

(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
02. Juni 2022 (02.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/112200 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 30/09 (2012.01) *G06V 20/58* (2022.01)
B60W 30/095 (2012.01) *G08G 1/16* (2006.01)
B60W 30/06 (2006.01) *G01S 15/00* (2020.01)
B62D 15/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/082580

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. November 2021 (23.11.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 131 281.4
26. November 2020 (26.11.2020) DE

(71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: FICHTNER, Robert; 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). FUCHS, Fabian; 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). GUECHAI, Wael; 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). BENSEMANN, Rolf; 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(74) Anwalt: MELECHIN, Vitali; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A DRIVER ASSISTANCE SYSTEM, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, DRIVER ASSISTANCE SYSTEM AND VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES FAHRASSISTENZSYSTEMS, COMPUTERPROGRAMMPRODUKT, FAHRASSISTENZSYSTEM UND FAHRZEUG

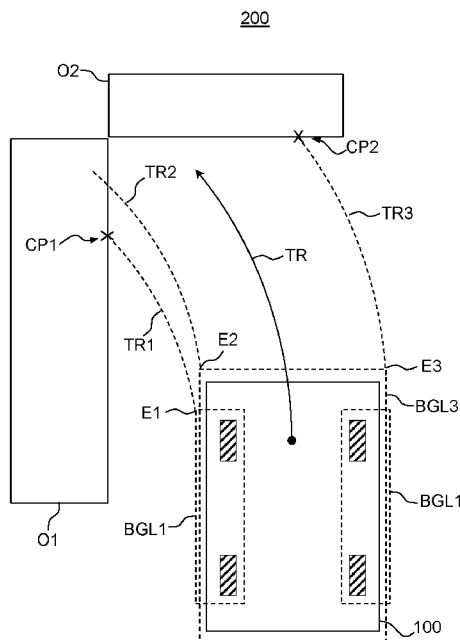


FIG. 5

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a driver assistance system (110) for a vehicle (100). The method comprises the steps: a) receiving (S1) a three-dimensional surroundings map (3DD) indicative of the surroundings (200) of the vehicle (100), b) determining (S2) a model (MOD) of the vehicle (100) according to model data of the vehicle (100), wherein the model (MOD) comprises a division of the vehicle (100) into a number of height intervals (HI1 – HI4), c) determining (S3) a number of interval surroundings maps (2DK1 – 2DK4) according to the determined model (MOD) and the received three-dimensional surroundings map (3DD), wherein, for at least one height interval (HI1 – HI4) of the number of height intervals (HI1 – HI4) contained in the model (MOD), an interval surroundings map (2DK1 – 2DK4) associated with the height interval (HI1 – HI4) is determined, and d) operating (S3) the driver assistance system (110) according to the number of determined interval surroundings maps (2DK1 – 2DK4).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrerassistenzsystems (110) für ein Fahrzeug (100) vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die Schritte: a) Empfangen (S1) einer für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD), b) Ermitteln (S2) eines Modells (MOD) des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit von Modelldaten des Fahrzeugs (100), wobei das Modell (MOD) eine Aufteilung des Fahrzeugs (100) in eine Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) umfasst, c) Ermitteln (S3) einer Anzahl von Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4) in Abhängigkeit des ermittelten Modells (MOD) und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD), wobei für wenigstens ein Höhenintervall (HI1 – HI4) der in dem Modell (MOD) enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) eine dem Höhenintervall (HI1 – HI4) zugeordnete Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) ermittelt wird, und d) Betreiben (S3) des Fahrerassistenzsystems (110) in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4).



WO 2022/112200 A1

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.

- (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)

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES FAHRASSISTENZSYSTEMS,
COMPUTERPROGRAMMPRODUKT, FAHRASSISTENZSYSTEM UND FAHRZEUG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems,
5 ein Computerprogrammprodukt, ein Fahrassistenzsystem und Fahrzeug mit einem solchen
Fahrassistenzsystem.

Bekannte Fahrassistenzsysteme sind dazu eingerichtet, einen Fahrer vor einer drohenden
Kollision mit einem Hindernis zu warnen. Hierbei wird beispielsweise auf Basis von Umge-
10 bungssensoren ein Abstand des Fahrzeugs von einem Hindernis ermittelt. Dies ist insbeson-
dere bei unübersichtlichen Fahrmanövern, wie sie häufig bei einem Parkvorgang vorkom-
men, hilfreich.

Für die Kollisionswarnung kann es auf die Höhe oder Form eines Hindernisses sowie auf die
15 Form des Fahrzeugs ankommen. Daher wird vorzugsweise ein dreidimensionales Modell
des Fahrzeugs und ein dreidimensionales Modell des Hindernisses benutzt, um eine mög-
lichst genaue Kollisionswarnung zu erhalten. Dies benötigt eine sehr hohe Rechenleistung
und bedarf daher teurer Komponenten.

DE 10 2009 032 541 B4 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrerassistenzsys-
tems eines Fahrzeugs, wobei bei dem Verfahren mit wenigstens einem Sensor des Fahrer-
assistenzsystems eine relative Lage eines außerhalb des Fahrzeugs befindlichen Objekts
bezüglich des wenigstens einen Sensors erfasst wird und anhand der erfassten Lage und
anhand eines Modells für zumindest eine Kontur einer Außenfläche des Fahrzeugs ein Ab-
25 stand des Objekts zu dem Fahrzeug ermittelt wird, wobei für zumindest ein Bauteil des Fahr-
zeugs ein Zustand erfasst wird, wobei durch das zumindest eine Bauteil abhängig von sei-
nem Zustand eine äußere Form des Fahrzeugs bestimmt ist, und wobei das Modell abhängig
von dem erfassten Zustand verändert wird. Das Modell bildet eine dreidimensionale Form
der Außenfläche nach. Eine Eigenbewegung des Fahrzeugs und/oder eine Bewegung des
30 Objekts wird erfasst und es wird ein zu einem vorgegebenen zukünftigen Zeitpunkt vorhan-

dener Abstand anhand der erfassten Eigenbewegung und/oder der erfassten Bewegung des Objekts berechnet, falls zu dem zukünftigen Zeitpunkt eine relative Lage des Objekts von dem wenigstens einen Sensor nicht mehr erfassbar ist.

- 5 Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, den betrieb eines Fahrassistenzsystems zu verbessern.

Gemäß einem ersten Aspekt wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems für ein Fahrzeug vorgeschlagen. In einem ersten Schritt a) wird eine für eine Umgebung des
10 Fahrzeugs indikative dreidimensionale Umgebungskarte empfangen. In einem zweiten Schritt b) wird ein Modell des Fahrzeugs in Abhängigkeit von Modelldaten des Fahrzeugs ermittelt, wobei das Modell eine Aufteilung des Fahrzeugs in eine Anzahl von Höhenintervallen umfasst. In einem dritten Schritt c) wird eine Anzahl von Intervall-Umgebungskarten in Abhängigkeit des ermittelten Modells und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungs-
15 karte ermittelt. Hierbei wird für wenigstens ein Höhenintervall der in dem Modell enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen eine dem Höhenintervall zugeordnete Intervall-Umgebungskarte ermittelt. In einem vierten Schritt d) wird das Fahrassistenzsystem in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten betrieben.

20 Das Ermitteln von Intervall-Umgebungskarten hat den Vorteil, dass je nach aktueller Umgebung und der Fahrsituation lediglich eine der Intervall-Umgebungskarten relevante Daten aufweisen kann, so dass eine Rechenleistung, die zum Ermitteln von für den Betrieb des Fahrassistenzsystems relevanten Daten, wie beispielsweise Abstände, reduziert sein kann, da die Menge an zu verarbeitenden Daten reduziert ist.

25

Die dreidimensionale Umgebungskarte umfasst beispielsweise eine Punktwolke mit einer Menge einzelner Messpunkte, wobei jedem Messpunkt eine dreidimensionale Position umfassend einen Höhenwert, einen Breitenwert und einen Längenwert in einem Referenzkoordinatensystem zugeordnet ist. Ein jeweiliger Messpunkt bezieht sich dabei insbesondere auf
30 ein in der Umgebung angeordnetes Objekt. Das Referenzkoordinatensystem bezieht sich

insbesondere auf einen Referenzpunkt des Fahrzeugs, wie den Mittelpunkt einer Hinterachse. Das Referenzkoordinatensystem ist vorzugsweise ein kartesisches Koordinatensystem, wobei beispielsweise eine x-Achse entlang der Längsrichtung des Fahrzeugs, eine y-Achse entlang der Querrichtung des Fahrzeugs und eine z-Achse senkrecht zu der Längs- und Querrichtung zeigt. Alternativ kann die dreidimensionale Umgebungskarte eine für jedes Objekt in der Umgebung eine geometrische Repräsentation umfassen. Beispielsweise kann ein Objekt als eine Fläche im Raum oder als ein voluminöses Objekt im Raum repräsentiert sein.

Die dreidimensionale Umgebungskarte umfasst für wenigstens ein in der Umgebung angeordnetes Objekt eine Höheninformation.

Darunter, dass das Modell eine Aufteilung des Fahrzeugs in eine Anzahl von Höhenintervallen umfasst, ist beispielsweise zu verstehen, dass das Modell eines oder mehrere definierte Höhenintervalle umfasst. Die Anzahl umfasst damit eine Menge N Höhenintervalle, wobei $N \geq 1$ ist. Ein Höhenintervall wird beispielsweise von zwei Höhenlinien begrenzt. Daher kann man auch sagen, dass das Modell eine Anzahl von Höhenlinien umfasst. Eine Höhenlinie kann auch als Niveaulinie oder Isohypse bezeichnet werden. Das Modell umfasst wenigstens $N+1$ Höhenlinien.

Ein jeweiliges Höhenintervall erstreckt sich damit beispielsweise von einer ersten Höhenlinie bis zu einer zweiten Höhenlinie. Hierbei kann sich das Höhenintervall um einen vorbestimmten Toleranzwert über eine jeweilige Höhenlinie hinaus erstrecken. Für unterschiedliche Höhenlinien können dabei unterschiedliche Toleranzwerte vorbestimmt sein.

Beispielsweise kann ein Fahrzeug mit einer Dachhöhe von zwei Metern in drei Höhenintervalle unterteilt werden, wobei ein erstes Höhenintervall 8 – 12 cm umfasst, ein zweites Höhenintervall umfasst 12 – 25 cm und ein drittes Höhenintervall umfasst 25 – 200 cm. Bei diesem Beispiel umfasst das Modell vier Höhenlinien, die bei 8, 12, 25 und 200 cm liegen. Das Modell kann aber auch nur ein einzelnes Höhenintervall von 20 - 200 cm umfassen.

Die Höhenintervalle können disjunkt sein, das heißt, dass sie sich nicht überlappen. Dann bildet eine Höhenlinie jeweils die Grenze zwischen zwei Höhenintervallen. Die Höhenintervalle können sich jedoch auch teilweise überlappen. Insbesondere kann eine Intervallgrenze beiden angrenzenden Höhenintervallen zugeordnet sein. Weiterhin können sich benachbarte Höhenintervalle um einen Toleranzwert, beispielsweise 5 cm, überlappen. Ein Höhenintervall kann ferner mehrere Intervallabschnitte umfassen, die nicht zusammenhängend sind. Beispielsweise kann ein Höhenintervall die Intervallabschnitte 10 – 20 cm und 60 – 120 cm umfassen.

- 5 Das Modell umfasst vorzugsweise eine Aufteilung des Fahrzeugs in zwei Höhenintervalle, bevorzugt in drei Höhenintervalle, weiter bevorzugt in vier Höhenintervalle, weiter bevorzugt in fünf oder noch mehr Höhenintervalle.

- Die Modelldaten des Fahrzeugs umfassen beispielsweise eine Fahrzeuggeometrie und/oder ein dreidimensionales Modell des Fahrzeugs. Die Modelldaten können auch eines oder mehrere vorbestimmte Höhenintervalle oder Höhenlinien umfassen.

