



(10) **DE 10 2019 126 276 A1** 2021.04.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 126 276.3**

(22) Anmeldetag: **30.09.2019**

(43) Offenlegungstag: **01.04.2021**

(51) Int Cl.: **G01S 15/87 (2006.01)**
G01S 15/93 (2020.01)

(71) Anmelder:

**Valeo Schalter und Sensoren GmbH, 74321
Bietigheim-Bissingen, DE**

(72) Erfinder:

**Poepperl, Maximilian, 96317 Kronach, DE;
Renner, Johannes, 96317 Kronach, DE;
Sommer, Niko, 96317 Kronach, DE; Gulagundi,
Raghavendra, 96317 Kronach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2014 111 124	A1
DE	10 2014 111 125	A1
DE	10 2015 120 655	A1
DE	10 2016 218 064	A1

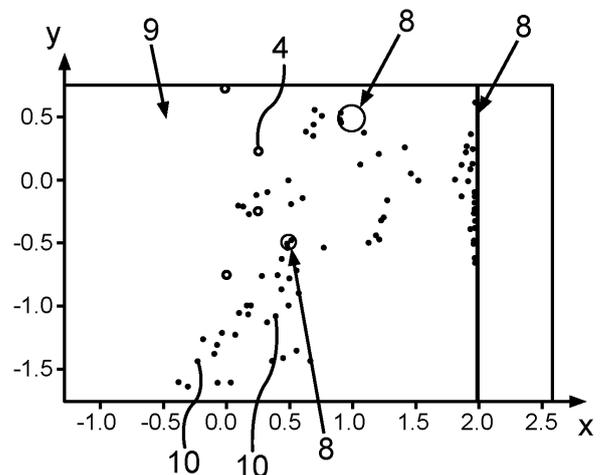
**Wikipedia: Methode der kleinsten Quadrate.
Online Enzyklopädie. Version vom 21.08.2019.**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erfassen zumindest eines Objekts in einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs durch Zuordnung von Objektpunkten, Recheneinrichtung sowie Ultraschallsensorvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von zumindest einem Objekt (8) in einem Umgebungsbereich (9) eines Fahrzeugs (1), bei welchem anhand von Messungen mit zumindest zwei Ultraschallsensoren (4) eine Mehrzahl von gemessenen Objektpunkten (10) bestimmt wird, die gemessenen Objektpunkte (10) zu zumindest einem Cluster (C1, C2, C3) zugeordnet werden und durch die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte (10) zu dem Cluster (C1, C2, C3) diejenigen gemessenen Objektpunkte (10) erkannt werden, welche von dem zumindest einen Objekt (8) stammen, wobei zumindest ein Objektmodell vorgegeben wird, wobei das zumindest eine Objektmodell zumindest durch eine Position und/oder eine Form definiert ist, und für die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte (10) zu dem zumindest einen Cluster (C1, C2, C3) die gemessenen Objektpunkte (10) mit dem zumindest einen Objektmodell verglichen werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von zumindest einem Objekt in einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs. Bei dem Verfahren wird anhand von Messungen mit zumindest zwei Ultraschallsensoren eine Mehrzahl von gemessenen Objektpunkten bestimmt, die gemessenen Objektpunkte werden zumindest einem Cluster zugeordnet und durch die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte zu dem Cluster werden diejenigen gemessenen Objektpunkte erkannt, welche von dem zumindest einen Objekt stammen. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Recheneinrichtung sowie eine Ultraschallsensorvorrichtung für ein Fahrzeug. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie ein computerlesbares (Speicher)medium.

[0002] Das Interesse richtet sich vorliegend auf Ultraschallsensoren für Fahrzeuge. Derartige Ultraschallsensoren können beispielsweise Teil eines Fahrerassistenzsystems des Fahrzeugs sein. Mit den Ultraschallsensoren können Objekte in dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs erfasst werden. Zu diesem Zweck kann mit den Ultraschallsensoren ein Ultraschallsignal ausgesendet werden und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal wieder empfangen werden. Anhand der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals kann dann ein Abstand zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt bestimmt werden.

[0003] In heutigen Ultraschallsystemen beziehungsweise Ultraschallsensorvorrichtungen erfolgt die Zieldetektion beziehungsweise die Detektion der Objekte über das Auffinden von Spitzen in dem Antwortsignal des Ultraschallsensors. Um herauszufinden, wo sich das Objekt befindet, trianguliert man zwei oder drei Signale, je nachdem, ob eine zweidimensionale oder dreidimensionale Objekterkennung notwendig ist. Hierzu sind werden die zwei oder drei Signale mit unterschiedlichen Sensoren ausgesendet und/oder empfangen, wobei sich die Sensoren an unterschiedlichen Positionen befinden. Bei der dreidimensionalen Objekterkennung ist es zudem erforderlich, dass die Sensoren nicht auf einer Linie liegen. Es ist ferner aus dem Stand der Technik bekannt, dass einzelne Objektpunkte bestimmt werden, welche den Abstand zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt beschreiben. Ferner ist es bekannt, dass diese Objektpunkte zusammengefasst beziehungsweise geclustert werden. Beispielsweise können diejenigen Objektpunkte verbunden werden, die sich näherungsweise auf einer Linie befinden. Allerdings kann man daraus nicht direkt auf die Form des Objekts schließen. Diese Einschränkung reduziert die Möglichkeit, Objekte sinnvoll zu tracken und insbesondere die Genauigkeit des Trackings. Des Weiteren ist

es so nicht möglich, Signalechos direkt einem Objekt zuzuordnen und bereits im ersten Schritt eine Aussage über Objekteigenschaften zu treffen.

[0004] Die DE 10 2016 218 064 A1 offenbart ein Betriebsverfahren für ein Ultraschallsensorsystem. Dabei kann vorgesehen sein, dass ein jeweiliges Fangfenster über einen Tiefpassfilter an eine mittlere Abweichung zwischen einer vorhergesagten Lage eines zukünftigen Ultraschallechos und einer tatsächlichen Lage eines in einer Gruppe oder einer Trace aufgenommenen Ultraschallechos in einer Spur eines Ultraschallechosignals angepasst wird. Bei einer Gruppe handelt sich dabei jeweils um eine Zusammenfassung von Ultraschallechos in Echosignalen oder Empfangssignalen zu zeitlich voneinander beabstandeten Ultraschallsignalen als Sendesignalen oder zu deren zeitlich beabstandeten Pulsen als Sendepulse.

