

(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
28. Dezember 2017 (28.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/220091 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G05D 1/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/200047

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. Juni 2017 (01.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 211 139.6
22. Juni 2016 (22.06.2016) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalderstr. 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: ZINNER, Helge; Faßlochsberg 26, 39104 Magdeburg (DE). ARNDT, Christoph; Bürgermeister-Huber-Straße 20, 84180 Loiching (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

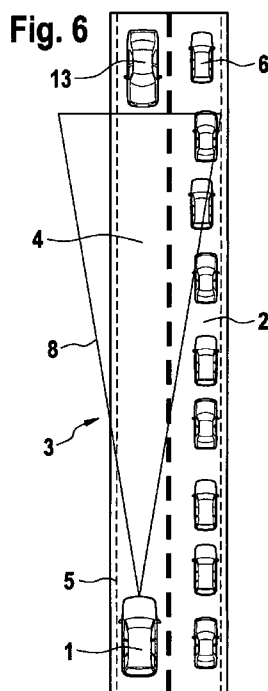
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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)

(54) Title: METHOD FOR THE AUTONOMOUS DRIVING OF A VEHICLE IN A NARROW PASSAGE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM AUTONOMEN FAHREN EINES FAHRZEUGS IN EINER ENGSTELLE



(57) Abstract: The invention relates to a method for the autonomous driving of a vehicle (1) through a narrow passage (5). The method comprises the storing of a right-of-way rule for the narrow passage (5) in a database, which the vehicle (1) can access. The narrow passage (5) and an oncoming vehicle (13) approaching in the region of the narrow passage (5) are sensed by means of sensors of the vehicle, and the speed of the oncoming vehicle (13) is determined by means of speed data sensed by the sensors. Furthermore, a reaction of the oncoming vehicle (13) is predicted in accordance with the determined speed of the oncoming vehicle (13), and the vehicle (1) is moved through the narrow passage (5), provided that the prediction of the reaction of the oncoming vehicle (13) indicates that the oncoming vehicle (13) will not pass through the narrow passage or frees the narrow passage (5) for passage or the right-of-way rule stored in the database provides that the vehicle (1) has the right-of-way in the narrow passage (13).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs (1) durch eine Engstelle (5). Das Verfahren umfasst ein Hinterlegen einer Vorfahrtsregelung für die Engstelle (5) in einer Datenbank, auf welche das Fahrzeug (1) zugreifen kann. Die Engstelle (5) und ein im Bereich der Engstelle (5) entgegenkommendes Gegenfahrzeug (13) werden mit Sensoren des Fahrzeugs erfasst und es erfolgt ein Ermitteln der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13) mittels von den Sensoren erfasster Geschwindigkeits-Daten. Weiterhin wird eine Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) in Abhängigkeit von der ermittelten Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13) vorausgesagt, und das Fahrzeug (1) wird durch die Engstelle (5) verfahren, sofern das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) ergibt, dass das Gegenfahrzeug (13) die Engstelle nicht passieren wird oder die Engstelle (5) zum Passieren freigibt oder die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug (1) in der Engstelle (13) Vorfahrt hat.

WO 2017/220091 A1

Verfahren zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs in einer Engstelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum autonomen bzw.
automatisierten Fahren in einer Engstelle und zum Auflösen von
5 Konfliktsituationen in einer solchen Engstelle.

Das hoch automatisierte Fahren von Fahrzeugen muss vielerlei
Herausforderungen auf Landstraßen und im Stadtverkehr meistern.
Derartige Herausforderungen sind insbesondere Kreisverkehre,
10 Engstellen in Ortsdurchfahrten mit entgegenkommenden
Fahrzeugen, Radfahrer auf der Straße, Abbiegemanöver, halb auf
einer Fahrbahn oder in zweiter Reihe parkende Fahrzeuge, rote
Ampeln, „rechts vor links“-Vorfahrten, kreuzende Fußgänger oder
Straßenbahnen.

15 Die vorliegende Erfindung befasst sich insbesondere mit
dauerhaft engen Straßen mit Gegenverkehr. Unter „dauerhaft“ kann
in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass sich
die Breite der Straße mit der Engstelle während des Passierens
20 der Stelle durch das Fahrzeug beziehungsweise durch ein dem
Fahrzeug entgegenkommendes Fahrzeug nicht ändert.

Wenn sich zwei Fahrzeuge innerhalb der Engstelle entgegenkommen
oder sich entgegenkommen, bevor die beiden Fahrzeuge an zwei
25 einander entgegengesetzten Enden der Engstelle in diese
einfahren, wobei wenigstens eines der Fahrzeuge autonom fahrbar
beziehungsweise verfahrbar ist, stellt sich das Problem, welches
der Fahrzeuge die Engstelle als erstes passieren soll, ohne dass
eine Stausituation entsteht. Dieses Problem lässt sich nicht
30 allein mit Sensoren (Sehen und Beobachten) lösen, sondern
erfordert gleichfalls künstliche Intelligenz. Weiterhin sind
Verkehrsvorschriften zu beachten, welche insbesondere das
Verhalten bzw. die Vorfahrt bei einer Engstelle regeln können.

35 Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein
Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit
welchem ein hoch automatisiert bzw. autonom fahrendes Fahrzeug

Engstellen unter der Einhaltung von Verkehrsregeln und unter der Auflösung einer Stausituation passieren kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der folgenden Beschreibung sowie der Figuren.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs durch eine Engstelle, umfasst die Verfahrensschritte:

- Hinterlegen einer Vorfahrtsregelung für die Engstelle in einer Datenbank, auf welche das Fahrzeug zugreifen kann,
- Erfassen der Engstelle und eines im Bereich der Engstelle entgegenkommenden Gegenfahrzeugs mit Sensoren des Fahrzeugs,
- Ermitteln der Geschwindigkeit und optional der Beschleunigung des Gegenfahrzeugs mittels von den Sensoren erfasster Geschwindigkeits-Daten und - sofern ermittelt - Beschleunigungs-Daten,
- Voraussagen einer Reaktion des Gegenfahrzeugs in Abhängigkeit von der ermittelten Geschwindigkeit und - sofern ermittelt - der Beschleunigung des Gegenfahrzeugs, und
- Verfahren des Fahrzeugs durch die Engstelle, sofern
 - das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs ergibt, dass das Gegenfahrzeug die Engstelle nicht passieren wird oder die Engstelle zum Passieren freigibt oder
- die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug in der Engstelle Vorfahrt hat.

Das autonome Fahren des Fahrzeugs kann dabei insbesondere durch ein Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs gesteuert werden.

Weiterhin kann unter einer „Engstelle“ ein begrenztes Stück einer ansonsten für Begegnungen zweier sich entgegenkommender Fahrzeuge ausreichend breiten Straße verstanden werden, wobei an einem Hindernis, z.B. mehrere hintereinander parkende Fahrzeuge, nur links (bzw. rechts in Ländern mit Linksverkehr) vorbeigefahren werden kann und für unbehinderten Gegenverkehr

kein Raum bleibt. Das Verfahren eignet sich insbesondere für Engstellen, welche relativ lang sind, z.B. Straßen in Wohngebieten, welche mehrere hundert Meter durch parkende Autos auf eine Spurweite von nur einem Pkw begrenzt sind.

5

Unter dem Begriff „autonom“ kann ferner im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung insbesondere verstanden werden, dass Fahrmanöver des Fahrzeugs selbstständig durch das Fahrzeug ausgeführt werden können, ohne dass es eines Eingreifens eines Fahrers des Fahrzeugs bedarf. Bei dem Fahrzeug und dem Gegenfahrzeug handelt es sich beispielsweise um ein Kraftfahrzeug, wie Automobil, Personenkraftwagen, Bus oder Lastkraftwagen. Zumindest das Fahrzeug ist dazu eingerichtet, die Engstelle autonom zu passieren, wobei das entgegenkommende Fahrzeug ebenfalls dazu eingerichtet sein kann. Bei dem entgegenkommenden Fahrzeug kann es sich somit auch um ein Fahrzeug handeln, welches nicht autonom fährt oder fahrbar ist. Das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug können auch identisch sein.

Die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregel kann beispielsweise einer entsprechenden gesetzlichen Vorschrift des jeweiligen Landes entnommen sein, in welchem sich die Engstelle bzw. das Fahrzeug momentan befindet. Die Datenbank kann beispielsweise Bestandteil eines Navigationssystems des Fahrzeugs sein, welches mit einem Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs verbunden ist. Das Fahrerassistenzsystem kann dazu eingerichtet sein, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. Die Vorfahrtsregel kann z.B. beinhalten, dass das Fahrzeug gegenüber dem Gegenfahrzeug wartepflichtig ist, sofern sich ein die Engstelle verursachendes Hindernis, z.B. ein auf dem Fahrstreifen parkendes Fahrzeug, auf einer Fahrspur bzw. auf einer Seite des Fahrzeugs befindet, und dass das Fahrzeug gegenüber dem Gegenfahrzeug ein Vorfahrtsrecht genießt, sofern sich das die Engstelle verursachende Hindernis auf der Fahrspur bzw. der Seite des Gegenfahrzeugs befindet. Neben der

eigentlichen Vorfahrtsregel kann Letztere auch weitere Verhaltensregeln beteiligter Fahrzeuge innerhalb einer Engstelle beinhalten, z.B. dass im Bereich einer Engstelle bei erkanntem Gegenverkehr nicht mehr zu beschleunigen ist und auf
5 Vorsicht, Achtsamkeit sowie gegenseitige Rücksicht zu achten ist.