- Das Ermitteln der Intervall-Umgebungskarten umfasst das Ermitteln von wenigstens einer Intervall-Umgebungskarte. Vorzugsweise wird für mehrere Höhenintervalle des Modells eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte ermittelt. Eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte ist insbesondere einem jeweiligen Höhenintervall des Modells zugeordnet. Eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte umfasst insbesondere die in dem zugeordneten Höhenintervall liegenden Informationen der dreidimensionalen Umgebungskarte. Man kann auch sagen, dass eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte einen Schnitt, insbesondere einen horizontalen Schnitt, der dreidimensionalen Umgebungskarte umfasst.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte der Anzahl einen Ausschnitt der dreidimensionalen Umgebungskarte gemäß dem der Intervall-Umgebungskarte zugeordneten Höhenintervall.

Das Betreiben des Fahrassistenzsystems in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten kann eine Vielzahl möglicher Verfahrensschritte umfassen. Insbesondere können die Intervall-Umgebungskarten für die Ermittlung eines Abstands des Fahrzeugs zu Objekten in der Umgebung, für die Ermittlung einer Trajektorie in einem unterstützenden oder teilautonomen oder vollautonomen Fahrmodus, für die Ermittlung einer möglichen Kollision und dergleichen mehr verwendet werden.

Das Fahrassistenzsystem kann auch als Parkassistenzsystem oder als Fahrerassistenzsystem bezeichnet werden. Das Fahrassistenzsystem ist insbesondere zum teilautonomen oder vollautonomen Fahren des Fahrzeugs eingerichtet. Unter teilautonomem Fahren wird beispielsweise verstanden, dass das Fahrassistenzsystem eine Lenkvorrichtung und/oder eine Fahrstufenautomatik steuert. Unter vollautonomem Fahren wird beispielsweise verstanden, dass das Fahrassistenzsystem zusätzlich auch eine Antriebseinrichtung und eine Bremsenrichtung steuert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte der Anzahl eine zweidimensionale Umgebungskarte.

Auf Basis der zweidimensionalen Umgebungskarte lassen sich Abstände und/oder mögliche Kollisionen in besonders einfacher Weise ermitteln. Dies ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine benötigte Rechenleistung zur Verarbeitung der jeweiligen Intervall-Umgebungskarte.

Insbesondere ist die jeweilige Intervall-Umgebungskarte als eine zweidimensionale Umgebungskarte ausgebildet.

Die zweidimensionale Umgebungskarte kann beispielsweise durch eine Projektion der in der Intervall-Umgebungskarte enthaltenen dreidimensionalen Informationen, insbesondere Messpunkten, auf eine horizontale Ebene ermittelt werden. Die horizontale Ebene erstreckt sich hierbei insbesondere senkrecht zu einer z-Achse eines kartesischen Koordinatensystems.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt b) zusätzlich ein Ermitteln einer Anzahl von Begrenzungslinien in Abhängigkeit der Modelldaten, wobei eine jeweilige Begrenzungslinie einem Höhenintervall der Anzahl von Höhenintervallen zugeordnet ist.

Eine jeweilige Begrenzungslinie bildet insbesondere ein zweidimensionales Objekt. Zudem weist eine jeweilige Begrenzungslinie eine bestimmte Position oder Anordnung in einem Referenzkoordinatensystem des Fahrzeugs auf.

Eine jeweilige Begrenzungslinie bildet vorzugsweise eine geschlossene Form, wie beispielsweise ein Vieleck, insbesondere ein Dreieck, ein Viereck, ein Fünfeck, ein Sechseck, ein Siebeneck, ein Achteck, eine Raute, ein Parallelogramm oder eine Freihand-Form. Eine Begrenzungslinie kann auch mehrere, räumlich voneinander getrennte Linien und/oder Formen umfassen.

Vorzugsweise wird für jedes Höhenintervall der Anzahl eine entsprechende Begrenzungslinie ermittelt und dem Höhenintervall zugeordnet. Damit korrespondiert die jeweilige Begrenzungslinie mit der dem Höhenintervall zugeordneten Intervall-Umgebungskarte. Da die Begrenzungslinie eine bestimmte Position in dem Referenzkoordinatensystem des Fahrzeugs aufweist, kann diese in der Intervall-Umgebungskarte dargestellt werden, wobei Positionen und Abstände zu anderen Objekten in der Intervall-Umgebungskarte insbesondere maßstabsgerecht sind.

Eine jeweilige Begrenzungslinie dient insbesondere dem Zweck, Bereiche des Fahrzeugs, die in dem zugeordneten Höhenintervall liegen und die daher mit einem in dem Höhenintervall liegenden Objekt kollidieren können, in der Art eines Umrisses darzustellen. Die Begrenzungslinie muss nicht exakt dem Umriss des Bereichs des Fahrzeugs, der in dem jeweiligen Höhenintervall liegt, entsprechen, sondern kann insbesondere weiter gefasst sein. Hierbei können beispielsweise vorbestimmte oder auch dynamisch ermittelte Toleranzwerte genutzt

werden, um die jeweilige Begrenzungslinie auf Basis des Umrisses des entsprechenden Bereichs des Fahrzeugs zu ermitteln. Ein dynamisch bestimmter Toleranzwert kann insbesondere in Abhängigkeit eines aktuellen Fahrmanövers veränderlich sein.

- 5 Beispielsweise kann eine Begrenzungslinie für ein Höhenintervall zwischen 8 – 12 cm jeweils ein Rechteck für jedes Rad umfassen, da ein jeweiliges Rad mit einem Objekt, das über 8 cm hoch ist, kollidieren kann (das Intervall 8 – 12 cm ist lediglich beispielhaft zu verstehen). Eine weitere Begrenzungslinie für ein Höhenintervall zwischen 12 – 25 cm umfasst beispielsweise ein einzelnes Rechteck, das fast einen Umriss der Karosserie darstellt, allerdings an der Front und am Heck noch etwas näher an den Rädern liegt. Der durch die Begrenzungslinie begrenzte Bereich des Fahrzeugs ist gefährdet, mit Objekten, die größer als 12 cm sind, zu kollidieren. Die Front und das Heck des Fahrzeugs weisen demgegenüber eine Bodenfreiheit von über 25 cm auf, weshalb diese Bereiche von der Begrenzungslinie nicht umfasst sind.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt d) ein Ermitteln einer Distanz des Fahrzeugs zu einem Objekt in der Umgebung in Abhängigkeit von wenigstens einer der ermittelten Intervall-Umgebungskarten der Anzahl und der Begrenzungslinie, die dem der Intervall-Umgebungskarte zugeordneten Höhenintervall zugeordnet ist.

20

Insbesondere wenn die Intervall-Umgebungskarte eine zweidimensionale Umgebungskarte umfasst, ist das Ermitteln des Abstands sehr einfach und benötigt nur einen geringen Rechenaufwand.

- 25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt d) zusätzlich ein Ermitteln einer Kollision des Fahrzeugs mit einem Objekt in der Umgebung in Abhängigkeit von einer empfangenen vorhergesagten Trajektorie des Fahrzeugs, wenigstens einer der ermittelten Intervall-Umgebungskarten der Anzahl und der Begrenzungslinie, die dem der Intervall-Umgebungskarte zugeordneten Höhenintervall zugeordnet ist.

30

Die vorhergesagte Trajektorie umfasst beispielsweise eine Extrapolation des Fahrwegs des Fahrzeugs auf Basis des aktuellen Fahrzustands, insbesondere einem aktuellen Lenkwinkel und/oder Radwinkel. Die vorhergesagte Trajektorie kann aber auch bereits geplante Manöver, wie ein Lenken des Fahrzeugs, umfassen. Auf diese Weise kann beispielsweise überprüft werden, ob eine in einem teilautonomen oder vollautonomen Fahrmodus geplante Trajektorie zu einer Kollision führt oder nicht.

Das Ermitteln der Kollision erfolgt beispielsweise dadurch, dass die Begrenzungslinie gemäß der Trajektorie in der Intervall-Umgebungskarte, die insbesondere eine zweidimensionale Umgebungskarte umfasst, verschoben wird und ein Schnittpunkt der Begrenzungslinie mit einem Objekt in der Intervall-Umgebungskarte ermittelt wird.

Das Ermitteln der Kollision umfasst ein Ermitteln des Kollisionspunkts an dem Fahrzeug.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt d) zusätzlich ein Ermitteln einer Kollisionsdistanz umfasst, sofern eine Kollision ermittelt wurde.

Die Kollisionsdistanz wird insbesondere entlang der vorhergesagten Trajektorie gemessen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Modell wenigstens ein den Rädern entsprechendes erstes Höhenintervall, ein dem Unterboden entsprechendes zweites Höhenintervall, ein der Karosserie entsprechendes drittes Höhenintervall und/oder ein der Fahrgastzelle entsprechendes viertes Höhenintervall.

Entsprechend den Höhenintervallen kann das Modell eine Räder-Begrenzungslinie, eine Unterboden-Begrenzungslinie, eine Karosserie-Begrenzungslinie und/oder eine Fahrgastzelle-Begrenzungslinie umfassen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird wenigstens eines der Höhenintervalle der Anzahl und/oder wenigstens eine Begrenzungslinie der Anzahl zusätzlich in Abhängigkeit von empfangenen Sensorsignalen dynamisch ermittelt.

- 5 Man kann auch sagen, dass das Modell in Abhängigkeit der Sensorsignale dynamisch aktualisiert wird.

Die empfangenen Sensorsignale beziehen sich beispielsweise auf eine aktuelle Beladung des Fahrzeugs, einen aktuellen Reifendruck in wenigstens einem der Reifen, eine aktuell
10 eingestellte Fahrwerkshöhe, einen aktuellen Radwinkel, ein an das Fahrzeug montiertes Anbauteil, wie ein Heckträger, einen an eine Anhängerkupplung gekoppelten Anhänger, eine Dachbox und dergleichen mehr.

Beispielsweise kann ein Höhenintervall, das sich auf einen Unterboden bezieht, in Abhängigkeit einer aktuell eingestellten Fahrwerkshöhe und/oder Reifendrucks angepasst werden.
15 Alternativ kann eine Höhenlinie, die wenigstens eines der Höhenintervalle begrenzt, angepasst, das heißt in der Höhe verschoben werden.

Beispielsweise kann eine Begrenzungslinie, die sich auf ein Rad bezieht, in Abhängigkeit
20 eines aktuellen Radwinkels und/oder Reifendrucks angepasst werden.

Weiterhin kann ein Toleranzwert, der beispielsweise einem der Höhenintervalle oder einer Begrenzungslinie zugeordnet ist, angepasst werden. Dies resultiert effektiv in einer Änderung des betreffenden Höhenintervalls oder der betreffenden Begrenzungslinie.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird wenigstens eines der Höhenintervalle der Anzahl und/oder wenigstens eine Begrenzungslinie der Anzahl in Abhängigkeit eines aktuellen Fahrmanövers, insbesondere eines aktuellen Einparkmanövers, dynamisch ermittelt.

30

Man kann auch sagen, dass das Modell in Abhängigkeit des aktuellen Fahrmanövers dynamisch aktualisiert wird.

Das aktuelle Fahrmanöver kann einen aktuellen Fahrzustand, insbesondere eine aktuelle Geschwindigkeit, umfassen. Das aktuelle Fahrmanöver umfasst vorteilhaft eine Erkennung der aktuellen Straßensituation und/oder des von dem Nutzer des Fahrzeugs gewünschten oder durchgeführten Fahrmanövers, wie eines Einparkmanövers. Diese Erkennung kann beispielsweise auf dem Erfassen einer Nutzereingabe basieren, mit der der Nutzer eine Einparkhilfe aktiviert.

Bei geringer Geschwindigkeit, insbesondere während eines Einparkmanövers, lässt sich das Fahrzeug präziser steuern. Daher kann beispielsweise ein Toleranzwert bei langsamer Fahrt herabgesetzt sein.

