

(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
24. Mai 2018 (24.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/091386 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 17/89 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/078981

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. November 2017 (13.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 122 296.8
21. November 2016 (21.11.2016) DE

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

(72) Erfinder: BLOB, Philipp; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING AND CLASSIFYING AN OBJECT BY MEANS OF AT LEAST ONE SENSOR APPARATUS ON THE BASIS OF AN OCCUPANCY MAP, DRIVER ASSISTANCE SYSTEM AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERFASSEN UND ZUR KLASSIFIZIERUNG EINES OBJEKTS MITTELS ZUMINDEST EINER SENSORVORRICHTUNG AUF BASIS EINER BELEGUNGSKARTE, FAHRERASSISTENZSYSTEM SOWIE KRAFTFAHRZEUG

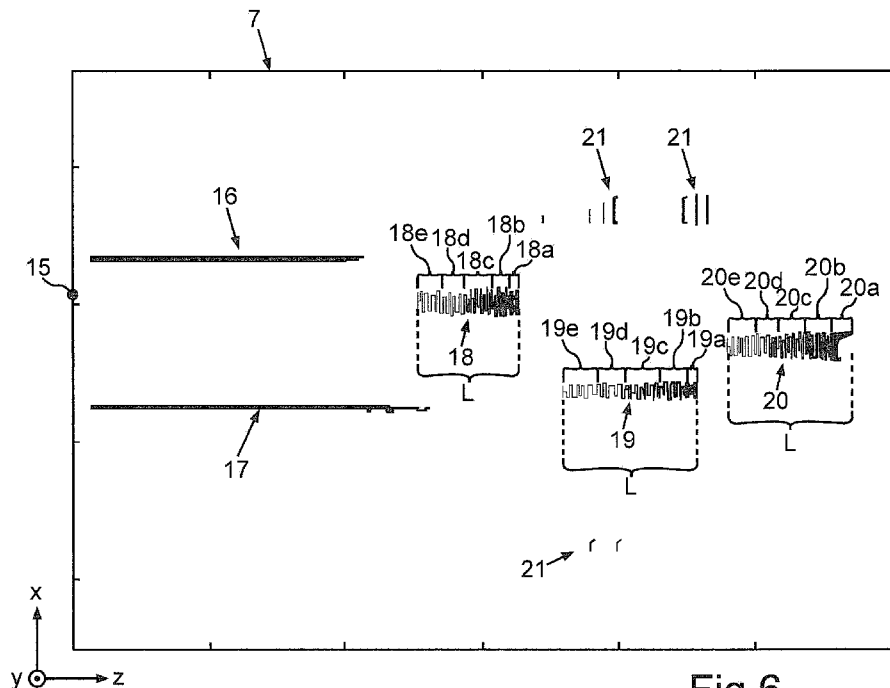


Fig.6

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting and classifying an object (O) by means of a sensor apparatus (2, 2a, 2b) on the basis of an occupancy map (7) having a plurality of cells (8, 8a, 8b, 8c) which are arranged in the form of a grid and are each assigned a defined local area (9), wherein a part of the environment (3) is scanned in predetermined time steps and an occupancy probability assigned to a particular cell (8, 8a, 8b, 8c) is increased if a scan point (P) is detected in a local area (9) assigned to a particular cell (8, 8a, 8b, 8c). Furthermore, in order to determine an overall occupancy probability for a particular cell (8, 8a, 8b, 8c), the occupancy



WO 2018/091386 A1



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 Rechenbericht (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)

probabilities are each multiplied by a random function after each time step. Provided that the overall occupancy probability for at least a first of the cells (8, 8a, 8b, 8c) differs from zero, an object (O) is detected, which object is classified as static or dynamic on the basis of a probability profile (16, 17, 18, 19, 20) determined on the basis of the overall occupancy probabilities in a predetermined area comprising the first cell (8, 8a, 8b, 8c).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts (O) mittels einer Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) auf Basis einer Belegungskarte (7), die eine mehrere gitterförmig angeordnete Zellen (8, 8a, 8b, 8c) aufweist, denen jeweils ein festgelegter Ortsbereich (9) zugeordnet ist, wobei in vorbestimmten Zeitschritten ein Teil der Umgebung (3) abgetastet wird und eine einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordnete Belegungswahrscheinlichkeit erhöht wird, wenn ein Scanpunkt (P) in einem zu einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordneten Ortsbereich (9) erfasst wird. Weiterhin werden zur Ermittlung einer Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige Zelle (8, 8a, 8b, 8c) die Belegungswahrscheinlichkeiten jeweils nach jedem Zeitschritt mit einer Zerfallsfunktion multipliziert. Unter der Voraussetzung, dass die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für zumindest eine erste der Zellen (8, 8a, 8b, 8c) von Null verschieden ist, wird ein Objekt (O) erfasst, welches als statisch oder dynamisch in Abhängigkeit von einem auf Basis der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten in einem vorbestimmten die erste Zelle (8, 8a, 8b, 8c) umfassenden Bereich bestimmten Wahrscheinlichkeitsverlauf (16, 17, 18, 19, 20) klassifiziert.

Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts mittels zumindest einer Sensorvorrichtung auf Basis einer Belegungskarte, Fahrerassistenzsystem sowie Kraftfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts mittels zumindest einer Sensorvorrichtung auf Basis einer Belegungskarte, wobei bei dem Verfahren die Belegungskarte bereitgestellt wird, welche eine Mehrzahl an gitterförmig angeordneten Zellen aufweist, und wobei jeder Zelle ein festgelegter Ortsbereich einer Umgebung der zumindest einen Sensorvorrichtung zugeordnet ist. Weiterhin wird in vorbestimmten Zeitschritten wiederholt zumindest ein Teil der Umgebung durch den zumindest einen Sensorvorrichtung abgetastet und zu einer jeweiligen Zelle eine Belegungswahrscheinlichkeit zugeordnet, wobei die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeweiligen Zelle erhöht wird, wenn durch den zumindest einen Sensorvorrichtung ein Scanpunkt in einem zu einer jeweiligen Zelle zugeordneten Ortsbereich der Umgebung erfasst wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Fahrerassistenzsystem sowie ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem.

Aus dem Stand der Technik sind vielfältige Arten von Umfeldsensoren bekannt, die zum Erfassen eines Kraftfahrzeugumfelds dienen. Auf einer derartigen Umfelderfassung können dann entsprechende Fahrerassistenzsysteme aufbauen, die die Umfelderfassung nutzen, um beispielsweise Objekte in der Umgebung eines Kraftfahrzeugs zu detektieren und auch zu klassifizieren. Auch können beispielsweise erfasste Objekte getrackt werden, das heißt ihre Position und ihr Bewegungsverlauf kann verfolgt werden. Gerade beim Tracking von Objekten ist es wichtig, sinnvoll zwischen statischen und dynamischen Objekten zu unterscheiden. Mit einem Scala-Sensor, das heißt einem Laserscanner, ist dies nicht ohne weiteres möglich. Probleme ergeben sich dabei beispielsweise bei der korrekten Klassifikation von Leitplanken als statische Objekte. Leitplanken können beispielsweise nicht in Gänze von einem Laserscanner erfasst werden und es wird immer nur ein Teil der Leitplanke vom Laserscanner gesehen. Aus Sicht des Laserscanner sieht es, wenn sich ein Kraftfahrzeug entlang einer Leitplanke bewegt, also so aus, als ob sich ein und dasselbe Objekt neben dem Kraftfahrzeug mit bewegt. Somit bekommen parallel zum Fahrzeug verlaufende Leitplanken beim Tracking eine Geschwindigkeitskomponente, die der Geschwindigkeit und Richtung des messenden Fahrzeugs entspricht.

Eine Möglichkeit zur Klassifizierung von statischen und dynamischen Objekten ist in der Dissertation „Belegungskartenbasierte Umfeldwahrnehmung in Kombination mit objektbasierten Ansätzen für Fahrerassistenzsysteme“ (Mohamed Essayed Bouzouraa – 2011) beschrieben. Dort ist eine Methode zur Unterscheidung von statischen und sich bewegendem Objekten auf Basis von Scanpunkten offenbart. Hierbei werden Scanpunkte in jedem Erfassungszeitschritt in die Zellen einer Belegungskarte, einer sogenannten Grid Map, eingetragen. Jeder Zelle wird auf Basis der Scanpunkte innerhalb der Zelle eine Belegungswahrscheinlichkeit zugeordnet. Für statische Objekte, die sich also immer am selben Ort befinden und damit immer den gleichen Zellen zugeordnet sind, sind die Belegungswahrscheinlichkeiten in diesen Zellen sehr hoch, während diese für bewegte Objekte sehr niedrig sind, da diese nur kurz und damit in Form weniger Scanpunkte am selben Ort erfasst werden. Überschreitet die Belegungswahrscheinlichkeit einen Grenzwert, so werden die Scanpunkte innerhalb der Zelle als statisch klassifiziert. Bei einer niedrigen Belegungswahrscheinlichkeit werden die Scanpunkte als dynamisch klassifiziert.