Nachdem eine Engstelle auf dem eigenen Fahrstreifen und ein entgegenkommendes Fahrzeug erkannt worden sind, kann das
10 Fahrzeug vor der Engstelle (mit Sichtkontakt auf die Engstelle) anhalten, dort warten und insbesondere die Engstelle und das entgegenkommende Fahrzeug beobachten. Mit anderen Worten kann in Abhängigkeit von der ermittelten Geschwindigkeit des entgegenkommenden Fahrzeugs und der in der Datenbank
15 hinterlegten Vorfahrtsregelung festgelegt werden, ob das Fahrzeug die Engstelle vor dem entgegenkommenden Fahrzeug passiert, oder ob das Fahrzeug die Engstelle nicht passiert und wartet, bis das entgegenkommende Fahrzeug die Engstelle passiert hat. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird ohne weitere
20 Kommunikation ein Fahrrecht mit dem entgegenkommenden Gegenfahrzeug ausgehandelt, wobei Straßenverkehrsrecht beachtet wird und die Sicherheit der Insassen erhöht wird. Insbesondere ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine „Chauffeur“-Funktion, gemäß welcher das Fahrzeug ohne Insassen
25 z.B. einen Mitfahrer aus einem Wohngebiet mit einer Engstelle abholen kann. Weiterhin kann das Fahrzeug einen Fahrer, welcher nicht auf den Verkehr achten will, durch ein Wohngebiet mit einer Engstelle chauffieren.

30 Sofern ein Gegenfahrzeug erkannt worden ist, umfasst eine Ausführungsform des Verfahrens ferner die folgenden Verfahrensschritte:

- Ermitteln und Speichern einer Position eines Beginns der Engstelle,
- 35 - Bestimmen einer aktuellen Position des Fahrzeugs innerhalb der Engstelle,
- Bestimmen des Abstands der aktuellen Position von der Position des Beginns der Engstelle,

- Erfassen mittels der Sensoren, ob sich zumindest ein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem Fahrzeug befindet, wobei das nachfolgende Fahrzeug eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs aus der Engstelle heraus verhindert, und
- 5 - Verfahren des Fahrzeugs aus der Engstelle heraus in Rückwärtsrichtung des Fahrzeugs, falls
 - das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs ergibt, dass das Gegenfahrzeug die Engstelle passieren wird oder die Engstelle zum Passieren nicht freigibt oder die in
 - 10 der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug in der Engstelle keine Vorfahrt hat, und
 - kein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem Fahrzeug erfasst wurde.

15

Sofern das Fahrzeug feststellt, dass das Gegenfahrzeug Vorfahrt hat oder die Engstelle nicht freigibt, fährt das Fahrzeug rückwärts aus der Engstelle heraus, um die Engstelle zur Durchfahrt für das Gegenfahrzeug freizugeben. Der Beginn der

20 Engstelle bzw. der Bereich davor dient somit als Ausweich-/Halteposition für das Fahrzeug bei erkanntem Gegenverkehr mit Vorfahrt bzw. bei Gegenverkehr, der sich so verhält, als hätte er Vorfahrt und eine Durchfahrt für das Fahrzeug blockiert. Die Rückwärtsfahrt zu dieser

25 Ausweich-/Halteposition führt das Fahrzeug allerdings nur dann aus, wenn es ermittelt hat, dass der rückwärtige Bereich hinter dem Fahrzeug frei ist, d.h. dass sich kein nachfolgendes Fahrzeug in diesem Bereich befindet oder während des Rückwärtsfahrens befinden wird. Das nachfolgende Fahrzeug muss sich demnach noch

30 nicht unbedingt innerhalb der Engstelle befinden. Das Fahrzeug kann auch mittels seiner Sensoren bestimmen, ob sich ein erkanntes nachfolgendes Fahrzeug, welches sich noch nicht innerhalb der Engstelle befindet, voraussichtlich in diese einfahren und eine Ausfahrt des Fahrzeugs in Rückwärtsrichtung

35 aus der Engstelle heraus blockieren wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind bei einem erkannten Gegenfahrzeug folgende zusätzliche Verfahrensschritte vorgesehen:

- 5 - Erfassen einer Haltestelle bzw. Ausweichstelle, z.B. eine Parklücke, innerhalb der Engstelle mittels der Sensoren während des Verfahrens des Fahrzeugs durch die Engstelle, wobei die Haltestelle eine zum Parken des Fahrzeugs ausreichende Größe aufweist,
- 10 - Ermitteln und Speichern einer Position der erfassten Haltestelle,
- Erfassen mittels der Sensoren, ob sich zumindest ein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem Fahrzeug befindet, wobei das nachfolgende Fahrzeug eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs aus der Engstelle heraus verhindert, und
- 15 - Einparken des Fahrzeugs in der Haltestelle, falls das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs ergibt, dass das Gegenfahrzeug die Engstelle passieren wird oder die Engstelle zum Passieren nicht freigibt oder die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug in
- 20 der Engstelle keine Vorfahrt hat.

Sofern das Fahrzeug feststellt, dass das Gegenfahrzeug Vorfahrt hat oder die Engstelle nicht freigibt und eine Rückwärtsfahrt aus der Engstelle heraus durch nachfolgende Fahrzeuge versperrt ist,

25 kann das Fahrzeug gemäß dieser Ausführungsform alternative Ausweich-/Haltepositionen ermitteln, z.B. in Form von Parklücken, innerhalb der Engstelle. Im Folgenden wird die Erfindung bzw. Ausführungsformen dieser - ohne darauf beschränkt zu sein - überwiegend bezugnehmend auf das Beispiel einer

30 Parklücke als Ausweich-/Haltestelle erläutert. Sofern eine ausreichend große Parklücke ermittelt worden ist, kann das Fahrzeug in die Parklücke einparken und somit die Engstelle für das Gegenfahrzeug zur Durchfahrt freigeben. Sofern das Fahrzeug wie vorstehend beschrieben eine ausreichend große Parklücke

35 ermittelt hat, an dieser jedoch bereits vorbeigefahren ist, kann sie auch - sofern kein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem Fahrzeug erfasst wurde, welches ein Einparken in die Parklücke blockiert - rückwärts in die Parklücke einparken. Weiterhin kann das

Fahrzeug auch unabhängig davon, ob eine Rückwärtsfahrt aus der Engstelle heraus möglich ist oder nicht, kontinuierlich nach Parklücken suchen.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt ein Bestimmen eines Parameters einer Komplexität einer Verkehrssituation im Bereich der Engstelle, sofern die Ermittlung der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs ergibt, dass das Gegenfahrzeug steht. Es wird in Abhängigkeit von dem bestimmten Parameter ein Wertebereich
10 festgelegt, welcher eine maximale Ablaufzeit eines Timers in Sekunden definiert und es erfolgt ein zufälliges Auswählen einer Anzahl von Sekunden aus dem Wertebereich, wobei der Timer entsprechend der ausgewählten Anzahl von Sekunden abläuft. Das Fahrzeug wird innerhalb der Engstelle in Vorwärtsrichtung des
15 Fahrzeugs nach Ablauf des Timers autonom verfahren und es erfolgt ein Prüfen mittels der Sensoren, ob die Engstelle durch das Fahrzeug passiert werden kann. Diese Ausführungsform leistet einen Beitrag, unter Beachtung relevanter Parameter eine Stausituation aufzulösen. Das Fahrzeug soll dabei menschliches
20 Verhalten nachbilden, das situationsabhängig entscheidet (z.B. ist noch ein Lkw hinter mir, liegt eine schwierige Passage hinter mir, wodurch eine Rückwärtsfahrt nur schwer möglich ist etc.), um so auch mit nicht-autonom fahrenden Fahrzeugen den Straßenverkehr besonders sicher teilen zu können.

25 Die Komplexität der Verkehrssituation im Bereich der Engstelle kann besonders vorteilhaft z.B. anhand der im Folgenden beschriebenen Kriterien ermittelt werden. Zum einen kann Einfluss nehmen, ob sich ein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem
30 Fahrzeug befindet. Falls ja, kann dies zu einer relativ niedrigen oberen Grenze des Wertebereichs führen. Falls nein, kann die obere Grenze des Wertebereichs entsprechend höher gewählt werden. Zum anderen kann ermittelt werden, wie viele nachfolgende Fahrzeuge sich hinter dem Fahrzeug befinden. Je höher die Anzahl
35 der nachfolgenden Fahrzeuge ist, umso niedriger kann die obere Grenze des Wertebereichs gewählt werden. Weiterhin kann ein Vorhandensein einer Parkmöglichkeit für das Fahrzeug innerhalb der Engstelle zu einer höheren oberen Grenze des Wertebereichs

führen, wohingegen ein Nicht-Vorhandensein einer Halte-/Ausweichstelle, z.B. einer Parklücke, für das Fahrzeug innerhalb der Engstelle zu einer entsprechend niedrigeren oberen Grenze des Wertebereichs führen kann. Ferner kann die Art von dem Fahrzeug nachfolgenden Fahrzeugen Einfluss auf die Ermittlung der Komplexität der Verkehrssituation nehmen, indem z.B. bei einem Bus, Lkw, einem Fahrzeug mit einem Fahranfänger und einem Polizeifahrzeug je nach Kategorie der obere Grenzwert des Wertebereichs relativ niedrig gewählt wird. Außerdem kann ermittelt werden, wie komplex die Engstelle bisher war, z.B. ob die Verkehrsführung Kurven oder eine Bergkuppe aufweist. Bei einer entsprechend schwierigen bzw. komplexen Strecke kann die obere Grenze des Wertebereichs entsprechend niedrig gewählt werden.

15

Weiterhin kann das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung sowohl mit dem Fahrzeug als auch mit dem Gegenfahrzeug angewendet werden. In diesem Fall kann der Wertebereich um wenigstens eine Sekunde erhöht werden, sofern das Ermitteln der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs und des Fahrzeugs mittels von den Sensoren erfasster Geschwindigkeits-Daten ergibt, dass das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug stehen oder das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug in ihrer jeweiligen Vorwärtsrichtung fahren. Durch die Erhöhung der Timer-Ablaufzeit wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug zur gleichen Zeit wieder anfahren.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt ein Bewerten des bestimmten Parameters der Komplexität der Verkehrssituation im Bereich der Engstelle und es wird ermittelt, ob die Verkehrssituation eine Weiterfahrt des Fahrzeugs in seiner Vorwärtsrichtung oder in seiner Rückwärtsrichtung erschwert. Sofern dies der Fall ist, erfolgt ein Erhöhen der oberen Grenze des Wertebereichs. Falls dies nicht der Fall ist, erfolgt ein Herabsetzen der oberen Grenze des Wertebereichs. Diese Ausführungsform wird näher im Zusammenhang mit Fig. 9 der Zeichnung erläutert und erlaubt durch die Änderung des

35

Wertebereichs (Erhöhen bzw. Herabsetzen der oberen Grenze des Wertebereichs) ein Verhindern dauerhafter Stausituationen.

