

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Oktober 2019 (24.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/201400 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60W 50/02* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/200025

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. März 2019 (22.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 205 804.0  
17. April 2018 (17.04.2018) DE

(71) Anmelder: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC  
GMBH** [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) **Erfinder: BREITENBERGER, Thomas**; c/o Conti Temic  
microelectronic GmbH, Intellectual Property, Sieboldstraße  
19, 90411 Nürnberg (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) **Title:** CONTROL UNIT TEST DEVICE FOR TESTING, PROTECTING AND DEVELOPING FUNCTIONS

(54) **Bezeichnung:** STEUERGERÄTETESTEINRICHTUNG ZUM TESTEN, ABSICHERN UND ENTWICKELN VON  
FUNKTIONEN

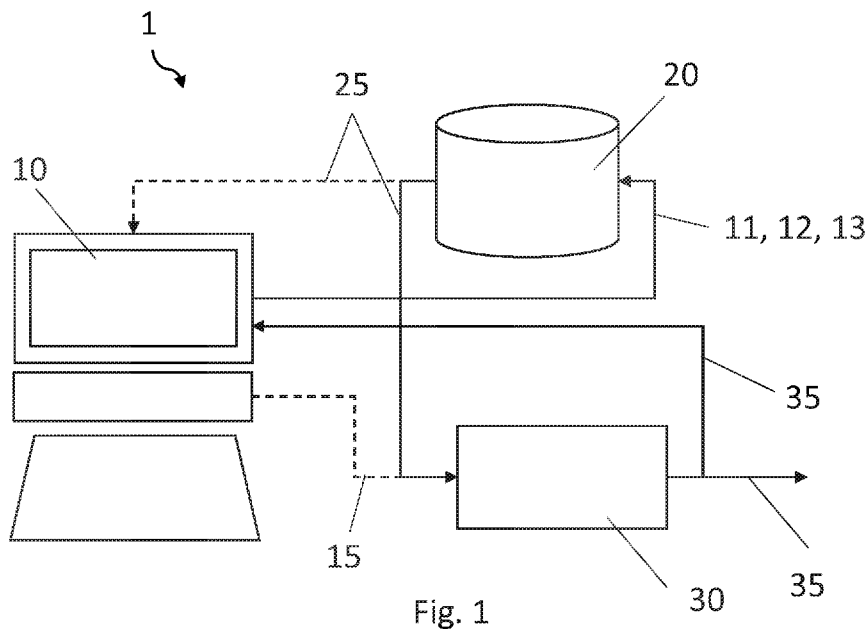


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a control unit test device for testing, protecting and/or developing a function of a driver assistance system or of an autonomous vehicle. The control unit test device has a database, in which sensor output data from sensors of the vehicle are each associated with a particular environmental scenario, and a computing unit. The computing unit is configured to use those sensor output data of the database that are associated with a selected environmental scenario to test, protect and/or develop the function or a control program of a control unit of the driver assistance system or of the autonomous vehicle.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Steuergerätesteinrichtung zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs. Die Steuergerätesteinrichtung weist eine Datenbank, in welcher Sensor-Ausgabedaten von Sensoren des Fahrzeugs jeweils einem bestimmten Umfeldszenario zugeordnet sind und eine Rechen-



WO 2019/201400 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

einheit auf. Die Recheneinheit ist zur Verwendung derjenigen Sensor-Ausgabedaten der Datenbank eingerichtet, welche einem ausgewählten Umfeldszenario zugeordnet sind, zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln der Funktion oder eines Steuerprogramms eines Steuergeräts des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs.

- Steuergerätesteinrichtung zum Testen, Absichern und  
Entwickeln von Funktionen -

Die Erfindung betrifft eine Steuergerätesteinrichtung, ein  
5 Fahrzeug, welches Sensor-Ausgabedaten von einer  
Steuergerätesteinrichtung empfängt, ein Verfahren zum Testen  
und Entwickeln von Funktionen, ein Programmelement und ein  
computerlesbares Medium.

10 In der Automobilindustrie werden zunehmend neue  
Fahrerassistenzsysteme (Advanced Driver Assistance System,  
ADAS) entwickelt. Einige dieser Fahrerassistenzsysteme dienen  
der Vorhersage und der Vermeidung von Zusammenstößen zwischen  
Verkehrsteilnehmern, insbesondere des eigenen Fahrzeugs mit  
15 einem anderen Verkehrsteilnehmer. Ferner werden zunehmend  
automatisierte oder automatische Fahrfunktionen entwickelt.  
Durch die Vermeidung von Zusammenstößen kann die Sicherheit im  
Straßenverkehr erhöht werden. Insbesondere wird ein Augenmerk  
auf Systeme zur frühzeitigen Erkennung von Zusammenstößen  
20 gelegt, denn je früher ein Zusammenstoß erkannt wird, desto höher  
stehen die Chancen, den Zusammenstoß gänzlich vermeiden zu  
können. Jedoch müssen diese Fahrerassistenzsysteme und  
Fahrfunktionen bevor sie in Fahrzeuge eingebaut werden können,  
entwickelt, getestet und abgesichert werden. Dies kann zum einen  
25 anhand realer Testdaten und/oder realer Testfahrten geschehen  
und zum anderen durch Hardware in the Loop (HIL) Prüfstände. Diese  
HIL-Prüfstände wiederum können die zu testenden, zu entwickelnde  
oder abzusichernden Funktionen mit Testdaten beaufschlagen,  
welche z.B. durch Sensoren auf Testfahrten generiert wurden. Auf  
30 dem HIL-Prüfstand können Funktionen oder Steuerprogramme  
getestet werden, ohne eine reale Testfahrt durchführen zu müssen.  
Mit anderen Worten werden dort Testfahrten simuliert. Jedoch  
können gewisse Situationen, wie z.B. das Verhalten nach einem

Unfall, nicht oder nur sehr schwer durch reale Testdaten abgebildet werden.

Somit wird es in Zukunft immer wichtiger werden, virtuelle  
5 Testdaten für die Entwicklung, den Test und die Absicherung von Fahrerassistenzsystemen (inkl. Sensoren und Steuergeräte) oder Funktionen zu erzeugen bzw. zu nutzen und diese Funktionen durch die Testdaten zu stimulieren.

10 Es ist eine Aufgabe der Erfindung, das Entwickeln und Testen von Fahrfunktionen zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Ausführungsformen und Weiterbildungen sind den  
15 abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Steuergerätesteinrichtung zum Testen, Absichern und/oder  
20 Entwickeln einer Funktion oder eines Steuerprogramms eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs. Diese Steuergerätesteinrichtung weist eine Datenbank, in welcher Sensor-Ausgabedaten von Sensoren des Fahrzeugs jeweils einem bestimmten Umfeldszenario zugeordnet sind, und eine  
25 Recheneinheit auf. Die Recheneinheit ist zur Verwendung derjenigen Sensor-Ausgabedaten der Datenbank eingerichtet, welche einem ausgewählten Umfeldszenario zugeordnet sind, zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln der Funktion oder des Steuerprogramms eines Steuergeräts des Fahrerassistenzsystems  
30 oder des autonomen Fahrzeugs.

Zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion, insbesondere einer Fahrfunktion, und/oder eines Steuerprogramms eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs

können Sensor-Ausgabedaten eines entsprechenden Sensors erforderlich sein. Diese Sensor-Ausgabedaten werden üblicherweise von Fahrzeugsensoren erzeugt und dienen als Eingangsdaten für die zu testende, abzusichernde und/oder zu entwickelnde Funktion oder Steuerprogramm. Alternativ zu realen Sensor-Ausgabedaten können diese auch künstlich erzeugt bzw. berechnet werden, beispielsweise durch das Lösen der entsprechenden mathematischen Gleichungen, welche die Physik exakt abbilden. Z.B. beim Radar durch Lösen der entsprechenden Maxwell-Gleichungen. Möchte man zum Beispiel ein Autobahnszenario mit Abstandsregeltempomat (Adaptive Cruise Control, ACC) und einem Long-Range-Radar simulieren, beträgt eine typische maximale Entfernung von Objekt und Fahrzeug ca. 200m, welche das ca. 50000 - 65000-fache der typischen Wellenlänge eines Radars mit einer Frequenz von 77GHz entspricht. Dieses Verhältnis führt zu einer sehr hohen Auflösung und Rechenzeit bei direkter numerischer Simulation, unabhängig ob im spektralen oder im zeitlichen Raum. Weniger rechenintensiv und aufwändig ist die Verwendung von Modellen auf Basis von vereinfachenden Annahmen, welche die nötigen physikalischen Effekte hinreichend genau abbilden. Beispielsweise kann ein Raytracing oder Shooting-Bouncing-Ray Verfahren verwendet werden, um die optische Ausbreitung von Strahlen in dem Sensorumfeld zu berechnen. Diese Strahlenausbreitung kann direkt als virtuelle oder simulierte Sensor-Ausgabedaten für einen Laser-Scanner verwendet werden, da dadurch das physikalische Messprinzip hinreichend genau abgebildet wird oder durch gewisse Annahmen und Weiterverarbeitung als Sensor-Ausgabedaten eines Radars genutzt werden. Annahmen für einen Radar wären zum Beispiel ab einer gewissen Entfernung (Fernfeldannahme) die Ausbreitung von Radarwellen, ausgehend von einer Patchantenne, wie Lichtwellen oder keine Beugung an Kanten. Durch die Hinzunahme weiterer Modelle können Effekte wie Beugung an Kanten aber wiederum in Betrachtet werden. Bei einem solchen Modell ist

es wichtig, die Eigenschaften von Oberflächen und deren Geometrie, an denen die Strahlen reflektiert, absorbiert oder gebeugt werden, genau zu erfassen.

5 Es sei angemerkt, dass verschiedene Ebenen der Datenverarbeitung in einem Sensor für ein Fahrerassistenzsystem existieren können, welche mit den virtuellen oder simulierten Sensor-Ausgabedaten beaufschlagt werden können, um die Entwicklung, die Absicherung oder die Tests durchführen zu können. Die Beaufschlagung kann auf  
10 einer höheren semantischen Ebene, auf welcher die Sensor-Ausgabedaten schon zeitlich verfolgt und interpretiert wurden, wie zum Beispiel die Objekt- oder Spur-Ebene, oder auf einer in der Datenverarbeitung weiter vorne liegenden Ebene, wie A/D-Daten oder der Cluster Ebene auf einem Radarsensor, erfolgen.  
15 Je weiter in der Datenverarbeitung des Sensors zeitlich nach vorne gegangen wird, desto sensor-spezifischer werden die Sensor-Ausgabedaten, welche für die Stimulierung der zu testenden, abzusichernden oder zu entwickelnden Funktion oder Steuerprogramm virtuell erzeugt, simuliert oder bereitgestellt  
20 werden können. Um Funktionen oder Steuerprogramme zu entwickeln, abzusichern und/oder zu testen reicht oft die Stimulation durch Sensor-Ausgabedaten auf einer höheren semantischen Ebene. Je umfangreicher der Test oder die Absicherung der Funktionen oder des Sensors ausfallen soll, desto weiter vorne, zeitlich gesehen,  
25 muss in der Datenverarbeitung die Stimulation mit virtuellen Sensor-Ausgabedaten stattfinden.

Für das Testen, Absichern und/oder Entwickeln von Funktionen oder Steuerprogrammen des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen  
30 Fahrzeugs kann die Steuergerätesteinrichtung eine Datenbank und eine Recheneinheit aufweisen. Die Recheneinheit kann die zu testende, abzusichernde oder zu entwickelnde Funktion mit Sensor-Ausgabedaten beaufschlagen. Die Sensor-Ausgabedaten können virtuell, simuliert oder real (durch Testfahrten)

generiert werden. Neben der Berechnung der entsprechenden Sensor-Ausgabedaten separat für jedes Umfeldszenario, können die Sensor-Ausgabedaten, welche einem bestimmten Umfeldszenario zugeordnet sind und anhand mehrere Eingangsparameter bestimmt werden, auch aus der Datenbank entnommen werden. Mit anderen Worten kann die Datenbank zu jedem möglichen Umfeldszenario entsprechende Sensor-Ausgabedaten aufweisen, welche anschließend durch die Recheneinheit bedarfsgerecht ausgelesen werden können. Somit entfällt eine erneute Berechnung oder Simulation der Sensor-Ausgabedaten zu dem jeweiligen Zeitpunkt der Verwendung bei dem Test, der Absicherung oder der Entwicklung und die Rechenzeit kann signifikant reduziert werden.

Es ist zu verstehen, dass die Funktion oder das Steuerprogramm auf einem Steuergerät eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs ausgeführt werden können.

Ein Umfeldszenario kann hierbei eine bestimmte Situation sein, mit welcher die zu testende, abzusichernde oder zu entwickelnde Funktion konfrontiert oder beaufschlagt werden soll. Dieses kann durch Sensor-Ausgabedaten beschrieben werden, bzw. die Sensor-Ausgabedaten beschreiben ein bestimmtes Umfeldszenario aus der Sicht eines entsprechenden Sensors.

Es sei angemerkt, dass die Recheneinheit auch auf mehrere Datenbanken für verschiedene Sensoren oder Sensortypen zugreifen kann, beispielsweise kann auf eine Datenbank für einen Radarsensor und auf eine andere Datenbank für einen LiDAR-Sensor zurückgegriffen werden.

Mit Entwicklung von Sensoren ist sowohl Umfeldwahrnehmung wie Objekt- oder Freiraumdetektion, als auch Funktionsentwicklung wie ACC oder ein Notbremsassistent (Emergency Brake Assistent,

EBA) gemeint. Die Sensor-Ausgabedaten können das statische, wie auch das dynamische Umfeldszenario abdecken.

