



Kapitel 1

Einleitung

Der technische Fortschritt hat in den letzten einhundert Jahren das Leben der Menschen in den Industrieländern revolutioniert. Heute finden wir Technik in allen Bereichen des Alltags. Eine wichtige technische Errungenschaft, die aus dem Leben der meisten Menschen nicht mehr wegzudenken ist, ist das Automobil. Im Jahr 2010 waren bei einer Einwohnerzahl von ca. 68 Mio. volljährigen Bundesbürgern über 41 Mio. Personenkraftwagen zugelassen [Bun10a]. Statistisch gesehen teilten sich also nur 1,7 Erwachsene ein Auto. Die Tendenz ist steigend. Die fast unbegrenzte Mobilität bringt nicht nur Annehmlichkeiten mit sich. Mit der stetig steigenden Zahl der zugelassenen Fahrzeuge stieg bis 1970 ebenso die Zahl der getöteten Verkehrsteilnehmer. Das Sicherheits- und Gesundheitsbewußtsein der Menschen rückt in den letzten Jahrzehnten immer mehr in den Vordergrund. Dies ist auch an der Entwicklung der Sicherheitssysteme in Kraftfahrzeugen zu sehen, die in ihrer über 125 jährigen Geschichte eine enorme Wandlung vollzogen haben (Abbildung 1.1). Zunächst kamen in den 70er Jahren passive Systeme wie Sicherheitsgurte und Kopfstützen auf den Markt [BS03]. Die Anzahl der in Deutschland getöteten Verkehrsteilnehmer nahm infolgedessen von 21332 im Jahr 1970 auf 15050 im Jahr 1980 rapide ab, obwohl der Bestand an Fahrzeugen im gleichen Zeitraum um über 50% anstieg [Bun10b]. Bremsleuchten sind eine frühe Form der aktiven und elektronischen Sicherheitssysteme. Die Serieneinführung von Antiblockiersystemen (ABS) und Airbags bei den großen Automobilherstellern in den 80er Jahren brachte erneut einen enormen Sicherheitsvorteil und half mit, die Anzahl der Verkehrstoten weiter sinken zu lassen. Im Jahr 2010 sind 3648 Menschen in Deutsch-



Abbildung 1.1: Benz Patent-Motorwagen 1 von 1886

land bei Verkehrsunfällen getötet worden. Die Sicherheit im Automobil ist heute sehr hoch, doch bei der Sicherheit im Straßenverkehr, z.B. für Fußgänger, gibt es noch enorm viel Verbesserungspotential.

In den Anfängen der Technik gab es kaum oder gar keine Sensoren. Der Bediener einer Maschine übernahm die Aufgaben der Sensorik, steuerte und regelte alle notwendigen Einstellungen selbst. Heute begegnen uns Sensoren in fast allen technischen Produkten und nehmen uns Aufgaben ab oder erhöhen die Bedienungssicherheit. Wollen wir in unser Auto einsteigen und öffnen dazu die Autotür, geht wie selbstverständlich die Innenraumbeleuchtung an. Ein einfacher Schalter in der Türzarge ist der Sensor, der das Öffnen der Tür erkennt und uns die Aufgabe des Einschaltens abnimmt. Beim Starten des Motors überwachen Sensoren die Abgase und den Tankfüllstand.

In dieser Arbeit geht es um Radarsensoren. Autofahrer schätzen kontinuierlich Entfernung und Geschwindigkeit, allerdings mit einer sehr limitierten Genauigkeit. Radarsensoren unterstützen den Autofahrer und messen die Objektparameter mit hoher Genauigkeit. Aufgrund ihrer geringen Baugröße sind sie sehr einfach in Automobilen zu integrieren. Längst haben Radarsensoren Einzug in die Modelle der Oberklasse aller großen Automobilherstel-

ler gehalten. Dort bedienen sie heute Funktionen wie die automatische Abstandsregelung (ACC) und den Spurwechsellassistenten (SWA). In diesen Anwendungen werden die gemessene Objektentfernung und die -geschwindigkeit ausgewertet. Der Einsatz ist für einfache Verkehrssituationen auf Autobahnen ausgerichtet. Eine detaillierte Situationsanalyse ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Die Sensoren sind derzeit in den meisten Einsatzfällen jeweils ausschließlich für eine Funktion zuständig und sie messen nur die für die Applikation notwendigen Daten. Der ACC-Radarsensor beispielsweise abstrahiert die Zielinformationen so weit, dass er nur noch Befehle zum Gasgeben und Abbremsen an die Motorsteuerelektronik übermittelt. Es werden lediglich die Parameter aus dem Empfangssignal des Radarsensors extrahiert, welche für die Applikation unmittelbar benötigt werden. Das minimiert den technischen Aufwand, unterbindet aber die gewinnbringende Ausnutzung der Parameter auch in anderen Assistenzfunktionen. An dieser Stelle besteht großes Potential für Verbesserungen, denn im Empfangssignal eines Radarsensors sind viele bisher ungenutzte Parameter enthalten, die durch geschickte Prozessierung extrahiert werden können. Zwei Erweiterungen werden behandelt, die eine wichtige Grundlage für den Einsatz von radarbasierten Komfort- und Sicherheitssystemen im komplexen und unübersichtlichen Stadtverkehr bilden. Zum einen handelt es sich um die automatische Objekterkennung von Fußgängern und Fahrzeugen, zum anderen wird eine umfangreiche Situationsanalyse vorgestellt. Durch Extraktion aller im Radarrückstreusignal verfügbaren Merkmale wird ein weitaus detaillierteres digitales Abbild der Umwelt erstellt, als es bisher in Anwendungen der Fall ist. Ohne die Sensorik selbst zu verändern, können damit neue Funktionen bedient werden. Dem Messvektor $y(k)$ werden neben den üblichen Messgrößen eines Radarsensors, bestehend aus Objektentfernung r , radialer Objektgeschwindigkeit v_r und Azimutwinkel φ , auch die Klassenzugehörigkeit *Fahrzeug* oder *Fußgänger* und weitere die Verkehrssituation beschreibende Merkmalswerte angehängt.

