

(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
09. März 2023 (09.03.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/031018 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06V 20/54 (2022.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/073704

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. August 2022 (25.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 209 623.9
01. September 2021 (01.09.2021) DE

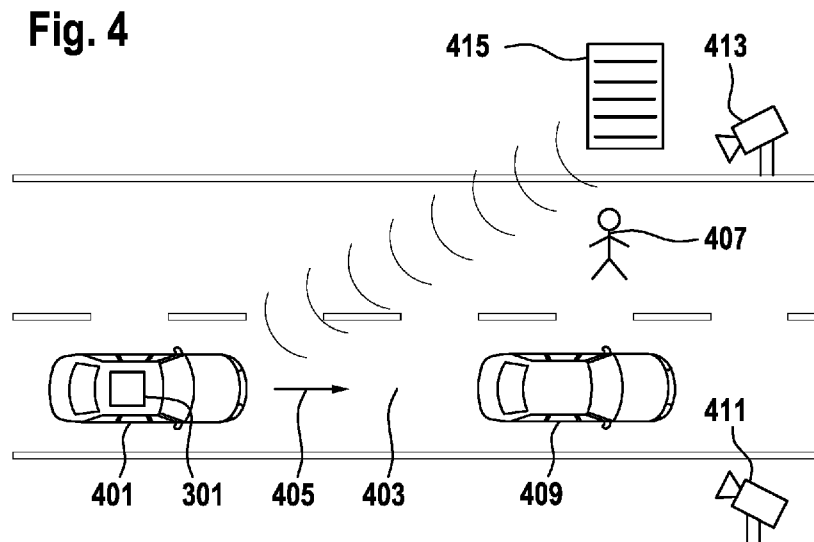
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **NORDBRUCH, Stefan**; Ellwanger Str. 8/1,
71229 Leonberg (DE). **GABB, Michael**; Gartenstrasse 11,
71126 Gaeufelden (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, DE, 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, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR INFRASTRUCTURE-BASED ASSISTANCE OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM INFRASTRUKTURGESTÜTZTEN ASSISTIEREN EINES KRAFTFAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a method for infrastructure-based, at least partially automated guidance of a motor vehicle, comprising the following steps: receiving surroundings signals which represent the surroundings of the motor vehicle; analysing the surroundings in order to determine an analysis result, the analysis comprising object recognition in order to detect an object in the surroundings of the motor vehicle, and/or the analysis comprising free space recognition in order to recognise occupancy of an area in the surroundings of the motor vehicle in order to determine an occupancy status which specifies whether the area is free or occupied, the analysis result specifying whether an object has been detected in the surroundings of the motor vehicle, and/or the analysis result specifying the determined occupancy status of the area in the surroundings of the motor vehicle; generating infrastructure assistance data signals, which represent infrastructure assistance data for infrastructure-based, at least partially automated guidance of the motor



WO 2023/031018 A1

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

vehicle on the basis of the analysis result; and outputting the infrastructure assistance data signals. The invention further relates to a method for infrastructure-based, at least partially automated guidance of a motor vehicle, to a device, to a computer program and to a machine-readable storage medium.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum infrastrukturgestützten, zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs, umfassend die folgenden Schritte: Empfangen von Umfeldsignalen, welche ein Umfeld des Kraftfahrzeugs repräsentieren, Analysieren des Umfelds, um ein Analyseergebnis zu ermitteln, wobei das Analysieren eine Objekterkennung umfasst, um ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu delektieren, und/oder wobei das Analysieren eine Freiraumerkennung umfasst, um eine Belegung einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu erkennen, um einen Belegungsstatus zu ermitteln, welcher angibt, ob die Fläche frei oder belegt ist, wobei das Analyseergebnis angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs delektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis den ermittelten Belegungsstatus der Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angibt, Erzeugen von Infrastrukturassistenzenzdatensignale, welche Infrastrukturassistenzenzdaten zum infrastrukturgestützten, zumindest teilautomatisierten Führen des Kraftfahrzeugs repräsentieren, basierend auf dem Analyseergebnis, und Ausgeben der Infrastrukturassistenzenzdatensignale. Die Erfindung betrifft weiter ein weiteres Verfahren zum infrastrukturgestützten, zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs, eine Vorrichtung, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs

10 Die Erfindung betrifft Verfahren zum infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe, ein Verfahren zum zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs, eine Vorrichtung, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium.

15 Stand der Technik

Die Offenlegungsschrift DE 10 2013 001 326 A1 offenbart einen Kraftwagen, welcher dazu ausgelegt ist, mit einem in einer Umgebung des Kraftwagens befindlichen Verkehrsobjekt Betriebsdaten auszutauschen und hierdurch ein Fahrmanöver des Kraftwagens mit dem Verkehrsobjekt abzustimmen.

Offenbarung der Erfindung

25 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist darin zu sehen, ein Konzept zum effizienten infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe bereitzustellen, sodass das Kraftfahrzeug effizient zumindest teilautomatisiert geführt werden kann.

30 Diese Aufgabe wird mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

- 2 -

Nach einem ersten Aspekt wird ein Verfahren zum infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen von Umfeldsignalen, welche ein Umfeld des Kraftfahrzeugs repräsentieren,

Analysieren des Umfelds, um ein Analyseergebnis zu ermitteln, wobei das Analysieren eine Objekterkennung umfasst, um ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu detektieren, und/oder wobei das Analysieren eine

Freiraumerkennung umfasst, um eine Belegung einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu erkennen, um einen Belegungsstatus zu ermitteln, welcher angibt, ob die Fläche frei oder belegt ist, wobei das Analyseergebnis angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis den ermittelten Belegungsstatus der Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angibt,

Erzeugen von Infrastrukturassistenzdatensignalen, welche Infrastrukturassistenzdaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren, basierend auf dem Analyseergebnis, und Ausgeben der Infrastrukturassistenzdatensignale.

Nach einem zweiten Aspekt wird ein Verfahren zum zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen von Infrastrukturassistenzdatensignalen, welche

Infrastrukturassistenzdaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren,

wobei die Infrastrukturassistenzdaten ein Analyseergebnis umfassen, welches angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder

wobei das Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angibt, und/oder

wobei die Infrastrukturassistenzdaten eine oder mehrere Änderungen zu einem älteren Analyseergebnis umfassen, welches angab, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder wobei das ältere Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angab,

- 3 -

Erzeugen von Steuersignalen zum zumindest teilautomatisierten Steuern einer Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs basierend auf den Infrastrukturassistentensignalen und Ausgeben der erzeugten Steuersignale.

5

Nach einem dritten Aspekt wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach dem ersten Aspekt und/oder nach dem zweiten Aspekt auszuführen.

10

Nach einem vierten Aspekt wird ein Computerprogramm bereitgestellt, welches Befehle umfasst, die bei Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer, beispielsweise durch die Vorrichtung nach dem dritten Aspekt, diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt und/oder gemäß dem zweiten Aspekt auszuführen.

15

Nach einem fünften Aspekt wird ein maschinenlesbares Speichermedium bereitgestellt, auf dem das Computerprogramm nach dem vierten Aspekt gespeichert ist.

20

Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis und schließt diese mit ein, dass die obige Aufgabe dadurch gelöst werden kann, dass ein Umfeld des Kraftfahrzeugs analysiert wird, um Objekte im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu detektieren und/oder um eine jeweilige Bewegung von Flächen im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu erkennen, um einen entsprechenden Belegungsstatus zu ermitteln, welcher angibt, ob die entsprechende Fläche frei oder belegt ist.

25

Basierend auf dieser Analyse, also basierend auf einem entsprechenden Analyseergebnis, kann dann das Kraftfahrzeug effizient zumindest teilautomatisiert geführt werden. Hierbei ist vorgesehen, dass in einer

30

Infrastruktur Infrastrukturassistentendaten basierend auf dem Analyseergebnis ermittelt werden, wobei an das Kraftfahrzeug Infrastrukturassistentensignale gesendet werden, welche diese ermittelten Infrastrukturassistentendaten repräsentieren. Das Senden umfasst beispielsweise ein Senden über ein Kommunikationsnetzwerk, welches zum Beispiel ein drahtloses und/oder ein drahtgebundenes Kommunikationsnetzwerk umfassen kann.

