

(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
06. Oktober 2022 (06.10.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/207679 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 15/931 (2020.01) *G01S 15/42* (2006.01)
B60Q 9/00 (2006.01) *G01S 15/86* (2020.01)
B60W 30/08 (2012.01) *G01S 15/87* (2006.01)
B60W 50/14 (2020.01) *G01S 13/86* (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/058356

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2022 (30.03.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 107 972.1
30. März 2021 (30.03.2021) DE

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

(72) Erfinder: MOSNIER-THOMAS, Ludovic; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). HEIMBERGER, Markus; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). SCHOLZ, Niko Moritz; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE). BARIANT, Jean-François; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 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,

(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

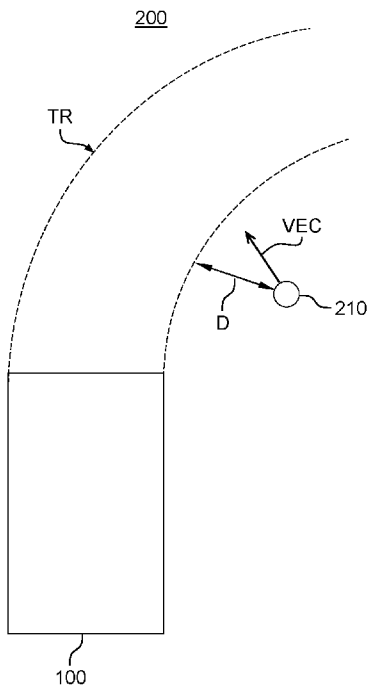


FIG. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a driver assistance system (110). The method has the steps of: a) receiving (S1) a drive state sensor signal (SIG0(t)), which indicates the drive state, at a number of different points in time (t0 - t5), b) receiving (S2) a number of sensor signals (SIG1(t)), which indicate the surroundings (200), at a number of different points in time (t0 - t5), c) detecting (S3) a number of objects (210, 211) in the surroundings (200) on the basis of a first number of sensor signals (SIG1(t)), which have been detected at a first point in time, d) ascertaining (S4) a position (POS) and a movement vector (VEC) for a detected object (210, 211) on the basis of the first number of sensor signals (SIG1(t)) and a second number of sensor signals (SIG1(t)), which have been received at a second point in time following the first point in time, using a plurality of different ascertaining methods (V1, V2), wherein different ascertaining methods (V1, V2) of the plurality have a different degree of computing complexity, and e) outputting (S5) a warning signal if a potential collision with the detected object (210, 211) is ascertained on the basis of the drive state sensor signal (SIG0(t)) received at a specified point in time and the position (POS) and the movement vector (VEC) ascertained for the detected object (210, 211).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems (110) vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst: a) Empfangen (S1) eines für einen Fahrzustand indikativen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte (t0 - t5), b) Empfangen (S2) einer Anzahl von für eine Umgebung (200) indikativen Sensorsignalen (SIG1(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte (t0 - t5), c) Erfassen (S3) einer Anzahl von Objekten (210, 211) in der Umgebung (200) in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden, d) Ermitteln (S4) einer Position (POS) und eines Bewegungsvektors (VEC) für ein erfasstes Objekt (210, 211) in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)) und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem zweiten, auf den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher

WO 2022/207679 A1

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, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Ermittlungsverfahren (V1, V2), wobei verschiedene Ermittlungsverfahren (V1, V2) der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und e) Ausgeben (S5) eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision mit dem erfassten Objekt (210, 211) auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt empfangenen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) und der für das erfasste Objekt (210, 211) ermittelten Position (POS) und seines Bewegungsvektors (VEC) ermittelt wird.

VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES FAHRASSISTENZSYSTEMS,
COMPUTERPROGRAMMPRODUKT, FAHRASSISTENZSYSTEM UND FAHRZEUG

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

Bekannte Fahrzeuge weisen eine Anzahl von Sensoreinheiten auf, mit denen sie ihre Umge-
10 bung erfassen können, wie beispielsweise Ultraschallsensoren. Dies kann speziell beim Rangieren und/oder Einparken des Fahrzeugs hilfreich sein, insbesondere wenn es sich um ein großes und/oder unübersichtliches Fahrzeug handelt. So kann auf Basis der Sensordaten ein akustisches, haptisches und/oder visuelles Signal an den Fahrer ausgegeben werden, um diesen vor einer Kollision zu warnen. Eine Schwierigkeit besteht darin, bewegliche
15 (dynamische) Objekten zu erfassen und zu ermitteln, ob mit diesen eine Kollision auftreten kann. Ein dynamisches Objekt ist insbesondere ein anderer Verkehrsteilnehmer, wie ein Fußgänger oder ein Radfahrer.

DE 10 2006 045 418 A1 offenbart ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem und mit
20 einem Sensor zur Abstandsmessung zu einem Hindernis auf. Es ist vorgeschlagen, zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eine Bewegungsrichtung eines sich bewegenden Objekts zu erfassen.

Bekannte Verfahren zum Ermitteln von dynamischen Objekten sind rechenintensiv und kom-
25 plex, weshalb eine Fehlerkennung vermehrt auftreten kann und/oder eine Zeitdauer vom Empfangen des Sensorsignals bis zum Ergebnis recht lange ist. Dies reduziert die Zeit, die für eine Reaktion verbleibt, sollte eine Kollision drohen. Weiterhin benötigen bekannte Systeme eine teure Sensorik, wie beispielsweise ein Radar, ein Lidar oder eine Kamera.

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. Das Verfahren umfasst:

a) Empfangen eines für einen Fahrzustand des Fahrzeugs indikativen Fahrzustandsensorsignals zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte,

b) Empfangen einer Anzahl von für eine Umgebung des Fahrzeugs indikativen Sensorsignalen zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte,

c) Erfassen einer Anzahl von Objekten in der Umgebung des Fahrzeugs in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen, die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden,

d) Ermitteln einer Position und eines Bewegungsvektors für ein erfasstes Objekt in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen, die zu einem zweiten, auf den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren, wobei verschiedene Ermittlungsverfahren der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und

e) Ausgeben eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs mit dem erfassten Objekt auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt empfangenen Fahrzustandsensorsignals und der für das erfasste Objekt ermittelten Position und seines Bewegungsvektors ermittelt wird.

Dieses Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Bewegung erfasster Objekte mit verschiedenen Ermittlungsverfahren ermittelt wird. Hierbei kann insbesondere ein wenig komplexes und sehr schnell durchzuführendes Ermittlungsverfahren und ein komplexeres und etwas langsamer durchzuführendes Ermittlungsverfahren verwendet werden. Die unterschiedlichen Ermittlungsverfahren weisen beispielsweise eine unterschiedliche Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit bezüglich ihrer jeweiligen Ergebnisse auf. So kann insbesondere ein weniger

komplexes Ermittlungsverfahren weniger zuverlässig sein, aber gerade in kritischen Situationen Zeit einsparen.

Das Fahrzustandssensorsignal umfasst beispielsweise Odometriedaten des Fahrzeugs, wie
5 beispielsweise eine aktuelle Geschwindigkeit, eine aktuelle Raddrehzahl, ein aktueller Radwinkel und/oder ein aktueller Lenkwinkel. Insbesondere lässt sich auf Basis des Fahrzustandssensorsignals beispielsweise eine Richtung des Fahrzeugs, beispielsweise eine zukünftige Trajektorie oder ein Fahrschlauch ermitteln.

10 Darunter, dass das Fahrzustandssensorsignal zu einer Anzahl unterschiedliche Zeitpunkte empfangen wird, ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass zu einem jeweiligen Zeitpunkt das zu diesem Zeitpunkt aktuelle Fahrzustandssensorsignal empfangen wird. Das aktuelle Fahrzustandssensorsignal ist insbesondere für den zu dem aktuellen Zeitpunkt aktuellen Fahrzustand indikativ. Beispielsweise wird das Fahrzustandssensorsignal regelmäßig,
15 insbesondere periodisch, empfangen, beispielsweise mit einer Frequenz von mehr als 1 Hz, vorzugsweise wenigstens 10 Hz, bevorzugt bis zu 100 Hz. Auf Basis von wenigstens aufeinanderfolgenden Fahrzustandssensoren lässt sich beispielsweise eine Änderung des Fahrzustands ermitteln.

20 Die für die Umgebung des Fahrzeugs indikativen Sensorsignale umfassen insbesondere Ultraschall-Sensorsignale. Darunter, dass eine Anzahl von Sensorsignalen empfangen wird, ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass beispielsweise Sensorsignale von einer Anzahl unterschiedlicher Sensoren empfangen werden, wobei unterschiedliche Sensoren einerseits Sensoren gleicher Art aber anderer Anordnung und/oder Ausrichtung umfassen, anderer-
25 seits aber auch Sensoren unterschiedlicher Art umfassen, wie beispielsweise ein Ultraschallsensor und eine Kamera. Die Anzahl umfasst hierbei eine Menge größer oder gleich Eins. Die Sensorsignale können weiterhin auch von virtuellen Sensoren empfangen werden. Man kann alternativ auch sagen, dass die Sensorsignale abgerufen werden. Beispielsweise stellt ein Sensor ein Ausgangssignal bereit, das durch externe Komponenten, beispielsweise
30 das Fahrassistenzsystem, entsprechend abrufbar ist.

Darunter, dass die Anzahl von Sensorsignalen zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte empfangen werden, ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass zu einem jeweiligen Zeitpunkt die zu diesem Zeitpunkt aktuellen Sensorsignale empfangen werden. Vorzugsweise werden alle Sensorsignale der Anzahl zu einem Zeitpunkt empfangen, beispielsweise als ein Datenpaket, das alle Sensorsignale der Anzahl umfasst.

Es sei angemerkt, dass unterschiedliche Sensorsignale der Anzahl, beispielsweise Sensorsignale von zwei verschiedenen Ultraschallsensoren, unterschiedliche Erfassungszeitpunkte aufweisen können, auch wenn die Anzahl von Sensorsignale zu einem Zeitpunkt empfangen wird.

Es kann ferner sein, dass ein Intervall zwischen zwei Sensorsignalen eines jeweiligen Sensors unterschiedlich zu einem Intervall zwischen zwei Sensorsignalen eines weiteren Sensors ist. Vorzugsweise stellt jeder Sensor sein Sensorsignal regelmäßig, insbesondere periodisch, beispielsweise mit einer Frequenz von mehr als 1 Hz, vorzugsweise wenigstens 10 Hz, bevorzugt bis zu 100 Hz., bereit, wobei zu einem jeweiligen Zeitpunkt immer das gerade aktuelle Sensorsignale bereitgestellt wird.