Hierdurch lassen sich zwar Leitplanken erfolgreich als statische Objekte klassifizieren, allerdings ist es für viele andere Fälle nicht ausreichend, Objekte mit einer hohen Belegungswahrscheinlichkeit als statisch und den Rest als dynamisch zu klassifizieren. Bewegt sich beispielsweise ein Objekt nur sehr langsam, so würden die Belegungswahrscheinlichkeiten der korrespondierenden Zellen der Belegungskarte sehr hoch sein, und das Objekt würde fälschlicherweise als statisches Objekt klassifiziert werden. Würde man den Grenzwert für die Belegungswahrscheinlichkeit entsprechend höher wählen, so würde es auch für statische Objekte sehr viele Zeitschritte und damit lange dauern, bis ein solch hoher Grenzwert erreicht ist. Wenn nun eine solche Vorgehensweise in einem Kraftfahrzeug, das sich mit sehr hoher Geschwindigkeit bewegt, Anwendung findet, dann wären solche langen Zeitdauern nur wenig praktikabel, da die Latenzzeiten, die dann auftreten würden, bis statische Objekte den Wahrscheinlichkeitsgrenzwert erreichen bemessen an der Zeit, in welcher sich die Objekte überhaupt im Erfassungsbereich des Laserscanners befinden, zu groß wären.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts mittels zumindest einer Sensorvorrichtung auf Basis einer Belegungskarte, ein Fahrerassistenzsystem sowie ein Kraftfahrzeug bereitzustellen, welche eine zuverlässigere Klassifikation von statischen und dynamischen Objekten erlauben.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, ein Fahrerassistenzsystem und ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung und den Figuren.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts mittels zumindest einer Sensorvorrichtung auf Basis einer Belegungskarte wird die Belegungskarte bereitgestellt, welche eine Mehrzahl an gitterförmig angeordneten Zellen aufweist, wobei jeder Zelle ein festgelegter Ortsbereich einer Umgebung der zumindest einen Sensorvorrichtung zugeordnet ist. Weiterhin wird in vorbestimmten Zeitschritten wiederholt zumindest ein Teil der Umgebung durch die zumindest eine Sensorvorrichtung abgetastet. Des Weiteren wird einer jeweiligen Zelle eine Belegungswahrscheinlichkeit zugeordnet, wobei die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeweiligen Zelle erhöht wird, wenn durch die zumindest einen Sensorvorrichtung ein Scanpunkt in einem zu einer jeweiligen Zelle zugeordneten Ortsbereich der Umgebung erfasst wird. Darüber hinaus werden zur Ermittlung einer Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige der Zellen die Belegungswahrscheinlichkeiten einer jeweiligen Zelle nach jedem Zeitschritt mit einer Zerfallsfunktion multipliziert und das Ergebnis als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige der Zellen bereitgestellt. Zudem wird unter der Voraussetzung, dass die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für zumindest eine erste der Zellen von Null verschieden ist, ein Objekt in dem der ersten Zelle zugeordneten Ortsbereich erfasst. Weiterhin wird ein Wahrscheinlichkeitsverlauf auf Basis der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten in einem vorbestimmten die erste Zelle umfassenden Bereich der Belegungskarte ermittelt und das Objekt als statisch oder dynamisch in Abhängigkeit von dem Wahrscheinlichkeitsverlauf klassifiziert.

Die Multiplikation mit einer Zerfallsfunktion kann dabei vorteilhafterweise bewirken, dass die Belegungswahrscheinlichkeiten für Zellen, die zu Ortsbereichen korrespondieren, an welchem sich ein Objekt befunden hat, welches sich nun jedoch zu einer anderen Position weiter bewegt hat, im zeitlichen Verlauf reduziert werden. Die Zerfallsfunktion bewirkt also gewissermaßen einen zeitlichen Wahrscheinlichkeitszerfall in Zellen ab dem Zeitpunkt, ab dem in einer Zelle beziehungsweise dem zugeordneten Ortsbereich keine Scanpunkte mehr erfasst werden. Für bewegte, das heißt dynamische, Objekte ergibt sich damit vorteilhafterweise in der Belegungskarte ein charakteristischer Wahrscheinlichkeitsverlauf, anhand welchen Objekte deutlich zuverlässiger und robuster

als statisch oder dynamisch klassifiziert werden können. Entsprechend lassen sich beispielsweise auch Objekte, welche sich nur sehr langsam bewegen, eindeutig als dynamische Objekte richtig klassifizieren. Die Betrachtung des Wahrscheinlichkeitsgradienten kann damit vorteilhafterweise für eine besonders zuverlässige Klassifizierung von dynamischen Objekten genutzt werden.

Die Belegungskarte kann im Allgemeinen auch als Belegungsgitter oder Occupancy Grid Map bezeichnet werden. Grid Maps repräsentieren die Umgebung als Gitter, insbesondere als zweidimensionales Gitter, das aus einzelnen Zellen besteht, die vorzugsweise eine fixe Größe haben. Jeder Zelle können feste Eigenschaften zugewiesen werden. In diesem Fall wird jeder Zelle die Wahrscheinlichkeit, dass sie belegt ist, zugewiesen, die entsprechend die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige Zelle bereitstellt. Weiterhin verläuft die Belegungskarte vorzugsweise in einer Ebene, welche beispielsweise in Bezug zur Umgebung horizontal angeordnet ist. Ist die Sensorvorrichtung beispielsweise als Laserscanner ausgebildet, so kann dieser beispielsweise frontseitig an ein Kraftfahrzeug angeordnet sein und die Umgebung ebenfalls in einer horizontalen Ebene oder zumindest in einer Scanebene scannen, die um einen vorbestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen geneigt ist. Der Laserscanner kann die Umgebung auch in mehreren Scanebenen scannen, beispielsweise in einer ersten Scanebene, in einer zweiten Scanebene, welche gegenüber der ersten um 3° in vertikaler Richtung geneigt ist, und in einer dritten Scanebene, welche gegenüber der ersten Scanebene um 6° in vertikaler Richtung geneigt ist, wobei die vertikale Richtung in Richtung der Hochachse eines Kraftfahrzeugs definiert wird, welches den Laserscanner aufweist. Die Belegungskarte erstreckt sich in diesem Beispiel parallel zur Längs- und Querachse des Kraftfahrzeugs.

Befindet sich beispielsweise ein statisches Objekt in einem bestimmten Ortsbereich, so werden in diesem Ortsbereich in jedem Zeitschritt Scanpunkte erfasst. Dies führt dazu, dass die Belegungswahrscheinlichkeit der zugeordneten Zelle in jedem Zeitschritt erhöht wird. Dabei wird die Belegungswahrscheinlichkeit vorzugsweise nur bis zu einem vorbestimmten Maximalwert der Belegungswahrscheinlichkeit, wie beispielsweise 1, erhöht. Zudem ist die Zerfallsfunktion so bemessen, dass die Reduktion der Belegungswahrscheinlichkeit geringer ist, als die Erhöhung der Belegungswahrscheinlichkeit bei erfasstem Scanpunkt. Wird also ein einer bestimmten Zelle zugeordneter Scanpunkt erfasst, so resultiert daraus eine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für diese bestimmte Zelle, die trotz Multiplikation mit der Zerfallsfunktion höher ist als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit im

vorhergehenden Zeitschritt. Hierdurch lassen sich auch statische Objekte, insbesondere auch Leitplanken, zuverlässig detektieren bzw. als statische Objekte klassifizieren.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung stellt die zumindest eine Sensorvorrichtung einen Laserscanner dar. Damit können vorteilhafterweise die Vorteile der Erfindung in Bezug auf eine einfache und zuverlässige Klassifikation von statischen und bewegten Objekten für die als Laserscanner ausgebildete zumindest eine Sensorvorrichtungen genutzt werden. Vorteile lassen sich dabei gerade im Hinblick auf eine zuverlässige Klassifikation von Objekten erzielen, deren korrekte Klassifikation auf Basis der Erfassung durch einen Laserscanner üblicherweise problematisch ist, wie beispielsweise Leitplanken.

Das erfindungsgemäße Verfahren und dessen nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen lassen sich dabei aber im Allgemeinen mit jeder beliebig ausgebildeten Sensorvorrichtung umsetzen. Diese kann beispielweise abgesehen von der bevorzugten Ausbildung als Laserscanner auch als Radarsensor und/oder Ultraschallsensor ausgebildet sein. Auch eine Ausbildung als Kamera, Stereokamera oder Time-of-Flight-Kamera ist denkbar. Das Abtasten der Umgebung durch die Sensorvorrichtung sowie das Erfassen eines Scanpunkts ist dabei im Allgemeinen als eine Erfassung zumindest des Teils der Umgebung basierend auf dem durch die Sensorvorrichtung entsprechend ihrer Ausbildung bereitgestellten Messprinzip zu verstehen. Einzelne Scanpunkte müssen dabei nicht notwendigerweise zeitlich aufeinanderfolgen erfasst werden sondern können beispielsweise auch gleichzeitig erfasst werden. Zudem kann das Verfahren auch im Zusammenhang mit einer Sensoranordnung aufweisend mehrere verschieden ausgebildete Sensorvorrichtungen ausgeführt werden.