[0005] Ferner beschreibt die DE 10 2015 120 655 A1 ein Verfahren zum Normieren von Ultraschallechosignaldaten. Hierbei können Kenndaten wie charakteristische Eigenschaften und Kennwerte der jeweiligen Cluster bestimmt werden. Beispiele für solche Cluster-Kenndaten sind Informationen über die Lokalisation, Verteilung, Form, Energie, Ausdehnung und Distanz der von einem Cluster repräsentierten auf Reflektionen an Objekten zurückgehende Signalanteile des von den normierten Ultraschallechosignaldaten repräsentierten normierten Ultraschallechosignals.

[0006] Des Weiteren beschreibt die DE 10 2014 111 124 A1 ein Verfahren zum Erkennen zumindest eines Objekts in einem Umgebungsbereich eines Kraftfahrzeugs. Dabei werden während einer Bewegung des Kraftfahrzeugs relativ zu dem zumindest einen Objekt aufeinanderfolgende Messzyklen durchgeführt. In jedem Messzyklus wird ein Merkmal bestimmt, wobei das Merkmal einen Positionswert beschreibt. Der Positionswert beschreibt die Position des zumindest einen Objekts. Des Weiteren werden die Merkmale in Abhängigkeit von ihrem Positionswert einem Cluster zugeordnet und die Merkmale des Clusters werden in Abhängigkeit von dem Vorliegen eines zweiten Echos als dem zumindest einen Objekt zugehörig signalisiert.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie Objekte in einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs mithilfe einer Ultraschallsensorvorrichtung der eingangs genannten Art zuverlässiger erkannt werden können.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren, durch eine Recheneinrichtung, durch eine Ultraschallsensorvorrichtung, durch ein Computerprogrammprodukt sowie durch ein computerlesbares (Speicher)medium mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vor-

teilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Erfassen von zumindest einem Objekt in einem Umgebungsbereich eines Fahrzeugs. Bei dem Verfahren wird anhand von Messungen mit zumindest zwei Ultraschallsensoren eine Mehrzahl von gemessenen Objektpunkten bestimmt. Zudem werden die gemessenen Objektpunkte zumindest einem Cluster zugeordnet und durch die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte zu dem Cluster werden diejenigen gemessenen Objektpunkte erkannt, welche von dem zumindest einen Objekt stammen. Ferner ist vorgesehen, dass zumindest ein Objektmodell vorgegeben wird, wobei das zumindest eine Objektmodell durch zumindest eine Position und/oder eine Form definiert ist. Des Weiteren werden für die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte zu dem zumindest einen Cluster die gemessenen Objektpunkte mit dem zumindest einen Objektmodell verglichen.

[0010] Mithilfe des Verfahrens sollen Objekte in dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs erkannt werden. Das Verfahren kann mit einer entsprechenden Recheneinrichtung einer Ultraschallsensorvorrichtung durchgeführt werden. Diese Recheneinrichtung kann durch ein elektronisches Steuergerät der Ultraschallsensorvorrichtung und/oder durch eine in die Ultraschallsensoren integrierte Recheneinrichtungen beziehungsweise Sensorelektronik durchgeführt werden. Im Betrieb der Ultraschallsensorvorrichtung beziehungsweise der Ultraschallsensoren wird mit den Ultraschallsensoren ein Ultraschallsignal ausgesendet. Die Ultraschallsensoren können eine Membran aufweisen, die mit einem Schallwandlerelement, beispielsweise einem piezoelektrischen Element, zu mechanischen Schwingungen angeregt werden kann. Hierdurch kann das Ultraschallsignal ausgesendet werden. Das in dem Umgebungsbereich beziehungsweise an dem Objekt reflektierte Objekt gelangt wieder zu dem Ultraschallsensor zurück, wodurch die Membran in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingung der Membran kann mit dem Schallwandlerelement erfasst werden und in Form eines Sensorsignals, insbesondere in einer zeitlich veränderlichen Spannung, ausgegeben werden. Darüber hinaus kann dieses Sensorsignal dahingehend überprüft werden, ob dieses Signalspitzen beziehungsweise Peaks aufweist. Derartige Signalspitzen können dann dem Echo des Ultraschallsignals an dem Objekt zugeordnet werden.

[0011] Die Ultraschallsensorvorrichtung kann zumindest zwei Ultraschallsensoren aufweisen. Mit diesen Ultraschallsensoren können sowohl direkte als auch indirekte Messungen durchgeführt werden. Bei einer direkten Messung wird das Ultraschallsignal mit einem der Ultraschallsensoren ausgesendet und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal auch

wieder mit dem gleichen Ultraschallsensor empfangen. Bei der indirekten Messung wird das Ultraschallsignal mit einem ersten Ultraschallsensor ausgesendet und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal mit einem zweiten Ultraschallsensor empfangen. Aus diesen direkten und indirekten Signalen kann dann mittels Trilateration jeweils ein gemessener Objektpunkt bestimmt werden, der den Abstand zwischen zumindest einem der Ultraschallsensoren und dem Objekt beschreiben kann. Diese gemessenen Objektpunkte können fortlaufend während der Bewegung des Fahrzeugs bestimmt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass die gemessenen Objektpunkte in eine digitale Umgebungskarte eingetragen werden, welche die Umgebung beziehungsweise den Umgebungsbereich des Fahrzeugs beschreiben.

