

(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
13. Dezember 2018 (13.12.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/224610 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 17/42 (2006.01) G01S 7/487 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01) G01S 7/486 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/065072

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Juni 2018 (07.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 112 784.4
09. Juni 2017 (09.06.2017) DE

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

(72) Erfinder: ZEDNIK, Pavel; Sazecska 247/2, 10800 Prague (CZ). KREJCI, Petr; Sazecska 247/2, 10800 Prague (CZ). KOZAK, Ondrej; Sazecska 247/2, 10800 Prague (CZ). PROCHAZKA, Josef; Sazecska 247/2, 10800 Prague (CZ).

(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,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING OBJECTS WITHIN AN AREA SURROUNDING A MOTOR VEHICLE, LIDAR SENSOR DEVICE, DRIVER ASSISTANCE SYSTEM, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERFASSEN VON OBJEKTEN IN EINEM UMGEBUNGSBEREICH EINES KRAFTFAHRZEUGS, LIDAR-SENSORVORRICHTUNG, FAHRERASSISTENZSYSTEM SOWIE KRAFTFAHRZEUG

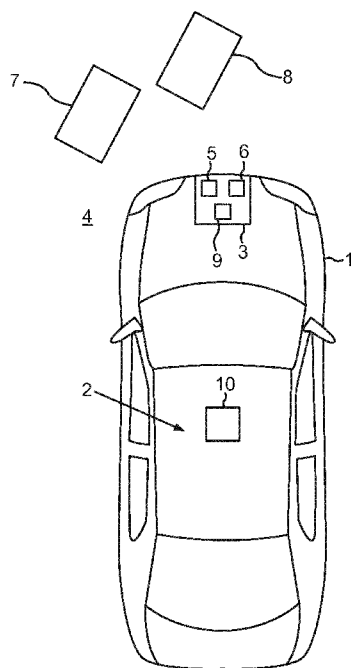


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting objects (7, 8) within an area (4) surrounding a motor vehicle (1) using at least one receive signal which is reflected from the surrounding area (4) and received by a lidar sensor device (3), wherein: detection points (D, D', D'') corresponding to reflection points in the surrounding area (4) are identified in the receive signal; intensity values (I1, I2) for each of the detection points (D, D', D'') are determined using the receive signal; the detection points (D, D', D'') are filtered by comparing the intensity values with a distance-based intensity threshold value (Is); the filtered detection points (D, D'') are grouped into clusters (C1); and the objects (7, 8) are recognised on the basis of the clusters (C1). The respective detection points (D, D'') within a cluster (C1) are filtered by comparing the intensity values of the detection points (D, D'') within the cluster (C1) with a cluster-specific, relative intensity threshold value, wherein the cluster-specific, relative intensity threshold value is determined as a function of the intensity values of the detection points (D, D'') of the cluster (C1). The invention also relates to a lidar sensor device (3), a driver assistance system (2) and a motor vehicle (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Objekten (7, 8) in einem Umgebungsbereich (4) eines Kraftfahrzeugs (1) anhand zumindest eines aus dem Umgebungsbereich (4) reflektierten und von einer Lidar-Sensorvorrichtung (3) empfangenen Empfangssignals, wobei in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich (4) korrespondierende Detektionspunkte (D, D', D'') identifiziert werden, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte (I1, I2) der Detektionspunkte (D, D', D'') bestimmt werden, die Detektionspunkte (D, D', D'') durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstands-basierten Intensitäts-Schwellwert (Is) gefiltert werden, die gefilterten Detektionspunkte (D, D'') zu Clustern (C1) gruppiert werden, und die Objekte (7, 8) basierend auf den Clustern (C1) erkannt werden, wobei die jeweiligen Detektionspunkte (D, D'') innerhalb eines Clusters (C1) durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte (D, D'') innerhalb des

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)

Clusters (C1) mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert gefiltert werden, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte (D, D") des Clusters (C1) bestimmt wird. Die Erfindung betrifft außerdem eine Lidar-Sensorvorrichtung (3), ein Fahrerassistenzsystem (2) sowie ein Kraftfahrzeug (1).

Verfahren zum Erfassen von Objekten in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs,
Lidar-Sensorvorrichtung, Fahrerassistenzsystem sowie Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Objekten in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs anhand zumindest eines aus dem Umgebungsbereich reflektierten und von einer Lidar-Sensorvorrichtung empfangenen Empfangssignals, wobei in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte identifiziert werden, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte der Detektionspunkte bestimmt werden, die Detektionspunkte durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstands-basierten Intensitäts-Schwellwert gefiltert werden, die gefilterten Detektionspunkte zu Clustern gruppiert werden, und die Objekte basierend auf den Clustern erkannt werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Lidar-Sensorvorrichtung, ein Fahrerassistenzsystem sowie ein Kraftfahrzeug.

Vorliegend richtet sich das Interesse auf Lidar-Sensorvorrichtungen, kurz Lidar-Sensoren, welche beispielsweise an einem Kraftfahrzeug angeordnet werden können, um einen Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs zu überwachen. Solche Lidar-Sensoren können zur Objekterkennung eingesetzt werden, indem sie ein Sendesignal in Form von einem Lichtpuls aussenden und den an einem Objekt, beispielsweise einer Wand, einem anderen Kraftfahrzeug, etc., in dem Umgebungsbereich reflektierten Lichtpuls als Empfangssignal wieder empfangen. Anhand des Empfangssignals können das Vorhandensein des Objektes sowie dessen räumliche Lage in dem Umgebungsbereich erfasst werden. Dazu werden, wie in der Veröffentlichung „Automated Highway Sign Extraction using Lidar Data“ (Suliman Gargoum et al., Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, DOI: 10.3141/2643-01) beschrieben, in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte identifiziert und die Detektionspunkte basierend auf ihrer absoluten Intensität gefiltert. Die gefilterten Detektionspunkte werden zu Clustern gruppiert und die Objekte basierend auf den Clustern erkannt.

Informationen über das Objekt, beispielsweise die Lage des Objektes, können einem Fahrerassistenzsystem des Kraftfahrzeugs bereitgestellt werden, welches beispielsweise anhand der Lageinformationen eine Maßnahme zur Vermeidung einer Kollision des

Kraftfahrzeugs mit dem Objekt einleiten kann. Eine solche kollisionsvermeidende Maßnahme kann beispielsweise die Ausgabe eines Warnsignals und/oder das automatische Abbremsen des Kraftfahrzeugs sein. Um den Umgebungsbereich dabei insbesondere kontinuierlich zu überwachen, werden die Informationen über das Objekt anhand einer Vielzahl von zeitlich nacheinander erfassten Empfangssignalen aktualisiert. Die Objekte werden also verfolgt bzw. „getracked“. Dazu müssen die Objekte, auch wenn sich das Kraftfahrzeug und/oder die Objekte bewegt haben, über die Zeit zuverlässig erkannt werden. Dies bedeutet, dass Detektionspunkte, welche zu Reflexionspunkten desselben Objektes korrespondieren, in der Vielzahl von Empfangssignalen zuverlässig erkannt und einander zugeordnet werden müssen.