Die Zeitpunkte, zu denen die Anzahl von Sensorsignalen empfangen wird, können sich von den Zeitpunkten, zu denen das Fahrzustandssensorsignal empfangen wird, unterscheiden.

Darunter, dass eine Anzahl von Objekten in der Umgebung des Fahrzeugs in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen, die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden, erfasst wird, ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass die erste Anzahl empfangener Sensorsignale verarbeitet und/oder analysiert wird, und als ein Ergebnis des Verarbeitens und/oder des Analysierens eine Anzahl von Objekten detektiert werden. Das Verarbeiten und/oder Analysieren umfasst beispielsweise eine Signalanalyse der einzelnen Sensorsignale und/oder eine Signalanalyse mehrerer miteinander korrelierter Sensorsignale.

Die Anzahl von Objekten ist größer oder gleich Eins.

Für wenigstens eines der erfassten Objekte wird eine Position und ein Bewegungsvektor ermittelt. Zum Ermitteln der Position kann ein einzelnes Sensorsignal eines Zeitpunkts ausreichend sein. Zum Ermitteln des Bewegungsvektors sind wenigstens zwei Sensorsignale, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten empfangen wurden, notwendig. Zum Ermitteln des Bewegungsvektors werden vorzugsweise zwei zu unterschiedlichen Zeitpunkten empfangene Sensorsignale eines bestimmten Sensors verwendet, es können aber auch Sensorsignale unterschiedlicher Sensoren, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten empfangen wurden, verwendet werden. Je mehr Sensorsignale für ein jeweiliges Objekt verwendet werden, um so genauer kann die Ermittlung der Position und des Bewegungsvektors sein. Zudem ist es vorteilhaft, den Zeitabstand zwischen zwei Sensorsignalen so gering wie möglich zu halten, um die Genauigkeit und die Aktualität zu verbessern, da sich der Bewegungsvektor jederzeit ändern kann, beispielsweise wenn ein Fußgänger abrupt stehen bleibt oder sich in Bewegung setzt.

Die Position des Objekts bezieht sich insbesondere auf eine Position in einem Koordinatensystem des Fahrzeugs und weist wenigstens zwei Koordinaten auf. Die Position des Objekts kann sich hierbei auf einen einzelnen Punkt des Objekts beziehen.

Der Bewegungsvektor umfasst insbesondere einen zweidimensionalen Vektor. Ein Betrag des Bewegungsvektors entspricht beispielsweise der Geschwindigkeit des Objekts.

Die Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren umfasst wenigstens zwei Ermittlungsverfahren, die einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen. Beispielsweise erfolgt bei einem ersten Ermittlungsverfahren die Positionsbestimmung und die Bewegungsvektorbestimmung unmittelbar auf Basis von Sensor-Rohdaten, und bei einem zweiten Ermittlungsverfahren werden auf Basis der Rohdaten verarbeitete Daten erzeugt und die Positionsbestimmung und die Bewegungsvektorbestimmung erfolgt auf Basis der verarbeiteten Daten. Sensor-Rohdaten sind insbesondere das unbearbeitete Ausgangssignal eines jeweiligen

Sensors. Dadurch, dass eine Vorverarbeitung entfällt, kann dieses Ermittlungsverfahren besonders schnell sein. Andererseits kann eine Signalrauschen oder dergleichen ein Ermittlungsergebnis beeinträchtigen.

5 Je weniger Verarbeitungsschritte ein Ermittlungsverfahren aufweist, umso weniger komplex ist es, und umso schneller kann es durchführbar sein. Vorteilhaft umfasst die Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren daher wenigstens zwei Ermittlungsverfahren mit einer unterschiedlichen Anzahl an Verarbeitungsschritten. Ein Verarbeitungsschritt umfasst beispielsweise das Durchführen einer bestimmten mathematischen Operation mit einem jeweiligen
10 Sensorsignal, wie das Bilden eines gleitenden Durchschnitts, um Ausreißer in dem Sensorsignal zu maskieren, oder das Anwendung eines Rauschfilters, einer Fouriertransformation und dergleichen mehr. Ein Verarbeitungsschritt kann auch mehrere Sensorsignale umfassen, beispielsweise wenn eine Korrelation ermittelt wird und/oder die Sensorsignale gegenseitig plausibilisiert werden.

15

Auf Basis der verschiedenen Ermittlungsverfahren können für ein Objekt unterschiedliche Positionen und/oder Bewegungsvektoren ermittelt werden. Vorzugsweise werden zu einem Zeitpunkt immer die aktuellste Position und der aktuellste Bewegungsvektor als Grundlage für das Ermitteln einer möglichen Kollision herangezogen. Wenn von zwei unterschiedlichen
20 Ermittlungsverfahren jeweils eine Position und ein Bewegungsvektor für ein Objekt ermittelt wurden, die auf den gleichen aktuellen Sensorsignalen basieren, dann wird insbesondere diejenige Position und derjenige Bewegungsvektor als Grundlage für das Ermitteln einer möglichen Kollision herangezogen, deren jeweilige Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit höher ist. Die Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit kann beispielsweise in Form eines Ermittlungsfehlers, der einerseits von Messfehlern und andererseits von dem Ermittlungsverfahren
25 selbst herrühren kann, bestimmt werden.

Vorzugsweise werden die Position und der Bewegungsvektor für mehrere der erfassten Objekte der Anzahl ermittelt, bevorzugt für jedes erfasste Objekt der Anzahl.

30

Die Position und der Bewegungsvektor werden insbesondere ständig aktualisiert. Beispielsweise wird immer dann eine neue Ermittlung durchgeführt, wenn ein aktuelles Sensorsignal oder eine Anzahl aktueller Sensorsignale empfangen wird. Nachfolgend kann daher auch von der aktuellen Position und dem aktuellen Bewegungsvektor gesprochen werden.

5

Auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt empfangenen Fahrzustandssensorsignals und der für das erfasste Objekt ermittelten Position und seines Bewegungsvektors kann ermittelt werden, ob es in der Zukunft zu einer Kollision des Fahrzeugs mit dem sich gemäß seinem Bewegungsvektor bewegenden Objekt kommen kann. Hierbei kann insbesondere eine Extrapolation der Position des Fahrzeugs und des Objekts auf Basis des jeweiligen aktuellen Fahrzustandssensorsignals und eine Extrapolation der Position des Objekts auf Basis der aktuellen Position und dem aktuellen Bewegungsvektor des Objekts ermittelt werden.

10

Wenn sich die extrapolierten Positionen zu einem bestimmten Zeitpunkt beispielsweise zu nahe kommen, ist eine Kollision wahrscheinlich.

15

Wenn eine Kollision wahrscheinlich ist, wird ein Warnsignal ausgegeben. Das Ausgeben des Warnsignals kann direkt an den Nutzer des Fahrzeugs erfolgen, beispielsweise als ein akustisches, ein haptisches und/oder ein visuelles Signal. Das Warnsignal kann auch nach außerhalb des Fahrzeugs, beispielsweise an das Objekt, ausgegeben werden, insbesondere als ein akustisches Warnsignal. Wenn das Warnsignal ausgegeben wird, können ferner weitere Funktionen des Fahrassistenzsystems und/oder anderer Einheiten des Fahrzeugs ausgelöst werden.

20

Das Warnsignal wird vorzugsweise unabhängig davon, mit welchem Ermittlungsverfahren die Position und der Bewegungsvektor des Objekts, mit dem eine mögliche Kollision ermittelt wurde, ausgegeben.

25

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Anzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren wenigstens ein erstes Ermittlungsverfahren, bei dem für jedes erfasste Objekt der Anzahl ein Kalman-Filter zugeordnet und initialisiert wird, das zum Ermitteln der Position sowie des Bewegungsvektors des jeweiligen Objekts verwendet wird.

5

Das heißt, dass bei fünf erfassten Objekten fünf zugeordnete Kalman-Filter initialisiert werden. Das Kalman-Filter (auch Kalman-Bucy-Filter, Stratonovich-Kalman-Bucy-Filter oder Kalman-Bucy-Stratonovich-Filter) ist ein mathematisches Verfahren zur iterativen Schätzung von Parametern, vorliegend der Position und des Bewegungsvektors des Objekts, auf der Basis von fehlerbehafteten Messungen, vorliegend die empfangenen Sensorsignale. Das Kalman-Filter dient dazu, nicht direkt messbare Systemgrößen zu schätzen, während die Fehler der Messungen optimal reduziert werden. Das Kalman-Filter beschreibt einen Schätzwert durch mehrdimensionale Normalverteilungen. Diese repräsentieren eine Wahrscheinlichkeitsverteilung möglicher Fehler um jeden Schätzwert sowie Korrelationen zwischen Schätzfehlern unterschiedlicher Variablen. Mit dieser Information werden in jedem Zeitschritt die bisherigen Schätzwerte mit den neuen Messungen auf optimale Weise kombiniert, so dass verbleibende Fehler schnellstmöglich minimiert werden. Das Kalman-Filter hat zu einem aktuellen Zeitpunkt ein Filterzustand umfassend die aktuellen Schätzwerte sowie Fehlerschätzungen und Korrelationen. Nach jeder neuen Messung verbessert das Kalman-Filter die bisherigen Schätzwerte und aktualisiert die zugehörigen Fehlerschätzungen und Korrelationen. In dynamischen Systemen, in denen beispielsweise auch eine Geschwindigkeit geschätzt wird, schätzt das Kalman-Filter auch Korrelationen zwischen der Geschwindigkeit und beispielsweise der Position, insbesondere auf Basis von Bewegungsgleichungen, und berücksichtigt diese für den nächsten Zeitschritt.

25

Das Kalman-Filter wird vorzugsweise wenigstens immer dann aktualisiert, wenn eine Anzahl aktueller Sensorsignale empfangen wurde.

Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens sind unterschiedlichen Sensorsignalen der Anzahl unterschiedliche Abtastbereiche in der Umgebung zugeordnet, wobei ein jeweiliges einem bestimmten Abtastbereich in der Umgebung zugeordnetes Sensorsignal der zu einem jeweiligen Zeitpunkt empfangenen Anzahl von Sensorsignalen demjenigen Kalman-Filter zugeführt wird, dessen zugeordnetes Objekt eine Position aufweist, die innerhalb des dem Sensorsignal zugeordneten Abtastbereichs liegt.