Andererseits kann beispielsweise für ein paralleles Einparken auf der rechten Straßenseite eine Begrenzungslinie der rechten Fahrzeugseite, insbesondere der rechten Räder, einen größeren Toleranzwert nach rechts hin umfassen, um eine Beschädigung der Räder an einem Randstein zu vermeiden und/oder um einen Lenkeinschlag ohne eine Berührung des Rades mit dem Randstein zu gewährleisten.

Vorzugsweise ist für unterschiedliche Arten von Einparkmanövern, wie paralleles Parken, senkrechtes Parken oder schräges Parken, eine dem jeweiligen Einparkmanöver zugeordnete vorbestimmte Höhenintervalle und/oder vorbestimmte Begrenzungslinien. Alternativ oder zusätzlich kann für ein jeweiliges Einparkmanöver ein Toleranzwert für wenigstens eines der Höhenintervalle und/oder wenigstens eine der Begrenzungslinie verändert sein.

Dieser Vorgang kann für unterschiedliche Städte, Regionen und/oder Länder jeweils unterschiedlich erfolgen, das heißt, dass das dynamische Ermitteln mit unterschiedlichen Schwellwerten und/oder Toleranzen erfolgt, um regionale Unterschiede, wie beispielsweise eine Randsteinhöhe oder dergleichen, zu berücksichtigen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst die empfangene dreidimensionale Umgebungskarte eine Punktwolke mit einer Menge einzelner Messpunkte, wobei jedem Messpunkt eine dreidimensionale Position umfassend einen Höhenwert, einen Breitenwert und einen Längenwert in einem Referenzkoordinatensystem zugeordnet ist, wobei
5 der Schritt c) umfasst:

Auswählen aller Messpunkte der Punktwolke, deren Höhenwert in dem jeweiligen Höhenintervall liegt, und

Projizieren der ausgewählten Messpunkte auf eine horizontal ausgerichtete Ebene.

10

Diese Ausführungsform ist insbesondere dazu geeignet, für ein jeweiliges Höhenintervall eine zweidimensionale Umgebungskarte zu ermitteln.

Die horizontal ausgerichtete Ebene verläuft insbesondere parallel zu den Höhenlinien.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt b) ein Auslesen des Modells, einer Fahrzeuggeometrie und/oder von Parametern, die zum Ermitteln des Modells dienen, aus einer Speichereinheit.

20

Gemäß einem zweiten Aspekt wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, welches Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt auszuführen.

25

Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk durch die Übertragung einer entsprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerprogramm-Mittel erfolgen.

30

Gemäß einem dritten Aspekt wird ein Fahrassistenzsystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen. Das Fahrassistenzsystem umfasst eine Empfangseinheit zum Empfangen einer für eine Umgebung des Fahrzeugs indikativen dreidimensionalen Umgebungskarte, eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Modells des Fahrzeugs in Abhängigkeit von Modelldaten, wobei das
5 Modell eine Aufteilung des Fahrzeugs in eine Anzahl von Höhenintervallen umfasst, und zum Ermitteln einer Anzahl von Intervall-Umgebungskarten in Abhängigkeit des ermittelten Modells und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte, wobei für wenigstens ein Höhenintervall der in dem Modell enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen eine dem Höhenintervall zugeordnete Intervall-Umgebungskarte ermittelt wird, und mit einer Ausführungseinheit zum Betreiben des Fahrassistenzsystems in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten.
10

Die für das vorgeschlagene Verfahren beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale sowie deren jeweilige Vorteile gelten für das vorgeschlagene Fahrassistenzsystem entsprechend.
15

Die jeweilige Einheit des Fahrassistenzsystems kann hardwaretechnisch und/oder softwaretechnisch implementiert sein. Bei einer hardwaretechnischen Implementierung kann die jeweilige Einheit zum Beispiel als Computer oder als Mikroprozessor ausgebildet sein. Bei einer softwaretechnischen Implementierung kann die jeweilige Einheit als Computerprogrammprodukt, als eine Funktion, als eine Routine, als ein Algorithmus, als Teil eines Programmcodes oder als ausführbares Objekt ausgebildet sein. Ferner kann jede der vorliegend
20 genannten Einheiten auch als Teil eines übergeordneten Steuerungssystems des Fahrzeugs, wie beispielsweise einer zentralen elektronischen Steuereinrichtung und/oder einem Motorsteuergerät (ECU: Engine Control Unit), ausgebildet sein.
25

Gemäß einem vierten Aspekt wird ein Fahrzeug mit wenigstens einem Umgebungssensor zum Erfassen und Ausgeben eines für eine Umgebung des Fahrzeugs indikativen Umgebungssensorsignals, einer Karteneinheit zum Ermitteln und Ausgeben einer dreidimensionalen

len Umgebungskarte in Abhängigkeit des erfassten Umgebungssensorsignals, und mit einem Fahrassistenzsystem gemäß dem dritten Aspekt vorgeschlagen.

- Das Fahrzeug ist beispielsweise ein Personenkraftwagen oder auch ein Lastkraftwagen. Das
- 5 Fahrzeug umfasst vorzugsweise eine Anzahl an Umgebungssensoren, die zum Erfassen einer Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet sind. Beispiele für derartige Sensoreinheiten des Fahrzeugs sind Bildaufnahmeeinrichtungen, wie eine Kamera, ein Radar (engl. radio detection and ranging) oder auch ein Lidar (engl. light detection and ranging), Ultraschallsensoren, Ortungssensoren und dergleichen mehr. Das Fahrzeug kann ferner zusätzli-
- 10 che Sensoreinheiten zum Erfassen des Fahrzustands des Fahrzeugs aufweisen, wie Radwinkelsensoren und/oder Raddrehzahlsensoren. Die Umgebungssensoren und die Sensoreinheiten sind jeweils zum Ausgeben eines Sensorsignals eingerichtet, beispielsweise an die Karteneinheit und/oder das Fahrassistenzsystem.
- 15 Die Karteneinheit kann ein Teil des Fahrassistenzsystems bilden. Die Karteneinheit kann hardwaretechnisch und/oder softwaretechnisch implementiert sein. Bei einer hardwaretechnischen Implementierung kann die Karteneinheit zum Beispiel als Computer oder als Mikroprozessor ausgebildet sein. Bei einer softwaretechnischen Implementierung kann die Karteneinheit als Computerprogrammprodukt, als eine Funktion, als eine Routine, als ein Algo-
- 20 rithmus, als Teil eines Programmcodes oder als ausführbares Objekt ausgebildet sein.

- Weitere mögliche Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte
- 25 als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufügen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs aus einer Vogelperspektive;

Fig. 2A – 2E zeigen eine beispielhafte Aufteilung eines Fahrzeugs in mehrere Höhenintervalle und zugeordnete Begrenzungslinien;

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht von Objekten;

Fig. 4A – 4D zeigen mehrere Intervall-Umgebungskarten;

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Kollisionsberechnung;

Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Beispiels für ein Fahrassistenzsystem;

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Beispiels für ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems; und

Fig. 8 zeigt ein Beispiel für ein Referenzkoordinatensystem.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs 100 aus einer Vogelperspektive. Das Fahrzeug 100 ist beispielsweise ein Auto, das in einer Umgebung 200 angeordnet ist. Das Auto 100 weist ein Fahrassistenzsystem 110 auf, das beispielsweise als ein Steuergerät ausgebildet ist. Zudem sind an dem Auto 100 eine Mehrzahl an Umgebungssensoren 120,

130 angeordnet, wobei es sich beispielhaft um optische Sensoren 120 und Ultraschallsensoren 130 handelt. Die optischen Sensoren 120 umfassen beispielsweise visuelle Kameras, ein Radar und/oder ein Lidar. Die optischen Sensoren 120 können jeweils ein Bild eines jeweiligen Bereichs aus der Umgebung 200 des Autos 100 erfassen und als optisches Sensorsignal ausgeben. Die Ultraschallsensoren 130 sind zum Erfassen eines Abstands zu in der Umgebung 200 angeordneten Objekten und zum Ausgeben eines entsprechenden Sensorsignals eingerichtet. Mittels der von den Sensoren 120, 130 erfassten Sensorsignalen ist das Fahrassistenzsystem 110 in der Lage, das Auto 100 teilautonom oder auch vollautonom zu fahren. Außer den in der Fig. 1 dargestellten optischen Sensoren 120 und Ultraschallsensoren 130 kann vorgesehen sein, dass das Fahrzeug 100 verschiedene weitere Sensoreinrichtungen aufweist. Beispiele hierfür sind ein Mikrophon, ein Beschleunigungssensor, ein Fahrzeugzustandssensor, eine Antenne mit gekoppeltem Empfänger zum Empfangen von elektromagnetisch übertragbarer Datensignale, und dergleichen mehr.

In der Umgebung 200 vor dem Fahrzeug 100 sind vier Objekte O1 – O4 angeordnet. Hierbei handelt es sich beispielsweise um einen flachen Randstein O1, einen hohen Randstein O2, einen Pfeiler O3 und ein auf dem Pfeiler O3 aufgesetztes Objekt O4. Die Objekte O1 – O4 sind in der Fig. 3 in einer Seitenansicht, in der man ihre jeweilige Erstreckung in die Höhe sehen kann, schematisch dargestellt.

Das Fahrassistenzsystem 110 ist beispielsweise wie in der Fig. 6 gezeigt ausgebildet und dazu eingerichtet, das anhand der Fig. 7 erläuterte Verfahren auszuführen.

Fig. 2A zeigt ein beispielhaftes Modell MOD eines Fahrzeugs 100 in einer Seitenansicht. Das Fahrzeug 100 ist beispielsweise wie das Fahrzeug 100 der Fig. 1 ausgebildet, wobei in der Fig. 2A auf die Darstellung von Details verzichtet wurde. Es sind fünf Höhenlinien HL1 – HL5 eingezeichnet. Diese verlaufen jeweils in einer horizontalen Richtung und weisen jeweils einen bestimmten Abstand zum Boden GND auf (die Abstände sind nicht separat dargestellt).

Die Höhenlinien HL1 – HL5 unterteilen das Fahrzeug 100 in eine Anzahl von vier Höhenintervallen HI1 – HI4. Das unterste Höhenintervall HI1 erstreckt sich von der Höhenlinie HL1 bis zu der Höhenlinie HL2. Das Höhenintervall HI1 kann auch als Räder-Höhenintervall bezeichnet werden. Das zweite Höhenintervall HI2 erstreckt sich von der Höhenlinie HL2 bis zu
5 der Höhenlinie HL3. Das Höhenintervall HI2 kann auch als Unterboden-Höhenintervall bezeichnet werden. Das dritte Höhenintervall HI3 erstreckt sich von der Höhenlinie HL3 bis zu der Höhenlinie HL4. Das Höhenintervall HI3 kann auch als Karosserie-Höhenintervall bezeichnet werden. Das oberste Höhenintervall HI4 erstreckt sich von der Höhenlinie HL4 bis zu der Höhenlinie HL5. Das Höhenintervall HI4 kann auch als Fahrgastzellen-Höhenintervall
10 bezeichnet werden. Dem zwischen dem Boden GND und der ersten Höhenlinie HL1 liegende Abschnitt ist kein Höhenintervall zugeordnet.

