

(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
14. Juni 2018 (14.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/104191 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 13/93 (2006.01) B61L 23/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/081283

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Dezember 2017 (04.12.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 224 212.1
06. Dezember 2016 (06.12.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BAIER, Torsten; Abbe-David-Str. 14 B, 38315 Schladen (DE). KLIER, Christian; Hermann-Mattem-Promenade 100, 14469 Potsdam (DE). NOURANI-VATANI, Navid; Schumannstraße 19, 10117 Berlin (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

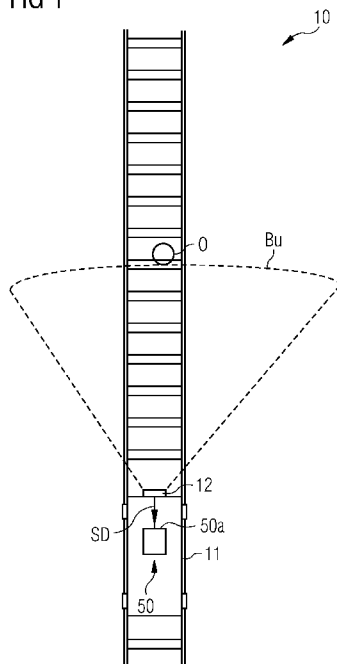
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: AUTOMATED OPEN SPACE IDENTIFICATION BY MEANS OF DIFFERENCE ANALYSIS FOR VEHICLES

(54) Bezeichnung: AUTOMATISIERTE FREIRAUMERKENNUNG MITTELS DIFFERENZANALYSE FÜR FAHRZEUGE

FIG 1



(57) Abstract: A method for detecting a collision obstacle (KH) is described. In the method, sensor data (SD) are captured from an area (Bu) surrounding a vehicle (11) in a location-dependent manner with the aid of a sensor unit (12). A grid-based occupancy map (GBK) is then generated on the basis of the captured sensor data (SD). A grid-based reference occupancy map (GRBK) corresponding to the grid-based occupancy map (GBK) is also determined on the basis of the location. A check is then carried out in order to determine whether a collision obstacle (KH) occurs. This checking step is carried out on the basis of a comparison of the current grid-based occupancy map (GBK) with the determined grid-based reference occupancy map (GRBK). An automated anti-collision system (50) is also described.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Detektion eines Kollisionshindernisses (KH) beschrieben. Bei dem Verfahren werden ortsabhängig Sensordaten (SD) von einem Umgebungsbereich (Bu) eines Fahrzeugs (11) mit Hilfe einer Sensoreinheit (12) erfasst. Es wird dann auf Basis der erfassten Sensordaten (SD) eine gitterbasierte Belegungskarte (GBK) erzeugt. Weiterhin wird eine der gitterbasierten Belegungskarte (GBK) entsprechende gitterbasierte Referenz-Belegungskarte (GRBK) in Abhängigkeit vom Ort ermittelt. Nachfolgend wird geprüft, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt. Dieser Prüfschritt erfolgt auf Basis eines Vergleichs der aktuellen gitterbasierten Belegungskarte (GBK) mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK). Es wird auch ein automatisiertes Antikollisions-system (50) beschrieben.

WO 2018/104191 A1

Beschreibung

Automatisierte Freiraumerkennung mittels Differenzanalyse für
5 Fahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion eines Kollisionshindernisses. Zudem betrifft die Erfindung ein automatisiertes Antikollisionssystem.

10

Fahrerassistenzsysteme und Fahrzeugautomatisierungstechnologien für Straßenfahrzeuge und Schienenfahrzeuge benötigen Informationen bezüglich der Umgebung, in der sie sich bewegen, um die aktuelle Verkehrssituation zu erfassen und zu interpretieren. Hierzu werden mit Hilfe von Sensorsystemen eine
15 Abbildung der Umwelt und eine Erzeugung von bearbeitbaren Daten vorgenommen. Auf Basis einer Auswertung der Daten werden Objekte wahrgenommen und es wird versucht, deren Relevanz für die eigene Fortbewegung anhand von verschiedenen Bewertungsmethoden und Klassifikationen zu ermitteln. Mittels spezialisierter Sensorik oder Auswertung wird eine explizite Erkennung von Objekten durchgeführt. Diese Objekte werden dann in Relation zur eigenen Position bzw. Fortbewegung gesetzt und bezüglich ihrer Relevanz bewertet. Um eine solche Objektdetektion zu ermöglichen, muss dem betreffenden Sensorsystem die
25 Situation vorab beschrieben werden. Dies kann z.B. durch mathematische Modelle und Klassifikatoren erfolgen. Ein weiterer Ansatz, welcher auch ohne eine spezifische Klassifizierung erkannter Objekte auskommen kann, wird über eine gitterbasierte Belegungskarte, im Englischen auch als „Occupancy grid map“ bezeichnet, realisiert. Hierbei werden alle vom
30 Sensor erkannten Objekte einem umliegenden Raster zugeordnet. Belegte Rasterzellen sind dann bezüglich Relevanz für die eigene Bewegungstrajektorie zu bewerten.

35

Zur Aufnahme der Umgebung eines Fahrzeugs werden hauptsächlich LiDAR-Systeme, Radarsysteme und/oder Kameras genutzt. LiDAR und Radar kann dazu genutzt werden, Abstände zu detektierten Objekten in der Umgebung des Fahrzeugs zu ermitteln.

Es bestehen zwei Gründe dafür, dass die mit Hilfe der Sensoren erfassten Rohdaten meist nicht direkt als Grundlage für eine Objekterkennung dienen können: Die Sensordaten sind meist mit Rauschen behaftet, so dass die Position eines detektierten Objekts nicht exakt ermittelt werden kann; und
5 meist sind die Rohdaten derart umfangreich, dass die dafür benötigten Rechenkapazitäten zu teuer sind bzw. nicht in einem Fahrzeug unterzubringen wären.

10 Aus diesem Grund wird im Rahmen des „Occupancy grid map“-Verfahrens ein zu befahrendes Gebiet, beispielsweise ein Bezirk, ein Staat oder die gesamte Erdoberfläche, in kleine Rasterquadrate bzw. Rasterflächen, zum Beispiel mit einer Größe von 0,1 m * 0,1 m, eingeteilt und damit eine gitterbasierte Belegungskarte erstellt. Jedes Sensorereignis, welches
15 einem der genannten Rasterflächen zugeordnet werden kann, führt zu einer Erhöhung eines der jeweiligen Rasterfläche zugeordneten Zählwerts. Insgesamt erhält man also für jede Rasterfläche einen Zählwert, welcher darüber Auskunft gibt, ob
20 und wie oft eine jeweilige Rasterfläche mit Hilfe der Sensorik detektiert wurde und ob diese Rasterfläche mit einem Objekt belegt ist.

Da die Sensorik durch Rauscheffekte üblicherweise beeinträchtigt ist, ist es sinnvoll, eine Belegung einer Rasterfläche
25 nicht bei einem einzigen Treffer, also einem Zählwert gleich 1, sondern erst bei einem Überschreiten des Zählwerts einer vorbestimmten Schwelle, beispielsweise dem Wert 10, festzustellen. Es können auch je nach Zählwerten unterschiedliche
30 Wahrscheinlichkeitswerte für eine Belegung einer Rasterfläche mit einem Objekt festgelegt werden.

In US 2003/0 004 644 A1 werden Verfahren zur Erkennung stationärer Objekte beschrieben.

35

In DE 10 2011 086 433 A1 wird ein Manövrierverfahren für ein Fahrzeug beschrieben, bei dem ein erfasstes Umfeld repräsentierende Umfelddaten derart gespeichert werden, dass sie bei

einem erneuten Start des Systems verfügbar sind. Bei einem erneuten Start wird erneut das Umfeld des Fahrzeugs erfasst und ein Abgleich der erfassten Umfelddaten mit den gespeicherten Umfelddaten durchgeführt.

5

In DE 10 2011 100 820 A1 wird ein Verfahren zum Detektieren eines Hindernisses in der Umgebung eines Fahrzeugs während der Standphase des Fahrzeugs beschrieben.

10 In US 2011/0 040 481 A1 wird ein Kollisionswarnsystem für ein Fahrzeug beschrieben, welches GPS-Koordinaten von möglichen Kollisionsobjekten mit Positionsdaten des Fahrzeugs vergleicht.

15 Die beschriebenen Herangehensweisen haben alle das Problem gemeinsam, dass Objekte in der Umgebung explizit erkannt werden müssen. Allerdings ist dies nie absolut zuverlässig möglich. Außerdem steigt bei erhöhten Anforderungen der Rechenaufwand für die herkömmlichen Verfahren.

20

Es besteht daher das Problem, ein Verfahren und eine entsprechende Einrichtung zur Hinderniserkennung zu entwickeln, welche wenig Aufwand erfordern und zuverlässig sind.