Hiermit ist sichergestellt, dass das jeweilige Kalman-Filter für die nächsten Aktualisierung dasjenige Sensorsignal zugeführt bekommt, das sich auch auf das dem Kalman-Filter zugeordnete Objekt bezieht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Ausgeben des Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision auf Basis der für das jeweilige erfasste Objekt unter Verwendung des ersten Ermittlungsverfahrens ermittelten Position und seines Bewegungsvektors ermittelt wird, ausschließlich dann, wenn der ermittelte Bewegungsvektor des Objekts ungleich Null ist.

Mit anderen Worten wird vor einer möglichen Kollision mit einem Objekt nicht gewarnt, wenn die mögliche Kollision auf Basis der mit dem ersten Ermittlungsverfahren ermittelten Position und beispielsweise einer Bewegung des Fahrzeugs ermittelt wurde, das Objekt selbst sich aber nicht bewegt, sondern statisch ist. Es sei angemerkt, dass die nicht ausschließt, dass vor einer solchen Kollision gewarnt wird. Beispielsweise kann die mögliche Kollision auch auf Basis der mit einem weiteren Ermittlungsverfahren ermittelten Position des Objekts ermittelt werden und es kann dann entsprechend eine Warnung ausgegeben werden.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst dieses:

Ermitteln eines Fahrschlauchs für das Fahrzeug in Abhängigkeit des empfangenen Fahrzustandssensorsignals.

Der Begriff "Fahrschlauch" beschreibt vorliegend insbesondere die Fläche, die das Fahrzeug überstreichen würde, wenn es mit dem aktuellen Radwinkel oder Lenkwinkel vorwärts oder rückwärts bewegt würde. Das heißt, dass eine Änderung des Lenkwinkels oder des Radwinkels eine Änderung des Fahrschlauchs bewirkt. Der Fahrschlauch kann beispielsweise durch
5 Trajektorien für jedes Rad des Fahrzeugs repräsentiert sein. Der Fahrschlauch kann auch als zweidimensionale zukünftige Trajektorie des Fahrzeugs aufgefasst werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird ein Warnsignal nur dann ausgegeben, wenn ein Abstand des jeweiligen Objekts zu dem Fahrzeug und/oder zu dem er-
10 mittelten Fahrschlauch kleiner oder gleich einem unteren Schwellwert ist.

Der Schwellwert ist insbesondere für unterschiedliche Fahrzeuge und/oder Situationen variabel bestimmbar. Weiterhin kann der Schwellwert in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Geschwindigkeit des Objekts bestimmt werden. Weiterhin kann der
15 Schwellwert in Abhängigkeit einer Messgenauigkeit, wie einer Standardabweichung oder einer Varianz, bestimmt werden.

Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass nur dann eine Warnung ausgegeben wird, wenn die Wahrscheinlichkeit einer Kollision relativ hoch ist. Insbesondere wird durch den
20 Schwellwert berücksichtigt, dass unbekannt ist, wie sich das Objekt weiterbewegen wird, das heißt, ob es beispielsweise seine Geschwindigkeit und/oder Richtung ändern wird. Der Schwellwert kann beispielsweise einen Wert aus einem Intervall von Null bis zu zwei Metern annehmen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird ein Warnsignal nur dann ausgegeben, wenn der ermittelte Bewegungsvektor des jeweiligen Objekts in Richtung zu dem Fahrzeug und/oder zu dem ermittelten Fahrschlauch weist.
25

Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bei einem Objekt, dessen aktueller Abstand unterhalb des unteren Schwellwerts ist, das sich aber von dem Fahrzeug oder dem Fahrschlauch
30

wegbewegt und mit dem deshalb eine Kollision sehr unwahrscheinlich ist, kein Warnsignal ausgegeben wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst der Schritt e):

5 Ermitteln einer zukünftigen Trajektorie des erfassten Objekts auf Basis der ermittelten Position und dem Bewegungsvektor, wobei ein Warnsignal nur dann ausgegeben wird, wenn die ermittelte zukünftige Trajektorie an wenigstens einer Position einen vorbestimmten Minimalabstand unterschreitet und/oder einen Schnittpunkt mit dem ermittelten Fahrschlauch aufweist.

10

Die zukünftige Trajektorie kann beispielsweise als eine Extrapolation einer bisherigen Trajektorie des Objekts ermittelt werden. Hierbei kann insbesondere auch eine gekrümmte zukünftige Trajektorie ermittelbar sein.

15 Der vorbestimmte Minimalabstand kann gleich dem unteren Schwellwert sein, er kann aber auch unterschiedlich zu diesem sein. Der vorbestimmte Minimalabstand kann insbesondere für unterschiedliche Fahrzeuge und/oder Situationen variabel bestimmbar sein. Weiterhin kann der vorbestimmte Minimalabstand in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Geschwindigkeit des Objekts bestimmt werden. Weiterhin kann der vorbestimmte Minimalabstand in Abhängigkeit einer Messgenauigkeit, wie einer Standardabweichung oder
20 einer Varianz, bestimmt werden.

Darunter, dass der vorbestimmte Minimalabstand in Abhängigkeit einer anderen Größe, wie beispielsweise der Fahrzeuggeschwindigkeit, bestimmt wird, ist beispielsweise zu verstehen,
25 dass der vorbestimmte Minimalabstand als eine Funktion der anderen Größe vorbestimmt ist, so dass ein konkreter Zahlenwert zu einem Zeitpunkt in Abhängigkeit des aktuellen Werts der anderen Größe bestimmt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfassen die empfangenen Sensordaten
30 sensordaten ausschließlich Ultraschallsensorsignale.

Diese Ausführungsform kann vorteilhaft für Fahrzeuge genutzt werden, die ausschließlich Ultraschallsensoren aufweisen. Ultraschallsensoren sind im Vergleich zu anderen Sensoren, wie Radar, Lidar und/oder Kameras, günstig in der Herstellung und benötigen keine hohe
5 Rechenleistung zur Auswertung ihrer Sensorsignale.

Auch für Fahrzeuge, die über weitere Sensorik verfügen, kann diese Ausführungsform vorteilhaft sein, da die benötigte Rechenleistung für das vorgeschlagene Verfahren geringer ist, als für alternative Verfahren, die beispielsweise zusätzlich eine Bildauswertung eines Kame-
10 rabildes durchführen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Anzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren wenigstens ein zweites Ermittlungsverfahren, bei dem auf Basis der zu einem jeweiligen Zeitpunkt empfangenen Anzahl von Sensorsignalen eine Merk-
15 malserkennung durchgeführt wird und eine digitale Umgebungskarte unter Verwendung von erkannten Merkmalen ermittelt wird.

Die digitale Umgebungskarte kann vorteilhaft dazu verwendet werden, auch eine Kollision mit statischen Objekten zu ermitteln und hiervor zu warnen. Im Vergleich zu dem ersten Er-
20 mittlungsverfahren ist insbesondere das Durchführen einer Merkmalserkennung (englisch: "feature extraction") aufwändig und benötigt mehr Rechenleistung. Daher kann das zweite Ermittlungsverfahren insbesondere auch länger dauern. Weiterhin kann es vorkommen, dass sich bewegende Objekte bei der Merkmalserkennung nicht erkannt werden, beispielsweise wenn sich das Sensorsignal schnell verändert und daher wie Rauschen aussieht. Dies kann
25 insbesondere bei Fußgängern und/oder Radfahren der Fall sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das Verfahren ausschließlich dann durchgeführt, wenn das Fahrzeug eine Geschwindigkeit von kleiner oder gleich 15 km/h, vorzugsweise kleiner oder gleich 10 km/h, bevorzugt kleiner oder gleich 7 km/h, weiter
30 bevorzugt kleiner oder gleich 5 km/h aufweist.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit lässt sich insbesondere auf Basis des Fahrzustandssensorsignals ermitteln.

- 5 Dies ist insbesondere bei der Verwendung von Ultraschallsensorsignalen vorteilhaft, da Ultraschallsensoren aufgrund der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in Luft vergleichsweise langsam arbeiten und daher für hohe Geschwindigkeiten weniger geeignet sind.

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

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
15 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.

20 Gemäß einem dritten Aspekt wird ein Fahrassistenzsystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen. Das Fahrassistenzsystem umfasst eine Empfangseinheit zum Empfangen eines für einen Fahrzustand des Fahrzeugs indikativen Fahrzustandssensorsignals zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte, und zum Empfangen einer Anzahl von für eine Umgebung des Fahrzeugs indikativen Sensorsignalen zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte, eine Erfassungseinheit zum Erfassen einer Anzahl von Objekten in der Umgebung des Fahrzeugs in
25 Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen, die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden, eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln einer Position und eines Bewegungsvektors für ein erfasstes Objekt der Anzahl in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen, die zu einem zweiten, auf den
30 ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl

unterschiedlicher Ermittlungsverfahren, wobei verschiedene Ermittlungsverfahren der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und eine Ausgabeeinheit zum Ausgeben eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs mit dem erfassten Objekt auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt empfangenen Fahrzustandssensorsignals und der für das erfasste Objekt ermittelten Position und seines Bewegungsvektors ermittelt wird.

Die für das vorgeschlagene Verfahren beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale gelten für das vorgeschlagene Fahrassistenzsystem entsprechend. Die Vorteile und/oder Definitionen, die in Bezug auf das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt genannt wurden, gelten auch für das vorgeschlagene Fahrassistenzsystem. Das Fahrassistenzsystem wird insbesondere mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt oder einer der Ausführungsformen des Verfahrens betrieben.

Die jeweilige Einheit des Fahrassistenzsystem 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 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.

Das Fahrassistenzsystem kann insbesondere zum teilautonomen oder vollautonomen Fahren des Fahrzeugs eingerichtet sein. 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 Bremseinrichtung steuert.

Gemäß einem vierten Aspekt wird ein Fahrzeug mit einer Anzahl von Umgebungssensoreinheiten zum Erfassen einer Umgebung des Fahrzeugs und zum Ausgeben eines jeweiligen Sensorsignals und mit einem Fahrassistenzsystem gemäß dem dritten Aspekt .

5

Das Fahrzeug ist beispielsweise ein Personenkraftwagen oder auch ein Lastkraftwagen. Das Fahrzeug umfasst vorzugsweise eine Anzahl an Sensoreinheiten, die zum Erfassen des Fahrzustands des Fahrzeugs und 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, Radwinkelsensoren und/oder Raddrehzahlsensoren. Die Sensoreinheiten sind jeweils zum Ausgeben eines Sensorsignals eingerichtet, beispielsweise an das Fahrassistenzsystem, welches das teilautonome oder vollautonome Fahren in Abhängigkeit der erfassten Sensorsignale durchführt.