Probleme ergeben sich dann, wenn die Lidar-Sensorvorrichtung beispielsweise eine kostengünstige („low-cost“) Lidar-Sensorvorrichtung ist, welche bauartbedingt eine geringe Winkelauflösung aufweist. Durch die geringe Winkelauflösung kann es vorkommen, dass die erfasste Lage des Objektes von der tatsächlichen Lage des Objektes in dem Umgebungsbereich abweicht. Daraus kann sich beispielsweise der Nachteil ergeben, dass das Objekt sowie dessen Lage nicht zuverlässig erkannt werden können.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung bereitzustellen, wie eine Zuverlässigkeit von Lidar-Sensorvorrichtungen verbessert werden kann und Lagen von Objekten in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs besonders genau erfasst werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren, durch eine Lidar-Sensorvorrichtung, durch ein Fahrerassistenzsystem sowie durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung und der Figuren.

Gemäß einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Erfassen von Objekten in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs anhand zumindest eines aus dem Umgebungsbereich reflektierten und von einer Lidar-Sensorvorrichtung empfangenen Empfangssignals werden insbesondere in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte identifiziert, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte der Detektionspunkte bestimmt, die Detektionspunkte durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstandsasierten

Intensitäts-Schwellwert gefiltert, die gefilterten Detektionspunkte zu Clustern gruppiert und die Objekte basierend auf den Clustern erkannt. Insbesondere werden die jeweiligen Detektionspunkte innerhalb eines Clusters durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte innerhalb des Clusters mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert gefiltert, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte des Clusters bestimmt werden kann.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Erfassen von Objekten in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs anhand zumindest eines aus dem Umgebungsbereich reflektierten und von einer Lidar-Sensorvorrichtung empfangenen Empfangssignals werden in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte identifiziert, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte der Detektionspunkte bestimmt, die Detektionspunkte durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstands-basierten Intensitäts-Schwellwert (I_s) gefiltert, die gefilterten Detektionspunkte zu Clustern gruppiert und die Objekte basierend auf den Clustern erkannt. Darüber hinaus werden die jeweiligen Detektionspunkte innerhalb eines Clusters durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte innerhalb des Clusters mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert gefiltert, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte des Clusters bestimmt wird.

Die Lidar-Sensorvorrichtung (Lidar-„Light detection and ranging“) kann insbesondere Objekte bzw. Merkmale in dem Umgebungsbereich erkennen und eine jeweilige räumliche Lage der Objekte zu der Lidar-Sensorvorrichtung und damit zu dem Kraftfahrzeug erfassen. Die Lidar-Sensorvorrichtung kann Sendesignale in Form von Lichtpulsen aussenden und die in dem Umgebungsbereich reflektierten Lichtpulse als Empfangssignale wieder empfangen. Die Lidar-Sensorvorrichtung ist vorliegend insbesondere als eine Flash-Lidar-Sensorvorrichtung ausgebildet, bei welcher während eines Messzyklus zumindest ein den Umgebungsbereich ausleuchtendes Sendesignal ausgesendet wird. Als das Sendesignal wird also Licht in mehrere Senderichtungen ausgesendet, wobei das Empfangssignal während des Messzyklus aus mehreren Empfangsrichtungen bzw. Reflexionsrichtungen empfangen werden kann. Dazu sind das Sendesignal und das Empfangssignal insbesondere kegelförmige Lichtstrahlen, welche jeweils einen horizontalen Gesamtöffnungswinkel, beispielsweise 60° , und einen vertikalen Gesamtöffnungswinkel, beispielsweise 10° , aufweisen. Durch den im Vergleich

zum horizontalen Gesamtöffnungswinkel geringeren vertikalen Gesamtöffnungswinkel, welcher einen Erfassungsbereich der Lidar-Sensorvorrichtung entlang einer Fahrzeughochachse repräsentiert, können Bodenechos zumindest reduziert werden. Solche Bodenechos sind Detektionspunkte, welche mit Reflexionspunkten auf einer Fahrbahn des Kraftfahrzeugs korrespondieren.

Das Empfangssignal kann in mehreren Lichtstrahlen, beispielsweise in sechzehn Lichtstrahlen, empfangen werden. Jeder Lichtstrahl ist dabei ein Teilbereich des Empfangssignals. Zum Empfangen der Lichtstrahlen des Empfangssignals kann die Lidar-Sensorvorrichtung, welche beispielsweise als eine Solid-State-Lidar-Sensorvorrichtung ausgebildet ist, eine Empfangseinrichtung mit mehreren Empfangselementen, beispielsweise mit sechzehn Empfangselementen, aufweisen. Die Empfangselemente können beispielsweise Photodetektoren in Form von lichtsensitiven Halbleiterbauelementen, beispielsweise Photodioden, aufweisen. Die Empfangselemente können beispielsweise in einer Matrix, also spaltenweise und/oder zeilenweise, angeordnet sein. Jedem Empfangselement kann dabei eine Reflexionsrichtung bzw. ein Reflexionswinkel zugeordnet sein. Insbesondere empfängt ein Empfangselement nur Lichtstrahlen, welche aus der dem Empfangselement zugehörigen Reflexionsrichtung auf die Empfangseinrichtung fallen.

Ein Lichtstrahl beschreibt einen Verlauf der Intensität des reflektierten Lichtes, also die Verteilung der Intensitätswerte über die Zeit. Zum Identifizieren der Detektionspunkte kann dieser Verlauf nach Intensitätsspitzen bzw. Intensitätspeaks durchsucht werden, welche als Maximalwerte der Intensität in dem Verlauf identifizierbar sind. Diese Intensitätspeaks repräsentieren die Detektionspunkte bzw. Detektionen, sogenannte Echos, welche zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondieren. Ein solcher Reflexionspunkt kann beispielsweise ein Objektpunkt auf einer Oberfläche eines Objektes sein. Der Wert der Intensität ist dabei abhängig von Eigenschaften des reflektierenden Objektes, beispielsweise dessen Reflektivität, sowie dessen Abstand von der Lidar-Sensorvorrichtung.

Insbesondere werden anhand des Empfangssignals zusätzlich zu den Intensitätswerten Positionswerte für die Detektionspunkte bestimmt. Anders ausgedrückt werden die Positionen der zu den Detektionspunkten korrespondierenden Reflexionspunkte bestimmt. Zum Bestimmen der Positionswerte werden für die Detektionspunkte jeweils ein Abstandswert sowie ein Reflexionswinkel bestimmt. Der Abstandswert für einen Detektionspunkt kann über Laufzeitmessungen anhand eines zu dem Detektionspunkt

gehörigen Zeitpunkts bzw. Zeitstempels innerhalb des Verlaufes bestimmt werden. Da insbesondere jedem Empfangselement eine Reflexionsrichtung zugeordnet ist, also jedes Empfangselement mit einem bestimmten Reflexionswinkel korrespondiert, kann anhand des Empfangselementes für den Detektionspunkt zusätzlich zu dem Abstandwert der Reflexionswinkel bestimmt werden. Anhand des Abstandswerts und des Reflexionswinkels kann also für jeden Detektionspunkt die räumliche Lage bzw. Position des zu dem Detektionspunkt korrespondierenden Reflexionspunktes bestimmt werden. Somit kann der Umgebungsbereich detektionspunktebasiert abgebildet werden.