25 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Detektion eines Kollisionshindernisses gemäß Patentanspruch 1 und durch ein automatisiertes Antikollisionssystem gemäß Patentanspruch 12 gelöst.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion eines Kollisionshindernisses werden zunächst ortsabhängig Sensordaten von einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs mit Hilfe einer Sensoreinheit erfasst. Der Umgebungsbereich kann z.B. einen vor dem Fahrzeug befindlichen Bereich umfassen. Dieser vor dem Fahrzeug befindliche Bereich soll auf jeden Fall den Bereich der Fahrtrichtung umfassen. Zusätzlich kann der Umgebungsbereich auch rechts und links von der Fahrtrichtung befindliche Abschnitte und seitlich zum Fahrzeug gelegene Be-

35

reiche umfassen. Weiterhin kann der Umgebungsbereich auch links und rechts hinter dem Fahrzeug befindliche Bereiche und auch einen direkt hinter dem Fahrzeug vorhandenen Bereich aufweisen. Beispielsweise kann ein sich bewegendes Kollisionsobjekt hinter dem Fahrzeug zu einem Überholvorgang ansetzen oder bei einem Abbiegemanöver des Fahrzeugs mit diesem auf Kollisionskurs liegen.

Als Fahrzeug kann z.B. ein streckengebundenes Fahrzeug, insbesondere ein Straßenfahrzeug oder ein Schienenfahrzeug verwendet werden. Die Sensoreinheit zur sensoriiellen Erfassung der Umgebung des Fahrzeugs kann z.B. an dem jeweiligen Fahrzeug angeordnet sein. Die Sensordaten können aber auch mit Hilfe von stationären streckenseitig angeordneten Sensoren ermittelt werden, welche in ein streckenseitiges Überwachungssystem eingebunden sind, das mit dem Fahrzeug kommunizieren kann.

Auf Basis der erfassten Sensordaten wird eine gitterbasierte Belegungskarte erzeugt. Die gitterbasierte Belegungskarte umfasst Informationen darüber, welche Rasterfläche mit einem Objekt belegt ist und welche nicht. Da die gitterbasierte Belegungskarte nur belegte und unbelegte Rasterflächen aufweist, ist die Datenmenge der gitterbasierten Belegungskarte recht klein. Daher kann eine solche gitterbasierte Belegungskarte schnell erstellt und auch in einen Echtzeitprozess miteinbezogen werden.

Weiterhin wird eine der gitterbasierten Belegungskarte entsprechende gitterbasierte Referenz-Belegungskarte in Abhängigkeit vom Ort ermittelt. D.h., es wird eine gitterbasierte Referenz-Belegungskarte gesucht, deren zugeordnete Referenz-Sensordaten denselben Positionen zugeordnet sind, an denen auch die aktuell erfassten Sensordaten aufgenommen wurden. Denn nur in diesem Fall betreffen die Daten denselben Ortsbereich bzw. denselben Aufnahmebereich und lassen sich die beiden Datensätze auch vergleichen. Im einfachsten Fall genügt es, wenn die Referenz-Sensordaten für die gitterbasierte Re-

ferenz-Belegungskarte an derselben Stelle einer Fahrstrecke aufgenommen wurden wie die aktuell erfassten Sensordaten. Dabei wird z.B. bei einer fahrzeugseitigen Anordnung der Sensoren davon ausgegangen, dass das Fahrzeug bzw. die Sensoren des Fahrzeugs bei der aktuellen Aufnahme der Sensordaten genauso orientiert sind, wie bei der Aufnahme der Referenz-Sensordaten. In einer verbesserten Ausgestaltung werden Abweichungen der Orientierung des Fahrzeugs bzw. der Sensoren, falls fahrzeugseitige Sensoren vorhanden sind, bei dem Vergleich der Position der Sensordaten mit der Position der Referenz-Sensordaten mitberücksichtigt.

Die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte kann zum Beispiel während einer Testfahrt längs einer vorbestimmten Route erzeugt werden, wobei die Umgebung mit Hilfe der Sensoren abgetastet wird und die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte („occupancy grid map“) mit den beschriebenen Zählwerten erstellt wird, so dass erkennbar wird, welche Rasterfläche mit einem Objekt belegt ist und welche nicht. Die so erhaltene gitterbasierte Belegungskarte kann als gitterbasierte Referenz-Belegungskarte genutzt werden, mit der bei einem erneuten Abfahren der Route ein Vergleich durchgeführt wird. Da die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte nur belegte und unbelegte Rasterflächen aufweist, ist die Datenmenge der Referenz-Belegungskarte recht klein. Daher kann eine solche Referenz-Belegungskarte schnell erstellt und auch in einen Echtzeitprozess miteinbezogen werden.

Zudem wird geprüft, ob ein Kollisionshindernis auftritt. D.h., die bei dem erneuten Befahren der Route sukzessive erstellte gitterbasierte Belegungskarte bzw. deren einzelne Raster werden mit den entsprechenden Rasterflächen der Referenz-Belegungskarte verglichen. Sind nun in der Referenz-Belegungskarte noch freie Rasterflächen plötzlich in der aktuell erstellen Belegungskarte belegt, so kann dies auf das Auftreten eines Hindernisses hinweisen. Eine einfache Subtraktion zweier Kartenbereiche kann dazu genutzt werden, Änderungen festzustellen. Da bei der Testfahrt die Route abge-

fahren wurde, ist auch bekannt, welche Rasterflächen auf der Trajektorie des Fahrzeugs liegen. Liegt eine belegte Rasterfläche auf der Route, so kann dies als Gefahr für eine Kollision betrachtet werden.

5

Die Prüfung erfolgt also auf Basis eines Vergleichs der auf den erfassten ortsabhängigen Sensordaten basierenden gitterbasierten Belegungskarte mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte. Bei dem Vergleich werden Unterschiede zwischen der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte und der aktuellen gitterbasierten Belegungskarte als Hinweis auf ein mögliches Kollisionshindernis gedeutet.

Vorteilhaft müssen die aufgenommenen Sensordaten nicht unbedingt interpretiert werden. Es ist also keine explizite Objekterkennung durch die Sensorik notwendig. Es genügt ein Vergleich der Sensordaten mit Referenzdaten, um Anhaltspunkte für ein vorhandenes Kollisionshindernis zu erhalten. Die Sensordaten sowie die Referenzdaten werden für den Vergleich in gitterbasierte Belegungskarten transformiert. Alternativ oder zusätzlich können die Sensordaten und die Referenzdaten auch weitergehend ausgewertet und bearbeitet, beispielsweise interpretiert worden sein und semantische Zusatzinformationen umfassen. Änderungen in der Umwelt können durch das Ermitteln von Unterschieden zwischen den Sensordaten und den Referenz-Sensordaten ermittelt werden. Mithin wird der benötigte Rechenaufwand für die Auswertung der erfassten Sensordaten reduziert.

Das erfindungsgemäße automatisierte Antikollisionssystem für ein Fahrzeug weist eine Sensoreinheit zum ortsabhängigen Erfassen von Sensordaten von einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs auf. Weiterhin umfasst das erfindungsgemäße automatisierte Antikollisionssystem eine Belegungskarten-Erzeugungseinheit zum Erzeugen einer gitterbasierten Belegungskarte auf Basis der erfassten Sensordaten. Teil des erfindungsgemäßen automatisierten Antikollisionssystems ist auch eine Referenz-Belegungskarten-Ermittlungseinheit zum Ermitteln einer der

gitterbasierten Belegungskarte entsprechenden gitterbasierten Referenz-Belegungskarte in Abhängigkeit vom Ort. Das erfindungsgemäße Antikollisionssystem umfasst außerdem eine Prüfeinheit zum Prüfen, ob ein Kollisionshindernis auftritt, wobei die Prüfung auf Basis eines Vergleichs der gitterbasierten Belegungskarte mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte erfolgt. Das erfindungsgemäße automatisierte Antikollisionssystem teilt die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion eines Kollisionshindernisses.

Einige wesentliche Komponenten des erfindungsgemäßen automatisierten Antikollisionssystems können in Form von Softwarekomponenten ausgebildet sein. Dies betrifft insbesondere die Referenz-Sensordatensatz-Ermittlungseinheit und die Prüfeinheit.

Grundsätzlich können diese Komponenten aber auch zum Teil, insbesondere wenn es um besonders schnelle Berechnungen geht, in Form von softwareunterstützter Hardware, beispielsweise FPGAs oder dergleichen, realisiert sein.

Eine weitgehend softwaremäßige Realisierung hat den Vorteil, dass auch schon bisher verwendete Steuerungseinrichtungen von Fahrzeugen, welche z.B. automatisierte Assistenzsysteme umfassen, auf einfache Weise durch ein Software-Update nachgerüstet werden können, um auf die erfindungsgemäße Weise zu arbeiten. Insofern wird die Aufgabe auch durch ein Computerprogrammprodukt gelöst, welches direkt in einen Speicher einer Steuerungseinrichtung ladbar ist, mit Programmcodeabschnitten, um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen, wenn das Programm in der Steuerungseinrichtung ausgeführt wird.

Ein solches Computerprogrammprodukt kann neben dem Computerprogramm gegebenenfalls zusätzliche Bestandteile wie z.B. eine Dokumentation und/oder zusätzliche Komponenten auch Hard-

ware-Komponenten, wie z.B. Hardware-Schlüssel (Dongles etc.) zur Nutzung der Software, umfassen.

