



Erzeugen von Stereobildern für autonome Testfahrten mit einer Stereokamera als Beobachter

Autonom in 3D

Hitachi Automotive Systems hat eine Entwicklungsumgebung aufgebaut, um eine Vielzahl von Funktionen für das autonome Fahren umfassend zu testen. Besonderes Augenmerk gilt dabei den Fahrfunktionen, die auf den Tiefeninformationen einer Stereokamera basieren. Virtuelle Testfahrten werden auf einem dSPACE Simulator durchgeführt.



Dank ihrer beiden Objektive können Stereokameras Szenen als 3D-Bilder aufnehmen, genau wie das menschliche Auge.

Die Entwicklungsaktivitäten von Hitachi Automotive Systems im Bereich des autonomen Fahrens begannen 1996, wobei der Schwerpunkt zunächst auf Funktionalitäten wie autonomer Notbremsung und Spurhaltesystemen lag. Darauf folgten Anwendungen wie der autonome Spurwechsel und das langsame Überholen von Fahrzeugen. Zu den jüngsten Aktivitäten gehört ein System namens One Fail-Operational System: Fällt ein Steuergerät für autonomes Fahren aus, überträgt das One Fail-Operational System einige Funktionen auf den Mikrocontroller anderer Komponenten, zum Beispiel auf die Stereokamera, so dass das Fahrzeug vorübergehend autonom und sicher weiterfahren kann. Regelmäßig wurden echte Testfahrten durchgeführt, sowohl auf öffentlichen Straßen als auch auf künstlich angelegten Stadtstraßen auf speziellen Testgeländen. Bei den Tests auf nachgestellten Stadtstraßen wurden auch Aspekte wie die Sensorfusion untersucht, also die Fähigkeit des Fahrzeugs, durch die Kombination der Daten verschiedener Sensoren in Echtzeit ein Gesamtbild der Verkehrssituation zu erzeugen.

Die Herausforderungen des autonomen Fahrens meistern

Für die Entwicklung von Funktionen für das autonome Fahren ist es entscheidend, Fahrfunktionen in Kombination mit den zugehörigen Sensoren (Kamera, Radar etc.) nicht nur auf der Straße, sondern auch unter realen Bedingungen in simulierten Verkehrsszenarien im Labor zu testen. Dies ist unerlässlich, da es unmöglich wäre, alle relevanten Testfahrten auf der Straße durchzuführen. Millionen an Kilometern mit echten Fahrzeugen wären notwendig, um alle Verkehrsszenarien abzudecken. Manche Tests wären sogar sehr gefährlich, würde man sie mit einem echten Fahrzeug durchführen. Der Einsatz von Stereokameras erhöht die Komplexität noch weiter, denn die Stereosicht ist komplexer als die Einzellinsensicht. Um

Stereokameras zu testen, müssen zwei Bilder mit leichtem perspektivischem Versatz berechnet werden – eines für das linke Objektiv und eines für das rechte Objektiv der Stereokamera. Und über allem steht die generelle Anforderung nach immer kürzeren Entwicklungszeiten und steigender Entwicklungsqualität.

Vorteile von Stereokameras

Stereokameras haben einen entscheidenden Vorteil gegenüber Kameras mit nur einem Objektiv: Sie können Szenen als 3D-Bilder mit Tiefeninformationen aufnehmen, genau wie das menschliche Auge. Mit Hilfe einer geeigneten Software ist es dann möglich, die Bewegungsrichtung von Objekten zu analysieren und deren Bewegung für einige Sekunden vorherzuberechnen. Auf diese Weise können Stereokameras Kollisionsgefahren erkennen und so dem Fahrzeug ermöglichen, das Hindernis zu umfahren oder rechtzeitig zu bremsen.

Testaufbau für die Stereokamera

Der Aufbau zum Testen einer Stereokamera (Abbildung 1) besteht aus einem dSPACE Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator, auf dem die Automotive Simulation Models (ASM) ausgeführt werden. Die Modelle simulieren die gesamte Verkehrssituation und erzeugen Bilder, die dann über ein Interface Board direkt in die Stereokamera eingespeist werden, das heißt, die Bilder werden nicht von der Kamera abgefilmt, sondern elektronisch in die Elektronik hinter dem Objektiv eingespeist. Das linke und das rechte Bild werden innerhalb von Mikrosekunden über das Shutter-Signal der Stereokamera synchronisiert. Diese Genauigkeit ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Stereokamera die Daten als realistische Informationen des ausgeführten Verkehrsszenarios interpretiert.