35

Das Kraftfahrzeug empfängt diese Infrastrukturassistenzzdatensignale, insbesondere empfängt das Kraftfahrzeug diese Signale über das Kommunikationsnetzwerk, sodass im Kraftfahrzeug diese Infrastrukturassistenzzdaten verwendet werden, um Steuersignale zum zumindest teilautomatisierten Steuern einer Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs zu erzeugen und auszugeben. Basierend auf den ausgegebenen Steuersignalen ist gemäß einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs gesteuert wird.

Das Kraftfahrzeug erhält somit eine Unterstützung oder eine Assistenz durch die Infrastruktur bei seiner zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe.

Dadurch, dass für die Infrastruktur klar definiert ist, wie das Umfeld des Kraftfahrzeugs analysiert werden soll, also durch eine Freiraumerkennung und/oder durch eine Objekterkennung, ist eine Art Standard geschaffen, welche Daten an das Kraftfahrzeug zur Unterstützung übergeben werden: die Infrastrukturassistenzzdaten, welche basierend auf dem Analyseergebnis ermittelt werden.

Eine Objekterkennung und/oder eine Freiraumerkennung können in einer Infrastruktur besonders effizient durchgeführt werden, insofern in einer Infrastruktur in der Regel mehr Rechenkapazitäten für eine entsprechende Analyse des Umfelds zur Verfügung stehen als im Kraftfahrzeug selbst. Dadurch kann also die Analyse des Umfelds besonders effizient durchgeführt werden.

Weiter stehen der Infrastruktur üblicherweise in vorteilhafter Weise mehr Informationen zur Verfügung, um das Umfeld entsprechend zu analysieren als im Kraftfahrzeug. Zum Beispiel sind Umfeldsensoren räumlich verteilt innerhalb der Infrastruktur angeordnet, welche das Umfeld des Kraftfahrzeugs erfassen. Der Erfassung entsprechende Umfeldsensordaten werden zum Beispiel verwendet, um das Umfeld zu analysieren. Diese Umfeldsensordaten beschreiben jeweils ein Umfeld des Kraftfahrzeugs und sind somit gemäß einer Ausführungsform von den Umfeldsignalen umfasst.

- 5 -

5 Weiter können Infrastrukturmehlsensoren, also Umfeldsensoren, welche räumlich verteilt innerhalb der Infrastruktur angeordnet sind, Bereiche im Umfeld des Kraftfahrzeugs erfassen, welche zum Beispiel durch kraftfahrzeugeigene Umfeldsensoren nicht erfasst werden können, weil sich zum Beispiel ein Objekt zwischen dem Kraftfahrzeug und dem Bereich im Umfeld des Kraftfahrzeugs befindet, was eine Erfassung des Bereichs für die kraftfahrzeugeigenen Umfeldsensoren erschwert oder sogar unmöglich macht.

10 Weiterhin kennt die Infrastruktur die Umgebung (im Gegensatz zum Kraftfahrzeug besser) – einschließlich der zeitlichen Veränderungen – und kann diese Informationen mit in die Analyse einbeziehen.

15 So kennt die Infrastruktur z.B. den Abstand zwischen den Infrastrukturmehlsensoren und Flächen / Böden / stationären Objekten und kann mit diesen Informationen z.B. ermitteln / erkennen, ob sich eine Szene ändert. Damit kann z.B. ermittelt werden, ob ein Bereich frei oder belegt ist.

20 Weiterhin kann damit z.B. ermittelt werden, ob ein Infrastrukturmehlsensor korrekt funktioniert (, zum Beispiel durch einen Vergleich mit Referenzen,) und damit, ob eine Analyse des Umfeldes korrekt ist.

25 Nach allem wird daher insbesondere der technische Vorteil bewirkt, dass ein Konzept zum effizienten infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe bereitgestellt ist, sodass das Kraftfahrzeug effizient zumindest teilautomatisiert geführt werden kann

30 Das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt beschreibt also das Konzept aus Sicht der Infrastruktur. Das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt beschreibt das Konzept aus Sicht des Kraftfahrzeugs. Das bedeutet zum Beispiel, dass das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt zum Beispiel kraftfahrzeugextern, also in der Infrastruktur, durchgeführt wird. Das bedeutet insbesondere, dass das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt zum Beispiel im Kraftfahrzeug, also kraftfahrzeugintern, durchgeführt wird.

- 5 Ausführungen, die im Zusammenhang mit dem Verfahren nach dem ersten Aspekt gemacht sind, gelten analog für das Verfahren gemäß dem zweiten Aspekt und umgekehrt. Das heißt also insbesondere, dass sich technische Funktionalitäten des Verfahrens nach dem ersten Aspekt aus entsprechenden technischen Funktionalitäten des Verfahrens nach dem zweiten Aspekt und umgekehrt ergeben. Wenn also zum Beispiel für das Verfahren nach dem ersten Aspekt ein Schritt eines Sendens und/oder Ausgebens beschrieben ist, so ist somit für das Verfahren nach dem zweiten Aspekt ein entsprechender Schritt eines Empfangens offenbart, auch wenn dies nicht explizit beschrieben ist.
- 10 Die hier beschriebenen Ausführungsformen und Ausführungsbeispiele können in beliebiger Form miteinander kombiniert werden, auch wenn dies nicht explizit beschrieben ist.
- 15 Nach einer Ausführungsform ist das Verfahren nach dem ersten Aspekt und/oder das Verfahren nach dem zweiten Aspekt jeweils ein computerimplementiertes Verfahren.
- 20 Eine Fahrt des Kraftfahrzeugs im Sinne der Beschreibung ist zum Beispiel eine zumindest teilautomatisiert geführte Fahrt, insbesondere eine infrastrukturgestützte, zumindest teilautomatisiert geführte Fahrt.
- 25 Eine zumindest teilautomatisierte Fahraufgabe umfasst zum Beispiel eine zumindest teilautomatisiert geführte Fahrt. Das Kraftfahrzeug wird also zum Beispiel zumindest teilautomatisiert geführt. Eine zumindest teilautomatisierte Fahraufgabe umfasst also ein zumindest teilautomatisiertes Führen des Kraftfahrzeugs.
- 30 Die Formulierung „zumindest teilautomatisiertes Führen“ umfasst einen oder mehrere der folgenden Fälle: assistiertes Führen, teilautomatisiertes Führen, hochautomatisiertes Führen, vollautomatisiertes Führen. Die Formulierung "zumindest teilautomatisiert" umfasst also einen oder mehrere der folgenden Formulierungen: assistiert, teilautomatisiert, hochautomatisiert, vollautomatisiert.

Assistiertes Führen bedeutet, dass ein Fahrer des Kraftfahrzeugs dauerhaft entweder die Quer- oder die Längsführung des Kraftfahrzeugs ausführt. Die jeweils andere Fahraufgabe (also ein Steuern der Längs- oder der Querverführung des Kraftfahrzeugs) wird automatisch durchgeführt. Das heißt also, dass bei
5 einem assistierten Führen des Kraftfahrzeugs entweder die Quer- oder die Längsführung automatisch gesteuert wird.

Teilautomatisiertes Führen bedeutet, dass in einer spezifischen Situation (zum Beispiel: Fahren auf einer Autobahn, Fahren innerhalb eines Parkplatzes,
10 Überholen eines Objekts, Fahren innerhalb einer Fahrspur, die durch Fahrspurmarkierungen festgelegt ist) und/oder für einen gewissen Zeitraum eine Längs- und eine Querverführung des Kraftfahrzeugs automatisch gesteuert werden. Ein Fahrer des Kraftfahrzeugs muss selbst nicht manuell die Längs -und Querverführung des Kraftfahrzeugs steuern. Der Fahrer muss aber das
15 automatische Steuern der Längs- und Querverführung dauerhaft überwachen, um bei Bedarf manuell eingreifen zu können. Der Fahrer muss jederzeit zur vollständigen Übernahme der Kraftfahrzeugführung bereit sein.