Weiterhin kann ein Fahrerassistenzsystem für das Fahrzeug und das
5 Gegenfahrzeug zur Ausführung des Verfahrens gemäß der
vorliegenden Erfindung eingerichtet sein. Außerdem können das
Fahrzeug und das Gegenfahrzeug das Fahrerassistenzsystem
umfassen.

10 Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand
der schematischen Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Fahrzeug auf einer Straße ohne
Gegenverkehr und ohne Engstelle, wobei eine
15 fortlaufende Messung der Fahrbahnbreite durch das
Fahrzeug erfolgt,

Fig. 2 eine Draufsicht auf das Fahrzeug nach Fig. 1 auf einem
weiteren Abschnitt der Straße mit einer Engstelle ohne
20 Gegenverkehr, wobei eine Speicherung eines Parameters
der Verengung durch das Fahrzeug erfolgt,

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen vergrößerten Ausschnitt des
Abschnitts der Straße nach Fig. 2, wobei das Fahrzeug
25 bereits in die Engstelle eingefahren ist,

Fig. 4 eine Draufsicht auf das Fahrzeug nach Fig. 1 innerhalb
einer Engstelle auf der Suche nach einer Parklücke,

30 Fig. 5 eine Draufsicht auf den Straßenabschnitt mit dem
Fahrzeug nach Fig. 4 während des Messens einer
Entfernung zu einer erkannten Parklücke,

Fig. 6 eine Draufsicht auf das Fahrzeug nach Fig. 1 auf einem
35 weiteren Abschnitt der Straße mit einer Engstelle mit
Gegenverkehr,

Fig. 7 einen Ablaufplan eines Verfahrens zum autonomen Fahren des Fahrzeugs z.B. auf dem Straßenabschnitt nach Fig. 6,

5 Fig. 8 ein Komplexitäts-Wertebereich-Diagramm im Zusammenhang mit dem Verfahren nach Fig. 7 und

Fig. 9 einen Ablaufplan zur Variation eines Wertebereichs im Zusammenhang mit dem Verfahren nach Fig. 7.

10

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1, z.B. ein Pkw, wobei das Fahrzeug 1 autonom auf einer rechten Fahrspur 2 bzw. einem rechten Fahrstreifen einer Straße 3 mit einer weiteren linken Fahrspur 4 bzw. einem weiteren linken Fahrstreifen fährt. Das Fahrzeug 1 weist Sensoren auf, z.B. eine Kamera, ein Radar oder eine hochgenaue Karte und ein GPS-System, womit es fortlaufend die Breite der Straße 3 beobachtet. Sofern die Straße 3 breit genug ist, dass das Fahrzeug 1 und ein eventuell entgegenkommendes Gegenfahrzeug (siehe Fig. 6) die Straße 3 nebeneinander in entgegengesetzten Richtungen passieren können, ist keine Aktion zur Vermeidung einer Stausituation notwendig.

Fig. 2 zeigt das Fahrzeug 1 aus Fig. 1 auf einem weiteren Abschnitt der Straße 3 nach Fig. 1, auf welcher es bei der fortlaufenden Beobachtung der Breite der Straße 3 eine Engstelle 5 erkennt, welche durch mehrere hintereinander auf dem rechten Fahrstreifen 2 parkende Fahrzeuge 6 verursacht wird, von denen der besseren Übersicht halber lediglich eines mit einem Bezugszeichen („6“) versehen ist. Gemäß einer dem Fahrzeug 1 vorgegebenen Trajektorie 7 muss das Fahrzeug 1 die Engstelle 5 auf dem linken Fahrstreifen 4 passieren. Das Fahrzeug 1 prüft mittels seiner Sensoren, ob auf es in einem Vorausbereich 8 ein entgegenkommendes Gegenfahrzeug auf der linken Fahrspur 4 zukommt. Falls ja, wird das Fahrzeug 1 vor der Engstelle 5 warten und beobachten. Falls nein wird es eine genaue Position des Beginns 9 der Engstelle 5 speichern und kann durch Vergleich mit seiner aktuellen Position stets den momentanen Abstand zum Beginn 9 der Engstelle 5 ermitteln. Der Beginn 9 der Engstelle 5 kann dem Fahrzeug 1 als Ausweichposition

bzw. Halteposition dienen, um potentiell dem Gegenverkehr ein Passieren der Engstelle 5 zu ermöglichen. Beispielsweise kann das Fahrzeug 1 hinter dem hintersten der Fahrzeuge 6 halten oder parken. Zusätzlich beobachtet das Fahrzeug 1 den rückwärtigen Verkehr und prüft, ob die Verkehrsrichtung auf seiner Seite ein Rückwärtsfahren erlaubt.

Fig. 3 zeigt das Fahrzeug 1, während es dabei ist, die Engstelle 5 zu passieren, wobei es mittels seiner Sensoren den Vorausbereich 8 und den Achterausbereich 10 des Fahrzeugs 1 beobachtet. Insbesondere erfasst das Fahrzeug 1 mittels seiner Sensoren, ob sich zumindest ein nachfolgendes Fahrzeug hinter dem Fahrzeug 1 befindet, wobei das nachfolgende Fahrzeug eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs 1 aus der Engstelle 5 heraus verhindert bzw. blockiert. Das Fahrzeug 1 ermittelt weiterhin durch Vergleichen seiner aktuellen Position (z.B. mittels eines Navigationssystems ermittelt) mit der gespeicherten Position des Beginns 9 der Engstelle 5 seinen momentanen Abstand a zum Beginn 9 der Engstelle 5. Sofern - wie durch Fig. 3 gezeigt - kein Gegenverkehr und keine nachfolgenden Fahrzeuge mittels der Sensoren erkannt werden, fährt das Fahrzeug 1 in seiner Rückwärtsrichtung autonom aus der Engstelle 5 heraus. Sofern ein Passieren der Engstelle 5 blockierender Gegenverkehr (angedeutet durch ein gestrichelt gezeichnetes Rechteck 13 im Vorausbereich 8 des Fahrzeugs 1) erkannt wird, aber keine nachfolgenden Fahrzeuge vorhanden sind bzw. erkannt werden, fährt das Fahrzeug 1 in seiner Vorwärtsrichtung autonom aus der Engstelle 5 heraus. Außerdem speichert das Fahrzeug 1 weitere Umgebungsparameter wie etwaige scharfe Kurven, Steigungen oder andere etwaige Hindernisse. Mit anderen Worten führt das Fahrzeug 1 zum autonomen Fahren innerhalb der Engstelle 5 Entfernungsmessungen durch, beobachtet sowohl den gefahrenen Weg 10 als auch den vor ihm liegenden Weg 8 und speichert markante Verkehrsschwierigkeiten (Kurven, Engstellen in der Engstelle, schwer einsehbare Abschnitte etc.).

Fig. 4 zeigt das Fahrzeug innerhalb einer Engstelle 5, welche ähnlich zu der Engstelle 5 nach Fig. 2 ist, jedoch eine Parklücke

12 innerhalb der Engstelle 5 zwischen den die Engstelle 5
verursachenden Fahrzeugen 6 aufweist, wobei die Parklücke 12
ausreichend groß ist, dass das Fahrzeug 1 in ihr autonom einparken
kann. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, beobachtet das Fahrzeug 1 z.B.
5 durch Ultraschall, Radar und/oder eine Kamera seinen
„originalen“ Fahrstreifen, das heißt den rechten Fahrstreifen
(auf welchem es eigentlich fahren will, jedoch aufgrund der
Fahrzeuge 6 nicht kann) und sucht dabei in der rechten Umgebung
11 im Vorausbereich 8 und auch im Achterausbereich 10 des
10 Fahrzeugs 1 nach Parklücken 12. Dabei wählt das Fahrzeug 1 nur
solche Parklücken aus, in welche es auch hineinfahren könnte, die
also groß genug zum Einparken sind. Falls das Fahrzeug 1 eine
solche Parklücke 12 erkannt hat, „setzt es einen neuen Anker“,
d.h. es ermittelt die genaue Position der Parklücke 12 und
15 speichert sie als eine neue Ausweichposition bzw. Halteposition
(für den weiter zurück im Achterausbereich 10 liegenden Beginn
9 der Engstelle 5). Mit anderen Worten merkt sich das Fahrzeug
1 die Parklücke 12 als Halte- bzw. Parkmöglichkeit alternativ zu
dem Beginn 9 der Engstelle 5. Dies ist insbesondere dann von
20 Vorteil, wenn das Fahrzeug 1 mittels seiner Sensoren ein
nachfolgendes Fahrzeug 14 (angedeutet durch ein gestrichelt
gezeichnetes Rechteck im Achterausbereich 10 des Fahrzeugs 1)
erkannt hat.

25 Fig. 5 zeigt das Fahrzeug 1 beim Messen bzw. Ermitteln einer
Entfernung b zwischen seiner aktuellen Position und der Position
der Parklücke. Auf die Berechnung des im Vergleich dazu größeren
Abstands a zwischen der aktuellen Position des Fahrzeugs 1 und
der Position des Beginns der Engstelle kann verzichtet werden
30 bzw. diese Entfernung kann gelöscht werden.