Zum Transport zu der Steuerungseinrichtung und/oder zur Speicherung an oder in der Steuerungseinrichtung kann ein computerlesbares Medium, beispielsweise ein Memorystick, eine Festplatte oder ein sonstiger transportabler oder fest eingebauter Datenträger dienen, auf welchem die von einer Rechneereinheit einlesbaren und ausführbaren Programmabschnitte des Computerprogramms gespeichert sind. Die Rechneereinheit kann z.B. hierzu einen oder mehrere zusammenarbeitende Mikroprozessoren oder dergleichen aufweisen. Auch eine drahtlose Übertragung des Computerprogramms ist möglich.

Die abhängigen Ansprüche sowie die nachfolgende Beschreibung enthalten jeweils besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung. Dabei können insbesondere die Ansprüche einer Anspruchskategorie auch analog zu den abhängigen Ansprüchen einer anderen Anspruchskategorie und deren Beschreibungsteilen weitergebildet sein. Zudem können im Rahmen der Erfindung die verschiedenen Merkmale unterschiedlicher Ausführungsbeispiele und Ansprüche auch zu neuen Ausführungsbeispielen kombiniert werden.

In einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zum Erfassen der Sensordaten mindestens eine der folgenden Sensorarten eingesetzt:

- Radar,
- LiDAR,
- ein Laserscanner,
- eine Kamera,
- ein Kamerasystem.

Radar kann zum Beispiel besonders bei schlechten Sichtverhältnissen eingesetzt werden, um sich ein Bild von der Umgebung eines Fahrzeugs machen zu können. Auf Laser basierende Sensorsysteme eignen sich für eine besonders exakte Vermessung einer Umgebung eines Fahrzeugs. Kameras ermöglichen eine

hochaufgelöste Abtastung der Umgebung mit einem relativ geringen technischen Aufwand.

Besonders bevorzugt wird bei dem ortsabhängigen Erfassen der
5 Sensordaten die geographische Position des Fahrzeugs ermittelt. Die Kenntnis der geographischen Position des Fahrzeugs ermöglicht bereits eine grundlegende örtliche Zuordnung der erfassten Sensordaten zu einer Absolutposition. Wie bereits erwähnt, können die Sensoren bei der Aufnahme der Referenz-
10 Sensordaten anders ausgerichtet sein und bei einer fahrzeugseitigen Sensoranordnung kann auch das Fahrzeug unterschiedlich orientiert sein. Für eine weitere Präzisierung kann daher zusätzlich eine Relativposition von den Sensordaten zugeordneten Objekten zum Fahrzeug ermittelt werden. Die Relativposition kann z.B. durch eine Ausrichtung der Sensoren sowie den Abstand zwischen Sensor und Objekt gegeben sein.
15 Schließlich wird ein den Sensordaten zugeordneter Ort auf Basis der ermittelten geographischen Position des Fahrzeugs und der ermittelten Relativposition ermittelt.

20
Im günstigsten Fall erfolgt bei der Erfassung der Sensordaten eine Art dreidimensionaler Bildaufnahme, so dass einzelnen Bildpunkten Relativpositionen zur Sensoreinheit zugeordnet werden können. Um einen Vergleich mit einem Referenzbild
25 durchführen zu können, genügt auch bereits die Kenntnis der Position des Fahrzeugs und des Ausrichtungswinkels der Sensoren. Sind die Sensoren starr oder streckenseitig angeordnet, so genügt bereits eine Kenntnis der Position und gegebenenfalls Orientierung des Fahrzeugs. Durch die genannten
30 zusätzlichen Informationen kann die Wahl eines geeigneten Referenz-Sensordatensatzes bzw. einer geeigneten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte erleichtert werden. Eventuell können auch aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommene Sensordaten entsprechend korrigiert bzw. umgerechnet werden,
35 um mit einem Referenz-Sensordatensatz bzw. einer gitterbasierten Referenz-Belegungskarte besser vergleichbar gemacht zu werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei dem Ermitteln der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte eine Datenbank durchsucht, welche eine Mehrzahl von gitterbasierten Referenz-Belegungskarten umfasst.

5 Eine Datenbank kann z.B. als fahrzeugseitiger nicht-flüchtiger Datenspeicher ausgebildet sein. Sie kann auch stationär als zentraler Datenspeicher ausgebildet sein, die mit einem oder mehreren automatisierten Antikollisionssystemen kommuniziert. Aus der Datenbank wird diejenige gitterbasierte Referenz-Belegungskarte entnommen, welche die den aktuell erfassten

10 Sensor-Positionen zugeordneten Positionen umfasst. Vorteilhaft entspricht die aus der Datenbank entnommene Referenz-Belegungskarte der aus den aktuellen Sensordaten erzeugten gitterbasierten Belegungskarte weitgehend für den Fall, dass

15 sich seit der Aufnahme der Sensordaten für die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte das Szenario an derselben Position nicht geändert hat. Unterschiede zwischen der auf den aktuell aufgenommenen Sensordaten basierenden gitterbasierten Belegungskarte und der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte

20 liefern mithin Hinweise auf ein Auftreten von möglichen Kollisionshindernissen.

In einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden für den Fall, dass die Positionen der aktuell erfassten Sensordaten nicht exakt bekannt sind, die richtige gitterbasierte Referenz-Belegungskarte auf Basis eines Vergleichs mehrerer gitterbasierter Referenz-Belegungskarten mit der auf den aktuell erfassten Sensordaten basierenden gitterbasierten Belegungskarte ermittelt. Bei dieser Variante wird

25 dann eine Wahl einer geeigneten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte nach einer Ähnlichkeit zwischen der aktuellen gitterbasierten Belegungskarte mit den jeweiligen gitterbasierten Referenz-Belegungskarten getroffen. Mithin kann auch bei einer nur ungenau bekannten Ortsabhängigkeit der aktuell

30 aufgenommenen Sensordaten eine geeignete gitterbasierte Referenz-Belegungskarte aus der Datenbank ausgewählt werden.

35

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden bei dem Prüfen, ob ein Kollisionshindernis auftritt, ein oder mehrere Kollisionshindernis-Kandidaten an Positionen ermittelt, an denen eine Differenz zwischen der aktuell erzeugten gitterbasierten Belegungskarte und der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte vorliegt. D.h., es werden anhand der Sensordaten bzw. der daraus erzeugten gitterbasierten Belegungskarte räumliche Positionen bzw. Kartenpositionen ermittelt, an denen Unterschiede zwischen der aktuell erzeugten gitterbasierten Belegungskarte und der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte vorliegen. Die diesen Positionen zugeordneten Kartenbereiche werden dann als Kollisionshindernis-Kandidaten eingestuft und einer eingehenden Analyse unterzogen. Vorteilhaft müssen bei dieser Variante nur wenige Belegungskartenbereiche näher untersucht werden, so dass der Rechenaufwand für die Auswertung der Sensordaten bzw. der darauf basierende gitterbasierten Belegungskarten stark reduziert ist. Die eingehendere Analyse kann dann zum Beispiel auf der Basis von hochaufgelösten Daten, wie zum Beispiel Bilddaten, in den ermittelten Kandidatenbereichen erfolgen.

In einer besonders effektiven Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte durch ortsabhängiges Erfassen von Sensordaten entlang einer hindernisfreien Fahrstrecke ermittelt. Vorteilhaft erfolgt bei dieser Variante eine Zuordnung der Referenz-Sensordaten zu den Positionen, an denen die Referenz-Sensordaten aufgenommen wurden.

30 Mithin können zu später aufgenommenen Sensordaten geeignete gitterbasierte Referenz-Belegungskarten, welche die Positionen der später aufgenommenen Sensordaten umfassen, zielgerichtet herausgesucht werden, ohne dass für die Wahl einer geeigneten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte ein Vergleich vorgenommen werden muss. Weiterhin erfolgt die Aufnahme der Sensordaten für die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte bei Abwesenheit von Kollisionshindernissen, so dass Un-

terschiede bei auf später aufgenommenen Sensordaten basierenden gitterbasierten Belegungskarten zu den gitterbasierten Referenz-Belegungskarten als mögliche Kollisionshindernisse eingestuft werden können.