Nach Empfangen des Empfangssignals und Bestimmen der Intensitätswerte der Detektionspunkte werden die Detektionspunkte zunächst basierend auf ihrer absoluten Intensität gefiltert. Dazu kann der Intensitätswert zumindest einiger Detektionspunkte, insbesondere jedes Detektionspunktes, mit dem vorbestimmten abstands-basierten Intensitäts-Schwellwert verglichen werden. Der abstands-basierte Intensitäts-Schwellwert ist somit ein in Abhängigkeit von dem Abstand veränderlicher Intensitäts-Schwellwert, welcher mit sämtlichen Detektionspunkten innerhalb eines bestimmten Abstandsbereiches verglichen wird. Die Detektionspunkte innerhalb eines Abstandsbereiches werden also mit dem zugeordneten Intensitäts-Schwellwert verglichen und somit innerhalb des Abstandsbereiches basierend auf ihrer absoluten Intensität gefiltert. Dabei werden alle Detektionspunkte herausgefiltert bzw. entfernt, deren Intensitätswert unterhalb des abstands-basierten Intensitäts-Schwellwertes liegt. Insbesondere werden die Detektionspunkte vor dem Gruppieren zu Clustern zusätzlich durch Vergleichen der Positionswerte mit einem absoluten Positions-Schwellwert gefiltert. Die Detektionspunkte werden also basierend auf ihrer absoluten Position gefiltert. Dabei werden alle Detektionspunkte herausgefiltert bzw. entfernt, deren Positionswerte den absoluten Positions-Schwellwert überschreiten. Der abstands-basierte Intensitäts-Schwellwert und/oder der absolute Positions-Schwellwert sind dabei insbesondere so vorbestimmt, dass Störsignale, beispielsweise ein Sensorrauschen oder unerwünschte Detektionen, unterdrückt werden können. Als unerwünschte Detektionen werden diejenigen Detektionspunkte herausgefiltert, welche zu unerwünschten Reflexionen in dem Umgebungsbereich korrespondieren. Solche unerwünschten Reflexionen können beispielsweise von Spritzwasser oder Wasserdampf verursacht werden. Ein minimaler Intensitätswert, welcher für die Detektionspunkte zum Verhindern eines Herausfilterns gefordert wird, kann über eine Kurve beschrieben werden, bei welcher der abstands-basierte Intensitäts-Schwellwert mit steigender Distanz eines Detektionspunktes sinkt. Anders ausgedrückt, ist der abstands-basierte Intensitäts-Schwellwert umso höher,

je niedriger die Distanz ist. Je näher ein Detektionspunkt ist, desto höher muss also sein Intensitätswert sein, um nicht herausgefiltert zu werden.

Anschließend werden die Detektionspunkte zu Clustern bzw. Punktwolken gruppiert. Als ein Cluster wird dabei eine Ansammlung von Detektionspunkten interpretiert, deren zugehörige Reflexionspunkte von demselben Objekt oder demselben Merkmal in dem Umgebungsbereich stammen. Anders ausgedrückt wird davon ausgegangen, dass jedes Cluster ein Objekt oder ein Merkmal, beispielsweise einen Teilbereich eines Objektes, in dem Umgebungsbereich repräsentiert. Beispielsweise können die Detektionspunkte durch dichtebasierte räumliche Clusteranalyse, insbesondere durch DBSCAN („Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise“) zu den Clustern gruppiert werden. Dazu wird als ein Cluster eine Gruppe an Detektionspunkte in unmittelbarer Nachbarschaft erkannt, welche eine hohe Dichte an Detektionspunkten aufweist. Die Nachbarschaft wird anhand einer Nähe mehrerer Detektionspunkte innerhalb eines Clusters zu einem anderen Detektionspunkten bestimmt. Die Dichte wird über eine Anzahl von Detektionspunkten innerhalb eines Clusters bestimmt. Wenn Detektionspunkte eine entsprechende Nähe zueinander aufweisen, also eine Nachbarschaft bilden, und wenn eine Anzahl an Detektionspunkten innerhalb einer Nachbarschaft groß ist, beispielsweise einen vorbestimmten Schwellwert für die Anzahl überschreitet, wird davon ausgegangen, dass diese Detektionspunkte ein Cluster repräsentieren.

Nach der Gruppierung der Detektionspunkte zu Clustern werden die Detektionspunkte innerhalb eines Clusters, also die Clusterkandidaten, basierend auf ihrer relativen Intensität gefiltert. Dazu werden die Intensitätswerte der einzelnen Clusterkandidaten mit dem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert verglichen. Dabei wird der jeweilige clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte der zugehörigen Clusters bestimmt. Durch diesen Schritt können in dem Cluster Detektionspunkte eliminiert werden, deren Intensitätswerte, beispielsweise aufgrund eines Übersprechens von benachbarten Detektionspunkten mit einem hohen Intensitätswert des reflektierten Lichts, fehlerhaft sind. Basierend auf den gefilterten Clustern können dann die Objekte oder Merkmale korrekt erkannt werden sowie insbesondere eine Größe und eine Form der Objekte mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden.

Besonders bevorzugt wird ein Mittelwert der Intensitätswerte der jeweiligen Detektionspunkte innerhalb eines Clusters bestimmt und der clusterspezifische, relative

Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert vorgegeben. Der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert kann beispielsweise als der Mittelwert vorgegeben werden. Auch kann der Mittelwert mit einem konfigurierbaren Parameter, insbesondere zwischen 0 und 1, gewichtet werden und der gewichtete Mittelwert als der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert vorgegeben werden. Der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert wird also aus der mittleren Intensität zumindest einiger, insbesondere aller, Detektionspunkte innerhalb des Clusters bestimmt. Dann wird insbesondere jeder Detektionspunkt innerhalb des Clusters mit der mittleren Intensität bzw. gewichteten mittleren Intensität verglichen und herausgefiltert, falls dessen Intensitätswert geringer als der Mittelwert bzw. der gewichtete Mittelwert ist.