Fig. 6 zeigt das Fahrzeug 1 beim Passieren einer weiteren
Engstelle 5 auf der Straße 3, wobei ein dem Fahrzeug 1
entgegenkommendes Gegenfahrzeug 13 mittels der Sensoren des
35 Fahrzeugs 1 erkannt wird. Das Fahrzeug 1 ermittelt die
Geschwindigkeit und optional auch die Beschleunigung
(negativ/positiv) des Gegenfahrzeugs 13. Es besteht das Problem,
dass das Fahrzeug 1 und das Gegenfahrzeug 13 nicht gleichzeitig

nebeneinander auf dem linken Fahrstreifen 4 die Engstelle 5 in ihrer jeweiligen Vorwärtsfahrt passieren können.

Das Fahrzeug 1 kann auf eine Datenbank zurückgreifen, in welcher
5 eine Vorfahrtsregelung hinterlegt ist, welche das Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs 1 auf die vorliegende Situation anwendet und zu dem Ergebnis kommt, dass das Gegenfahrzeug 13 Vorfahrt hat, da sich das die Engstelle 5 verursachende Hindernis (in diesem Fall die hintereinander auf
10 dem rechten Fahrstreifen parkenden Fahrzeuge 6) auf dem Fahrstreifen 2 des Fahrzeugs 1 befindet. Auf Basis zumindest der ermittelten Geschwindigkeit (und optional auch der Beschleunigung) des Gegenfahrzeugs 13 sagt das Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs 1 weiterhin eine Reaktion
15 des Gegenfahrzeugs 13 voraus, in der beispielhaft gezeigten Situation beispielsweise, dass das Gegenfahrzeug 13 seine Vorwärtsfahrt zum Passieren der Engstelle 5 fortsetzt. Unter diesen Voraussetzungen wird das Fahrerassistenzsystem das Fahrzeug 1 anweisen sein Verfahren durch die Engstelle 5
20 einzustellen und zu stoppen.

Zur Lösung der durch Fig. 6 gezeigten Verkehrssituation sucht das Fahrzeug 1 auf dem rechten Fahrstreifen 2 nach Parklücken 12, welche sich vor dem Gegenfahrzeug 13 befinden. Sofern eine zum
25 Parken des Fahrzeugs 1 ausreichend große Parklücke 12 gefunden wurde, kann das Fahrzeug 1 autonom in diese Parklücke 12 einparken, dort die Engstelle 5 sowie die Bewegung des Gegenfahrzeugs 13 mittels der Sensoren des Fahrzeugs 1 beobachten, aus der Parklücke 12 wieder ausparken, sobald das
30 Gegenfahrzeug 13 die Engstelle 5 nicht länger für das Passieren des Fahrzeugs 1 blockiert und die Engstelle 5 passieren. Falls keine Parklücke oder keine ausreichend große Parklücke erkannt wird, kann das Fahrzeug 1 auch rückwärts aus der Engstelle 5 wieder herausfahren und hinter dem hintersten der Fahrzeuge 6
35 warten, bis das Gegenfahrzeug 13 die Engstelle 5 passiert hat und danach selbst die Engstelle 5 passieren.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Verfahrens zum autonomen Fahren des Fahrzeugs nach Fig. 1 durch
eine Engstelle, z.B. die Engstelle nach Fig. 6. Wie im
Zusammenhang mit Fig. 6 beschrieben, wird eine Vorfahrtsregelung
5 für die Engstelle in einer Datenbank hinterlegt, auf welche das
Fahrzeug zugreifen kann, und die Engstelle wird mittels Sensoren
des Fahrzeugs erfasst. In Schritt 100 wird mittels der Sensoren
des fahrenden Fahrzeugs geprüft, ob sich ein dem Fahrzeug
entgegenkommendes Gegenfahrzeug im Bereich der Engstelle
10 befindet und - sofern ein Gegenfahrzeug erkannt worden ist - in
Schritt 200 mittels der Sensoren ermittelt, ob sich das
Gegenfahrzeug bereits innerhalb der Engstelle befindet, wobei
insbesondere eine weitere Beschleunigung des Fahrzeugs zur
Steigerung der Verkehrssicherheit und zur Einhaltung von
15 Verkehrsvorschriften unterbunden werden kann. Ein
Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs wendet die
Vorfahrtsregelung auf die vorliegende Situation an und gelangt
zu dem Ergebnis, dass das Gegenfahrzeug Vorfahrt hat, da sich das
die Engstelle verursachende Hindernis wie durch Fig. 6 gezeigt
20 auf dem Fahrstreifen des Fahrzeugs befindet.

Falls die Prüfung in Schritt 200 ergibt, dass sich das
Gegenfahrzeug nicht innerhalb der Engstelle befindet, wird das
Fahrzeug in Schritt 300 vor der Engstelle zum Stehen gebracht,
25 wo es wartet und sowohl die Engstelle als auch das Gegenfahrzeug
beobachtet. Dabei prüft das Fahrzeug, ob das Gegenfahrzeug die
Engstelle blockieren wird oder nicht, z.B. weil es die Engstelle
durch eine Vorfahrt bereits passiert hat, durch eine
Rückwärtsfahrt wieder verlassen hat, in eine Parklücke innerhalb
30 der Engstelle eingeparkt hat oder die Engstelle über eine
Abzweigung innerhalb der Engstelle verlassen hat. Sofern diese
Prüfung ergibt, dass das Gegenfahrzeug die Engstelle nicht
blockieren wird, setzt das Fahrzeug seine Fahrt in Schritt 400
fort und beginnt erneut in Schritt 100 mit der Prüfung, ob sich
35 ein dem Fahrzeug entgegenkommendes Gegenfahrzeug im Bereich der
Engstelle befindet und ermittelt - sofern ein Gegenfahrzeug
erkannt worden ist - in Schritt 200 mittels der Sensoren, ob sich
das Gegenfahrzeug bereits innerhalb der Engstelle befindet.

Bei dem jeweiligen Gegenfahrzeug kann es sich ebenfalls um ein Fahrzeug handeln, welches mittels dem erfindungsgemäßen Verfahren autonom fahren kann, so dass die beschriebenen
5 Verfahrensschritte auch analog mit dem Gegenfahrzeug durchgeführt werden können. Allerdings ist das Verfahren auch anwendbar, wenn lediglich das Fahrzeug erfindungsgemäß autonom fahren kann und das Gegenfahrzeug nicht.

10 Falls die Prüfung in Schritt 200 ergibt, dass sich das Gegenfahrzeug bereits innerhalb der Engstelle befindet, wird geschlussfolgert, dass die Engstelle durch das Gegenfahrzeug für ein Passieren des Fahrzeugs blockiert ist. In diesem Fall wird in Schritt 500 das Fahrzeug gestoppt und die Geschwindigkeit des
15 Gegenfahrzeugs gemessen. Sofern sich dabei ergibt, dass das Gegenfahrzeug steht, d.h. es wird eine Geschwindigkeit „null“ ermittelt, erfolgt in Schritt 600 eine Bestimmung bzw. ein Abruf eines Parameters einer Verkehrssituation bzw. deren Komplexität. In Abhängigkeit von dem bestimmten Parameter wird in Schritt 700
20 ein Wertebereich festgelegt, welcher eine maximale Timer-Ablaufzeit definiert. Insbesondere kann eine höhere Komplexität zu einem kleineren Wertebereich bzw. einer niedrigeren maximalen Timer-Laufzeit führen, wohingegen eine niedrigere Komplexität zu einem größeren Wertebereich bzw. einer
25 höheren maximalen Timer-Laufzeit führen kann.

Fig. 8 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Parameter der Komplexität der Verkehrssituation (dimensionslos; x-Achse) und dem Wertebereich des Timers bzw. der maximalen
30 Timer-Ablaufzeit in Sekunden (y-Achse). Der Parameter kann beispielsweise relativ hoch festgelegt werden, sofern sich hinter dem Fahrzeug nachfolgende Fahrzeuge befinden, welche nur schwerlich rückwärtsfahren oder wenden können, was einer relativ hohen Komplexität der Verkehrssituation entspricht (Wert „3“ auf
35 der x-Achse). Dem Parameter 3 auf der x-Achse ist ein Wertebereich von 0s bis 4s zugeordnet, das heißt eine maximale Timer-Ablaufzeit von 4s. Der Parameter kann auch relativ niedrig festgelegt werden (Wert „1“ auf der x-Achse), wenn z.B. eine freie

Parkmöglichkeit innerhalb der Engstelle in der Nähe des Fahrzeugs besteht, was einer relativ niedrigen Komplexität der Verkehrssituation entspricht. Dem Parameter 1 auf der x-Achse ist ein Wertebereich von 0s bis 10s zugeordnet, das heißt eine maximale Timer-Ablaufzeit von 10s. Ein auf der x-Achse mittlerer Parameter-Wert „2“ kann z.B. dann festgelegt werden, sofern sich schwer einsehbare Strecken rückwärts des Fahrzeugs befinden, was einer mittleren Komplexität der Verkehrssituation entspricht. Dem Parameter 2 auf der x-Achse ist ein Wertebereich von 0s bis 7s zugeordnet, das heißt eine maximale Timer-Ablaufzeit von 7s.

Gemäß Fig. 7 wird aus dem festgelegten Wertebereich, z.B. 0s bis 4s, in einem nächsten Schritt 800 per Zufallsentscheidung eine Anzahl von Sekunden ausgewählt, z.B. 3s, und ein Timer gestartet, welcher je nach gewählter Anzahl von Sekunden, z.B. 3s, abläuft. Vereinfacht ausgedrückt erfolgt somit eine Erkennung eines Problems, eine Bestimmung einer Situation, eine Definition eines situationsspezifischen Wertebereichs und eine Wahl einer Zufallszahl.

Nach Ablauf des Timers nimmt das Fahrzeug in Schritt 900a seine Fahrt zum Passieren der Engstelle wieder auf und prüft in Schritt 910a mittels der Sensoren, ob die Situation gelöst ist, insbesondere ob sich das Gegenfahrzeug auch vorwärtsbewegt und dadurch die Engstelle durch das Gegenfahrzeug weiterhin blockiert wird oder nicht. Falls die Prüfung ergibt, dass die Situation gelöst ist, wird das Verfahren ab Schritt 100 unter Fortsetzung bzw. Wiederaufnahme der Fahrt des Fahrzeugs erneut durchlaufen.

