



Sicherheit

Radarsichtbarkeit von Zweirädern

Der TCS hat im Auftrag der AGU (Arbeitsgruppe für Unfallverhütung) untersucht, wie zuverlässig Velos und Motorräder von radargestützten Fahrerassistenzsystemen (FAS) erkannt werden. Im Fokus standen Abstandsregeltempomaten ACC (Adaptive Cruise Control) und Notbremsassistenten AEB (Autonomous, Automatic oder Advanced Emergency Braking).

Die Gefahr, bei einem Unfall im Strassenverkehr verletzt zu werden, ist für Zweiradfahrer deutlich grösser als für Autofahrer. Moderne FAS bieten jedoch Potential zur Reduktion der Unfallzahlen. Deshalb sollte der TCS ermitteln, wo die Systemgrenzen radargestützter ACC und AEB liegen. In welchen Situationen werden Velos und Motorräder im Längsverkehr eindeutig detektiert? Gibt es typische Konstellationen, in welchen Zweiräder nicht oder schlecht erkannt werden? Aktuell ist nur ansatzweise bekannt, wann ein Zweirad zuverlässig detektiert wird und wann nicht. In der Praxis kommt hinzu, dass es je nach Automodell deutliche Unterschiede bezüglich der Ausführung der Systeme gibt. Einerseits kommen verschiedene Sensorarten und Sensoren unterschiedlicher Qualität zum Einsatz. Zudem werden die Sensor-Signale nicht einheitlich interpretiert bzw. weiter verarbeitet. Nicht alle FAS bieten also dieselben Möglichkeiten und nicht alle Autohersteller verfolgen die gleiche Philosophie. Einige Hersteller haben zum Beispiel ihre AEB so ausgelegt, dass diese nicht reagieren, wenn die Überdeckung zwischen Auto und Objekt weniger als 25% beträgt. In solchen Fällen soll der Autofahrer ins Lenkrad greifen, denn unnötige Bremsmanöver sollen vermieden bzw. der Verkehrsfluss flüssig gehalten werden. Dieser Ansatz lässt bereits durchblicken: Moderne FAS haben (noch) nichts mit autonomem Fahren zu tun. Sie sollen den Fahrkomfort erhöhen, den Lenker mit zusätzlichen Informationen versorgen und ihn aktiv unterstützen. Sie sind aber nicht dazu konzipiert, ihm die Verantwortung abzunehmen.

Systemgrenzen

Ein Radarsensor in der Fahrzeugfront scannt einen kegelförmigen Ausschnitt vor dem Auto aus der Umgebung. Anhand der reflektierten Radarstrahlen erkennt das FAS Objekte. Ein ACC sorgt dafür, dass die Geschwindigkeit des Autos an dieje-



nige des vorausfahrenden Fahrzeugs angepasst wird, um diesem dann unter Einhaltung eines konstanten Abstandes zu folgen. Natürlich kann ein ausschliesslich mit Radarsensor arbeitendes ACC - und ein AEB, welches das Auto im Notfall selbsttätig verzögert - nur Objekte erfassen, die sich in diesem kegelförmigen Bereich des Radars vor dem Fahrzeug befinden. Systembedingt können solche FAS voraus fahrende Zweiräder zum Beispiel in Kurven (oder im Kreisverkehr) „verlieren“, weil sich diese aus dem Radarkegel bewegen. Für den Radar kritisch zu erkennen sind auch Motorräder, die knapp vor dem Auto einscheren, etwa beim Einfahren auf die Autobahn oder nach dem Überholen. Oder Zweiräder, die knapp hinter einem grösseren Fahrzeug fahren, welches ihre Silhouette „überdeckt“. Die Autohersteller weisen in ihren Bedienungsanleitungen denn auch auf diese Problematik hin. Erschwerend kommt bei Zweirädern hinzu, dass sie im Vergleich zu Autos ohnehin ein schlechtes Radar-Echo bieten.