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn nach der Filterung der Detektionspunkte innerhalb eines Clusters das Cluster nach zumindest einem detektionspunktfreien Bereich durchsucht wird, durch welchen eine Lücke zwischen den Detektionspunkten eines Clusters größer als ein vorbestimmter Schwellwert gebildet wird, und das Cluster in zumindest zwei separate Cluster unterteilt wird, falls zumindest ein detektionspunktfreier Bereich identifiziert wird. Dieser Ausführungsform liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch das Entfernen von Detektionspunkten aus dem Cluster, deren Intensitätswerte den clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert unterschreiten, innerhalb eines Clusters Lücken entstehen können. Wenn eine durch das Filtern basierend auf der relativen Intensität verursachte Lücke den vorbestimmten Schwellwert für die Lücke überschreitet, so separiert bzw. trennt sie zumindest zwei Nachbarschaften aus Detektionspunkten voneinander. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die zumindest zwei Nachbarschaften aus Detektionspunkten zu Reflexionspunkten unterschiedlicher Objekte bzw. Merkmale korrespondieren. Daher wird das Cluster entlang der Lücke in zwei separate Cluster aufgeteilt.

Insbesondere werden zum Identifizieren zumindest eines detektionspunktfreien Bereiches Abstandswerte von benachbarten Detektionspunkten innerhalb eines Clusters zueinander bestimmt und der zumindest eine detektionspunktfreie Bereich identifiziert, falls zumindest ein Abstandswert einen vorbestimmten Abstands-Schwellwert überschreitet. Es werden also relative Abstände von benachbarten Detektionspunkten zueinander bestimmt. Wenn beispielsweise ein Abstand zweier benachbarter Detektionspunkte den vorbestimmten Abstands-Schwellwert überschreitet, so kann davon ausgegangen werden, dass die zwei benachbarten Detektionspunkte zu Reflexionspunkten unterschiedlicher Objekte korrespondieren.

Durch das Filtern basierend auf der relativen Intensität und durch das Identifizieren von detektionspunktfreien Bereich kann verhindert werden, dass mehrere Objekte fälschlicherweise als ein einzelnes Objekt erkannt werden. Somit können auch Objekte, welche in dem Umgebungsbereich besonders nah beieinander liegen, zuverlässig erkannt werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung werden für die jeweiligen Cluster Mittelpunkte und Größen der jeweiligen Cluster bestimmt. Anhand der Größen und anhand der Mittelpunkte der Cluster werden Größen der jeweiligen mit den Clustern korrespondierenden Objekte in dem Umgebungsbereich derart bestimmt, dass die Objekte innerhalb der korrespondierenden Cluster liegen. Es wird also aus der Größe und dem Mittelpunkt eines Clusters die Größe des korrespondierenden Objektes abgeleitet. Dabei werden die Größe und insbesondere auch die Form des Objektes derart bestimmt, dass das Objekt innerhalb des Clusters liegt. Anders ausgedrückt, werden die Größe und insbesondere auch die Form des Objektes derart bestimmt, dass Berandungen bzw. Begrenzungen des Clusters das Objekt umgeben bzw. einschließen.

Vorzugsweise werden Positionswerte der Detektionspunkte innerhalb eines Clusters bestimmt, die Positionswerte der Detektionspunkte mit den jeweiligen Intensitätswerten gewichtet und der Mittelpunkt eines Clusters anhand der gewichteten Positionswerte des Clusters bestimmt. Beispielsweise kann der Mittelpunkt als der arithmetische Mittelwert der gewichteten Positionswerte bestimmt werden. Mittels der Gewichtung der Positionswerte kann der Mittelpunkt des Objektes besonders genau bestimmt werden. Es kann somit die Genauigkeit der Objekterfassung bei einer festen hardwarebedingten Winkelauflösung der Lidar-Sensorvorrichtung durch das Auswerten der Intensitäten der an einem Objekt reflektierten Lichtstrahlen des Empfangssignals erhöht werden. Es wird somit effektiv die Winkelauflösung des Sensorsystems verbessert, ohne dass die Lidar-Sensorvorrichtung hardwareseitig modifiziert werden muss.

In einer weiteren Ausführungsform werden anhand der Detektionspunkte der jeweiligen Cluster Orientierungslinien bestimmt und Orientierungen der Objekte bezüglich der Lidar-Sensorvorrichtung anhand von Winkeln der Orientierungslinien zu einer Blickrichtung der Lidar-Sensorvorrichtung bestimmt. Insbesondere werden die Orientierungslinien der Cluster anhand der Detektionspunkte der jeweiligen Cluster mittels der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Die Orientierungslinie entspricht dabei einer Oberflächenlinie, welche einen Verlauf bzw. eine räumliche Lage von Reflexionspunkten auf der Oberfläche des mit dem Cluster korrespondierenden Objektes beschreibt.

Anhand einer Lage dieser Orientierungslinie kann die räumliche Lage des Objektes, beispielsweise ein Neigungswinkel des Objektes bezüglich der Blickrichtung erkannt werden. Anhand des Winkels der Orientierungslinie kann also erkannt werden, ob die Oberfläche des Objektes frontal oder schräg zu der Lidar-Sensorvorrichtung ausgerichtet ist.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Lidar-Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zum Erfassen von Objekten in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs. Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Lidar-Sensorvorrichtung insbesondere eine Empfangseinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, ein aus dem Umgebungsbereich reflektiertes Empfangssignal zu empfangen, und eine Auswerteeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte zu identifizieren, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte der Detektionspunkte zu bestimmen, die Detektionspunkte durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstandsasierten Intensitäts-Schwellwert zu filtern, die gefilterten Detektionspunkte zu Clustern zu gruppieren, und die Objekte basierend auf den Clustern zu erkennen. Insbesondere ist die Auswerteeinrichtung dazu ausgelegt, die jeweiligen Detektionspunkte innerhalb eines Clusters durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte innerhalb des Clusters mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert zu filtern, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte des Clusters bestimmt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Lidar-Sensorvorrichtung eine Empfangseinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, ein aus dem Umgebungsbereich reflektiertes Empfangssignal zu empfangen, und eine Auswerteeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich korrespondierende Detektionspunkte zu identifizieren, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte der Detektionspunkte zu bestimmen, die Detektionspunkte durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstandsasierten Intensitäts-Schwellwert zu filtern, die gefilterten Detektionspunkte zu Clustern zu gruppieren, und die Objekte basierend auf den Clustern zu erkennen. Darüber hinaus ist die Auswerteeinrichtung dazu ausgelegt, die jeweiligen Detektionspunkte innerhalb eines Clusters durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte innerhalb des Clusters mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert zu filtern, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte des Clusters bestimmt ist. .

Die Lidar-Sensorvorrichtung kann außerdem eine Sendeeinrichtung zum Aussenden eines Sendesignals in Form von einem Lichtpuls aufweisen, welcher an Objekten in dem Umgebungsbereich reflektiert wird und welcher von der Empfangseinrichtung als das Empfangssignal wieder empfangen werden kann. Die Lidar-Sensorvorrichtung ist insbesondere als eine kostengünstige, „low-cost“ Lidar-Sensorvorrichtung ausgebildet, welche dazu ausgelegt ist, mittels des durch die Auswerteeinrichtung durchgeführten Verfahrens Objekte in dem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs zuverlässig erkennen und verfolgen zu können.

Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrerassistenzsystem für ein Kraftfahrzeug mit zumindest einer erfindungsgemäßen Lidar-Sensorvorrichtung. Das Fahrerassistenzsystem ist insbesondere dazu ausgelegt, eine vorbestimmte Assistenzfunktion basierend auf der von der zumindest einen Lidar-Sensorvorrichtung erfassten Lage der Objekte relativ zum Kraftfahrzeug auszuführen. Beispielsweise kann das Fahrerassistenzsystem eine Maßnahme zum Vermeiden einer Kollision zwischen dem Kraftfahrzeug und dem Objekt auslösen, wenn durch das Fahrerassistenzsystem anhand der Lage des Objektes erkannt wird, dass sich das Objekt in einem kritischen Teilbereich des Umgebungsbereiches befindet und eine Kollision mit dem Objekt bevorsteht. Eine solche kollisionsvermeidende Maßnahme kann beispielsweise die Ausgabe eines Warnsignals und/oder ein automatisches Abbremsen des Kraftfahrzeugs sein.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem. Das Kraftfahrzeug kann beispielsweise als ein Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen oder ein Motorrad ausgebildet sein.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Lidar-Sensorvorrichtung, für das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem sowie für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen, sowie 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 Kombinati-

nen 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. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben dargelegten Ausführungen, als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder abweichen.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Intensitätsverlaufs eines Lichtstrahls des Empfangssignals;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines ersten Clusters aus Detektionspunkten;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des ersten Clusters mit einem detektionspunktfreien Bereich; und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung von zweiten und dritten Clustern, welche aus dem ersten Clusters gebildet sind.

In den Figuren sind gleiche sowie funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Kraftfahrzeug 1 ist im vorliegenden Fall als ein Personenkraftwagen ausgebildet. Das Kraftfahrzeug 1 weist ein Fahrerassistenzsystem 2 mit zumindest einer Lidar-Sensorvorrichtung 3 auf, welche zum Überwachen eines Umgebungsbereiches 4 des Kraftfahrzeugs 1 ausgebildet ist. Die Lidar-Sensorvorrichtung 3 ist insbesondere als

ein Flash-Lidar-Sensor ausgestaltet, welcher den Umgebungsbereich 4 mittels eines Sendesignals in Form von einem Lichtpuls ausleuchtet und den in dem Umgebungsbereich 4 reflektierten Lichtpuls als Empfangssignal wieder empfängt. Dazu weist die Lidar-Sensorvorrichtung 3 eine Sendeeinrichtung 5 zum Aussenden des Sendesignals, eine Empfangseinrichtung 6 zum Empfangen des in dem Umgebungsbereich 4, beispielsweise an Objekten 7, 8, reflektierten Empfangssignals sowie eine Auswerteeinrichtung 9 auf. Die Lidar-Sensorvorrichtung 3 ist dazu ausgelegt, die Objekte 7, 8 zu erkennen sowie deren Größen und räumliche Lagen in dem Umgebungsbereich 4 zu erkennen. Die räumlichen Lagen der Objekte 7, 8 werden durch jeweilige Abstände der Objekte 7, 8 zu dem Kraftfahrzeug 1 sowie jeweilige Orientierungen von Oberflächen der Objekte 7, 8 zu dem Kraftfahrzeug 1 bestimmt. Informationen über die Lage der Objekte 7, 8 zu dem Kraftfahrzeug 1 können einer Steuereinrichtung 10 des Fahrerassistenzsystems 2 bereitgestellt werden. Die Steuereinrichtung 10 kann basierend auf der Lageinformation beispielsweise eine Maßnahme zur Vermeidung einer Kollision des Kraftfahrzeugs 1 mit den Objekten 7, 8 einleiten.

Beispielsweise kann die Sendeeinrichtung 5 der Lidar-Sensorvorrichtung 3 während eines Messzyklus mehrere Lichtpulse aussenden. Die Empfangseinrichtung 6 kann den reflektierten Lichtpuls als Empfangssignal in mehreren Lichtstrahlen bzw. Reflexionen wieder empfangen. Dazu kann die Empfangseinrichtung 6 mehrere Empfangselemente aufweisen, wobei jedes Empfangselement insbesondere nur Lichtstrahlen aus einer bestimmten Reflexionsrichtung empfängt. Anders ausgedrückt empfängt jedes Empfangselement nur Lichtstrahlen, welche in einem ihm zugeordneten Reflexionswinkel aus dem Umgebungsbereich 4 auf die Empfangseinrichtung 6 treffen. In den von den Empfangselementen empfangenen Lichtstrahlen werden zunächst Detektionspunkte D, D' identifiziert, welche zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich 4 korrespondieren. Dazu kann für jeden Lichtstrahl ein Intensitätsverlauf 11 von Intensitäten I des Lichtstrahls über die Zeit t, wie er in Fig. 2 gezeigt ist, nach Intensitätsspitzen P1, P2 durchsucht werden. Diese Intensitätsspitzen P1, P2 mit den Intensitätswerten I1, I2 repräsentieren die Detektionspunkte D, D', sogenannte Echos. Anhand eines Zeitpunktes t1 der ersten Intensitätsspitze P1 kann über Laufzeitmessung eine erste Distanz d1 eines zu dem Detektionspunkt D korrespondierenden Reflexionspunktes in dem Umgebungsbereich 4 bestimmt werden. Anhand eines zweiten Zeitpunktes t2 der zweiten Intensitätsspitze P2 kann eine zweite Distanz d2 eines zu dem Detektionspunkt D' korrespondierenden Reflexionspunktes in den Umgebungsbereich 4 bestimmt werden. Dabei weist der Detektionspunkt D den ersten Intensitätswert I1 auf und der

Detektionspunkt D' den im Vergleich zum ersten Intensitätswert I_1 kleineren zweiten Intensitätswert I_2 auf.

Die Detektionspunkte D , D' stammen hier aus einem bestimmten Abstandsbereich und werden basierend auf ihren absoluten Intensitäten gefiltert. Dies bedeutet, dass für diesen Abstandsbereich ein abstandsbasierter Intensitäts-Schwellwert I_s vorgegeben wird, welcher mit den Intensitätswerten I_1 , I_2 verglichen wird. Gemäß Fig. 2 unterschreitet der zweite Intensitätswert I_2 der zweiten Detektion D' den Intensitäts-Schwellwert I_s und wird daher herausgefiltert. Der Intensitätswert I_1 der ersten Detektion D überschreitet den abstandsbasierten Intensitäts-Schwellwert I_s und wird daher nicht herausgefiltert.