Die Erzeugung von realen Sensor-Ausgabedaten für  
5 Umfeldszenarien, in denen zum Beispiel die schwere eines  
unvermeidbaren Unfalls getestet werden soll, ist erst gar nicht  
möglich oder nur mit sehr großen Kosten und Risiken verbunden.  
Dies ist mit der vorhergehend und nachfolgend beschriebenen  
Einrichtung möglich, da hierfür die Sensor-Ausgabedaten auch  
10 simulativ erzeugt werden können.

Mit anderen Worten kann die Idee die Erzeugung und Kartierung der  
Materialeigenschaft des Sensorumfeldes in einer  
Sensorsimulation vor dem eigentlichen Test, der Absicherung oder  
15 dem Entwickeln der Funktion oder des Steuerprogramms sein, und  
zwar aus Sicht des Sensors. Es kann eine Datenbank erstellt  
werden, in welcher abgelegt ist, wie ein Sensor das Umfeld  
detektiert, unabhängig von dem physikalischen Messprinzip des  
Sensors. So können zum Beispiel für einen Laser-Scanner (LiDAR)  
20 die Reflektivitäten von Oberflächen und für einen Radar der  
geschätzte Radarquerschnitt (RCS) der reflektierenden  
Oberfläche in Abhängigkeiten von verschiedenen Parametern, wie  
zum Beispiel Entfernung, Betrachtungswinkel und Wettereinflüsse  
in der Datenbank abgelegt werden. Diese Sensor-Ausgabedaten  
25 können anschließend bedarfsgerecht mithilfe von den Parametern  
zur Simulationszeit wiederrum aus der Datenbank ausgelesen und  
zur Stimulation der Funktionen oder der Steuerprogramme des  
Steuergeräts verwendet werden, ohne diese „online“ berechnen zu  
müssen. Der RCS Wert kann eine wesentliche Basis für die weitere  
30 Berechnung von Informationen auf dem Radar darstellen. Diese  
Datenbank, z.B. eine Tabelle, kann vor der Simulation in den  
Speicher der Recheneinheit geladen und während der Simulation mit  
den Eingangsparametern, welche dem jeweiligen Umfeldszenario  
entsprechen, bedarfsgerecht der zu testenden, abzusichernden

oder zu entwickelnden Funktion zur Verfügung gestellt werden bzw. diese damit beaufschlagt oder stimuliert werden. Die Sensor-Ausgabedaten können beispielsweise mittels Raytracing oder einem exakten Verfahren simulativ berechnet, bestimmt oder  
5 generiert werden.

Auf diese Art kann eine Simulationsgeschwindigkeit erreicht werden, welche die Echtzeitanforderung von HIL-Prüfständen erfüllt oder darunterliegt und somit Zeiteinsparungen und  
10 Kosteneinsparung gegenüber realen Testfahrten möglich sind.

Solche Datenbanken mit Sensor-Ausgabedaten können zum einen basierend auf realen Sensor-Ausgabedaten oder mittels computergestützter Simulation erzeugt werden. Für einen  
15 Radarsensor können zum Beispiel die Daten von etlichen, bereits zur Verfügungen stehenden Messfahrten genutzt werden, um neue Szenarien zu simulieren oder es können Berechnungen durchgeführt werden, in denen sehr rechenintensive, exakte physikalische Modelle genutzt werden, um die Datenbank zu erzeugen.

20

Es sei angemerkt, dass die Recheneinheit eine Prozessoreinheit und eine Speichereinheit aufweisen kann. Ferner kann die Recheneinheit durch einen Computer (z.B. ein PC), durch einen HIL-Prüfstand, durch ein Diagnosegerät oder durch ein weiteres  
25 Steuergerät realisiert werden.

Ein wesentlicher technischer Vorteil kann in der Einsparung der Rechenzeit liegen. Momentan ist es nicht möglich, die nötigen Gleichungen, die zum Beispiel für die detaillierte Berechnung  
30 eines Radarsensors in komplexen Fahrszenarien nötig sind, in Echtzeit oder sogar schneller zu berechnen. Hierdurch kann man auf geeignete Sensor- und Umfeldmodelle angewiesen sein, welche das physikalische Verhalten hinreichend genau beschreiben. Erst hiermit wird die Stimulation eines HIL-Prüfstands oder die

Simulation von mehr Kilometern pro Zeit ermöglicht, als es durch reale Testfahrten möglich wäre. Ein weiterer Vorteil kann die Erzeugung von Testdaten und „frühen“ Sensor-Ausgabedaten für Umfeldszenarien sein, welche in der Realität nicht abbildbar  
5 sind, da diese zu teuer oder zu gefährlich sind.

Gemäß einer Ausführungsform weist das Umfeldszenario wenigstens einen Eingangsparameter auf. Der Eingangsparameter ist einer aus der Liste bestehend aus: Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte,  
10 Entfernung, Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Betrachtungswinkel, Material des Objekts, Frequenzbereich (W-Band oder K-Band eines Radars), Entfernung (Nah- oder Fernbereich bei einem Infrarotsensor) und/oder Witterung.

15 Die Frequenzen eines Radarsensors können in dem K- und/oder W-Band des Radars liegen oder es kann sich bei dem Infrarot-Sensor um ein Nah- oder Fernbereich Sensor handeln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Datenbank  
20 n-Dimensionen auf und jede Dimension der Datenbank korrespondiert mit einem Eingangsparameter des Umfeldszenarios.

Die Datenbank kann beliebig viele Eingangsparameter aufweisen, welche kombiniert ein bestimmtes Umfeldszenario beschreiben. Für  
25 jeden Eingangsparameter kann in der Datenbank eine Dimension vorgesehen sein, sodass die Datenbank n-Dimensionen aufweisen kann. Die jeweiligen Eingangsparameter der Datenbank können linear, logarithmisch oder exponentiell skaliert sein.

Alternativ oder zusätzlich können auch bestimmte Bereiche eines  
30 Eingangsparameters bzw. einer Dimension anders skaliert sein. Mit anderen Worten kann ein gewisser Bereich eines Eingangsparameters eine höhere oder niedrigere Auflösung aufweisen als ein anderer Bereich. Ferner können mittels

Interpolation Zwischenwerte berechnet werden, um die Auflösung der Datenbank zu erhöhen.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Sensor-Ausgabedaten

5 RCS-Werte (Radar Cross Section, Radarquerschnitt). Die Recheneinheit ist ferner dazu eingerichtet, die RCS-Werte abhängig von dem Umfeldszenario und mittels der Datenbank zu bestimmen.

10 Gemäß einer Ausführungsform sind die Sensor-Ausgabedaten Reflektionswerte an Objekten. Die Recheneinheit ist dazu eingerichtet, die Reflektionswerte abhängig von dem Umfeldszenario und mittels der Datenbank zu bestimmen.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform korrespondieren die Sensor-Ausgabedaten der Datenbank mit Sensordaten eines Radarsensors, eines LiDAR-Sensors, eines Laserscanners, einer Kamera oder eines Ultraschallsensors.