5

Die für die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte aufgenommenen Sensordaten können beim Durchführen einer Testfahrt mit einem Fahrzeug entlang der hindernisfreien Fahrstrecke gewonnen werden, wobei Sensordaten von einem Umgebungsbereich des
10 Fahrzeugs mit Hilfe einer fahrzeugseitigen Sensoreinheit ortsabhängig erfasst werden. Diese Variante ist besonders vorteilhaft einsetzbar, wenn auch bei späteren Fahrten im regulären Betrieb der Umgebungsbereich durch fahrzeugseitige Sensoren erfasst wird. Mithin sind die Referenz-Sensordaten
15 mit den später aufgenommenen Sensordaten bzw. die diesen zugeordneten Belegungskarten aufgrund derselben Aufnahmeperpektive leicht vergleichbar.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zu verschiedenen Zeitpunkten Sensordaten von dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs mit Hilfe einer Sensoreinheit erfasst. Weiterhin wird jeweils eine gitterbasierte Belegungskarte auf Basis der erfassten Sensordaten für die unterschiedlichen Zeitpunkte erstellt. Zudem wird eine den gitterbasierten Belegungskarten entsprechende gitterbasierte Referenz-Belegungskarte ermittelt bzw. aus einer Datenbank herausgesucht. Hierfür kann z.B. die Kenntnis einer zu den verschiedenen Zeitpunkten eingenommene Position des Fahrzeugs genutzt werden. Schließlich wird geprüft, ob ein Kollisionshindernis auftritt. Die Prüfung erfolgt auf Basis eines Vergleichs der für verschiedene Zeitpunkte ermittelten gitterbasierten Belegungskarten mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte. Vorteilhaft werden bei dieser Variante Informationen über die Dynamik eines Umgebungsszenarios
25 eines Fahrzeugs mit einbezogen, so dass eine Einschätzung bezüglich einer Kollision eines bewegten Fahrzeugs mit einem möglicherweise selbst beweglichen Hindernis präzisiert werden kann.
30
35

In einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei der Prüfung, ob ein Kollisionshindernis auftritt, ein geschätzter Fahrweg in Abhängigkeit von der Zeit ermittelt.

5 D.h., es wird eine künftige Trajektorie des Fahrzeugs ermittelt. Die zukünftige Trajektorie kann z.B. anhand einer Streckenführung, basierend auf einem Straßenverlauf oder einem Gleisverlauf sowie auf Basis einer aktuellen Fahrtrichtung und eines aktuellen Lenkeinschlags ermittelt werden.

10 Dann wird eine Position eines Kollisionshindernis-Kandidaten mit dem geschätzten Fahrweg verglichen. Bei dieser Variante wird das dynamische Verhalten des Fahrzeugs mit in die Abschätzung einer Kollision mit einbezogen. Vorteilhaft kann bei dieser Variante eine Ermittlung von Kollisionshindernissen

15 genauer erfolgen als ohne eine Berücksichtigung des künftigen Fahrwegs des Fahrzeugs.

Bevorzugt wird bei der Prüfung, ob ein Kollisionshindernis auftritt, eine zeitabhängige Trajektorie eines Kollisionshindernis-Kandidaten ermittelt und es wird der geschätzte

20 Fahrweg in Abhängigkeit von der Zeit mit der ermittelten Trajektorie des Kollisionshindernis-Kandidaten verglichen.

Bei dieser Variante wird zusätzlich das dynamische Verhalten der Kollisionshindernis-Kandidaten mit in die Ermittlung von

25 Kollisionshindernissen miteinbezogen, so dass eine exaktere Ermittlung, insbesondere von bewegten Kollisionshindernissen erfolgen kann.

30 In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden bei der Prüfung, ob ein Kollisionshindernis auftritt, Objekteigenschaften eines Kollisionshindernis-Kandidaten ermittelt. Vorteilhaft kann auf Basis der Objekteigenschaften eine Bewertung potentieller Kollisionshindernisse bezüglich ihrer

35 Gefährlichkeit erfolgen. Diese Bewertung kann zu einer Anpassung einer Reaktion auf ein spezielles Hindernis genutzt werden.

Bei dem angewendeten Vergleichsverfahren basiert die Gefahrenbewertung auf der Differenzinformation zwischen Soll- und Ist-Sensorsignal bzw. Sensordaten und Referenz-Sensordaten bzw. daraus erzeugten gitterbasierten Belegungskarten. Um eine Bewertung oder Güte festzustellen, wird in einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine geeignete Kombination verschiedener durch Vergleich ermittelter Parameter herangezogen: z.B. die zeitliche Entwicklung der Differenz zwischen den Belegungskarten, ein geometrischer Wert (Ort, Ausdehnung ...), die eigene Trajektorie, die Trajektorie des vermeintlichen Hindernisses, Ortsinformationen usw. Diese Werte dienen der Ermittlung eines Vertrauensintervalls. Die ermittelte Güte bzw. das ermittelte Vertrauensintervall werden dann dazu genutzt, zu ermitteln, ob ein Unterschied direkt in eine Gefahrenbewertung einfließt oder einem weiteren Klassifikations-/Bewertungsschritt unterzogen wird.

In einer speziellen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Position des Fahrzeugs, beispielsweise durch Selbstlokalisierung des Fahrzeugs, ermittelt. Hierzu kann z.B. mindestens eine der folgenden Technologien genutzt werden:

- ein globales ziviles Satellitennavigationssystem,
- Echtzeitkinematik,
- 25 - mobilfunkbasierte Verfahren,
- lokale Sende/Empfangssysteme,
- sensorbasierte Technologien.

Auf Echtzeitkinematik basierende Verfahren arbeiten ebenfalls mit Hilfe von Satellitensignalen von globalen zivilen Satellitennavigationssystemen. Dabei werden Satellitensignale simultan empfangen. Auf Basis von phasenbasierten Korrekturverfahren werden dabei größere Genauigkeiten erreicht als bei einer einfachen Satellitennavigation.

35

Mobilfunknetze sind üblicherweise in Zellen eingeteilt. Mobile Sende/Empfangsgeräte lassen sich einer Zelle, in der sie sich gerade aufhalten, zuordnen und so lokalisieren.

Lokale Sende/Empfangssysteme umfassen beispielsweise RFID-Systeme, Beacon-Systeme und andere auf kurzreichweitiger Kommunikation basierende Geräte.

5

Sensorbasierte Technologien umfassen bildgebende Systeme oder auch mit zusätzlichen Emissionseinheiten ausgerüstete Systeme, wie z.B. LiDAR oder Radar.

10 Die genannten Technologien können auch in Kombination eingesetzt werden, um eine erhöhte Redundanz bei der Selbstlokalisierung zu erzielen und die Kollisionswarnung noch robuster zu gestalten.

15 Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Wegstücks, auf dem
20 sich ein Fahrzeug mit einem Kollisionswarnsystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung bewegt,

FIG 2 ein Flussdiagramm, mit dem die Akquisition von Referenz-Sensordaten veranschaulicht wird,

FIG 3 ein Flussdiagramm, welches ein Verfahren zur Detektion
25 eines Kollisionshindernisses gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht,

FIG 4 ein Flussdiagramm, welches einen Vergleichsschritt des
in FIG 3 veranschaulichten Verfahrens im Detail zeigt,

FIG 5 eine schematische Darstellung eines Kollisionswarnsystems
30 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In FIG 1 ist ein Eisenbahnstreckenabschnitt 10 gezeigt, auf dem sich eine Lokomotive 11 bewegt. Die Lokomotive 11 umfasst ein als Kollisionswarnsystem 50 ausgebildetes Antikollisions-
35 system mit einer Sensoreinheit 12, mit der sie einen vor ihr liegenden Umgebungsbereich B_U abtastet, und einer als Auswertungseinrichtung dienenden Kollisionswarneinrichtung 50a. Die bei der Abtastung ermittelten Sensordaten SD werden in dem

Kollisionswarnsystem 50 ausgewertet, wie es im Zusammenhang mit FIG 4 beschrieben ist. In dem in FIG 1 gezeigten Szenario befindet sich ein Objekt O am Rand des von der Sensoreinheit 12 abgetasteten Umgebungsbereich B_U . Gelangt das Objekt O in den abgetasteten Umgebungsbereich B_U , so wird es mit Hilfe des Kollisionswarnsystems 50 erkannt und es wird an den Fahrer der Lokomotive 11 ein Warnhinweis ausgegeben, dass sich ein Hindernis auf der Fahrstrecke der Lokomotive 11 befindet.

10 In FIG 2 ist ein Flussdiagramm 200 gezeigt, mit dem eine Testfahrt, bei der ein Streckenabschnitt ohne vorhandene Kollisionshindernisse abgefahren wird, veranschaulicht wird. Bei dieser Testfahrt befindet sich eine Lokomotive 11 (siehe FIG 1) auf einem Gleisabschnitt 10 und fährt eine vorbestimmte Fahrtroute ab. Bei dem Schritt 2.I wird zunächst eine Position P der Lokomotive auf der Strecke ermittelt. Die Position P kann z.B. anhand von Markierungen am Rand der Strecke abgelesen werden oder mit Hilfe eines anderen Selbstlokalisierungsverfahrens ermittelt werden. Bei dem Schritt 2.II werden dann an der ermittelten Position P Sensordaten SD von einem vor der Lokomotive 11 befindlichen Umgebungsbereich B_U der Lokomotive 11 mit Hilfe einer Sensoreinheit 12 erfasst. Anschließend wird bei dem Schritt 2.III auf Basis der erfassten Daten SD sowie der ermittelten Position P der Lokomotive 11 eine gitterbasierte Referenz-Belegungskarte GRBK erzeugt und in einer Datenbank DB abgespeichert. Bei dem Schritt 2.IV wird ermittelt, ob die Lokomotive 11 am Ende EoT des zu erfassenden Streckenabschnitts 10 bzw. am Endpunkt der Testfahrt angekommen ist. Falls das Ende EoT noch nicht erreicht ist, was in FIG 2 mit „n“ gekennzeichnet ist, wird zu dem Schritt 2.I zurückgekehrt und erneut eine Position P der fahrenden Lokomotive 11 ermittelt usw.. Falls das Ende EoT des Streckenabschnitts erreicht ist, was in FIG 2 mit „j“ gekennzeichnet ist, wird zu dem Schritt 2.V übergegangen und die Testfahrt beendet.