Falls die Prüfung in Schritt 910a jedoch ergibt, dass die Situation nicht gelöst ist, z.B. weil das Fahrzeug mittels seiner Sensoren feststellt, dass sich das Gegenfahrzeug vorwärts bewegt, so wird in Schritt 920a mittels der Sensoren geprüft, ob das Fahrzeug innerhalb der Engstelle in eine zur Verfügung stehende Parklücke einparken kann. Falls ja, parkt das Fahrzeug in Schritt 930a in der Parklücke ein. Aus der Parklücke heraus beobachtet das Fahrzeug in Schritt 940a mittels seiner Sensoren die

Engstelle und das Gegenfahrzeug. Sobald das Fahrzeug dabei feststellt, dass das Gegenfahrzeug die Engstelle zum Passieren des ersten Fahrzeugs nicht länger blockiert, parkt das Fahrzeug in Schritt 950a aus der Parklücke aus und das Verfahren wird ab Schritt 100 unter Fortsetzung der Fahrt des Fahrzeugs erneut durchlaufen.

Insbesondere wenn das Verfahren gemäß Fig. 7 sowohl auf das Fahrzeug als auch auf das Gegenfahrzeug angewendet wird und die Prüfung unter 920a ergibt, dass weder für das Fahrzeug noch das Gegenfahrzeug eine Parklücke zur Verfügung steht, so stoppen das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug in Schritt 960a, ihre Wertebereiche bzw. Timer-Ablaufzeiten werden in Schritt 970a um eine festlegbare Anzahl an Sekunden erhöht, z.B. um eine Sekunde, und das Verfahren wird ab Schritt 800 erneut durchlaufen, wobei das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug gegenseitig die Geschwindigkeit des jeweils anderen Fahrzeugs messen können. Eine Erhöhung des Wertebereichs um eine Sekunde kann auch dann erfolgen, wenn beide Fahrzeuge erkennen, dass das jeweils andere Fahrzeug (wieder) losfährt. In einem solchen Fall stoppen die Fahrzeuge und danach erfolgt die Erhöhung des Wertebereichs. Durch die Erhöhung der Timer-Ablaufzeit wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass das Fahrzeug und das Gegenfahrzeug zur gleichen Zeit wieder anfahren. Sofern das Gegenfahrzeug dann z.B. in Schritt 900a früher als das Fahrzeug wieder losfährt, kann das Fahrzeug eine Rückwärtsfahrt einleiten und versuchen, in eine zuletzt erkannte Parklücke (sofern erkannt) einzuparken oder die Engstelle durch Rückwärtsfahren wieder zu verlassen, wobei es das Gegenfahrzeug beobachtet. Sollte es hingegen beobachten, dass sich das Gegenfahrzeug in eine Parklücke bewegt oder seinerseits durch Rückwärtsfahrt die Engstelle verlässt, so kann das Fahrzeug seine Vorwärtsfahrt fortsetzen.

Falls in Schritt 500 eine negative Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs ermittelt wird, so wird daraus geschlussfolgert, dass das Gegenfahrzeug rückwärtsfährt, und die Engstelle zum Passieren des Fahrzeugs freigegeben wird. In diesem Fall setzt das

Fahrzeug seine Fahrt in Schritt 900b fort und prüft in Schritt 910b mittels der Sensoren, ob die Situation gelöst ist, insbesondere ob die Engstelle durch das Gegenfahrzeug blockiert wird oder nicht. Falls diese Prüfung ergibt, dass die Situation nicht gelöst ist, wird das Verfahren ab Schritt 500 erneut durchlaufen. Falls die Prüfung ergibt, dass die Situation gelöst ist, wird das Verfahren ab Schritt 100 unter Fortsetzung der Fahrt des Fahrzeugs erneut durchlaufen.

10 Fig. 9 zeigt wie in einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Wertebereich geändert werden kann, um eine dauerhafte Stausituation vermeiden zu können. Dabei wird in einem Schritt 101 ein Wertebereich definiert, z.B. wie im Zusammenhang mit Fig. 7 und 8 beschrieben. In einem folgenden Schritt 102 wird geprüft, ob eine erneute Stausituation mit einem selben Gegenfahrzeug vorliegt. Falls diese Prüfung negativ ausfällt, wird in Schritt 103 ein Default-Wert gewählt und in Schritt 104 geprüft, ob Parameter einer Komplexität einer Verkehrssituation (vgl. Fig. 7 und 8) vorhanden sind. Falls nein, wird das Verfahren mit Schritt 112 fortgesetzt, wobei ein Zufallswert aus dem Wertebereich ausgewählt wird. Falls ja, wird in Schritt 105 ein Parameter einer Komplexität einer Verkehrssituation bewertet, z.B. wie durch Fig. 7 und 8 gezeigt. Anschließend wird in Schritt 106 geprüft, ob die gegenwärtige Situation ein Weiterfahren des Fahrzeugs in Vorwärtsrichtung oder in Rückwärtsrichtung erschwert oder nicht. Falls nein, wird in Schritt 107 der Wertebereich erhöht und das Verfahren ab Schritt 104 erneut durchlaufen. Falls ja, wird in Schritt 108 geprüft, ob der momentane Wertebereich größer als 1s ist. Falls ja, wird der Wertebereich in Schritt 109 verkleinert und das Verfahren ab Schritt 105 erneut durchlaufen.

Sofern die Prüfung in Schritt 102 positiv ausfällt, wird in Schritt 110 geprüft, ob seit einer letzten Bewertung veränderte Parameter vorliegen. Sofern dies der Fall ist, wird das Verfahren mit Schritt 103 fortgesetzt. Sofern dies nicht der Fall ist, wird in Schritt 111 der Wertebereich erhöht und in Schritt 112 ein Zufallswert aus dem Wertebereich ausgewählt.

Bezugszeichenliste

	1	Fahrzeug
	2	rechter Fahrstreifen
5	3	Straße
	4	linker Fahrstreifen
	5	Engstelle
	6	parkende Fahrzeuge
	7	Trajektorie
10	8	Vorausbereich des Fahrzeugs
	9	Beginn der Engstelle
	10	Achtersbereich des Fahrzeugs
	11	rechte Umgebung des Fahrzeugs
	12	Parklücke
15	13	Gegenfahrzeug
	14	nachfolgendes Fahrzeug 14

Patentansprüche

1. Verfahren zum autonomen Fahren eines Fahrzeugs (1) durch eine Engstelle (5), umfassend die Verfahrensschritte:

- 5 - Hinterlegen einer Vorfahrtsregelung für die Engstelle (5) in einer Datenbank, auf welche das Fahrzeug (1) zugreifen kann,
- Erfassen der Engstelle (5) und eines im Bereich der Engstelle (5) entgegenkommenden Gegenfahrzeugs (13) mit Sensoren des Fahrzeugs,
- 10 - Ermitteln der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13) mittels von den Sensoren erfasster Geschwindigkeits-Daten,
- Voraussagen einer Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) in Abhängigkeit von der ermittelten Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13), und
- 15 - Verfahren des Fahrzeugs (1) durch die Engstelle (5), sofern
 - das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) ergibt, dass das Gegenfahrzeug (13) die Engstelle nicht passieren wird oder die Engstelle (5) zum Passieren freigibt oder
 - 20 - die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug (1) in der Engstelle (13) Vorfahrt hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- 25 - Ermitteln und Speichern einer Position eines Beginns (9) der Engstelle (5),
- Bestimmen einer aktuellen Position des Fahrzeugs (1) innerhalb der Engstelle (5),
- Bestimmen des Abstands (a) der aktuellen Position von der
- 30 - Position des Beginns (9) der Engstelle (13),
- Erfassen mittels der Sensoren, ob sich zumindest ein nachfolgendes Fahrzeug (14) hinter dem Fahrzeug (1) befindet, wobei das nachfolgende Fahrzeug (14) eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs (1) aus der Engstelle (5) heraus verhindert, und
- 35 - Verfahren des Fahrzeugs (1) aus der Engstelle (5) heraus in Rückwärtsrichtung des Fahrzeugs (1), falls
 - das Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) ergibt, dass das Gegenfahrzeug (13) die Engstelle (5)

passieren wird oder die Engstelle (5) zum Passieren nicht freigibt oder die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug (1) in der Engstelle (5) keine Vorfahrt hat, und

- 5 - kein nachfolgendes Fahrzeug (14) hinter dem Fahrzeug (1) erfasst wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch

- 10 - Erfassen einer Haltestelle (12) innerhalb der Engstelle (5) mittels der Sensoren während des Verfahrens des Fahrzeugs (1) durch die Engstelle (5), wobei die Haltestelle (12) eine zum Parken des Fahrzeugs (1) ausreichende Größe aufweist,
- Ermitteln und Speichern einer Position der erfassten Haltestelle (12),
- 15 - Erfassen mittels der Sensoren, ob sich zumindest ein nachfolgendes Fahrzeug (14) hinter dem Fahrzeug (1) befindet, wobei das nachfolgende Fahrzeug (14) eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs (1) aus der Engstelle (5) heraus verhindert, und
- Einparken des Fahrzeugs (1) in der Haltestelle (12), falls das
- 20 Voraussagen der Reaktion des Gegenfahrzeugs (13) ergibt, dass das Gegenfahrzeug (13) die Engstelle (5) passieren wird oder die Engstelle (5) zum Passieren nicht freigibt oder die in der Datenbank hinterlegte Vorfahrtsregelung vorsieht, dass das Fahrzeug (1) in der Engstelle (5) keine Vorfahrt hat.