20 Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuergerätesteinrichtung dazu eingerichtet, durch die Verwendung der Sensor-Ausgabedaten der Datenbank die Funktion oder das Steuerprogramm des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs in Echtzeit zu testen.

25

Durch die Verwendung der Sensor-Ausgabedaten der Datenbank kann die Steuergerätesteinrichtung die Funktion oder das Steuerprogramm des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs in Echtzeit testen. Mit anderen Worten reduziert sich

30 die Rechenzeit der Recheneinheit durch die Verwendung der Datenbank derart, dass das Echtzeitkriterium erfüllt ist. Dies ist insbesondere für die Entwicklung, Absicherung und Tests an HIL-Prüfständen relevant, da die Funktionen und Steuerprogramme im späteren Fahrzeug auch in Echtzeit verlässlich arbeiten

müssen. Ferner kann so Zeit eingespart werden, da nicht für jeden Test eine große Zeitspanne benötigt wird, wodurch die Verwendung eines HIL-Prüfstands weiter an Attraktivität gegenüber einer realen Testfahrt gewinnt.

5

Unter Echtzeit versteht man gemäß DIN ISO/IEC 2382 den Betrieb eines Rechensystems, bei dem Programme zur Verarbeitung anfallender Daten ständig betriebsbereit sind, derart, dass die Verarbeitungsergebnisse innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne  
10 verfügbar sind. Die Daten können je nach Anwendungsfall nach einer zeitlich zufälligen Verteilung oder zu vorherbestimmten Zeitpunkten anfallen. Die Zeitspanne kann hierbei beispielsweise bei 5, 10, 20 oder 50ms liegen. Mit anderen Worten muss sichergestellt sein, dass die jeweilige Funktion in der  
15 jeweiligen Zeitspanne ausgeführt wurde.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Recheneinheit dazu eingerichtet, die von dem Steuergerät ausgegebenen Steuerbefehle auszulesen, welche aufgrund der verwendeten Sensor-Ausgabedaten  
20 erzeugt wurden.

Ferner kann die Recheneinheit die Ausgaben der zu testenden, abzusichernde oder zu entwickelnden Funktion oder des Steuerprogramms auslesen, welche eine Reaktion auf die zur  
25 Verfügung gestellten Sensor-Ausgabedaten darstellt. Somit kann die Recheneinheit die Ausgabe der zu testenden, abzusichernden oder zu entwickelnden Funktion mit einem Erwartungswert vergleichen. Ferner können auch die Funktionen auf einem Steuergerät in einem Fahrzeug auf korrekte Funktionalität hin  
30 überprüft werden. Beispielsweise kann eine Art TÜV für Fahrfunktionen bereitgestellt werden, welche die Reaktion einer bestimmten Funktion auf ein bestimmtes Umfeldszenario hin überprüft, testet oder absichert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Recheneinheit dazu ausgeführt, die Eingangsparameter des Umfeldszenarios zu runden, um zugeordnete Sensor-Ausgabedaten aus der Datenbank zu verwenden.

5

Für den Fall, dass die Eingangsparameter des Umfeldszenarios nicht direkt mit den Einträgen der Datenbank übereinstimmen, können die Eingangsparameter entsprechend auf den nächsten Eintrag der Datenbank gerundet werden. Somit wird kein Fehler durch die Datenbank zurückgegeben, wenn der Wert des Eingangsparameters nicht exakt mit den Werten der Datenbank übereinstimmt. Es sei angemerkt, dass abgerundet, aufgerundet oder auch eine Kombination aus beiden verwendet werden kann.

10

15

Gemäß einer Ausführungsform ist die Recheneinheit dazu ausgeführt, zwischen den Eingangsparametern des Umfeldszenarios zu interpolieren, um zugeordnete Sensor-Ausgabedaten aus der Datenbank zu verwenden.

20

Sollte die Datenbank zu den gegebenen Eingangsparametern des Umfeldszenarios keinen direkten Eintrag aufweisen, so kann zwischen einer Mehrzahl von Sensor-Ausgabedaten interpoliert werden, welche nächstliegend zu den gegebenen Eingangsparametern des Umfeldszenarios sind. Es sei angemerkt, dass die

25

Interpolation hierbei linear, exponentiell, quadratisch, logarithmisch, trigonometrisch oder polynomial erfolgen kann.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Recheneinheit dazu eingerichtet, die Datenbank anhand realer und/oder simulierter Sensor-Ausgabedaten zu erzeugen. Ein vordefiniertes Umfeldszenario mit korrespondierenden Eingangsparametern führt zu bestimmten Sensor-Ausgabedaten.

30

Die Datenbank kann im Vorfeld erzeugt werden. Zum einen können reale Sensor-Ausgabedaten anhand ihrer Umfeldszenarien und der entsprechenden Eingangsparameter analysiert und entsprechend geordnet oder ausgewertet werden. Zum anderen kann die Datenbank durch Simulation die Sensor-Ausgabedaten erzeugen, indem durch eine Recheneinheit die entsprechenden Sensor-Ausgabedaten eines Sensors für ein bestimmtes Umfeldszenario mit den entsprechenden Eingangsparametern simuliert wird, z.B. mittels Raytracing oder einem exakten Verfahren. Diese realen bzw. simulierten Sensor-Ausgabedaten können in der Datenbank abhängig von dem jeweiligen Umfeldszenario hinterlegt werden. Somit muss die Recheneinheit zum Testen, Abzusichern und Entwickeln von Funktionen bzw. Steuerprogrammen nicht jedes Mal die Sensor-Ausgabedaten, welche als Eingangsdaten der zu testenden, abzusichernden und/oder zu entwickelnden Funktion dienen, berechnen oder simulieren, sondern die Recheneinheit kann die entsprechenden Sensor-Ausgabedaten aus der Datenbank auslesen. Alternativ oder zusätzlich kann die Datenbank aus einer Kombination aus realen und simulierten Sensor-Ausgabedaten aufgebaut sein. Somit können auch Sensor-Ausgabedaten von in Realität schweren oder gar nicht erzeugbaren Umfeldszenarien (Unfälle oder hohe Geschwindigkeiten) zur Verfügung gestellt werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

- Auswählen eines Umfeldszenarios und Bestimmen korrespondierender Eingangsparameter;
- Durchsuchen einer Datenbank anhand des bestimmten Umfeldszenarios und mit den korrespondierenden Eingangsparametern;

- Auslesen von Sensor-Ausgabedaten aus der Datenbank, welche mit den Eingangsparametern des Umfeldszenarios korrespondieren;

5       - Verwenden der ausgelesenen Sensor-Ausgabedaten, um die Funktion oder ein Steuerprogramm eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs zu testen, abzusichern und/oder zu entwickeln.

10       Es sei angemerkt, dass das Verfahren auch die Eigenschaften aufweisen kann, welche im Zusammenhang mit der Steuergerätesteinrichtung beschrieben wurden.

15       Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Fahrzeug bereitgestellt, welches Sensor-Ausgabedaten von einer vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Steuergerätesteinrichtung empfängt und/oder Reaktionen auf diese Sensor-Ausgabedaten an dieses abgibt.

