



TOYOTA

Hironori Chaya, Toyota Motor Corporation

Ziel ist eine Gesellschaft ohne Verkehrsunfälle, in der sich alle sicher und souverän bewegen können

Mit Blick auf das Endziel, Verkehrsunfälle mit Todesfolge oder Verletzungen auf null zu reduzieren, arbeitet die Toyota Motor Corporation kontinuierlich an der Weiterentwicklung und Verbesserung von Technologien zur Unterstützung der Fahrsicherheit. Wir haben mit Hironori Chaya von der Advanced Mobility System Development Division über seine Arbeit zur Nutzenabschätzung von Collision Damage Mitigation Brakes (auch Automated Emergency Brake, kurz AEB genannt) mithilfe von CarMaker sowie seine Vision in Bezug auf künftige Weiterentwicklungen und Verbesserungen im Bereich der Simulationstechnik gesprochen.

Zur Erreichung des Endziels von null Toten und Verletzten bei Verkehrsunfällen arbeitet die Toyota Motor Corporation kontinuierlich an der Weiterentwicklung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Technologien, die die Fahrsicherheit unterstützen. Können Sie das näher erläutern?

Kraftfahrzeuge sind bequeme Transportmittel, mit denen wir uns frei bewegen können. Damit sicheres und unbeschwertes Autofahren auch in Zukunft möglich bleibt, betreiben wir mit Blick auf unsere Mission, Verkehrsunfälle mit Todesfolge oder Verletzungen für alle Beteiligten – also Fahrzeuginsassen, Fußgänger und alle sonstigen Verkehrsteilnehmer – auf null zu reduzieren, ständig entsprechende Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Null Tote und Verletzte durch Verkehrsunfälle sind das Endziel aller Beteiligten in der Automobilindustrie. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen wir nicht nur sicherere Fahrzeuge entwickeln, sondern auch Aufklärungsarbeit für Fahrer und sonstige Verkehrsteilnehmer leisten.

Darüber hinaus ist auch die Verbesserung des Verkehrsumfelds und der Infrastruktur, einschließlich Ampelanlagen und Straßen, unabdingbar. Neben der Förderung dieses dreigleisigen Ansatzes halten wir es für wichtig, die Sicherheitsmaßnahmen weiter zu verbessern, indem wir die Erkenntnisse aus den Verkehrs- und Unfalldaten in unsere Produktentwicklung einfließen lassen. Mit dem Integrated Safety Management Concept* will Toyota das Unfallrisiko minimieren, indem einzelne Sicherheitstechnologien und -systeme miteinander verknüpft und entsprechend den jeweiligen Fahrbedingungen unterstützt werden.



Das Interview mit Herrn Chaya fand im Hauptgebäude des Toyota Technical Center statt.

Welche Verantwortlichkeiten haben Sie innerhalb Ihrer Abteilung, Herr Chaya? Bitte beschreiben Sie Ihre Aufgaben und welche Funktionen Sie ausüben.

Unser Ziel ist es, nachhaltige Mobilitäts- und Servicetechnologien zu entwickeln, die das Leben der Menschen bereichern.

Begleitet durch aktuelle Humanforschung und Simulationstechnologie entwickelt mein Team Technologien zur Realisierung einer Gesellschaft, in der es keine Verkehrsunfälle gibt und in der sich alle aufgrund ihres Verständnisses der Wirksamkeit fortschrittlicher Sicherheitsfunktionen sicher und souverän bewegen können.

Was schätzen Sie besonders an der Verwendung von CarMaker zur Entwicklung der AEB-Technologie?

Zunächst lässt sich mithilfe der Simulation der Unfallhergang so oft wie nötig unter verschiedenen Bedingungen reproduzieren. Während wiederholte Versuche im Labor aufgrund von Schwankungen bei den realen

Einflussfaktoren leicht abweichende Ergebnisse liefern können, unterliegt die Simulation keinerlei Schwankungen – egal wie oft man sie wiederholt. Diese Eigenschaft ermöglicht präzise Untersuchungen der Auswirkungen, die sich ergeben, wenn lediglich bestimmte Bedingungen verändert werden.