25

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

- Bestimmen eines Parameters einer Komplexität einer Verkehrssituation im Bereich der Engstelle (5), sofern die
- 30 Ermittlung der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13) ergibt, dass das Gegenfahrzeug (13) steht,
- Festlegen eines Wertebereichs, welcher eine maximale Ablaufzeit eines Timers in Sekunden definiert, in Abhängigkeit von dem bestimmten Parameter,
- 35 - Zufälliges Auswählen einer Anzahl von Sekunden aus dem Wertebereich, wobei der Timer entsprechend der ausgewählten Anzahl von Sekunden abläuft,

- autonomes Verfahren des Fahrzeugs (1) innerhalb der Engstelle (5) in Vorwärtsrichtung des Fahrzeugs (1) nach Ablauf des Timers, und
- Prüfen mittels der Sensoren, ob die Engstelle (5) durch das Fahrzeug (1) passiert werden kann.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Komplexität der Verkehrssituation im Bereich der Engstelle (5) in Abhängigkeit von wenigstens einem der folgenden Kriterien erfolgt:

- Vorhandensein wenigstens eines nachfolgenden Fahrzeugs (14) hinter dem Fahrzeug (1),
- Anzahl vorhandener nachfolgender Fahrzeuge (14) hinter dem Fahrzeug (1),
- Art vorhandener nachfolgender Fahrzeuge (14) hinter dem Fahrzeug (1),
- Vorhandensein einer Haltestelle (12) für das Fahrzeug (1) innerhalb der Engstelle (5) und
- Komplexität der Engstelle (5).

20

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass - das Verfahren mit dem Fahrzeug (1) und mit dem Gegenfahrzeug (14) angewendet wird, und

- der Wertebereich um wenigstens eine Sekunde erhöht wird, sofern das Ermitteln der Geschwindigkeit des Gegenfahrzeugs (13) und des Fahrzeugs (1) mittels von den Sensoren erfasster Geschwindigkeits-Daten ergibt, dass

- das Fahrzeug (1) und das Gegenfahrzeug (13) stehen oder
- das Fahrzeug (1) und das Gegenfahrzeug (13) in ihrer jeweiligen Vorwärtsrichtung fahren.

30

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet durch

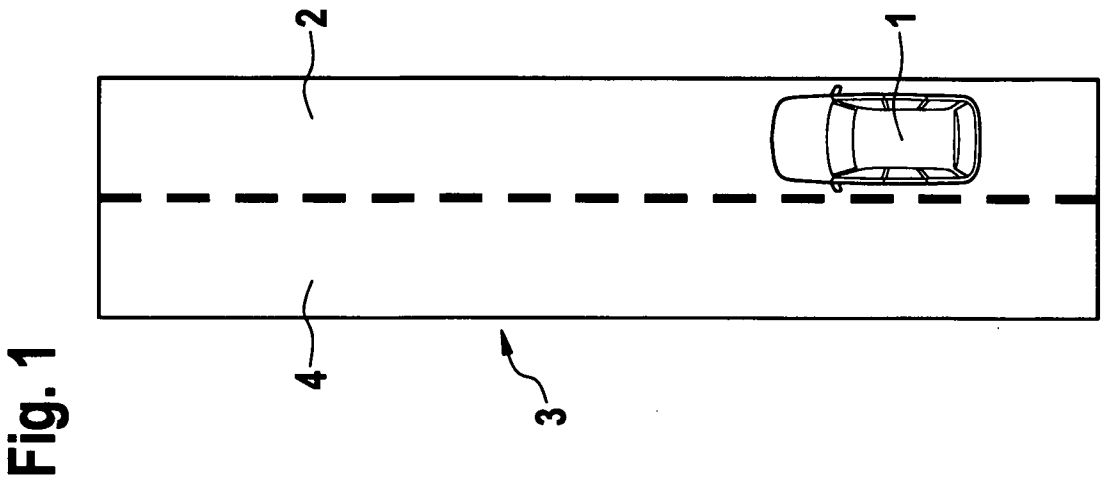
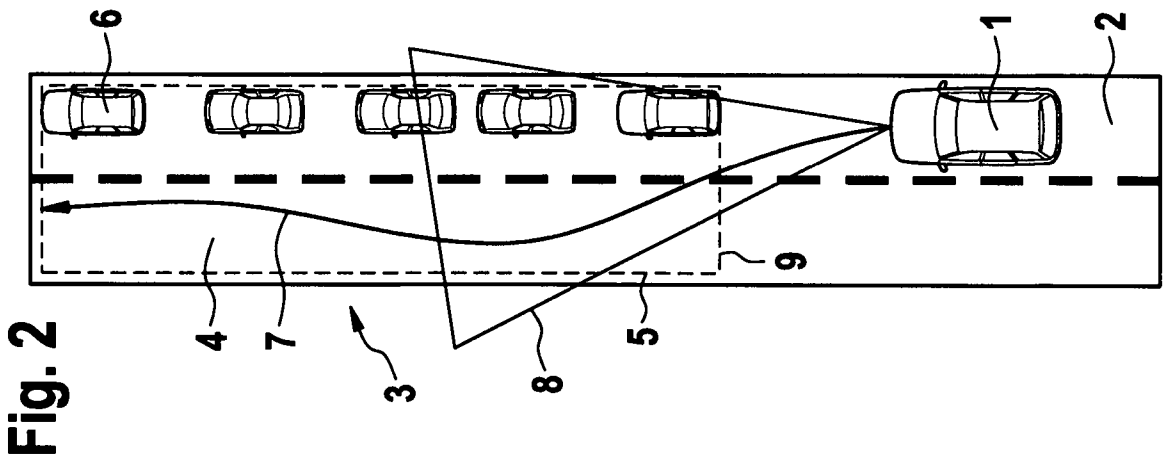
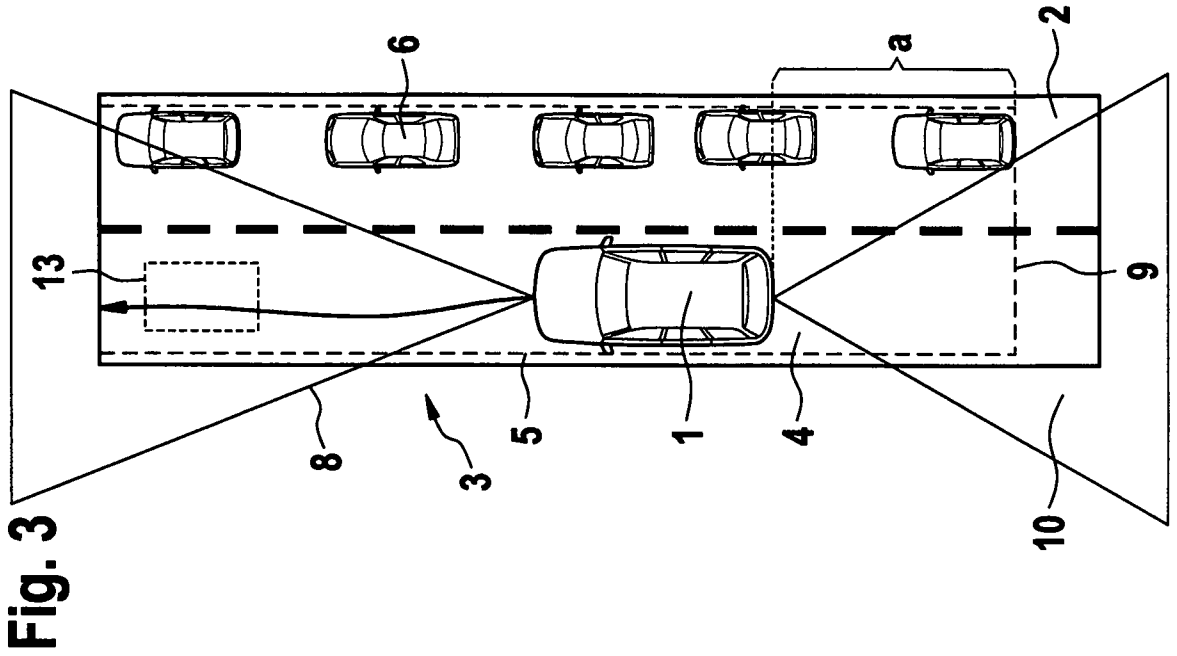
- Bewerten des bestimmten Parameters der Komplexität der Verkehrssituation im Bereich der Engstelle (5) und Ermitteln, ob die Verkehrssituation eine Weiterfahrt des Fahrzeugs (1) in seiner Vorwärtsrichtung oder in seiner Rückwärtsrichtung erschwert, und

35

- Erhöhen des Wertebereichs, sofern die Verkehrssituation die Weiterfahrt des Fahrzeugs (1) in seiner Vorwärtsrichtung oder in seiner Rückwärtsrichtung erschwert, oder
- Verkleinern des Wertebereichs, sofern die Verkehrssituation die Weiterfahrt des Fahrzeugs (1) in seiner Vorwärtsrichtung oder in seiner Rückwärtsrichtung nicht erschwert.

5
10 8. Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug (1, 13), wobei das Fahrerassistenzsystem zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche eingerichtet ist.