[0012] Gemäß einem wesentlichen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Objektmodell vorgegeben wird, wobei das zumindest eine Objektmodell zumindest durch eine Position und/oder eine Form definiert ist. Es können beispielsweise eine Mehrzahl von Objektmodellen vorgegeben werden, welche sich durch ihre Position und/oder Formgebung voneinander unterscheiden. Anhand der Verteilung der gemessenen Objektpunkte können diese möglichen Objekten in dem Umgebungsbereich zugeordnet werden. Die verschiedenen Peaks aus allen Signalwegen beziehungsweise alle gemessenen Objektpunkte können also verschiedenen Objekten zugeordnet werden. Des Weiteren werden für die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte zu dem zumindest einen Cluster die gemessenen Objektpunkte mit dem zumindest einen Objektmodell verglichen. Beispielsweise können zunächst aus allen Objektpunkten diejenigen extrahiert oder ausgewählt werden, welche tatsächlich von Reflexionen des Ultraschallsignals an dem zumindest einen Objekt stammen. Danach können die ausgewählten Objektpunkte geclustert beziehungsweise zusammengefasst werden. Die ausgewählten Objektpunkte können also einem oder mehreren Clustern zugeordnet werden. Insgesamt können somit Objekte in dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs mithilfe von Messungen mit Ultraschallsensoren zuverlässiger erkannt werden. Somit können diese Objekte auch entsprechend nachverfolgt beziehungsweise getrackt werden.

[0013] In einer Ausführungsform wird das zumindest eine Objektmodell durch einen Abstand zu zumindest einem der Ultraschallsensoren definiert und die gemessenen Objektpunkte werden anhand des Abstands zu dem zumindest einem Ultraschallsensor dem Objektmodell zugeordnet. Beispielsweise kann also erkannt werden, dass mehrere der Objektpunkte den gleichen oder einen ähnlichen Abstand zu den Ultraschallsensoren aufweisen. Wenn mehrere gemessene Objektpunkte in einem Abstandsbereich liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die-

se vom gleichen Objekt stammen. Beispielsweise können die gemessenen Objektpunkte bezüglich des Abstandswerts ausgewertet werden. Zudem können dann die gemessenen Objektpunkte, die dem gleichen Objekt zugeordnet werden, geclustert werden. Somit kann ein Clustern der gemessenen Objektpunkte mit geringem Rechenaufwand realisiert werden.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform werden anhand des zumindest einen Objektmodells berechnete Objektpunkte bestimmt und die gemessenen Objektpunkte werden mit den berechneten Objektpunkten verglichen. Die Objektmodelle können verschiedene Objekttypen beschreiben. Beispielsweise können die Objektmodelle unterschiedliche Formen von Objekten beschreiben. Auf Grundlage dieser Objektmodelle werden nun berechnete Objektpunkte bestimmt. Diese berechneten Objektpunkte beschreiben jeweils den Abstand zwischen zumindest einem der Ultraschallsensoren und einem der Objektmodelle. Die jeweiligen berechneten Objektpunkte können also separat für die unterschiedlichen Objektmodelle bestimmt werden. Zudem ist es vorgesehen, dass die gemessenen Objektpunkte mit den berechneten Objektpunkten verglichen werden. Aus diesem Vergleich kann nun abgeleitet werden, welches der Objektmodelle den gemessenen Objektpunkten am besten zugeordnet werden kann oder am ähnlichsten ist. Es ist also gemäß der Erfindung vorgesehen, für verschiedene Objektmodelle beziehungsweise Objekttypen den theoretisch erwarteten Abstand, den die Ultraschallsensoren messen würden, zu berechnen. Auf diese Weise kann auch die Form beziehungsweise der Typ des Objekts bestimmt werden.

[0015] Hierbei ist bevorzugt vorgesehen, dass eine Funktion bestimmt wird, welche einen Unterschied zwischen den gemessenen Objektpunkten und den berechneten Objektpunkten beschreibt und dass der Vergleich anhand der Funktion durchgeführt wird. Mit anderen Worten kann eine Funktion oder Fehlerfunktion berechnet werden, welche die Übereinstimmung einer Gruppe von gemessenen Objektpunkten zu einem bestimmten Objekttyp angibt. Beispielsweise kann eine Funktion bestimmt werden, welche die mittlere quadratische Abweichung (mean square error) zwischen den gemessenen Objektpunkten und den berechneten Objektpunkten beschreibt. Für die Minimierung des Fehlers kann der Mittelwert auch nur durch die Summe realisiert werden, da die Anzahl der Messpunkte beziehungsweise Objektpunkte während der Minimierung konstant bleibt. Somit kann für jedes der Objektmodelle eine entsprechende Funktion bestimmt werden, um die bestimmten Objektmodelle mit den gemessenen Objektpunkten zu vergleichen. Auf diese Weise kann mit geringem Rechenaufwand der Vergleich der gemessenen Objektpunkte mit den berechneten Objektpunkten durchgeführt werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform wird ein Minimum der Funktion bestimmt und die Zuordnung des zumindest einen Objektmodells zu den gemessenen Objektpunkten wird anhand des Minimums durchgeführt. Mit anderen Worten kann die konstruierte Funktion ein globales Minimum bei den am besten passenden Objekteigenschaften beziehungsweise bei dem am besten passenden Objektmodell aufweisen. Durch das Minimieren der Funktion kann somit die Information über das Objekt in dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs herausgefunden werden. Je nachdem wie groß der Funktionswert dieser Optimierungsfunktion ein Minimum für die verschiedenen Objektmodelle beziehungsweise Objekttypen ist, kann ein Rückschluss auf die Form und die Position des Objekts geschlossen werden.

[0017] Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die Funktion eine Variable und/oder einen Parameter umfasst, wobei die Variable und/oder der Parameter eine Form und/oder eine Position des jeweiligen Objektmodells beschreiben. Die theoretisch berechneten Objektpunkte können von der Variablen und/oder dem Parameter abhängen. Mit anderen Worten kann der jeweils berechnete Objektpunkt eine Funktion der Variablen und/oder des Parameters sein.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung ist das zumindest eine Objektmodell ein Punkt, eine Linie, ein Kreis und/oder eine Wand. Beispielsweise können als Objektmodelle Punktmodelle und/oder Linienmodelle vorgegeben werden. Für ein Punktobjekt und/oder ein Linienobjekt können analytische Lösungen verwendet werden, um den Abstand abhängig von der Position zu bestimmen. Ferner kann vorgesehen sein, dass eines der Objektmodelle ein Kreis ist, wobei der Kreis insbesondere numerisch definiert wird. Ein derartiger Kreis kann beispielsweise dazu verwendet werden, ein zylinderförmiges Objekt im zweidimensionalen Raum zu modellieren. Wenn die gemessenen Objektpunkte im zweidimensionalen Raum bestimmt werden, können diese mit Objektmodellen, welche zylinderförmige Objekte beziehungsweise Pfosten im dreidimensionalen Raum beschreiben, verglichen werden. Neben kreisförmigen Objektmodellen können auch quadratische oder rechteckförmige Objektmodelle verwendet werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass eines der Objektmodelle eine Wand, wobei die Wand durch einen Referenzpunkt und einen normalen Vektor definiert wird. Eine derartige Wand kann also anhand ihrer Position beziehungsweise des Referenzpunkts definiert werden. Ferner kann die Wand durch die Orientierung des Normalenvektors definiert werden. Somit kann die Neigung der Wand relativ zu den Ultraschallsensoren beziehungsweise zu dem Fahrzeug vorgegeben werden. Somit kann auch ein derartiges dreidimensionales Objekt entsprechend beschrieben werden und die hieraus abgeleiteten berechneten Objektpunkte mit den gemessenen Objektpunkten ver-