Hochautomatisiertes Führen bedeutet, dass für einen gewissen Zeitraum in einer
20 spezifischen Situation (zum Beispiel: Fahren auf einer Autobahn, Fahren innerhalb eines Parkplatzes, Überholen eines Objekts, Fahren innerhalb einer Fahrspur, die durch Fahrspurmarkierungen festgelegt ist) eine Längs- und eine Querverführung des Kraftfahrzeugs automatisch gesteuert werden. Ein Fahrer des Kraftfahrzeugs muss selbst nicht manuell die Längs -und Querverführung des
25 Kraftfahrzeugs steuern. Der Fahrer muss das automatische Steuern der Längs- und Querverführung nicht dauerhaft überwachen, um bei Bedarf manuell eingreifen zu können. Bei Bedarf wird automatisch eine Übernahmeaufforderung an den Fahrer zur Übernahme des Steuerns der Längs- und Querverführung ausgegeben, insbesondere mit einer ausreichenden Zeitreserve ausgegeben. Der Fahrer
30 muss also potenziell in der Lage sein, das Steuern der Längs- und Querverführung zu übernehmen. Grenzen des automatischen Steuerns der Quer- und Längsführung werden automatisch erkannt. Bei einem hochautomatisierten Führen ist es nicht möglich, in jeder Ausgangssituation automatisch einen risikominimalen Zustand herbeizuführen.

5 Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Analyseergebnis mit einem älteren Analyseergebnis verglichen wird, um eine oder mehrere Änderungen zum älteren Analyseergebnis zu ermitteln, wobei die Infrastrukturassistenzenzdatensignale basierend auf der einen oder den mehreren ermittelten Änderungen erzeugt werden.

10 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass dem Kraftfahrzeug effizient entsprechende Änderungen im Vergleich zum älteren Analyseergebnis zur Verfügung gestellt werden können.

15 Gemäß dieser Ausführungsform ist also zum Beispiel vorgesehen, dass die Infrastrukturassistenzenzdaten die eine oder die mehreren ermittelten Änderungen umfassen.

20 Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Infrastrukturassistenzenzdatensignale basierend auf der einen oder den mehreren ermittelten Änderungen derart erzeugt werden, dass die Infrastrukturassistenzenzdaten die eine oder die mehreren ermittelten Änderungen umfassen und frei von dem Analyseergebnis sind.

25 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass ein zu übertragendes Datenvolumen an das Kraftfahrzeug effizient verringert werden kann, insofern gemäß dieser Ausführungsform vorgesehen ist, dass an das Kraftfahrzeug nur ermittelte Änderungen bezogen auf ein älteres Analyseergebnis übermittelt werden.

30 Gemäß dieser Ausführungsform ist also vorgesehen, dass die Infrastrukturassistenzenzdaten die eine oder die mehreren ermittelten Änderungen umfassen und frei von dem Analyseergebnis sind. Das Kraftfahrzeug erhält, empfängt also, lediglich die ermittelten Änderungen und nicht das Analyseergebnis.

35 Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass, wenn mittels der Freiraumerkennung keine Belegung der Fläche erkannt werden konnte, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Information, dass die Freiraumerkennung kein eindeutiges Ergebnis ergeben hat, effizient an das Kraftfahrzeug übermittelt werden kann.

5

Das heißt also insbesondere, dass gemäß einer Ausführungsform vorgesehen ist, dass der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

10

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass, wenn mittels der Freiraumerkennung, und insbesondere zusätzlich mittels der Objekterkennung, kein eindeutiges Ergebnis ermittelt werden konnte, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

15

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass, wenn mittels der Freiraumerkennung, und insbesondere zusätzlich mittels der Objekterkennung, ermittelt wird, dass die Fläche nicht einsehbar ist, z.B. weil ein Lastkraftwagen die Fläche verdeckt, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

20

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass basierend auf dem Analyseergebnis ein Verkehrsgeschehen im Umfeld des Kraftfahrzeugs dahingehend analysiert wird, ob eine Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang einer bestimmten Trajektorie sicher oder nicht ist, wobei die Infrastrukturassistentensignale basierend auf der Analyse des Verkehrsgeschehens erzeugt werden, sodass die Infrastrukturassistentensignale die Information umfassen, ob die Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang der bestimmten Trajektorie sicher oder nicht ist.

25

30

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass effizient analysiert werden kann, ob eine Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang einer bestimmten Trajektorie sicher oder nicht ist.

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass effizient ermittelt werden kann, ob die Fahrt des Kraftfahrzeugs auch unter verschiedenen Aspekten sicher oder nicht ist.

5 Normalfahrzaspekte werden wie folgt definiert: Route des Kraftfahrzeugs wird wie geplant abgefahren.

Komfortfahrzaspekte werden wie folgt definiert: Keine abrupten Brems-, Lenk- und/oder Geschwindigkeitsänderungen.

10

Notreaktionsfahrzaspekte werden wie folgt definiert: Kein Komfort. Fokus auf Sicherheit. D.h., auch abrupte und/oder nicht komfortable Brems-, Lenk- und/oder Geschwindigkeitsänderungen sind erlaubt

15

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass bei einer unsicheren Fahrt entlang der vorbestimmten Trajektorie Notfallsignale erzeugt und ausgegeben werden, welche angeben, dass bei einer Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang der bestimmten Trajektorie ein Notfall für das Kraftfahrzeug eintreten kann.

20

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass dem Kraftfahrzeug effizient signalisiert werden kann, dass bei einer Fahrt des Kraftfahrzeugs dank der bestimmten Trajektorie ein Notfall eintreten kann. Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass das Kraftfahrzeug effizient sich auf einen solch möglichen Notfall vorbereiten kann.

25

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Notfallsignale derart erzeugt werden, dass diese den Notfall beschreiben.

30

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass dem Kraftfahrzeug effizient Informationen über den möglichen Notfall bereitgestellt werden können.

35

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass Notfallsignale empfangen werden, welche angeben, dass bei einer Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang der bestimmten Trajektorie ein Notfall für das Kraftfahrzeug eintreten kann.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Notfallsignale den Notfall beschreiben.

5 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass basierend auf dem Analyseergebnis Handlungsempfehlungssignale erzeugt und ausgegeben werden, welche eine oder mehrere Handlungsempfehlungen für das Kraftfahrzeug repräsentieren.

10 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass das Kraftfahrzeug basierend auf der einen oder den mehreren Handlungsempfehlungen effizient zumindest teilautomatisiert geführt werden kann.

15 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass Handlungsempfehlungssignale empfangen werden, welche eine oder mehrere Handlungsempfehlungen für das Kraftfahrzeug repräsentieren.

20 Die eine oder die mehreren Handlungsempfehlungen umfassen gemäß einer Ausführungsform jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Handlungsempfehlungen: Abfahren einer Soll-Trajektorie, Abfahren einer Notfalltrajektorie im Fall eines Notfalls.

25 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass für die ausgegebenen Signale ein jeweiliges Vertrauensmaß ermittelt wird, welches angibt, wie genau und/oder verlässlich die Informationen sind, welche die entsprechenden ausgegebenen Signale repräsentieren.

30 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass dem Kraftfahrzeug effizient mitgeteilt werden kann, wie verlässlich die Informationen sind, welche die entsprechenden ausgegebenen Signale repräsentieren.

Ausgegebene Signale im Sinne der Beschreibung umfassen zum Beispiel eines oder mehrere der folgenden Signale: Infrastrukturassistentensignale, Notfallsignale, Handlungsempfehlungssignale.

35

5 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Objekterkennung ein Ermitteln von einer oder mehreren Objekteigenschaften eines erkannten Objekts umfasst, sodass das Ergebnis der Objekterkennung die eine oder die mehreren ermittelten Objekteigenschaften angibt, und/oder wobei die Freiraumerkennung ein Ermitteln von einer oder mehreren Flächeneigenschaften der Fläche umfasst, sodass das Ergebnis der Freiraumerkennung die eine oder die mehreren ermittelten Flächeneigenschaften angibt.

10 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass effizient Objekteigenschaften und/oder Flächeneigenschaften ermittelt werden können, sodass diese Eigenschaften dem Kraftfahrzeug für seine zumindest teilautomatisierte Fahraufgabe übermittelt werden können.

15 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die eine oder mehreren Objekteigenschaften jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Objekteigenschaften sind: Position, Abmessung, Farbe, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Beschaffenheit.

20 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass für ein zumindest teilautomatisiertes Fahren besonders sinnvolle Objekteigenschaften ausgewählt werden können.

25 Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die eine oder die mehreren ermittelten Flächeneigenschaften jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Flächeneigenschaften sind: Position, Abmessung, Farbe, Beschaffenheit.