9. Fahrzeug (1, 13) mit einem Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 7.



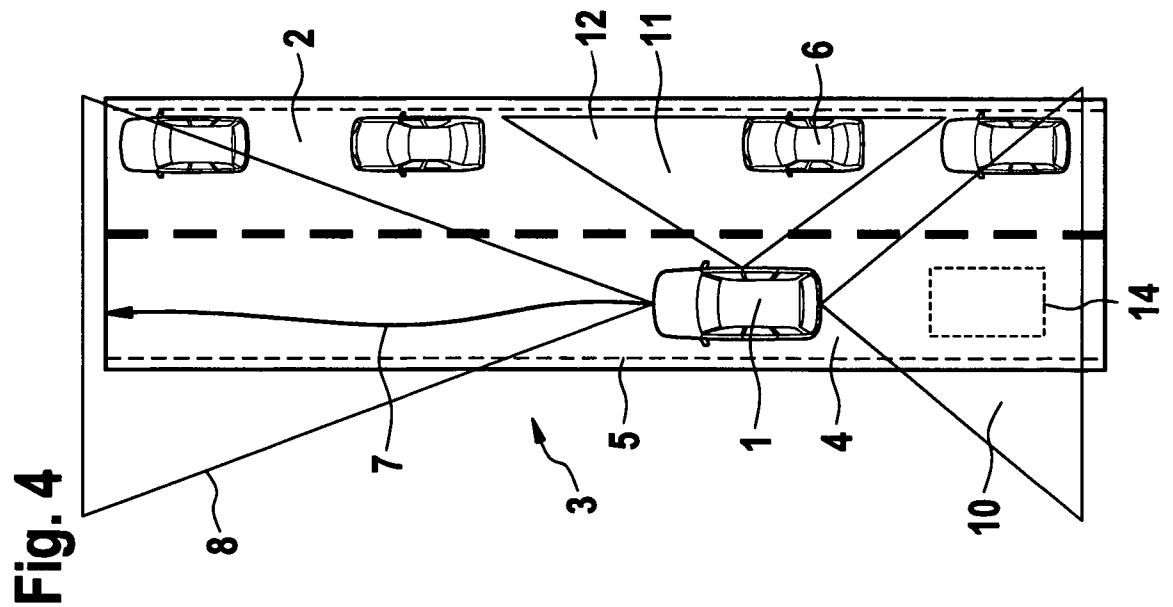
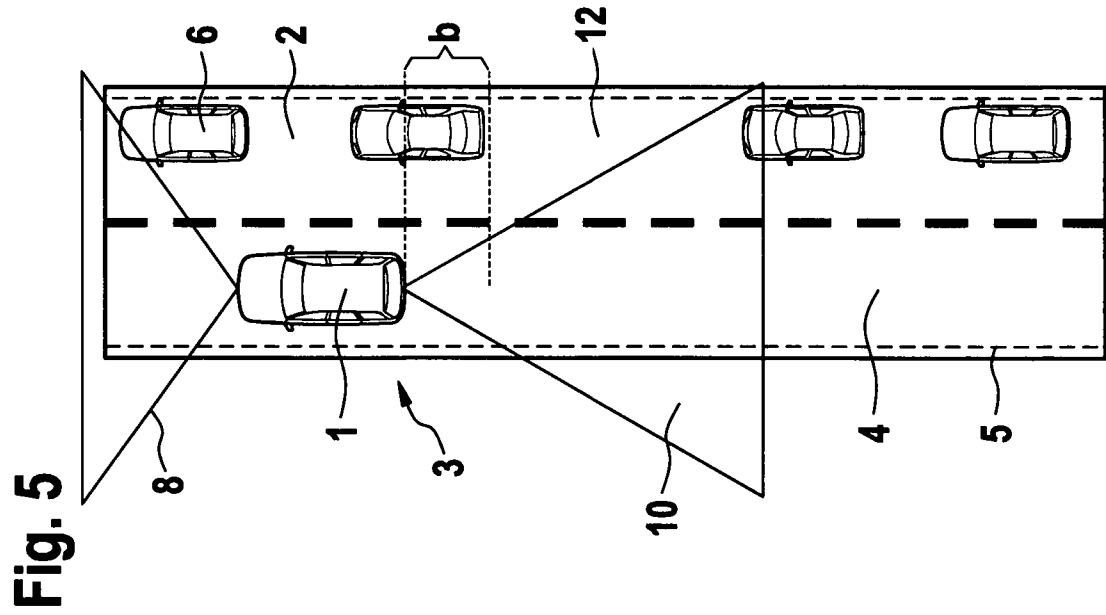
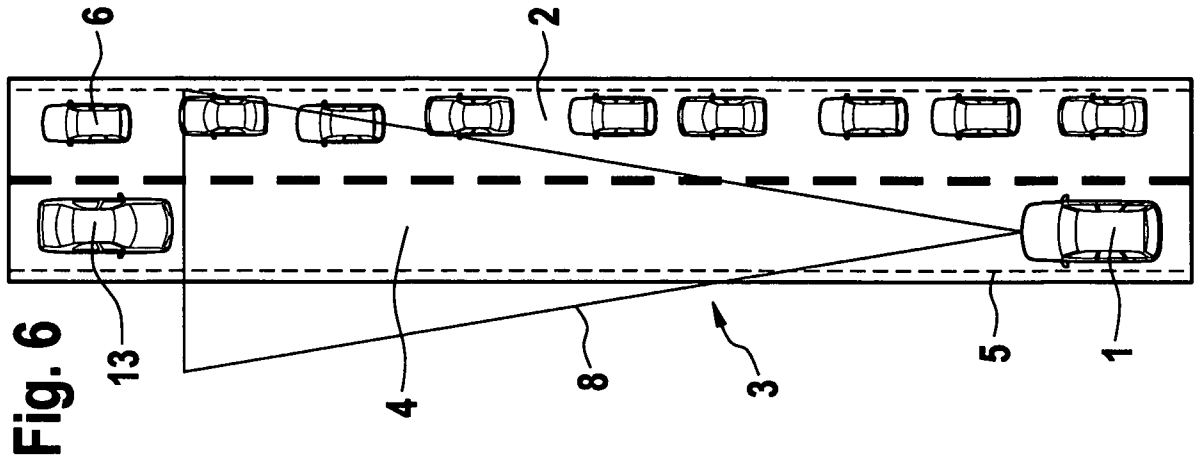


