

(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
13. Juni 2024 (13.06.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/121024 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 11/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/084057

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Dezember 2023 (04.12.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 213 262.9
08. Dezember 2022 (08.12.2022) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **KÖRTKE, Franziska**; Saint-Dié-Straße 12,
88045 Friedrichshafen (DE). **SCHEFFER, Wolfgang**;
Schulgasse 58a, 6850 Dombirn (AT). **SAX, Eric**; Löwen-
taler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE). **RIES, Lenn-
art**; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).
BRAUN, Thilo; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichs-
hafen (DE). **LEMMER, Markus**; Löwentaler Straße 20,
88046 Friedrichshafen (DE). **OTTEN, Stefan**; Löwentaler
Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE). **TURNER, Lara
Ruth**; Frickenwäsele 24, 88090 Immenstaad (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, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING TEST CASES ON THE BASIS OF A DETECTED FREQUENCY OF
IDENTICAL OR SIMILAR SCENARIOS

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZU TESTFALLBESTIMMUNG ANHAND EINER ERKANNTEN HÄUFIGKEIT
VON GLEICHEN ODER ÄHNLICHEN SZENARIEN

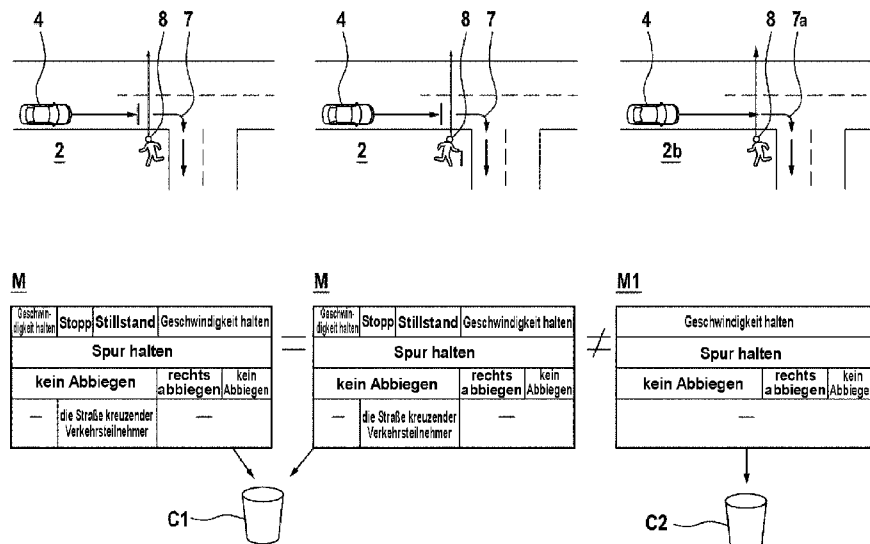


Fig. 6

(57) Abstract: The invention relates to a system (1) for creating a virtual test environment on the basis of a detected frequency of identical or similar scenarios (2, 2b, 2c) for the testing the autonomous driving functions (3) for an ego-vehicle (4), comprising a simulator (5) for generating various scenarios (2, 2b, 2c) from the view of the ego-vehicle (4) having an ego-trajectory (7) and/or an interface (6) for receiving real data relating to various scenarios (2, 2b, 2c) from the view of the ego-vehicle (4) having an ego-trajectory (7), wherein a module (9) is provided, which is designed such that, for each time increment of the ego-trajectory (7) in the



MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

scenario (2, 2b, 2c), the module automatically assigns a maneuver step for each maneuver type, and for each time increment of each traffic-participant trajectory of each traffic participant in the scenario (2, 2b, 2c), the module automatically assigns a maneuver step for each maneuver type, wherein the various maneuver types with selectable maneuver steps are provided as a maneuver catalog, so that a maneuver matrix (M, M1, M2) containing different maneuver-type-dependent maneuver sequences for each maneuver type is generated by means of the assignments, and wherein a comparison module (11) is provided, which is designed to automatically combine the identical maneuver matrices (M, M1, M2) to form a cluster (C1, C2, C3) as a maneuver and to determine the size of the clusters (C1, C2, C3) as the frequency of identical or similar scenarios (2, 2b, 2c), and wherein a processor (12) is provided, which is designed to create a test environment for testing the autonomous driving functions (3) on the basis of the size of the clusters (C1, C2, C3) and to test the autonomous driving functions (3) of the ego-vehicle (4) in the test environment. The invention also relates to a method.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein System (1) zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2, 2b, 2c) zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) für ein Egofahrzeug (4), umfassend eines Simulators (5) zum Generieren von verschiedenen Szenarien (2, 2b, 2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7) und/oder einer Schnittstelle (6) zum Empfang von Realdaten von verschiedenen Szenarien (2, 2b, 2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7), wobei ein Modul (9) vorgesehen ist, welches ausgebildet ist, für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie (7) in dem Szenario (2, 2b, 2c) ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, und für jeden Zeitschritt von jeder Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in dem Szenario (2, 2b, 2c) ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt sind, so dass durch die Zuweisungen eine Manövermatrix (M, M1, M2) mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp generiert ist, und ein Vergleichsmodul (11) vorgesehen ist, welches zum automatisierten Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen (M, M1, M2) zu einem Cluster (C1, C2, C3) als Manöver, und zum Bestimmen der Größe der Cluster (C1, C2, C3) als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2, 2b, 2c) ausgebildet ist, und wobei ein Prozessor (12) vorgesehen ist, welcher zum Erstellen einer Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) anhand der Größe der Cluster (C1, C2, C3) ausgebildet ist sowie zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) des Egofahrzeugs (4) in der Prüfungsumgebung ausgebildet ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren.

SYSTEM UND VERFAHREN ZU TESTFALLBESTIMMUNG ANHAND EINER ERKANNTEN HÄUFIGKEIT VON GLEICHEN ODER ÄHNLICHEN SZENARIEN

Die Erfindung betrifft ein System zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien zum Testen von autonomen Fahrfunktionen für ein zumindest teilweise autonom betreibbares Egofahrzeug, umfassend eines Simulators zum Generieren von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie und/oder einer Schnittstelle zum Empfang von Realdaten von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie.

Autonome Fahrfunktionen in Fahrerassistenzsystemen (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) und in automatisierten Fahrsystemen (Automated Driving Systems, ADS) auf öffentlichen Straßen haben das Potenzial, das Verkehrswesen in Zukunft grundlegend zu verändern. Validierung und Verifizierung solcher autonomen Fahrfunktionen sind jedoch ein wichtiges Anliegen, um ein ausreichend hohes Maß an Sicherheit und Akzeptanz zu gewährleisten.

Autonome Fahrfunktionen müssen jedoch vor ihrem Einsatz im Egofahrzeug validiert und verifiziert werden. Gerade im Hinblick auf häufig auftretende Szenarien müssen diese autonomen Fahrfunktionen mit allen möglichen eingestellten Fahrparameter gerade solche häufig auftretenden Szenarien fehlerfrei bewältigen.

Zur Validierung der autonomen Fahrfunktionen müsste jedoch eine Testabdeckung mit mehreren Milliarden Testkilometern gefahren werden. Selbst mit dem Einsatz von Simulationswerkzeugen kann die erforderliche Anzahl von Testkilometern nicht erreicht werden.

Ein zumindest teilweise autonomes Verkehrsmittel ausschließlich auf der Straße mit Fahrtstrecken über Milliarden Kilometer zu testen, ist zudem aus Zeit- und Kostengründen nicht möglich. Zudem würden viele redundante Testkilometer entstehen.

Daher wird eine effizientere Methode zur Erhöhung der Testabdeckung benötigt. Aktuelle Forschungsprojekte und die Industrie konzentrieren sich in dieser Hinsicht auf szenarienbasiertes Testen.

Dieser Ansatz nutzt die Redundanz der Verkehrsszenarien, die beim entfernungs-basierten Testen auftreten: Anstatt dieselben Szenarien mehrmals zu testen, wie sie bei der streckenbasierten Prüfung zufällig auftreten, werden sie aus einem Szenarien-katalog gezielt ausgewählt. Ein Testen des Szenarios mit verschiedenen Fahrparametern reicht aus, um die Sicherheit des Fahrers in Bezug auf dieses Szenario zu gewährleisten.

Dazu müssen jedoch zunächst ähnliche Szenarien identifiziert werden, um die zu testenden Szenarien zu bestimmen. Insbesondere müssen häufig auftretende Szenarien sicher mit den autonomen Fahrfunktionen bewerkstelligt werden können.