Die gefilterten Detektionspunkte D , D'' sämtlicher Lichtstrahlen werden, wie in Fig. 3 gezeigt, in Cluster gruppiert, wobei in Fig. 3 lediglich ein Cluster $C1$ dargestellt ist. Dazu können für jeden für jeden Detektionspunkte D , D'' Positionen bestimmt werden, indem anhand der Laufzeitmessung Abstandswerte d sowie anhand des den jeweiligen Detektionspunkt D , D'' erfassenden Empfangselementes die Reflexionswinkel α bestimmt werden. Die Gruppierung der Detektionspunkte D , D'' zu Clustern $C1$ kann beispielsweise mittels dichtebasierter Clusteranalyse, insbesondere DBSCAN, durchgeführt werden. Wenn Objekte 7, 8 in dem Umgebungsbereich 4 nah beieinander liegen und das Empfangssignal zusätzlich Störsignale aufweist, so kann es vorkommen, dass die Clusteranalyse fehlerhaft ist. Beispielsweise kann es vorkommen, dass das Cluster $C1$ dann fälschlicherweise für ein einziges Objekt gehalten wird, obwohl die Detektionspunkte D , D'' innerhalb des Clusters $C1$ eigentlich zu Reflexionspunkten mehrerer Objekte 7, 8 korrespondieren.

Daher werden die Detektionspunkte D , D'' innerhalb des Clusters $C1$ basierend auf ihrer relativen Intensität gefiltert. Dazu werden die Intensitäten der Detektionspunkte D , D'' mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert verglichen, welcher beispielsweise aus einem Mittelwert der Intensitätswerte der Detektionspunkte D , D'' innerhalb des Clusters $C1$ bestimmt wird. Wenn ein Intensitätswert eines Detektionspunkte D , D'' den clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert, also den Mittelwert der Intensitätswerte der Detektionspunkte D , D'' , unterschreitet, so wird dieser Detektionspunkte D'' aus dem Cluster $C1$ entfernt.

Das Cluster $C1$ ohne den Detektionspunkt D'' ist in Fig. 4 gezeigt. Durch das Entfernen des Detektionspunktes D'' entsteht eine Lücke 12, welche einen detektionspunktfreien Bereich innerhalb des Clusters $C1$ beschreibt. Wenn diese Lücke 12 eine vorbestimmte

Größe überschreitet, so wird davon ausgegangen, dass die durch die Lücke 12 getrennten Detektionspunktbereiche innerhalb des Clusters C1 zu Reflexionspunkten unterschiedlicher Objekte korrespondieren. In diesem Fall wird das Cluster C1 in mehrere Cluster aufgeteilt. Hier wird, wie in Fig. 5 gezeigt, das Cluster C1 in zwei Cluster C2, C3 aufgeteilt. Das Cluster C2 korrespondiert beispielsweise zu dem Objekt 7 in dem Umgebungsbereich 4, das Cluster C3 zu dem Objekt 8 in dem Umgebungsbereich 4 des Kraftfahrzeugs 1.

Für jedes Cluster C2, C3 wird ein Mittelwert M bestimmt, indem Positionen der Detektionspunkte D innerhalb der Cluster C2, C3 bestimmt werden, die Positionen durch die Intensitätswerte der zugehörigen Detektionspunkte D gewichtet werden und der Mittelwert M anhand der gewichteten Positionen bestimmt wird. Außerdem kann eine jeweilige Größe der Cluster C2, C3 bestimmt werden. Anhand des Mittelwertes M sowie anhand der Größe des jeweiligen Clusters C2, C3 kann eine Größe des jeweiligen Objektes 7, 8 bestimmt werden. Die Größe des Objektes 7, 8 wird dabei so bestimmt, dass das Objekt 7, 8 innerhalb des Clusters C2, C3 liegt.

Außerdem kann anhand der Detektionspunkte D eines Clusters C2, C3 eine jeweilige Orientierungslinie L für die Cluster C2, C3 bestimmt werden. Die Orientierungslinie L beschreibt eine räumliche Lage von Reflexionspunkten auf der Oberfläche des jeweiligen Objektes 7, 8 bezüglich der Lidar-Sensorvorrichtung 3 und damit bezüglich des Kraftfahrzeugs 1. Die Orientierungslinie L kann beispielsweise mittels der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden. Basierend auf den Orientierungslinien L und den Größen der Objekte 7, 8 kann der Umgebungsbereich 4 um das Kraftfahrzeug 1 herum mit hoher Genauigkeit objektbasiert beschrieben werden.

Ansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Objekten (7, 8) in einem Umgebungsbereich (4) eines Kraftfahrzeugs (1) anhand zumindest eines aus dem Umgebungsbereich (4) reflektierten und von einer Lidar-Sensorvorrichtung (3) empfangenen Empfangssignals, wobei in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich (4) korrespondierende Detektionspunkte (D, D', D'') identifiziert werden, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte (I1, I2) der Detektionspunkte (D, D', D'') bestimmt werden, die Detektionspunkte (D, D', D'') durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstandsasierten Intensitäts-Schwellwert (I_s) gefiltert werden, die gefilterten Detektionspunkte (D, D'') zu Clustern (C1) gruppiert werden, und die Objekte (7, 8) basierend auf den Clustern (C1) erkannt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Detektionspunkte (D, D'') innerhalb eines Clusters (C1) durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte (D, D'') innerhalb des Clusters (C1) mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert gefiltert werden, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte (D, D'') des Clusters (C1) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass anhand des Empfangssignals zusätzlich zu den Intensitätswerten Positionswerte für die Detektionspunkte (D, D', D'') bestimmt werden und die Detektionspunkte (D, D', D'') vor dem Gruppieren zu Clustern (C1) zusätzlich durch Vergleichen der Positionswerte mit einem absoluten Positions-Schwellwert gefiltert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mittelwert der Intensitätswerte der jeweiligen Detektionspunkte (D, D'') innerhalb

eines Clusters (C1) bestimmt wird und der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert vorgegeben wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Filterung der Detektionspunkte (D) innerhalb eines Clusters (C1) das Cluster (C1) nach zumindest einem detektionspunktfreien Bereich durchsucht wird, durch welchen eine Lücke (12) zwischen den Detektionspunkten (D) eines Clusters (C1) größer als ein vorbestimmter Schwellwert gebildet wird, und das Cluster (C1) in zumindest zwei separate Cluster (C2, C3) unterteilt wird, falls zumindest ein detektionspunktfreier Bereich identifiziert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum Identifizieren zumindest eines detektionspunktfreien Bereiches Abstandswerte von benachbarten Detektionspunkten (D) innerhalb eines Clusters (C1) zueinander bestimmt werden und der zumindest eine detektionspunktfreie Bereich identifiziert wird, falls zumindest ein Abstandswert einen vorbestimmten Abstands-Schwellwert überschreitet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die jeweiligen Cluster (C2, C3) Mittelpunkte (M) und Größen der jeweiligen Cluster (C2, C3) bestimmt werden, und anhand der Größen und anhand der Mittelpunkte (M) der Cluster (C2, C3) Größen der jeweiligen mit den Clustern (C2, C3) korrespondierenden Objekte (7, 8) in dem Umgebungsbereich (4) derart bestimmt werden, dass die Objekte (7, 8) innerhalb der korrespondierenden Cluster (C2, C3) liegen.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass Positionswerte der Detektionspunkte (D) innerhalb der Cluster (C2, C3) bestimmt werden, die Positionswerte der Detektionspunkte (D) mit den jeweiligen Intensitätswerten gewichtet werden und der Mittelpunkt (M) der Cluster (C2, C3)