30 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass für das zumindest teilautomatisierte Fahren besonders sinnvolle Flächeneigenschaften ausgewählt werden können.

35 Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die empfangenen Signale dahingehend geprüft werden, wie genau und/oder verlässlich die Informationen sind, welche die entsprechenden empfangene Signale repräsentieren, wobei die Steuersignale basierend auf einem Ergebnis des Prüfens erzeugt werden.

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Steuersignale effizient erzeugt werden können. Insbesondere wird dadurch der technische Vorteil bewirkt, dass ein Vertrauensmaß, welches angibt, wie genau und/oder
5 verlässlich die Informationen sind, welche die empfangenen Signale repräsentieren, beim Erzeugen der Steuersignale effizient berücksichtigt werden kann. Sofern zum Beispiel ein entsprechendes Vertrauensmaß kleiner oder kleiner gleich einem vorbestimmten Vertrauensmaßschwellewert ist, werden Steuersignale derart erzeugt, dass bei einem Steuern der Quer- und/oder
10 Längsführung des Kraftfahrzeugs basierend auf diesen Steuersignalen das Kraftfahrzeug mit einer geringeren maximal zulässigen Geschwindigkeit geführt wird verglichen mit dem Fall, gemäß welchem das Vertrauensmaß größer als der vorbestimmte Vertrauensmaßschwellewert ist. Das bedeutet also insbesondere, dass je höher ein Vertrauensmaß ist, desto höher kann zum Beispiel eine
15 maximal zulässige Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs während des zumindest teilautomatisierten Führens sein.

Zum Beispiel ist vorgesehen, dass bei einem Vertrauensmaß, welches kleiner oder kleiner gleich einem vorbestimmten Vertrauensmaßschwellewert ist, die
20 Steuersignale derart erzeugt werden, dass bei einem Steuern der Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs basierend auf diesen Steuersignalen ein Abstand zu einem vorausfahrenden Verkehrsteilnehmer und dem Kraftfahrzeug vergrößert wird.

Empfangene Signale im Sinne der Beschreibung umfassen zum Beispiel ein oder mehrere der folgenden Signale: Infrastrukturassistenzzdatensignale,
25 Notfallsignale, Handlungsempfehlungssignale.

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die empfangenen Signale
30 basierend auf kraftfahrzeugeigenen Daten des Kraftfahrzeugs als Referenz gegenüber den Informationen, welche die entsprechenden empfangenen Signale repräsentieren, geprüft werden.

Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die empfangenen
35 Signale effizient geprüft werden können.

5 Kraftfahrzeugeigene Daten des Kraftfahrzeugs umfassen zum Beispiel ein oder mehrere der folgenden Daten: Umfeldsensordaten von einem oder von mehreren kraftfahrzeugeigenen Umfeldsensoren, wobei die Umfeldsensordaten einer jeweiligen Erfassung des oder der Umfeldsensoren des Kraftfahrzeugs entsprechen, Umfelddaten, welche das Umfeld des Kraftfahrzeugs beschreiben.

10 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass festgelegt wird, dass die empfangenen Signale bis auf Notfallsignale, welche angeben, dass bei einer Fahrt des Kraftfahrzeugs entlang einer bestimmten Trajektorie ein Notfall für das Kraftfahrzeug eintreten kann, Heartbeat-Signale sind, sodass empfangene Signale, bis auf Notfallsignale, dahingehend geprüft werden, ob diese entsprechend dem zu erwartenden Heartbeat empfangen wurden.

15 Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass ein Ausfall der Infrastruktur und/oder ein Ausfall einer Kommunikationsstrecke zwischen Kraftfahrzeug und Infrastruktur effizient erkannt werden kann, sodass basierend auf einem solchen Erkennen effizient Notfallmaßnahmen getroffen werden können.

20 In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass detektierte Objekte klassifiziert werden, wobei das Analyseergebnis die klassifizierten detektierten Objekte umfasst. Ein Objekt kann zum Beispiel wie folgt klassifiziert werden: Kraftfahrzeug, beispielsweise Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Kraftrad, 25 beispielsweise Motorrad, Fahrrad, Mensch, Tier, Kind.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Verfahren nach dem ersten Aspekt und/oder nach dem zweiten Aspekt mittels der Vorrichtung nach dem dritten Aspekt durchgeführt wird.

30 Ein Umfeldsensor im Sinne der Beschreibung ist beispielsweise einer der folgenden Umfeldsensoren: Radarsensor, Lidarsensor, Ultraschallsensor, Magnetfeldsensor, Infrarotsensor und Videosensor, insbesondere Videosensor einer Videokamera, beispielsweise einer Stereovideokamera.

35

Die Begriffe „assistieren“ und „unterstützen“ können synonym verwendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

5

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens nach dem ersten Aspekt,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens nach dem zweiten Aspekt,

10

Fig. 3 eine Vorrichtung,

Fig. 4 ein infrastrukturgestütztes, zumindest teilautomatisiert geführtes Kraftfahrzeug,

15

Fig. 5 ein maschinenlesbares Speichermedium,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Analyseergebnisses einer Analyse eines Umfelds eines Kraftfahrzeugs,

20

Fig. 7 zwei Kraftfahrzeuge und

Fig. 8 drei Kraftfahrzeuge.

Im Folgenden können für gleiche Merkmale gleiche Bezugszeichen verwendet werden.

25

Fig. 1 zeigt Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

30

Empfangen 101 von Umfeldsignalen, welche ein Umfeld des Kraftfahrzeugs repräsentieren,

Analysieren 103 des Umfelds, um ein Analyseergebnis zu ermitteln, wobei das Analysieren eine Objekterkennung umfasst, um ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs zu detektieren, und/oder wobei das Analysieren eine

35

Freiraumerkennung umfasst, um eine Belegung einer Fläche im Umfeld des

Kraftfahrzeugs zu erkennen, um einen Belegungsstatus zu ermitteln, welcher angibt, ob die Fläche frei oder belegt ist, wobei das Analyseergebnis angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis den ermittelten Belegungsstatus der Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angibt,

5

Erzeugen 105 von Infrastrukturassistentensignalen, welche Infrastrukturassistentendaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren, basierend auf dem Analyseergebnis, und Ausgeben 107 der Infrastrukturassistentensignale.

10

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die ausgegebenen Infrastrukturassistentensignale über ein Kommunikationsnetzwerk an das Kraftfahrzeug gesendet werden. Das Kommunikationsnetzwerk umfasst zum Beispiel ein Mobilfunknetz und/oder ein WLAN-Kommunikationsnetzwerk.

15

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

20

Empfangen 201 von Infrastrukturassistentensignalen, welche Infrastrukturassistentendaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren,

25

wobei die Infrastrukturassistentendaten ein Analyseergebnis umfassen, welches angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angibt, und/oder

30

wobei die Infrastrukturassistentendaten eine oder mehrere Änderungen zu einem älteren Analyseergebnis umfassen, welches angab, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs detektiert wurde, und/oder wobei das ältere Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs angab,

Erzeugen 203 von Steuersignalen zum zumindest teilautomatisierten Steuern einer Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs basierend auf den Infrastrukturassistentensignalen und

35

Ausgeben 205 der erzeugten Steuersignale.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs basierend auf den ausgegebenen Steuersignalen zumindest teilautomatisiert gesteuert werden.

5

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung 301, welche eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach dem ersten Aspekt und/oder nach dem zweiten Aspekt auszuführen.

10

Fig. 4 zeigt ein Kraftfahrzeug 401 während einer zumindest teilautomatisierten Fahrt auf einer Straße 403. Eine Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs 401 ist mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen 405 dargestellt. Das Kraftfahrzeug 401 umfasst die Vorrichtung 301 der Fig. 3.

15

Auf der Straße 403 bezogen auf die Fahrtrichtung 405 vor dem Kraftfahrzeug befinden sich ein Fußgänger 407 und ein weiteres Kraftfahrzeug 409. An der Straße 403 ist eine erste Videokamera 411 und ist eine zweite Videokamera 413 stationär angeordnet. In einer nicht gezeigten Ausführungsform sind mehr oder weniger als 2 Videokameras vorgesehen und/oder andere Umfeldsensoren. Die beiden Videokameras 411, 413 sind ein Beispiel für Umfeldsensoren einer

20

Infrastruktur.