15

Gemäß einer Ausführungsform des Fahrzeugs umfassen die Umgebungssensoreinheiten ausschließlich Ultraschallsensoren.

Dies ermöglicht ein wenig komplexes und in der Herstellung günstiges Fahrzeug.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Fahrzeugs weist das Fahrzeug eine Masse von über 2,5 Tonnen und/oder eine Länge von über 5 Metern auf.

Beispielsweise ist das Fahrzeug als ein Transporter ausgebildet. Transporter sind beispielsweise unübersichtlich und können einen oder mehrere "tote Winkel" aufweisen, die ein Fahrer des Transporters schlecht oder gar nicht einsehen kann. Ein solcher toter Winkel ist beispielsweise auf der Beifahrerseite hinter der A-Säule oder auf der Fahrer- und/oder Beifahrerseite nahe an dem Fahrzeug.

25

Insbesondere bei großen und/oder unübersichtlichen Fahrzeugen weist das Verfahren den Vorteil auf, dass bei einer drohenden Kollision mit einem Objekt, das sich in einem von dem Fahrer schlecht oder gar nicht einsehbaren Bereich in der Nähe des Fahrzeugs befindet, gewarnt werden kann.

5

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 als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufü-

10 gen.

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 Bezug-

15

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsbeispiele eines Fahrzeugs;

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht unterschiedlicher Abtastbereiche;

20

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer ersten Verkehrssituation;

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer zweiten Verkehrssituation;

25

Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht einer dritten Verkehrssituation zu unterschiedlichen Zeitpunkten;

Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiele für ein Fahrerassistenzsystem; und

30

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems.

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

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht 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
10 ausgebildet ist. Zudem sind an dem Auto 100 eine Mehrzahl an Umgebungssensoreinrichtungen 120, 130 angeordnet, wobei es sich beispielhaft um optische Sensoren 120 und Ultraschallsensoren 130 handelt. Die optischen Sensoren 120 umfassen beispielsweise visuelle
15 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
15 Sensorsignal ausgeben. Die Ultraschallsensoren 130 sind insbesondere zum Abtasten eines jeweiligen Bereichs 131 – 136 (siehe Fig. 2) der Umgebung 200 eingerichtet. Auf Basis des
von den Ultraschallsensoren 130 jeweils ausgegebenen Sensorsignals lassen sich beispielsweise Objekte 210, 211 (siehe Fig. 2 – 5) erfassen und ein Abstand zu den Objekten 210,
211 ermitteln. Aus zeitlich aufeinanderfolgenden Sensorsignalen kann beispielsweise ein Be-
20 wegungsvektor VEC (siehe Fig. 3 – 5) eines Objekts 210, 211 ermittelt werden. Mittels den
von den Sensoren 120, 130 erfassten Sensorsignalen kann das Fahrassistenzsystem 110 in
der Lage sein, 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 120, 130 aufweist.
25 Beispiele hierfür sind ein Mikrofon, ein Beschleunigungssensor, ein Raddrehzahlsensor, ein
Radwinkelsensor, ein Lenkwinkelsensor, eine Antenne mit gekoppeltem Empfänger zum
Empfangen von elektromagnetisch übertragbarer Datensignale, und dergleichen mehr.

Das Fahrassistenzsystem 110 ist beispielsweise wie anhand der Fig. 6 erläutert ausgebildet und dazu eingerichtet, das anhand der Fig. 7 beschriebene Verfahren auszuführen. Vorzugsweise ist das Fahrassistenzsystem 110 ferner dazu eingerichtet, Verarbeitungsprozesse wie nachfolgend anhand der Fig. 2 – 5 beschrieben auszuführen.

5

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht unterschiedlicher Abtastbereiche 131 – 136 verschiedener Ultraschallsensoren 130. In diesem Beispiel sind sechs Ultraschallsensoren 130 an einem vorderen Schweller eines Fahrzeugs 100 angeordnet. Das Fahrzeug 100 ist beispielsweise wie anhand der Fig. 1 beschrieben ausgebildet. Jeder Sensor 130 weist einen bestimmten Abtastbereich 131 – 136 auf. Die Form eines jeweiligen Abtastbereichs 131 – 136 hängt von der Anordnung und der Ausrichtung des Ultraschallsensors 130 an dem Fahrzeug 100 ab, aber auch von dem Aufbau des Ultraschallsensors 130. Die Abtastbereiche 131 – 136 können sich zumindest teilweise überlappen, so dass die direkte Umgebung 200 vor dem Schweller des Fahrzeugs 100 vorzugsweise lückenlos erfassbar ist. Die Reichweite eines jeweiligen Ultraschallsensors 130 hängt von dessen Aufbau ab, diese liegt beispielsweise in einem Bereich zwischen fünf Meter bis zehn Meter.

Außer den hier dargestellten sechs Ultraschallsensoren 130, die physisch vorhanden sind, können zusätzliche virtuelle Ultraschallsensoren (nicht dargestellt) vorhanden sein. Ein virtueller Ultraschallsensor basiert beispielsweise darauf, dass ein erster Ultraschallsensor 130 ein Ultraschall-Signal aussendet und ein zweiter Ultraschallsensor 130 eine Reflexion des von dem ersten Ultraschallsensor ausgesandten Ultraschall-Signals empfängt. Ein virtueller Ultraschallsensor weist beispielsweise eine virtuelle Position zwischen zwei physisch vorhandenen Ultraschallsensoren 130 auf.

25

Es befinden sich zwei Objekte 210, 211 in der Umgebung 200 des Fahrzeugs 100. Ein erstes Objekt 210, beispielsweise ein Radfahrer, befindet sich in den Abtastbereichen 135, 136 von zwei Ultraschallsensoren 130. Der Radfahrer 210 wird daher insbesondere von zwei Ultraschallsensoren erfasst. Zusätzlich kann der Radfahrer wie vorstehend beschrieben von einem virtuellen Ultraschallsensor erfasst werden. Ein zweites Objekt 211, beispielsweise ein

30

Fußgänger, befindet sich in dem Abtastbereich 132 eines einzelnen Ultraschallsensors 130. Der Fußgänger 211 kann aber auch von einem virtuellen Ultraschallsensor wie vorstehend beschrieben erfasst werden.

- 5 Zum Ermitteln der Position POS (siehe Fig. 7) und des Bewegungsvektors VEC (siehe Fig. 3 – 5) eines jeweiligen Objekts 210, 211 mittels eines ersten Ermittlungsverfahrens V1 (siehe Fig. 6 oder 7) wird jedem erfassten Objekt 210, 211 ein Kalman-Filter zugeordnet und initialisiert. In diesem Beispiel werden daher zwei Kalman-Filter initialisiert. Ein jeweiliges Kalman-Filter ist dazu eingerichtet, auf Basis der zeitlich nacheinander empfangenen Ultra-
- 10 schallsensorsignale SIG1(t) die Lage des jeweiligen Objekts 210, 211 zu schätzen. Die Lage umfasst hierbei insbesondere die Position POS und den Bewegungsvektor VEC des jeweiligen Objekts 210, 211. Insbesondere werden jedem Kalman-Filter die empfangenen Ultraschallsensorsignale SIG1(t) derjenigen Ultraschallsensoren 130 zugeführt, in deren Abtastbereich 131 – 136 das jeweilige Objekt 210, 211 sich gerade befindet. Damit ist ein genaues
- 15 und konsistentes Ergebnis und eine exakte Verfolgung der Objekte 210, 211 möglich. Ein zweites Ermittlungsverfahren V2 (siehe Fig. 6 oder 7) kann vorsehen, dass auf Basis der zu einem jeweiligen Zeitpunkt $t_0 - t_5$ (siehe Fig. 5) empfangenen Anzahl von Sensorsignalen SIG1(t) eine Merkmalerkennung durchgeführt wird und eine digitale Umgebungskarte unter Verwendung von erkannten Merkmalen ermittelt wird.

20

- Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer ersten Verkehrssituation, bei der beispielsweise das Fahrzeug 100 der Fig. 1 oder der Fig. 2 auf einer Straße gezeigt ist. Rechts vor dem Fahrzeug 100 ist ein Objekt 210 dargestellt, beispielsweise ein Fußgänger. Es ist weiterhin der Fahrschlauch TR für das Fahrzeug 100 gezeigt. Der Fahrschlauch TR wird beispielsweise durch das Fahrassistenzsystem 110 (siehe Fig. 1 oder 6) auf Basis eines Fahrzeugzustandssensorsignals SIG0(t) (siehe Fig. 6 oder 7), das einen aktuellen Lenkwinkel oder einen aktuellen Radwinkel umfasst, ermittelt.

Die Ultraschallsensoren 130 (siehe Fig. 1 oder 2) senden vorzugsweise ständig Ultraschall-Signale aus und erfassen die reflektierten Signale, das heißt, sie tasten ständig ihren jeweiligen Abtastbereich 131 – 136 (siehe Fig. 2) mit Ultraschall-Signalen ab. Beispielsweise erfolgt das Abtasten 10 Mal pro Sekunde, vorzugsweise wenigsten 50 Mal pro Sekunde, bevorzugt wenigstens 100 Mal pro Sekunde. Die Ultraschallsensoren 130 geben mit einer entsprechenden Häufigkeit Ultraschallsensorsignale SIG1(t) (siehe Fig. 6 oder 7) aus, beispielsweise an das Fahrassistenzsystem 110. Auf Basis der Ultraschallsensorsignale kann auf eine Position POS (siehe Fig. 7) des Fußgängers 210 geschlossen werden. Auf Basis von wenigsten zwei zeitlich nacheinander erfassten Ultraschallsensorsignalen SIG(t) lässt sich zudem ein Bewegungsvektor VEC für den Fußgänger 210 ermitteln. Dies erfolgt beispielsweise wie anhand der Fig. 2 beschrieben unter Verwendung eines ersten Ermittlungsverfahrens V1

In der dargestellten Situation bewegt sich der Fußgänger 210 auf den Fahrschlauch TR des Fahrzeugs 100 zu. Der aktuelle Abstand D des Fußgängers 210 von dem Fahrschlauch TR ist ebenfalls dargestellt. Das Fahrassistenzsystem 110 ist dazu eingerichtet, ein Warnsignal in Abhängigkeit von vorbestimmten Kriterien auszugeben. Beispielsweise wird geprüft, ob der Abstand D des Fußgängers 210 von dem aktuellen Fahrschlauch TR (alternativ von dem Fahrzeug 100) kleiner oder gleich einem vorbestimmten Schwellwert ist, oder ob der ermittelte Bewegungsvektor VEC in Richtung zu dem Fahrschlauch TR oder zu dem Fahrzeug 100 weist. Wenn eines oder mehrere dieser Kriterien erfüllt sind, dann wird das Warnsignal ausgegeben, da dann eine Kollision mit dem Fußgänger 210 wahrscheinlich ist, sofern nicht das Fahrzeug 100 angehalten wird oder seine Richtung ändert.