Das beschriebene Verfahren kann in gleicher Weise auch bei der Verwendung mehrerer Sensorvorrichtungen, wie zum Beispiel mehrerer Laserscanner, ganz analog angewandt werden. Dabei stellt es eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dar, dass bei der Zuordnung der Belegungswahrscheinlichkeiten zu einer jeweiligen Zelle, die in dem gleichen einer Zelle zugeordneten Ortsbereich durch mehrere Sensorvorrichtungen erfassten Scanpunkte addiert werden und die Belegungswahrscheinlichkeit für die diesem Ortsbereich zugeordnete Zellen in Abhängigkeit von der Anzahl an in dem ihr zugeordneten Ortsbereich erfassten Scanpunkte erhöht wird, insbesondere wobei die Erhöhung proportional zur Anzahl der erfassten Scanpunkten ist. Die in einem jeweiligen Ortsbereich und für einen jeweiligen Zeitschritt erfassten Scanpunkten, unabhängig

davon, ob diese nun durch einen oder mehrere Sensorvorrichtungen erfasst wurden, sind damit auch proportional zur Belegungswahrscheinlichkeit, und damit auch proportional zur Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit. Dies ist besonders vorteilhaft, da die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich in einem Ortsbereich tatsächlich ein Objekt befindet, wenn in diesem Ortsbereich von mehreren Sensorvorrichtungen gleichzeitig Scanpunkte erfasst werden, höher ist, als wenn für diesen Ortsbereich lediglich nur durch eine Sensorvorrichtung ein Scanpunkt erfasst werden würde. Den realen Gegebenheiten unter Berücksichtigung von Messungenauigkeiten kann durch diese Art der Generierung der Belegungskarte deutlich besser Rechnung getragen werden. Mit anderen Worten, der Tatsache, dass redundante Messergebnisse zuverlässiger sind, kann durch die entsprechende Erhöhung der Belegungswahrscheinlichkeiten proportional zur Anzahl erfasster Scanpunkte berücksichtigt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bewirkt die Zerfallsfunktion, dass die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeweiligen Zelle nach einem Zeitschritt reduziert wird, wenn in dem der jeweiligen Zelle zugeordneten Ortsbereich für den Zeitschritt kein Scanpunkt erfasst wurde. Dadurch wird es vorteilhafterweise gewährleistet, dass Zellen, die einmal belegt waren, nun jedoch nicht mehr belegt sind, nicht dauerhaft als belegt gelten. Zudem wird es darüber vorteilhafterweise ermöglicht, dass ein bewegtes Objekt auf einfache Weise anhand seines charakteristischen Wahrscheinlichkeitsverlaufs, insbesondere Wahrscheinlichkeitsgradientenverlaufs, in der Belegungskarte identifiziert werden kann.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung stellt die Zerfallsfunktion einen Zerfallsfaktor dar, insbesondere zwischen Null und Eins. Die stellt eine besonders einfache und effektive Ausgestaltung einer Zerfallsfunktion dar. Beispielsweise kann die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeden Zelle in jedem Zeitschritt mit einem Faktor, zum Beispiel 0,99 multipliziert werden. Für den Fall, dass in einem einer Zelle zugeordneten Ortsbereich für lange Zeit kein Scanpunkt erfasst wird, wird auch entsprechend die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit Zeitschritt für Zeitschritt reduziert und ist nach bestimmter Zeit wieder annähernd 0. Auch hierbei ist es vorteilhaft, wenn eine Reduktion der Belegungswahrscheinlichkeit durch den Zerfallsfaktor oder im Allgemeinen durch die Zerfallsfunktion nur dann stattfindet, wenn die aktuelle Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit nicht bereits minimal ist, und zum Beispiel von Null verschieden ist. Die Zerfallsfunktion kann jedoch im Allgemeinen einen beliebigen Verlauf annehmen und muss nicht zwingend als Faktor bereitgestellt sein. Beispielsweise ist es

auch vorteilhaft, wenn die Zerfallsfunktion situationsabhängig unterschiedlich gewählt wird. Dies wird zu dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Gemäß dieser weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Zerfallsfunktion für einen verdeckten Umgebungsbereich und einen nicht verdeckten Umgebungsbereich unterschiedlich bestimmt, wobei der verdeckte Umgebungsbereich einen in einem Erfassungsbereich der Sensorvorrichtung befindlichen Bereich der Umgebung darstellt, der von einem sich zwischen diesem Bereich und der Sensorvorrichtung befindlichen Objekt verdeckt wird.

Im Allgemeinen sollten die Erhöhung der Belegungswahrscheinlichkeit für den Fall, dass in einem Ortsbereich ein Scanpunkt erfasst wurde, und die Zerfallsfunktion so aufeinander abgestimmt sein, dass für den Fall, dass in dem Ortsbereich ein Scanpunkt erfasst wurde auch die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für die zugeordnete Zelle trotz Multiplikation der Belegungswahrscheinlichkeiten mit der Zerfallsfunktion insgesamt erhöht wird. Damit wird die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für die entsprechende Zelle nur dann reduziert, wenn für einen Zeitschritt kein Scanpunkt in dem zugeordneten Ortsbereich erfasst wurde. Um zu verhindern, dass aus Sicht der Sensorvorrichtung, zum Beispiel aus Sicht des Laserscanners, verdeckte Bereiche fehlinterpretiert werden, ist es nun besonders vorteilhaft, die Auswirkungen der Zerfallsfunktion auf diese den verdeckten Bereichen zugeordneten Zellen möglichst gering zu halten. Dadurch können vorteilhafterweise die Fälle unterschieden werden, dass zum einen kein Objekt erfasst wurde, weil in einem vom Laserscanner abgetasteten Bereich kein Scanpunkt erfasst wurde, und dass zum anderen kein Objekt erfasst wurde, weil aufgrund der Verdeckung dieses Bereichs, in welchem sich das Objekt befindet, dieses Objekt gar nicht abgetastet werden konnte. In solchen verdeckten Bereichen kann die Zerfallsfunktion, insbesondere der Zerfallsfaktor, größer, oder beispielsweise gleich 1, gewählt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine Bewegung der Sensorvorrichtung relativ zur Umgebung erfasst und die erfasste Bewegung bei der Zuordnung von den durch die zumindest eine Sensorvorrichtung erfassten Scanpunkten zu den Zellen der Belegungskarte berücksichtigt.

Dies erlaubt vorteilhafterweise eine Eigenbewegungskompensation. Punkte werden durch eine Sensorvorrichtung üblicherweise in einem Sensorvorrichtungsfesten Koordinatensystem erfasst. Die Belegungskarte beziehungsweise deren Zellen sind dagegen ortsfest und somit auch durch ein ortsfestes Koordinatensystem beschrieben.

Durch diese Ausführungsform der Erfindung wird es vorteilhafterweise ermöglicht, dass die in Bezug zum Sensorvorrichtungsfesten Koordinatensystem erfassten Scanpunkte auch bei Bewegung der Sensorvorrichtung in Bezug auf die Umgebung den richtigen Ortsbereichen der jeweiligen Zellen zugeordnet werden. Das Sensorvorrichtungsfeste Koordinatensystem hängt damit über eine einfache Transformation mit dem ortsfesten Koordinatensystem der Belegungskarte zusammen, wobei diese Transformation durch die Bewegung der Sensorvorrichtung relativ zur Umgebung bestimmt ist. Die Bewegung der Sensorvorrichtung relativ zur Umgebung ist insbesondere durch eine Geschwindigkeit der Sensorvorrichtung sowie eine Richtung der Bewegung bestimmt. Ist die Sensorvorrichtung Teil eines Kraftfahrzeugs, so können diese Größen auf einfache Weise mittels Kraftfahrzeugsensoren ermittelt werden, zum Beispiel Geschwindigkeitssensoren, diverse Positionserfassungsmittel oder Lenkwinkelsensoren.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der der ersten Zelle zugeordnete Ortsbereich als ein aktueller Ort des erfassten Objekts bestimmt für den Fall, dass die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der übrigen Zellen im vorbestimmten Bereich kleiner oder höchstens gleich der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der ersten Zelle sind. Der aktuelle Ort eines Objekts spiegelt sich in der beschriebenen Belegungskarte als ein lokales Wahrscheinlichkeitsmaximum wieder. Erstrecken sich Objekte in ihrer Ausdehnung bzw. Größe dabei über mehrere Zellen hinweg, d.h. zumindest im abtastbaren Sichtfeld des Laserscanners oder im Allgemeinen der Sensorvorrichtung, so ist die Belegungswahrscheinlichkeit dieser entsprechenden Zellen etwa gleich hoch. Die aktuellen Orte von Objekten in der Umgebung können damit auf einfache Weise dadurch ausfindig gemacht werden, indem in der Belegungskarte nach Maxima der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit gesucht wird.