Die WO 2022028935 A1 offenbart eine Testeinheit und ein computerimplementiertes Verfahren zum Bereitstellen eines Szenario- Test-Verlaufs mit zu testenden Szenarien insbesondere Verkehrsszenarien, für Tests einer Vorrichtung zur zumindest teilweisen autonomen Führung eines Verkehrsmittels mit den Schritten:

Trainieren und Verwenden eines Ähnlichkeitsklassifikationsmoduls zur Klassifizierung der Ähnlichkeit zwischen zwei Szenarien basierend auf einer Teilmenge eines Parametersatzes des jeweiligen Szenarios, welches eine virtuelle Repräsentation einer realen Verkehrssituation darstellt; Erzeugen einer Graphenrepräsentation umfassend eine Vielzahl von Szenarien, umfassend die zwei Szenarien, deren Teilmenge von Parametersätzen in einer Speichereinheit gespeichert sind, wobei Knoten jeweils die Teilmenge eines Parametersatzes eines Szenarios repräsentieren und Kanten zwischen zwei Knoten mit einem Ähnlichkeitsklassifikationswert gewichtet sind, der die Ähnlichkeit zwischen den zwei Szenarien, der jeweiligen Knoten indiziert; Erhalten einer Benutzereingabe durch eine elektronische Benutzerschnittstelle und / oder eine automatischen Systemeingabe, wobei die Eingabe einen geforderten Wert für eine Abdeckung, der in der Speichereinheit gespeicherten Szenarien beinhaltet und / oder eine geforderte Anzahl an zu testenden Szenarien, so dass eine Auswahl und Ausführungsreihenfolge der Szenarien und der repräsentierenden Knoten mit der

Zielsetzung einer maximalen Abdeckung des Graphen bestimmt wird; Bereitstellen einer Auswahl und Ausführungsreihenfolge und / oder eines Abdeckungswerts einer Gesamt-Abdeckung der gewählten Knoten und damit der zu repräsentierenden Szenarien.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein System und ein Verfahren zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien zum Testen von autonomen Fahrfunktionen anzugeben.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7. In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die geeignet miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein System zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien zum Testen von autonomen Fahrfunktionen für ein zumindest teilweise autonom betriebbares Egofahrzeug, umfassend eines Simulators zum Generieren von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie und/oder einer Schnittstelle zum Empfang von Realdaten von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie, und wobei ein Modul vorgesehen ist, welches dazu ausgebildet ist, für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie in den Szenarien ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt sind und für jeden Zeitschritt von jeder Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in den Szenarien ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt sind, so dass durch die Zuweisungen eine Manövermatrix mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp generiert ist, und ein Vergleichsmodul vorgesehen ist, welches zum automatisierten Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen zu einem Cluster als Manöver, und zum

Bestimmen der Größe der Cluster als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien ausgebildet ist,
und wobei ein Prozessor vorgesehen ist, welcher zum Erstellen einer Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen anhand der Größe der Cluster ausgebildet ist sowie zum Testen der autonomen Fahrfunktionen des Egofahrzeugs in der Prüfungsumgebung ausgebildet ist.

Dabei können die Realdaten von Drohnen oder von Egofahrzeugen mit entsprechenden Sensoren sein.

Ein Szenario definiert sich durch die statische Umgebung wie Straßennetz, Bebauung und durch das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer; d.h. ein Szenario ist eine abstrakte, semantische Beschreibung, definiert durch das Egofahrzeug und die relevante Umgebung.

Dabei ist ein häufig auftretendes Szenario ein Szenario, dass im Vergleich zu einem anderen häufig auftritt, d.h. ein immer wieder auftretendes Szenario im Vergleich zu einem sporadisch auftretenden Szenario.

Dabei kann das Szenario eingeschränkt sein auf Verkehrsteilnehmer, welche mit dem Egofahrzeug interagieren oder interagieren könnten, beispielsweise auf Verkehrsteilnehmer, welche sich in einem vorgegebenen Umkreis um das Egofahrzeug befinden.

Autonome Fahrfunktionen sind alle Funktionen die zu einem autonomen Fahrbetrieb beitragen, hierbei können auch Fahrfunktionen des Levels 3 (Automatisierter Modus) oder ein Assistierter Modus umfasst sein. Solche Fahrfunktionen können beispielsweise Lane-Keeping, Tempo-adjustment oder Fahrfunktionen zum vollständig autonomen Betrieb etc. sein.

Ein Manöverkatalog gibt eine Sammlung mit für die Bewältigung von Fahraufgaben notwendigen Manövertypen an. Ein solcher Manövertyp ist beispielsweise „Längsbewegung“ oder "Abbiegen", das das Verhalten an Kreuzungen beschreibt.

Manöverschritte des Manövertyps " Längsbewegung " können beispielsweise "Fahrt", "Abbremsen" oder "Stillstand" sein. Manöverschritte des Manövertyps "Abbiegen" können "links abbiegen" oder "rechts abbiegen" für die Richtung beim Überqueren einer Kreuzung sein oder "kein Abbiegen", wenn der Verkehrsteilnehmer kein Abbiegemanöver durchführt. Eine Manövermatrix enthält die Zeitschritte als Spalten und die extrahierten Manöverschritte jedes Manövertyps entlang der Trajektorie als Zeilen.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Prüfungsumgebung zumindest alle relevanten häufig auftretenden gleichen oder ähnlichen Szenarien enthalten muss, um eine hinreichende Absicherung der autonomen Fahrfunktionen zu gewährleisten. Ferner müssen auch andere Szenarien in ihrer Häufigkeit sicher identifiziert werden.

Die aufgezeichneten Daten bilden jedoch einen Szenarienraum mit hoher Redundanz, welcher hinsichtlich der Redundanz aufgespalten und betrachtet werden muss. So können beispielsweise alle Szenarien, in denen ein Egofahrzeug allein auf einer geraden Straße fährt, als Cluster (Szenariengruppe) betrachtet werden, so dass ein Test des Szenarios mit verschiedenen Fahrparametern der autonomen Fahrfunktionen ausreicht, um die Sicherheit des Fahrers in Bezug auf dieses Szenario zu gewährleisten. Dadurch wird die Sicherheit der, auf dieses Szenario getestete, autonomen Fahrfunktionen effizient erhöht.

Das erfindungsgemäße System erlaubt durch Abstraktion der Trajektoriedaten zu Manövern und Manöverreihenfolgen sowie die Einteilung in Clustern eine semantische Analyse der Daten. Ein Manöver kann dabei als eine abstrakte Beschreibung des Verhaltens eines Teilnehmers in einer bestimmten Zeitspanne angesehen werden. Im Vergleich zu einer Beschreibung mit Trajektorien sind die Manöver prägnanter und semantisch interpretierbar und lassen sich daher leichter weiterverarbeiten. Erfindungsgemäß detektiert das System zu jedem Zeitpunkt für jeden Manövertyp einen Manöverschritt und generiert damit eine Manövermatrix mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen. Durch das anschließende Clustern gleicher Manövermatrizen kann eine Redundanzerkennung, Ausreißererkennung und Häufigkeitserkennung bewerkstelligt werden. Dadurch kann, anstatt redundante

Szenarien zu bearbeiten, jedes Szenario durch ein Mitglied in einer derart generierten Prüfungsumgebung repräsentiert werden. Die Häufigkeit der erkannten gleichen oder ähnlichen Szenarien, d.h. die Größe der Cluster kann als eine Grundlage für die Priorisierung von Testszenarien, und damit für die Generierung der Prüfungsumgebung dienen.

Ferner können seltene, und damit möglicherweise unbekannte Szenarien auf einfache Weise durch eine automatisierte Verarbeitung identifiziert werden.

Anhand des erfindungsgemäßen Systems wird eine Prüfungsumgebung generiert, anhand dessen eine schnellere und sichere Validierung von autonomen Fahrfunktionen ermöglicht wird. Durch die Gruppierung ähnlicher Szenarien kann die hohe Redundanz bei dem Testen der autonomen Fahrfunktionen reduziert werden.

In weiterer Ausbildung ist der Prozessor dazu ausgebildet, das Testen durch eine Simulation des Manövers in dem entsprechenden Cluster anhand der autonomen Fahrfunktionen durchzuführen. Ferner kann der Prozessor dazu ausgebildet sein, das Testen mittels verschiedener Fahrparameter für das in dem Cluster entsprechende Manöver durch die autonomen Fahrfunktionen durchzuführen und das in dem Cluster dargestellte Szenario mit den verwendeten Fahrparametern als valide zu verifizieren, wenn die das Cluster beschreibende Manöverreihenfolge und die durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter erhaltene Manöverreihenfolge gleich ist.

Dabei wird durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter durch die autonomen Fahrfunktionen jeweils eine Manöverreihenfolge erhalten. Das mit den Fahrparameter dargestellte Szenario mit den verwendeten Fahrparametern wird als valide verifiziert, wenn die das Cluster beschreibende Manöverreihenfolge und die durch die Fahrfunktionen erhaltene Manöverreihenfolge gleich ist.

So muss beispielsweise für einen Manövertyp „Längsbewegung“ mit den Manöverschritten und der Manöverreihenfolge „Geschwindigkeit halten“ „Stopp“, „Stillstand“ und „Geschwindigkeit halten“ dieselbe Reihenfolge für die autonomen Fahrfunktionen erhalten werden. Dies gilt ebenso für die anderen Manövertypen. Wird die Reihenfolge nicht eingehalten, so wird das getestete Szenario als nicht valide verifiziert.

Somit können diejenigen Fahrparametervariationen herausgefiltert werden, die nicht dem Szenario in dem Cluster, entsprechen. Durch die Manövermatrix und das Testen der autonomen Fahrfunktionen in den einzelnen Clustern, welche die Prüfungsumgebung aufspannen, können somit falsch getestete Szenarien erkannt werden. Dadurch können Fehlaussagen in Bezug auf den Absicherungsprozess der autonomen Fahrfunktionen vermieden werden.

In einer weiteren Ausbildung ist das Modul zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte für jeden Manövertypen in einem Szenario ausgebildet, wobei das Szenario einem Umfeld zugeordnet ist, und wobei das Modul ausgebildet ist, zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte die für das Umfeld entsprechenden Kartendaten heranzuziehen.

Kartendaten sind dabei digitale Karten/Straßenkarten. Durch das Heranziehen der Kartendaten wird die Robustheit der Manöverschritterkennung erhöht. So wird beispielsweise erkannt, wann ein Egofahrzeug an einer Kreuzung rechts abbiegt, indem die Informationen, hier die Kreuzung, aus der Karte und der Egotrajektorie kombiniert werden. Die Erkennung der Manöverschritte kann dabei regelbasiert mithilfe der Kartendaten sicher und automatisiert erfolgen.

In einer weiteren Ausbildung ist das Vergleichsmodul dazu ausgebildet, zwei Manövermatrizen anhand der Anzahl der Übereinstimmungen und/oder Nichtübereinstimmungen der einzelnen Manöverreihenfolgen der einzelnen Manövertypen in der Manövermatrix als gleich oder nahezu gleich bzw. ähnlich anzusehen. So kann beispielsweise ein Szenario auch bei einer leichten Ungleichheit/Differenz, (nicht 100 % Übereinstimmung), also beispielsweise wenn ein Egofahrzeug länger an einer Kreuzung hält als ein anderes, zu einem Cluster zugeordnet werden. Ferner kann so auf einfache Art und Weise ein Cluster mit gleichen oder genügend ähnlichen Szenarien gebildet werden.

