

Bildverarbeitende Algorithmen zur Fahrerassistenz mit Weitwinkelkameras

Kurzfassung der Dissertation

Sebastian Houben

Moderne Fahrzeuge sind mit einer großen Anzahl an Sensoren ausgestattet, um eine breites Spektrum an Fahrerassistenzfunktionen anbieten zu können. Diese Systeme dienen der Sicherheit und dem Komfort der Fahrzeuginsassen und weiterer Verkehrsteilnehmer, öffnen aber auch den Weg zum autonomen Straßenverkehr. Um sie robust und zuverlässig anbieten zu können, werden derzeit für verschiedene Anwendungen spezialisierte Sensoren zum Einsatz gebracht. Hierzu zählen Laser-, Radar-, Ultraschall- und Infrarotsensoren sowie verschiedene Bauformen von Videokameras.

Die Vielzahl an unterschiedlichen Sensoren macht den Einsatz komplexer Assistenzfunktionen derzeit nur für Fahrzeuge des oberen Preissegments erschwinglich. Ein Fokus der aktuellen Forschung ist daher die Entwicklung besserer Algorithmen, die Vergleichbares mit preisgünstigerer Sensorik realisieren können.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Eignung eines neuen Kamerasystems, das kürzlich Verbreitung in den Fahrzeugen der meisten großen Automobilhersteller gefunden hat, für alle wesentlichen videobasierten Fahrerassistenzfunktionen. Dieses so genannte *Topview*-System besteht aus vier Weitwinkelkameras mit einem Öffnungswinkel von bis zu 200° , die üblicherweise am vorderen Stoßdämpfer, beiden Seitenspiegeln und der Kofferraumklappe angebracht sind. Hierdurch lässt sich eine Rundumsicht um das Fahrzeug erzeugen. Gleichzeitig sind die einzelnen Kamerabilder jedoch verzerrt und bedürfen angepasster Bildverarbeitungsalgorithmen.

Eine Aufgabe videobasierter Systeme ist die Erkennung bewegter Objekte, um Kollisionen frühzeitig vorauszuberechnen und zu vermeiden. Bei einer bewegten Kamera ist dieses Problem grundsätzlich anders gestellt und aufwendiger zu lösen. Im Rahmen der Arbeit wurde eine Querverkehrserkennung mit einer weitwinkligen Heckkamera entwickelt, die selbstbewegte allgemeine Objekte detektieren kann. Hiermit wurde gezeigt, dass ein verbreitetes Verfahren zur Schätzung von optischem Fluss und die Rekonstruktion der Kamerabewegung aus Fahrzeugodometriedaten kombiniert werden können, um herannahende Objekte ca. 2 s vor Kollision zu erfassen.

Die Erkennung von definierten Objekten, z. B. von Fahrzeugen, lässt sich in der videobasierten Fahrerassistenz in zwei fundamentale Ansätze unterteilen: einen modellbasierten Ansatz, der versucht wenige Parameter eines Objekts anhand der Bilddaten zu schätzen, und einen parameterfreien Ansatz, bei dem Methoden des maschinellen Lernens angewandt werden, um wesentliche Merkmale aus den Daten zu extrahieren und diese fortan zu erkennen. Der modell-

basierte Ansatz wird in der Arbeit mehrfach demonstriert, beispielsweise bei der Erkennung von Parkplatzrandmarkierungen und der Verfolgung eines Anhängers. Letzteres wurde mit einer Topview-Heckkamera evaluiert, wobei sowohl das Vorhandensein eines Anhängers als auch dessen Artikulationswinkel bzgl. der Fahrzeuglängsachse rein bildbasiert errechnet wurde. Die durchschnittliche Abweichung liegt unter 2° , so dass eine Anhängerassistenzfunktion zur Ausführung komplexer Rückfahrmanöver oder zur Erkennung eines allmählichen Aufschaukelns des Anhängers ermöglicht wird. Der parameterfreie Ansatz wurde zur Klassifikation der Belegung zuvor lokalisierter Parkplätze verwandt. Hier wurde gezeigt, dass unter Nutzung aller vier Kameras eines Topview-Systems Parkplätze rund um das Fahrzeug in einer Entfernung von bis zu 5 m sehr zuverlässig erkannt werden konnten.

Um Videokameras zur Lokalisation von detektierten Objekten verwenden zu können, ist eine genaue vorherige Kalibration nötig, die einerseits die Linsenverzerrung und andererseits die relative Position und Orientierung der Kamera im Fahrzeug berechnet. Es wurde ein Verfahren zur Selbstkalibration an einer überwiegend statischen Szene entwickelt, mit dem sich die Linsenverzerrung während der Fahrt sehr genau bestimmen lässt.

Ein weiteres Standardverfahren videobasierter Fahrerassistenz ist die Berechnung von Tiefeninformationen aus zwei oder mehr Kameras. In der vorliegenden Arbeit wurde hierzu der Überlappungsbereich der Weitwinkelkameras eines Topview-Systems genutzt. Experimente zeigten eine Reichweite von ca. 15 m.

In Situationen mit ungenauer Satellitenpositionierung greift man häufig auf die Detektion von Landmarken zurück, zu denen hochgenaues Kartenmaterial vorliegt, um Position und Ausrichtung des Fahrzeugs genau bestimmen zu können. Hier wurde diese Selbstlokalisierung mit einem Topview-System betrachtet, das in einem Parkszenario Randmarkierungen nutzt, um nach Initialisierung mit einer Grobpose die Trajektorie des Fahrzeugs sukzessive zu schätzen. Die Positionierung arbeitet mit einem Fehler von unter 10 cm und 2° .

Potenzial für zukünftige Entwicklungen bietet vor allem die Objekterkennung mit gelernten Bildmerkmalen, z. B. eine Fußgängererkennung, die für schmalwinkligere Kameras bereits sehr zuverlässig arbeitet, für Weitwinkelkameras aber nur unter Ausnutzung von Spezialfällen gelingt. Da dies auf die starke Linsenverzerrung zurückzuführen ist, bietet die Entwicklung komplexerer und gegenüber der Verzerrung invarianter Bildmerkmale einen wichtigen Ansatz.