Ist beispielsweise der aktuelle Ort eines Objekts durch eine derartige Vorgehensweise ausfindig gemacht, so kann wie im Folgenden beschrieben auf einfache Weise klassifiziert werden, ob es sich bei diesem Objekt um ein statisches oder um ein dynamisches Objekt handelt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich der vorbestimmte Bereich von der ersten Zelle, in welcher also ein Wahrscheinlichkeitsmaximum bestimmt worden ist, in zumindest eine bestimmte Richtung bis zu einer vorbestimmten aufeinanderfolgenden Anzahl an Zellen, denen jeweils eine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit kleiner als ein vorbestimmter Grenzwert zugeordnet

ist. Der vorbestimmte Bereich ist damit quasi als zusammenhängend belegter Bereich der Belegungskarte umfassen die erste Zelle definiert, wobei belegt hierbei im Sinne einer vorbestimmte Mindestgesamtbelegungswahrscheinlichkeit aufweisend zu verstehen ist. Ein solcher Bereich zeigt dabei für statische Objekte einen anderen Wahrscheinlichkeitsverlauf als für dynamische Objekte, was erfindungsgemäß vorteilhafterweise zur Klassifizierung genutzt wird.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass für den Fall, dass der Wahrscheinlichkeitsverlauf der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit ausgehend von der ersten Zelle in zumindest eine Richtung im Mittel abnimmt und im Mittel größer ist als ein vorbestimmter Grenzwert, das Objekt als dynamisches Objekt klassifiziert wird. Ein Objekt, das sich sozusagen durch das ortsfeste Gitter der Belegungskarte bewegt, hinterlässt bedingt durch die Zerfallsfunktion eine abnehmende „Wahrscheinlichkeitsspur“, d.h. ein Wahrscheinlichkeitsverlauf, der mit zunehmendem Abstand zur aktuellen Position des Objekts abnimmt. Eine solche Wahrscheinlichkeitsspur ist dagegen bei statischen Objekten nicht zu verzeichnen. Diese können auf einfache Weise in der Belegungskarte dadurch erkannt werden, dass die Zellen, welche zu den Ortsbereichen, an welchem sich das Objekt befindet, eine sehr hohe Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit aufweisen, die Zellen, die zu angrenzenden Ortsbereichen korrespondieren, jedoch eine sehr niedrige oder gar keine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit aufweisen. Daher zeichnen sich statische Objekte durch einen Bereich in der Belegungskarte mit annähernd konstanter Belegungswahrscheinlichkeit und einen relativ steilen Wahrscheinlichkeitsabfall, d.h. einen hohen Wahrscheinlichkeitsgradienten, im Randbereich aus. Bei dynamischen Objekten dagegen ist ausgehend von der aktuellen Position des Objekts vielmehr ein kontinuierlich abfallender Gesamtwahrscheinlichkeitsverlauf zu verzeichnen. Um Messunsicherheiten, oder sonstige nicht relevante Schwankungen bei der Betrachtung des Wahrscheinlichkeitsverlaufs unberücksichtigt zu lassen, kann der Wahrscheinlichkeitsverlauf vorteilhafterweise im Mittel betrachtet werden.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn zur Bestimmung des Wahrscheinlichkeitsverlaufs im Mittel die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten einer vorbestimmten Anzahl aneinandergrenzender Zellen gemittelt werden, insbesondere für eine jeweilige Zelle im vorbestimmten Bereich. Dies hat den Hintergrund, dass in einer Belegungskarte oftmals Wahrscheinlichkeitslücken an bestimmten Stellen oder auch in einem solchen Wahrscheinlichkeitsverlauf auftreten können, die einerseits durch Messungenauigkeiten bedingt sein können, zum anderen auch durch hohe Geschwindigkeiten dynamischer Objekte. Beispielsweise kann es sein, dass ein Objekt, welches sich über einen

bestimmten Ortsbereich hinweg bewegt hat, in diesem Ortsbereich nicht als Scanpunkt erfasst wurde, da die Dauer für die Bewegung durch den Ortsbereich geringer ist als der zeitliche Abstand der vorbestimmten Zeitschritte, in welchem die Umgebung abgetastet wird. Derartige Lücken können also zu lokalen Schwankungen im Wahrscheinlichkeitsverlauf führen, die durch oben beschriebene Mittelung vorteilhafterweise kompensiert werden können. Beispielsweise kann sich der Wahrscheinlichkeitswert des Wahrscheinlichkeitsverlaufs an einer bestimmten Position aus einer Mitteilung der Gesamtwahrscheinlichkeiten der an diese Position angrenzenden Zellen zusammensetzen. Darüber hinaus gibt es alternativ noch vielfältige weitere Möglichkeiten. Beispielsweise könnte für die jeweiligen Gesamtwahrscheinlichkeitswerte im vorbestimmten Bereich auch eine mittlere Wahrscheinlichkeitsverlaufskurve berechnet werden, beispielsweise in Form einer Regressionskurve, oder ähnliches. Auch hierdurch lassen sich vorteilhafterweise die oben beschriebenen Lücken kompensieren. Zudem kann es durch solche Lücken vorkommen, dass der nur Zellen oberhalb einer bestimmten Mindestgesamtwahrscheinlichkeit umfassende Wahrscheinlichkeitsverlauf für ein bewegtes Objekt kein vollständig zusammenhängendes Zellengebiet darstellt. Auch dies lässt sich vorteilhafterweise dadurch berücksichtigen, dass der vorbestimmte Bereich so definiert ist, dass dieser erst endet, wenn eine vorbestimmte Mindestanzahl an Zellen in zumindest eine Richtung ausgehend von der ersten Zelle eine Wahrscheinlichkeit unterhalb des Grenzwerts aufweisen, so dass kleinere Lücken noch in diesen vorbestimmten Bereich fallen.

Hierdurch lassen sich im Allgemeinen auf besonders zuverlässige und robuste Weise Objekte als statische und dynamische Objekte klassifizieren. Die Betrachtung des Wahrscheinlichkeitsverlaufs beziehungsweise des Wahrscheinlichkeitsgradienten ermöglicht darüber hinaus noch die Ermittlung weiterer Zusatzinformationen in Bezug auf das Objekt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird für den Fall, dass das Objekt als dynamisches Objekt klassifiziert wird, ein Schätzwert für eine Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts auf Basis der Belegungskarte bestimmt. Hierdurch lässt sich vorteilhafterweise nicht nur bestimmen, ob es sich bei einem Objekt um ein dynamisches oder ein statisches Objekt handelt sondern es kann auf Basis der Belegungskarte auch abgeschätzt werden, mit welcher Geschwindigkeit sich ein Objekt bewegt.

Hierbei kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass der Schätzwert in Abhängigkeit von der Größe der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der ersten Zelle bestimmt wird, insbesondere welche dem Ortsbereich zugeordnet ist, an welchem sich das Objekt aktuell befindet. Bewegt sich beispielsweise ein Objekt sehr langsam, so befindet sich das auch sehr lange in einem einer Zelle zugeordneten Ortsbereich, sodass dieses Objekt sehr oft durch die Sensorvorrichtung und entsprechend erfasste Scanpunkte erfasst wird und auch entsprechend die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der diesem Ortsbereich zugeordneten Zelle sehr hoch ist. Im umgekehrten Fall, bewegt sich ein Objekt beispielsweise sehr schnell, so ist auch entsprechend die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der Zelle, die dem Ortsbereich, an welchem sich das Objekt gerade befindet, entspricht, sehr niedrig. Damit stellt für ein dynamisches Objekt die Größe der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit am aktuellen Ort des Objekts ein Maß für die Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts dar. Hierdurch lassen sich vorteilhafterweise die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten mit der Objektgeschwindigkeit skalieren, wodurch durch die Bestimmung der Größe der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit an einem aktuellen Aufenthaltsort eines Objekts vorteilhafterweise auch ein Schätzwert für die aktuelle Geschwindigkeit des Objekts angegeben werden kann.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Schätzwert in Abhängigkeit von einer Länge des Wahrscheinlichkeitsverlaufs von Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten, welche im Mittel größer als ein vorbestimmter Grenzwert sind, im vorbestimmten Bereich ausgehend von der ersten Zelle bestimmt.

Wie beschrieben, zeigt ein dynamisches Objekt in der Belegungskarte zumindest im Mittel einen von der aktuellen Position an abfallenden Wahrscheinlichkeitsverlauf. Je länger dieser Verlauf ist, und zumindest im Mittel von Null verschieden, desto schneller hat sich das Objekt durch die entsprechenden Ortsbereiche, die zu den jeweiligen Zellen in der Belegungskarte korrespondieren, bewegt. Desto kürzer dagegen dieser Wahrscheinlichkeitsverlauf ist, desto langsamer bewegt sich ein Objekt. Die Länge des Wahrscheinlichkeitsverlaufs kann daher vorteilhafterweise ebenfalls mit der Bewegungsgeschwindigkeit eines Objekts skaliert werden, sodass durch die Länge dieses Wahrscheinlichkeitsverlaufs vorteilhafterweise ebenso die Geschwindigkeit des Objekts geschätzt werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es dabei vor allem sowohl die Größe der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit am aktuellen Ort des Objekts sowie auch die Länge

des Wahrscheinlichkeitsverlaufs bei der Schätzung der Geschwindigkeit des Objekts zu berücksichtigen, da sich hierdurch noch genauere und zuverlässigere Ergebnisse erzielen lassen.

Ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem für ein Kraftfahrzeug ist dazu ausgelegt, ein erfindungsgemäßes Verfahren oder eines seiner Ausgestaltungen durchzuführen.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug weist ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem auf. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere als Personenkraftwagen ausgebildet.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem und für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Darüber hinaus ermöglichen die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und seinen Ausgestaltungen genannten Verfahrensschritte die Weiterbildung des erfindungsgemäßen Fahrerassistenzsystems und des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs durch weitere gegenständliche Merkmale.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehende in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen, so wie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen.