In weiterer Ausbildung ist das Vergleichsmodul dazu ausgebildet, zum Vergleich von Parameter der einzelnen Manöver in dem zu einem Cluster gehörenden Manövermatrizen eine Parameterverteilung zu erstellen, wobei jeder der Manövermatrizen dieselben Manöverreihenfolgen aufweist. Da alle Szenarien in einem Cluster

dieselbe Manöverreihenfolge besitzen, kann eine aussagekräftige Parameterverteilung für die Parameter erstellt werden.

Dadurch können die Parameter der Manöver, wie beispielsweise Dauer von Spurwechselmanövern, Geschwindigkeiten etc. für weitere Analysen genutzt werden.

Dabei wird die Aufgabe ferner gelöst durch ein Verfahren zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien zum Testen von autonomen Fahrfunktionen eines Egofahrzeugs, umfassend der Schritte:

- Generieren von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie anhand eines Simulators und/oder Bereitstellen von Real-
daten von verschiedenen Szenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs mit einer Egotrajektorie,
- Bewerkstelligen für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie in den Szenarien eines automatisierten Zuweisens eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt werden, und Bewerkstelligen für jeden Zeitschritt von jeder Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in den Szenarien eines automatisierten Zuweisens eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt werden, so dass durch die Zuweisungen eine Manövermatrix mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp generiert wird, und
- automatisiertes Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen zu einem Cluster als Manöver,
- Bestimmen der Größe der Cluster als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien,
- Erstellen einer Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen anhand der Größe der Cluster,
- Testen der autonomen Fahrfunktionen des Egofahrzeugs in der Prüfungsumgebung.

Dabei ist das Verfahren insbesondere dazu ausgebildet, auf dem erfindungsgemäßen System ausgeführt zu werden. Ferner können die Vorteile und vorteilhaften Ausbildungen des Systems auf das Verfahren übertragen werden.

In weiterer Ausgestaltung wird das Testen durch eine Simulation des Manövers in dem entsprechenden Cluster anhand der im späteren Egofahrzeug vorhandenen autonomen Fahrfunktionen durchgeführt.

In weiterer Ausbildung wird das Testen mittels verschiedener Fahrparameter für das in dem Cluster entsprechende Manöver durch die autonomen Fahrfunktionen durchgeführt und das in dem Cluster dargestellte Szenario mit den verwendeten Fahrparametern als valide verifiziert, wenn die das Cluster beschreibende Manöverreihenfolge und die durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter erhaltene Manöverreihenfolge gleich ist.

In weiterer Ausgestaltung werden zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte für jeden Manövertypen in einem Szenario, wobei das Szenario einem Umfeld zugeordnet ist, die für das Umfeld entsprechenden Kartendaten herangezogen. Die Erkennung der Manöverschritte kann dabei regelbasiert mithilfe der Kartendaten sicher und automatisiert erfolgen.

In weiterer Ausbildung wird der Beginn und das Ende eines Szenarios durch die Änderung eines Manöverschritts eines einzelnen, vorab bestimmten Manövertyps bestimmt. Dadurch ist ein einfaches Bestimmen eines Szenarios möglich. Zur Erstellung eines Clusters werden die Spalten und Zeilen der Manövermatrizen verglichen. In weiterer Ausbildung sind zwei Manövermatrizen anhand der Anzahl der Übereinstimmungen und/oder Nichtübereinstimmungen der einzelnen Manöverreihenfolgen der einzelnen Manövertypen in der Manövermatrix als gleich oder ähnlich anzusehen.

Ferner kann eine Punktezahl zumindest für Übereinstimmungen vergeben werden, wobei zwei Manövermatrizen abhängig von der Punktezahl als gleich angesehen werden können.

In weiterer Ausbildung ist jeder Zeitschritt als eine vorgegebene Zeitdauer ausgebildet. Dadurch können zu diffizile Manöverschritte vermieden werden.

In weiterer Ausbildung wird zum Vergleich von Parameter der einzelnen Manöver in dem zu einem Cluster gehörenden Manövermatrizen eine Parameterverteilung erstellt, wobei jeder der Manövermatrizen dieselben Manöverreihenfolgen aufweist. Da alle Szenarien dieselbe Manöverreihenfolgen besitzen, kann eine aussagekräftige Parameterverteilung für die Parameter erstellt werden.

Weitere Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren. Dabei zeigen:

FIG 1: ein erfindungsgemäßes System schematisch,

FIG 2: einen Manöverkatalog mit Manövertypen dazu passenden Manöverschritten, Parametern und Beschreibung des Manövertyps,

FIG 3: ein Szenario mit dem Manöverkatalog für das Egofahrzeug,

FIG 4: ein weiteres Szenario mit dem Manöverkatalog für das Egofahrzeug,

FIG 5: verschiedene Manövertypen mit den auswählbaren verschiedenen Manöverschritten,

FIG 6: eine Arbeitsweise eines Vergleichsmoduls,

FIG 7: mögliche Fahrparametervariationen in den autonomen Fahrfunktionen bei Übereinstimmung mit dem entsprechenden Cluster,

FIG 8: mögliche Fahrparametervariationen in den autonomen Fahrfunktionen bei nicht Übereinstimmung mit dem entsprechenden Cluster.

Um das Risiko autonomer Fahrfunktionen abschätzen zu können, ist Wissen über mögliche Verkehrsszenarien (Szenarien) notwendig. Ein Szenario definiert sich durch die statische Umgebung wie Straßennetz, Bebauung und durch das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer; d.h. ein Szenario ist eine abstrakte, semantische Beschreibung, definiert durch das Egofahrzeug und die relevante Umgebung.

Autonome Fahrfunktionen sind alle Funktionen die zu einem autonomen Fahrbetrieb beitragen, hierbei können auch Fahrfunktionen des Levels 3 (Automatisierter Modus) oder ein Assistierter Modus umfasst sein. Solche Fahrfunktionen können beispielsweise Lane-Keeping, Tempo-adjustment etc. sein.

Es müssen möglichst viele der eventuell im Betrieb der Fahrfunktion auftretenden Szenarien bekannt sein. Um das Risiko abzuschätzen, werden zusätzlich auch Informationen über die Häufigkeiten dieser Szenarien benötigt. Klassischerweise werden diese Informationen nicht erhoben, sondern auf Basis von möglicherweise unvollständigem Expertenwissen entschieden. Alternativ können Datensammlungen wie Unfalldatenbanken verwendet werden, die jedoch oft in ihrer Beschreibung nicht ausreichen und nur einen kleinen Teil des Verkehrsgeschehens abbilden. Das Problem ist die Ermittlung von auftretenden Verkehrsszenarien und ihren Häufigkeiten, bezogen auf eine bekannte Strecke.

FIG 1 zeigt ein erfindungsgemäßes System 1 zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien zum Testen der autonomen Fahrfunktionen 3 für ein Egofahrzeug 4.

Das System 1 umfasst einen Simulator 5 zum Generieren von verschiedenen Szenarien 2 aus der Sicht des Egofahrzeugs 4, welches entlang einer Egotrajektorie 7 fährt.

Solche Simulationen können beispielsweise durch gewerbliche Anbieter erstellt werden. Diese stellen realistische Verkehrsszenarien aus der Sicht des Egofahrzeugs 4 nach, sowie die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern. Dadurch kann innerhalb kurzer Zeit eine große Menge an Szenarien 2 erzeugt werden.

Ferner können die Szenarien 2 anhand von Realdaten über eine Schnittstelle 6 bereitgestellt werden. Solche Realdaten, können aus Verkehrsüberwachungen, mit Sensoren ausgerüstete Egofahrzeugen 4, Drohnen etc. stammen.

Ferner ist ein Modul 9 dazu ausgebildet für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie 7 in einem Szenario 2 ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen. Ferner ist das Modul 9 dazu ausgebildet auch für jeden Zeitschritt von der Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in dem Szenario 2 ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen. Dabei werden die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt.

Durch die beiden Zuweisungen wird eine Manövermatrix M (FIG 5) mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp für jeden Verkehrsteilnehmer und das Egofahrzeug 4 generiert.

Dabei gibt ein Manöverkatalog eine Sammlung für die Bewältigung der Fahraufgabe notwendigen Manövertypen an.

Ein solcher Manövertyp ist beispielsweise die „Längsbewegung“ oder "Abbiegen", der das Verhalten an Kreuzungen beschreibt.

Manöverschritte des Manövertyps "Längsbewegung " können "gleichmäßige Fahrt", "Abbremsen" oder "Stillstand" sein. Manöverschritte des Manövertyps "Abbiegen" können "links abbiegen" oder "rechts abbiegen" für die Richtung beim Überqueren einer Kreuzung sein oder "kein Abbiegen", wenn der Teilnehmer kein Abbiegemanöver durchführt.

FIG 2 zeigt einen solchen Manöverkatalog mit entsprechend möglichen Manöverschritten als auch den erfassbaren Parametern. Ferner wird in der letzten Spalte eine Beschreibung des Manöverschrittes angegeben.

Dabei ist der Manöverkatalog nicht vollständig. Zu jedem Szenario wird der Manöverkatalog herangezogen und entsprechend für jeden Verkehrsteilnehmer und das Egofahrzeug 4 ausgefüllt.

FIG 3 zeigt ein Szenario 2, hier ein Abbiegemanöver, mit einer dazu erstellten Manövermatrix M. Dabei wird zu jedem Zeitpunkt für jeden Manövertyp ein Manöverschritt detektiert. Dadurch werden die Trajektorien, sowohl des Egofahrzeugs 4 als auch der Verkehrsteilnehmer, hier des Fußgängers 8 semantisch abstrahiert. Eine Manövermatrix M enthält die Zeitschritte als Spalten und die extrahierten Manöverschritte jedes Manövertyps als Zeilen und kann somit als formalisierte abstrakte Darstellung für die weitere Verarbeitung dienen.