Wir nutzen dies für Vorhersagen über die Wirksamkeit der „Collision Damage Mitigation Brakes“. Mit CarMaker können wir alles simulieren, von der Sensorerfassung bis hin zur AEB-Aktivierung. Das ermöglicht es uns zu erkennen, ob es zu einer Kollision mit einem Fußgänger kommen wird. Wir können die Wirksamkeit von AEB vorhersagen, indem wir einen Vergleich mit der Notbremsung durch einen menschlichen Fahrer vornehmen. Außerdem können wir die Funktionsweise von AEB unter verschiedenen Bedingungen untersuchen, beispielsweise in Hinblick auf Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung von Fußgängern und Fahrzeugen. Auf diese Weise versuchen wir, die tatsächliche Wirkung von AEB unter realistischeren Bedingungen abzuschätzen.

**Toyotas Ansatz im Bereich Sicherheitstechnologie und Fahrzeugentwicklung mit dem Endziel der Entwicklung eines „Fahrzeugs, das keine Unfälle verursacht“. Über die Abstimmung einzelner in Fahrzeugen installierter Sicherheitstechnologien und -systeme hinaus umfasst er die Abstimmung mit der Straßeninfrastruktur (vehicle-to-infrastructure) und die Nutzung von Informationen aus anderen Fahrzeugen (vehicle-to-vehicle), um eine optimale Unterstützung des Fahrers je nach Fahrsituation zu leisten.*

Welche Art von Verkehrsunfällen haben Sie simuliert?

Laut dem Jahresbericht der nationalen Polizeibehörde entfallen rund 40 Prozent der tödlichen Verkehrsunfälle in Japan auf Fußgänger. Mehr als die Hälfte dieser Unfälle ereignen sich beim Überqueren der Straße – unabhängig davon, ob dabei ein Fußgängerüberweg benutzt wird.

Wenn ein Fußgänger eine Straße ohne Ampel oder Fußgängerüberweg unerwartet überquert, können heranfahrende Fahrzeuge unter Umständen auch bei voller Aufmerksamkeit des Fahrers nicht mehr vor dem Fußgänger zum Stehen kommen. In dieser Studie sind wir von einem Szenario ausgegangen, bei dem ein auf einer geraden Straße (ohne Ampel oder Fußgängerüberweg) fahrendes Fahrzeug mit einem Fußgänger konfrontiert wird, der plötzlich hinter einem am Fahrbahnrand parkenden Fahrzeug hervortritt.

Welche Art von Simulationsumgebung haben Sie zur Simulation dieses Unfalls aufgebaut?

Das Simulationsszenario wurde in CarMakers „Scenario Editor“ erstellt. Die Bremssteuerung wurde über MATLAB®/Simulink® realisiert. Die Bremscharakteristiken der Simulation wurden mit denen eines

betriebsinternen Tests zur Notbremsung verglichen, bei dem ein Fußgänger-Dummy bei sonnigem Wetter auf eine trockene Fahrbahn lief. Dabei konnten wir eine hinreichende Reproduzierbarkeit der Simulation für diese Studie feststellen.

Ohne AEB wird der vom (menschlichen) Fahrer ausgeführte Bremsvorgang simuliert. Dabei gehen wir davon aus, dass der Fahrer konzentriert fährt und den Fußgänger sofort erkennt, wenn dieser in sein Sichtfeld eintritt. Das Verzögerungsprofil des Fahrzeugs wird unter den gleichen Bedingungen variiert, wobei davon ausgegangen wird, dass es beim Bremsvorgang (nachdem der Fußgänger erkannt wurde) je nach psychischer und körperlicher Verfassung des Fahrers sowie individueller Unterschiede und Wiederholungen zu Abweichungen kommen wird.

Mit AEB wechselt das System in den Standby-Modus, wenn ein Fußgänger in das Sichtfeld des AEB-Sensors gerät. Sobald die Zeit bis zur Kollision (Time to Collision – TTC) einen Schwellenwert unterschreitet, wird das System sofort aktiviert und das Fahrzeug entsprechend einem vorab festgelegten Profil abgebremst.