Die Erfindung wird nun anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen sowie unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem Laserscanner in einer Seitenansicht gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs mit dem Laserscanner und einer Belegungskarte in einer Draufsicht gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung von Erfassungsbereichen zweier Laserscanner in einer Belegungskarte gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der aus der Anordnung aus Figur 3 resultierenden Scanpunkte in einer Belegungskarte gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung der auf Basis der Scanpunkte den jeweiligen Zellen zugeordneten Belegungswahrscheinlichkeiten gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellten Belegungskarte.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs 1 mit einer hier exemplarisch als ein Laserscanner 2 ausgebildeten Sensorvorrichtung in einer Seitenansicht gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im Allgemeinen kann die Sensorvorrichtung aber auch als Radarsensor oder Ultraschallsensor oder beliebig anders ausgebildeter Umfeldsensor ausgebildet sein. Die im Folgenden und auch im Zusammenhang mit den anderen Figuren beschriebenen Beispiele lassen sich ganz analog auch mit einer von einem Laserscanner verschiedenen Sensorvorrichtung umsetzen.

Der Laserscanner 2 ist hierbei exemplarisch an einer Fahrzeugfront des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet. Weiterhin ist der Laserscanner 2 dazu ausgelegt, zumindest einen Teil der

Umgebung 3 in vorbestimmten Zeitschritten wiederholt abzutasten. Diese Abtastung kann dabei in einer oder mehreren Scanebenen erfolgen. In Fig. 1 sind weiterhin exemplarisch drei Scanebenen dargestellt, wobei eine erste Scanebene 4 parallel zur Fahrzeuglängsachse in z-Richtung und parallel zur Fahrzeugquerachse in x-Richtung verläuft. Eine zweite Scanebene 5 ist gegenüber der ersten Scanebene 4 um einen Winkel α , zum Beispiel 3° , mit Bezug auf den Laserscanner 2 als Ursprung geneigt. Eine dritte Scanebene 6 ist gegenüber der ersten Scanebene 4 um einen Winkel β , zum Beispiel 6° , mit Bezug auf den Laserscanner 2 als Ursprung geneigt. Zum Abtasten der Umgebung 3 kann der Laserscanner 2 beispielsweise den Abtaststrahl zunächst in der ersten Scanebene 4 bewegen, anschließend über die zweite Scanebene 5 hinweg, anschließend über die dritte Scanebene 6 hinweg, und anschließend wieder über die erste Scanebene 4 hinweg, usw. Befindet sich im Erfassungsbereich des Laserscanners 2 ein Objekt, so wird dies durch den Laserscanner 2 als entsprechender Scanpunkt P erfasst. Ein solcher Scanpunkt P ist hier in Fig. 1 exemplarisch dargestellt.

Weiterhin ist eine Belegungskarte 7 bereitgestellt, welche eine Mehrzahl an gitterförmig angeordneten Zellen 8 (vergleiche Fig. 2) aufweist. Diese Belegungskarte 8 stellt eine zweidimensionale Belegungskarte dar, ist ortsfest in Bezug auf die Umgebung 3 angeordnet und verläuft in horizontaler Richtung, das heißt in diesem Beispiel ebenfalls parallel zur Fahrzeuglängsachse und parallel zur Fahrzeugquerachse. Jeder Zelle 8 der Belegungskarte 7 ist entsprechend ein Ortsbereich 9 der Umgebung 3 zugeordnet. Dieser Ortsbereich 9 erstreckt sich beispielsweise ausgehend von der ihm zugeordneten Zelle 8 in vertikaler Richtung, das heißt in der dargestellten y-Richtung, senkrecht zur Ebene, in welcher die Belegungskarte 7 verläuft. Wird also beispielsweise in Fig. 1 ein Scanpunkt P im Umgebungsbereich 9 erfasst, welcher der Zelle 8 zugeordnet ist, selbst wenn sich der Scanpunkt P nicht in der Ebene der Belegungskarte 7 befindet, so wird dieser Scanpunkt P der betreffenden Zelle 8, welche dem Ortsbereich 9 zugeordnet ist, zugeordnet, was durch den Pfeil 10 veranschaulicht werden soll.

Anhand einer Belegungskarte, wie die hier dargestellte Belegungskarte 7, kann wie später noch näher beschrieben wird ein Objekt in der Umgebung 3 der detektiert werden, sowie auch klassifiziert werden, ob es sich bei diesem Objekt um ein statisches oder dynamisches Objekt handelt. Um die mittels des Laserscanners 2 erfassten Scanpunkte P auszuwerten und eine entsprechende Belegungskarte 7 zu erstellen, kann das Kraftfahrzeug 1 weiterhin eine Auswerteeinrichtung 11 aufweisen, die dazu ausgelegt, auf Basis der erstellten Belegungskarte 7 zu bestimmen, ob sich Objekte in der Umgebung 3 des Kraftfahrzeugs 1 befinden, und ob es sich bei solchen Objekten um statische Objekte

oder dynamisch Objekte handelt. Die Auswerteeinrichtung 11 kann dabei auch Teil eines Fahrerassistenzsystems 12 des Kraftfahrzeugs 1 darstellen, welches die ermittelten Informationen weiter verwertet. Beispielsweise kann die Auswerteeinrichtung 11 erfasste dynamische Objekte für einen Tracking dieser Objekte verwenden, was von einem Fahrerassistenzsystem zur automatischen Distanzregelung verwendet werden kann. Erfasste und als dynamische oder statisch klassifizierte Objekte können auch für automatische Einparksysteme, Spurhalteassistenten, adaptive Fernlichtassistenten, Notbremsassistenten, usw. verwendet werden.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Kraftfahrzeugs 1 und die Belegungskarte 7 in einer Draufsicht. Das Kraftfahrzeug 1, das wiederum den Laserscanner 2 aufweist, der einen Erfassungsbereich 13 aufweist, der in der horizontalen Ebene, das heißt in der x-z-Ebene, hier exemplarisch durch zwei Striche 13a, 13b begrenzt dargestellt ist. In diesem Beispiel in Fig. 2 ist weiterhin aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine Zelle 8 der Belegungskarte mit einem Bezugszeichen versehen. Während sich das Kraftfahrzeug 1 relativ zur Umgebung frei bewegen kann, bleibt jedoch die Belegungskarte 7 beziehungsweise deren Zellen 8 immer ortsfest, das heißt einem festgelegten Ortsbereich zugeordnet.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts mittels des Laserscanners 2 auf Basis der Belegungskarte 7 wird nun anhand von Fig. 3 bis Fig. 6 näher erläutert. Fig. 3 zeigt dabei eine schematische Darstellung von zwei Laserscannern 2a, 2b, und ihrer jeweiligen Erfassungsbereiche 14a, 14b in einer Draufsicht in Relation zur Belegungskarte 7. Weiterhin befinden sich hierbei exemplarisch in den mit O bezeichneten Bereichen Objekte oder Teile eines Objekts. Manche dieser Objekte O befinden sich dabei gleichzeitig in beiden Erfassungsbereichen 14a, 14b beider Laserscanner 2a, 2b, manche dieser Objekte O jedoch nur im Wesentlichen in nur einem der beiden Erfassungsbereiche 14a, 14b. Entsprechend werden auch für die in beiden Erfassungsbereichen 14a, 14b befindlichen Objekte O mehr Scanpunkte P erzeugt als für die, die sich nur in einem der beiden Erfassungsbereiche 14a, 14b befinden.

Die für diese Anordnung korrespondierenden Scanpunkte P sind in Bezug auf die Belegungskarte 7 noch mal in Fig. 4 schematisch dargestellt. Die Zellen 8, welche den Ortsbereichen 9 zugeordnet sind, in welchen sich die Erfassungsbereiche 14a, 14b am Ort der Objekte O überlappen, weisen entsprechend mehr Scanpunkte P auf. Auf Basis der einer Zelle 8 zugeordneten Scanpunkte P beziehungsweise in Abhängigkeit von

deren Anzahl, wird einer entsprechenden Zelle 8 eine Belegungswahrscheinlichkeit zugeordnet.

Dies ist in Fig. 5 schematisch veranschaulicht. Fig. 5 zeigt dabei eine schematische Darstellung der Belegungskarte 7 mit den auf Basis der Scanpunkte P den jeweiligen Zellen, die nun zur besseren Unterscheidung mit 8a, 8b und 8c bezeichnet sind, zugeordneten Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten, welche in Fig. 5 durch unterschiedliche Muster innerhalb der betreffenden Zellen 8a, 8b, 8c veranschaulicht sind. Die Zellen 8a weisen hierbei entsprechend der Anzahl der Scanpunkte P, die in den ihnen zugeordneten Ortsbereichen erfasst wurden, die höchste Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit auf, die Zelle 8b die zweithöchste Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit und die Zellen 8c die dritthöchste Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit, wären alle übrigen Zellen 8 keine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit beziehungsweise die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit 0 aufweisen. Die in Fig. 5 dargestellte Belegungskarte 7 zeigt entsprechend das Ergebnis einer Abtastung für einen Zeitschritt. Die Scanpunkte der B werden nun jedes Mal, das heißt in jedem Zeitschritt, wenn neue Sensordaten empfangen werden, das heißt durch den oder die Laserscanner 2 oder 2a, 2b erfasst worden, in die Belegungskarte 7 eingetragen. Genauer gesagt wird für die Zellen 8, welcher Scanpunkte zugeordnet sind, die Wahrscheinlichkeit der Belegung erhöht. Zusätzlich wird die Belegungswahrscheinlichkeit zu jedem Zeitschritt auch mit einem Zerfallsfaktor, oder im Allgemeinen auch einer Zerfallsfunktion, multipliziert, woraus eine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für jede Zelle 8 resultiert.