So wird für jeden Manövertyp ein Manöverschritt für jeden Verkehrsteilnehmer und das Egofahrzeug 4 angegeben; dieses ist hier in der Manövermatrix M nur für das Egofahrzeug 4 aufgezeigt. Ebenso wird für den Fußgänger 8 eine solche Manövermatrix erstellt, welche hier nicht angegeben ist, bzw. nicht zu der Manövermatrix M hinzugefügt.

FIG 4 zeigt ein weiteres Szenario 2c. Dieses zeigt ein Überholmanöver des Egofahrzeugs 4, sowie die Manövermatrix M2 des Egofahrzeugs 4. Die dazugehörige Manövermatrix M2 wird lediglich für das Egofahrzeug 4 angegeben, nicht für das an dem Szenario 2c beteiligte vorausfahrende Fahrzeug 10.

Dabei sind hier die Manövertypen: „Längsbewegung“, „Querbewegung“, Kreuzung“, „Fußgänger Rechts“ und „Vorrangegangen“ über die Zeit t angezeigt.

In FIG 5 sind zum besseren Verständnis weitere mögliche Manöverschritte gezeigt, die für Manövertypen ausgewählt werden können. Dabei sind hier die Manövertypen „Längsbewegung“, „Querbewegung“, „Kreuzung“, „Kreuzungskontext“, „Verkehrsteilnehmerkontext“ angezeigt mit den möglichen Manöverschritten: „konstante Geschwindigkeit“, Annäherung, Nachfolger, Stopp und Stillstand für den Manövertyp „Längsbewegung“.

Für den Manövertypen „Querbewegung“ sind hingegen „Spur halten“ und „Spur wechseln“ angezeigt, aus denen zu jedem Zeitschritt ein passender Manöverschritt ausgewählt wird.

Für den Manövertypen „Kreuzung“ sind hingegen „Rechts abbiegen“ und „Links abbiegen“, sowie „Kreuzung überfahren“ und „Keine Kreuzung“ angezeigt, aus denen zu jedem Zeitschritt ein passender Manöverschritt ausgewählt wird.

Für den Manövertypen „Kreuzungskontext“ sind hingegen „Kreuzen“ und „Einfädeln“, sowie „Ausfädeln“ angezeigt, aus denen zu jedem Zeitschritt ein passender Manöverschritt ausgewählt wird.

Für den Manövertypen „Verkehrsteilnehmerkontext“ sind hingegen „Folgend“ und „Links“, sowie „Rechts“ angezeigt, aus denen zu jedem Zeitschritt ein Manöverschritt ausgewählt wird.

Die zu dem Egofahrzeug 4 und dem Szenario 2,2c gehörenden Verkehrsteilnehmer können beispielsweise per Algorithmus bestimmt werden, beispielsweise können nur lediglich Verkehrsteilnehmer betrachtet werden, welche in einem vorgegebenen Umkreis um das Egofahrzeug 4 sind. Manöverschritte für unbeteiligte, weit entfernte Verkehrsteilnehmer müssen beispielsweise nicht in der Manövermatrix M angezeigt werden und werden nicht als Bestandteil des Szenarios 2 angesehen.

Zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte für jeden Manövertypen in einem Szenario, kann das Modul 9, die für das Umfeld, in welchem das Szenario 2,2c stattfindet, entsprechende digitale Kartendaten (digitale Karte/Straßenkarte) heranziehen. Dadurch wird die Robustheit der Manöverschritterkennung mithilfe der Anreicherung von Kartendaten erhöht. So wird beispielsweise erkannt, wann ein Egofahrzeug 4 an einer Kreuzung rechts abbiegt, indem die Informationen aus der Karte und der Ego-trajektorie 7 kombiniert werden. Folgemanöver werden z.B. über die Differenzgeschwindigkeit zweier Fahrzeuge auf derselben Spur erkannt.

Die Erkennung der Manöverschritte erfolgt dabei regelbasiert und automatisiert.

Dabei wird zu jedem Zeitschritt ein Manöverschritt ausgewählt, wobei ein Zeitschritt auch eine Zeitdauer sein kann.

Ferner ist ein Vergleichsmodul 11 (FIG 1) vorhanden zum automatisierten Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen M zu einem Cluster C als Manöver, und zum Bestimmen der Größe der Cluster C als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien.

FIG 6 zeigt die Arbeitsweise eines solchen Vergleichsmoduls 11. Dieses vergleicht die durch das Modul 9 generierten Manövermatrizen M , und clustert gleiche Manövermatrizen M zu einem Cluster, hier $C1$. Dadurch werden Szenarien 2 mit gleichen Manöverreihenfolgen zu dem Cluster $C1$ zusammengefasst.

Szenarien 2b, welche zwar ebenfalls einen Fußgänger 8, ein Egofahrzeug 4 aber eine andere Trajektorie 7a aufweisen, erzeugen eine Manövermatrix $M1$ und werden zu einem Cluster $C2$ geclustert.

Der Beginn und das Ende eines Szenarios 2,2b,2c wird durch die Änderung der Manöverschritte eines einzelnen Manövertyps bestimmt. Je nach Schwerpunkt der Analyse können sinnvolle Definitionen von Start- und Endpunkten variieren. Um die Manövermatrix eines Szenarios zu erhalten, werden die entsprechenden Spalten ausgeschnitten. Zum Vergleich von Manövermatrizen kann ein Mustervergleichsalgorithmus eingesetzt werden, welche eine hinreichende Ähnlichkeit identifizieren kann und gleiche Manövermatrizen zu einem Cluster zusammenfasst. Dabei können geringe Abweichungen zugelassen werden.

Die technische Umsetzung als formale Manöver-Beschreibungssprache ermöglicht einen automatisierten Prozess, der eine Verarbeitung von großen Datenmengen ermöglicht.

Zudem können die Parameter der Manöver, beispielsweise die Dauer von Spurwechselmanövern, Geschwindigkeiten für weitere Analysen genutzt werden. Da alle

Szenarien 2,2b,2c dieselben Manöverreihenfolgen besitzen, kann eine aussagekräftige Parameterverteilung für die Parameter erstellt werden.

Anschließend kann durch einen Prozessor 12 (FIG 1) eine Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen 3 anhand der Größe der Cluster generiert werden. Dabei müssen Szenarien 2,2b,2c mit großer Häufigkeit von dem autonomen Fahrfunktionen 3 mit unterschiedlichsten Fahrparametern sicher bewältigt werden, so dass dies in der Generierung einer Prüfungsumgebung berücksichtigt werden kann.

Dabei ist ein häufig auftretendes Szenario ein Szenario, dass im Vergleich zu einem anderen häufig auftritt, d.h. ein immer wieder auftretendes Szenario. Anstatt mit dem kompletten Satz von Szenarien zu arbeiten, kann somit jedes Cluster durch ein Mitglied repräsentiert werden. Die Häufigkeit der erkannten gleichen oder ähnlichen Szenarien dient somit als eine Grundlage für die Priorisierung bei der Generierung der Prüfungsumgebung, beispielsweise werden Szenarien mit großer Häufigkeit durch die autonomen Fahrfunktionen 3 mit besonders hohen Fahrparametervariationen durchgeführt, um bei einem so häufig auftretenden Szenario eine sichere autonome Fahrfunktion 3 zu garantieren. Das heißt, dass beispielsweise ein Abbiegemanöver mit Fußgänger mit der Fahrparametervariation hoher/niedriger/mittlerer Geschwindigkeit beim Abbiegen des Egofahrzeugs 4, hoher Geschwindigkeit des Fußgängers, Glatteis etc. durchgeführt wird.

Dabei werden bei dem Testen der Szenarien 2,2b,2c durch die autonomen Fahrfunktionen 3 immer konkrete Werte für die Verkehrsteilnehmer und das Egofahrzeug 4 selber hinterlegt. Bei einem solchen Testen werden die dem Cluster C1,C2 zugehörigen Szenarien 2,2b variiert und müssen durch die autonomen Fahrfunktionen 3 bewältigt werden. Dies bedeutet, dass bei einer Manöverreihenfolge in der Manövermatrix M (Manövertyp Längsbewegung (longitudinal)), hier beispielsweise „Geschwindigkeit halten (Cruise)“, „Stopp (Stop)“, „Stillstand (Standstill)“ und „Geschwindigkeit halten(Cruise)“, welches beispielsweise die Manöverreihenfolge in dem zu testenden Cluster C1 aufweist, die autonomen Fahrfunktionen 3 zu diesem Cluster C1 mit den in den autonomen Fahrfunktionen 3 eingestellten Fahrparametern genau dieselbe Manöverreihenfolge aufweisen müssen; ansonsten gilt das Szenario als

nicht bewältigt oder die in den Fahrfunktionen 3 eingestellten Fahrparameter sind falsch. Dies heißt, dass der zu testende Fahrparameterraum zu weit aufgespannt ist. Dies bedeutet, dass quasi nicht dasselbe/gewünschte Szenario getestet wurde. So wird bei falscher Einstellung der Fahrparameter in den autonomen Fahrfunktionen 3 in dem zu testenden Cluster C1 beispielsweise nicht die Reihenfolge „Geschwindigkeit halten (Cruise)“, „Stopp (Stop)“, „Stillstand (Standstill)“ und „Geschwindigkeit halten(Cruise)“ getestet, da in der Simulation mit „falschen“ Fahrparameter der Fußgänger 8 nach Passieren des Egofahrzeugs 4 die Straße kreuzt.