Mit anderen Worten wird das Warnsignal ausgegeben, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs 100 mit dem erfassten Objekt 210, 211 auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt $t_0 - t_5$ (siehe Fig. 5) empfangenen Fahrzustandssensorsignals SIG0(t) und der für das erfasste Objekt 210, 211 ermittelten Position POS und seines Bewegungsvektors VEC ermittelt wird.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht einer zweiten Verkehrssituation, bei der beispielsweise das Fahrzeug 100 der Fig. 1 oder der Fig. 2 auf einer Straße gezeigt ist. Rechts vor dem Fahrzeug 100 ist ein Objekt 210 dargestellt, beispielsweise ein Fußgänger. Es ist weiterhin der Fahrschlauch TR für das Fahrzeug 100 gezeigt. Der Fahrschlauch TR wird beispielsweise durch das Fahrassistenzsystem 110 (siehe Fig. 1 oder 6) auf Basis eines Fahrzustandssensorsignals $SIG0(t)$ (siehe Fig. 6 oder 7), das einen aktuellen Lenkwinkel oder einen aktuellen Radwinkel umfasst, ermittelt.

Auf Basis von Ultraschallsensorsignalen $SIG1(t)$ (siehe Fig. 6 oder 7) werden eine Position POS (siehe Fig. 7) und ein Bewegungsvektor VEC des Fußgängers 210 ermittelt. Zusätzlich wird in diesem Beispiel eine zukünftige Trajektorie TR1 des Fußgängers 210 ermittelt. Hierzu wird beispielsweise die bisherige Trajektorie des Fußgängers 210 extrapoliert. Beispielsweise kann die zukünftige Trajektorie TR1 auf Basis einer spezifischen Ausführungsform des ersten Ermittlungsverfahrens V1, das heißt, unter Verwendung von Kalman-Filtern, ermittelt werden. Zusätzlich und/oder alternativ kann die zukünftige Trajektorie TR1 auf Basis eines dritten Ermittlungsverfahrens ermittelt werden.

Es kann ein kleinster Abstand zwischen dem Fahrschlauch TR und der zukünftigen Trajektorie TR1 ermittelt werden. Wenn dieser Abstand D kleiner als ein vorbestimmter Minimalabstand ist, wird beispielsweise ein Warnsignal ausgegeben.

Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht einer dritten Verkehrssituation zu unterschiedlichen Zeitpunkten $t_0 - t_5$, wobei beispielsweise das Fahrzeug 100 der Fig. 1 oder der Fig. 2 auf einer Straße gezeigt ist. Zu einem Anfangszeitpunkt t_0 wird rechts neben dem Fahrzeug 100 ein Objekt 210 ermittelt. Dies erfolgt insbesondere auf Basis von einer Anzahl zu dem Anfangszeitpunkt t_0 empfangenen Sensorsignalen $SIG1(t)$ (siehe Fig. 6 oder 7). Zu einem darauffolgenden ersten Zeitpunkt t_1 wird eine zweite Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ empfangen. Auf Basis der zweiten Anzahl von Sensorsignalen wird eine aktuelle Position POS (siehe Fig. 7) des Objekts 210(t_1) ermittelt. Weiterhin kann auf Basis der ersten Anzahl und der zweiten Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ ein aktueller Bewegungsvektor VEC(t_1) zum

Zeitpunkt t_1 ermittelt werden. Zu einem darauffolgenden zweiten Zeitpunkt t_2 wird eine dritte Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ empfangen und es werden eine zum Zeitpunkt t_2 aktuelle Position POS des Objekts $210(t_2)$ und ein zum Zeitpunkt t_2 aktueller Bewegungsvektor $VEC(t_2)$ ermittelt. Zu einem darauffolgenden dritten Zeitpunkt t_3 wird eine vierte Anzahl von

5 Sensorsignalen $SIG1(t)$ empfangen und es werden eine zum Zeitpunkt t_3 aktuelle Position POS des Objekts $210(t_3)$ und ein zum Zeitpunkt t_3 aktueller Bewegungsvektor $VEC(t_3)$ ermittelt. Zu einem darauffolgenden vierten Zeitpunkt t_4 wird eine fünfte Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ empfangen und es werden eine zum Zeitpunkt t_4 aktuelle Position POS des Objekts $210(t_4)$ und ein zum Zeitpunkt t_4 aktueller Bewegungsvektor $VEC(t_4)$ ermittelt. Zu

10 einem darauffolgenden fünften Zeitpunkt t_5 wird eine sechste Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ empfangen und es werden eine zum Zeitpunkt t_5 aktuelle Position POS des Objekts $210(t_5)$ und ein zum Zeitpunkt t_5 aktueller Bewegungsvektor $VEC(t_5)$ ermittelt. Es kann somit die Bewegung des Objekts 210 zu jedem Zeitpunkt $t_0 - t_5$ mitverfolgt werden. In Ausführungsformen kann zusätzlich eine Vorhersage der Bewegung des Objekts 210 durchgeführt

15 werden, beispielsweise unter Verwendung von entsprechenden Bewegungsgleichungen.

Das Ermitteln der Position POS und des Bewegungsvektors VEC zu einem jeweiligen Zeitpunkt $t_0 - t_5$ erfolgt vorzugsweise auf Basis des ersten Ermittlungsverfahrens V_1 unter Verwendung eines Kalman-Filters und auf Basis eines weiteren Ermittlungsverfahrens V_2 (siehe

20 Fig. 6 oder 7)

Fig. 6 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels für ein Fahrassistenzsystem 110, beispielsweise des Fahrassistenzsystems 110 des Fahrzeugs 100 der Fig. 1. Das Fahrassistenzsystem 110 umfasst eine Empfangseinheit 112 zum Empfangen eines

25 für einen Fahrzustand des Fahrzeugs 100 indikativen Fahrzustandssensorsignals $SIG0(t)$ zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte $t_0 - t_5$ (siehe Fig. 5), und zum Empfangen einer Anzahl von für eine Umgebung 200 (siehe Fig. 1 oder 2) des Fahrzeugs 100 indikativen Sensorsignalen $SIG1(t)$ zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte $t_0 - t_5$. Das Fahrassistenzsystem 110 umfasst weiterhin eine Erfassungseinheit 114 zum Erfassen einer Anzahl von

30 Objekten 210, 211 (siehe Fig. 2) in der Umgebung 200 des Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit

von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$, die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden, eine Ermittlungseinheit 116 zum Ermitteln einer Position POS (siehe Fig. 7) und eines Bewegungsvektors VEC (siehe Fig. 3 – 5) für ein erfasstes Objekt 210, 211 in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen $SIG(t)$ und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen $SIG(t)$, die zu einem zweiten, auf den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren V1, V2, wobei verschiedene Ermittlungsverfahren der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und eine Ausgabereinheit 118 zum Ausgeben eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs 100 mit dem erfassten Objekt 210, 211 auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt $t_0 - t_5$ empfangenen Fahrzustandssensorsignals $SIG0(t)$ und der für das erfasste Objekt 210, 211 ermittelten Position POS und seines Bewegungsvektors VEC ermittelt wird.

Fig. 7 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems 110, beispielsweise des Fahrassistenzsystems 110 der Fig. 6 oder des Fahrassistenzsystems 110 des Fahrzeugs 100 der Fig. 1. In einem ersten Schritt S1 wird ein für einen Fahrzustand des Fahrzeugs 100 indikatives Fahrzustandssensorsignal $SIG0(t)$ zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte $t_0 - t_5$ (siehe Fig. 5) empfangen. In einem zweiten Schritt S2 wird eine Anzahl von für eine Umgebung 200 (siehe Fig. 1 oder 2) des Fahrzeugs 100 indikativen Sensorsignalen $SIG1(t)$ zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte $t_0 - t_5$ empfangen. In einem dritten Schritt S3 wird eine Anzahl von Objekten 210, 211 (siehe Fig. 2) in der Umgebung 200 des Fahrzeugs 100 in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$, die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden, erfasst. In einem vierten Schritt S4 wird eine Position POS und ein Bewegungsvektor VEC (siehe Fig. 3 – 5) für ein erfasstes Objekt 210, 211 in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$ und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen $SIG1(t)$, die zu einem zweiten, auf den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren V1, V2 ermittelt, wobei verschiedene Ermittlungsverfahren V1, V2 der Mehrzahl einen unterschiedli-

chen Rechenaufwand aufweisen. In einem fünften Schritt S5 wird ein Warnsignal ausgegeben, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs 100 mit dem erfassten Objekt 110 auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt $t_0 - t_5$ empfangenen Fahrzustandssensorsignals $SIG_0(t)$ und der für das erfasste Objekt 210 ermittelten Position POS und seines Bewegungsvektors VEC ermittelt wird.