Fig. 7

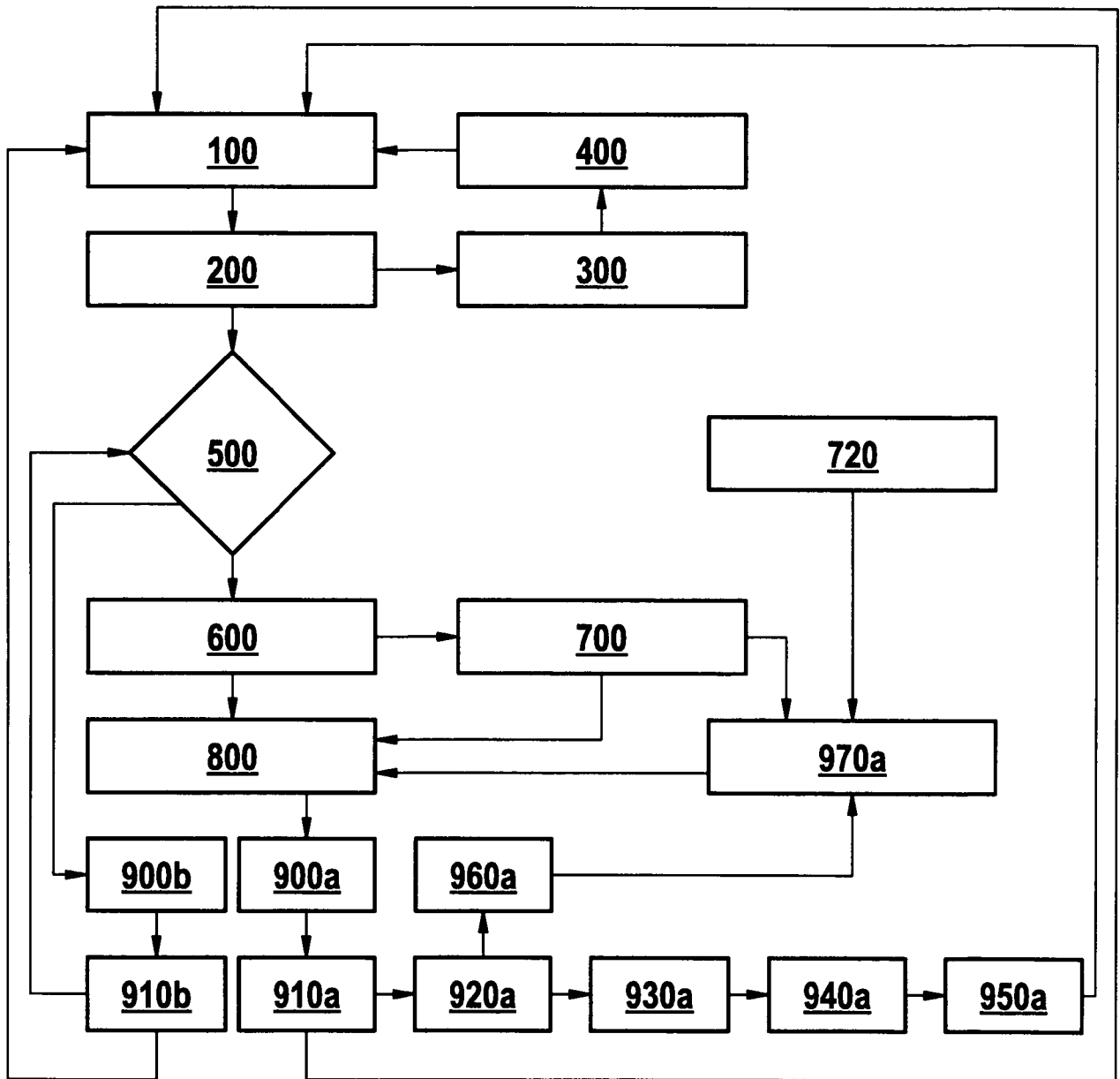


Fig. 8

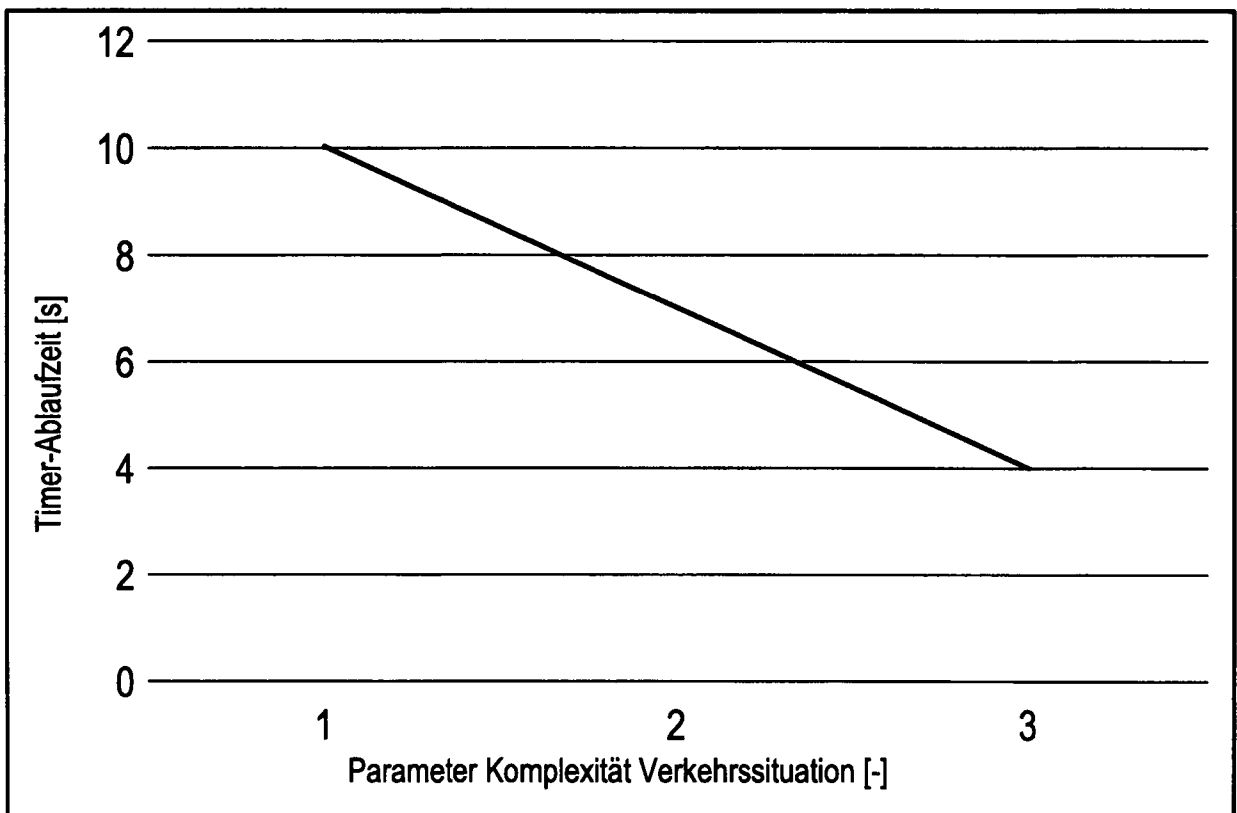
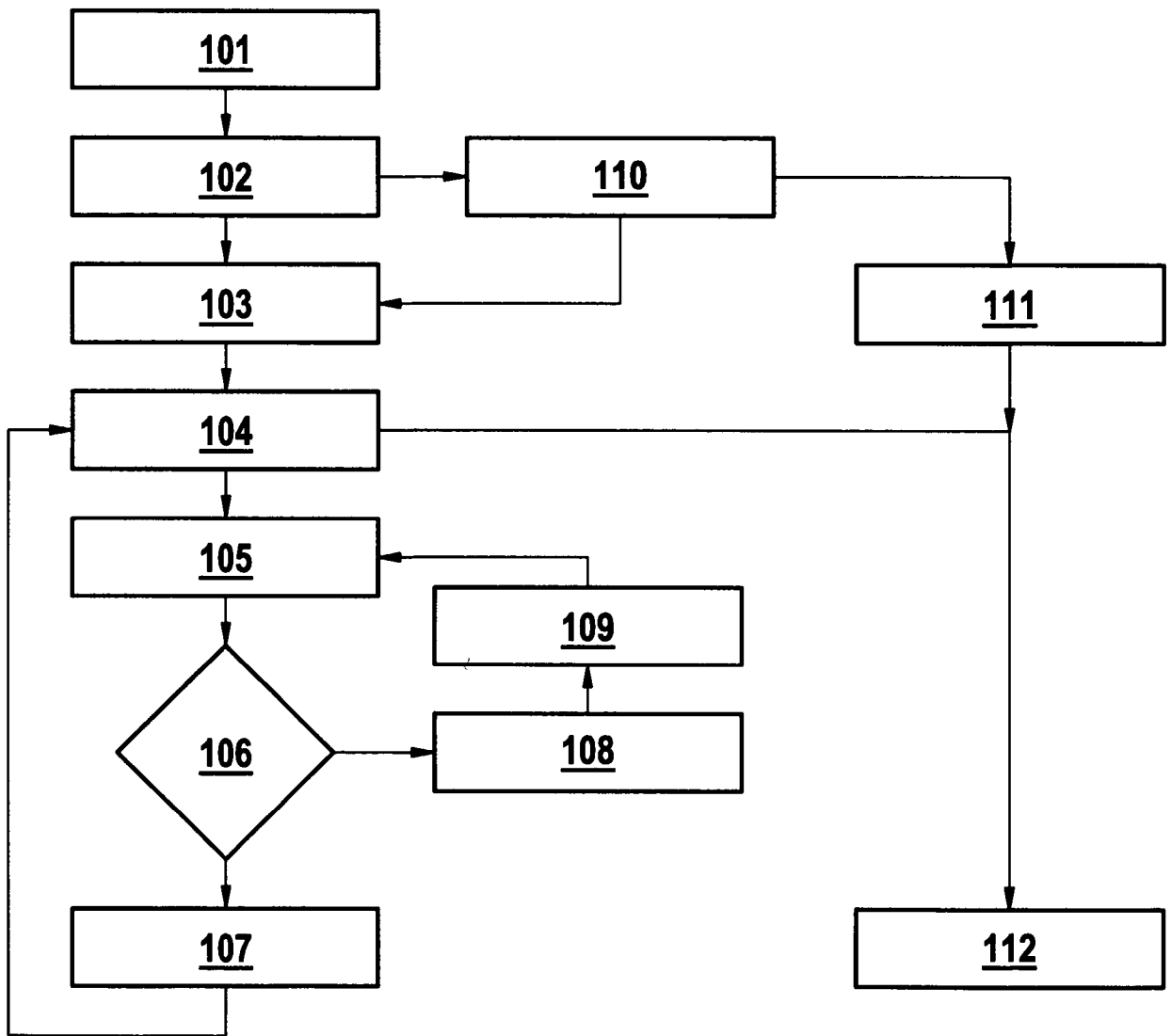


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/200047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05D1/02
ADD.

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)
G05D

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2012 215093 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27 February 2014 (2014-02-27) the whole document	1-9
Y	DE 10 2015 219467 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraph [0001] - paragraph [0012] paragraphs [0062], [0083] ----- -/--	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<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 4 August 2017	Date of mailing of the international search report 10/08/2017
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Pöllmann, H
--	---------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/200047

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HYUNJIN KIM, HYUNJEONG LEE: "User-Centered Approach to Path Planning of Cleaning Robots: Analyzing User's Cleaning Behavior", ACM, 2 PENN PLAZA, SUITE 701 - NEW YORK USA, 8 March 2007 (2007-03-08), - 11 March 2007 (2007-03-11), XP040057714, New York abstract</p>	1-9
A	<p>----- DE 10 2014 007030 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 19 November 2015 (2015-11-19) the whole document</p>	1-9
A	<p>----- EP 1 475 765 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 November 2004 (2004-11-10) the whole document</p> <p>-----</p>	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/200047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012215093 A1	27-02-2014	CN 104837707 A	12-08-2015
		DE 102012215093 A1	27-02-2014
		EP 2888139 A1	01-07-2015
		JP 6017044 B2	26-10-2016
		JP 2015532747 A	12-11-2015
		US 2015224988 A1	13-08-2015
		WO 2014029549 A1	27-02-2014

DE 102015219467 A1	14-04-2016	DE 102015219467 A1	14-04-2016
		EP 3204927 A1	16-08-2017
		WO 2016055560 A1	14-04-2016

DE 102014007030 A1	19-11-2015	NONE	

EP 1475765 A2	10-11-2004	DE 102004015749 A1	02-12-2004
		EP 1475765 A2	10-11-2004
		US 2005012603 A1	20-01-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G05D1/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G05D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2012 215093 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Februar 2014 (2014-02-27) das ganze Dokument -----	1-9
Y	DE 10 2015 219467 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 14. April 2016 (2016-04-14) Absatz [0001] - Absatz [0012] Absätze [0062], [0083] ----- -/--	1-9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. August 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/08/2017

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

Pöllmann, H

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HYUNJIN KIM, HYUNJEONG LEE: "User-Centered Approach to Path Planning of Cleaning Robots: Analyzing User's Cleaning Behavior", ACM, 2 PENN PLAZA, SUITE 701 - NEW YORK USA, 8. März 2007 (2007-03-08), - 11. März 2007 (2007-03-11), XP040057714, New York Zusammenfassung</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>DE 10 2014 007030 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 19. November 2015 (2015-11-19) das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>EP 1 475 765 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. November 2004 (2004-11-10) das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/200047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012215093 A1	27-02-2014	CN 104837707 A	12-08-2015
		DE 102012215093 A1	27-02-2014
		EP 2888139 A1	01-07-2015
		JP 6017044 B2	26-10-2016
		JP 2015532747 A	12-11-2015
		US 2015224988 A1	13-08-2015
		WO 2014029549 A1	27-02-2014

DE 102015219467 A1	14-04-2016	DE 102015219467 A1	14-04-2016
		EP 3204927 A1	16-08-2017
		WO 2016055560 A1	14-04-2016

DE 102014007030 A1	19-11-2015	KEINE	

EP 1475765 A2	10-11-2004	DE 102004015749 A1	02-12-2004
		EP 1475765 A2	10-11-2004
		US 2005012603 A1	20-01-2005