Die beiden Videokameras 411, 413 erfassen ihr jeweiliges Umfeld und somit auch ein Umfeld des Kraftfahrzeugs 401. Diesen Erfassungen entsprechende Umfeldsensordaten werden als Umfeldsignale, welche ein Umfeld des Kraftfahrzeugs 401 repräsentieren oder beschreiben, an eine RSU 415 gesendet, welche ein Beispiel für eine Vorrichtung nach dem dritten Aspekt ist.

25

Die Abkürzung „RSU“ steht für „Road Side Unit“. Der Begriff „Road Side Unit“ kann ins Deutsche mit „straßenseitige Einheit“ oder mit „straßenseitige Infrastruktureinheit“ übersetzt werden. Anstelle des „RSU“ können auch folgende Begriffe synonym verwendet werden: straßenseitige Einheit, straßenseitige Infrastruktureinheit, Kommunikationsmodul, straßenseitiges Kommunikationsmodul, straßenseitige Funkeinheit, straßenseitige Sendestation.

30

35

In einer nicht gezeigten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Umfeldsensordaten anstelle oder zusätzlich zur RSU 415 in einer externen Verarbeitungseinheit erzeugt werden, welche beispielsweise in einer Cloudinfrastruktur und/oder in einer Backend-Infrastruktur implementiert ist.

5

Die RSU 415 verarbeitet die Umfeldsignale gemäß dem hier beschriebenen Konzept und sendet entsprechende Infrastrukturassistenzenzdatensignale über ein drahtloses Kommunikationsnetzwerk, beispielsweise Mobilnetz und/oder WLAN, an das Kraftfahrzeug 401.

10

Das Kraftfahrzeug 401 empfängt diese Infrastrukturassistenzenzdatensignale, erzeugt entsprechende Steuersignale und gibt diese aus gemäß dem hier beschriebenen Konzept.

15

Fig. 5 zeigt ein maschinenlesbares Speichermedium 501, auf dem ein Computerprogramm 503 gespeichert ist.

20

Das Computerprogramm 503 umfasst Befehle, die bei Ausführung des Computerprogramms 503 durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt und/oder gemäß dem zweiten Aspekt auszuführen.

25

Fig. 6 zeigt in schematischer Form ein Analyseergebnis eines Umfelds eines Kraftfahrzeugs, welches der Übersicht halber nicht gezeigt ist.

30

Das Umfeld umfasst eine Straße 601, auf welcher das Kraftfahrzeug momentan fährt. Die Straße 601 umfasst einen ersten Fahrstreifen 603 und einen zweiten Fahrstreifen 605, welche durch eine gestrichelte Linie 607 voneinander getrennt sind.

35

Das Umfeld wird gemäß dem Analyseergebnis in mehrere Zellen 609 unterteilt. Die mehreren Zellen 609 sind in Form einer Tabelle 610 angeordnet.

Die Tabelle 610 umfasst eine erste Zeile 611, eine zweite Zeile 613, eine dritte Zeile 615, eine vierte Zeile 617 und eine fünfte Zeile 619.

Die Tabelle 610 umfasst eine erste Spalte 621, eine zweite Spalte 623, eine dritte Spalte 625, eine vierte Spalte 627, eine fünfte Spalte 629 und eine sechste Spalte 631.

5

Das Analysieren des Umfelds umfasst gemäß dem hier beschriebenen Konzept in einer Ausführungsform eine Freiraumerkennung und eine Objekterkennung.

10

Für Zellen 609, für welche erkannt wurde, dass diese frei sind, ist in Fig. 6 der Buchstabe F für frei, gekennzeichnet durch das Bezugszeichen 633, eingezeichnet. Für Zellen 609, welche belegt sind, wurde der Buchstabe B, gekennzeichnet durch das Bezugszeichen 635, für „belegt“ eingezeichnet.

15

Für eine Zelle 609, für welche nicht erkannt werden konnte, ob diese belegt oder frei ist, wurde ein X, gekennzeichnet durch das Bezugszeichen 637, eingezeichnet.

20

Gemäß der Freiraumerkennung sind alle Zellen 609 der Tabelle 610 frei bis auf die Zellen 609 gemäß dritter Zeile 615, fünfter Spalte 629 und sechster Spalte 631, welche als belegt erkannt wurden, und für die Zelle 609 gemäß dritter Zeile 615 und gemäß dritter Spalte 625, für welche keine Belegung erkannt werden konnte, sodass ein entsprechender Belegungsstatus unbekannt ist.

25

Gemäß der Objekterkennung wurden zwei Objekte erkannt: ein Fußgänger 639 und ein weiteres Kraftfahrzeug 641. Gemäß der Objekterkennung befindet sich der Fußgänger 639 in der Zelle 609 gemäß dritter Zeile 615 und gemäß fünfter Spalte 629. Gemäß Objekterkennung befindet sich das weitere Kraftfahrzeug 641 in der Zelle 609 gemäß dritter Zeile 615 und gemäß sechster Spalte 631.

30

Somit stimmen die Ergebnisse der Objekterkennung mit den Ergebnissen der Freiraumerkennung überein.

Die Zellen 609 sind Flächen im Sinne der Beschreibung.

Zum Beispiel ist vorgesehen, dass dieses Analyseergebnis als Ganzes an das Kraftfahrzeug übermittelt wird. Zum Beispiel ist vorgesehen, dass dieses Analyseergebnis nur in Teilen an das Kraftfahrzeug übermittelt wird. In Teilen kann zum Beispiel bedeuten, dass dem Kraftfahrzeug nur für Zellen 609 Informationen übermittelt werden, für welche ein Belegt erkannt wurde oder ein Objekt detektiert wurde. Zum Beispiel ist vorgesehen, dass nur Änderungen zu einem älteren Analyseergebnis an das Kraftfahrzeug gesendet werden.

Obwohl es hier nicht gezeigt wurde, kann ein detektiertes Objekt auch über mehrere Zellen 609 verteilt sein, also mehrere Zellen 609 belegen.

Fig. 7 zeigt eine Straße 701 umfassend einen ersten Fahrstreifen 703 und einen zweiten Fahrstreifen 705, welche durch eine durchgezogene Linie mit dem Bezugszeichen 707 voneinander getrennt sind.

Auf dem ersten Fahrstreifen 703 fährt ein erstes Kraftfahrzeug 709. Auf dem zweiten Fahrstreifen 705 fährt ein zweites Kraftfahrzeug 711.

Das erste Kraftfahrzeug 709 soll zum Beispiel weiter entlang einer bestimmten Trajektorie weiterfahren, nämlich weiter im ersten Fahrstreifen 703. Diese Trajektorie ist symbolisch durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 713 gekennzeichnet.

Eine Fahrtrichtung des zweiten Kraftfahrzeugs 711 ist symbolisch durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 715 gekennzeichnet.

Gemäß dem hier beschriebenen Konzept ermittelt die Infrastruktur, ob eine Weiterfahrt des ersten Kraftfahrzeugs 709 gemäß der Trajektorie 713 sicher oder nicht sicher ist. Hierfür wird ein Umfeld des ersten Kraftfahrzeugs 709 durch Infrastrukturmehrsensoren erfasst, wobei basierend auf dieser Erfassung das Umfeld des ersten Kraftfahrzeugs 709 analysiert wird, wobei dieses Analysieren eine Objekterkennung und/oder eine Freiraumerkennung umfasst. Gemäß einem entsprechenden Analyseergebnis wird lediglich das zweite Kraftfahrzeug 711 im Umfeld des Kraftfahrzeugs 709 detektiert und/oder wird eine Zelle einer nicht dargestellten Tabelle analog zu Fig. 6 als belegt erkannt, wobei restliche Zellen

der Tabelle als frei erkannt wurden. Somit führt in der gegenwärtigen Verkehrssituation eine Weiterfahrt des ersten Kraftfahrzeugs 709 entlang der bestimmten Trajektorie 713 nicht zu einer Kollision mit dem zweiten Kraftfahrzeug 711, sodass dem ersten Kraftfahrzeug 709 signalisiert werden kann, dass eine entsprechende Weiterfahrt OK ist. Somit weiß das erste Kraftfahrzeug 709, dass es sicher weiterfahren kann.