glichen werden. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass andere dreidimensionale Objektmodelle beziehungsweise Objekttypen verwendet werden.

[0019] Weiterhin ist vorteilhaft, wenn eine Mehrzahl von Objektmodellen bestimmt wird und durch Zuordnung der Mehrzahl von Objektmodellen zu den gemessenen Objektpunkten eine Anzahl von Objekten in dem Umgebungsbereich des Fahrzeugs bestimmt wird. Das Verfahren kann also für mehrere Objekte der Umgebung des Fahrzeugs durchgeführt werden. Dabei können den jeweiligen Objekten unterschiedliche Objektmodelle zugeordnet werden. Durch Minimierung der zuvor beschriebenen Funktionen kann dann schließlich nicht nur die Anzahl der vorhandenen Objekte, sondern auch die exakte Form beziehungsweise der Typ der Objekte, beispielsweise Wand, Zylinder oder dergleichen, bestimmt werden.

[0020] Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte zu dem zumindest einen Objektmodell in aufeinanderfolgenden Iterationsschritten durchgeführt wird. Da die Anzahl der Objekte und damit die Modellordnung in einer Szene unbekannt ist, ist eine Iteration der Modellordnung in der Szene vorteilhaft. Hinweise auf die Modellordnung geben dazu bereits die Varianz der vorhandenen gemessenen Objektpunkte beziehungsweise der Sensor-Paare. Eine genaue Bestimmung der Objektanzahl und der Objekttypen kann jedoch iterativ ermittelt werden.

[0021] Bevorzugt werden die gemessenen Objektpunkte für verschiedene Sensorpfade bestimmt, wobei ein Sensorpfad einen Weg eines Ultraschallsignals beschreibt, welches mit einem ersten der Ultraschallsensoren ausgesendet wird und mit dem ersten Ultraschallsensor oder einem zweiten der Ultraschallsensoren empfangen wird. Sensorpfad heißt in diesem Fall, dass ein Ultraschallsensor das Ultraschallsignal aussendet und ein anderer oder der gleiche Ultraschallsensor das reflektierte Ultraschallsignal detektiert. Wie viele Sensorpfade benötigt werden, hängt von den Freiheitsgraden des jeweiligen Objektmodells und der betrachteten Dimensionen ab. Es kann beispielsweise eine zweidimensionale Betrachtung oder eine dreidimensionale Betrachtung vorgesehen sein. Damit können die jeweiligen Funktionen speziell für die Objektmodelle definiert werden.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung wird bei der Bestimmung der berechneten Objektpunkte beziehungsweise der Bestimmung des zumindest einen Objektmodells eine Bewegung des Fahrzeugs berücksichtigt. Mit der Fahrt des Fahrzeugs werden mit der Ultraschallsensorvorrichtung zeitlich aufeinanderfolgende Messzyklen durchgeführt. In den jeweiligen Messzyklen werden mit den Ultraschallsensoren die Ultraschallsignale ausgesendet und die von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignale wie-

der bestimmt. Zudem werden die gemessenen Objektpunkte bestimmt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Fahrzeug relativ zu dem Objekt bewegt wird. Die Bewegung des Fahrzeugs kann beispielsweise mittels Odometrie bestimmt werden. Hierzu können die Umdrehungen zumindest eines Rads des Fahrzeugs und/oder ein Lenkwinkel des Fahrzeugs fortlaufend aufgezeichnet werden. Um die berechneten Objektpunkte beziehungsweise die Objektmodelle zuverlässig bestimmen zu können, ist auch hier die Bewegung des Fahrzeugs zu berücksichtigen.

[0023] Das Verfahren wurde vorliegend in Zusammenhang mit Ultraschallsensoren beschrieben. Grundsätzlich kann das Verfahren auch auf andere Abstandssensoren, wie beispielsweise Radarsensoren, Lidar-Sensoren, Laserscanner oder dergleichen übertragen werden.

[0024] Eine erfindungsgemäße Recheneinrichtung für eine Ultraschallsensorvorrichtung ist zum Durchführen eines Verfahrens und der vorteilhaften Ausgestaltungen davon ausgelegt. Die Recheneinrichtung kann beispielsweise durch ein elektronisches Steuergerät (ECU) des Fahrzeugs gebildet sein. Ferner kann es vorgesehen sein, dass die Recheneinrichtung durch eine in einem Ultraschallsensor integrierte Sensorelektronik gebildet wird. In diesem Fall kann die Sensorelektronik insbesondere als anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) ausgebildet sein. Auf der Recheneinrichtung kann ein entsprechendes Computerprogramm zum Ablauf gebracht werden, um das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

[0025] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Ultraschallsensorvorrichtung für ein Fahrzeug. Die Ultraschallsensorvorrichtung umfasst eine erfindungsgemäße Recheneinrichtung sowie zumindest zwei Ultraschallsensoren. Insbesondere kann die Ultraschallsensorvorrichtung eine Mehrzahl von Ultraschallsensoren aufweisen, welche dann verteilt an dem Fahrzeug angeordnet werden können.

[0026] Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst eine erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung. Die Ultraschallsensorvorrichtung kann beispielsweise Teil eines Fahrerassistenzsystems des Fahrzeugs sein. Das Fahrzeug ist insbesondere als Personenkraftwagen ausgebildet. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Fahrzeug als Nutzfahrzeug ausgebildet ist.