Daher wird durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter das für das Cluster beschreibende Manöver, welches durch die autonomen Fahrfunktionen 3 durchgeführt wird, das in dem Cluster C1,C2 dargestellte Szenario 2,2b mit den verwendeten Fahrparametern als valide verifiziert, wenn die das Cluster C1,C2 beschreibende Manöverreihenfolge mit der durch die Fahrparameter generierten Manöverreihenfolge gleich ist. So muss beispielsweise für den Manövertyp „Längsbewegung“ die Reihenfolge „Geschwindigkeit halten (Cruise)“, „Stopp (Stop)“, „Stillstand (Standstill)“ und „Geschwindigkeit halten(Cruise)“ erfolgen. Dies gilt ebenso für die anderen Manövertypen. Wird die Reihenfolge nicht eingehalten, so wird das getestete Szenario als nicht valide verifiziert.

Somit können durch die Manövermatrix M,M1 diejenigen Fahrparametervariationen herausgefiltert werden, die nicht dem ursprünglich und erwarteten Szenario 2, 2b, entsprechen, d.h. ein Szenario welches beispielsweise nicht dem Cluster C1,C2 zugeordnet ist.

Durch die Manövermatrix M,M1 und das Testen der autonomen Fahrfunktionen 3 in den einzelnen Clustern C1,C2, welche die Prüfungsumgebung aufspannen, können somit falsche Szenarien erkannt werden. Dadurch können Fehlaussagen in Bezug auf den Absicherungsprozess der autonomen Fahrfunktionen 3 vermieden werden.

Somit können Fahrparametervariationen, die zu einem falschen Szenario gehören, d.h. welche nicht dem ursprünglichen und erwarteten Szenario 2,2b entsprechen, herausgefiltert werden, was einen Absicherungsprozess beschleunigt bzw.

verbessert; so kann beispielsweise bei erhöhter Geschwindigkeit des Egofahrzeugs 4 in dem Cluster 2 der Fußgänger 8 die Straße überqueren nachdem das Egofahrzeug 4 die Kreuzung überquert hat, was einem anderen Szenario als das in Cluster 1 entspricht. Gehören Fahrparametervariationen nicht zu einem Szenario in einem Cluster, so bedeutet dies, dass der zu prüfende Fahrparameterraum zu weit aufgespannt wurde. Durch die Überprüfung der Manöverreihenfolge können solche Fehleinstellungen schnell erkannt werden.

FIG 7 zeigt ein Beispiel eines Testens des Szenarios 2c mit den autonomen Fahrfunktionen 3, wobei dem Szenario 2c das Cluster C3 zugeordnet ist, unter verschiedenen Fahrparametervariationen F1,F2,F3, wobei jeder der ausgewählten Fahrparametervariationen das gewünschte Cluster C3 zeigt, d.h. die jeweils gleiche Manövermatrix M2 (FIG 4) aufweist. Dabei entspricht das Szenario 2c dem Überholmanöver des Egofahrzeugs 4.

FIG 8 zeigt mögliche Fahrparametervariationen in den autonomen Fahrfunktionen 3 des Szenarios 2c, bei welchen die erstellte Manövermatrix nicht mehr der gewünschten Manövermatrix entspricht. So entspricht Sa, dem Szenario 2c beispielsweise mit Fahrparametervariationen F1,F2,F3; bei dem Szenario Sb findet jedoch kein Überholmanöver statt, beispielsweise kann die Geschwindigkeit des Egofahrzeugs 4 zu langsam sein (Fahrparametervariation F4). Ebenso findet bei dem Szenario Sc kein Überholmanöver statt (Fahrparametervariation F5). Somit entsprechen die Variationen F4,F5 der Fahrparameter beim Testen nicht dem ursprünglichen gewünschten und in dem zu testenden Cluster C3 vorhandene Szenario 2c.

Durch eine Manövermatrix können solche „falschen“ Szenarien leicht herausgefiltert werden, welche ein falsches Ergebnis im Bezug auf das Testen der autonomen Fahrfunktionen 3 liefern.

Durch das erfindungsgemäße System 1 und das erfindungsgemäße Verfahren können Verkehrsszenarien 2,2b,2c welche in den Simulationsdaten/Realdaten enthalten sind, über eine Manövermatrix M,M1,M2 und den darin enthaltenen Manöverreihenfolgen prozessiert und analysiert werden. Die Abstraktion der Trajektoriedaten zu

Manövern erlaubt eine semantische Analyse der Daten. Aufbauend auf den Manöverreihenfolgen werden Cluster C1,C2,C3 generiert. Durch die in den Clustern C1, C2, C3 enthaltenen Szenarien 2,2b,2c können häufige Szenarien 2,2b,2c und relevante Informationen zu den häufigen Szenarien 2,2b,2c erkannt werden. Anhand der erhaltenen häufigen Szenarien 2,2b,2c kann eine Prüfungsumgebung zum Testen autonomer Fahrfunktionen 3 erstellt werden, welche zur Absicherung der autonomen Fahrfunktionen 3 dient. Durch die hinter dem Cluster C1, C2,C3 hinterlegte Manöverreihenfolge kann erkannt werden, wann der geprüfte Fahrparameterraum zu weit aufgespannt ist und ein Szenario getestet wird, welches nicht mehr dem ursprünglichen Szenario 2,2b,2c entspricht.

Automatisiert variierte und durchsimulierte Szenarien können mit Hilfe des Systems 1 und des Verfahrens automatisiert und ohne manuellen Aufwand auf abstrakter Ebene validiert werden. Dies erspart hohen manuellen Aufwand und damit Kosten, da es bei der Variation zu einer hohen Anzahl von durchsimulierten Szenarien kommen kann. Ferner kann das Testergebnis einfach validiert werden, da durch die Manöverreihenfolge bekannt ist, ob die Ergebnisse auf validen Szenarien aufbauen. Die technische Umsetzung als formale Beschreibungssprache ermöglicht einen automatisierten Prozess, der für große Datenmengen ausgelegt ist.

Bezugszeichenliste

1	System
2,2b,2c	Szenario
3	autonome Fahrfunktionen
4	Egofahrzeug
5	Simulator
6	Schnittstelle
7	Egotrajektorie
8	Fußgänger
9	Modul
10	vorausfahrendes Fahrzeug
11	Vergleichsmodul
12	Prozessor
M,M1,M2	Manövermatrix
C1,C2,C3	Cluster
F1,...,F6	Fahrparametervariationen

Patentansprüche

1. System (1) zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2,2b,2c) zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) für ein zumindest teilweise autonom betreibbares Egofahrzeug (4), umfassend eines Simulators (5) zum Generieren von verschiedenen Szenarien (2,2b,2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7) und/oder einer Schnittstelle (6) zum Empfang von Realdaten von verschiedenen Szenarien (2,2b,2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7), dadurch gekennzeichnet, dass

ein Modul (9) vorgesehen ist, welches dazu ausgebildet ist, für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie (7) in den Szenarien (2,2b,2c) ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt sind und für jeden Zeitschritt von jeder Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in den Szenarien (2,2b,2c) ein automatisiertes Zuweisen eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen zu bewerkstelligen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt sind, so dass durch die Zuweisungen eine Manövermatrix (M,M1,M2) mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp generiert ist,

und ein Vergleichsmodul (11) vorgesehen ist, welches zum automatisierten Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen (M,M1,M2) zu einem Cluster (C1,C2,C3) als Manöver, und zum Bestimmen der Größe der Cluster (C1,C2,C3) als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2,2b,2c) ausgebildet ist,

und wobei ein Prozessor (12) vorgesehen ist, welcher zum Erstellen einer Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) anhand der Größe der Cluster (C1,C2,C3) ausgebildet ist sowie zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) des Egofahrzeugs (4) in der Prüfungsumgebung ausgebildet ist.

2. System (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (12) ferner dazu ausgebildet ist, das Testen durch eine Simulation des Manövers in dem entsprechenden Cluster (C1,C2,C3) anhand der autonomen Fahrfunktionen (3) durchzuführen.
3. System (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (12) ferner dazu ausgebildet ist, das Testen mittels verschiedener Fahrparameter für das in dem Cluster (C1,C2,C3) entsprechende Manöver durch die autonomen Fahrfunktionen (3) durchzuführen und das in dem Cluster (C1,C2,C3) dargestellte Szenario (2,2b,2c) mit den verwendeten Fahrparametern als valide zu verifizieren, wenn die das Cluster (C1,C2,C3) beschreibende Manöverreihenfolge und die durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter erhaltene Manöverreihenfolge gleich ist.
4. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Modul (9) zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte für jeden Manövertypen in einem Szenario (2,2b,2c) ausgebildet ist, wobei das Szenario (2,2b,2c) einem Umfeld zugeordnet ist, und wobei das Modul (9) ausgebildet ist, zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte die für das Umfeld entsprechenden Kartendaten heranzuziehen.
5. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergleichsmodul (11) dazu ausgebildet ist, zwei Manövermatrizen (M,M1,M2) anhand der Anzahl der Übereinstimmungen und/oder Nichtübereinstimmungen der einzelnen Manöverreihenfolgen der einzelnen Manövertypen in der Manövermatrix (M,M1,M2) als gleich oder ähnlich anzusehen.
6. System (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergleichsmodul (11) dazu ausgebildet ist, zum Vergleich von Parameter der einzelnen Manöver in dem zu einem Cluster (C1,C2,C3) gehörenden Manövermatrizen (M,M1,M2) eine Parameterverteilung zu erstellen, wobei jeder der Manövermatrizen (M,M1,M2) dieselben Manöverreihenfolgen aufweist.