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

BEZUGSZEICHENLISTE

	100	Fahrzeug
	110	Fahrassistenzsystem
5	112	Empfangseinheit
	114	Erfassungseinheit
	116	Ermittlungseinheit
	118	Ausgabeeinheit
	120	Sensor
10	130	Sensor
	131	Abtastbereich
	132	Abtastbereich
	133	Abtastbereich
	134	Abtastbereich
15	135	Abtastbereich
	136	Abtastbereich
	200	Umgebung
	210	Objekt
	210(t0)	Objekt
20	210(t1)	Objekt
	210(t2)	Objekt
	210(t3)	Objekt
	210(t4)	Objekt
	210(t5)	Objekt
25	211	Objekt
	D	Abstand
	POS	Position
	S1	Verfahrensschritt
30	S2	Verfahrensschritt

	S3	Verfahrensschritt
	S4	Verfahrensschritt
	S5	Verfahrensschritt
	SIG0(t)	Fahrzustandssensorsignal
5	SIG1(t)	Sensorsignal
	t	Zeit
	t0	Zeitpunkt
	t1	Zeitpunkt
	t2	Zeitpunkt
10	t3	Zeitpunkt
	t4	Zeitpunkt
	t5	Zeitpunkt
	TR	Fahrschlauch
	TR1	Trajektorie
15	V1	Ermittlungsverfahren
	V2	Ermittlungsverfahren
	VEC	Bewegungsvektor
	VEC(t1)	Bewegungsvektor
	VEC(t2)	Bewegungsvektor
20	VEC(t3)	Bewegungsvektor
	VEC(t4)	Bewegungsvektor
	VEC(t5)	Bewegungsvektor

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrassistenzsystems (110) für ein Fahrzeug (100), das Verfahren umfassend:
- 5 a) Empfangen (S1) eines für einen Fahrzustand des Fahrzeugs (100) indikativen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte ($t_0 - t_5$),
- b) Empfangen (S2) einer Anzahl von für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen Sensorsignalen (SIG1(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte ($t_0 - t_5$),
- c) Erfassen (S3) einer Anzahl von Objekten (210, 211) in der Umgebung (200) des
- 10 Fahrzeugs (100) in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden,
- d) Ermitteln (S4) einer Position (POS) und eines Bewegungsvektors (VEC) für ein erfasstes Objekt (210, 211) in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)) und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem zweiten, auf
- 15 den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren (V1, V2), wobei verschiedene Ermittlungsverfahren (V1, V2) der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und
- e) Ausgeben (S5) eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs (100) mit dem erfassten Objekt (210, 211) auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt
- 20 empfangenen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) und der für das erfasste Objekt (210, 211) ermittelten Position (POS) und seines Bewegungsvektors (VEC) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren (V1, V2) wenigstens ein erstes Ermittlungsverfahren umfasst, bei
- 25 dem für jedes erfasste Objekt (210, 211) der Anzahl ein Kalman-Filter zugeordnet und initialisiert wird, das zum Ermitteln der Position (POS) sowie des Bewegungsvektors (VEC) des jeweiligen Objekts (210, 211) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass unterschiedlichen Sensorsignalen (SIG1(t)) der Anzahl unterschiedliche Abtastbereiche (131 – 136) in der Umgebung
- 30

(200) zugeordnet sind, wobei ein jeweiliges einem bestimmten Abtastbereich (131 – 136) in der Umgebung (200) zugeordnetes Sensorsignal (SIG1(t)) der zu einem jeweiligen Zeitpunkt empfangenen Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)) demjenigen Kalman-Filter zugeführt wird, dessen zugeordnetes Objekt (210, 211) eine Position (POS) aufweist, die innerhalb des dem
5 Sensorsignal (SIG1(t)) zugeordneten Abtastbereichs (131 – 136) liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgeben des Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision auf Basis der für das jeweilige erfasste Objekt (210, 211) unter Verwendung des ersten Ermittlungsverfahrens (V1) ermittelten Position
10 (POS) und seines Bewegungsvektors (VEC) ermittelt wird, ausschließlich dann erfolgt, wenn der ermittelte Bewegungsvektor (VEC) des Objekts (210, 211) ungleich Null ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch:
Ermitteln eines Fahrschlauchs (TR) für das Fahrzeug (100) in Abhängigkeit des emp-
15 fangenen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Warnsignal nur dann ausgegeben wird, wenn ein Abstand (D) des jeweiligen Objekts (210, 211) zu dem Fahrzeug (100) und/oder zu dem ermittelten Fahrschlauch (TR) kleiner oder gleich einem unteren
20 Schwellwert ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Warnsignal nur dann ausgegeben wird, wenn der ermittelte Bewegungsvektor (VEC) des jeweiligen Objekts (210, 211) in Richtung zu dem Fahrzeug (100) und/oder zu dem ermittelten Fahrschlauch
25 (TR) weist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt e) umfasst:
Ermitteln einer zukünftigen Trajektorie (TR1) des erfassten Objekts (210, 211) auf Ba-
30 sis der ermittelten Position (POS) und dem Bewegungsvektor (VEC), wobei ein Warnsignal

nur dann ausgegeben wird, wenn die ermittelte zukünftige Trajektorie (TR1) an wenigstens einer Position einen vorbestimmten Minimalabstand unterschreitet und/oder einen Schnittpunkt mit dem ermittelten Fahrschlauch (TR) aufweist.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die empfangenen Sensorsignale (SIG1(t)) ausschließlich Ultraschallsensorsignale umfassen.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren (V1, V2) wenigstens ein zweites Ermittlungsverfahren umfasst, bei dem auf Basis der zu einem jeweiligen Zeitpunkt ($t_0 - t_5$) empfangenen Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)) eine Merkmalerkennung durchgeführt wird und eine digitale Umgebungskarte unter Verwendung von erkannten Merkmalen ermittelt wird.
- 15 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ausschließlich dann durchgeführt wird, wenn das Fahrzeug (100) eine Geschwindigkeit von kleiner oder gleich 15 km/h, vorzugsweise kleiner oder gleich 10 km/h, bevorzugt kleiner oder gleich 7 km/h, weiter bevorzugt kleiner oder gleich 5 km/h aufweist.
- 20 12. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 auszuführen.
- 25 13. Fahrassistenzsystem (110) für ein Fahrzeug (100), mit einer Empfangseinheit (112) zum Empfangen eines für einen Fahrzustand des Fahrzeugs (100) indikativen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte ($t_0 - t_5$), und zum Empfangen einer Anzahl von für eine Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) indikativen Sensorsignalen (SIG1(t)) zu einer Anzahl unterschiedlicher Zeitpunkte ($t_0 - t_5$),

einer Erfassungseinheit (114) zum Erfassen einer Anzahl von Objekten (210, 211) in der Umgebung (200) des Fahrzeugs in Abhängigkeit von einer ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem ersten Zeitpunkt empfangen wurden,

5 einer Ermittlungseinheit (116) zum Ermitteln einer Position (POS) und eines Bewegungsvektors (VEC) für ein erfasstes Objekt (210) in Abhängigkeit von der ersten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)) und einer zweiten Anzahl von Sensorsignalen (SIG1(t)), die zu einem zweiten, auf den ersten Zeitpunkt folgenden Zeitpunkt empfangen wurde, unter Verwendung einer Mehrzahl unterschiedlicher Ermittlungsverfahren (V1, V2), wobei verschiedene Ermittlungsverfahren (V1, V2) der Mehrzahl einen unterschiedlichen Rechenaufwand aufweisen, und

10 einer Ausgabeeinheit (118) zum Ausgeben eines Warnsignals, wenn eine potentielle Kollision des Fahrzeugs (100) mit dem erfassten Objekt (210, 211) auf Basis des zu einem bestimmten Zeitpunkt ($t_0 - t_5$) empfangenen Fahrzustandssensorsignals (SIG0(t)) und der für das erfasste Objekt (210, 211) ermittelten Position (POS) und seines Bewegungsvektors (VEC) ermittelt wird.

14. Fahrzeug (100) mit einer Anzahl von Umgebungssensoreinheiten (120, 130) zum Erfassen einer Umgebung (200) des Fahrzeugs (100) und zum Ausgeben eines jeweiligen Sensorsignals (SIG1(t)) und mit einem Fahrassistenzsystem (110) nach Anspruch 13.

20

15. Fahrzeug nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Umgebungssensoreinheiten (120, 130) ausschließlich Ultraschallsensoren umfassen.

16. Fahrzeug nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug (100) eine Masse von über 2,5 Tonnen und/oder eine Länge von über 5 Metern aufweist.