[0027] Zudem betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogramm umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Recheneinrichtung diese veranlassen, ein erfindungsgemäßes Verfahren und die vorteilhaften Ausgestaltungen davon auszuführen.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerlesbares (Speicher)medium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Recheneinrichtung diese veranlassen, ein erfindungsgemäßes Verfahren und die vorteilhaften Ausgestaltungen davon auszuführen.

[0029] Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Recheneinrichtung, für die erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung, für das erfindungsgemäße Fahrzeug, für das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt sowie für das erfindungsgemäße computerlesbare Medium.

[0030] 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 Kombinationen 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 von diesen abweichen.

[0031] 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 Fahrzeugs, welches eine Ultraschallsensorvorrichtung mit einer Mehrzahl von Ultraschallsensoren aufweist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Umgebungsbereichs des Fahrzeugs, in dem sich als Objekt zwei Zylinder und eine Wand befinden, sowie eine Mehrzahl von gemessenen Objektpunkten;

Fig. 3 die gemessenen Objektpunkte in Abhängigkeit von einem Abstand, wobei die gemessenen Objektpunkte drei Clustern zugeordnet werden;

Fig. 4 die Darstellung gemäß **Fig. 2**, wobei nur die gemessenen Objektpunkte des ersten Clusters dargestellt sind;

Fig. 5 die Darstellung gemäß **Fig. 2**, wobei nur die gemessenen Objektpunkte des zweiten Clusters dargestellt sind; und

Fig. 6 die Darstellung gemäß **Fig. 2**, wobei nur die gemessenen Objektpunkte des dritten Clusters dargestellt sind.

[0032] In den Figuren werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0033] **Fig. 1** zeigt ein Fahrzeug **1**, welches vorliegend als Personenkraftwagen ausgebildet ist, in einer Draufsicht. Das Fahrzeug **1** umfasst ein Fahrerassistenzsystem **2**, welches dazu dient, einen Fahrer beim Führen des Fahrzeugs **1** zu unterstützen. Beispielsweise kann das Fahrerassistenzsystem **2** als Parkhilfesystem ausgebildet sein, mittels welchem der Fahrer beim Einparken des Fahrzeugs **1** in eine Parklücke und/oder beim Ausparken aus der Parklücke unterstützt werden kann.

[0034] Das Fahrerassistenzsystem **2** umfasst wiederum eine Ultraschallsensorvorrichtung **3**. Die Ultraschallsensorvorrichtung **3** weist zumindest einen Ultraschallsensor **4** auf. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die Ultraschallsensorvorrichtung acht Ultraschallsensoren **4**, von denen vier in einem Frontbereich **6** und vier in einem Heckbereich **7** des Fahrzeugs **1** angeordnet sind. Die Ultraschallsensoren **4** können insbesondere an den Stoßfängern des Fahrzeugs **1** montiert sein. Dabei können die Ultraschallsensoren **4** zumindest bereichsweise in entsprechenden Ausnehmungen beziehungsweise Durchgangsöffnungen der Stoßfänger angeordnet sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Ultraschallsensoren **4** verdeckt hinter den Stoßfängern angeordnet sind. Grundsätzlich können die Ultraschallsensoren **4** auch an weiteren Verkleidungsteilen des Fahrzeugs **1** angeordnet sein.

[0035] Mithilfe der jeweiligen Ultraschallsensoren **4** können Sensorsignale bereitgestellt werden, welche zumindest ein Objekt **8** in einem Umgebungsbereich **9** des Kraftfahrzeugs **1** beschreiben. Vorliegend ist schematisch ein Objekt **8** in dem Umgebungsbereich **9** gezeigt. Zum Bestimmen des Sensorsignals kann mit jedem der Ultraschallsensoren **4** ein Ultraschallsignal ausgesendet werden. Im Anschluss daran kann das von dem Objekt **8** reflektierte Ultraschallsignal wieder empfangen werden. Anhand der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des von dem Objekt **8** reflektierten Ultraschallsignals kann dann ein Abstand zwischen dem Ultraschallsensor **4** und dem Objekt **8** bestimmt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass

die jeweiligen Abstände, die mit unterschiedlichen Ultraschallsensoren **4** bestimmt werden, berücksichtigt werden. Somit kann mittels Trilateration die relative Lage zwischen dem Fahrzeug **1** und dem Objekt **8** bestimmt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Ultraschallsignal, das von einem der Ultraschallsensoren **4** ausgesendet wurde, mit einem benachbarten Ultraschallsensor **4** empfangen wird. Dies wird auch als indirekte Messung oder Kreuzmessung bezeichnet.

[0036] Des Weiteren umfasst die Ultraschallsensorvorrichtung **3** eine Recheneinrichtung **5**, welche mit den Ultraschallsensoren **4** zur Datenübertragung mit einer Datenleitung verbunden ist. Vorliegend ist die Datenleitung der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Über die Datenleitung können die mit den jeweiligen Ultraschallsensoren **4** bestimmten Sensorsignale an die Recheneinrichtung **5** übertragen werden. Anhand der Sensorsignale kann die Recheneinrichtung **5** überprüfen, ob sich das Objekt **8** in dem Umgebungsbereich **9** befindet und an welcher Position sich das Objekt **8** in dem Umgebungsbereich **9** befindet. Diese Information kann dann von dem Fahrerassistenzsystem **2** genutzt werden, um eine Ausgabe an den Fahrer des Fahrzeugs **1** auszugeben. Zudem kann es vorgesehen sein, dass das Fahrerassistenzsystem **2** in eine Lenkung, ein Bremssystem und/oder einen Antriebsmotor eingreift, um das Fahrzeug **1** in Abhängigkeit von dem zumindest einen erfassten Objekt **8** zumindest semi-autonom zu manövrieren.

[0037] In den Signalen, die mit den Ultraschallsensoren **4** bereitgestellt werden, können entsprechende Signalspitzen beispielsweise Peaks erkannt werden. Diese können dann dem Objekt **8** in dem Umgebungsbereich **9** zugeordnet werden. Auf Grundlage der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des von dem Objekt **8** reflektierten Ultraschallsignals kann dann der Abstand zwischen dem jeweiligen Ultraschallsensor **4** und dem Objekt **8** bestimmt werden. Hieraus können dann gemessene Objektpunkte **10** abgeleitet werden.