7. Verfahren zum Erstellen einer virtuellen Prüfungsumgebung anhand einer erkannten Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2,2b,2c) zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) für ein zumindest teilweise autonom betreibbares Egofahrzeug (4), umfassend der Schritte:

- Generieren von verschiedenen Szenarien (2,2b,2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7) anhand eines Simulators (5) und/oder Bereitstellen anhand von Realdaten von verschiedenen Szenarien (2,2b,2c) aus der Sicht des Egofahrzeugs (4) mit einer Egotrajektorie (7),
- Bewerkstelligen für jeden Zeitschritt der Egotrajektorie (7) in den Szenarien (2,2b,2c) eines automatisierten Zuweisens eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt werden, und Bewerkstelligen für jeden Zeitschritt von jeder Verkehrsteilnehmertrajektorie jedes Verkehrsteilnehmers in den Szenarien (2,2b,2c) eines automatisierten Zuweisens eines Manöverschrittes für jeden Manövertypen, wobei die verschiedenen Manövertypen mit auswählbaren Manöverschritten als Manöverkatalog bereitgestellt werden, so dass durch die Zuweisungen eine Manövermatrix (M,M1,M2) mit unterschiedlichen manövertypabhängigen Manöverreihenfolgen zu jedem Manövertyp generiert wird, und
- automatisiertes Zusammenfassen der gleichen Manövermatrizen (M,M1,M2) zu einem Cluster (C1,C2,C3) als Manöver, und
- Bestimmen der Größe der Cluster (C1,C2,C3) als Häufigkeit von gleichen oder ähnlichen Szenarien (2,2b,2c), und
- Erstellen einer Prüfungsumgebung zum Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) anhand der Größe der Cluster (C1,C2,C3), und
- Testen der autonomen Fahrfunktionen (3) des Egofahrzeugs (4) in der Prüfungsumgebung.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Testen durch eine Simulation des Manövers in dem entsprechenden Cluster (C1,C2,C3) anhand der im späteren Egofahrzeug (4) vorhandenen autonomen Fahrfunktionen (3) durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Testen mittels verschiedener Fahrparameter für das in dem Cluster (C1,C2,C3) entsprechende Manöver durch die autonomen Fahrfunktionen (3) durchgeführt wird und das in dem Cluster (C1,C2,C3) dargestellte Szenario (2,2b,2c) mit den verwendeten Fahrparametern als valide verifiziert wird, wenn die das Cluster (C1,C2,C3) beschreibende Manöverreihenfolge und die durch das Testen mittels verschiedener Fahrparameter erhaltene Manöverreihenfolge gleich ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erkennung der einzelnen Manöverschritte für jeden Manövertypen in einem Szenario (2,2b,2c), wobei das Szenario (2,2b,2c) einem Umfeld zugeordnet ist, die für das Umfeld entsprechenden Kartendaten herangezogen werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn und das Ende eines Szenarios (2,2b,2c) durch die Änderung eines Manöverschritts eines einzelnen, vorab bestimmten Manövertyps bestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Manövermatrizen (M,M1,M2) anhand der Anzahl der Übereinstimmungen und/oder Nichtübereinstimmungen der einzelnen Manöverreihenfolgen der einzelnen Manövertypen in der Manövermatrix (M,M1,M2) als gleich oder ähnlich angesehen werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Punktezahl zumindest für Übereinstimmungen vergeben wird und zwei Manövermatrizen (M,M1,M2) abhängig von der Punktezahl als gleich angesehen werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zeitschritt als eine vorgegebene Zeitdauer ausgebildet wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Vergleich von Parameter der einzelnen Manöver in dem zu einem Cluster (C1,C2,C3) gehörenden Manövermatrizen (M,M1,M2) eine Parameterverteilung erstellt wird, wobei jeder der Manövermatrizen (M,M1,M2) dieselben Manöverreihenfolgen aufweist.

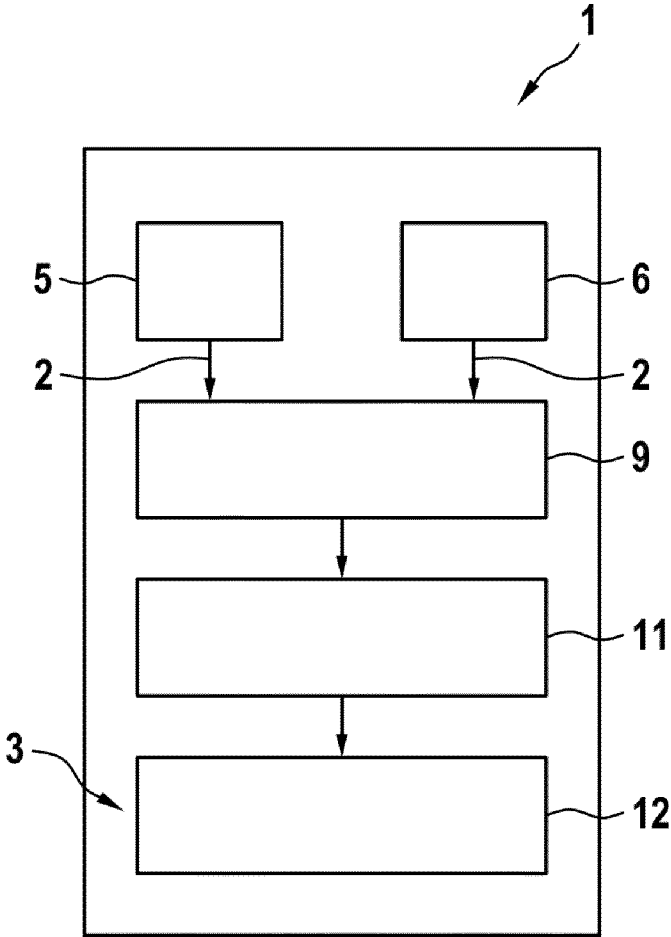


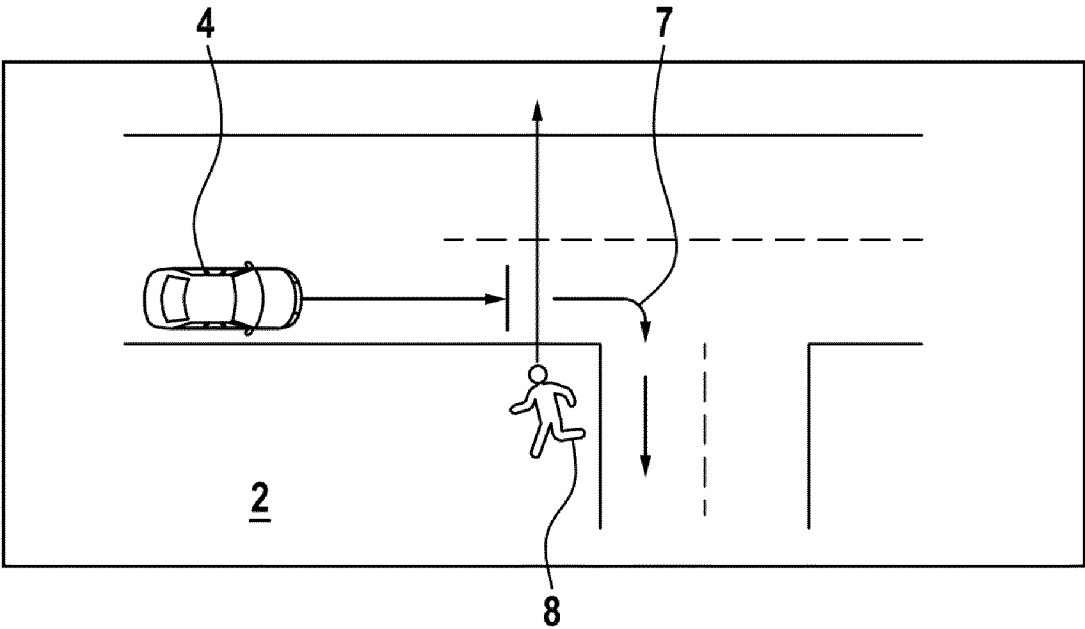
Fig. 1

Manövertyp	Manöverschritt	Parameter	Beschreibung
Längsbewegung	konstante Geschwindigkeit	Dauer, Abstand, Geschwindigkeit	Konstante Geschwindigkeit ohne Einfluss von anderen Verkehrsteilnehmern.
Längsbewegung	Annäherung	Dauer, Abstand, Ziel-Verkehrsteilnehmer-ID, Ausgangsabstand zum vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer, Zeitlücke	Annäherung an einen anderen Verkehrsteilnehmer.
Längsbewegung	Nachfolgen	Dauer, Abstand, Abstand zum vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer, Zeitlücke	Nachfolgen auf einen anderen Verkehrsteilnehmer.
Längsbewegung	Stopp	Dauer, Abstand, Ausgangsgeschwindigkeit, Verzögerung	Auf Nullgeschwindigkeit verzögern.
Längsbewegung	Stillstand	Dauer, Abstand	Stillstand bei Nullgeschwindigkeit.
Querbewegung	Spur halten	Dauer, Abstand, Spur-ID, Position in der Spur	Derzeitige Spur halten.
Querbewegung	Spur wechseln	Dauer, Abstand, Ziel-Spur-ID, Ziel-Spurposition, Spurwechselrichtung, Anzahl an Spuren	In andere Spur wechseln.
Routenführung	Kreuzung überfahren	Dauer, Abstand, Ziel-Spur-ID, Ziel-Spurposition	Fahren auf einer Straße, die sich nicht an einer Kreuzung befindet.
Routenführung	rechts abbiegen	Dauer, Abstand, Ziel-Spur-ID, Ziel-Spurposition	An einer Kreuzung rechts abbiegen.
Routenführung	links abbiegen	Dauer, Abstand, Ziel-Spur-ID, Ziel-Spurposition	An einer Kreuzung links abbiegen.