Ein jeweiliges Höhenintervall HI1 – HI4 umfasst einen vertikalen Bereich des Fahrzeugs 100, der mit Objekten O1 – O4 (siehe Fig. 1 oder 3) mit einer Erstreckung in das jeweilige Höhenintervall HI1 – HI4 hinein beispielsweise kollidieren kann. Beispielsweise kann ein Objekt O1
15 – O4, das in das Höhenintervall HI1 (Räder-Höhenintervall) hineinragt, von dem Fahrzeug 100 nicht ohne Weiteres überfahren werden, weshalb ein solches Objekt O1 – O4 ein Hindernis für das Fahrzeug 100 darstellt. Mit einem Objekt O1 – O4, das in das Höhenintervall HI2 (Unterboden-Höhenintervall) hineinragt, kann es zu einer Kollision mit dem Unterboden
20 kommen. Mit einem Objekt O1 – O4, das in das Höhenintervall HI3 (Karosserie-Höhenintervall) hineinragt, kann es zu einer Kollision mit der Karosserie kommen. Mit einem Objekt O1 – O4, das in das Höhenintervall HI4 (Fahrgastzellen-Höhenintervall) hineinragt, kann es zu einer Kollision mit der Fahrgastzelle kommen.

25 Die Höhenintervalle HI1 – HI4 grenzen in diesem Beispiel direkt aneinander an. In Ausführungsformen (nicht dargestellt) können sich die Höhenintervalle HI1 – HI4 teilweise überlappen, insbesondere um einen vorbestimmten oder dynamisch ermittelten Toleranzwert.

Die Höhenintervalle HI1 – HI4 oder die Höhenlinien HL1 – HL5 werden von dem Fahrassistenzsystem 110 (siehe Fig. 1) auf Basis von Modelldaten des Fahrzeugs 100, die beispiels-
30

weise eine Fahrzeuggeometrie umfassen, ermittelt und in dem Modell MOD hinterlegt. Die Höhenintervalle HI1 – HI4 oder die Höhenlinien HL1 – HL5 können dabei zumindest teilweise in den Modelldaten vorgegeben sein, sie können aber auch dynamisch ermittelt werden. Insbesondere kann die Anzahl an Höhenintervallen HI1 – HI4 oder die Anzahl an Höhenlinien HL1 – HL5 in dem Modell MOD variieren. Das Fahrassistenzsystem 110 kann dazu eingerichtet sein, die Höhenintervalle HI1 – HI4 oder die Höhenlinien HL1 – HL5 ständig neu zu ermitteln, beispielsweise mit einer Frequenz von wenigstens 1 Hz, vorzugsweise wenigstens 10 Hz, bevorzugt wenigstens 25 Hz, weiter bevorzugt wenigstens 50 Hz. Hierbei kann das Fahrassistenzsystem 110 insbesondere Sensorsignale von weiteren Sensoreinheiten, wie einem Fahrzustandssensor, einem Fahrwerkssensor, einem Beladungssensor, einem Zube-
hørsensor oder dergleichen, berücksichtigen.

Die Fig. 2B – 2E zeigen einem jeweiligen Höhenintervall HI1 – HI4 zugeordnete Begrenzungslinien BGL1 – BGL4. In den Fig. 2B – 2E ist jeweils ein Umriss des Fahrzeugs 100 gezeigt, wobei die schraffierten Rechtecke die Räder des Fahrzeugs 100 darstellen.

Die Fig. 2B zeigt eine erste Begrenzungslinie BGL1, die dem Höhenintervall HI1 zugeordnet ist. Die Begrenzungslinie BGL1 umfasst hierbei zwei rechteckige Bereiche. Ein jeweiliger Bereich BGL1 umfasst zwei Räder des Fahrzeugs 100. Die Begrenzungslinie BGL1 kann auch als Räder-Begrenzungslinie bezeichnet werden. In Ausführungsformen kann für jedes Rad ein separater Bereich vorgesehen sein, so dass die Begrenzungslinie BGL1 insgesamt vier Bereiche umfasst (nicht dargestellt). Der von den Bereichen BGL1 umfasste Bereich stellt einen Bereich dar, der mit Objekten O1 – O4, die in das Höhenintervall HI1 hineinragen, kollidieren kann. Punkte des Fahrzeugs 100, die außerhalb dieser Bereiche BGL1 liegen, können ein Objekt O1 – O4, das nicht über das Höhenintervall HI1 hinausragt, problemlos überfahren, da das Fahrzeug 100 an diesen Punkten eine ausreichende Bodenfreiheit aufweist. Es ist ersichtlich, dass die Bereiche BGL1 seitlich über das Fahrzeug 100 hinausragen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um einen Toleranzwert, der zu einem Objekt O1 – O4 eingehalten werden soll, um eine erhöhte Sicherheit gegenüber einer potentiellen Kollision zu haben.

Die Fig. 2C zeigt eine zweite Begrenzungslinie BGL2, die dem Höhenintervall HI2 zugeordnet ist. Die Begrenzungslinie BGL2 umfasst einen rechteckigen Bereich, der beispielsweise dem Unterboden entspricht. Die Begrenzungslinie BGL2 kann auch als Unterboden-

5 Begrenzungslinie bezeichnet werden.

Die Fig. 2D zeigt eine dritte Begrenzungslinie BGL3, die dem Höhenintervall HI3 zugeordnet ist. Die Begrenzungslinie BGL3 umfasst einen rechteckigen Bereich, der beispielsweise die gesamte Karosserie umfasst. Die Begrenzungslinie BGL3 kann auch als Karosserie-

10 Begrenzungslinie bezeichnet werden.

Die Fig. 2E zeigt eine vierte Begrenzungslinie BGL4, die dem Höhenintervall HI4 zugeordnet ist. Die Begrenzungslinie BGL4 umfasst einen Freiform-Bereich. Der Freiform-Bereich BGL4 umfasst hierbei die Fahrgastzelle des Fahrzeugs 100 sowie die beiden Seitenspiegel des

15 Fahrzeugs 100. Die Begrenzungslinie BGL4 kann auch als Fahrgastzellen-Begrenzungslinie bezeichnet werden.

Die Begrenzungslinien BGL1 – BGL4 werden beispielsweise von dem Fahrassistenzsystem 110 auf Basis der Modelldaten des Fahrzeugs 100 ermittelt und in dem Modell MOD zu-

20 sammen mit dem zugeordneten Höhenintervall HI1 – HI4 hinterlegt. Die Begrenzungslinien BGL1 – BGL4 können dabei zumindest teilweise in den Modelldaten vorgegeben sein, sie können aber auch dynamisch ermittelt werden. Insbesondere kann die Anzahl an Bereichen, die eine jeweilige Begrenzungslinie BGL1 – BGL4 umfasst, variieren. Das Fahrassistenzsystem 110 kann dazu eingerichtet sein, die Begrenzungslinien BGL1 – BGL4 ständig neu zu

25 ermitteln, beispielsweise mit einer Frequenz von wenigstens 1 Hz, vorzugsweise wenigstens 10 Hz, bevorzugt wenigstens 25 Hz, weiter bevorzugt wenigstens 50 Hz. Hierbei kann das Fahrassistenzsystem 110 insbesondere Sensorsignale von weiteren Sensoreinheiten, wie einem Fahrzustandssensor, einem Fahrwerkssensor, einem Beladungssensor, einem Zube-

hörsensor oder dergleichen, berücksichtigen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht von Objekten O1 – O4. Es handelt sich hierbei um eine Seitenansicht der Objekte O1 – O4 der Fig. 1, wobei die Erstreckung der Objekte O1 – O4 in die Höhe ersichtlich ist. Man kann auch sagen, dass die Fig. 3 einen Ausschnitt einer dreidimensionalen Umgebungskarte 3DD darstellt, nämlich den Bereich vor dem Fahrzeug 100 (siehe Fig. 1) in der Umgebung 200 (siehe Fig. 1). Die dreidimensionale Umgebungskarte 3DD umfasst beispielsweise eine Punktwolke mit einer Menge einzelner Messpunkte P (siehe Fig. 8), wobei jedem Messpunkt P eine dreidimensionale Position umfassend einen Höhenwert H8 (siehe Fig. 8), einen Breitenwert B (siehe Fig. 8) und einen Längenwert L (siehe Fig. 8) in einem Referenzkoordinatensystem REF (siehe Fig. 8) zugeordnet ist. Das Referenzkoordinatensystem REF ist insbesondere an dem Fahrzeug 100 verankert. Zusätzlich sind Höhenlinien HL1 – HL4 eingezeichnet. Diese entsprechen beispielsweise den Höhenlinien HL1 – HL4 der Fig. 2A (die Höhenlinie HL5 der Fig. 2A liegt beispielsweise außerhalb des in der Fig. 3 gezeigten Bereichs).

Aus der Darstellung der Fig. 3 ist ersichtlich, dass das Objekt O1 niedriger als die Höhenlinie HL1 ist und damit in keines der Höhenintervalle HI1 – HI4 hineinragt. Das Objekt O2 weist eine Höhe auf, die über der Höhenlinie HL1 und unter der Höhenlinie HL2 liegt. Damit ragt das Objekt O2 in das Höhenintervall HI1 hinein. Das Objekt O3 weist eine Höhe auf, die über der Höhenlinie HL3 und unter der Höhenlinie HL4 liegt. Damit ragt das Objekt O3 in das Höhenintervall HI3 hinein. Das Objekt O4 weist eine Höhe auf, die über der Höhenlinie HL4 und unter der Höhenlinie HL5 (nicht dargestellt) liegt. Damit ragt das Objekt O4 in das Höhenintervall HI4 hinein.

Das Fahrassistenzsystem 110 (siehe Fig. 1 oder 6) ist dazu eingerichtet, eine Anzahl von Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 (siehe Fig. 4A – 4D) in Abhängigkeit des ermittelten Modells MOD (siehe Fig. 2A) und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte 3DD zu ermitteln. Hierbei wird für wenigstens ein Höhenintervall HI1 – HI4 der in dem Modell MOD enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen HI1 – HI4 eine dem Höhenintervall HI1 – HI4 zugeordnete Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 ermittelt. Dies ist nachfolgend anhand der Fig. 4A – 4D veranschaulicht.

Die Fig. 4A – 4D zeigen mehrere Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4. In diesem Beispiel ist eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 als eine zweidimensionale Umgebungskarte dargestellt.

5

Die Fig. 4A zeigt eine erste zweidimensionale Umgebungskarte 2DK1, die dem Höhenintervall HI1 (siehe Fig. 2A) zugeordnet ist. Die zweidimensionale Umgebungskarte 2DK1 umfasst hierbei nur die Umrisse der Objekte O2 und O3, die in das Höhenintervall HI1 hineinragen (siehe auch Fig. 3). Ein jeweiliger Umriss wird insbesondere durch eine Projektion aller Messpunkte der Objekte O2, O3, deren Höhenwert in dem Höhenintervall HI1 liegt, auf eine horizontale Ebene erhalten. Zusätzlich sind in der zweidimensionalen Umgebungskarte 2DK1 die beiden Bereiche BGL1, die durch die dem Höhenintervall HI1 zugeordneten Begrenzungslinie BGL1 definiert sind, gemäß einer aktuellen Relativposition des Fahrzeugs 100 zu den Objekten O1 – O4 dargestellt.

15

Die Fig. 4B zeigt eine zweite zweidimensionale Umgebungskarte 2DK2, die dem Höhenintervall HI2 (siehe Fig. 2A) zugeordnet ist. Die zweidimensionale Umgebungskarte 2DK2 umfasst hierbei nur den Umriss des Objekts O3, das in das Höhenintervall HI3 hineinragt (siehe auch Fig. 3). Zusätzlich ist in der zweidimensionalen Umgebungskarte 2DK2 die dem Höhenintervall HI2 zugeordnete Begrenzungslinie BGL2 gemäß einer aktuellen Relativposition des Fahrzeugs 100 zu den Objekten O1 – O4 dargestellt.

20

Die Fig. 4C zeigt eine dritte zweidimensionale Umgebungskarte 2DK3, die dem Höhenintervall HI3 (siehe Fig. 2A) zugeordnet ist. Die zweidimensionale Umgebungskarte 2DK3 umfasst hierbei den Umriss des Objekts O3, das in das Höhenintervall HI3 hineinragt, und den Umriss des Objekts O4, das sich in dem Höhenintervall HI3 erstreckt (siehe auch Fig. 3). Zusätzlich ist in der zweidimensionalen Umgebungskarte 2DK3 die dem Höhenintervall HI3 zugeordnete Begrenzungslinie BGL3 gemäß einer aktuellen Relativposition des Fahrzeugs 100 zu den Objekten O1 – O4 dargestellt.