anhand der gewichteten Positionswerte der Cluster (C2, C3) bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der Detektionspunkte (D) der jeweiligen Cluster (C2, C3) Orientierungslinien (L) bestimmt werden und Orientierungen der Objekte (7, 8) bezüglich der Lidar-Sensorvorrichtung (3) anhand von Winkeln der Orientierungslinien (L) zu einer Blickrichtung der Lidar-Sensorvorrichtung (3) bestimmt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Orientierungslinien (L) mittels der Methode der kleinsten Quadrate in Abhängigkeit von den Detektionspunkten (D) der jeweiligen Cluster (C2, C3) bestimmt werden.
10. Lidar-Sensorvorrichtung (3) für ein Kraftfahrzeug (1) zum Erfassen von Objekten (7, 8) in einem Umgebungsbereich (4) des Kraftfahrzeugs (1) mit einer Empfangseinrichtung (6), welche dazu ausgelegt ist, ein aus dem Umgebungsbereich (4) reflektiertes Empfangssignal zu empfangen, und mit einer Auswerteeinrichtung (9), welche dazu ausgelegt ist, in dem Empfangssignal zu Reflexionspunkten in dem Umgebungsbereich (4) korrespondierende Detektionspunkte (D, D', D'') zu identifizieren, anhand des Empfangssignals jeweilige Intensitätswerte (I1, I2) der Detektionspunkte (D, D', D'') zu bestimmen, die Detektionspunkte (D, D', D'') durch Vergleichen der Intensitätswerte mit einem abstands-basierten Intensitäts-Schwellwert (I_s) zu filtern, die gefilterten Detektionspunkte (D, D'') zu Clustern (C1) zu gruppieren, und die Objekte (7, 8) basierend auf den Clustern (C1) zu erkennen, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (9) dazu ausgelegt ist, durch Vergleichen der Intensitätswerte der Detektionspunkte (D, D'') innerhalb des Clusters (C1) mit einem clusterspezifischen, relativen Intensitäts-Schwellwert zu filtern, wobei der clusterspezifische, relative Intensitäts-Schwellwert in Abhängigkeit von den Intensitätswerten der Detektionspunkte (D, D'') des Clusters (C1) bestimmt ist.

11. Fahrerassistenzsystem (2) mit zumindest einer Lidar-Sensorvorrichtung (3) nach Anspruch 10.
12. Kraftfahrzeug (1) mit einem Fahrerassistenzsystem (2) nach Anspruch 11.