25

1/7

200

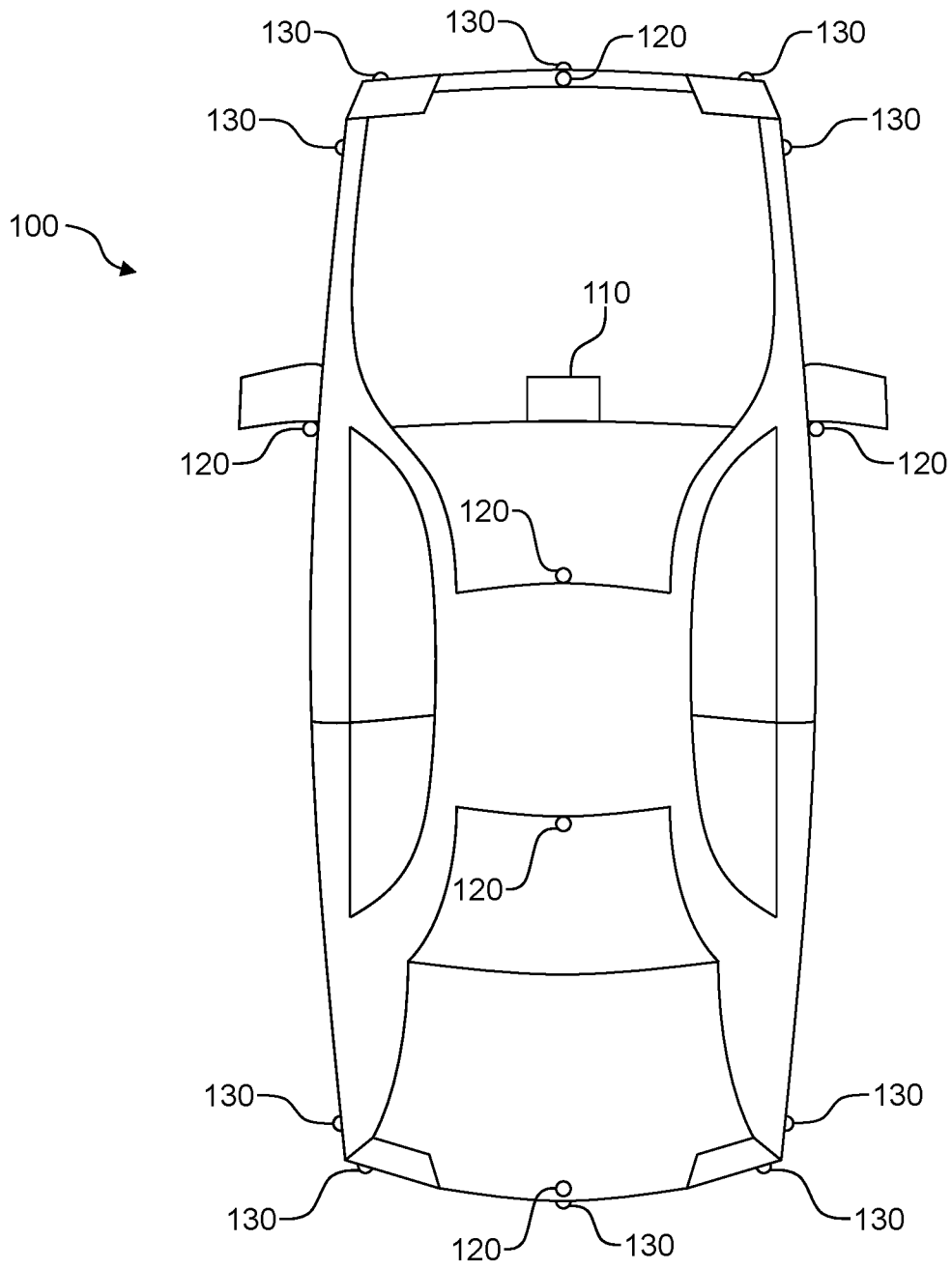


FIG. 1

217

200

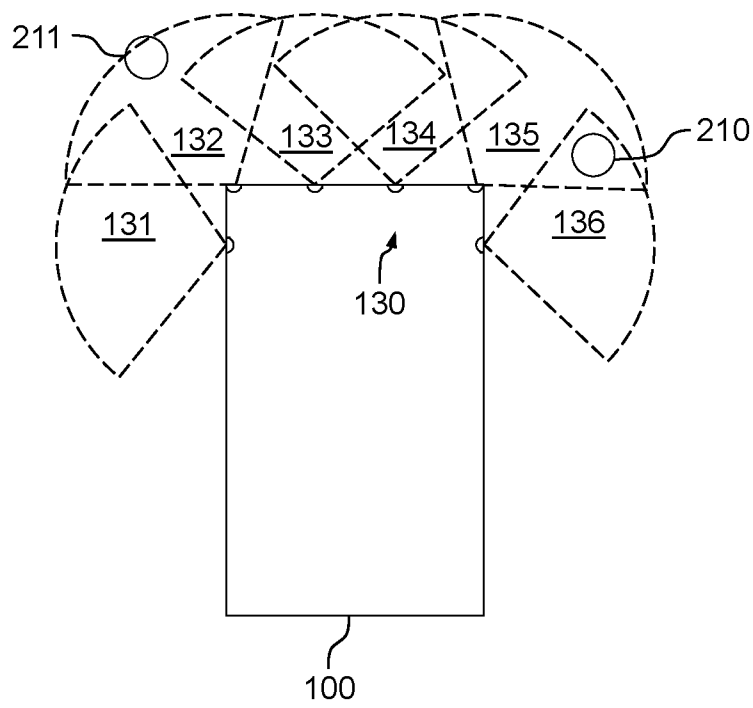


FIG. 2

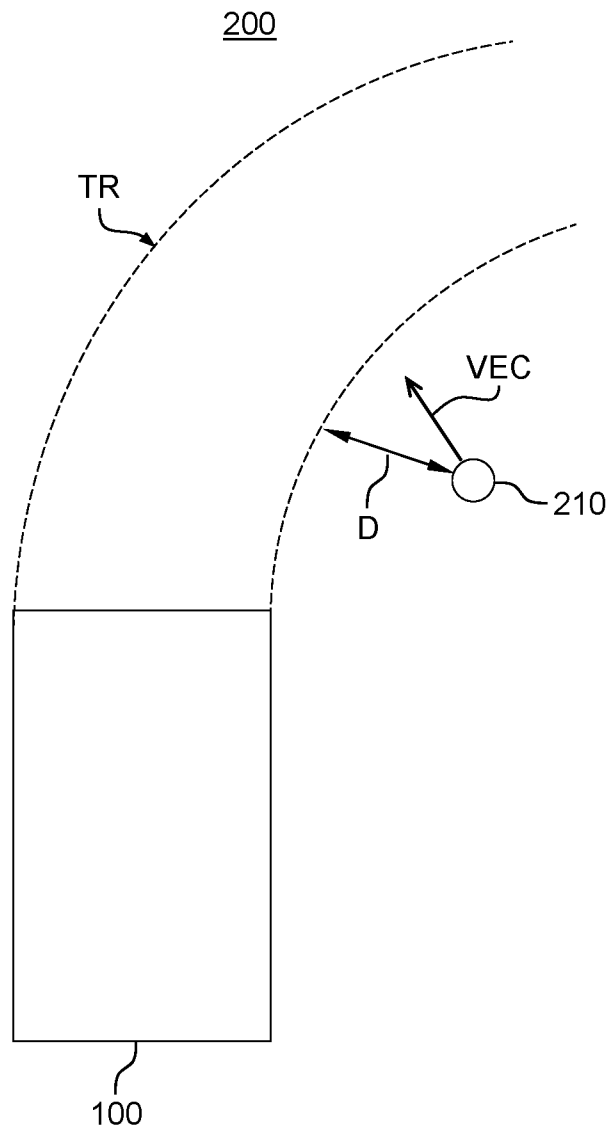


FIG. 3

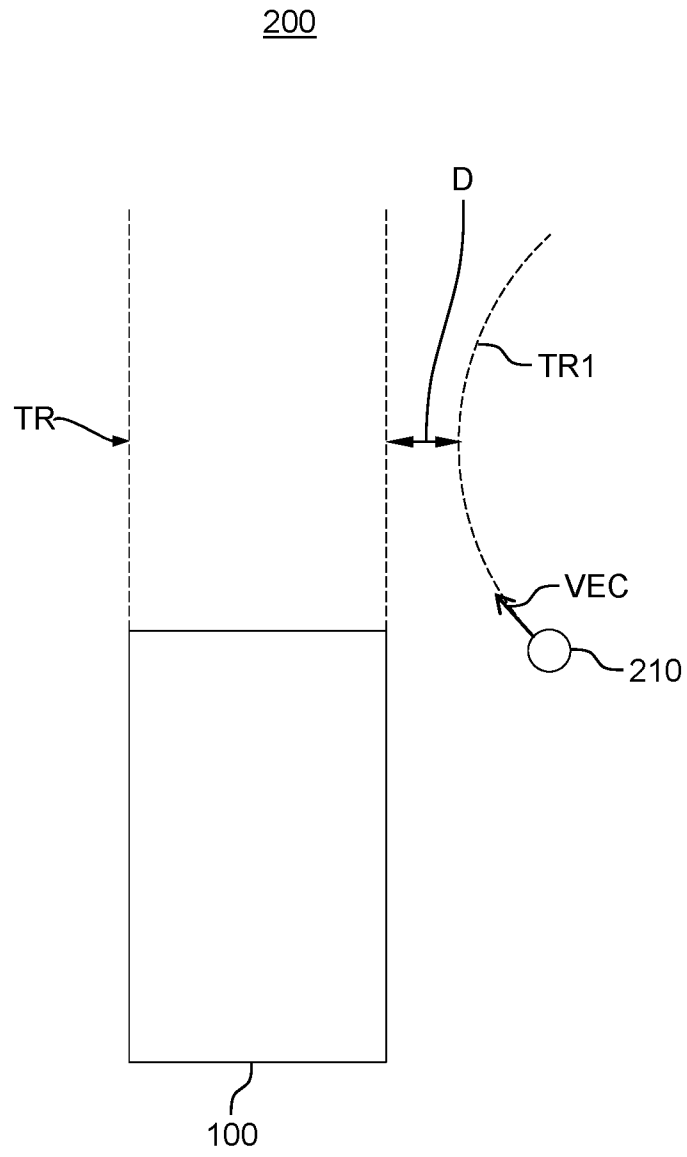


FIG. 4

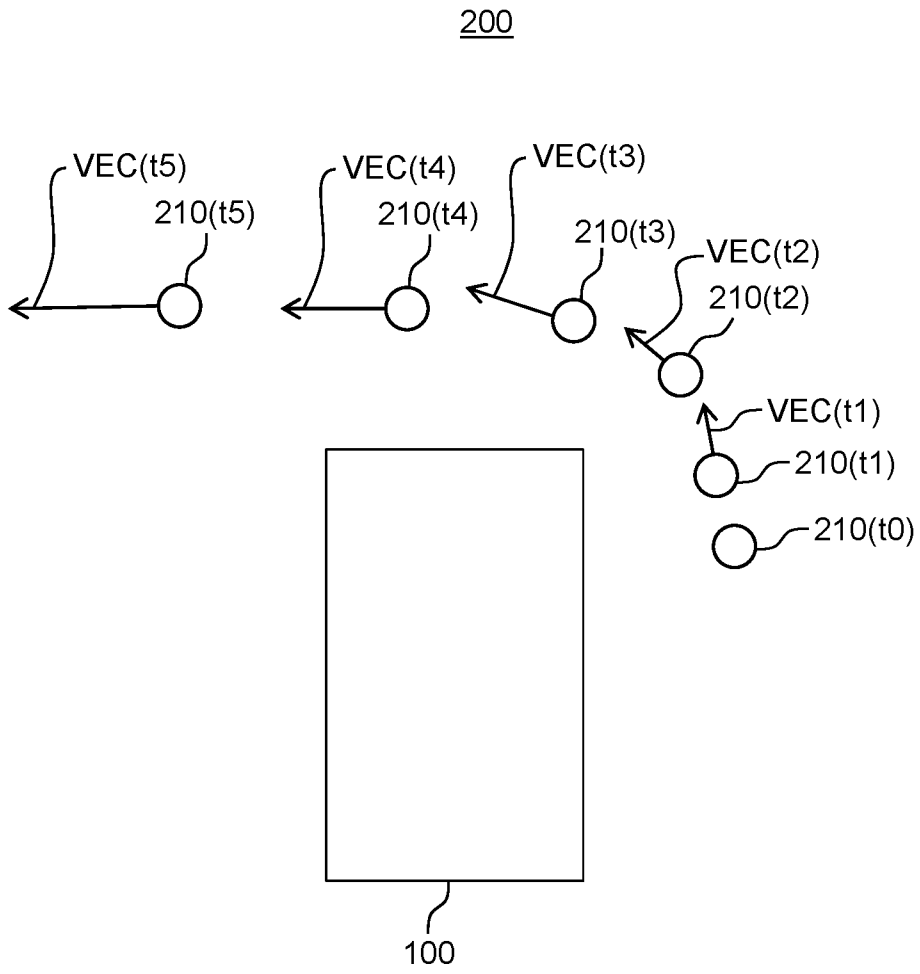


FIG. 5

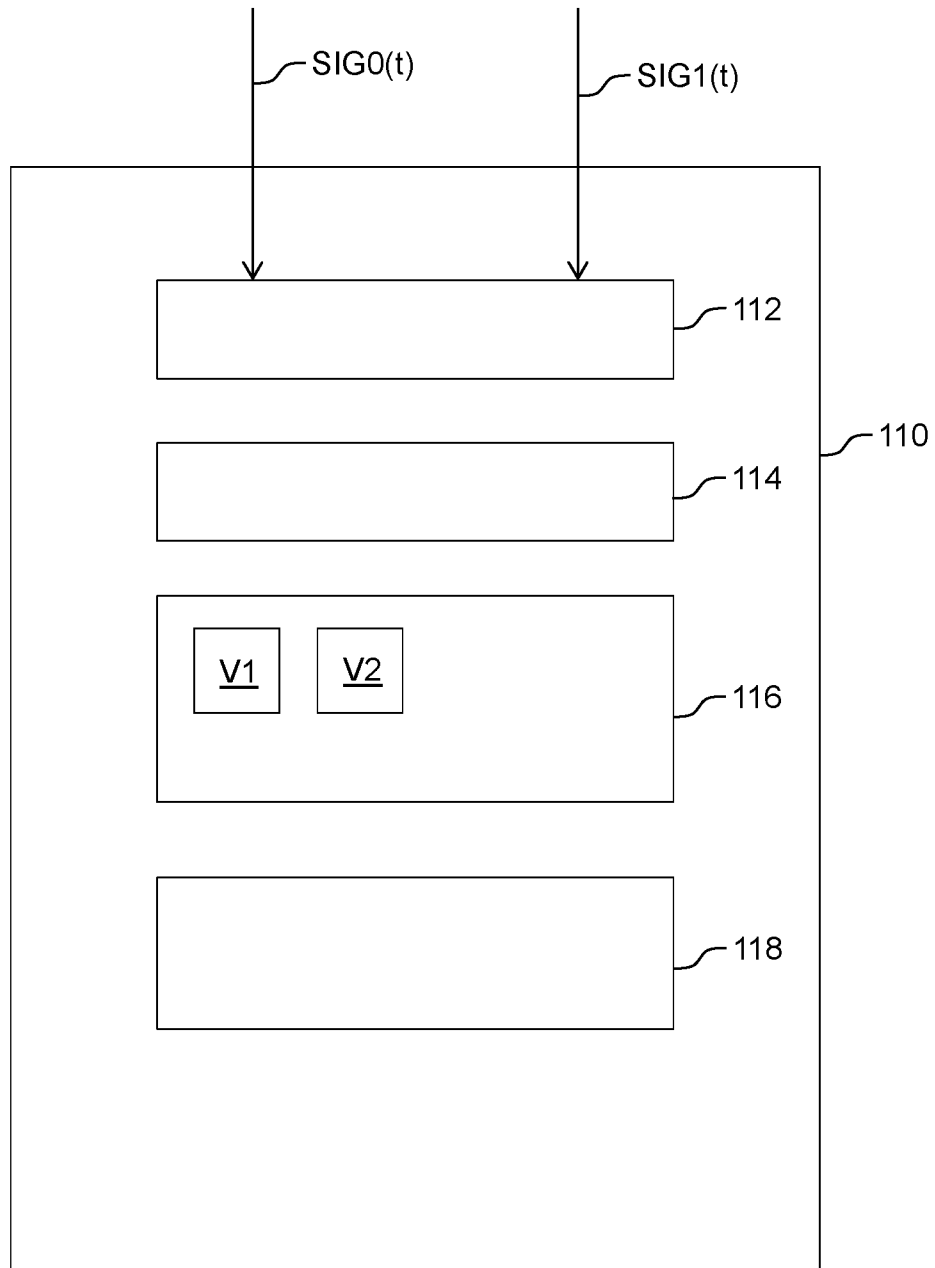


FIG. 6

717

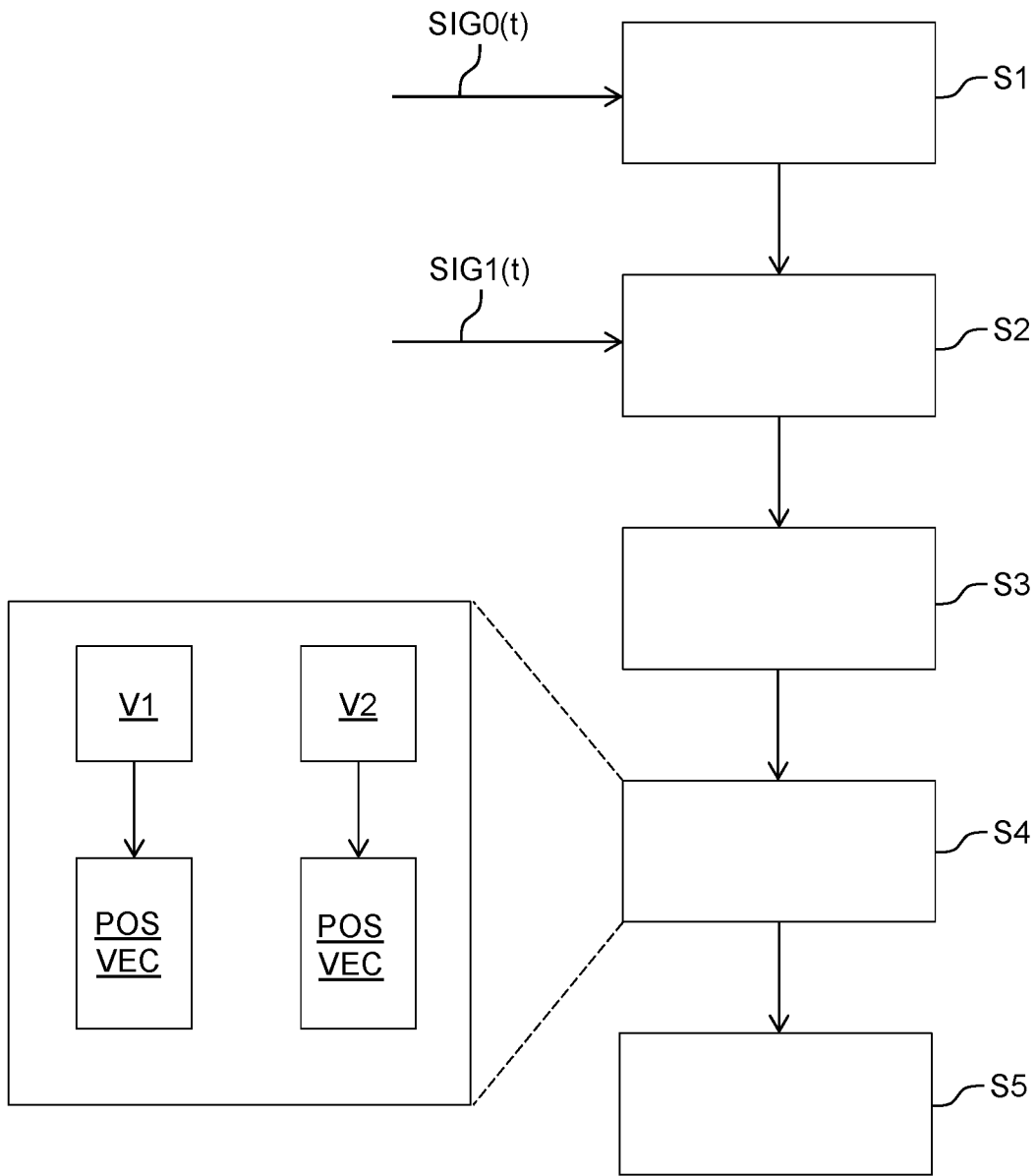


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/058356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 15/931</i> (2020.01)i; <i>B60Q 9/00</i> (2006.01)i; <i>B60W 30/08</i> (2012.01)i; <i>B60W 50/14</i> (2020.01)i; <i>G08G 1/16</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/42</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/86</i> (2020.01)i; <i>G01S 15/87</i> (2006.01)i; <i>G01S 13/86</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S; B60Q; G08G; B60W		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, 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 102006045418 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 10 April 2008 (2008-04-10) cited in the application abstract paragraphs [0001], [0007], [0008] - [0016], [0019] - [0024]; figures 1,2	1-16
X	US 2019250622 A1 (NISTER DAVID [US] ET AL) 15 August 2019 (2019-08-15) abstract paragraphs [0004], [0005] paragraphs [0029] - [0064]; figures 1,4-6	1-16
X	DE 102012214547 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 February 2014 (2014-02-20) abstract paragraphs [0001], [0005], [0006], [0012], [0017] paragraphs [0026] - [0036]; figure 1	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 08 July 2022		Date of mailing of the international search report 21 July 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 van Norel, Jan Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/058356

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102006045418	A1	10 April 2008	NONE	