In FIG 3 ist ein Flussdiagramm gezeigt, mit dem ein Verfahren zum Detektieren eines Kollisionshindernisses gemäß einem Aus-

führungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht wird. Bei dem Schritt 3.I wird zunächst eine Position P der Lokomotive auf der Strecke ermittelt. Anschließend werden bei dem Schritt 3.II an der ermittelten Position P Sensordaten SD von einem
5 vor der Lokomotive 11 befindlichen Umgebungsbereich B_U der Lokomotive 11 mit Hilfe einer Sensoreinheit 12 erfasst. Nachfolgend wird bei dem Schritt 3.III basierend auf den Sensordaten SD eine aktuelle gitterbasierte Belegungskarte GBK ermittelt. Weiterhin wird bei dem Schritt 3.IV eine Datenbank
10 DB nach einer entsprechenden gitterbasierte Referenz-Belegungskarte GRBK durchsucht. Bei dem Schritt 3.V wird dann durch Vergleich der aktuellen gitterbasierten Belegungskarte GBK mit der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte GRBK ermittelt, ob ein oder mehrere Kollisionshindernisse KH vorhan-
15 den sind. Für den Fall, dass keine Kollisionshindernisse KH ermittelt wurden, was in FIG 3 mit „n“ gekennzeichnet ist, wird zu dem Schritt 3.I zurückgekehrt und das Verfahren weitergeführt. Werden dagegen ein oder mehrere Kollisionshindernisse KH ermittelt, was in FIG 3 mit „j“ gekennzeichnet ist,
20 wird zu dem Schritt 3.VI übergegangen und es werden Informationen zu der Art und Position der Kollisionshindernisse KH ausgegeben und ein Warnhinweis W ausgegeben.

In FIG 4 ist ein Flussdiagramm 400 gezeigt, mit dem der Vergleichsschritt 3.V ausführlicher veranschaulicht wird. Bei
25 einem Teilschritt 3.Va werden zunächst Kollisionshinderniskandidaten K-KH auf Basis des Vergleichs zwischen der aktuellen gitterbasierten Belegungskarte GBK und einer gitterbasierten Referenz-Belegungskarte GRBK über mehrere Zeitpunkte
30 ermittelt. Anschließend werden bei dem Teilschritt 3.Vb Trajektorien T(K-KH) der Kollisionshinderniskandidaten K-KH ermittelt. Weiterhin wird bei dem Teilschritt 3.Vc ein Fahrweg der Lokomotive 10 ermittelt. Schließlich erfolgt bei dem
Teilschritt 3.Vd ein Vergleich zwischen den Trajektorien T(K-KH) der Kollisionshinderniskandidaten K-KH und dem ermittel-
35 ten Fahrweg FW. Für den Fall, dass sich mindestens eine der Trajektorien T(K-KH) eines der Kollisionshinderniskandidaten K-KH mit dem ermittelten Fahrweg FW trifft, was in FIG 4 mit

„j“ gekennzeichnet ist, wird zu dem Schritt 3.VI übergegangen und es werden Kollisionshindernisse KH sowie eine entsprechende Warnung W ausgegeben. Wird dagegen kein Kollisionshindernis KH ermittelt, was in FIG 4 mit dem „n“ gekennzeichnet ist, so wird, wie auch in FIG 3 gezeigt, zu dem Schritt 3.I zurückgekehrt.

Für den Fall, dass ein Kollisionshindernis erkannt wurde, können zusätzlich auch automatisierte Gegenmaßnahmen, wie z.B. das Einleiten eines Bremsmanövers durchgeführt werden.

In FIG 5 ist ein automatisiertes Kollisionswarnsystem 50 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Das automatisierte Kollisionswarnsystem 50 kann z.B. Teil eines automatisierten Fahrerassistenzsystems eines Fahrzeugs 11 sein, wie es in FIG 1 gezeigt ist. Das automatisierte Kollisionswarnsystem 50 umfasst eine Sensoreinheit 12 und eine Kollisionswarneinrichtung 50a. Die Sensoreinheit 12, in diesem Ausführungsbeispiel ein Kamerasystem, erfasst Sensordaten SD von der Umgebung des Fahrzeugs und sendet die Sensordaten SD an die Kollisionswarneinrichtung 50a. Mit dem Kamerasystem wird ein vor dem Fahrzeug befindlicher Umgebungsbereich des Fahrzeugs bildlich erfasst. Die Kollisionswarneinrichtung 50a umfasst eine Sensordaten-Eingangsschnittstelle 51, welche die Sensordaten SD von der Sensoreinheit 12 empfängt. Die in diesem Ausführungsbeispiel Bilddaten umfassenden Sensordaten SD werden über die Sensordaten-Eingangsschnittstelle 51 an eine Belegungskarten-Erzeugungseinheit 54a übermittelt. Die Belegungskarten-Erzeugungseinheit erzeugt eine gitterbasierte Belegungskarte GBK auf Basis der erfassten Sensordaten SD.

Die Belegungskarten-Ermittlungseinheit 54a empfängt über eine Positionsermittlungseinheit 52 Positionsinformationen P bezüglich einer aktuellen Position des Fahrzeugs. Weiterhin empfängt die Belegungskarten-Ermittlungseinheit 54a auch Daten SA bezüglich einer Ausrichtung SA der Kamera über eine Sensorausrichtung-Datenerfassungseinheit 53, mit deren Hilfe

eine Ortsabhängigkeit der Sensordaten SD bzw. der gitterbasierten Belegungskarte GBK ermittelt wird.

Die gitterbasierte Belegungskarte GBK wird an eine Referenz-
5 Belegungskarten-Ermittlungseinheit 54b übermittelt. Auf Basis
der gitterbasierten Belegungskarte GBK wird dann von der Referenz-Belegungskarten-Ermittlungseinheit 54b aus einer Datenbank DB eine gitterbasierte Referenz-Belegungskarte GRBK herausgesucht und zusammen mit der gitterbasierten Belegungskarte GBK an eine Prüfeinheit 55 übermittelt. Die Prüfeinheit 55 prüft auf Basis der empfangenen Daten GBK, GRBK, ob ein Kollisionshindernis KH auftritt, wobei sie einen Vergleich der gitterbasierten Belegungskarte GBK mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte GRBK durchführt. Für
10 den Fall, dass ein Kollisionshindernis KH ermittelt wurde, werden die entsprechenden Information KH über eine Ausgangsschnittstelle 56 ausgegeben. Zusätzlich kann das Ergebnis KH auch zum Einleiten von automatisierten Gegenmaßnahmen, wie z.B. das Durchführen eines Bremsmanövers, verwendet werden.

20

Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorbeschriebenen Verfahren und Vorrichtungen lediglich um bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung handelt und dass die Erfindung vom Fachmann variiert werden
25 kann, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen, soweit er durch die Ansprüche vorgegeben ist. So wurden das Verfahren und die Vorrichtung in erster Linie im Zusammenhang mit dem Einsatz von Schienenfahrzeugen erläutert. Das genannte Verfahren und das beschriebene Kollisionswarnsystem sind jedoch
30 nicht auf die Anwendung auf Eisenbahnzüge beschränkt, sondern können auch im Zusammenhang mit Straßenfahrzeugen oder anderen Umgebungen, wie z.B. freiem Gelände abseits von Straßen oder anderen Fahrzeugen, wie z.B. Geländefahrzeugen oder Straßenbahnen eingesetzt werden. Es wird der Vollständigkeit halber auch darauf hingewiesen, dass die Verwendung der unbestimmten Artikel „ein“ bzw. „eine“ nicht ausschließt, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Ebenso schließt der Begriff „Einheit“ nicht aus, dass
35

diese aus mehreren Komponenten besteht, die ggf. auch räumlich verteilt sein können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion eines Kollisionshindernisses (KH), aufweisend die Schritte:

- 5 - ortsabhängiges Erfassen von Sensordaten (SD) von einem Umgebungsbereich (B_U) eines Fahrzeugs (11) mit Hilfe einer Sensoreinheit (12),
- Erzeugen einer gitterbasierten Belegungskarte (GBK) auf Basis der erfassten Sensordaten (SD),
- 10 - Ermitteln einer der gitterbasierten Belegungskarte (GBK) entsprechenden gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK) in Abhängigkeit vom Ort,
- Prüfen, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, auf Basis eines Vergleichs der gitterbasierten Belegungskarte (GBK)
- 15 mit der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das ortsabhängige Erfassen der Sensordaten (SD) die Schritte umfasst:

- 20 - Ermitteln der geographischen Position (P) des Fahrzeugs (11),
- Ermitteln einer Relativposition von den Sensordaten (SD) zugeordneten Objekten zum Fahrzeug (11),
- Ermitteln eines den Sensordaten (SD) zugeordneten Orts (P)
- 25 auf Basis der ermittelten geographischen Position des Fahrzeugs (11) und der ermittelten Relativposition.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Ermitteln der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GBK) die Schritte umfasst:

- 30 - Durchsuchen einer Datenbank (DB), welche eine Mehrzahl von ortsabhängig erfassten gitterbasierten Referenz-Belegungskarten (GRBK) umfasst,
- Entnehmen der gitterbasierten Referenz-Belegungskarte
- 35 (GRBK) aus der Datenbank (DB), deren zugeordnete Position (P) der Position (P) der durch die aktuell erfassten Sensordaten (SD) erzeugten gitterbasierten Belegungskarte (GBK) entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei für den Fall, dass die Position (P) der aktuell erfassten Sensordaten (SD) und/oder die Position (P) der gitterbasierten Referenz-Belegungskarten (GRBK) der Datenbank (DB) nicht exakt bekannt sind, die richtige gitterbasierte Referenz-Belegungskarte (GRBK) auf Basis eines Vergleichs mehrerer gitterbasierter Referenz-Belegungskarten (GRBK) mit der den aktuell erfassten Sensordaten (SD) zugeordneten gitterbasierten Belegungskarte (GBK) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei bei dem Prüfen, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, ein oder mehrere Kollisionshindernis-Kandidaten (K-KH) an Positionen (P) ermittelt werden, an denen eine Differenz zwischen der aktuell erzeugten gitterbasierten Belegungskarte (GBK) und der ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK) vorliegt.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die gitterbasierte Referenz-Belegungskarte (GRBK) durch ortsabhängiges Erfassen von Sensordaten (SD) entlang einer hindernisfreien Fahrstrecke (10) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, aufweisend die Schritte:

- Durchführen einer Testfahrt mit einem Fahrzeug (11) entlang der hindernisfreien Fahrstrecke (10),
- Ortsabhängiges Erfassen der Sensordaten (SD) von einem Umgebungsbereich (B_U) des Fahrzeugs (11) mit Hilfe einer fahrzeugseitigen Sensoreinheit (12),
- Erzeugen einer gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK) auf Basis der erfassten Sensordaten (SD).

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

- zu verschiedenen Zeitpunkten Sensordaten (SD) von dem Umgebungsbereich (B_U) des Fahrzeugs (11) mit Hilfe einer Sensoreinheit (12) erfasst werden,

- jeweils eine gitterbasierte Belegungskarte (GBK) auf Basis der erfassten Sensordaten (SD) erstellt wird,
- jeweils eine der gitterbasierten Belegungskarte (GBK) entsprechende gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK) ermittelt wird,
- 5 - die Prüfung, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, auf Basis eines Vergleichs der für verschiedene Zeitpunkte ermittelten gitterbasierten Belegungskarten (GBK) mit den ermittelten gitterbasierten Referenz-Belegungskarten (GRBK)
- 10 erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Prüfung, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, umfasst:

- das Ermitteln eines geschätzten Fahrwegs (FW) in Abhängigkeit von der Zeit,
- 15 - einen Vergleich einer Position eines Kollisionshinderniskandidaten (K-KH) mit dem geschätzten Fahrweg (FW).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Prüfen, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, umfasst:

- das Ermitteln einer zeitabhängigen Trajektorie (T(K-KH)) eines Kollisionshinderniskandidaten (K-KH) und
- das Vergleichen des geschätzten Fahrwegs (FW) in Abhängigkeit von der Zeit mit der ermittelten Trajektorie (T(K-KH))
- 25 des Kollisionshinderniskandidaten (K-KH).

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, wobei das Prüfen, ob ein Kollisionshindernis (KH) auftritt, das Ermitteln von Objekteigenschaften eines Kollisionshinderniskandidaten (K-KH) umfasst.

12. Automatisiertes Antikollisionssystem (50), aufweisend:

- eine Sensoreinheit (12) zum ortsabhängigen Erfassen von Sensordaten (SD) von einem Umgebungsbereich (B_U) eines
- 35 Fahrzeugs (11),
- eine Belegungskarten-Erzeugungseinheit (54a) zum Erzeugen einer gitterbasierten Belegungskarte (GBK) auf Basis der erfassten Sensordaten (SD),

- eine Referenz-Belegungskarten-Ermittlungseinheit (54b) zum Ermitteln einer der gitterbasierten Belegungskarte (GBK) entsprechenden gitterbasierten Referenz-Belegungskarte (GRBK) in Abhängigkeit vom Ort,
- 5 - eine Prüfeinheit (55) zum Prüfen, ob ein Kollisionshinder-
nis (KH) auftritt, auf Basis eines Vergleichs der gitterba-
sierten Belegungskarte (GBK) mit der ermittelten gitterba-
sierten Referenz-Belegungskarte (GRBK).
- 10 13. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, wel-
ches direkt in eine Speichereinrichtung einer Steuerungsein-
richtung eines Fahrzeugs (11) ladbar ist, mit Programmab-
schnitten, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der
Ansprüche 1 bis 11 auszuführen, wenn das Computerprogramm in
15 der Steuerungseinrichtung ausgeführt wird.
14. Computerlesbares Medium, auf welchem von einer Rechner-
einheit einlesbare und ausführbare Programmabschnitte ge-
speichert sind, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem
20 der Ansprüche 1 bis 11 auszuführen, wenn die Programmab-
schnitte von der Rechneinheit ausgeführt werden.