(Teil1)
Fig. 2

Routenführung	Kreuzung überfahren	Dauer, Abstand, Ziel-Spur-ID, Ziel-Spurposition	An einer Kreuzung geradeaus fahren.
Kreuzungskontext	die Straße kreuzender Verkehrsteilnehmer	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Anderer Verkehrsteilnehmer kreuzt die Straße an der Kreuzung.
Kreuzungskontext	einfädelnder Verkehrsteilnehmer	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Anderer Verkehrsteilnehmer fädelt an der Kreuzung auf dieselbe Straße ein.
Kreuzungskontext	ausfädelnder Verkehrsteilnehmer	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Anderer Verkehrsteilnehmer fädelt an der Kreuzung auf eine andere Straße aus.
Verkehrsteilnehmerkontext	vorausfahrender Verkehrsteilnehmer	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Vorausfahrender Verkehrsteilnehmer in derselben Spur.
Verkehrsteilnehmerkontext	Verkehrsteilnehmer links	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Verkehrsteilnehmer in der linken Spur.
Verkehrsteilnehmerkontext	Verkehrsteilnehmer rechts	Dauer, Abstand, Verkehrsteilnehmer-ID	Verkehrsteilnehmer in der rechten Spur.

(Teil2)
Fig. 2

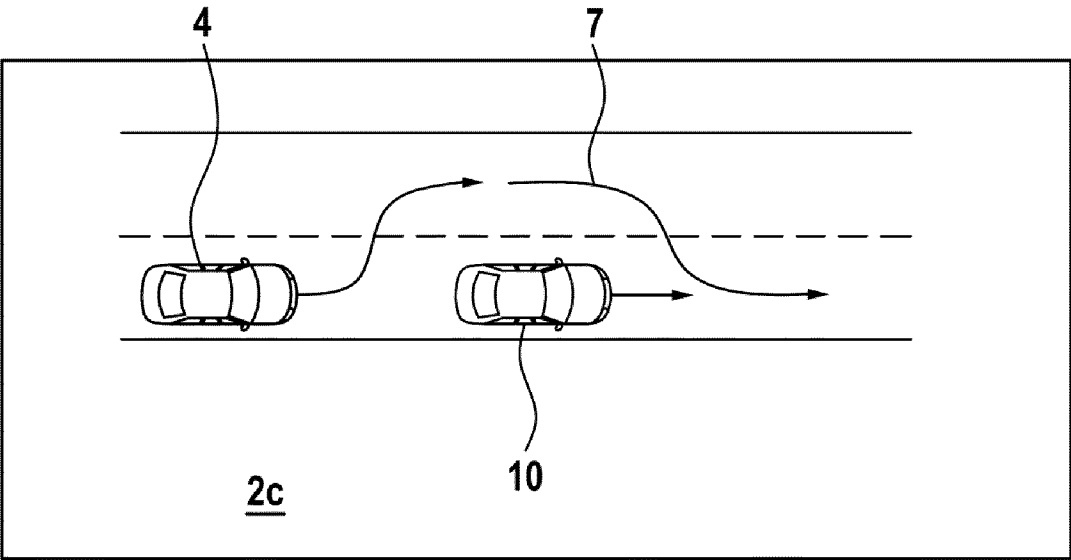


<u>M</u>				
Manövertyp	Manöverschritt			
Längsbewegung	Geschwindigkeit halten	Stopp	Stillstand	Geschwindigkeit halten
Querbewegung	Spur halten			
Kreuzung	kein Abbiegen		rechts abbiegen	kein Abbiegen
Kreuzungskontext	—	die Straße kreuzender Verkehrsteilnehmer		—

t

Verkehrsteilnehmer-ID

Fig. 3



M2

Manövertyp	Manöverschritt				
Längsbewegung	Annäherung	Nachfolgen	Geschwindigkeit halten		
Querbewegung	Spur halten	Spur wechseln	Spur halten	Spur wechseln	Spur halten
Kreuzungs	kein Abbiegen				
Fußgänger Rechts	—	Verkehrsteilnehmer rechts		—	
vorrangegangen	Vorausfahrender Verkehrsteilnehmer		—		

t

Manöverschritt

Fig. 4

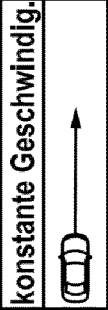
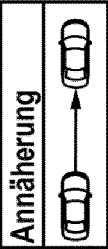
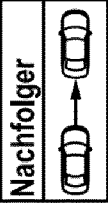
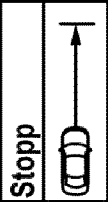
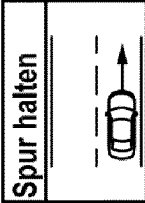
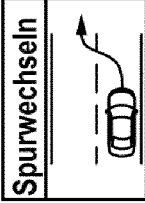
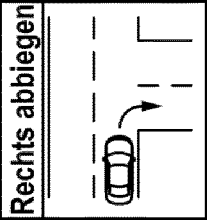
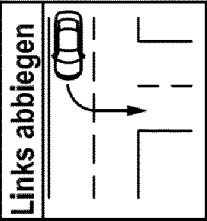
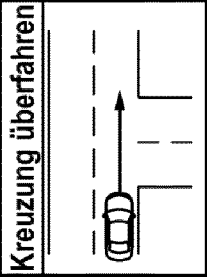
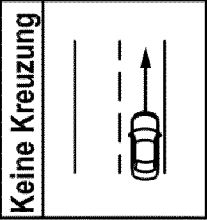
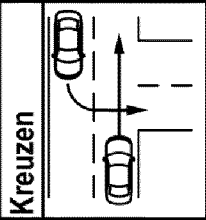
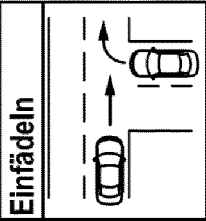
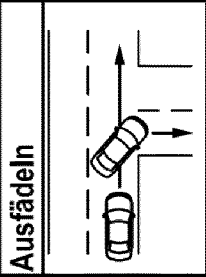
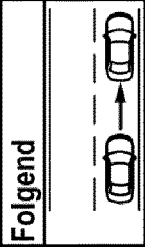
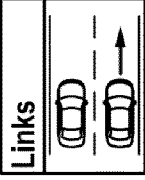
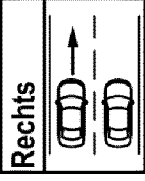
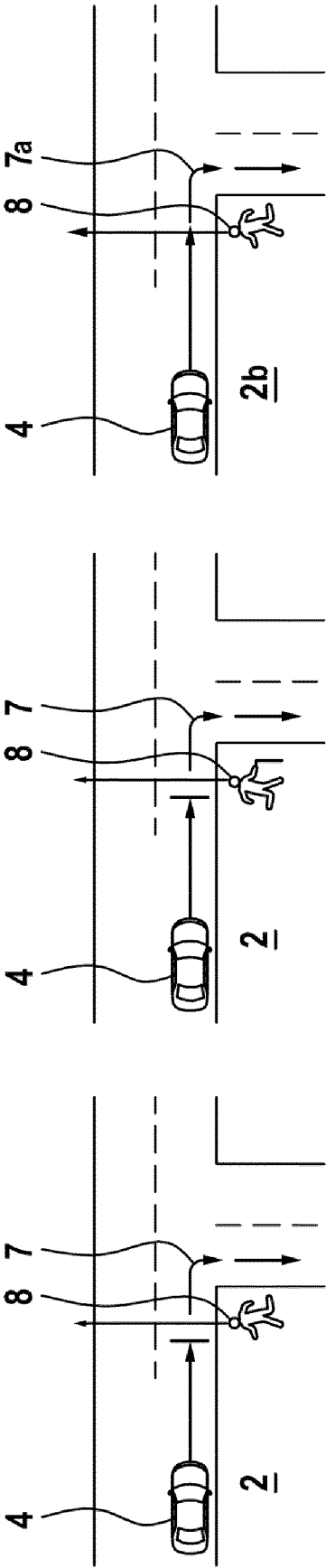
Manövertyp	Manöverschritt				
Längsbewegung	konstante Geschwindigkeit 	Annäherung 	Nachfolger 	Stopp 	Stillstand 
Querbewegung	Spur halten 	Spurwechseln 			
Kreuzung	Rechts abbiegen 	Links abbiegen 	Kreuzung überfahren 	Keine Kreuzung 	
Kreuzungskontext	Kreuzen 	Einfädeln 	Ausfädeln 		
Verkehrsteilnehmerkontext	Folgend 	Links 	Rechts 		

Fig. 5



M1

Geschwindigkeit halten			
Spur halten			
kein Abbiegen	rechts abbiegen	kein abbiegen	kein Abbiegen
—			

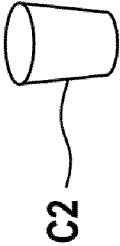
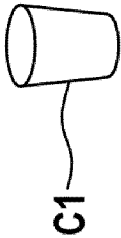


Fig. 6

M

Geschwindigkeit halten	Stopp	Stillstand	Geschwindigkeit halten	
Spur halten				
kein Abbiegen		rechts abbiegen	kein Abbiegen	
—	die Straße kreuzender Verkehrsteilnehmer	—	—	