US	2019250622	A1	15 August 2019	CN 111133448 A	08 May 2020
				DE 112019000279 T5	27 August 2020
				US 2019250622 A1	15 August 2019
				WO 2019157193 A1	15 August 2019
DE	102012214547	A1	20 February 2014	DE 102012214547 A1	20 February 2014
				EP 2885181 A1	24 June 2015
				WO 2014026829 A1	20 February 2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G01S15/931 B60Q9/00 B60W30/08 B60W50/14 G08G1/16	
	G01S15/42 G01S15/86 G01S15/87 G01S13/86	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S B60Q G08G B60W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC, 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 2006 045418 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 10. April 2008 (2008-04-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absätze [0001], [0007], [0008] - [0016], [0019] - [0024]; Abbildungen 1,2 -----	1-16
X	US 2019/250622 A1 (NISTER DAVID [US] ET AL) 15. August 2019 (2019-08-15) Zusammenfassung Absätze [0004], [0005] Absätze [0029] - [0064]; Abbildungen 1,4-6 ----- -/--	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Juli 2022		21/07/2022
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 van Norel, Jan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DE 10 2012 214547 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Februar 2014 (2014-02-20) Zusammenfassung Absätze [0001], [0005], [0006], [0012], [0017] Absätze [0026] - [0036]; Abbildung 1 -----</p>	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/058356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006045418 A1	10-04-2008	KEINE	

US 2019250622 A1	15-08-2019	CN 111133448 A	08-05-2020
		DE 112019000279 T5	27-08-2020
		US 2019250622 A1	15-08-2019
		WO 2019157193 A1	15-08-2019

DE 102012214547 A1	20-02-2014	DE 102012214547 A1	20-02-2014
		EP 2885181 A1	24-06-2015
		WO 2014026829 A1	20-02-2014