FIG 1

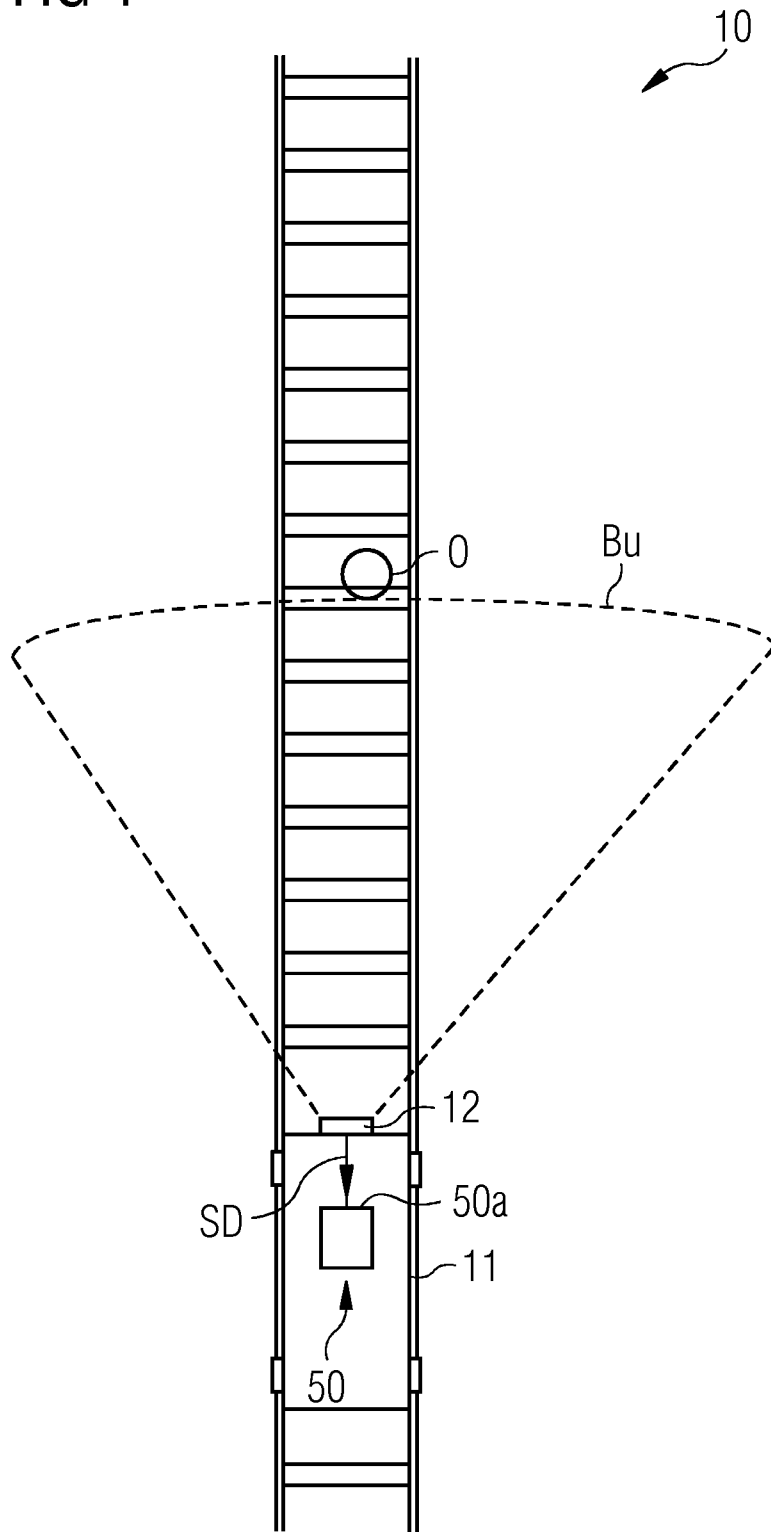


FIG 2

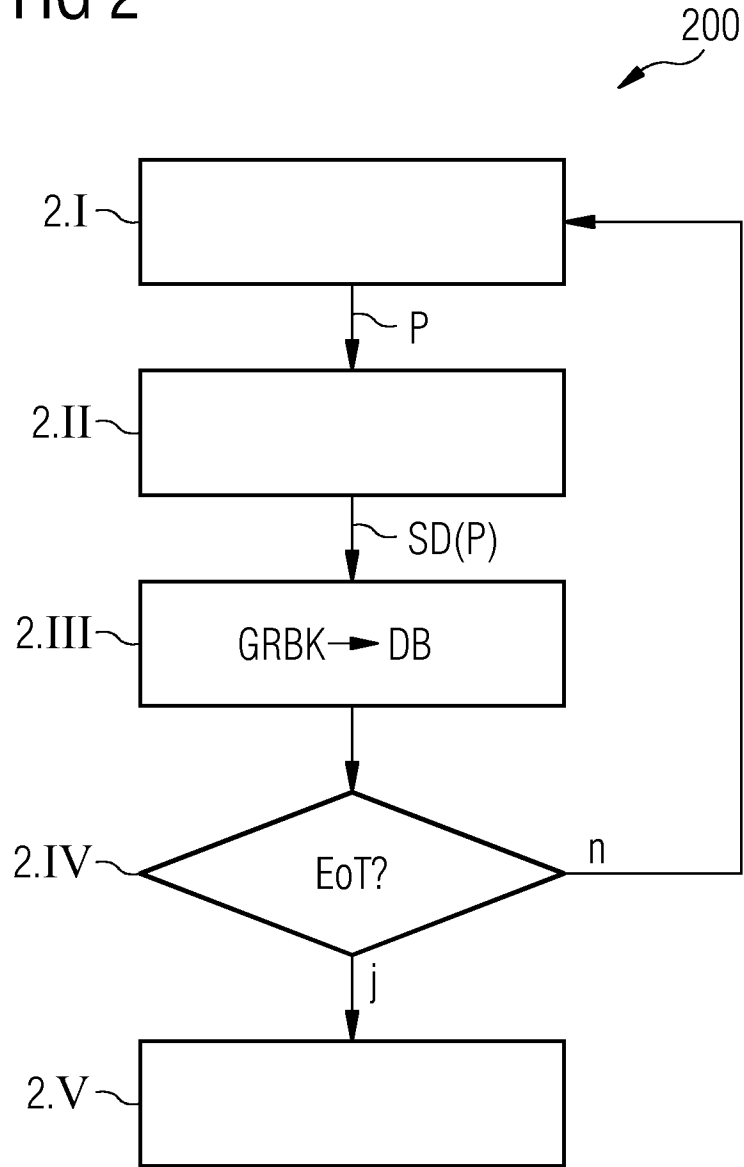


FIG 3

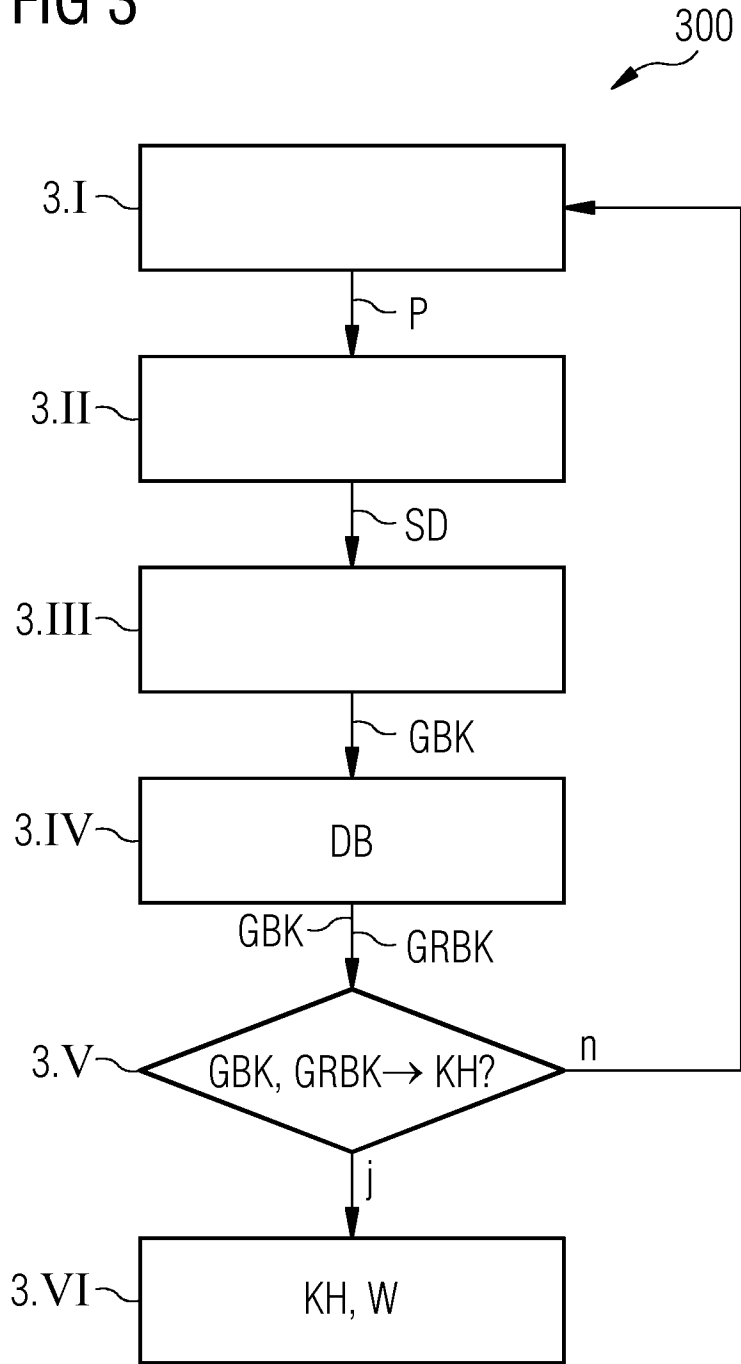


FIG 4

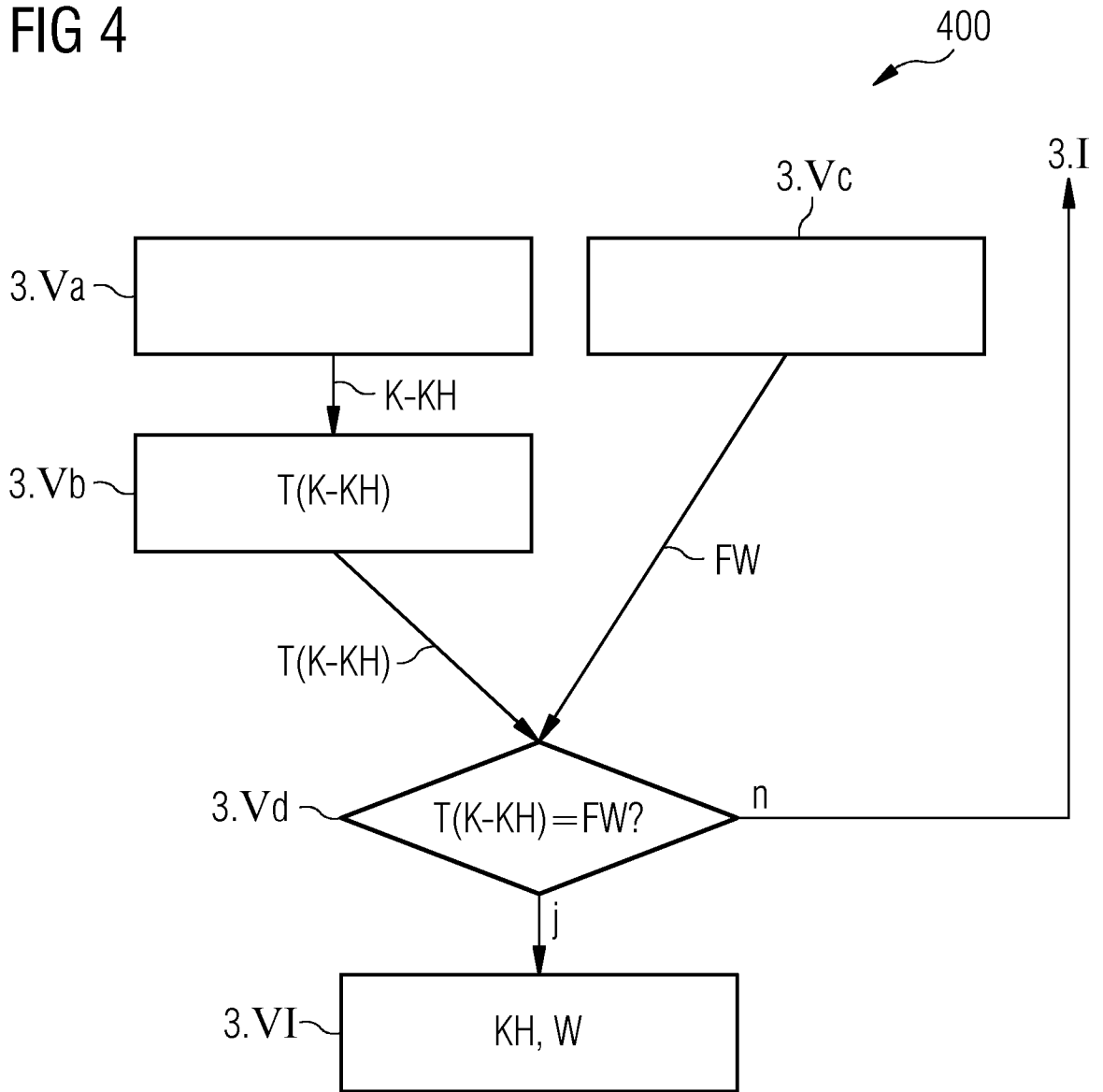
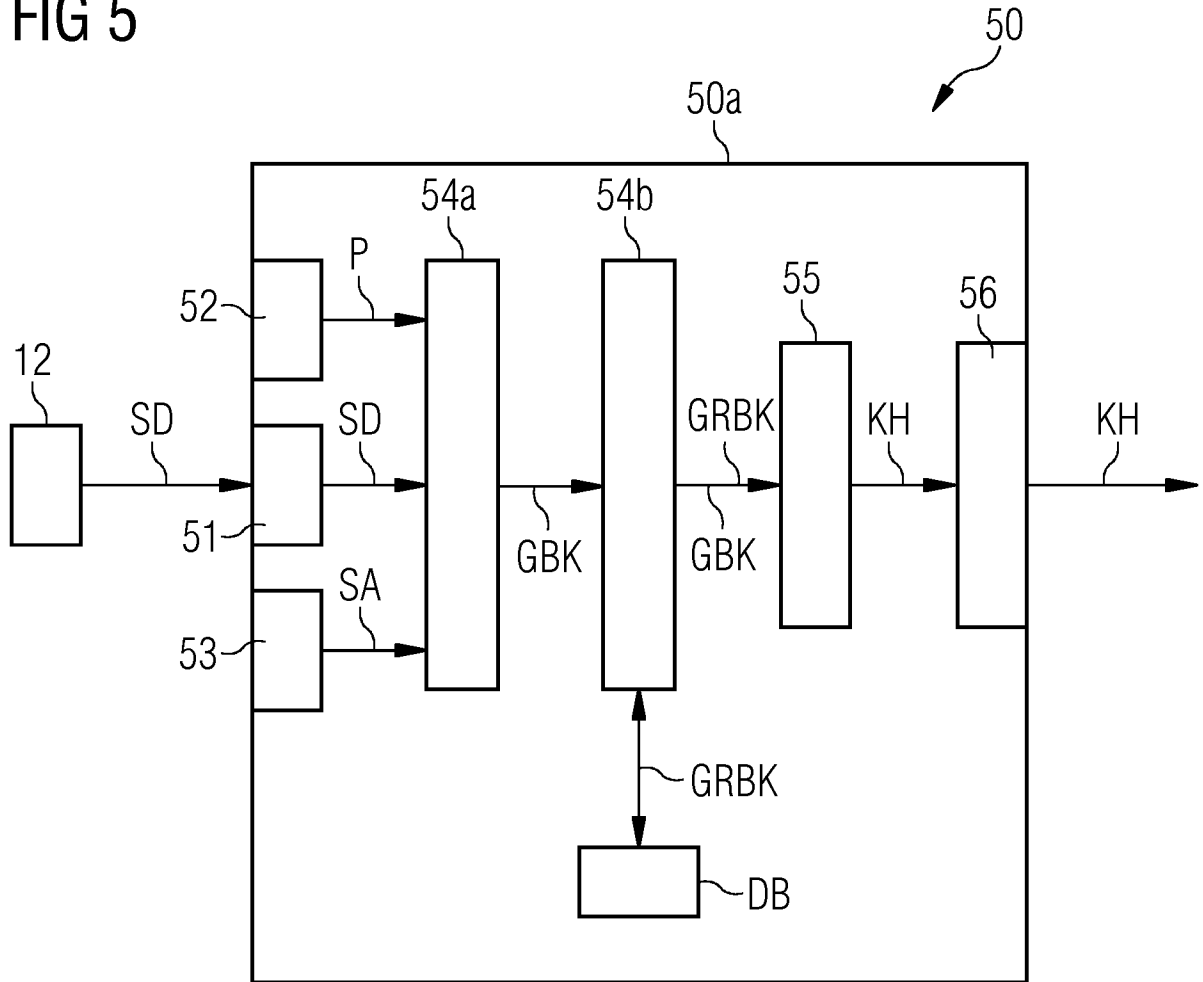


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/081283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01S13/93 B61L23/04
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G01S B61L

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	GB 1 447 985 A (GEN ELECTRIC CO LTD) 2 September 1976 (1976-09-02) the whole document	1-14
A	DE 102 44 127 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8 April 2004 (2004-04-08) paragraph [0095] - paragraph [0096]	1-14
A	DE 10 2015 007034 A1 (AUDI AG [DE]) 1 December 2016 (2016-12-01) paragraphs [0015], [0017], [0041]	1-14
A	US 2003/004644 A1 (FARMER BENNIE L [US]) 2 January 2003 (2003-01-02) cited in the application abstract	1-14
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 9 February 2018	Date of mailing of the international search report 19/02/2018
---	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/081283

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2011 086433 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16 May 2013 (2013-05-16) cited in the application abstract	1-14
A	----- DE 10 2011 100820 A1 (CONNAUGHT ELECTRONICS LTD [IE]) 8 November 2012 (2012-11-08) cited in the application abstract	1-14
A	----- PUENTE E A ET AL: "Analysis of data fusion methods in certainty grids application to collision danger monitoring", PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION (IECON). KOBE, OCT. 28 - NOV. 1, 1; [PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION (IECON)], NES Y, vol. CONF. 17, 28 October 1991 (1991-10-28), pages 1133-1137, XP010042087, DOI: 10.1109/IECON.1991.239281 ISBN: 978-0-87942-688-0 sec 4.2; figure 3 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/081283

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1447985	A	02-09-1976	NONE

DE 10244127	A1	08-04-2004	AU 2003270142 A1 19-04-2004
			DE 10244127 A1 08-04-2004
			EP 1542893 A1 22-06-2005
			TW 200424823 A 16-11-2004
			WO 2004028881 A1 08-04-2004

DE 102015007034	A1	01-12-2016	NONE

US 2003004644	A1	02-01-2003	AU 6894100 A 05-03-2001
			EP 1206710 A1 22-05-2002
			JP 2003506785 A 18-02-2003
			US 6438491 B1 20-08-2002
			US 2003004644 A1 02-01-2003