25

30

Die Fig. 4D zeigt eine vierte zweidimensionale Umgebungskarte 2DK4, die dem Höhenintervall HI4 (siehe Fig. 2A) zugeordnet ist. Die zweidimensionale Umgebungskarte 2DK4 umfasst hierbei nur den Umriss des Objekts O4, das in das Höhenintervall HI4 hineinragt (siehe auch Fig. 3). Zusätzlich ist in der zweidimensionalen Umgebungskarte 2DK4 die dem Höhenintervall HI4 zugeordnete Begrenzungslinie BGL4 gemäß einer aktuellen Relativposition des Fahrzeugs 100 zu den Objekten O1 – O4 vereinfacht dargestellt.

Auf Basis der Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 lässt sich in einfacher und exakter Weise ermitteln, ob ein bestimmter Teil oder Bereich des Fahrzeugs 100 Gefahr läuft, mit einem Objekt O1 – O4 zu kollidieren. Dies ist nachfolgend anhand der Fig. 5 detailliert erläutert.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Kollisionsberechnung für ein Fahrzeug 100 auf Basis von Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 (siehe Fig. 4A – 4D), Begrenzungslinien BGL1, BGL2 und einer vorhergesagten Trajektorie TR für das Fahrzeug 100.

Die vorhergesagte Trajektorie TR wird beispielsweise auf Basis aktueller Fahrzustandsdaten in Form einer Extrapolation vorhergesagt. Das heißt, dass die Trajektorie TR die weitere Bewegung des Fahrzeugs 100 bei gleichbleibendem Lenkeinschlag darstellt. Die vorhergesagte Trajektorie TR bezieht sich in diesem Beispiel auf einen Mittelpunkt der Hinterachse des Fahrzeugs 100.

In der Umgebung 200 sind zwei Objekte O1, O2 angeordnet. Es sei angemerkt, dass die Objekte O1, O2 der Fig. 5 eine andere Höhe als die in der Fig. 3 dargestellten Objekte O1, O2 aufweisen. Das Objekt O1 weist beispielsweise eine Höhe auf, die in ein unterstes Höhenintervall HI1 (siehe Fig. 2A) (Räder-Höhenintervall) hineinragt. Das Objekt O2 weist beispielsweise eine Höhe auf, die in ein Höhenintervall HI3 (siehe Fig. 2A) (Karosserie-Höhenintervall) hineinragt.

In der Fig. 5 sind die dem Räder-Höhenintervall HI1 zugeordnete Räder-Begrenzungslinie BGL1 und die dem Karosserie-Höhenintervall HI3 zugeordnete Karosserie-Begrenzungslinie BGL3 dargestellt.

- 5 Für einen Eckpunkt E1 der Räder-Begrenzungslinie BGL1 (in diesem Beispiel der hintere rechte Eckpunkt) ist eine vorhergesagte Trajektorie TR1 dargestellt. Diese Trajektorie TR1 entspricht der Bewegung des Eckpunkts E1, wenn sich das Fahrzeug 100 gemäß der vorhergesagten Trajektorie TR bewegt. An dem Punkt CP1 schneidet die Trajektorie TR1 den Umriss des Objekts O1. Da das Objekt O1 in das Räder-Höhenintervall HI1 hineinragt, entspricht der Punkt CP1 einem Kollisionspunkt.

- Für einen Eckpunkt E2 der Karosserie-Begrenzungslinie BGL3 (in diesem Beispiel der hintere rechte Eckpunkt) ist ebenfalls eine vorhergesagte Trajektorie TR2 dargestellt. Die Trajektorie TR2 schneidet den Umriss des Objekts O1. Da das Karosserie-Höhenintervall HI3 über dem Objekt O1 liegt, wird hierbei keine Kollision ermittelt, sondern die Karosserie-Begrenzungslinie BGL3 kann das Objekt O1 überfahren. Für einen weiteren Eckpunkt E3 der Karosserie-Begrenzungslinie BGL3 ((in diesem Beispiel der hintere linke Eckpunkt) ist ebenfalls eine vorhergesagte Trajektorie TR3 dargestellt. Die Trajektorie TR3 schneidet an dem Punkt CP2 den Umriss des Objekts O2. Da das Objekt O2 in das Karosserie-Höhenintervall HI3 hineinragt, entspricht der Punkt CP2 einem Kollisionspunkt der Karosserie mit dem Objekt O2.

- Auf Basis der vorhergesagten Trajektorien TR – TR3 für die Eckpunkte E1 – E3 und den Kollisionspunkten CP1, CP2 können Distanzen ermittelt werden, die das Fahrzeug 100 bis zu einer jeweiligen Kollision zurücklegen kann. Die jeweilige Distanz entspricht dabei der Länge des Pfads von dem Eckpunkt E1, E3 bis zu dem Kollisionspunkt CP1, CP2 entlang der Trajektorie TR1, TR3. In Abhängigkeit der ermittelten Distanz können weitere Fahrmanöver durchgeführt werden. Wenn eine der Distanzen zu gering wird, kann das Fahrzeug 100 beispielsweise gestoppt werden.

Es sei angemerkt, dass für jedes der Höhenintervalle HI1 – HI4 eine eigene Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 ermittelt wird. In der jeweiligen Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 sind Objekte O1 – O4 nur dann verzeichnet, wenn die Punkte aufweisen, die in dem jeweiligen Höhenintervall liegen. Das heißt, dass in der Intervall-Umgebungskarte für das Karosserie-Höhenintervall HI3 das Objekt O1 der Fig. 5 nicht eingezeichnet ist, weshalb auch keine Kollision der Karosserie-Begrenzungslinie BGL3 mit diesem Objekt O1 ermittelt wird.

Das vorstehend anhand der Fig. 1 – 5 beschriebene Vorgehen des Aufteilens des Fahrzeugs 100 in Höhenintervalle HI1 – HI4 und des Bestimmens zugeordneter Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 kann insbesondere bei Einparkvorgängen, bei denen in beengten Platzverhältnissen rangiert wird, vorteilhaft sein, da zum Ermitteln potentieller Kollisionen in einem jeweiligen Höhenintervall eine reduzierte Datenmenge berücksichtigt werden muss. Insbesondere die Verwendung von zweidimensionalen Umgebungskarten reduziert die Komplexität der Berechnungen enorm. Daher kann beispielsweise eine Ermittlungsrate erhöht sein, so dass eine schnellere Reaktion und eine höhere Bewegungsgeschwindigkeit möglich sind.

Es kann beispielsweise ein Rangiertvorgang derart ausgeführt werden, dass die Karosserie des Fahrzeugs 100 über einen Bordstein verschwenkt wird, der für ein Rad oder ein Unterboden des Fahrzeugs 100 ein Hindernis darstellt und zu einer möglichen Kollision führen kann. Auch kann beispielsweise ein Einparken auf einen Parkplatz in einer Garage oder dergleichen, an dessen Rückwand überhängend ein Regal montiert ist, derart erfolgen, dass sich Bereiche des Fahrzeugs 100 unter dem überhängenden Regal befinden.

Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Beispiels für ein Fahrassistenzsystem 110 für ein Fahrzeug 100 (siehe Fig. 1), beispielsweise für das Fahrzeug der Fig. 1. Das Fahrassistenzsystem 110 umfasst eine Empfangseinheit 112 zum Empfangen einer für eine Umgebung 200 (siehe Fig. 1 oder 5) des Fahrzeugs 100 indikativen dreidimensionalen Umgebungskarte 3DD, eine Ermittlungseinheit 114 zum Ermitteln eines Modells MOD (siehe

Fig. 2A) des Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit von Modelldaten, wobei das Modell MOD eine Aufteilung des Fahrzeugs 100 in eine Anzahl von Höhenintervallen HI1 – HI4 (siehe Fig. 2A oder 3) umfasst, und zum Ermitteln einer Anzahl von Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 (siehe Fig. 4A – 4D) in Abhängigkeit des ermittelten Modells MOD und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte 3DD, wobei für wenigstens ein Höhenintervall HI1 – HI4 der in dem Modell MOD enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen HI1 – HI4 eine dem Höhenintervall HI1 – HI4 zugeordnete Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 ermittelt wird, und mit einer Ausführungseinheit 116 zum Betreiben des Fahrassistenzsystems 110 in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4.

10

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Beispiels für ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems 110, beispielsweise des Fahrassistenzsystems 110 der Fig. 1 oder der Fig. 6. In einem ersten Schritt S1 wird eine für eine Umgebung 200 (siehe Fig. 1 oder 5) des Fahrzeugs 100 (siehe Fig. 1, 2A oder 5) indikative dreidimensionale Umgebungskarte 3DD (siehe Fig. 3 oder 5) empfangen. In einem zweiten Schritt S2 wird ein Modell MOD (siehe Fig. 2) des Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit von Modelldaten des Fahrzeugs 100 ermittelt, wobei das Modell MOD eine Aufteilung des Fahrzeugs 100 in eine Anzahl von Höhenintervallen HI1 – HI4 (siehe Fig. 2A oder 3) umfasst. In einem dritten Schritt S3 wird eine Anzahl von Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 (siehe Fig. 4A – 4D) in Abhängigkeit des ermittelten Modells MOD und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte 3DD ermittelt, wobei für wenigstens ein Höhenintervall HI1 – HI4 der in dem Modell MOD enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen HI1 – HI4 eine dem Höhenintervall HI1 – HI4 zugeordnete Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 ermittelt wird. In einem vierten Schritt S4 wird das Fahrassistenzsystem 110 in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten 2DK1 – 2DK4 betrieben.

25

Das Betreiben umfasst insbesondere ein Ermitteln von Abständen und/oder Kollisionspunkten CP1, CP2 (siehe Fig. 5) für das Fahrzeug 100, wobei dies beispielsweise auf Basis einer vorhergesagten Trajektorie TR (siehe Fig. 5) und für eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte

2DK1 – 2DK4 auf Basis der Begrenzungslinie BGL1 – BGL4, die dem der Intervall-Umgebungskarte zugeordneten Höhenintervall HI1 – HI4 zugeordnet ist, erfolgt.