Aufbau des Simulators für autonomes Fahren

Um die Funktionalitäten der Stereo-

>>

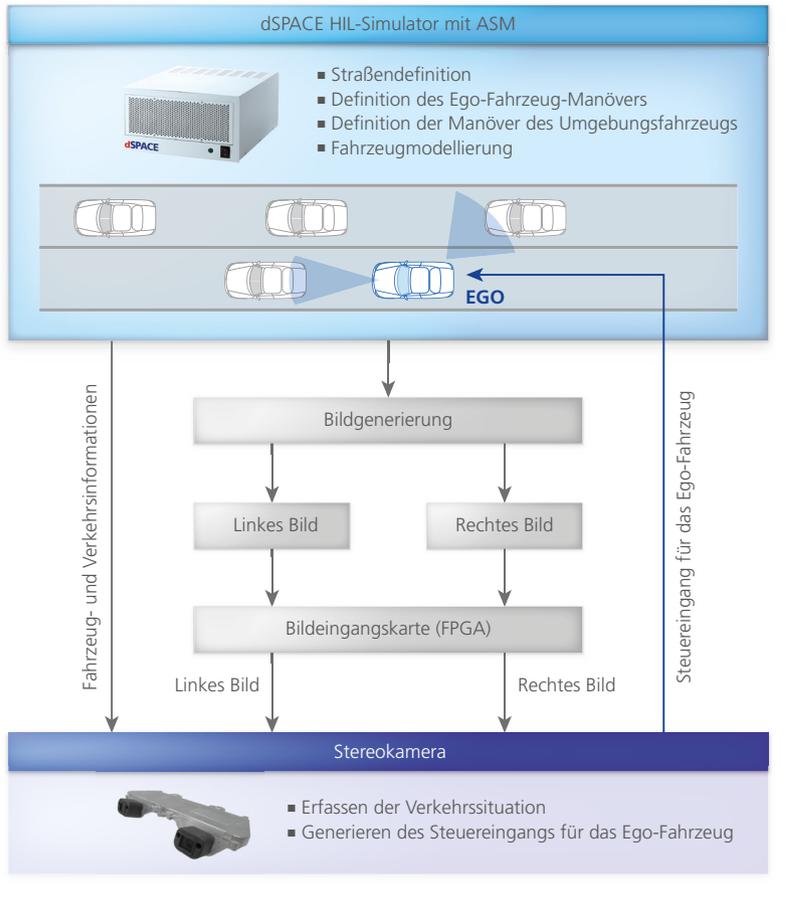


Abbildung 1: Testaufbau der Stereokamera. Er besteht aus einem dSPACE Simulator, der ein Verkehrsszenario ausführt. Auf der Grundlage dieses Szenarios werden die rechten und linken Bilder erstellt und in die Stereokamera eingespeist.

kamera im Zusammenspiel mit den anderen Sensoren in einer realistischen Verkehrssituation zu testen, wurde der Testaufbau um einen Simulator für autonomes Fahren erweitert (Abbildung 2). Zentrales Element des Aufbaus ist nach wie vor der dSPACE Simulator, der die Fahrdynamik- und Verkehrsmodelle der ASM Toolsuite ausführt. Damit ist es möglich, eine komplette, realistische Verkehrssituation mit einem Ego-Fahrzeug einschließlich der Sensoren und des Umgebungsverkehrs zu simulieren. Für die Definition und Verwaltung aller Parameter des Verkehrsszenarios setzte Hitachi Automotive Systems dabei auf ModelDesk. Mit der 3D-Animationssoftware MotionDesk wurden die Verkehrssituationen visualisiert. Diese 3D-Echtzeitanimation vermittelt dem Benutzer ein klares Verständnis des Fahrzeugverhaltens während der Fahrmanöver. Mit der Experimentiersoftware ControlDesk, die eine umfangreiche Palette an konfigurierbaren Instrumenten bietet, können alle Daten in benutzerdefinierten Layouts erfasst, aufgezeichnet und angezeigt werden. Die im Simulator erzeugten Sensordaten werden an die realen Fahrzeuggeräte, also an das Gateway und das Steuergerät für autonomes Fahren (AD), über-

„Die durchgängige dSPACE Werkzeugkette bietet die richtigen Werkzeuge, um unsere Vision eines integrierten Simulationsprozesses für Anwendungen zum autonomen Fahren effizient umzusetzen.“

Michio Morioka, Hitachi Automotive Systems



Takayoshi Chiyoda
Takayoshi Chiyoda ist Ingenieur in der Abteilung für autonome Antriebstechnik des Advanced Mobility Development Center, Technology Development Division bei Hitachi Automotive Systems, Ltd. in Ibaraki, Japan.



Mitsugu Katayama
Mitsugu Katayama ist Senior Engineer in der Abteilung für autonome Antriebstechnik des Advanced Mobility Development Center, Technology Development Division bei Hitachi Automotive Systems, Ltd. in Ibaraki, Japan.