[0038] Hierzu zeigt **Fig. 2** ein zweidimensionales Abbild des Umgebungsbereichs **9** des Fahrzeugs **1**. Dabei ist das Abbild des Umgebungsbereichs **9** entlang einer Fahrzeuglängsrichtung x und einer Fahrzeugquerrichtung y jeweils in m aufgetragen. Darüber hinaus sind die Ultraschallsensoren **4** beziehungsweise die Positionen der Ultraschallsensoren **4** in dem Umgebungsbereich **9** gezeigt. In der hier gezeigten Darstellung sind die vier Ultraschallsensoren **4** im Frontbereich **6** des Fahrzeugs **1** gezeigt. In dem vorliegenden simulierten Beispiel befinden sich als Objekte **8** eine Wand und zwei Zylinder in dem Umgebungsbereich **9**. Dabei ist die Wand senkrecht zu der Längsrichtung x des Fahrzeugs **1** angeordnet. Dabei wurde

eine Situation simuliert, bei welcher das Fahrzeug **1** mit einer Geschwindigkeit von 15 km/h in x -Richtung auf die Objekte **8** zu bewegt wird.

[0039] Zudem sind in **Fig. 2** die gemessenen Objektpunkte **10** dargestellt. Diese wurden für alle Signalweg-Paare, die sich aus den direkten und indirekten Messungen mit den Ultraschallsensoren **4** ergeben, berechnet. Hierbei wurde noch kein Clustern der gemessenen Objektpunkte **10** durchgeführt. Aus diesen gemessenen Objektpunkten **10** lässt sich nur schwer eine Aussage über die Position und Form der Objekte **8** treffen. Einzig die Wand lässt sich anhand der Verteilung der gemessenen Objektpunkte **10** erkennen. Daher ist es vorgesehen, die gemessenen Objektpunkte **10** vorgegebenen Objektmodellen zuzuordnen. Diese Objektmodelle können die Position und/oder die Form von unterschiedlichen Objekten **8** beschreiben. Diese Objektpunkte **10**, welche einem Objektmodell zugeordnet werden, können dann aus der Mehrzahl von Objektpunkten **10** ausgewählt und geclustert werden, damit diese realen Objekten **8** in dem Umgebungsbereich **9** des Fahrzeugs **1** zugeordnet werden können.

[0040] In dem vorliegenden Beispiel erfolgt die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte **10** zu den Objektmodellen in Abhängigkeit von dem gemessenen Abstand. Hierzu zeigt **Fig. 3** die gemessenen Objektpunkte **10** in Abhängigkeit von Abstand d in m . Dabei sind nur die ausgewählten Objektpunkte **10** dargestellt, welche in Abhängigkeit von dem Abstand d einem Objektmodell zugeordnet werden. Aus der Darstellung von **Fig. 3** ist deutlich zu erkennen, dass in diesem Beispiel drei Cluster **C1**, **C2** und **C3** benötigt werden. Die senkrechten Linien **11** geben die Positionen der Cluster **C1** bis **C3** an.

[0041] **Fig. 4** zeigt analog zu der Darstellung von **Fig. 2** den Umgebungsbereich **9** des Fahrzeugs **1** mit den drei Objekten **8**. Dabei sind nur diejenigen Objektpunkte **10** dargestellt, welche zu dem ersten Cluster **C1** zusammengefasst wurden. Zudem zeigt **Fig. 5** die Darstellung des Umgebungsbereichs **9**, wobei nur diejenigen Objektpunkte **10** gezeigt sind, welche zu dem zweiten Cluster **C2** zusammengefasst wurden. **Fig. 6** zeigt ebenfalls den Umgebungsbereich **9**, wobei nur diejenigen Objektpunkte **10** gezeigt sind, welche zu dem dritten Cluster **C3** zusammengefasst wurden. In den **Fig. 4** bis **Fig. 6** ist eine deutliche Zugehörigkeit der ausgewählten Objektpunkte **10** zu den drei verschiedenen Objekten **8** zu erkennen. Die ganzen störenden Objektpunkte **10** aus **Fig. 2** werden dabei nicht berücksichtigt. Somit ist durch das Clustern eine deutlich bessere Zuordnung zu verschiedenen Objekten **8** möglich. Daher können die verschiedenen Objekte **8** simultan getrackt beziehungsweise nachverfolgt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016218064 A1 [0004]
- DE 102015120655 A1 [0005]
- DE 102014111124 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von zumindest einem Objekt (8) in einem Umgebungsbereich (9) eines Fahrzeugs (1), bei welchem anhand von Messungen mit zumindest zwei Ultraschallsensoren (4) eine Mehrzahl von gemessenen Objektpunkten (10) bestimmt wird, die gemessenen Objektpunkte (10) zu zumindest einem Cluster (C1, C2, C3) zugeordnet werden und durch die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte (10) zu dem Cluster (C1, C2, C3) diejenigen gemessenen Objektpunkte (10) erkannt werden, welche von dem zumindest einen Objekt (8) stammen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Objektmodell vorgegeben wird, wobei das zumindest eine Objektmodell zumindest durch eine Position und/oder eine Form definiert ist, und für die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte (10) zu dem zumindest einen Cluster (C1, C2, C3) die gemessenen Objektpunkte (10) mit dem zumindest einen Objektmodell verglichen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Objektmodell durch einen Abstand (d) zu zumindest einem der Ultraschallsensoren (4) definiert wird, und die gemessenen Objektpunkte (10) anhand des Abstands (d) zu dem zumindest einem Ultraschallsensor (4) dem Objektmodell zugeordnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand des zumindest einen Objektmodells berechnete Objektpunkte bestimmt werden und die gemessenen Objektpunkte mit den berechneten Objektpunkten verglichen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Funktion bestimmt wird, welche einen Unterschied zwischen den gemessenen Objektpunkten (10) und den berechneten Objektpunkten beschreibt und der Vergleich anhand der Funktion durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Minimum der Funktion bestimmt wird und die Zuordnung des zumindest einen Objektmodells zu den gemessenen Objektpunkten (10) anhand des Minimums durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Objektmodell ein Punkt, eine Linie, ein Kreis und/oder eine Wand ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl von Objektmodellen bestimmt wird und durch Zuordnung der Mehrzahl von Objektmodellen zu den gemessenen Objektpunkten (10) eine Anzahl von

Objekten (8) in dem Umgebungsbereich (9) des Fahrzeugs (1) bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuordnung der gemessenen Objektpunkte (10) zu dem zumindest einen Objektmodell in aufeinanderfolgenden Iterationsschritten durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gemessenen Objektpunkte für verschiedene Sensorpfade bestimmt wird, wobei ein Sensorpfad einen Weg eines Ultraschallsignals beschreibt, welches mit einem ersten der Ultraschallsensoren (4) ausgesendet wird und mit dem ersten Ultraschallsensor (4) oder einem zweiten der Ultraschallsensoren (4) empfangen wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Bestimmung des zumindest einen Objektmodells eine Bewegung des Fahrzeugs (1) berücksichtigt wird.