			WO 0111388 A1 15-02-2001

DE 102011086433	A1	16-05-2013	DE 102011086433 A1 16-05-2013
			EP 2780212 A1 24-09-2014
			WO 2013072130 A1 23-05-2013

DE 102011100820	A1	08-11-2012	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S13/93 B61L23/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S B61L

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	GB 1 447 985 A (GEN ELECTRIC CO LTD) 2. September 1976 (1976-09-02) das ganze Dokument	1-14
A	DE 102 44 127 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8. April 2004 (2004-04-08) Absatz [0095] - Absatz [0096]	1-14
A	DE 10 2015 007034 A1 (AUDI AG [DE]) 1. Dezember 2016 (2016-12-01) Absätze [0015], [0017], [0041]	1-14
A	US 2003/004644 A1 (FARMER BENNIE L [US]) 2. Januar 2003 (2003-01-02) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-14
	----- -/--	

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

9. Februar 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/02/2018

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

Rudolf, Hans

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2011 086433 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1-14
A	DE 10 2011 100820 A1 (CONNAUGHT ELECTRONICS LTD [IE]) 8. November 2012 (2012-11-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1-14
A	PUENTE E A ET AL: "Analysis of data fusion methods in certainty grids application to collision danger monitoring", PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION (IECON). KOBE, OCT. 28 - NOV. 1, 1; [PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION (IECON)], NES Y, Bd. CONF. 17, 28. Oktober 1991 (1991-10-28), Seiten 1133-1137, XP010042087, DOI: 10.1109/IECON.1991.239281 ISBN: 978-0-87942-688-0 sec 4.2; Abbildung 3 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/081283

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1447985	A	02-09-1976	KEINE
DE 10244127	A1	08-04-2004	AU 2003270142 A1 19-04-2004 DE 10244127 A1 08-04-2004 EP 1542893 A1 22-06-2005 TW 200424823 A 16-11-2004 WO 2004028881 A1 08-04-2004
DE 102015007034	A1	01-12-2016	KEINE
US 2003004644	A1	02-01-2003	AU 6894100 A 05-03-2001 EP 1206710 A1 22-05-2002 JP 2003506785 A 18-02-2003 US 6438491 B1 20-08-2002 US 2003004644 A1 02-01-2003 WO 0111388 A1 15-02-2001
DE 102011086433	A1	16-05-2013	DE 102011086433 A1 16-05-2013 EP 2780212 A1 24-09-2014 WO 2013072130 A1 23-05-2013
DE 102011100820	A1	08-11-2012	KEINE