20       Bei dem Fahrzeug handelt es sich beispielsweise um ein Kraftfahrzeug, wie ein Auto, einen Bus, ein Motorrad oder einen Lastkraftwagen, um ein Flugzeug oder einen Helikopter oder um ein Schiff.

25       Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Programmelement, das, wenn es von einer Recheneinheit einer Steuergerätesteinrichtung ausgeführt wird, die Steuergerätesteinrichtung anleitet, das im Kontext der vorliegenden Erfindung beschriebene Verfahren durchzuführen.

30       Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein computerlesbares Medium, auf dem ein Computerprogramm gespeichert ist, das, wenn es von einer Recheneinheit einer Steuergerätesteinrichtung ausgeführt wird, die

Steuergerätesteinrichtung anleitet, das im Kontext der vorliegenden Erfindung beschriebene Verfahren durchzuführen.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele und Figuren.

Die Figuren sind schematisch und nicht maßstabsgetreu. Sind in der nachfolgenden Beschreibung in verschiedenen Figuren die gleichen Bezugszeichen angegeben, so bezeichnen diese gleichen oder ähnlichen Elemente.

Fig. 1 zeigt eine Steuergerätesteinrichtung zum Testen und Entwickeln von Funktionen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Datenbank gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 zeigt ein Fahrzeug, welches Sensor-Ausgabedaten einer Steuergerätesteinrichtung empfängt, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm zum Testen, Absichern und Entwickeln einer Funktion eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Steuergerätesteinrichtung 1 zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion oder eines Steuerprogramms eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs. Die Steuergerätesteinrichtung 1 weist eine Recheneinheit 10, eine Datenbank 20 und ein Steuergerät 30, von welcher die Funktion oder

das Steuerprogramm getestet, abgesichert und/oder entwickelt werden soll, auf. Die Funktion kann hierbei ein Steuerprogramm für das Steuergerät 30 sein. Ferner kann dieses Steuerprogramm die Funktionalitäten eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs abbilden. In Fig. 1 ist die zu testende, abzusichernde und/oder zu entwickelnde Funktion oder Steuerprogramm des Fahrerassistenzsystems und/oder des autonomen Fahrzeugs auf dem Steuergerät 30 vorhanden bzw. wird durch dieses ausgeführt. Die Sensor-Ausgabedaten 15, 25, welche zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln benötigt werden, werden von der Recheneinheit 10 und/oder direkt von der Datenbank 20 bereitgestellt. Wenn die Sensor-Ausgabedaten 15, 25 durch die Recheneinheit 10 bereitgestellt werden, kann die Recheneinheit 10 die Sensor-Ausgabedaten 15, 25 ihrerseits noch anpassen, verarbeiten, verändert und/oder filtern, sodass geänderte Sensor-Ausgabedaten 15 entstehen. Die zu testende, abzusichernde und/oder zu entwickelnde Funktion oder das Steuerprogramm gibt, basierend auf den Sensor-Ausgabedaten 15, 25, einen Ausgabewert 35 aus. Dieser Ausgabewert 35 kann durch die Recheneinheit 10 und/oder einer weiteren Funktion (nicht dargestellt) weiterverarbeitet werden. Zur Reduzierung der Rechenleistung auf der Recheneinheit 10 und zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Recheneinheit 10, kann diese die Sensor-Ausgabedaten 25 aus der Datenbank 20 auslesen. In der Datenbank 20 können zu einer Vielzahl von Umfeldszenarien 11, 12, 13 korrespondierende Sensor-Ausgabedaten 25 gespeichert sein. Somit muss nicht jedes Umfeldszenario 11, 12, 13 durch die Steuereinheit 10 neu gerechnet werden, um die Sensor-Ausgabedaten 25 als Eingangsdaten für die zu testende, abzusichernde oder zu entwickelnde Funktion zu erhalten, sondern es kann lediglich die Datenbank 20 durchsucht werden. Das jeweilige Umfeldszenario 11, 12, 13 kann durch eine Vielzahl an verschiedenen Eingangsparametern beschrieben werden. Die Eingangsparameter können dabei sein: Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte,

Entfernung, Geschwindigkeit des Fahrzeugs, Betrachtungswinkel, Material des Objekts, Frequenzbereich (W-Band oder K-Band eines Radars), Entfernung (Nah- oder Fernbereich bei einem Infrarotsensor) und/oder Witterung. Der Sensor-Ausgabewert 25, welcher einem bestimmten Umfeldszenario 11, 12, 13 zugeordnet ist kann einerseits durch reale Sensordaten, welche in Realität erfahren wurden (z.B. Testfahrten), erzeugt werden. Andererseits kann der Sensor-Ausgabewert 25, welcher einem bestimmten Umfeldszenario 11, 12, 13 zugeordnet ist, mittels einer Simulation erzeugt werden oder einer Kombination aus den Letztgenannten. Somit muss ein bestimmtes Umfeldszenario für einen bestimmten Sensor nur einmal simuliert bzw. berechnet werden und die weiteren Tests, Absicherungen oder Entwicklungen können auf diese Simulation zurückgreifen.

Ein Vorteil von Simulierten Umfeldszenarien 11, 12, 13 und korrespondierenden Sensor-Ausgabedaten 15, 25 ist, dass auch Umfeldszenarien 11, 12, 13, welche in Realität nicht oder nur schwer erzeugt werden können, getestet, abgesichert und/oder entwickelt werden können, beispielsweise das Verhalten der Funktion oder des Steuerprogramms nach einem Unfall oder bei hohen Geschwindigkeiten. Des Weiteren können bereits Sensor-Ausgabedaten 15, 25 von Sensoren erzeugt werden, welche in Realität noch nicht existieren, also bereits in einer sehr frühen Phase der Entwicklung des Sensors.

Ferner kann die Ausgabe 35 der Funktion des Steuerprogramms durch die Recheneinheit 10 ausgewertet oder protokolliert werden, sodass festgestellt werden kann, ob die getestete, abgesicherte oder entwickelte Funktion oder das Steuerprogramm erwartungsgemäß auf die Sensor-Ausgabedaten 15, 25 des jeweiligen Umfeldszenarios 11, 12, 13 reagiert.

Ferner ist zu verstehen, dass durch die Datenbankabfrage die Rechenzeit der Recheneinheit 10 derart reduziert werden kann, dass das Testen, Absichern und/oder Entwickeln der Funktion unter Echtzeit möglich ist.

5

Die Sensor-Ausgabedaten 15, 25 können RCS-Werte oder Reflektionswerte an einer Oberfläche sein. Ferner können durch die Sensor-Ausgabedaten 15, 25 eine Vielzahl an Sensoren abgedeckt werden, beispielsweise Radarsensoren, LiDAR-Sensoren, 10 Ultraschallsensoren, Kameras und/oder Laserscanner.