Für den Fall dass sich der Laserscanner 2, 2a, 2b beziehungsweise das Kraftfahrzeug 1 in Bezug zur Umgebung 3 bewegt, kann eine entsprechende Eigenbewegungskompensation hinzukommen. Wird eine derartige Belegungskarte 7 auf Basis der Scanpunkte P mehrerer aufeinanderfolgender Zeitschritte erstellt, so ergibt sich für statische und dynamische Objekte jeweils ein charakteristischer Verlauf, welche nun anhand von Fig. 6 näher beschrieben wird.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer Belegungskarte 7, die gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erstellt wurde. Insbesondere basiert diese Belegungskarte 7 auf Messergebnissen zum Beispiel des Laserscanners 2 aus Fig. 1 und Fig. 2 über mehrere Zeitschritte. Die aktuelle Position des Laserscanners 2 ist durch den Punkt 15 veranschaulicht. Weiterhin sind in der Belegungskarte 7 verschiedene Wahrscheinlichkeitsverläufe zu erkennen, insbesondere ein erster

Wahrscheinlichkeitsverlauf 16 und ein zweiter Wahrscheinlichkeitsverlaufs 17, welche jeweils zu einer Leitplanke korrespondieren, sowie ein dritter, vierter und fünfter Wahrscheinlichkeitsverlauf 18, 19, 20, welche jeweils zu Kraftfahrzeugen korrespondieren, dargestellt. Die Leitplanken erscheinen in der Belegungskarte 17 mit einer hohen um insbesondere im Wesentlichen konstanten Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit am Ort der jeweiligen Zellen 8 der Belegungskarte 7, welche zu dem Ortsbereich 9 korrespondieren, an welchem der Laserscanner 2 die betreffenden Leitplankenabschnitte als Scanpunkte P erfasst hat.

Die zu den Kraftfahrzeugen korrespondierenden Wahrscheinlichkeitsverläufe 16, 17, 18 zeigen einen anderen Verlauf. Um dies zu veranschaulichen, wurden die jeweiligen Wahrscheinlichkeitsverläufe 18, 19, 20 in fünf Bereiche 18a, 18b, 18c, 18d, 18e beziehungsweise 19a, 19b, 19c, 19d, 19e beziehungsweise 20a, 20b, 20c, 20d, 20e eingeteilt. Die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der dem Bereich 18a zugeordneten Zellen 8 ist dabei größer als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Zellen 8 im Bereich 18b, diese wiederum größer als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Zellen 8 im Bereich 18c, diese wiederum größer als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Zellen 8 im Bereich 18d und diese sind wiederum größer als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Zellen 8 im Bereich 18e. Gleiches gilt auch für die Wahrscheinlichkeitsverläufe 19 und 20 und deren jeweiliger Bereiche 19a, 19b, 19c, 19d, 19e beziehungsweise 20a, 20b, 20c, 20d, 20e. Die aktuelle Position des zum Wahrscheinlichkeitsverlauf 18 korrespondierenden Kraftfahrzeugs kann sich anhand des Bereichs 18a anhand erkennbaren lokalen maximalen Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit bestimmen lassen. Der Wahrscheinlichkeitsverlauf 18 nimmt entsprechend ausgehend von diesem ersten Bereich 18a entgegen Bewegungsrichtung des Objekts, also des Kraftfahrzeugs, d.h. hier entgegen z-Richtung, zumindest im Mittel ab. Hierbei können auch kleinere Schwankungen und lokale Inhomogenitäten in Bezug auf die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten auftreten, was in Fig. 6 an den Lücken in den entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverläufen 18, 19, 20 zu erkennen ist. Diese resultieren aus Messungenauigkeiten und basieren unter anderem auf der Tatsache, dass es aufgrund des diskreten Abtastverfahrens an bestimmten Zeitschritten, insbesondere beim Abtasten bewegter Objekte, vorkommen kann, dass ein Objekt als entsprechender Scanpunkt P nicht in jedem einer Zelle 8 zugeordneten Ortsbereich 9 erfasst wird. Dennoch lässt sich hier ein quasi zusammenhängender Wahrscheinlichkeitsverlauf dadurch definieren, dass aneinandergrenzende Zellen 8 einer vorbestimmten Anzahl, beispielsweise 2, 3 oder 4, im Mittel eine

Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit größer als einen vorbestimmter Grenzwert aufweisen.

Durch Betrachtung der Wahrscheinlichkeitsverläufe 16, 17, 18, 19, 20 und insbesondere deren jeweiliger Wahrscheinlichkeitsgradienten lassen sich damit deutlich robuster und zuverlässiger Objekte als dynamische oder statische Objekte klassifizieren. Ein zusätzlicher großer Vorteil bei diesem Verfahren besteht zudem auch darin, dass sich auch die Geschwindigkeit solcher bewegten Objekte abschätzen lässt. Dies kann zum einen durch die Betrachtung der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der Zellen 8 am aktuellen Aufenthaltsort des dynamischen Objekts erfolgen, wie in diesem Beispiel anhand der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten in den Bereichen 18a, 19a und 20a. Je höher die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit ist, desto länger hat sich das entsprechende Objekt im korrespondierenden Ortsbereich 9 aufgehalten und desto langsamer bewegt sich dieses fort. Zum anderen kann auch die Länge L der entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverläufe 18, 19, 20 einen Schätzwert für die Geschwindigkeit der jeweiligen Objekte liefern. Je größer die Länge L des jeweiligen Wahrscheinlichkeitsverlaufs 18, 19, 20 ist, desto schneller bewegt sich das betreffende Objekt. Entsprechend kann auf Basis der Belegungskarte 7 bestimmt werden, dass das zum Wahrscheinlichkeitsverlauf 19 gehörende Kraftfahrzeug schneller ist als beispielsweise das zum Wahrscheinlichkeitsverlauf 18 gehörende Kraftfahrzeug. Um den Schätzwert für ein jeweiliges dynamisches Objekt zu ermitteln, können neben den aus der Belegungskarte 7 ermittelten Längen L und den maximalen Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten am aktuellen Aufenthaltsort der betreffenden Objekte noch weitere bekannte beziehungsweise gegebene Größen berücksichtigt werden, wie beispielsweise die Scangeschwindigkeit beziehungsweise Abtastrate des Laserscanners 2, die Größe der Zellen 8, der Wert des Zerfallsfaktors sowie auch die Wahrscheinlichkeitsschritte, um welche die Belegungswahrscheinlichkeiten einer jeweiligen Zelle 8 für einen jeweiligen Scanpunkt P erhöht werden. Aus diesen Werten lässt die Geschwindigkeit eines dynamischen Objekts dann sehr präzise abschätzen.

Ebenfalls in Fig. 6 zu sehen sind so genannte Clutter, das heißt Stördaten 21. Diese können entweder als unbekannte klassifiziert werden oder auch direkt ausgefiltert werden. Typischerweise sind dies singuläre Bereiche mit einer sehr niedrigen Belegungswahrscheinlichkeit, die diese einfach zu identifizieren macht.

Insgesamt wird es durch die Erfindung und ihre Ausgestaltungen auf vorteilhafte Weise ermöglicht, Objekte deutlich zuverlässiger zu klassifizieren, indem zusätzlich Gradienten,

insbesondere räumliche Gradienten der Wahrscheinlichkeitscluster betrachtet werden. Wenn es einen klaren Belegungswahrscheinlichkeitsverlauf gibt, d.h. einen eindeutig als nicht konstanter Verlauf zu identifizierender Gesamtbelegungswahrscheinlichkeitsverlauf, handelt es sich um ein dynamisches Objekt. Dieser charakteristische Verlauf entsteht durch die Bewegung des Objekts in Kombination mit dem Zerfallsfaktor und ist auf Basis des Gradienten bestimmbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen und zur Klassifizierung eines Objekts (O) mittels zumindest einer Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) auf Basis einer Belegungskarte (7) mit den Schritten:
 - a) Bereitstellen der Belegungskarte (7), welche eine Mehrzahl an gitterförmig angeordneten Zellen (8, 8a, 8b, 8c) aufweist, wobei jeder Zelle (8, 8a, 8b, 8c) ein festgelegter Ortsbereich (9) einer Umgebung (3) der Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) zugeordnet ist;
 - b) In vorbestimmten Zeitschritten wiederholtes Abtasten zumindest eines Teils der Umgebung (3) durch die zumindest eine Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b); und
 - c) Zuordnen einer Belegungswahrscheinlichkeit zu einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c), wobei die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) erhöht wird, wenn durch die zumindest eine Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) ein Scanpunkt (P) in einem zu einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordneten Ortsbereich (9) der Umgebung (3) erfasst wird;gekennzeichnet durch die Schritte
 - d) Zur Ermittlung einer Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige der Zellen (8, 8a, 8b, 8c) Multiplizieren der Belegungswahrscheinlichkeiten einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) nach jedem Zeitschritt mit einer Zerfallsfunktion und Bereitstellen des Ergebnisses als die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für eine jeweilige der Zellen (8, 8a, 8b, 8c);
 - e) Zumindest unter der Voraussetzung, dass die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit für zumindest eine erste der Zellen (8, 8a, 8b, 8c) von Null verschieden ist, Erfassen eines Objekts (O) in dem der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordneten Ortsbereich (9);
 - f) Ermitteln eines Wahrscheinlichkeitsverlaufs (16, 17, 18, 19, 20) auf Basis der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten in einem vorbestimmten die erste Zelle (8, 8a, 8b, 8c) umfassenden Bereich der Belegungskarte (7); und