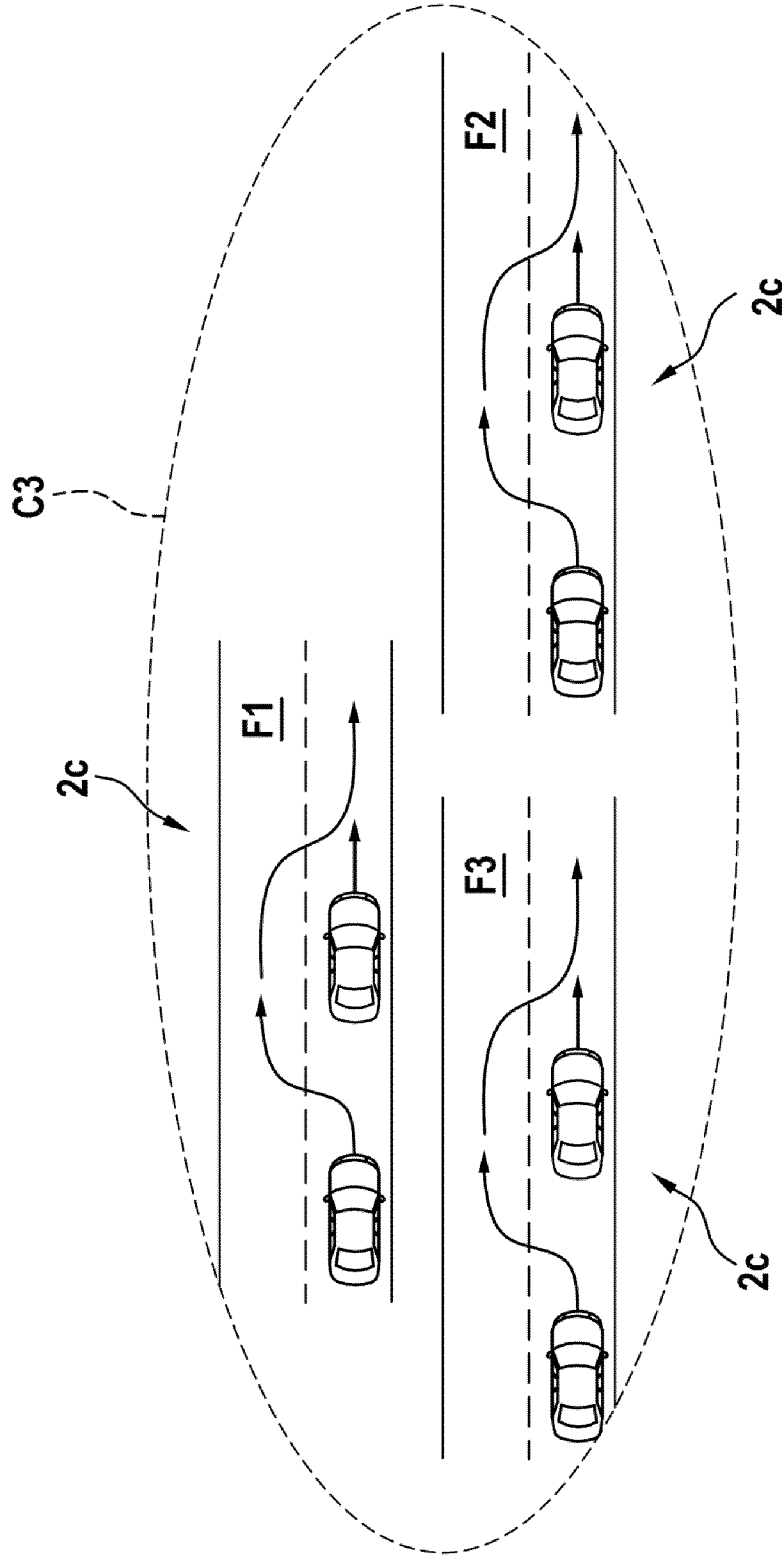


Fig. 7

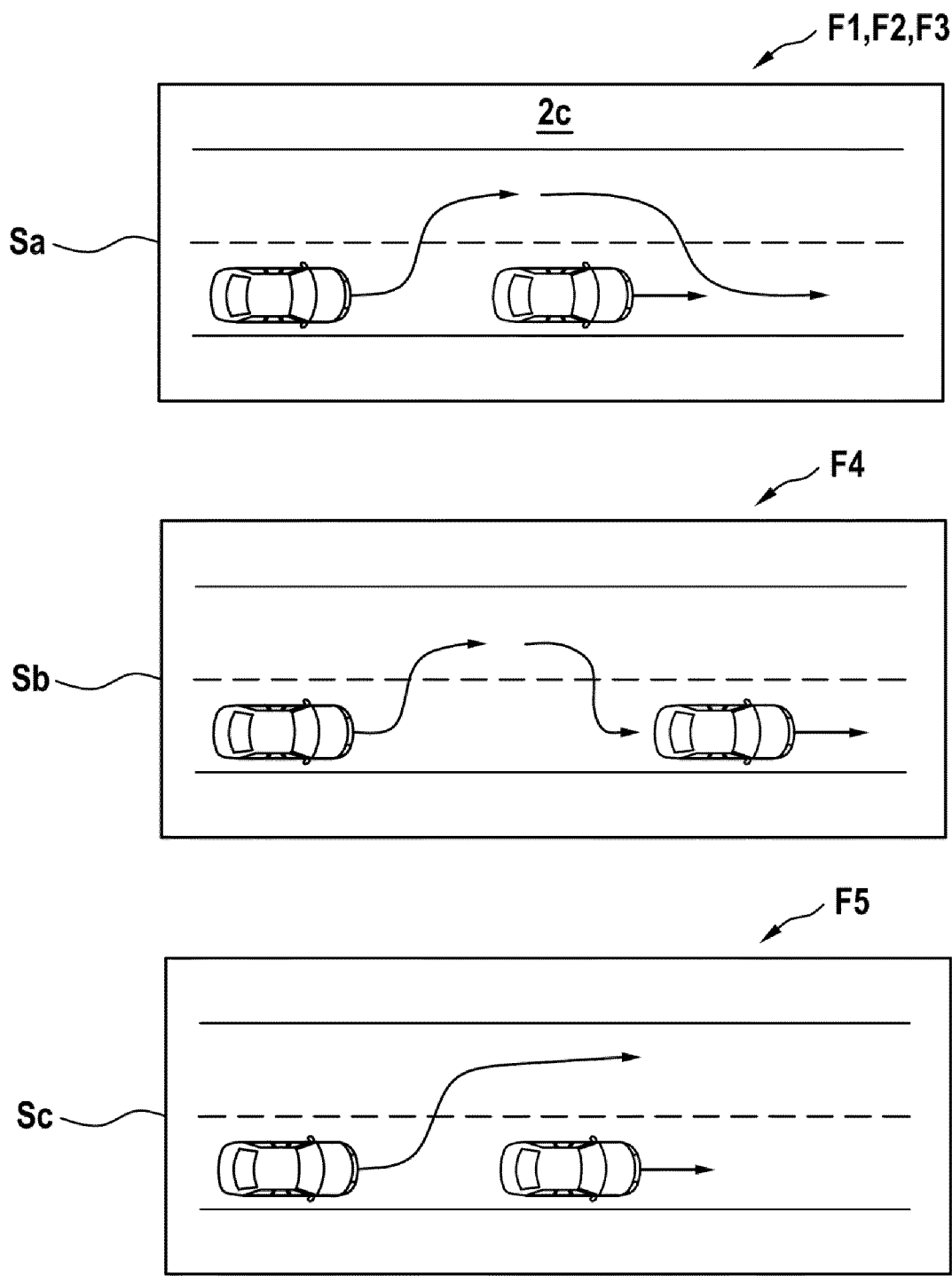


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/084057

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06F 11/36**(2006.01)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)

G06F

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 4027245 A1 (DSPACE GMBH [DE]) 13 July 2022 (2022-07-13) abstract; figure 8 paragraphs [0011], [0012], [0025] - [0029], [0034] - [0037], [0045] - [0049]	1,2,4-8,10-15 3,9
A	EP 3605248 A1 (SONY CORP [JP]) 05 February 2020 (2020-02-05) Summary paragraphs [0132] - [0140]	3,9
A	US 2022207208 A1 (SHEN YUZHU [US] ET AL) 30 June 2022 (2022-06-30) paragraph [0074]	3,9
A	RIES LENNART ET AL. "Trajectory-Based Clustering of Real-World Urban Driving Sequences with Multiple Traffic Objects" 2021 IEEE INTERNATIONAL INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS CONFERENCE (ITSC), IEEE, 19 September 2021 (2021-09-19), pages 1251-1258 DOI: 10.1109/ITSC48978.2021.9564636 XP033993613 the whole document	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

11 March 2024

Date of mailing of the international search report

15 March 2024

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

Leuridan, Koen

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/084057

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	4027245	A1	13 July 2022	CN	114764392	A	19 July 2022
				DE	102021100395	A1	14 July 2022
				EP	4027245	A1	13 July 2022
				US	2022223047	A1	14 July 2022
EP	3605248	A1	05 February 2020	CN	110462530	A	15 November 2019
				EP	3605248	A1	05 February 2020
				JP	WO2018180143	A1	06 February 2020
				US	2020012239	A1	09 January 2020
				WO	2018180143	A1	04 October 2018
US	2022207208	A1	30 June 2022	NONE			

ADD .

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

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06F

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERBLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 4 027 245 A1 (DSPACE GMBH [DE]) 13. Juli 2022 (2022-07-13)	1, 2, 4-8, 10-15
A	Zusammenfassung; Abbildung 8 Absätze [0011], [0012], [0025] - [0029], [0034] - [0037], [0045] - [0049] -----	3, 9
A	EP 3 605 248 A1 (SONY CORP [JP]) 5. Februar 2020 (2020-02-05) Zusammenfassung Absätze [0132] - [0140] -----	3, 9
A	US 2022/207208 A1 (SHEN YUZHU [US] ET AL) 30. Juni 2022 (2022-06-30) Absatz [0074] -----	3, 9
	----- -/--	

x

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ **x**

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

11. März 2024

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/03/2024

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

Leuridan, Koen

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	RIES LENNART ET AL: "Trajectory-Based Clustering of Real-World Urban Driving Sequences with Multiple Traffic Objects", 2021 IEEE INTERNATIONAL INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS CONFERENCE (ITSC), IEEE, 19. September 2021 (2021-09-19), Seiten 1251-1258, XP033993613, DOI: 10.1109/ITSC48978.2021.9564636 [gefunden am 2021-10-07] das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/084057

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 4027245	A1	13-07-2022	CN 114764392 A 19-07-2022
			DE 102021100395 A1 14-07-2022
			EP 4027245 A1 13-07-2022
			US 2022223047 A1 14-07-2022

EP 3605248	A1	05-02-2020	CN 110462530 A 15-11-2019
			EP 3605248 A1 05-02-2020
			JP WO2018180143 A1 06-02-2020
			US 2020012239 A1 09-01-2020
			WO 2018180143 A1 04-10-2018

US 2022207208	A1	30-06-2022	KEINE