Es sei angemerkt, dass die Funktion des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs auch komplett auf einer Recheneinheit 10 oder einem HIL-Prüfstand getestet, abgesichert 15 und/oder entwickelt werden kann. Ferner kann auch die Datenbank 20 auf der Recheneinheit 10 oder dem HIL-Prüfstand vorhanden sein. Alternativ oder zusätzlich kann sich die Datenbank 20 an einem anderen physischen Ort befinden wie die Recheneinheit 10 und über ein Netzwerk, wie das Internet, erreicht werden, 20 beispielsweise als Cloud oder Server.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer Datenbank 20 für eine Steuergerätesteinrichtung. Diese Datenbank 20 kann eine Vielzahl an Dimensionen aufweisen, welche jeweils mit einem 25 Eingangsparemeter der Datenbank 20 korrespondiert. Ferner ergeben mehrere Eingangsparemeter der Datenbank 20 ein bestimmtes Umfeldszenario 11, 12, 13. Die verschiedenen Dimensionen bzw. Eingangsparemeter sind in Fig. 2 durch die senkrecht aufeinander stehenden Achsen 11, 12, 13, welche ein 30 bestimmtes Umfeldszenario ergeben, dargestellt. Ferner sind in Fig. 2 mehrere Tabellen hintereinander dargestellt, jede einzelne Tabelle soll hierbei die Kombination von zwei verschiedenen Eingangsparemetern darstellen und durch die

mehreren Tabellen kann ein weiterer Eingangsparameter variiert werden.

Fig. 3 zeigt ein Fahrzeug 2 mit einem Steuergerät 30 und einer Steuergerätesteinrichtung 1. Die Recheneinheit 10 kann das Steuergerät 30 des Fahrzeugs 2 mit Daten 15 beaufschlagen, welche Sensor-Ausgabedaten 25 einer Datenbank 20 sein können, jedoch auch durch die Recheneinheit 10 erzeugte, veränderte oder aufbereitete Sensor-Ausgabedaten 25 der Datenbank 20. Zur Vereinfachung und zur Reduzierung der Rechenleistung kann die Recheneinheit 10 die Sensor-Ausgabedaten 25 durch die Datenbank 20 erhalten. Hierbei korrespondieren die Sensor-Ausgabedaten 25 der Datenbank mit einem bestimmten Umfeldszenario 11, 12, 13 des jeweiligen Sensors. Das Steuerprogramm des Steuergeräts 30 kann durch die Daten 15 der Recheneinheit getestet werden. Hierbei kann die Ausgabe 35 des Steuergeräts 30 bzw. des Steuerprogramms mit einem Erwartungswert verglichen werden. Ferner kann überprüft werden, ob das Steuerprogramm oder die Funktion bei einem definierten Umfeldszenario 11, 12, 13 erwartungsgemäß regiert. Das Umfeldszenario 11, 12, 13 kann hierbei durch die Recheneinheit 10 erzeugt werden und dem Steuergerät 30 zu Verfügung gestellt werden. Alternativ oder zusätzlich kann so eine Art TÜV für Funktionen eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs realisiert werden.

Mit anderen Worten kann die Ausgabe eines bestimmten Sensors eines Fahrzeugs 2 für ein bestimmtes Umfeldszenario 11, 12, 13 durch die Recheneinheit 10 simuliert werden.

Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm für ein Verfahren zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion oder eines Steuerprogramms eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs. In Schritt S1 wird ein bestimmtes Umfeldszenario ausgewählt und die entsprechenden

Eingangsparameter bestimmt. Anschließend erfolgt in Schritt S2 die Durchsuchung einer Datenbank anhand des bestimmten Umfeldszenarios mit den korrespondierenden Eingangsparametern. In Schritt S3 erfolgt das Auslesen von Sensor-Ausgabedaten anhand  
5 des bestimmten Umfeldszenarios und den korrespondierenden Eingangsparametern. Abschließend werden in Schritt S4 die ausgelesenen Sensor-Ausgabedaten verwendet, um die Funktion oder das Steuerprogramm eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs zu testen, abzusichern und/oder zu  
10 entwickeln.

Ansprüche:

1. Steuergerätesteinrichtung (1) zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion eines Fahrerassistenzsystems  
5 oder eines autonomen Fahrzeugs, aufweisend:  
- eine Datenbank (20), in welcher Sensor-Ausgabedaten (25) von Sensoren des Fahrzeugs (2) jeweils einem bestimmten Umfeldszenario (11, 12, 13) zugeordnet sind; und  
- eine Recheneinheit (10), eingerichtet zur Verwendung  
10 derjenigen Sensor-Ausgabedaten (25) der Datenbank (20), welche einem ausgewählten Umfeldszenario (11, 12, 13) zugeordnet sind, zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln der Funktion oder eines Steuerprogramms eines Steuergeräts (30) des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs.
- 15 2. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei das Umfeldszenario (11, 12, 13) wenigstens einen Eingangsparameter aufweist, aus der Liste bestehend aus: Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, Entfernung, Geschwindigkeit  
20 des Fahrzeugs, Betrachtungswinkel, Material des Objekts, Frequenzbereich und/oder Witterung.
3. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Datenbank (20) n-Dimensionen aufweist und jede  
25 Dimension der Datenbank (20) mit einem Eingangsparameter des Umfeldszenarios (11, 12, 13) korrespondiert.
4. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß Anspruch 1 bis 3, wobei die Sensor-Ausgabedaten (25) RCS-Werte sind, und  
30 wobei die Recheneinheit (10) dazu eingerichtet ist, die RCS-Werte abhängig von dem Umfeldszenario (11, 12, 13) und mittels der Datenbank (20) zu bestimmen.

5. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß Anspruch 1 bis 3, wobei die Sensor-Ausgabedaten (25) Reflektionswerte an Objekten sind, und

wobei die Recheneinheit (10) dazu eingerichtet ist, die Reflektionswerte abhängig von dem Umfeldszenario (11, 12, 13) und mittels der Datenbank (20) zu bestimmen.

6. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Sensor-Ausgabedaten (25) der Datenbank (20) mit Sensordaten eines Radarsensors, eines LiDAR-Sensors, eines Laserscanners, einer Kamera oder eines Ultraschallsensors korrespondieren.

7. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Steuergerätesteinrichtung (1) dazu eingerichtet ist, durch die Verwendung der Sensor-Ausgabedaten (25) der Datenbank (20) die Funktion oder das Steuerprogramm des Fahrerassistenzsystems oder des autonomen Fahrzeugs in Echtzeit zu testen.

8. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Recheneinheit (10) dazu eingerichtet ist, die von dem Steuergerät (30) ausgegebenen Steuerbefehle (35), welche aufgrund der verwendeten Sensor-Ausgabedaten (25) erzeugt wurden, auszulesen.

9. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Recheneinheit (10) dazu ausgeführt ist, die Eingangsparameter des Umfeldszenarios (11, 12, 13) zu runden, um

zugeordnete Sensor-Ausgabedaten (25) aus der Datenbank (20) zu verwenden.

10. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche  
5 1 bis 8,

wobei die Recheneinheit (10) dazu ausgeführt ist, zwischen den Eingangsparametern des Umfeldszenarios (11, 12, 13) zu interpolieren, um zugeordnete Sensor-Ausgabedaten (25) aus der Datenbank (20) zu verwenden.

10

11. Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Recheneinheit (10) dazu eingerichtet ist, die Datenbank (20) anhand realer und/oder simulierter

15 Sensor-Ausgabedaten (25) zu erzeugen,

wobei ein vordefiniertes Umfeldszenario (11, 12, 13) mit korrespondierenden Eingangsparametern zu bestimmten Sensor-Ausgabedaten (25) führt.

20 12. Fahrzeug (2), welches Sensor-Ausgabedaten (25) von einer Steuergerätesteinrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche empfängt.

25 13. Verfahren zum Testen, Absichern und/oder Entwickeln einer Funktion eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs, folgende Schritte aufweisend:

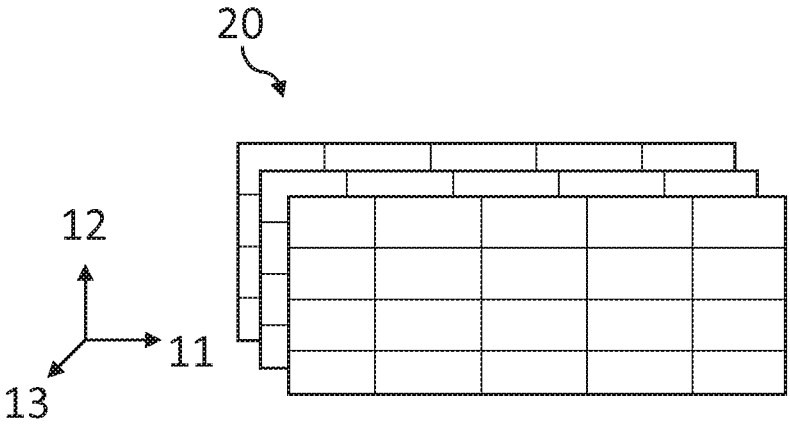
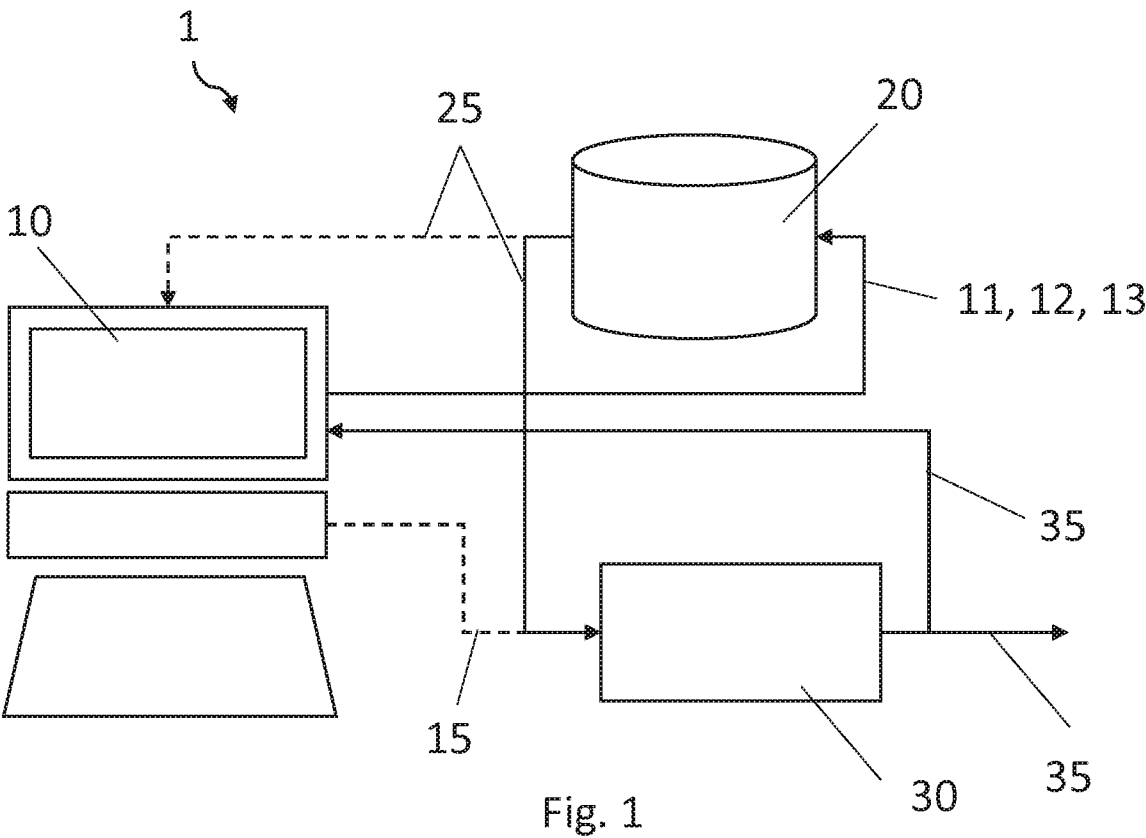
- Auswählen (S1) eines Umfeldszenarios und Bestimmen korrespondierender Eingangsparameter;

30 - Durchsuchen (S2) einer Datenbank anhand des bestimmten Umfeldszenarios und mit den korrespondierenden Eingangsparametern;

- Auslesen (S3) von Sensor-Ausgabedaten aus der Datenbank, welche mit den Eingangsparametern des Umfeldszenarios korrespondieren;

- Verwenden (S4) der ausgelesenen Sensor-Ausgabedaten, um die Funktion eines Fahrerassistenzsystems oder eines autonomen Fahrzeugs zu testen, abzusichern und/oder zu entwickeln.

- 5    14.    Programmelement, das, wenn es auf einer Recheneinheit einer Steuergerätesteinrichtung ausgeführt wird, die Steuergerätesteinrichtung anleitet, das Verfahren gemäß Anspruch 13 durchzuführen.
- 10    15.    Computerlesbares Medium, auf dem ein Programmelement gemäß Anspruch 14 gespeichert ist.



