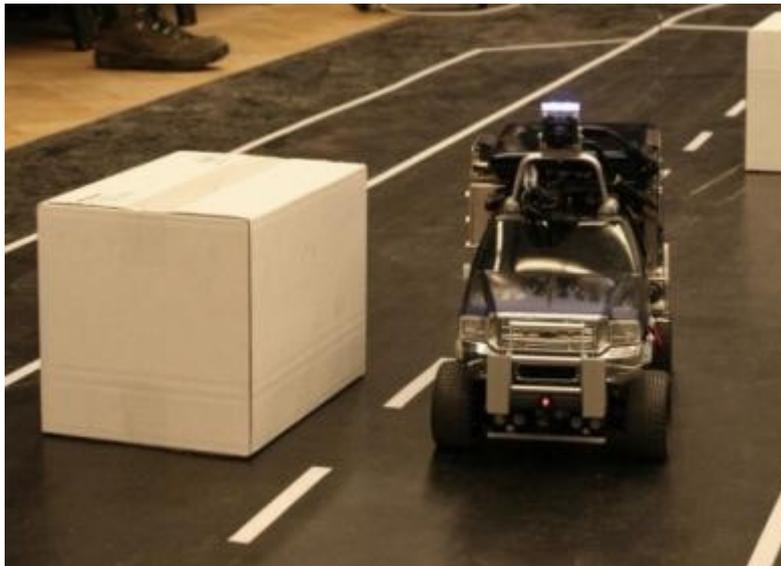
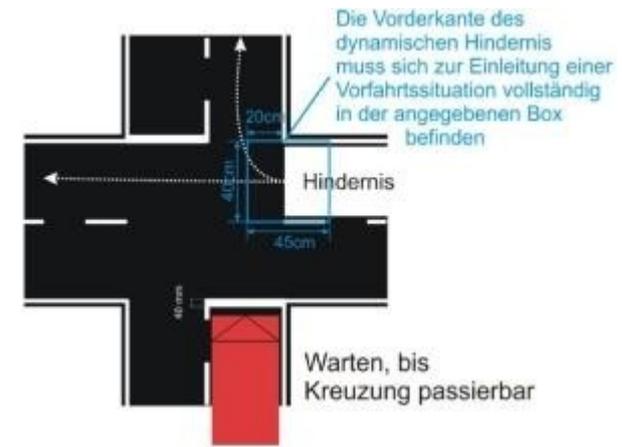
Hinderniserkennung



- ◆ Parkende und fahrende Fahrzeuge werden durch weiße Kartons simuliert
- ◆ Abmessungen und Farbe der Kartons, der Fahrbahn und der Fahrbahnmarkierung sind bekannt
- ◆ Stationären Hindernissen muss ausgewichen und dynamische Hindernisse müssen unter Umständen überholt werden
- ◆ Hindernisse können sich auf der rechten und linken Spur, sowie neben der Fahrbahn befinden
- ◆ Stationäre Hindernisse sind mindestens 1m voneinander entfernt



- Dynamische Hindernisse fahren *noch* nur auf der eigenen Fahrspur mit einer Maximalgeschwindigkeit von 0,6 m/s
- Sie blockieren zu keinem Zeitpunkt die gesamte Fahrbahn
- Sie können an Kreuzungen auftauchen und geradeaus fahren oder rechts abbiegen

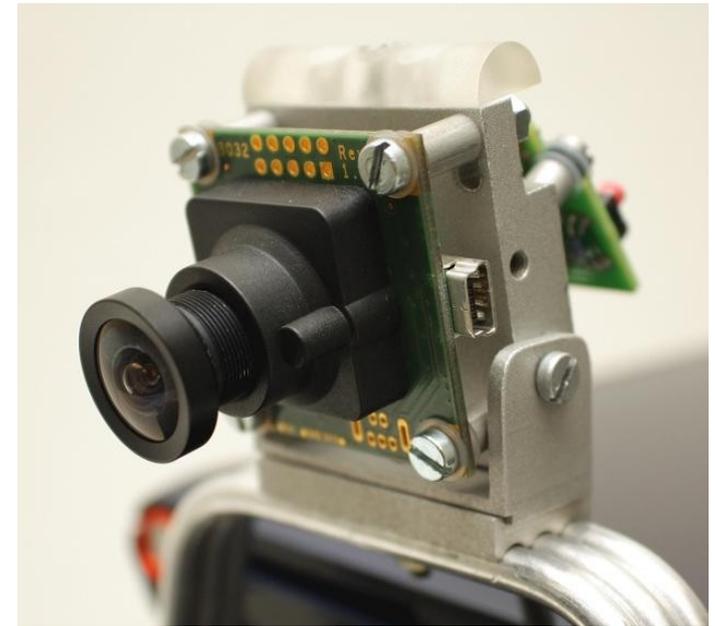


Übersicht

- **Aufgabenstellung**
- **Aktueller Lösungsansatz**
- **Forschung / Stand der Technik**
- **Methoden der Objekterkennung
in der digitalen Bildverarbeitung**
- **Zielsetzung für die Masterarbeit**