Sicherheitspotenzial

Grundsätzliche Voraussetzung, dass ein ACC oder ein AEB zur Unfallverhütung beitragen kann, ist die genaue Kenntnis des Lenkers über die Möglichkeiten und Grenzen des Systems. Denn je nach Automodell erfolgen ebenso eine allfällige Warnung als auch der darauf folgende Eingriff herstellerspezifisch. Ausserdem darf ein FAS nicht dazu beitragen, dass die Konzentration des Lenkers abnimmt. Neigt dieser bei „zu viel“ Vertrauen in die Technologie zu Unaufmerksamkeit, könnte ein System statt Sicherheits- rasch auch Gefahrenpotenzial bieten. Die optimale

Funktion eines FAS hängt von der technischen Implementierung des Systems ab. Wobei eine technische Verbesserung von Radarsystemen einer Herausforderung gleichkommt, welche in eine Komplexität der Technologie mündet, die mit höheren Kosten verbunden ist. Für bessere Ergebnisse ist zum Beispiel die Sensordatenfusion ein gängiger Lösungsansatz. Objekte, die der Radarsensor nicht erfasst oder nicht zuordnen kann, werden zugleich mit einem zweiten Sensor - zum Beispiel mit Videotechnologie - ermittelt. Mehrere Sensoren liefern ein präziseres Bild. Zum Beispiel: Der Radarsensor erkennt ein Objekt am Strassenrand, jedoch nicht, ob es sich um eine Mülltonne oder um ein Kind handelt. Mit Hilfe von Kamera und hinterlegten Mustern kann das FAS das Objekt eindeutig zuordnen.

Ergänzend dazu oder bis zu einem gewissen Grade alternativ könnte man auch versuchen, die Sichtbarkeit von Zweirädern zu verbessern. Ein Lösungsansatz sind Radarreflektoren, die am Heck des Zweirades platziert werden - ähnlich wie ein Rückstrahler.

Test

Im Rahmen des Tests sollten zwei Aspekte zu ACC und AEB mit Radartechnologie untersucht werden. Einerseits sollte die Radarsichtbarkeit von Zweirädern im Längsverkehr mit aktuellen FAS experimentell evaluiert werden. Wie zuverlässig werden diese mit aktuellen FAS überhaupt erkannt? Andererseits sollte der Einfluss von Radarreflektoren analysiert werden. Können diese die Radarsichtbarkeit eines Zweirades nachweisbar verbessern?



Die Versuche wurden mit folgenden Autos durchgeführt:

- Audi A3 (Modell 2016)
- Mercedes-Benz E-Klasse (Modell 2017)
- Mitsubishi Outlander PHEV (Modell 2014)
- Volvo V40 (Modell 2012)
- VW Arteon (Modell 2017)

Folgende Zweiräder sollten von den FAS detektiert werden:

- Elektrovelo Flyer T8 25 km/h (Modell 2011)
- Motorroller Kymco Downtown 300i (Modell 2012)

Die Autos wurden jeweils mit einem Datenrecorder (V-Box Racelogic) und zwei Videokameras ausgerüstet. Eine auf der Motorhaube positionierte Kamera filmte in Fahrtrichtung, eine im Interieur überwachte das Armaturenbrett mit den entsprechenden Anzeigen des ACC und AEB. Das Bremspedal wurde mit einem System aus Sensor auf dem Pedal und Leuchtdiode auf dem Armaturenbrett ausgerüstet. Auf diese Weise liess sich mittels Filmauswertung ermitteln, ob das Auto die Geschwindigkeit reduziert (Tacho) und ob dies automatisch oder durch Pedalbetätigung (Leuchtdiode) erfolgte. Die Versuchsstrecke wurde mit Distanzmarken so präpariert, dass sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen rekonstruieren liess.