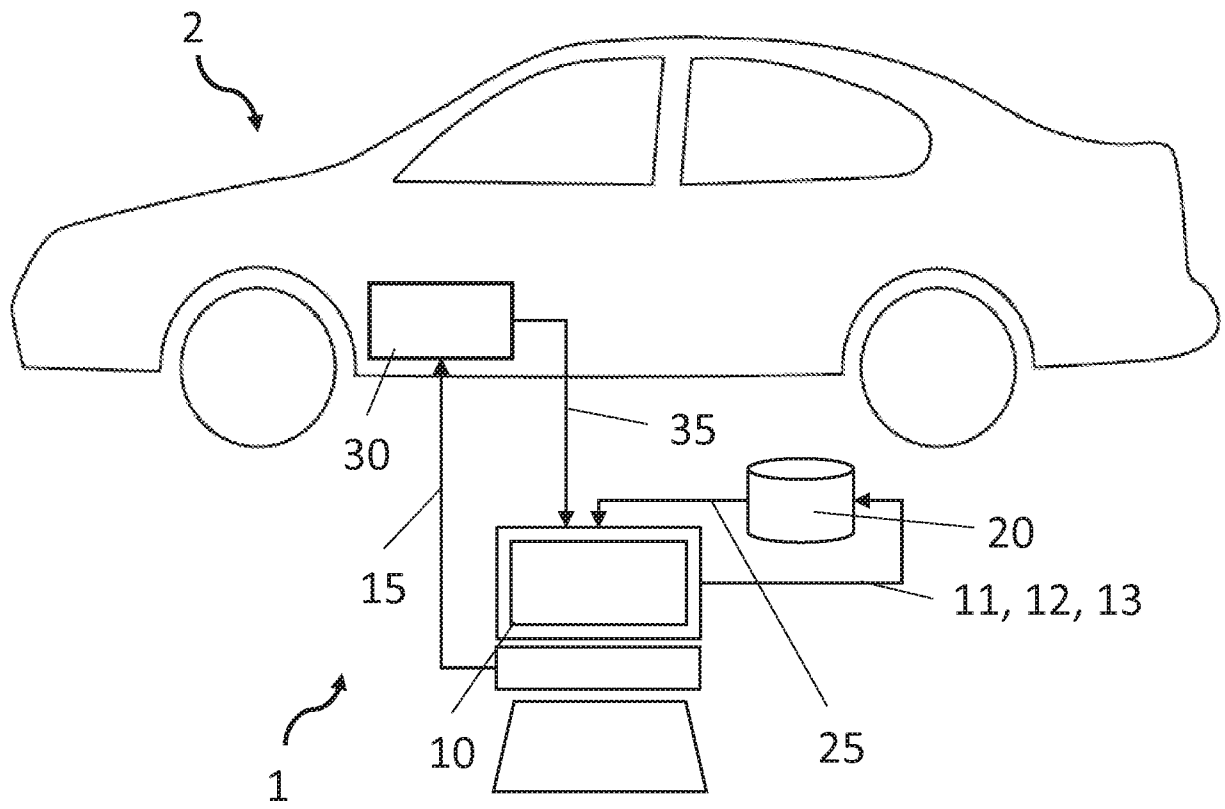


Fig. 3

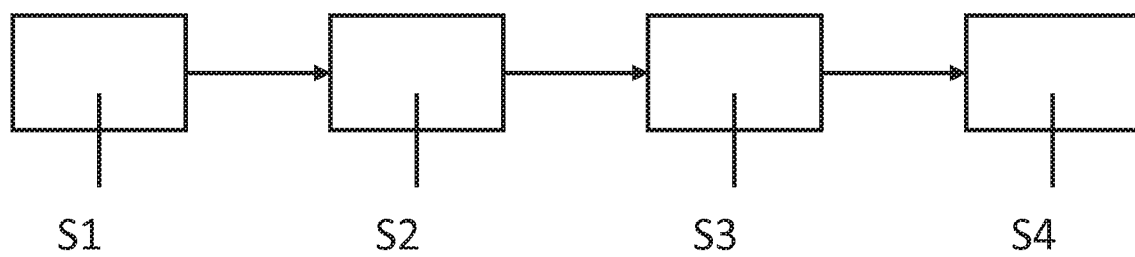


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2019/200025

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60W 50/02**(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | DE 10254388 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 27 May 2004 (2004-05-27)<br>paragraph [0001] - paragraph [0007]; claims 1,2; figure 1<br>paragraph [0013]; claim 7 | 1-15                  |
| X         | CN 102991437 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 March 2013 (2013-03-27)<br>paragraph [0020] - paragraph [0022]; claims 1-6; figure 1                             | 1-15                  |
| X         | DE 102013212710 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 November 2014 (2014-11-20)<br>paragraphs [0001] - [0012], [0017] - [0024]; claim 1; figure 1                   | 1-15                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2019

Date of mailing of the international search report

02 July 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Riccio, Ettore

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/DE2019/200025**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| DE                                        | 10254388     | A1 | 27 May 2004                          | NONE                    |                                      |
| CN                                        | 102991437    | A  | 27 March 2013                        | CN 102991437 A          | 27 March 2013                        |
|                                           |              |    |                                      | DE 102011082398 A1      | 14 March 2013                        |
|                                           |              |    |                                      | FR 2979878 A1           | 15 March 2013                        |
| DE                                        | 102013212710 | A1 | 20 November 2014                     | DE 102013212710 A1      | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | DE 102013213807 A1      | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | DE 102013215032 A1      | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | DE 102013215115 A1      | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | DE 102013218678 A1      | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | WO 2014183944 A1        | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | WO 2014183945 A1        | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | WO 2014183948 A2        | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | WO 2014183949 A1        | 20 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | WO 2014183953 A1        | 20 November 2014                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B60W50/02  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 B60W

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                       | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | DE 102 54 388 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE])<br>27. Mai 2004 (2004-05-27)<br>Absatz [0001] - Absatz [0007]; Ansprüche<br>1,2; Abbildung 1<br>Absatz [0013]; Anspruch 7<br>----- | 1-15               |
| X          | CN 102 991 437 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>27. März 2013 (2013-03-27)<br>Absatz [0020] - Absatz [0022]; Ansprüche<br>1-6; Abbildung 1<br>-----                              | 1-15               |
| X          | DE 10 2013 212710 A1 (SIEMENS AG [DE])<br>20. November 2014 (2014-11-20)<br>Absätze [0001] - [0012], [0017] - [0024];<br>Anspruch 1; Abbildung 1<br>-----                | 1-15               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juni 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/07/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Riccio, Ettore

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2019/200025

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10254388                                        | A1                            | 27-05-2004                        | KEINE                         |
| CN 102991437                                       | A                             | 27-03-2013                        | CN 102991437 A 27-03-2013     |
|                                                    |                               |                                   | DE 102011082398 A1 14-03-2013 |
|                                                    |                               |                                   | FR 2979878 A1 15-03-2013      |
| DE 102013212710                                    | A1                            | 20-11-2014                        | DE 102013212710 A1 20-11-2014 |
|                                                    |                               |                                   | DE 102013213807 A1 20-11-2014 |
|                                                    |                               |                                   | DE 102013215032 A1 20-11-2014 |
|                                                    |                               |                                   | DE 102013215115 A1 20-11-2014 |
|                                                    |                               |                                   | DE 102013218678 A1 20-11-2014 |
|                                                    |                               |                                   | WO 2014183944 A1 20-11-2014   |
|                                                    |                               |                                   | WO 2014183945 A1 20-11-2014   |
|                                                    |                               |                                   | WO 2014183948 A2 20-11-2014   |
|                                                    |                               |                                   | WO 2014183949 A1 20-11-2014   |
|                                                    |                               |                                   | WO 2014183953 A1 20-11-2014   |