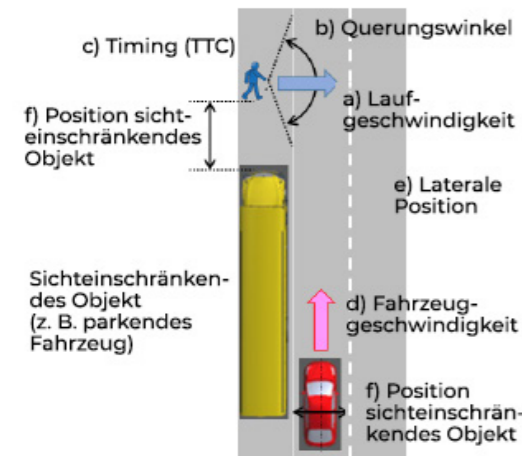
Berichten Sie uns bitte noch etwas mehr über die Evaluierung mittels der von Ihnen entwickelten Umgebung.

Insgesamt wurden 17.000 Simulationen erstellt, indem sechs Parameter einschließlich Fahrzeug- und Fußgängerbewegungen mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen variiert wurden.

Diese Parameter beziehen sich insbesondere auf die Gegebenheiten beim Überqueren der Straße durch den Fußgänger (Gehgeschwindigkeit, Querungswinkel und Zeitpunkt), Fahrzeugbewegungen (Geschwindigkeit und Position innerhalb der Fahrspur) sowie Positionen haltender Fahrzeuge (Busse) am Straßenrand. Um die Parameter zu kombinieren, wurde das Latin-Hypercube-Stichprobenverfahren (LHS) eingesetzt.

Die Simulationsläufe wurden mit dem in CarMaker integrierten Test Manager umgesetzt. Es wurden 17.000 Simulationsfälle mit deaktiviertem AEB (im Folgenden: „ohne AEB“) und 17.000 mit aktiviertem AEB (im Folgenden: „mit AEB“) durchgeführt.

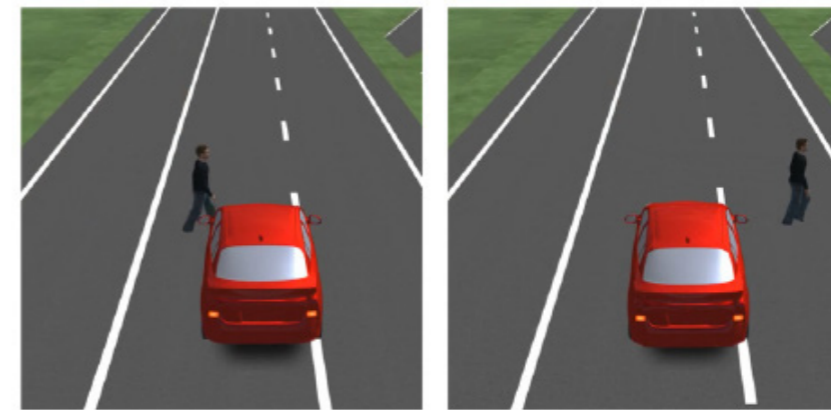
Die Simulationsergebnisse konnten in drei Kategorien klassifiziert werden: (A) mit und ohne AEB vermiedene Kollisionen, (B) mit AEB vermiedene aber ohne AEB nicht vermiedene Kollisionen und (C) mit und ohne AEB erfolgte Kollisionen.



Parameter		Bereich ($\pm 3 \sigma$)	Verteilung
Fußgänger	a Laufgeschwindigkeit	2,9 bis 7,2 km/h	Gaußsche Verteilung
	b Querungswinkel	-70 bis +70 Grad	Gaußsche Verteilung
	c Timing (TTC)	0,7 bis 10 Sek.	Logarithmische Normalverteilung
Fahrzeug	d Fahrzeuggeschwindigkeit	10 bis 60 km/h	Gaußsche Verteilung
	e Laterale Position	-0,8 bis +0,8 m	Gaußsche Verteilung
	f Position sichteinschränkendes Objekt	4 bis 24 m	Logarithmische Normalverteilung

Durch die Kombination von Parametern wurden vielfältige Bedingungen (ca. 17.000) für Querungsszenarien mit einem Fußgänger geschaffen.