Fig. 8 zeigt die Situation gemäß Fig. 7, wobei zusätzlich ein drittes Kraftfahrzeug 803 auf der zweiten Fahrspur oder Fahrstreifen 705 in Fahrtrichtung, gekennzeichnet durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen 803, fährt. Das dritte Kraftfahrzeug 801 fährt hinter dem zweiten Kraftfahrzeug 711.

Es wird durch die Infrastruktur basierend auf den Umfeldsignalen ein Verhalten des ersten Kraftfahrzeugs 709 prädiziert. Zum Beispiel kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass das erste Kraftfahrzeug 709 ein beabsichtigtes Fahrverhalten an die Infrastruktur übermittelt. Dieses Fahrverhalten umfasst gemäß dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel, dass das erste Kraftfahrzeug 709 die Fahrspur wechseln will und sich zwischen den beiden Kraftfahrzeugen 801, 711 einordnen möchte, was symbolisch durch eine weitere Trajektorie 805 dargestellt ist. Dieses Fahrmanöver kann zum Beispiel auch basierend auf einer Prädiktion des Verhaltens des ersten Kraftfahrzeugs 709 erkannt werden.

Allerdings führt ein solches Fahrmanöver zu einer kritischen Situation, insofern zum Beispiel entsprechende Abstände zwischen den Kraftfahrzeugen zu gering sind, um bei unerwarteten Manövern der einzelnen Kraftfahrzeuge noch rechtzeitig reagieren, beispielsweise zu bremsen, zu können.

Zum Beispiel signalisiert das dritte Kraftfahrzeug 801 der Infrastruktur, dass es gleich beschleunigen will. Die Infrastruktur weiß also, dass sich ein Abstand zwischen dem dritten Kraftfahrzeug 801 und dem zweiten Kraftfahrzeug 711 noch weiter verringern wird, sodass eine entsprechende Lücke zwecks Einordnen des ersten Kraftfahrzeugs 709 zu klein wird.

Insofern ermittelt die Infrastruktur, dass eine Fahrt des ersten Kraftfahrzeugs 709 entlang der weiteren Trajektorie 805 unsicher ist. Dies wird durch die Infrastruktur an das erste Kraftfahrzeug 709 signalisiert, sodass das erste Kraftfahrzeug 709 zum Beispiel sein geplantes Fahrmanöver abbrechen kann.

5

Zusammenfassend beruht das hier beschriebene Konzept insbesondere darauf, dass die Infrastruktur auf Basis eigener Umfeldsensoren und Umfeldanalysemethoden (Objektdetektion und/oder Freiraumerkennung) zum Beispiel Objektdaten und / oder Frei-/Belegflächendaten an das Kraftfahrzeug sendet..

10

Vorzugsweise werden auch Informationen über Flächen an das Kraftfahrzeug gesendet, von denen gegebenenfalls keine Informationen vorliegen und/oder ermittelt werden konnten, deren Belegungsstatus also unbekannt ist. Dies z.B. aufgrund von Umfeldsensor/Analyse Problemen und / oder Verdeckungen (z.B., wenn zwischen den Umfeldsensoren und einer Fläche / Bereich Kraftfahrzeuge sind).

15

Für Ergebnisse wie zum Beispiel detektierte Objekte und/oder erkannter Belegungsstatus von Flächen, werden vorzugsweise die jeweiligen beschreibenden statischen und dynamischen Daten gesendet. Z.B: Position, Abmaß, Farbe, Geschwindigkeit, Beschleunigung usw.

20

Zum Beispiel werden Analyseergebnisse aufgrund der Dynamik regelmäßig / kontinuierlich / periodisch an das Kraftfahrzeug gesendet.

25

In einer Ausführungsform werden alle Analyseergebnisse immer wieder gesendet.

30

In einer Ausführungsform werden nur Updates / Änderungen zur vorherigen Version der Analyseergebnisse gesendet.

35

In einer Ausführungsform wird nur Analyseergebnisse betreffend einen oder mehrere Bereiche, welche sich im Vorfeld des Kraftfahrzeugs befinden, an das Kraftfahrzeug gesendet.

5 Durch die regelmäßige Sendung der Analyseergebnisse an das Kraftfahrzeug sind die Analyseergebnisse aktuell (Änderungen in der Szene sind enthalten.) und ein Ausfall der Sendung kann automatisch als ein Fehler in der Kommunikation angesehen werden.

In einer weiteren Ausführungsform sendet die Infrastruktur kontinuierlich / periodisch / regelmäßig ein „Alles Okay“ Signal.

10 D.h., die Infrastruktur analysiert das Verkehrsgeschehen aller oder zumindest für das bestimmte Kraftfahrzeug notwendigen / wesentlichen Umfelddaten.

15 D.h., ist die Route für das Fahrzeug sicher. Die Analyse wird dabei zum Beispiel basierend auf in der Infrastruktur selbst analysierten und prädizierten Daten und/oder von dem Kraftfahrzeug gesendeten Routen / Trajektorien ermittelt. Vorzugsweise in einer Ausführungsform unter Normalfahrt- und/oder Komfortfahrtaspekten und/oder unter einem Notreaktionsfahrtaspekten.

20 In einer Ausführungsform sendet die Infrastruktur analog wie bei „Alles Okay“ ein „Notsignal“. Hier allerdings nicht kontinuierlich / periodisch / regelmäßig, sondern situativ bei Problemen, vorzugsweise mit Daten was das Problem ist.

25 In einer Ausführungsform ermittelt und sendet die Infrastruktur Aktionssignale und/oder Aktionsvorschläge. Z.B. Notstopp und Trajektorien. Bei den Trajektorien können das die normalen Fahrtrajektorien und / oder Notreaktionstrajektorien (Notfalltrajektorien) sein.

30 Die Trajektorien können in einer Ausführungsform wieder wie bei den Objektdaten „Ganz oder Teilweise“ sowie periodisch / regelmäßig / kontinuierlich gesendet werden.

In einer Ausführungsform sendet die Infrastruktur ein „Genauigkeitsmass“ mit. Also wie genau und verlässlich sind die Daten.

- 27 -

5 Beispielsweise kann es eine Rückfallebene aktivieren, also in einen Rückfallebenenzustand übergehen, wobei eine solche Rückfallebene in der Regel in jedem Kraftfahrzeug implementiert ist, wobei diese Rückfallebenen abhängig vom Automatisierungslevel sein können, also unterschiedlich sein können. Zum Beispiel unterscheiden sich die Rückfallebenen für die Automatisierungslevel 3 und 4.

10 Beispielsweise kann das Kraftfahrzeug die oben beschriebene gesendeten Notreaktionstrajektorien der Infrastruktur zumindest teilautomatisiert abfahren.

Ansprüche

5

1. Verfahren zum infrastrukturgestützten Assistieren eines Kraftfahrzeugs (709) bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe, umfassend die folgenden Schritte:

10

Empfangen (101) von Umfeldsignalen, welche ein Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) repräsentieren,

15

Analysieren (103) des Umfelds, um ein Analyseergebnis zu ermitteln, wobei das Analysieren eine Objekterkennung umfasst, um ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) zu detektieren, und/oder wobei das Analysieren eine Freiraumerkennung umfasst, um eine Belegung einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) zu erkennen, um einen Belegungsstatus zu ermitteln, welcher angibt, ob die Fläche frei oder belegt ist, wobei das Analyseergebnis angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) detektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis den ermittelten Belegungsstatus der Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) angibt,

20

Erzeugen (105) von Infrastrukturassistenzdatensignalen, welche Infrastrukturassistenzdaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs (709) bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren, basierend auf dem Analyseergebnis, und Ausgeben (107) der Infrastrukturassistenzdatensignale.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Infrastrukturassistenzdatensignale derart basierend auf dem Analyseergebnis erzeugt werden, dass die Infrastrukturassistenzdaten das Analyseergebnis umfassen.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Analyseergebnis mit einem älteren Analyseergebnis verglichen wird, um eine oder mehrere Änderungen zum älteren Analyseergebnis zu ermitteln, wobei die Infrastrukturassistenzdatensignale basierend auf der einen oder den mehreren ermittelten Änderungen erzeugt werden.

35

5 4. Verfahren nach Anspruch 3 ohne Rückbezug auf Anspruch 2, wobei die Infrastrukturassistenzenzdatensignale basierend auf der einen oder den mehreren ermittelten Änderungen derart erzeugt werden, dass die Infrastrukturassistenzenzdaten die eine oder die mehreren ermittelten Änderungen umfassen und frei von dem Analyseergebnis sind.