Fig. 8 zeigt ein Beispiel eines Referenzkoordinatensystems REF. Es handelt sich um ein
5 kartesisches Koordinatensystem mit drei Achsen l, b, h die senkrecht aufeinander stehen.
Der Ursprung O des Referenzkoordinatensystems REF ist beispielsweise an einem bestimmten Punkt an dem Fahrzeug 100 (siehe Fig. 1, 2 oder 5), insbesondere einen Mittelpunkt der Hinterachse, verankert. Beispielfhaft ist ein einzelner Messpunkt P eingezeichnet, dessen Koordinaten (L, B, H) sind. Eine dreidimensionale Umgebungskarte 3DD (siehe Fig.
10 3 oder 6) umfasst beispielsweise eine große Anzahl, insbesondere mehrere hundert, mehrere tausend oder auch mehrere zehntausend Messpunkte P, die beispielsweise jeweils einem Punkt auf der Oberfläche eines Objekts O1 – O4 (siehe Fig. 1 – 5) entsprechen. Um eine Intervall-Umgebungskarte 2DK1 – 2DK4 (siehe Fig. 4) zu ermitteln, werden beispielsweise alle in dem Referenzkoordinatensystem REF enthaltenen Messpunkte P anhand ihres Höhenwerts H ausgewählt oder gefiltert.
15

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

	100	Fahrzeug
	110	Fahrassistenzsystem
5	112	Empfangseinheit
	114	Ermittlungseinheit
	116	Ausführungseinheit
	120	Umgebungssensor
	130	Umgebungssensor
10	200	Umgebung
	2DK1	Intervall-Umgebungskarte
	2DK2	Intervall-Umgebungskarte
	2DK3	Intervall-Umgebungskarte
15	2DK4	Intervall-Umgebungskarte
	3DD	dreidimensionale Umgebungskarte
	b	Achse
	B	Breitenwert
	BGL1	Begrenzungslinie
20	BGL2	Begrenzungslinie
	BGL3	Begrenzungslinie
	BGL4	Begrenzungslinie
	CP1	Kollisionspunkt
	CP2	Kollisionspunkt
25	E1	Eckpunkt
	E2	Eckpunkt
	E3	Eckpunkt
	GND	Boden
	I	Achse
30	L	Längenwert

	h	Achse
	H	Höhenwert
	HI1	Höhenintervall
	HI2	Höhenintervall
5	HI3	Höhenintervall
	HI4	Höhenintervall
	HL1	Höhenlinie
	HL2	Höhenlinie
	HL3	Höhenlinie
10	HL4	Höhenlinie
	HL5	Höhenlinie
	MOD	Modell
	O	Ursprung
	O1	Objekt
15	O2	Objekt
	O3	Objekt
	O4	Objekt
	REF	Referenzkoordinatensystem
	S1	Verfahrensschritt
20	S2	Verfahrensschritt
	S3	Verfahrensschritt
	S4	Verfahrensschritt
	TR	Trajektorie
	TR1	Trajektorie
25	TR2	Trajektorie
	TR3	Trajektorie

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems (110) für ein Fahrzeug (100), das Verfahren umfassend:

5 a) Empfangen (S1) einer für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD),

b) Ermitteln (S2) eines Modells (MOD) des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit von Modelldaten des Fahrzeugs (100), wobei das Modell (MOD) eine Aufteilung des Fahrzeugs (100) in eine Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) umfasst,

10 c) Ermitteln (S3) einer Anzahl von Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4) in Abhängigkeit des ermittelten Modells (MOD) und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD), wobei für wenigstens ein Höhenintervall (HI1 – HI4) der in dem Modell (MOD) enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) eine dem Höhenintervall (HI1 – HI4) zugeordnete Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) ermittelt wird, und

15 d) Betreiben (S3) des Fahrassistenzsystems (110) in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) der Anzahl einen Ausschnitt der dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD) gemäß dem der Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) zugeordneten Höhenintervall (HI1 – HI4) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine jeweilige Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) der Anzahl eine zweidimensionale Umgebungskarte umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt b) zusätzlich ein Ermitteln einer Anzahl von Begrenzungslinien (BGL1 – BGL4) in Abhängigkeit der Modelldaten umfasst, wobei eine jeweilige Begrenzungslinie (BGL1 – BGL4) einem der Höhenintervalle (HI1 – HI4) der Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) zugeordnet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt d) ein Ermitteln einer Distanz des Fahrzeugs (100) zu einem Objekt (O1 – O4) in der Umgebung (200) in Abhängigkeit von wenigstens einer der ermittelten Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4) der Anzahl und der Begrenzungslinie (BGL1 – BGL4), die dem der Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) zugeordneten Höhenintervall (HI1 – HI4) zugeordnet ist, umfasst.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt d) zusätzlich ein Ermitteln einer Kollision des Fahrzeugs (100) mit einem Objekt (O1 – O4) in der Umgebung (200) in Abhängigkeit von einer empfangenen vorhergesagten Trajektorie (TR, TR1 – TR3) des Fahrzeugs (100), wenigstens einer der ermittelten Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4) der Anzahl und der Begrenzungslinie (BGL1 – BGL4), die dem der Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) zugeordneten Höhenintervall (HI1 – HI4) zugeordnet ist, umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt d) zusätzlich ein Ermitteln einer Kollisionsdistanz umfasst, sofern eine Kollision ermittelt wurde.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Modell (MOD) ein den Rädern entsprechendes erstes Höhenintervall (HI1), ein dem Unterboden entsprechendes zweites Höhenintervall (HI2), ein der Karosserie entsprechendes drittes Höhenintervall (HI3) und/oder ein der Fahrgastzelle entsprechendes viertes Höhenintervall (HI4) umfasst.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Höhenintervalle (HI1 – HI4) der Anzahl und/oder wenigstens eine Begrenzungslinie (BGL1 – BGL4) der Anzahl zusätzlich in Abhängigkeit von empfangenen Sensorsignalen dynamisch ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Höhenintervalle (HI1 – HI4) der Anzahl und/oder wenigstens eine Begrenzungslinie (BGL1 – BGL4) der Anzahl zusätzlich in Abhängigkeit eines aktuellen Fahrmanövers, insbesondere eines aktuellen Einparkmanövers, dynamisch ermittelt wird.

5

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die empfangene dreidimensionale Umgebungskarte (3DD) eine Punktwolke mit einer Menge einzelner Messpunkte (P) umfasst, wobei jedem Messpunkt (P) eine dreidimensionale Position umfassend einen Höhenwert (H), einen Breitenwert (B) und einen Längenwert (L) in einem Referenzkoordinatensystem (REF) zugeordnet ist, wobei der Schritt c) umfasst:

10

Auswählen aller Messpunkte (P) der Punktwolke, deren Höhenwert (H) in dem jeweiligen Höhenintervall (HI1 – HI4) liegt, und

Projizieren der ausgewählten Messpunkte (P) auf eine horizontal ausgerichtete Ebene.

15

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt b) ein Auslesen des Modells (MOD), einer Fahrzeuggeometrie und/oder von Parametern, die zum Ermitteln des Modells (MOD) dienen, aus einer Speichereinheit umfasst.

20

13. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 12 auszuführen.

25

14. Fahrassistenzsystem (110) für ein Fahrzeug (100), mit:
einer Empfangseinheit (112) zum Empfangen einer für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD),
einer Ermittlungseinheit (114) zum Ermitteln eines Modells (MOD) des Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit von Modelldaten, wobei das Modell (MOD) eine Aufteilung des Fahrzeugs (100) in eine Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) umfasst, und zum Ermitteln einer Anzahl von Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4) in Abhängigkeit des ermittelten Modells (MOD) und der empfangenen dreidimensionalen Umgebungskarte (3DD), wobei für wenig-

30

tens ein Höhenintervall (HI1 – HI4) der in dem Modell (MOD) enthaltenen Anzahl von Höhenintervallen (HI1 – HI4) eine dem Höhenintervall (HI1 – HI4) zugeordnete Intervall-Umgebungskarte (2DK1 – 2DK4) ermittelt wird, und mit

5 einer Ausführungseinheit (116) zum Betreiben des Fahrassistenzsystems (110) in Abhängigkeit der Anzahl ermittelter Intervall-Umgebungskarten (2DK1 – 2DK4).

15. Fahrzeug (100) mit wenigstens einem Umgebungssensor (120, 130) zum Erfassen und Ausgeben eines für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen Umgebungssensorsignals, einer Karteneinheit zum Ermitteln und Ausgeben einer dreidimensionalen
10 Umgebungskarte (3DD) in Abhängigkeit des erfassten Umgebungssensorsignals, und mit einem Fahrassistenzsystem (110) nach Anspruch 14.

200

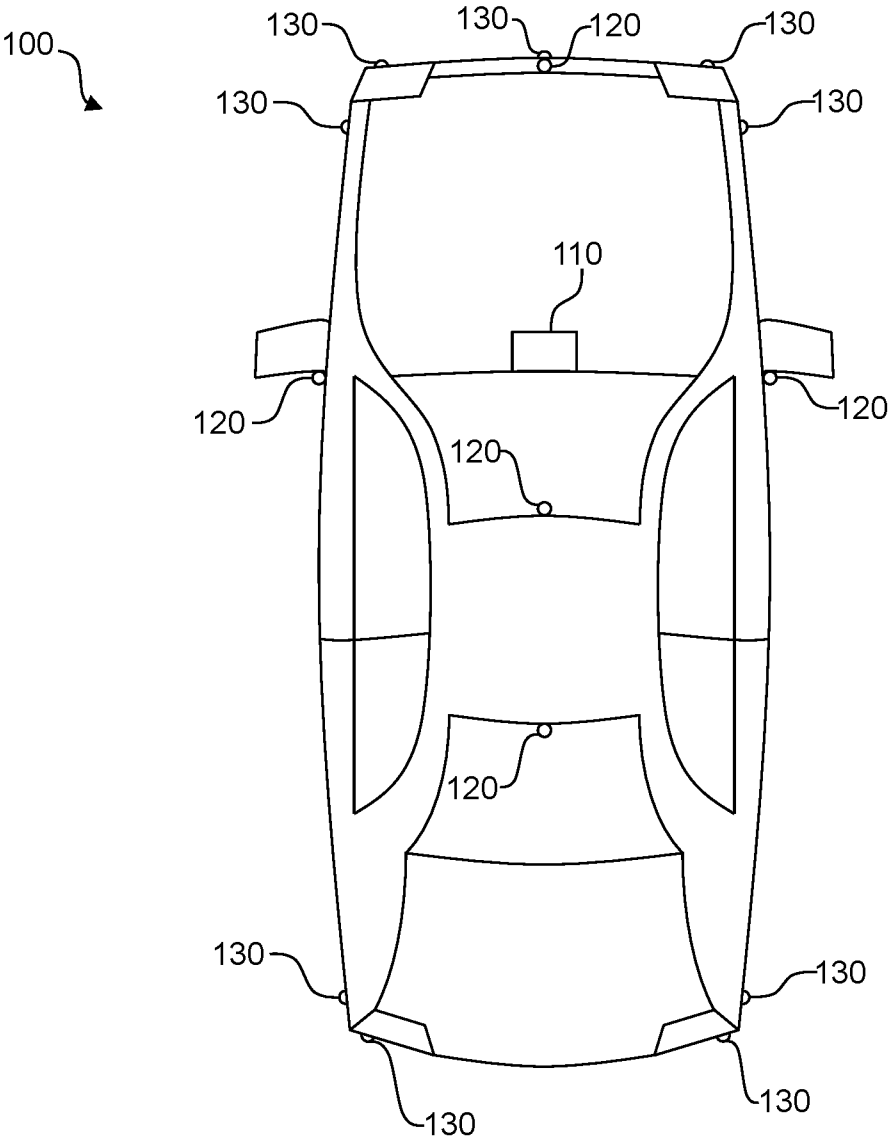
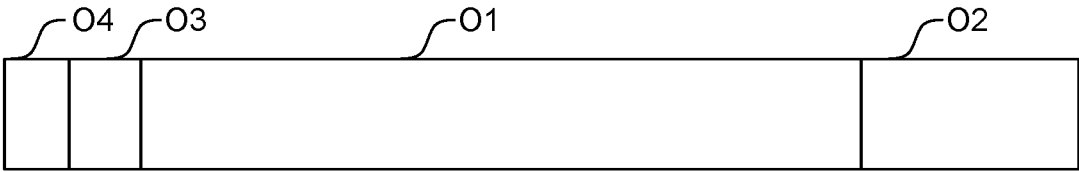