Verwendete Kamera

- Weitwinkelobjektiv-Kamera von iDS (UI-1226LE-M-GL)
- Liefert ca. 40 Bilder pro Sekunde, bei geeigneter Belichtungszeit
- Bildformat: 8-Bit Grauwert
- Bildauflösung: 752 x 480 Pixel



Linsenverzerrung

Durch Linsenkrümmung des Kameraobjektivs werden gerade Linien gekrümmt dargestellt

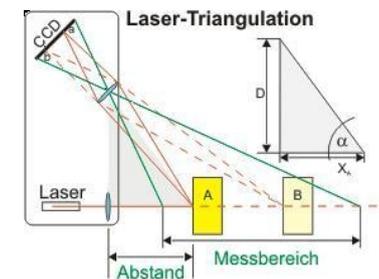
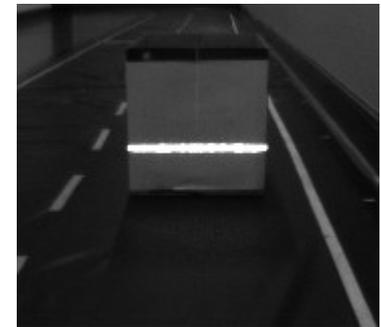


Durch einmalige Kalibrierung der Kamera



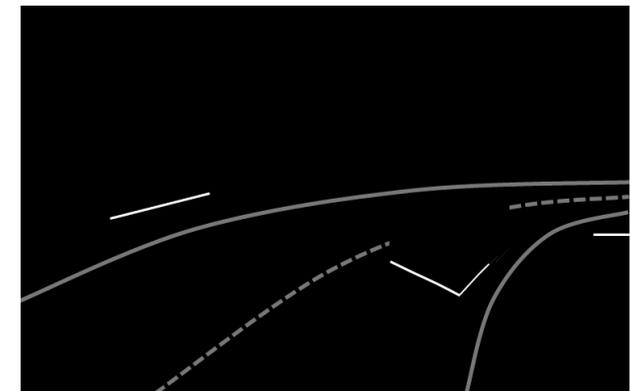
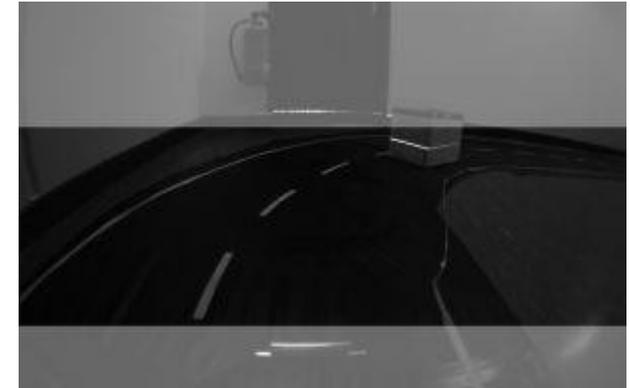
Linienlaser

- ◆ Um Hindernisse im Bild zu erkennen, wird ein Linienlaser so an das Fahrzeug angebracht, dass die Laserlinie parallel zum Boden strahlt
- ◆ Dadurch erhalten Hindernisse eine helle Linie, die im Kamerabild extrahiert werden kann
- ◆ Durch die Kenntnis der Lage von Linienlaser und Kamera zueinander, kann auf die Entfernung des im Bild erkannten Hindernisses geschlossen werden
- ◆ Vorteile:
 - präzise Entfernung und Winkelrichtung der Hindernisse relativ zum Fahrzeug
- ◆ Nachteile:
 - Nur bei einer ebenen Fahrbahn geeignet
 - Qualität der Messung abhängig von der Oberflächengestaltung und Farbe der Hindernisse
 - Helligkeit der Laserlinie im Bild von Lichtverhältnissen abhängig