10 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei, wenn mittels der Freiraumerkennung keine Belegung der Fläche erkannt werden konnte, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

15 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei, wenn mittels der Freiraumerkennung, und insbesondere zusätzlich mittels der Objekterkennung, kein eindeutiges Ergebnis ermittelt werden konnte, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

20 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei, wenn mittels der Freiraumerkennung, und insbesondere zusätzlich mittels der Objekterkennung, ermittelt wird, dass die Fläche nicht einsehbar ist, z.B. weil ein Lastkraftwagen die Fläche verdeckt, der Belegungsstatus angibt, dass die Belegung der Fläche unbekannt ist.

25 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei basierend auf dem Analyseergebnis ein Verkehrsgeschehen im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) dahingehend analysiert wird, ob eine Fahrt des Kraftfahrzeugs (709) entlang einer bestimmten Trajektorie sicher oder nicht ist, wobei die Infrastrukturassistenzenzdatensignale basierend auf der Analyse des Verkehrsgeschehens erzeugt werden, sodass die Infrastrukturassistenzenzdaten die Information umfassen, ob die Fahrt des Kraftfahrzeugs (709) entlang der bestimmten Trajektorie sicher oder nicht ist.

30 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei ein Verhalten des Kraftfahrzeugs (709) prädiziert wird, wobei die bestimmte Trajektorie basierend auf dem prädizierten Verhalten ermittelt wird.

16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Objekterkennung ein Ermitteln von einer oder mehreren Objekteigenschaften eines erkannten Objekts umfasst, sodass das Ergebnis der Objekterkennung die eine oder die mehreren ermittelten Objekteigenschaften angibt, und/oder wobei die
5 Freiraumerkennung ein Ermitteln von einer oder mehreren Flächeneigenschaften der Fläche umfasst, sodass das Ergebnis der Freiraumerkennung die eine oder die mehreren ermittelten Flächeneigenschaften angibt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die eine oder mehreren
10 Objekteigenschaften jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Objekteigenschaften sind: Position, Abmessung, Farbe, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Beschaffenheit.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei die eine oder die mehreren
15 ermittelten Flächeneigenschaften jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Flächeneigenschaften sind: Position, Abmessung, Farbe, Beschaffenheit.

19. Verfahren zum zumindest teilautomatisierten Führen eines Kraftfahrzeugs
20 (709), umfassend die folgenden Schritte:
Empfangen (201) von Infrastrukturassistentensignalen, welche Infrastrukturassistentendaten zum infrastrukturgestützten Assistieren des Kraftfahrzeugs (709) bei einer zumindest teilautomatisierten Fahraufgabe repräsentieren,
25 wobei die Infrastrukturassistentendaten ein Analyseergebnis umfassen, welches angibt, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) detektiert wurde, und/oder wobei das Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) angibt, und/oder
wobei die Infrastrukturassistentendaten eine oder mehrere Änderungen zu einem
30 älteren Analyseergebnis umfassen, welches angab, ob ein Objekt im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) detektiert wurde, und/oder wobei das ältere Analyseergebnis einen Belegungsstatus einer Fläche im Umfeld des Kraftfahrzeugs (709) angab,

Erzeugen (203) von Steuersignalen zum zumindest teilautomatisierten Steuern einer Quer- und/oder Längsführung des Kraftfahrzeugs (709) basierend auf den Infrastrukturassistentensignalen und Ausgeben (205) der erzeugten Steuersignale.

5

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die empfangenen Signale dahingehend geprüft werden, wie genau und/oder verlässlich die Informationen sind, welche die entsprechenden empfangene Signale repräsentieren, wobei die Steuersignale basierend auf einem Ergebnis des Prüfens erzeugt werden.

10

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die empfangenen Signale basierend auf kraftfahrzeugeigenen Daten des Kraftfahrzeugs (709) als Referenz gegenüber den Informationen, welche die entsprechenden empfangenen Signale repräsentieren, geprüft werden.

15

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei festgelegt wird, dass die empfangenen Signale bis auf Notfallsignale, welche angeben, dass bei einer Fahrt des Kraftfahrzeugs (709) entlang einer bestimmten Trajektorie ein Notfall für das Kraftfahrzeug (709) eintreten kann, Heartbeat-Signale sind, sodass empfangene Signale, bis auf Notfallsignale, dahingehend geprüft werden, ob diese entsprechend dem zu erwartenden Heartbeat empfangen wurden,

20

23. Vorrichtung (301), die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.

25

24. Computerprogramm (505), umfassend Befehle, die bei Ausführung des Computerprogramms (505) durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22 auszuführen.

30

25. Maschinenlesbares Speichermedium (501), auf dem das Computerprogramm (505) nach Anspruch 24 gespeichert ist.

Fig. 1

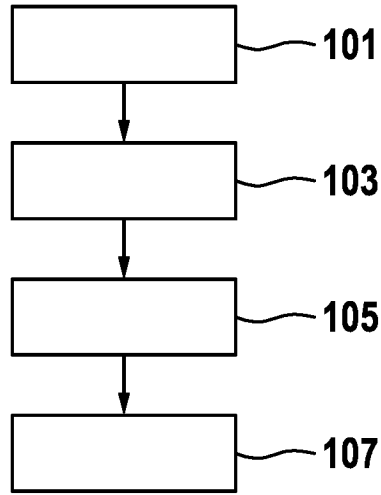


Fig. 2

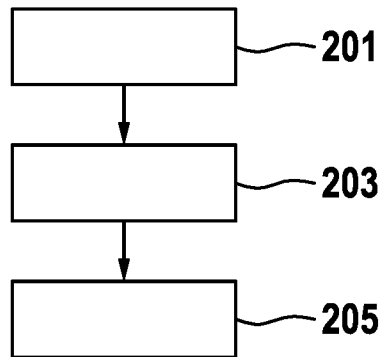


Fig. 3



Fig. 4

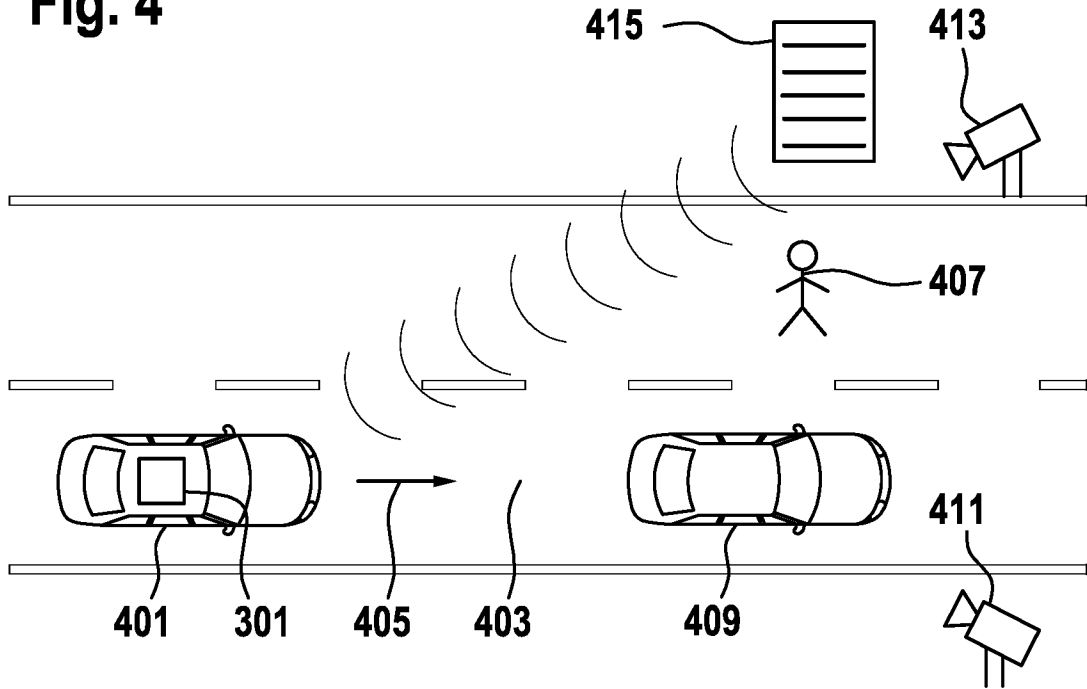
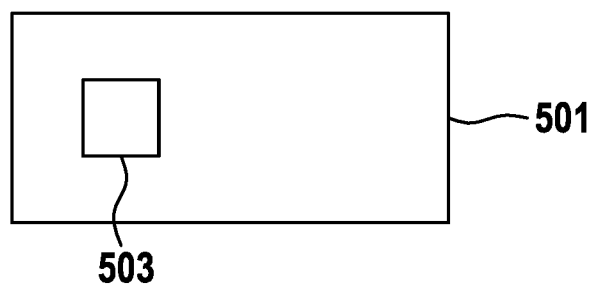