FIG. 1

2 / 7

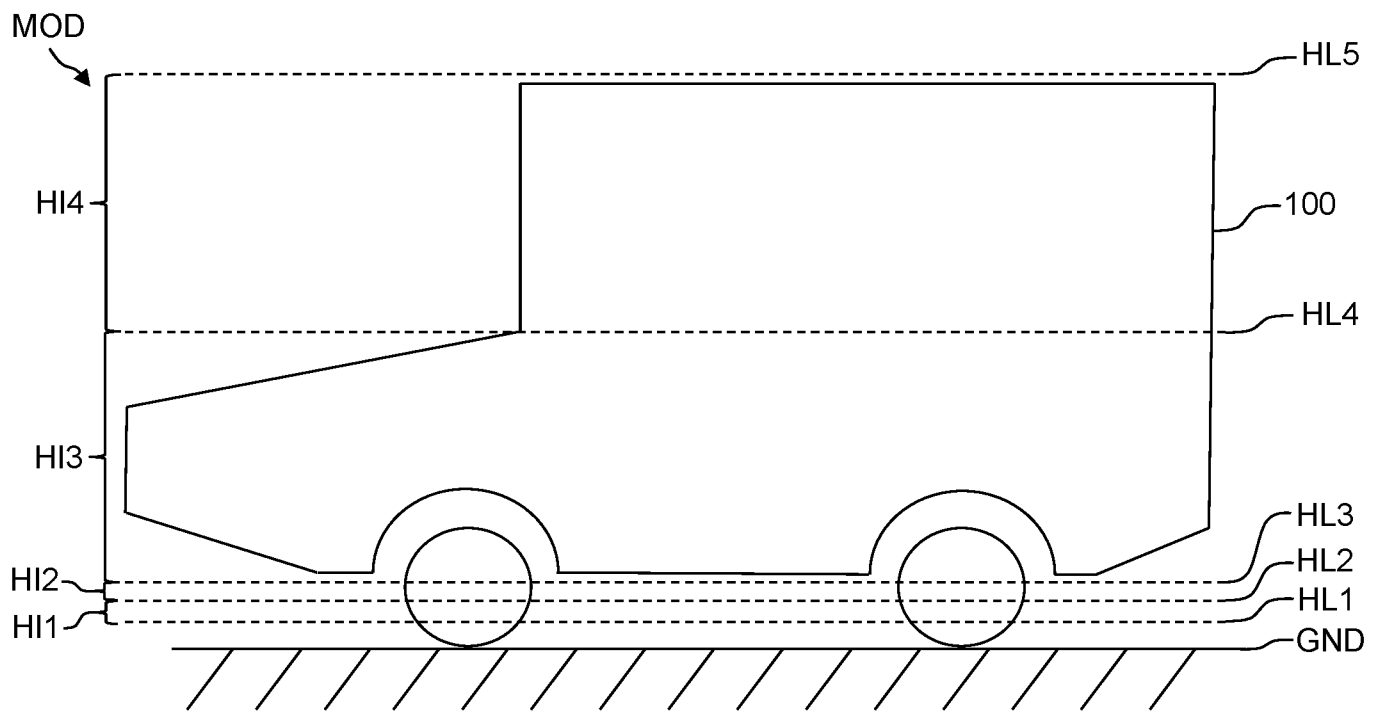


FIG. 2A

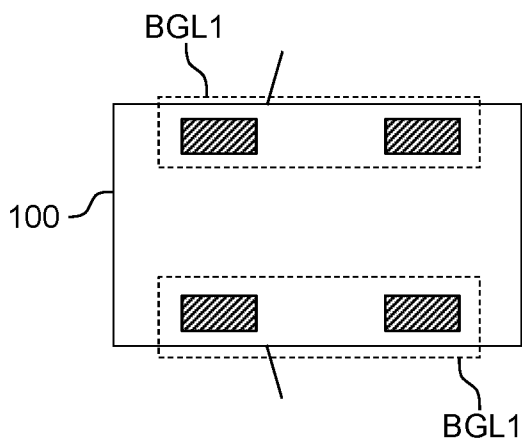


FIG. 2B

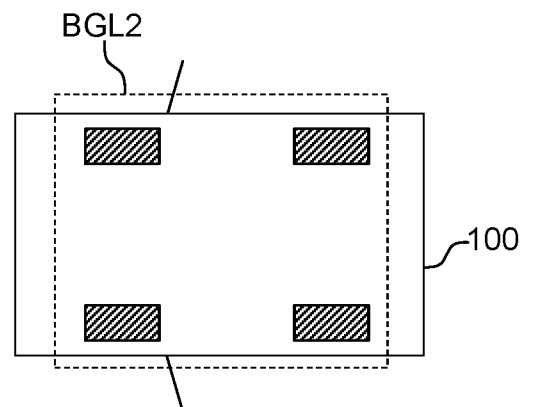


FIG. 2C

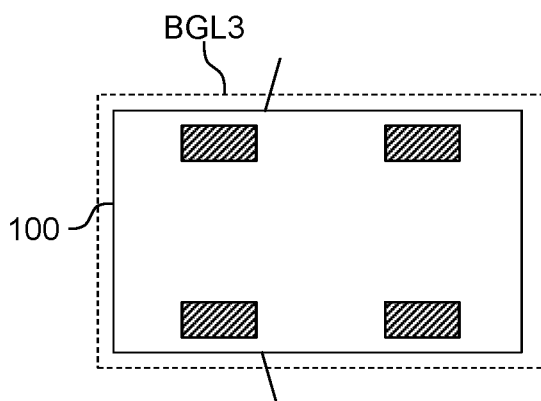


FIG. 2D

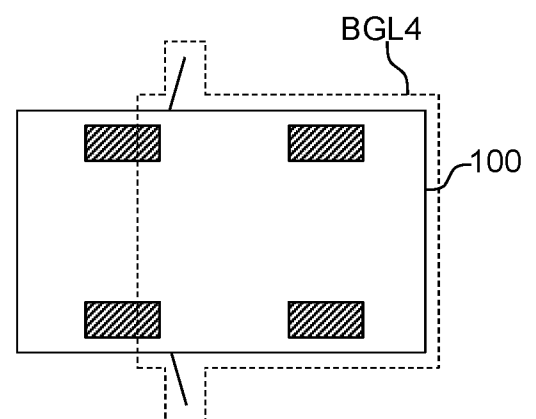


FIG. 2E

3 / 7

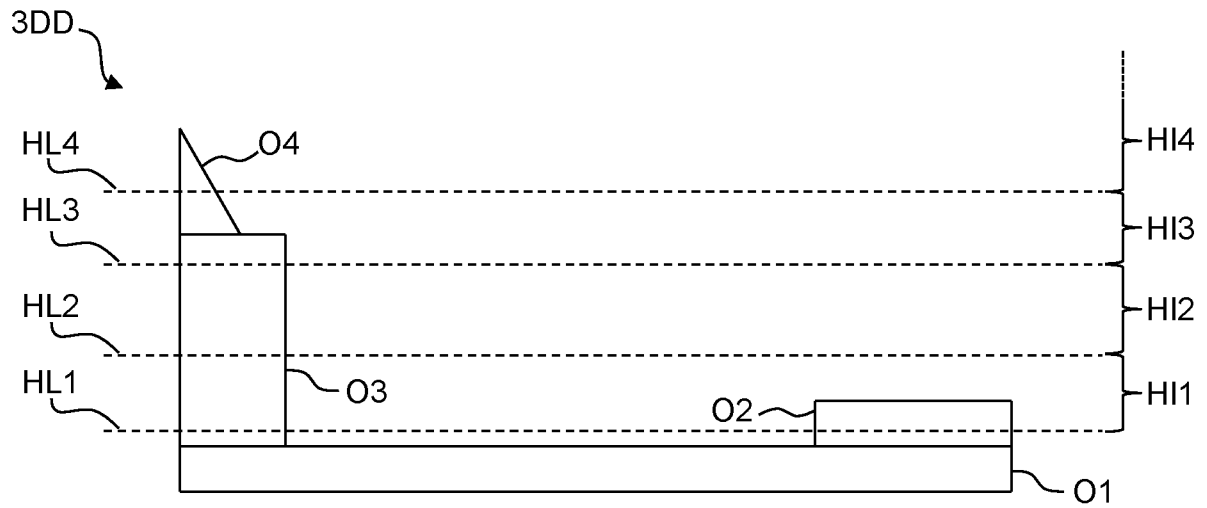


FIG. 3

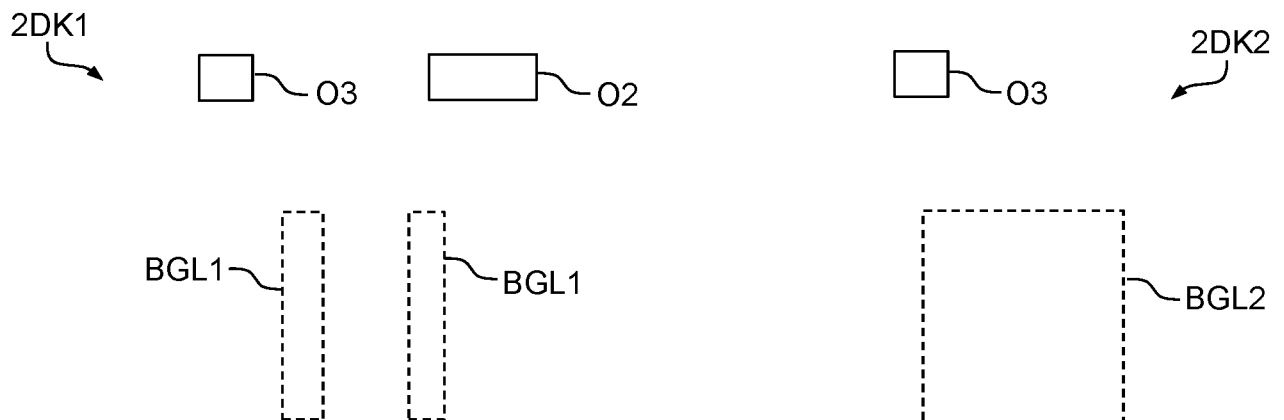


FIG. 4A

FIG. 4B

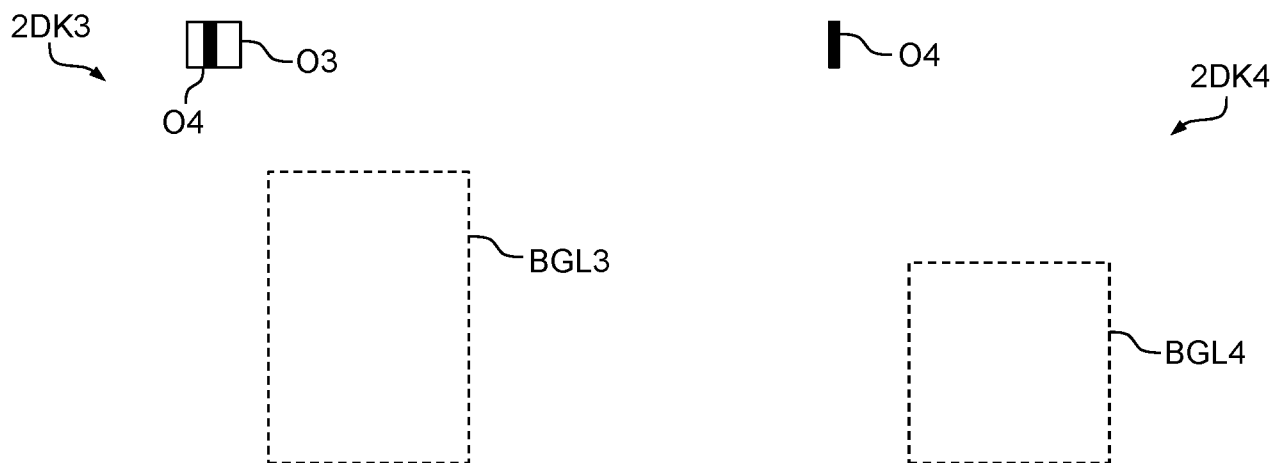


FIG. 4C

FIG. 4D

4 / 7

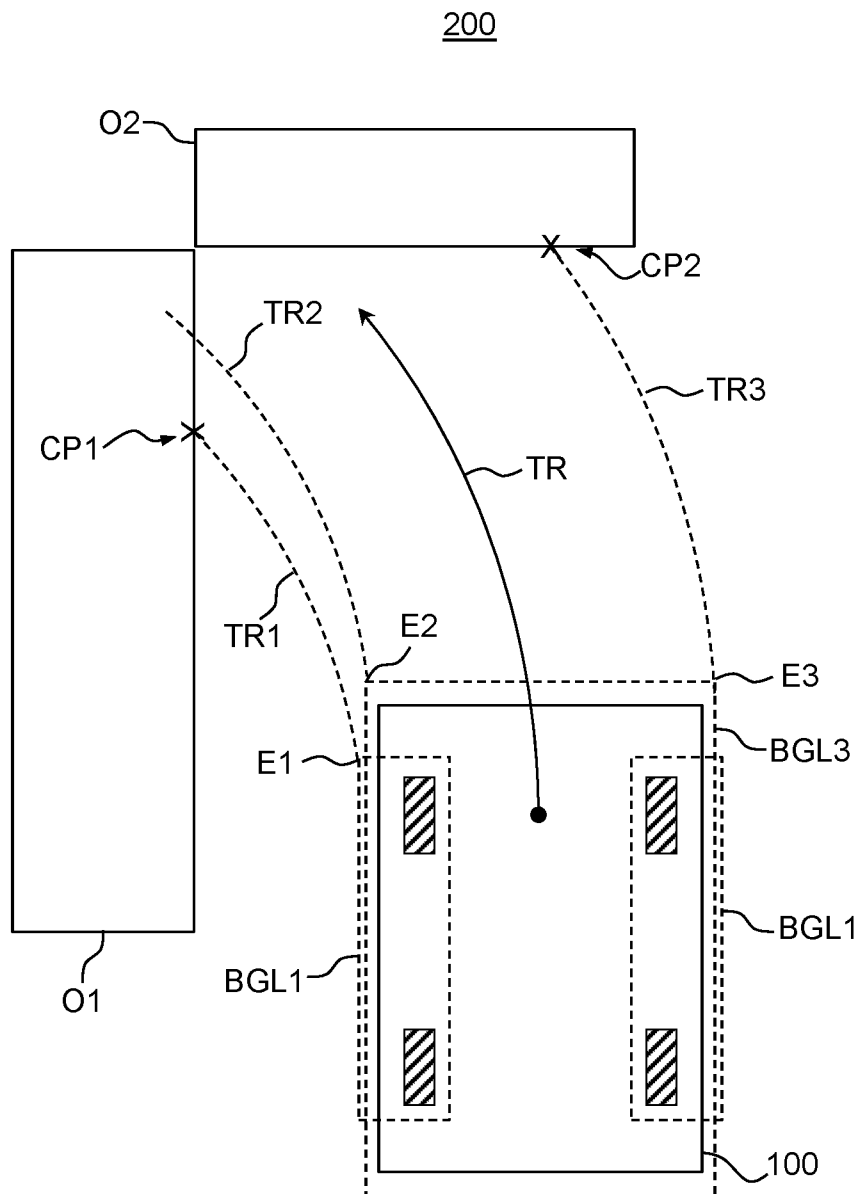


FIG. 5

5 / 7

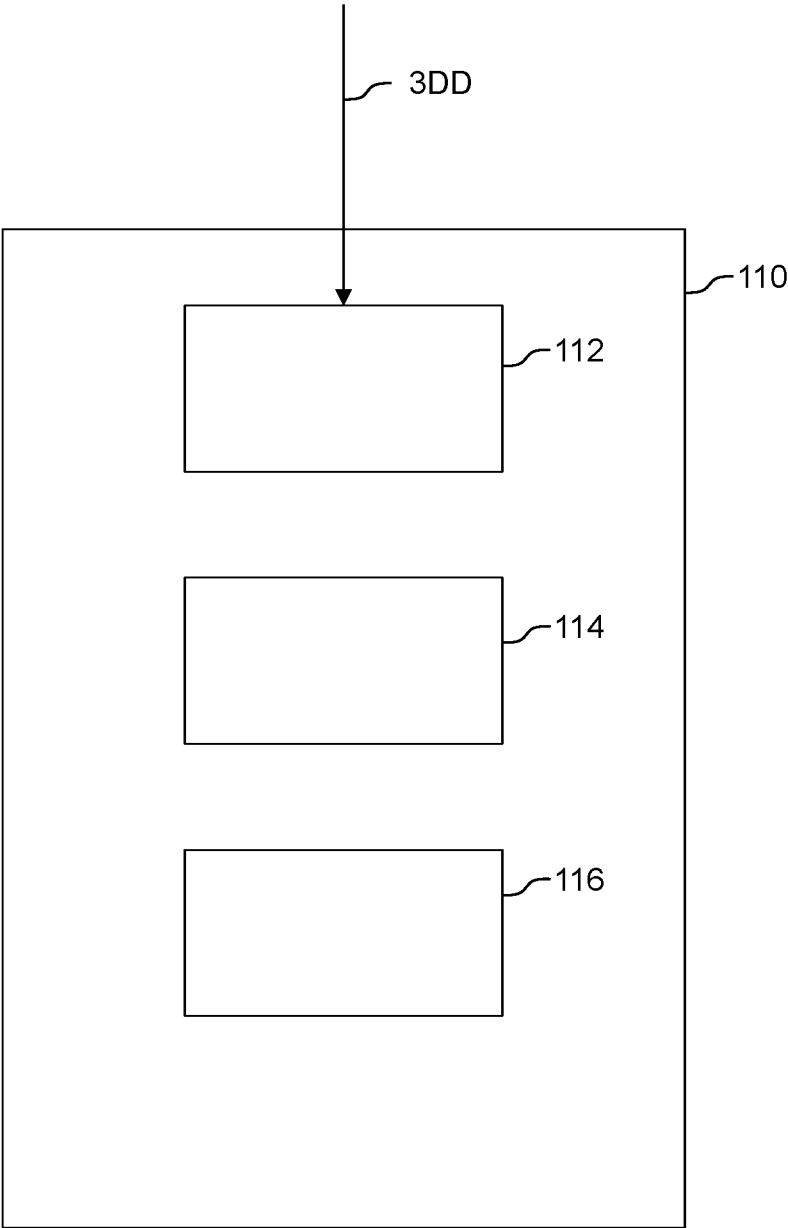


FIG. 6

6 / 7

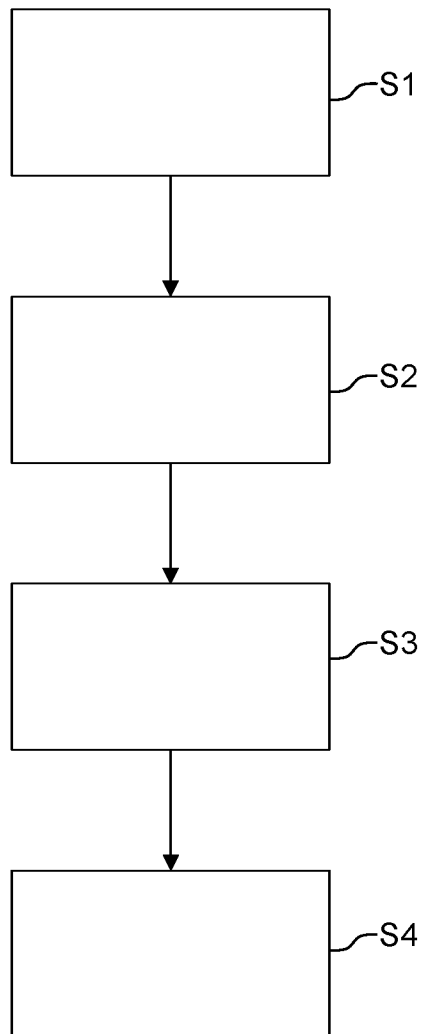


FIG. 7

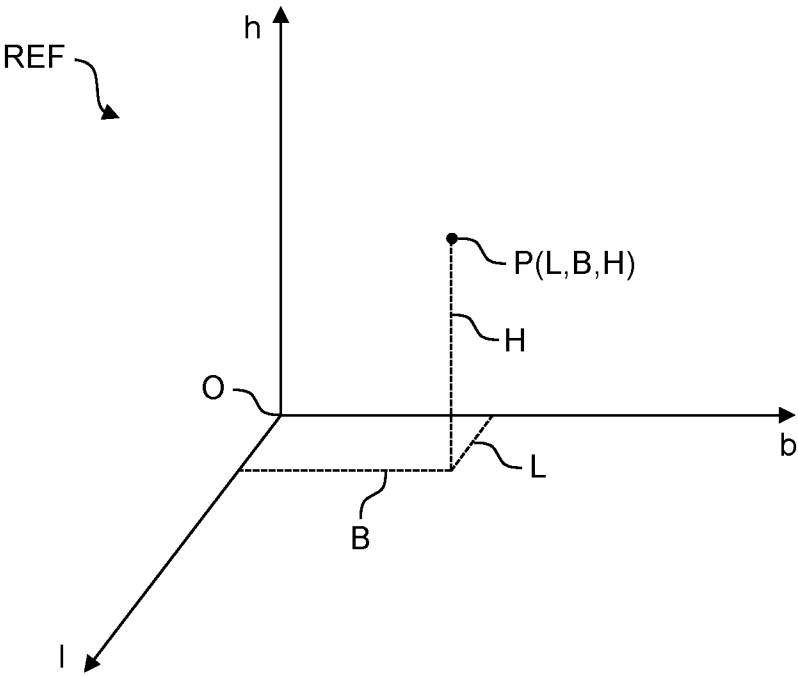


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/082580**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B60W 30/09(2012.01)i; **B60W 30/095**(2012.01)i; **B60W 30/06**(2006.01)i; **B62D 15/02**(2006.01)i; **G06V 20/58**(2022.01)i; **G08G 1/16**(2006.01)i; **G01S 15/00**(2020.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W; B62D; G06K; G06V; G08G; G01S

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102018100596 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 18 July 2019 (2019-07-18) paragraphs [0002], [0008], [0009], [0013], [0015], [0039]; claims 1,2,12; figures 1a,1b,2b, 3b	1-15
X	US 9767366 B1 (FAIRFIELD NATHANIEL [US] ET AL) 19 September 2017 (2017-09-19) column 6, line 65 - column 7, line 27 column 8, line 9 - line 47 column 9, line 55 - column 10, line 53; figures 2,3,4C,5	1-8,11-15
A	DE 102015001631 A1 (AUDI AG [DE]) 11 August 2016 (2016-08-11) paragraph [0017]; claims 1,3	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 March 2022

Date of mailing of the international search report

14 March 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

Rameau, Pascal