Bildunterteilung

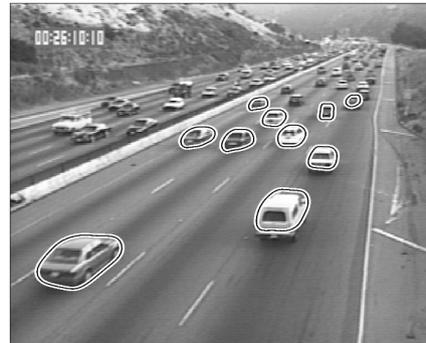
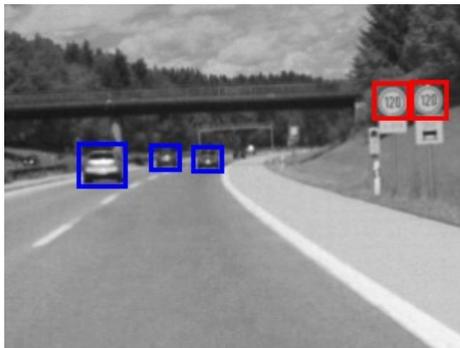
- Zur Minimierung der Rechenzeit, werden nur die Bereiche des Kamerabildes betrachtet, die für die Verarbeitung interessant sind (ROI)
- So ist der untere Bildteil, in dem die Motorhaube zu erkennen ist, für die Suche nach diversen Linien im Bild nicht interessant
- Der obere Bildabschnitt kann für die Hinderniserkennung nicht genutzt werden, da in diesem Bereich die Messfehler zu hoch sind oder die Fahrbahn nicht zu erkennen ist
- Die ROI wird in weitere kleine ROIs unterteilt
- Wird dort ein Linienpunkt gefunden, wird mit Hilfe einer Regressionsgeraden durch die weiteren gefundenen Punkte die gesamte Linie gesucht



Übersicht

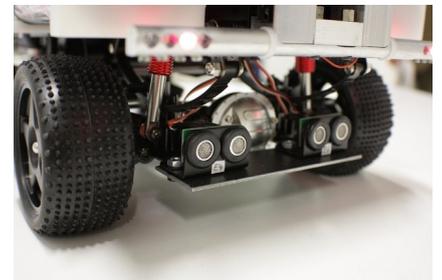
- **Aufgabenstellung**
- **Aktueller Lösungsansatz**
- **Forschung / Stand der Technik**
- **Methoden der Objekterkennung
in der digitalen Bildverarbeitung**
- **Zielsetzung für die Masterarbeit**

- ▶ Mit dem Ziel, autonome Fahrzeuge zu bauen, beschäftigen sich sehr aktiv seit vielen Jahren viele öffentliche und private Institutionen
- ▶ Es wurden weltweit verschiedene Forschungsprojekte gestartet:
 - EUREKA-PROMETHEUS
 - Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association (AHSRA)
 - National Automated Highway System Consortium
 - Intelligent Vehicle Initiative (IVI)
 - DARPA Grand Challenge



Sensorik

- Zur autonomen und kollisionsfreien Navigation ist eine Positionsbestimmung und Hindernisdetektion in Echtzeit durch das jeweilige autonome System nötig
- Dazu muss die Umgebung mittels Sensorik wahrgenommen werden
- Die meisten Objekterkennungssysteme basieren auf aktiven Sensoren wie z.B. Radar
- Objekterkennungssysteme mit aktiven Sensoren sind bereits weitgehend erforscht und vielfach im Einsatz
- Trotzdem gibt es Probleme, die mit aktiven Sensoren nur schwer oder gar nicht lösbar sind



Für die Entfernungsmessung im Nahbereich (5cm – 2m) geeignete aktive Sensoren

Sensor	Vorteile	Nachteile
Ultraschall	<ul style="list-style-type: none">• Genaue Entfernungsmessung• Unproblematisch bei Dunkelheit• Ausreichend gute Reichweite (< 10m)	<p>Aufgrund des kegelförmigen Messbereichs kann die Position des Hindernisses auf der gemessenen Kreisbahn nicht bestimmt werden</p>
Infrarot	<ul style="list-style-type: none">• Genauere Bestimmung der Position des Hindernisses als bei Ultraschall (aufgrund geringer Streuung)• Unproblematisch bei Dunkelheit	<ul style="list-style-type: none">• Sehr kurze Reichweite (< 100cm) mit ausreichend kleinen Messfehler• Um den gesamten Vorderbereich des Fahrzeugs durch Sensoren zu erfassen, müssten mehrere Sensoren an der Front angebracht werden => hoher Energieverbrauch

Optische Sensoren (passiv) für die Objekterkennung

Vorteile

- Geringe Stückkosten bei Serienproduktion
- Detektion mehrerer Objekte und Klassifikation möglich
- Effizientere Verfolgung bewegter Objekte als mit aktiven Sensoren
- Kann z.B. auch für Spur- und Verkehrszeichenerkennung angewandt werden
- Höhere örtliche Auflösung als bei aktiven Sensoren