Simuliertes Szenario, bei dem ein Fußgänger plötzlich hinter einem sichtbehindernden Objekt hervortritt.



Beispiel von Ergebnissen (B), bei denen Kollisionen ohne AEB (Bild links) stattfanden, aber mit AEB vermieden wurden (rechtes Bild).

Der Kollisionsvermeidungseffekt mit AEB wurde als $(B)/((B)+(C))$ berechnet. Hier symbolisieren (B) und (C) jeweils die Anzahl von Kollisionen.

Welche Bewertungsergebnisse haben Sie aus den Simulationen erzielt?

Nach der genannten Formel berechnet wurde der Nutzwert von AEB bei der Kollisionsvermeidung auf 84 Prozent geschätzt. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit einer Kollision bei aktiviertem AEB um 84 Prozent verringert wurde.

Die Abbildung oben zeigt ein Beispiel einer Klassifizierung (B), bei der eine Kollision ohne AEB aufgetreten ist und einer, die mit AEB nicht aufgetreten ist. Ohne AEB (Bild links) erkannte der Fahrer einen Fußgänger, der hinter einem am Straßenrand haltenden Bus zum Vorschein kam, und bremste plötzlich ab. Das Fahrzeug kam jedoch nicht vollständig vor dem Fußgänger zum Stehen. Mit AEB (Bild rechts) erkannten die Sensoren den Fußgänger. Die Notbremsung wurde sofort aktiviert,

sodass das Fahrzeug vollständig vor dem Fußgänger zum Stehen kam.

Mit Ausnahme des Einsatzes von AEB waren die Bedingungen in beiden Fällen identisch.

Was sind Ihrer Meinung nach die zukünftigen Herausforderungen bei der Verbesserung von Simulationstechnologie?

Die zuvor beschriebenen Ergebnisse belegen die Wirksamkeit des Fahrermodells und der AEB-Systeme, wenn diese ideal funktionieren – das Fahrermodell also den Blick nicht von der Straße abwendet, nicht abgelenkt wird und Fußgänger in seinem Sichtfeld zuverlässig erkennt. Gleichmaßen gilt, dass das AEB-Modell Fußgänger im Sichtfeld des Sensors zuverlässig erkennt und dass die ECU-Berechnungen des AEB-Systems und die Bremsaktuatoren zum Zeitpunkt der Fußgänger-Detektion unverzüglich aktiviert werden.

Allerdings können reale Fahrer

Fehler verursachen und auch das AEB-System hat funktionale Grenzen. Falls bei diesen Aspekten eine größere Annäherung an die tatsächlichen Bedingungen in der realen Welt erzielt werden kann, können die Simulationsergebnisse verbessert werden.

Wie blicken Sie in die Zukunft?

In dieser Studie haben wir uns auf Unfälle mit Fußgängern beim Überqueren der Straße konzentriert, die den größten Anteil der tödlichen Verkehrsunfälle in Japan ausmachen.

In Zukunft werden wir auch Unfälle mit Motorrädern (die den zweitgrößten Anteil an den Verkehrstoten ausmachen) sowie mit Fußgängern und Radfahrern beim Rechts- oder Linksabbiegen untersuchen. Darüber hinaus planen wir die Untersuchung von Unterschieden in Bezug auf den Arousal-Zustand [allgemeiner Grad der Aktivierung des zentralen Nervensystems, Anmerkung der Redaktion] des Fahrers, die sich auf die Handlungsabläufe auswirken können, wenn der Fahrer die Situation wahrnimmt, versteht und entsprechend handelt.

Wir schätzen, dass mehr als 100.000 Fälle simuliert werden müssen, um die Auswirkungen des AEB-Systems auf ähnliche Weise vorherzusagen, wie ich zuvor erklärt habe. Wir sind davon überzeugt, dass Funktionen wie HPC (High Performance Computing) von CarMaker im Hinblick auf die effiziente Durchführung solcher Simulationen sehr nützlich sein werden. Wir hoffen, mit diesen Studien einen Beitrag zu sichereren und zuverlässigeren Fahrzeugen leisten zu können.

Danke für dieses aufschlussreiche Gespräch, Herr Chaya.