- g) Klassifizieren des Objekts (O) als statisch oder dynamisch in Abhängigkeit von dem Wahrscheinlichkeitsverlauf (16, 17, 18, 19, 20).
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zumindest eine Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) als ein Laserscanner (2, 2a, 2b) ausgebildet ist.
 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei der Zuordnung der Belegungswahrscheinlichkeiten zu einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c), die in dem gleichen einer Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordneten Ortsbereich (9) durch mehrere Sensorvorrichtungen (2, 2a, 2b) erfassten Scanpunkte (P) addiert werden und die Belegungswahrscheinlichkeit für diesem Ortsbereich (9) zugeordnete Zelle (8, 8a, 8b, 8c) in Abhängigkeit von der Anzahl an in dem ihr zugeordnet Ortsbereich (9) erfassten Scanpunkte (P) erhöht wird, insbesondere wobei die Erhöhung proportional zur Anzahl der erfassten Scanpunkte (P) ist.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zerfallsfunktion bewirkt, dass die Belegungswahrscheinlichkeit einer jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) nach einem Zeitschritt reduziert wird, wenn in dem der jeweiligen Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordneten Ortsbereich (9) für den Zeitschritt kein Scanpunkt (P) erfasst wurde, insbesondere wobei die Zerfallsfunktion einen Zerfallsfaktor darstellt.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zerfallsfunktion für einen verdeckten Umgebungsbereich und einen nicht verdeckten Umgebungsbereich unterschiedlich bestimmt wird, wobei der verdeckte Umgebungsbereich einen in einem Erfassungsbereich (13, 14a, 14b) der Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) befindlichen Bereich der Umgebung (3) darstellt, der von einem sich zwischen diesem Bereich und dem Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) befindlichen Objekt (O) verdeckt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung der Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) relativ zur Umgebung (3) erfasst wird, und die erfasste Bewegung bei einer Zuordnung von durch die zumindest einen Sensorvorrichtung (2, 2a, 2b) erfassten Scanpunkten (P) zu den Zellen (8, 8a, 8b, 8c) der Belegungskarte (7) berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) zugeordnete Ortsbereich (9) als ein aktueller Ort des erfassten Objekts (O) bestimmt wird, für den Fall, dass die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten der übrigen Zellen (8, 8a, 8b, 8c) im vorbestimmten Bereich kleiner oder höchstens gleich der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) sind.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Bereich sich von der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) in zumindest eine bestimmte Richtung bis zu einer vorbestimmten aufeinanderfolgenden Anzahl an Zellen (8, 8a, 8b, 8c) erstreckt, denen jeweils eine Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit kleiner als ein vorbestimmter Grenzwert zugeordnet ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass der Wahrscheinlichkeitsverlauf (16, 17, 18, 19, 20) der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten ausgehend von der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) in zumindest eine Richtung im Mittel abnimmt und im Mittel größer ist als ein vorbestimmter Grenzwert, das Objekt (O) als dynamisches Objekt (O) klassifiziert wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des Wahrscheinlichkeitsverlaufs (16, 17, 18, 19, 20) im Mittel, die Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten einer vorbestimmten Anzahl

aneinandergrenzender Zellen (8, 8a, 8b, 8c) gemittelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass das Objekt (O) als dynamisches Objekt (O) klassifiziert wird, ein Schätzwert für eine Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts (O) auf Basis der Belegungskarte (7) bestimmt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schätzwert in Abhängigkeit von der Größe der Gesamtbelegungswahrscheinlichkeit der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) bestimmt wird, insbesondere welche dem Ortsbereich (9) zugeordnet ist, an welchem sich das Objekt (O) aktuell befindet.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schätzwert in Abhängigkeit von einer Länge (L) des Wahrscheinlichkeitsverlaufs (16, 17, 18, 19, 20) von Gesamtbelegungswahrscheinlichkeiten, welche im Mittel größer als ein vorbestimmter Grenzwert sind, im vorbestimmten Bereich ausgehend von der ersten Zelle (8, 8a, 8b, 8c) bestimmt wird.
14. Fahrerassistenzsystem (12) für ein Kraftfahrzeug (1), wobei das Fahrerassistenzsystem (12) dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.
15. Kraftfahrzeug (1) mit einem Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 14.