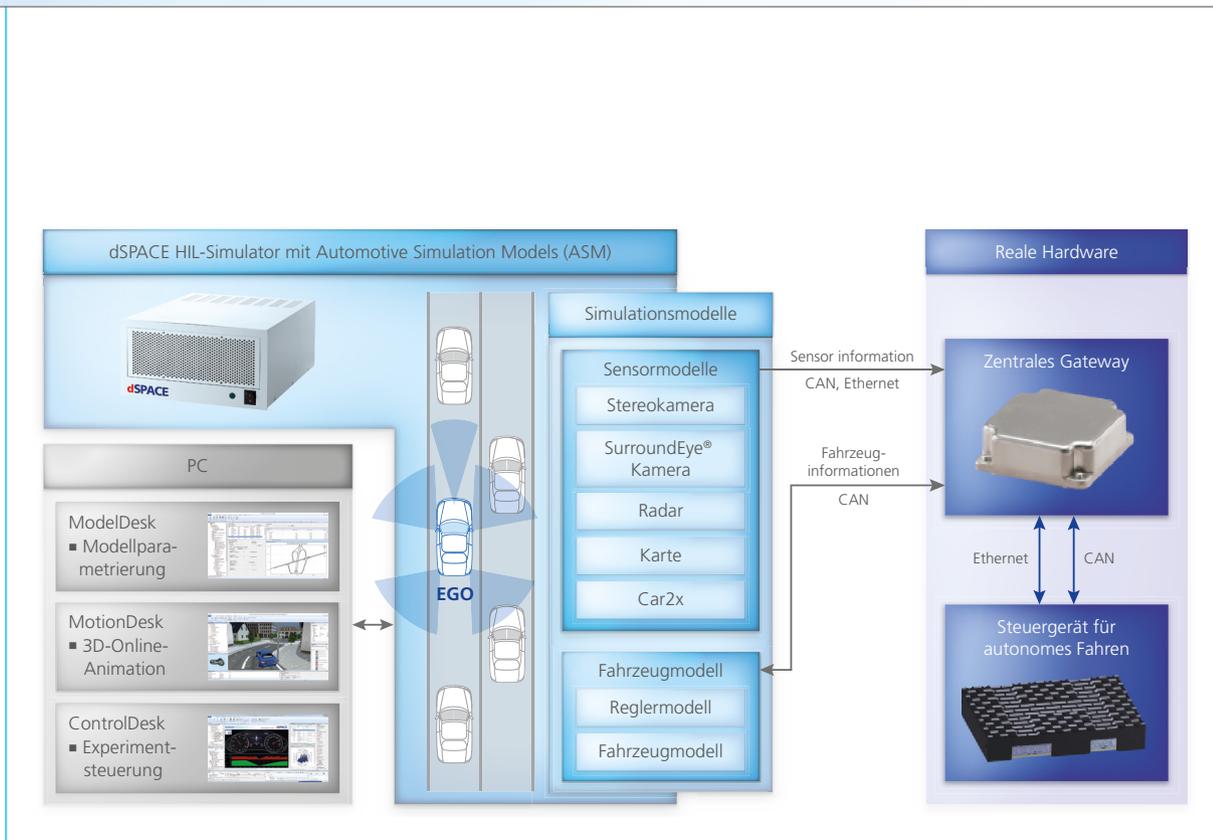


Abbildung 2: Ein mit den Automotive Simulation Models (ASM) erstelltes Verkehrsszenario wird auf einem dSPACE Simulator ausgeführt. Basierend auf dieser Simulation trifft die reale Fahrzeug-Hardware ihre Entscheidungen, die an den dSPACE Simulator zurückgespeist werden.

„Die Kombination aus einem dSPACE HIL-Simulator und ASM macht es einfach, ein detailliertes Verkehrsszenario zu erstellen und Steuergeräte für autonomes Fahren zu testen“

Ryota Mita, Hitachi Automotive Systems

tragen. Über das Gateway fließen die Sensordaten zum AD-Steuergerät, das seine Entscheidungen auf Basis des simulierten Szenarios trifft und Anweisungen gibt. Die Anweisungen werden dann an das Fahrzeugmodell auf dem Simulator zurückgeführt. Mit diesem Aufbau lassen sich komplexe Fahrfunktionen im Labor testen und validieren.

Zukunftsvision

Hitachi Automotive Systems arbeitet bereits an seiner Zukunftsvision, nämlich einem integrierten Simulationsprozess von der Szenariogenerierung über die Testautomatisierung bis zur Ergebnisanalyse. Dieser Prozess wird es ermöglichen, mehrere komplexe Szenarien in einer Cloud-Umgebung

parallel und automatisch zu erstellen und auszuführen. Ein weiterer wichtiger Aspekt wird eine erweiterte Funktion zur Analyse von Simulationsergebnissen sein. ■

Takayoshi Chiyoda, Mitsugu Katayama, Ryota Mita, Michio Morioka, Shoji Muramatsu, Hitachi Automotive Systems

Ryota Mita
Ryota Mita ist Ingenieur in der Abteilung für autonome Antriebstechnik des Advanced Mobility Development Center, Technology Development Division bei Hitachi Automotive Systems, Ltd. in Ibaraki, Japan.



Michio Morioka
Michio Morioka (PhD) war leitender Ingenieur in der Abteilung für autonome Antriebstechnik des Advanced Mobility Development Center, Technology Development Division bei Hitachi Automotive Systems, Ltd. in Ibaraki, Japan.



Shoji Muramatsu
Shoji Muramatsu (PhD) ist Abteilungsleiter in der Abteilung für autonome Antriebstechnik des Advanced Mobility Development Center, Technology Development Division bei Hitachi Automotive Systems, Ltd. in Ibaraki, Japan.