11. Recheneinrichtung (5) für eine Ultraschallsensorvorrichtung (3) eines Fahrzeugs (1), wobei die Recheneinrichtung (5) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgelegt ist.

12. Ultraschallsensorvorrichtung (3) für ein Fahrzeug (1) umfassend eine Recheneinrichtung (5) nach Anspruch 11 und zumindest zwei Ultraschallsensoren (4)

13. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Recheneinrichtung (5) diese veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 auszuführen.

14. Computerlesbares (Speicher)medium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Recheneinrichtung (5) diese veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 auszuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

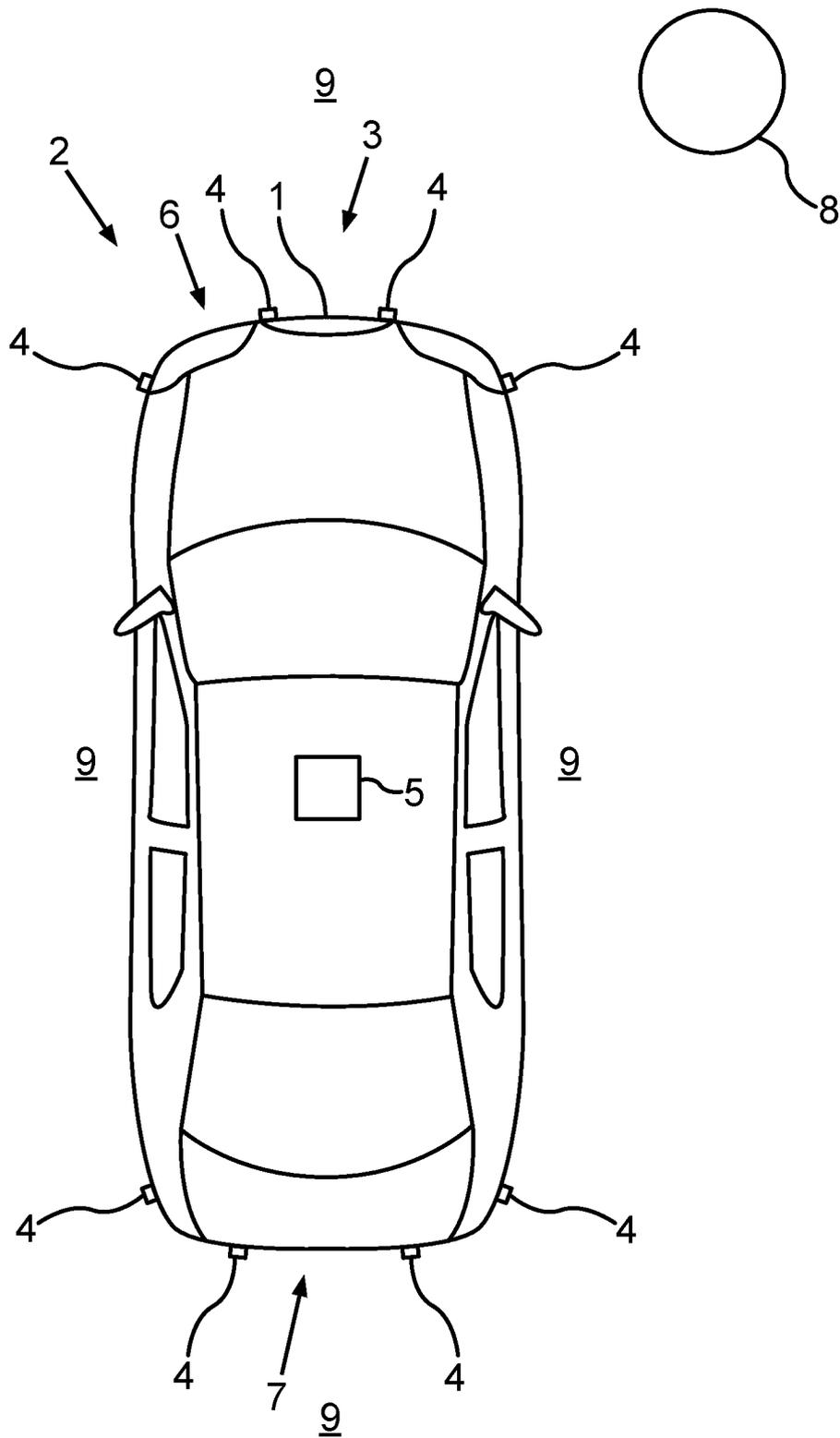


Fig. 1

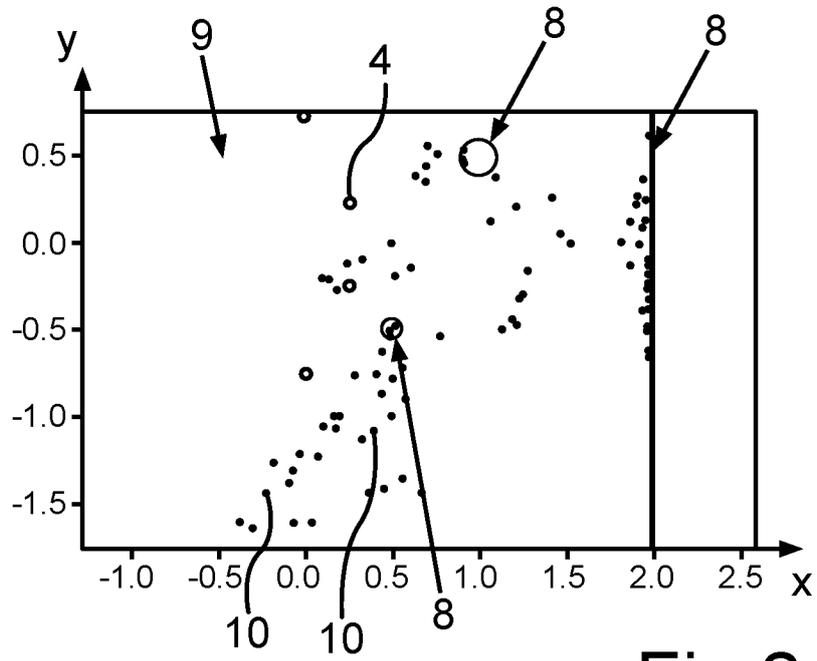


Fig.2

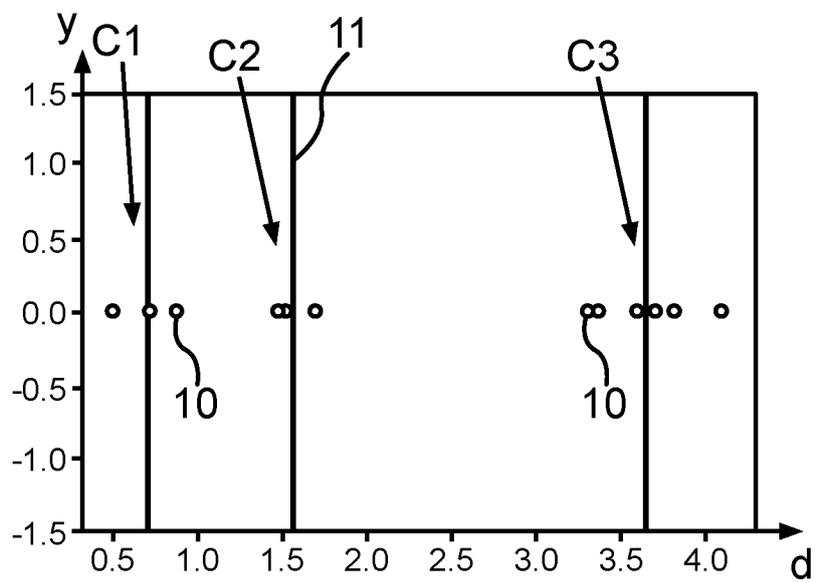


Fig.3

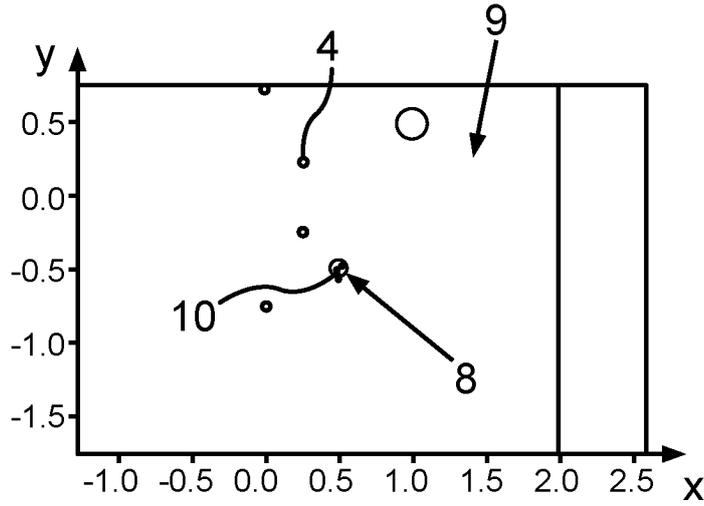


Fig.4

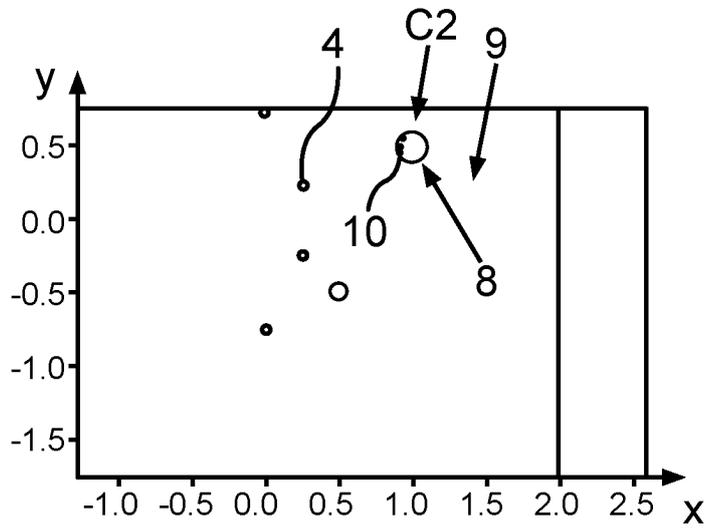


Fig.5

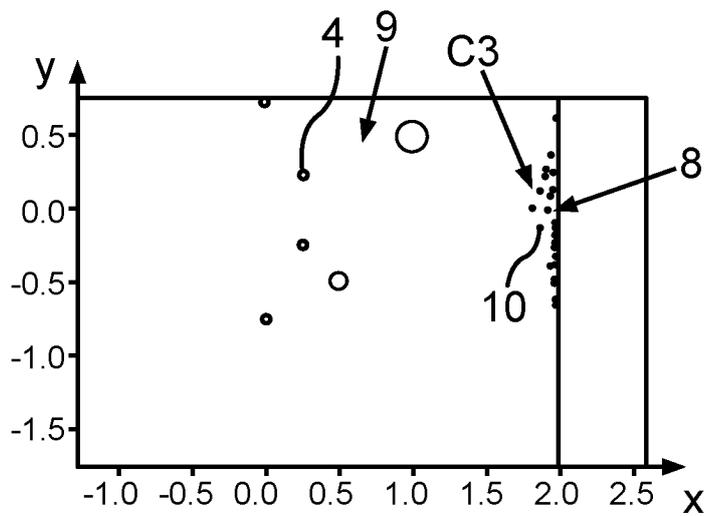


Fig.6