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/082580

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102018100596	A1	18 July 2019	DE	102018100596	A1	18 July 2019
				WO	2019137864	A1	18 July 2019
US	9767366	B1	19 September 2017	US	9767366	B1	19 September 2017
				US	9958869	B1	01 May 2018
				US	10162363	B1	25 December 2018
				US	10671084	B1	02 June 2020
DE	102015001631	A1	11 August 2016	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/082580

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B60W30/09	B60W30/095
	G08G1/16	G01S15/00
B60W30/06	B62D15/02	G06V20/58
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B60W B62D G06K G06V G08G G01S		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2018 100596 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 18. Juli 2019 (2019-07-18) Absätze [0002], [0008], [0009], [0013], [0015], [0039]; Ansprüche 1,2,12; Abbildungen 1a,1b,2b,3b -----	1-15
X	US 9 767 366 B1 (FAIRFIELD NATHANIEL [US] ET AL) 19. September 2017 (2017-09-19) Spalte 6, Zeile 65 - Spalte 7, Zeile 27 Spalte 8, Zeile 9 - Zeile 47 Spalte 9, Zeile 55 - Spalte 10, Zeile 53; Abbildungen 2,3,4C,5 -----	1-8, 11-15
A	DE 10 2015 001631 A1 (AUDI AG [DE]) 11. August 2016 (2016-08-11) Absatz [0017]; Ansprüche 1,3 -----	1-15
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. März 2022		14/03/2022
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 Rameau, Pascal

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/082580

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102018100596 A1	18-07-2019	DE 102018100596 A1	18-07-2019
		WO 2019137864 A1	18-07-2019

US 9767366 B1	19-09-2017	US 9767366 B1	19-09-2017
		US 9958869 B1	01-05-2018
		US 10162363 B1	25-12-2018
		US 10671084 B1	02-06-2020

DE 102015001631 A1	11-08-2016	KEINE	