Folgende Parameter blieben bei allen Versuchen konstant:

- Das ACC wurde bei allen Fahrzeugen auf eine mittlere Distanz eingestellt.
- Das AEB war aktiv und funktionierte gemäss Herstellerspezifikation.
- Sowohl die Zweiräder als auch die Autos wurden immer von der jeweils gleichen Person gefahren.

Folgende Parameter wurden variiert:

- Die Geschwindigkeit der Autos betrug je nach Versuchskonfiguration 50 oder 60 km/h.
- Das Zweirad fuhr mit konstant 25 km/h, bremste von 25 km/h bis zum Stillstand oder stand auf der Fahrbahn.
- Die Position des Zweirades relativ zur Fahrbahn wurde variiert. Es befand sich am rechten Fahrbahnrand, mittig oder am linken Fahrbahnrand.
- Das Zweirad befand sich ebenso auf freier Strecke als auch hinter einem grösseren, vorausfahrenden Fahrzeug. Dieses wirkte als Hintergrund,

vor welchem das Zweirad erkannt werden musste.

- Alle Versuche wurden mit und ohne Radarreflektor durchgeführt.
- Die meisten Versuche erfolgten auf gerader Strecke. Eine Versuchsreihe wurde in einer Rechtskurve durchgeführt.

In fast allen Versuchen schloss das Auto auf das Zweirad auf. Nur in einer Konstellation überholte der Motorroller (80 km/h) das Auto (60 km/h) und scherte vor diesem ein. Aus den verschiedenen Versuchsparametern ergab sich eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten. Insgesamt wurden über 160 Versuche durchgeführt.

Erkenntnisse

Die ACC aller Autos haben auf das fahrende Zweirad auf gerader Strecke reagiert. Unterschiedlich waren jedoch die Distanzen, aus welchen das Zweirad als Hindernis erkannt wurde bzw. aus welcher das Auto darauf reagiert hat. Eingestellt wurde bei allen Autos eine mittlere Distanz; diese kann der Lenker in der Praxis variieren. Zum Beispiel das System des Mercedes-Benz zeigt unabhängig von der Position des Zweirades auf der Fahrbahn (rechts, mitte, links) eine einheitliche Performance, während bei anderen Systemen zum Teil deutliche Unterschiede feststellbar waren. Betrachtet man den Durchschnittswert aller Autos wird ersichtlich, dass das Zweirad in Fahrbahnmitte früher sicher erkannt wurde als am linken oder rechten Fahrbahnrand.

In der Rechtskurve wurde klar, dass keines der Systeme so gut funktionierte wie auf der Geraden. Auch diejenigen Systeme, welche das Zweirad initial erkannt hatten, verloren dieses im Laufe der Kurvenfahrt - die Autos beschleunigten wieder auf die im ACC eingestellte Geschwindigkeit. Bei Audi, Mercedes-Benz und Volvo wurde der Roller länger erkannt als das Velo. Bei allen Systemen war jedoch ein aktives Eingreifen des Lenkers nötig.

Die schwierigste Aufgabe für die FAS war das stehende Zweirad. Dieses wurde vom Audi und vom VW nicht erkannt; der Aufprall konnte nur durch ein Ausweichmanöver vermieden werden. Der Mercedes-Benz hat ein mittig stehendes Zweirad erkannt, akustisch gewarnt und mit einer Vollbremsung reagiert. Rechts oder links am Fahrbahnrand stehende Zweiräder führten jedoch zu keiner Reaktion. Laut Mercedes-Benz bewusst, weil

ausreichend Platz für ein Ausweichmanöver vorhanden ist. Der Mitsubishi erkannte den mittig platzierten Roller, was zu einer akustischen und optischen Warnung führte. Eine Bremsung wurde aber nicht ausgelöst. Der Volvo erkannte das sehende Velo in allen Konfigurationen und warnte optisch, jedoch ohne eine Bremsung einzuleiten.