1/3

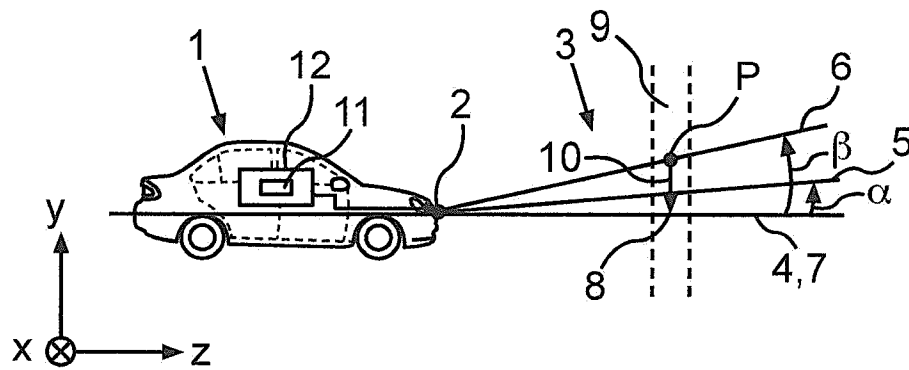


Fig.1

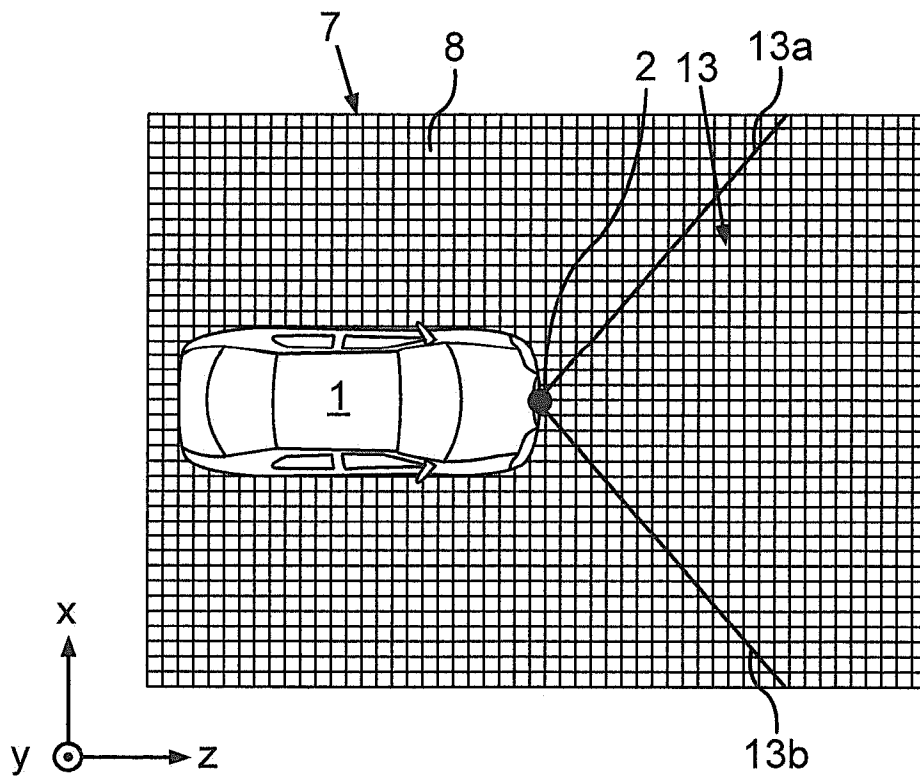


Fig.2

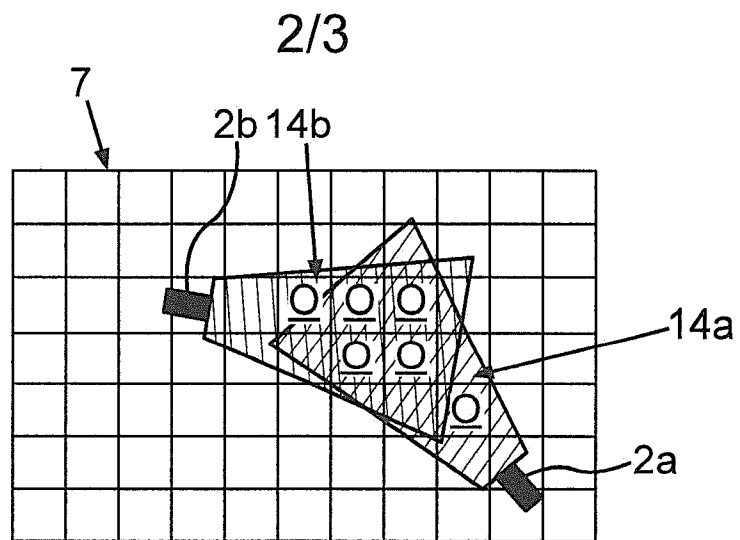


Fig.3

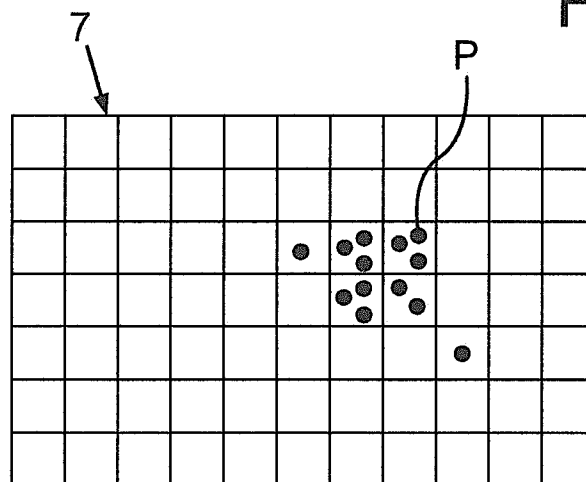


Fig.4

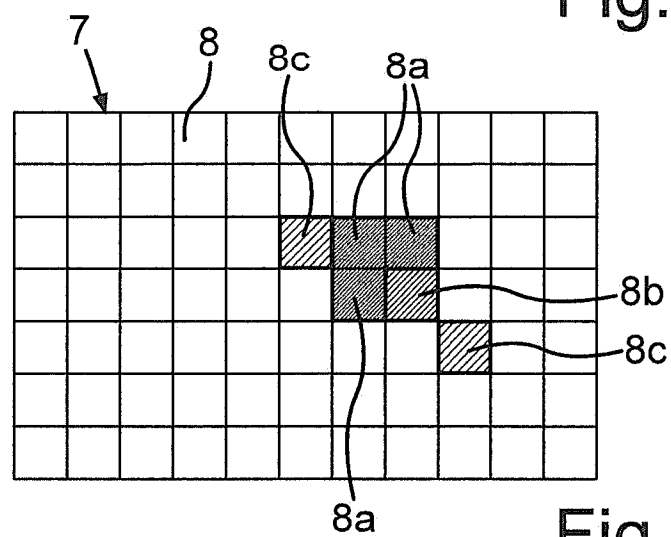
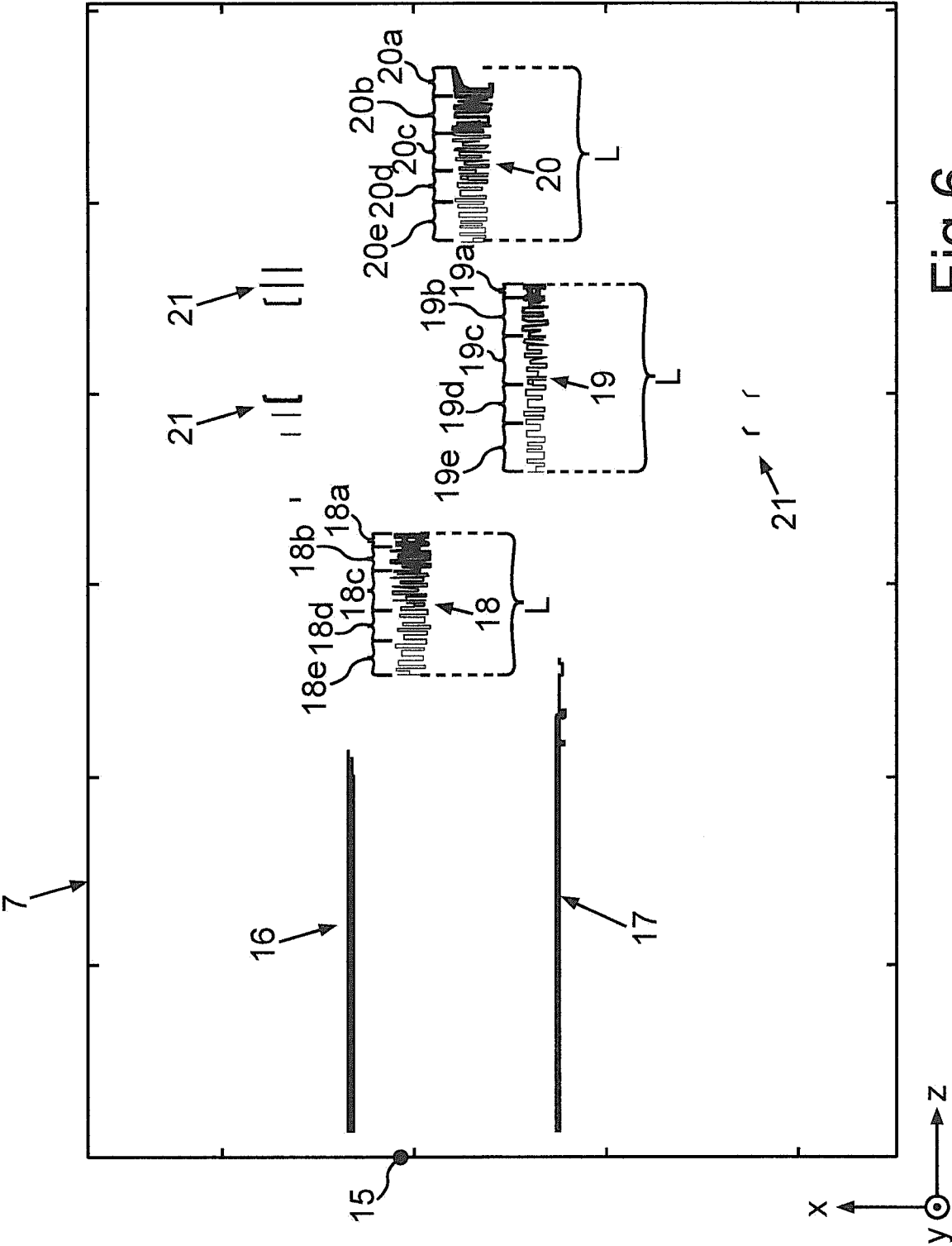


Fig.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/078981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S17/89
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

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	MIYASAKA T ET AL: "Ego-motion estimation and moving object tracking using multi-layer LIDAR", INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM, 2009 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 3 June 2009 (2009-06-03), pages 151-156, XP031489832, ISBN: 978-1-4244-3503-6 the whole document ----- -/--	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 March 2018

Date of mailing of the international search report

09/03/2018

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

Kruck, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/078981

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SCHREIER MATTHIAS ET AL: "Grid mapping in dynamic road environments: Classification of dynamic cell hypothesis via tracking", 2014 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA), IEEE, 31 May 2014 (2014-05-31), pages 3995-4002, XP032650175, DOI: 10.1109/ICRA.2014.6907439 [retrieved on 2014-09-22] the whole document -----	1-15
A	D. HAHNEL ET AL: "Map building with mobile robots in dynamic environments", PROCEEDINGS / 2003 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION : SEPTEMBER 14 - 19, 2003, THE GRAND HOTEL, TAIPEI, TAIWAN, 1 January 2003 (2003-01-01), pages 1557-1563, XP055373614, Piscataway, NJ DOI: 10.1109/ROBOT.2003.1241816 ISBN: 978-0-7803-7736-3 the whole document -----	1-15
A	Mohamed Essayed Bouzouraa ET AL: "Belegungskartenbasierte umfeldwahrnehmung in kombination mit objektbasierten ansätzen für fahrerassistenzsysteme", 1 January 2012 (2012-01-01), XP055455370, Retrieved from the Internet: URL:https://mediatum.ub.tum.de/doc/1079761/1079761.pdf cited in the application the whole document -----	1-15

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S17/89
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MIYASAKA T ET AL: "Ego-motion estimation and moving object tracking using multi-layer LIDAR", INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM, 2009 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 3. Juni 2009 (2009-06-03), Seiten 151-156, XP031489832, ISBN: 978-1-4244-3503-6 das ganze Dokument ----- -/--	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. März 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/03/2018

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

Kruck, Peter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	SCHREIER MATTHIAS ET AL: "Grid mapping in dynamic road environments: Classification of dynamic cell hypothesis via tracking", 2014 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA), IEEE, 31. Mai 2014 (2014-05-31), Seiten 3995-4002, XP032650175, DOI: 10.1109/ICRA.2014.6907439 [gefunden am 2014-09-22] das ganze Dokument -----	1-15
A	D. HAHNEL ET AL: "Map building with mobile robots in dynamic environments", PROCEEDINGS / 2003 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION : SEPTEMBER 14 - 19, 2003, THE GRAND HOTEL, TAIPEI, TAIWAN, 1. Januar 2003 (2003-01-01), Seiten 1557-1563, XP055373614, Piscataway, NJ DOI: 10.1109/ROBOT.2003.1241816 ISBN: 978-0-7803-7736-3 das ganze Dokument -----	1-15
A	Mohamed Essayed Bouzouraa ET AL: "Belegungskartenbasierte umfeldwahrnehmung in kombination mit objektbasierten ansätzen für fahrerassistenzsysteme", 1. Januar 2012 (2012-01-01), XP055455370, Gefunden im Internet: URL:https://mediatum.ub.tum.de/doc/1079761/1079761.pdf in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-15