Fig. 5



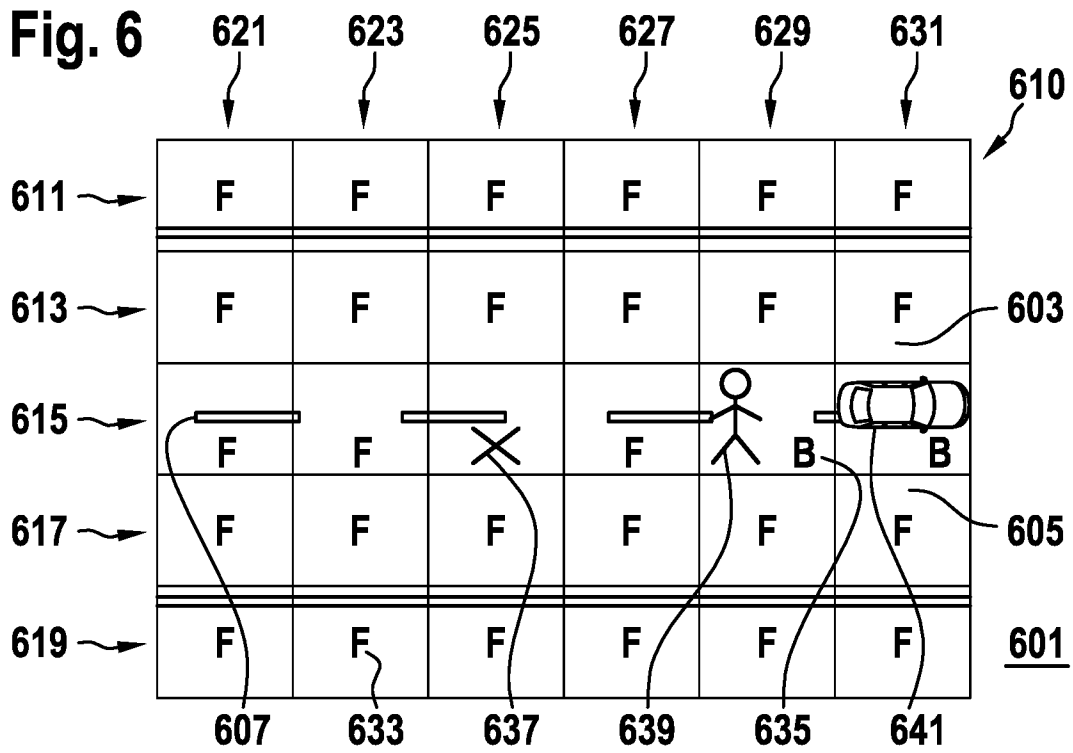


Fig. 7

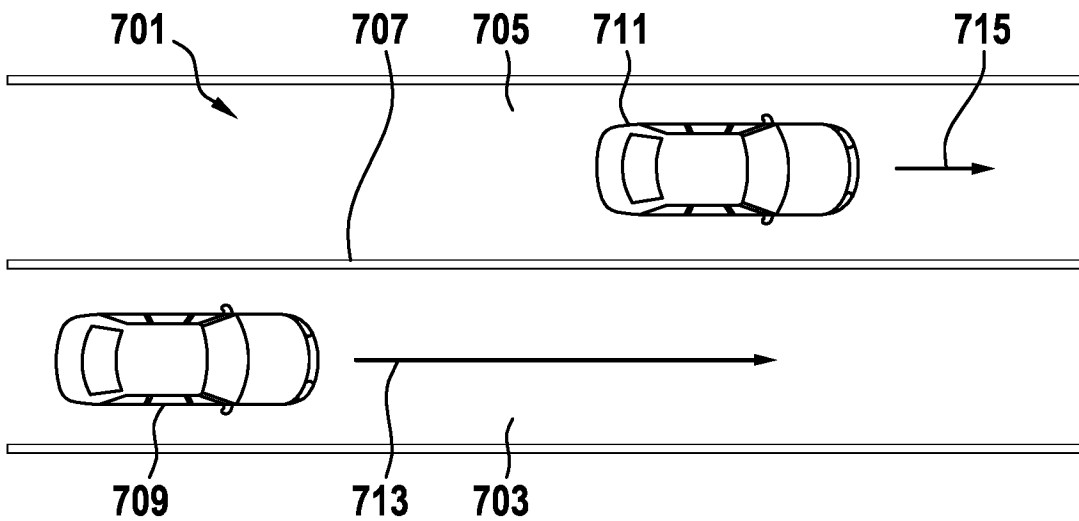
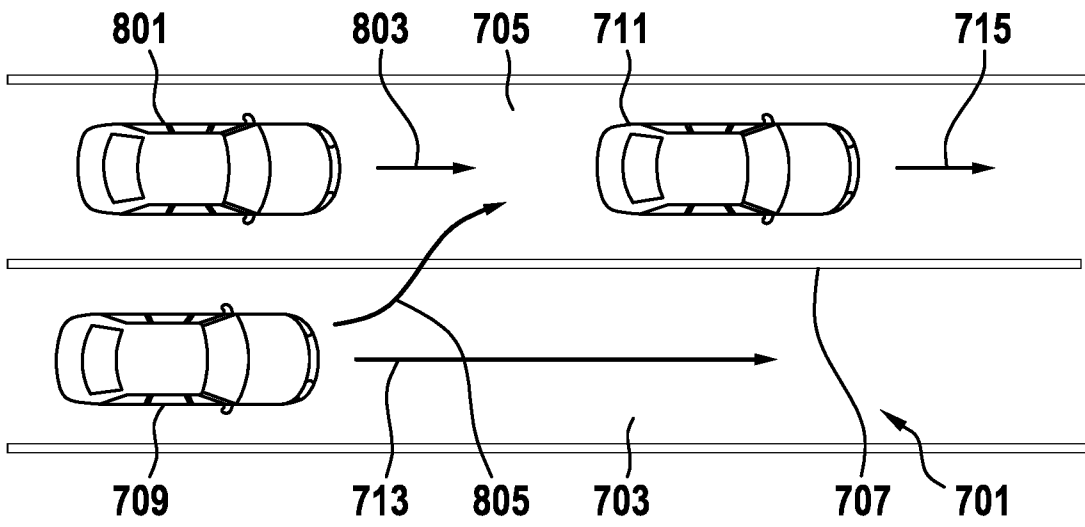


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/073704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06V 20/54</i> (2022.01) 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) G06V 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	DE 102018251778 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraph [0006] - paragraph [0037] paragraph [0109] - paragraph [0114] figure 6	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 30 November 2022		Date of mailing of the international search report 08 December 2022
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 De Coi, Juri Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/073704

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102018251778 A1	02 July 2020	CN 113228134 A	06 August 2021
		DE 102018251778 A1	02 July 2020
		EP 3903295 A1	03 November 2021
		JP 7165827 B2	04 November 2022
		JP 2022515420 A	18 February 2022
		US 2022028272 A1	27 January 2022
		WO 2020135991 A1	02 July 2020

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/073704

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06V20/54 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06V		
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 UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2018 251778 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Juli 2020 (2020-07-02) Absatz [0006] – Absatz [0037] Absatz [0109] – Absatz [0114] Abbildung 6 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-25
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 30. November 2022		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 08/12/2022
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 De Coi, Juri

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/073704

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102018251778 A1	02-07-2020	CN 113228134 A	06-08-2021
		DE 102018251778 A1	02-07-2020
		EP 3903295 A1	03-11-2021
		JP 7165827 B2	04-11-2022
		JP 2022515420 A	18-02-2022
		US 2022028272 A1	27-01-2022
		WO 2020135991 A1	02-07-2020