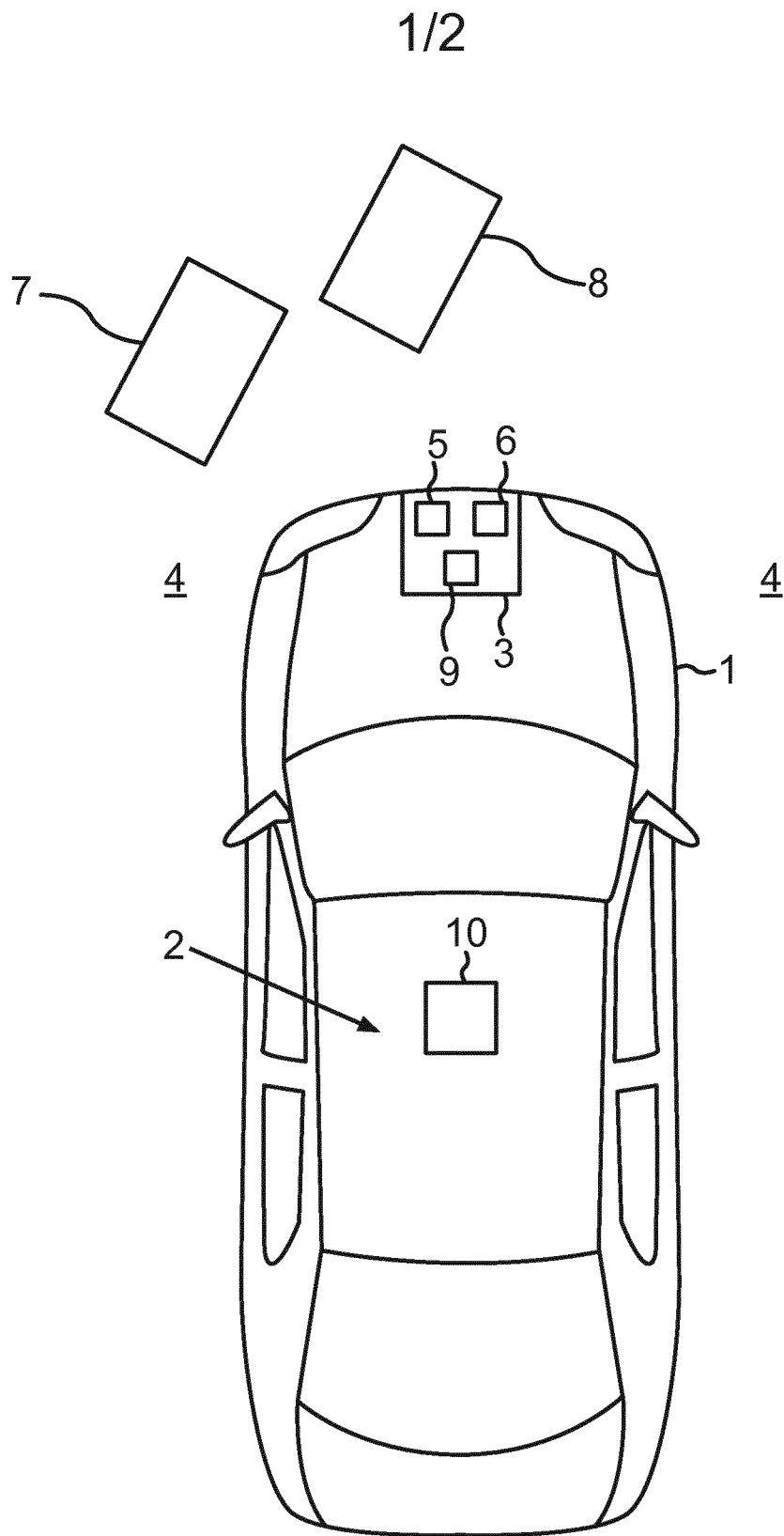


Fig.1

2/2

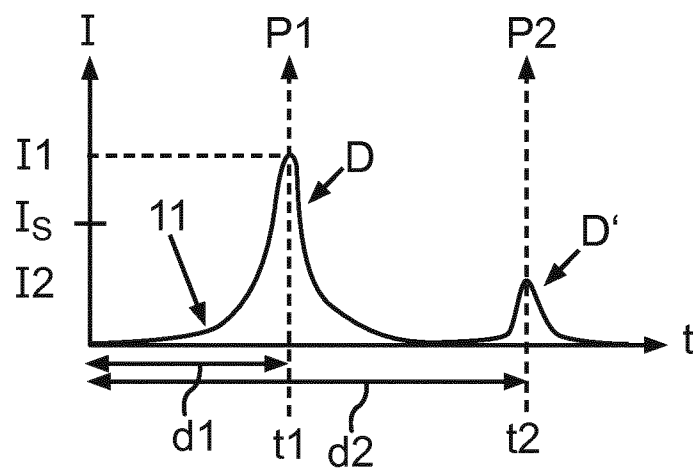


Fig.2

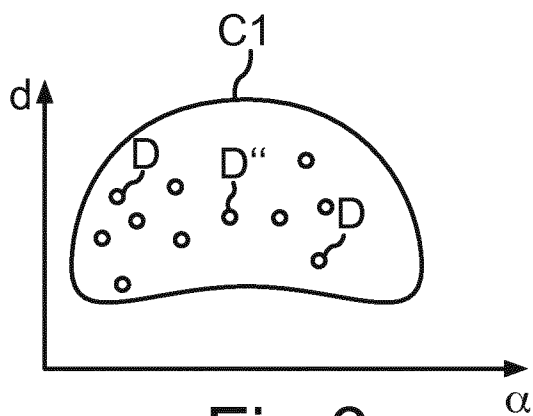


Fig.3

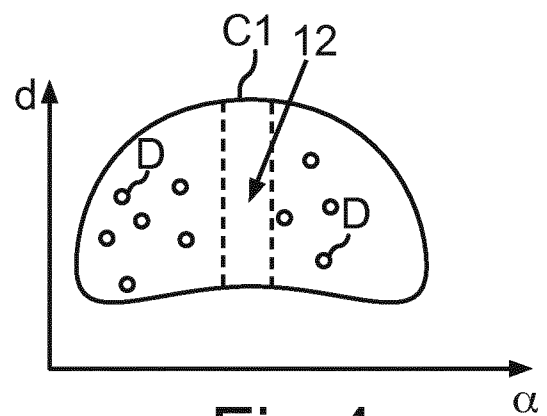


Fig.4

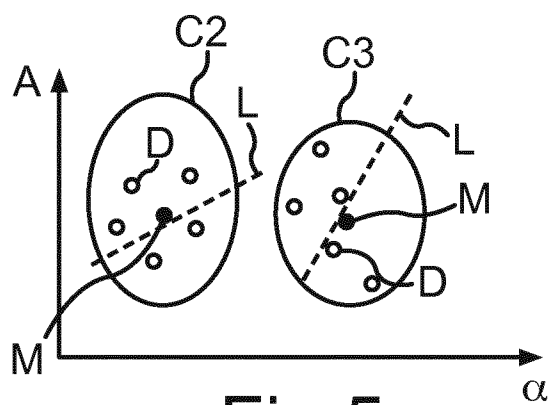


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/065072**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01S 17/42**(2006.01)i; **G01S 17/93**(2006.01)i; **G01S 7/487**(2006.01)i; **G01S 7/486**(2006.01)n

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.
Y	DE 102010062209 A1 (DENSO CORP [JP]) 09 June 2011 (2011-06-09) paragraph [0045] - paragraph [0046] paragraph [0053] - paragraph [0057] paragraph [0075] - paragraph [0084] figures 1-6	1-12
Y	EP 2966473 A1 (SICK AG [DE]) 13 January 2016 (2016-01-13) paragraph [0007] paragraph [0013] paragraph [0016]	1-12
Y	US 2003218919 A1 (ARITA SATORU [JP] ET AL) 27 November 2003 (2003-11-27) paragraph [0062] figure 4	1-12
Y A	US 2011234450 A1 (SAKAI HIROSHI [JP] ET AL) 29 September 2011 (2011-09-29) paragraph [0149] figures 1, 3-5	8,9 1-7,10-12

☐ 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

05 September 2018

Date of mailing of the international search report

13 September 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Köppe, Maro

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/065072

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102010062209	A1		09 June 2011		DE	102010062209	A1	09 June 2011
						JP	5257341	B2	07 August 2013
						JP	2011117799	A	16 June 2011
						US	2011128547	A1	02 June 2011
EP	2966473	A1		13 January 2016		EP	2966473	A1	13 January 2016
						US	2016010975	A1	14 January 2016
US	2003218919	A1		27 November 2003		JP	3838432	B2	25 October 2006
						JP	2003302468	A	24 October 2003
						US	2003218919	A1	27 November 2003
US	2011234450	A1		29 September 2011		DE	102011006216	A1	24 November 2011
						JP	5267588	B2	21 August 2013
						JP	2011221005	A	04 November 2011
						US	2011234450	A1	29 September 2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S17/42 G01S17/93 G01S7/487
 ADD. G01S7/486

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.
Y	DE 10 2010 062209 A1 (DENSO CORP [JP]) 9. Juni 2011 (2011-06-09) Absatz [0045] - Absatz [0046] Absatz [0053] - Absatz [0057] Absatz [0075] - Absatz [0084] Abbildungen 1-6	1-12
Y	----- EP 2 966 473 A1 (SICK AG [DE]) 13. Januar 2016 (2016-01-13) Absatz [0007] Absatz [0013] Absatz [0016]	1-12
Y	----- US 2003/218919 A1 (ARITA SATORU [JP] ET AL) 27. November 2003 (2003-11-27) Absatz [0062] Abbildung 4 ----- -/-	1-12



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

5. September 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/09/2018

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

Köppe, Maro

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y A	US 2011/234450 A1 (SAKAI HIROSHI [JP] ET AL) 29. September 2011 (2011-09-29) Absatz [0149] Abbildungen 1, 3-5 -----	8,9 1-7, 10-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/065072

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010062209 A1	09-06-2011	DE 102010062209 A1	09-06-2011
		JP 5257341 B2	07-08-2013
		JP 2011117799 A	16-06-2011
		US 2011128547 A1	02-06-2011

EP 2966473 A1	13-01-2016	EP 2966473 A1	13-01-2016
		US 2016010975 A1	14-01-2016

US 2003218919 A1	27-11-2003	JP 3838432 B2	25-10-2006
		JP 2003302468 A	24-10-2003
		US 2003218919 A1	27-11-2003

US 2011234450 A1	29-09-2011	DE 102011006216 A1	24-11-2011
		JP 5267588 B2	21-08-2013
		JP 2011221005 A	04-11-2011
		US 2011234450 A1	29-09-2011