Nachteile

- Problematisch bei Dunkelheit und wechselnden Lichtverhältnissen
- Keine direkte Abstandsmessung möglich
- Rechenintensive Algorithmen

Schritte der Objekterkennung

- Die meisten Verfahren für Objekterkennung in Echtzeit unterteilen die Erkennung in zwei Schritte, Hypothesengenerierung und Hypothesenverifizierung
- **Hypothesengenerierung:**
Um nicht das gesamte Bild nach potentiellen Hindernissen zu durchsuchen, werden möglichst schnell, z.B. mit Hilfe aktiver Sensoren oder Methoden der Bildverarbeitung, Hypothesen möglicher Positionen von Hindernissen aufgestellt
- **Hypothesenverifizierung:**
Durchführung verschiedener Tests, um die Richtigkeit der Hypothesen zu prüfen z.B. mit Hilfe eines extra dafür trainierten Klassifikators (meistens in Form eines neuronalen Netzes)

Übersicht

- **Aufgabenstellung**
- **Aktueller Lösungsansatz**
- **Forschung / Stand der Technik**
- **Methoden der Objekterkennung
in der digitalen Bildverarbeitung**
- **Zielsetzung für die Masterarbeit**

Segmentierung

- ◆ Das Extrahieren zusammenhängender Bereiche aus einem Bild, wird als Segmentierung bezeichnet
- ◆ Die Bildsegmentierung ist eine der grössten Herausforderungen der Bildverarbeitung
- ◆ Anwendungsgebiete:
 - **Objekterkennung:** Hypothesengenerierung
 - **Medizin:** Segmentierung von Röntgenbildern, Computertomographie
 - **Geographie:** Segmentierung von Satelliten- Luft- und Radarbildern
 - **Qualitätskontrolle:** automatische, optische Kontrolle von Werkstücken
 - **Schrifterkennung:** Trennung von Schrift und Hintergrund
- ◆ Verfahren:
 - Schwellwertverfahren
 - Segmentierung nach Farbbereichen
 - Kantendetektion
 - Texturbasierte Verfahren
 - Modellbasierte Verfahren

Schwellewert (Threshold)

- ◆ Der Grauwert (bei einem 8-Bit-Bild 0 bis 255) jedes Pixels im Bild wird mit einem Schwellwert verglichen
- ◆ Überschreitet der Grauwert eines Pixels den eingestellten Schwellwert, wird dieses Pixel gelöscht
- ◆ Beispiel:

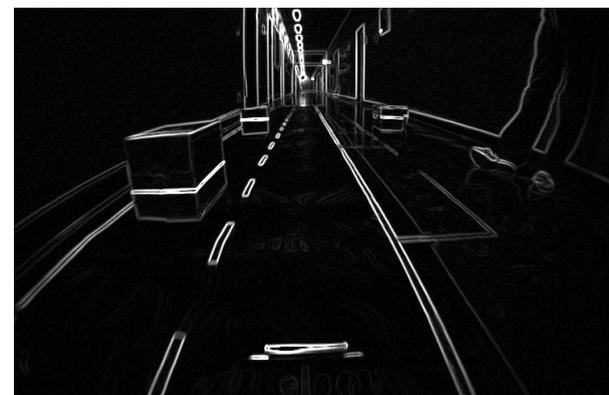


Nach Segmentierung
mit Schwellwert 90

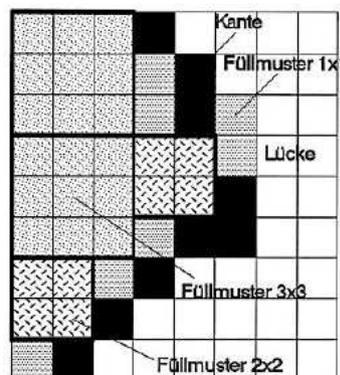


Kantendetektion

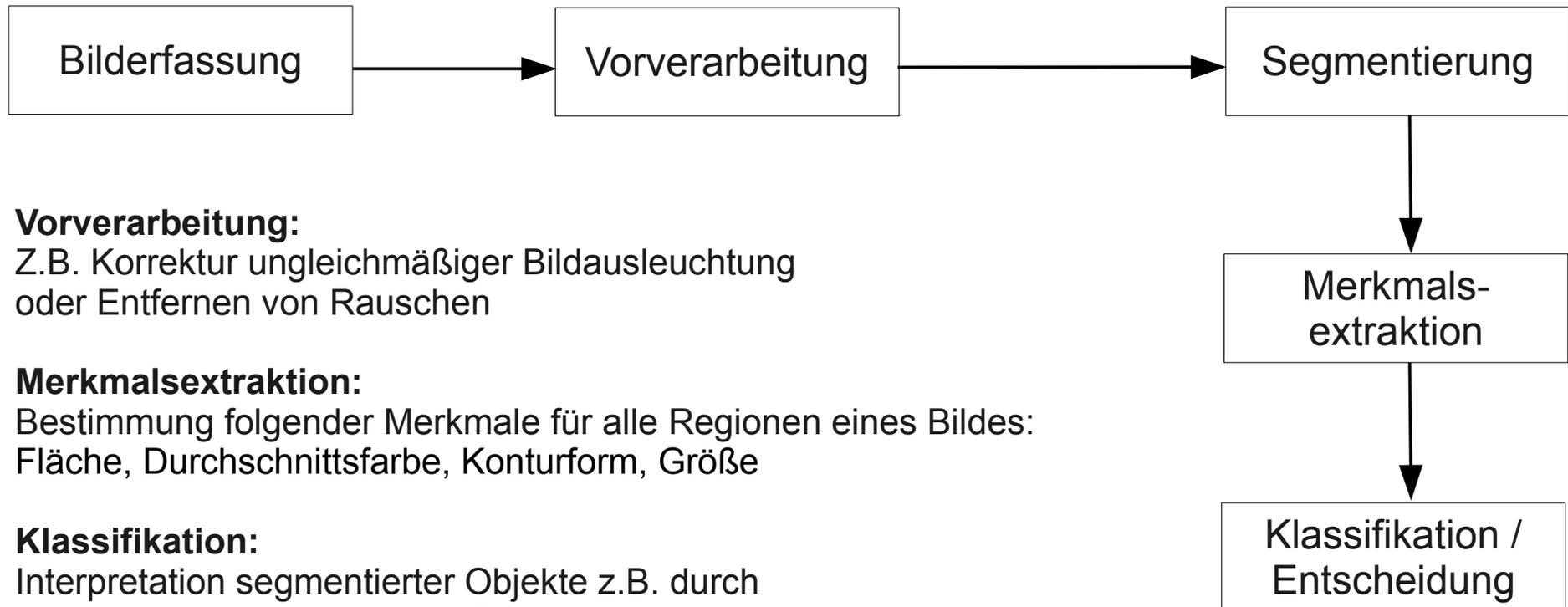
- Mit Algorithmen wie z.B. dem LaPlace-Operator oder dem Sobel-Operator wird im Bild nach Kanten oder Objektübergängen gesucht



- Oft erhält man nach einer Kantensuche nicht geschlossenen Kantenzüge, diese müssen mit Kantenverfolgungs- und Füllalgorithmen komplettiert werden



Kette einzelner Bildverarbeitungsschritte bei der Objekterkennung



Vorverarbeitung:

Z.B. Korrektur ungleichmäßiger Bildausleuchtung oder Entfernen von Rauschen

Merkmalsextraktion:

Bestimmung folgender Merkmale für alle Regionen eines Bildes: Fläche, Durchschnittsfarbe, Konturform, Größe

Klassifikation:

Interpretation segmentierter Objekte z.B. durch neuronale Netze oder durch Bestimmung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen bestimmter Merkmale im Bild

Neuronale Netze werden mit positiven Beispielen (Bilder, die die zu erkennenden Objekte enthalten) und mit negativen Beispielen (Bilder, die die zu erkennenden Objekte nicht enthalten) trainiert

Übersicht

- **Aufgabenstellung**
- **Aktueller Lösungsansatz**
- **Forschung / Stand der Technik**
- **Methoden der Objekterkennung
in der digitalen Bildverarbeitung**
- **Zielsetzung für die Masterarbeit**

- ◆ Ist ein Hindernis/Objekt einmal erkannt worden, muss es mit einem geeigneten Verfahren durch die Bildsequenz verfolgt werden
- ◆ Die meisten bekannten Verfahren funktionieren nur mit einer stationären Kamera
- ◆ Verfahren die auch funktionieren wenn die Kamera sich bewegt, sind entweder zu rechenintensiv oder funktionieren nur unter bestimmten Voraussetzungen zuverlässig
- ◆ **Motivation:**
Entwicklung eines allgemeinen, robusten und echtzeitfähigen Verfahrens für die Verfolgung von bewegten Objekten in Videosequenzen

Fragen...