Ein Radarreflektor zeigte je nach FAS und Testkonfiguration einen Einfluss auf das Systemverhalten. Dies gilt insbesondere für die Erkennung von fahrenden Zweirädern auf gerader Strecke. Gemittelt über alle Autos führte ein Radarreflektor zu einer früheren Reaktion des ACC. Für die einzelnen Autos sind die Ergebnisse nicht einheitlich. Beim Audi war der Einfluss wenig ausgeprägt. Beim VW und beim Mitsubishi fällt auf, dass sich der Reflektor positiv auf die Velopositionen links und rechts am Fahrbahnrand auswirkt. Beim Volvo verbessert sich die Reaktion für links und mittig fahrende Velos und beim Mercedes-Benz führt der Reflektor durchgängig zu einem grösseren Abstand.

Der überholende, einscherende Roller wurde von den ACC's aller Fahrzeuge registriert. Wie gut der Roller erkannt wird, hängt wesentlich davon ab, wie knapp dieser vor dem Auto einschert. Bei sehr knappem Einscheren brauchten die Systemen von Audi, Volvo und Mercedes-Benz deutlich mehr Zeit.

Fazit

Bei den Versuchen liessen sich die Systemgrenzen radargestützter ACC und AEB deutlich aufzeigen. Sie funktionieren in vielen Standardsituationen perfekt, in gewissen Konstellationen – zum Beispiel bei stehenden Zweirädern oder in Kurven – erfolgt hingegen keine Reaktion oder es wird eine unspezifische Warnung abgegeben. Diese muss der Lenker dann interpretieren und aktiv in eine zweckmässige Handlung (Ausweichen oder Vollbremsung) überführen. Es besteht die Gefahr, dass ein Lenker aufgrund zuverlässiger Reaktionen im Standardsituationen ein (zu) grosses Systemvertrauen entwickelt und in speziellen Fällen nicht schnell genug auf Warnsignale reagiert. Auch weil Warnsignale herstellerspezifisch sind, kann das Sicherheitspotenzial eines bestimmten FAS nur ausgeschöpft werden, wenn sich der Lenker dessen Systemgrenzen bewusst ist. Aktuelle FAS haben nichts mit autonomem Fahren zu tun, die konstante Aufmerksamkeit des Lenkers ist deshalb uneingeschränkt gefordert.



Was sind eigentlich die Aufgaben von ACC und AEB?

AEB (Autonomous Emergency Braking)	ACC (Adaptive Cruise Control)
<p>Ein AEB soll in erster Linie Auffahrunfälle verhindern oder zumindest deren Folgen abschwächen. Dazu reduziert es die Geschwindigkeit des Fahrzeugs autonom, also ohne Zutun des Lenkers. Bevor das AEB eine automatisierte Notbremsung einleitet, warnt es den Lenker optisch, akustisch oder haptisch vor der drohenden Kollision (Forward Collision Warning). Bezüglich Funktionsumfang und Wirksamkeit (z.B. Zeitpunkt der Kollisionswarnung, effektive Verzögerung, Zielbremsfunktion bei zu schwach getretenem Bremspedal oder Geschwindigkeitsbereich, in welcher das System überhaupt funktioniert) unterscheiden sich die AEB je nach Hersteller deutlich.</p>	<p>Ein ACC ist ein Tempomat, welches eine vorgewählte Geschwindigkeit nur bei freier Fahrbahn einhält. Wenn ein Fahrzeug voraus fährt, bezieht er den Abstand zu diesem als zusätzliche Stellgröße mit ein. Das Auto mit ACC fährt also dem vorausfahrenden Fahrzeug mit konstantem Abstand hinterher, auch wenn im ACC eine höhere Geschwindigkeit vorgewählt wurde. Sobald das vorausfahrende Fahrzeug schneller fährt oder abgebogen ist, beschleunigt ein ACC autonom wieder auf die vorgewählte Geschwindigkeit. Nicht nur bezüglich Funktionsumfang und Wirksamkeit, sondern - um sich abzugrenzen - auch punkto Bezeichnung unterscheiden sich die ACC je nach Autohersteller.</p>

