



(10) **DE 10 2016 210 534 A1** 2017.12.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 210 534.5**
(22) Anmeldetag: **14.06.2016**
(43) Offenlegungstag: **14.12.2017**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16** (2006.01)
B60W 30/08 (2012.01)
B60W 30/10 (2006.01)
G01C 7/02 (2006.01)
G01S 13/93 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
**Seeger, Christoph, 80992 München, DE; Manz,
Michael, Dr., 85643 Steinhöring, DE; Müller,
Andre, 81541 München, DE; Schwarz, Loren, Dr.,
81669 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 003 848	A1
DE	10 2012 218 362	A1
DE	10 2013 018 721	A1
EP	2 574 958	A1

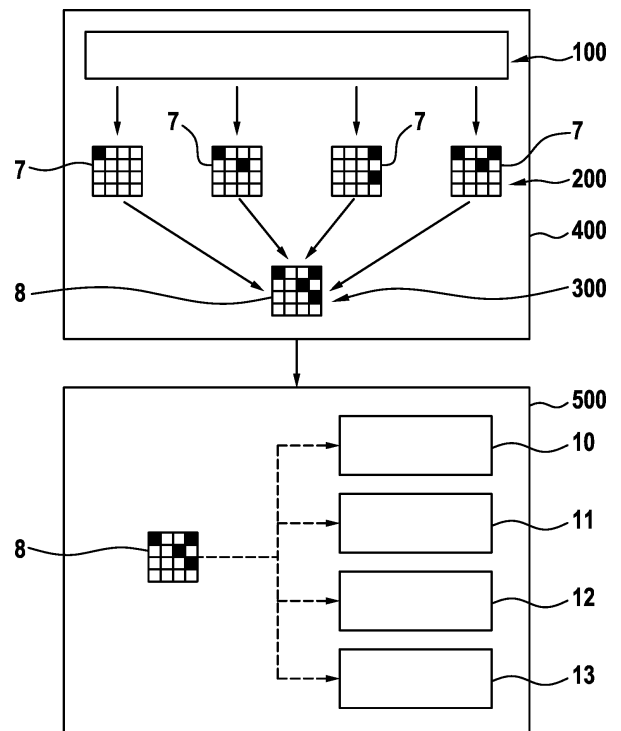
**Christian Pieringer: Modellierung des
Fahrzeugumfelds mit Occupancy Grids.
Masterarbeit, Universität Passau, August 2013.**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung (9) eines Fahrzeugs (1), umfassend die Schritte: Bereitstellen (400) einer Repräsentation der Umgebung (9), wobei die Repräsentation eine Karte umfasst, die Belegungswahrscheinlichkeiten vordefinierter Unterbereiche innerhalb der Karte aufweist, und Einordnen (500) der Umgebung (9) in vordefinierte Kategorien (10, 11, 12, 13) durch ein maschinelles Lernverfahren, wobei das maschinelle Lernverfahren das Einordnen (500) anhand eines vordefinierten Klassifikators und der bereitgestellten Repräsentation der Umgebung (9) vornimmt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung eines Fahrzeugs. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie ein Steuergerät zum Ausführen eines solchen Verfahrens. Schließlich betrifft die Erfindung ein Fahrzeug umfassend ein derartiges Steuergerät.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, Straßentypen zu klassifizieren, indem die Umgebung eines Fahrzeugs mit Kameras erfasst wird. Die Kameras erfassen Verkehrsschilder, Straßenschilder oder Hinweisschilder, die Anzahl der Fahrspuren und andere für einen Straßentyp charakteristische Merkmale. Die erfassten Merkmale werden durch ein Bildverarbeitungsprogramm analysiert und einem Straßentyp zugeordnet. Außerdem besteht die Möglichkeit, den befahrenen Straßentyp mittels GPS zu bestimmen. Dabei wird die Position des Fahrzeugs ermittelt und mit einer Kartendatenbank verglichen, in welcher jeder Straße ein Straßentyp zugeordnet ist.

[0003] Derartige Verfahren sind bspw. aus der DE 10 2009 049 408 A1 oder aus der DE 10 2011 121 442 A1 bekannt.

[0004] Nachteilig am Stand der Technik ist, dass Kameras zur Erkennung von Fahrbahnen, Randbebauungen, Verkehrsschildern, oder sonstiger Merkmale funktionsbedingt lichtabhängig und lichtempfindlich sind. Aus diesem Grund kann es bei schlechten Sichtbedingungen, wie insbesondere bei Nebel, Schnee oder Regen, aber auch bei Nacht oder tief stehender Sonne zu einem Funktionsausfall der Kamera und somit zu einem Funktionsausfall der Straßentyperkennung kommen. GPS-basierte und Karten-basierte Systeme sind oftmals nicht aktuell, sodass Baustellen oder eine anderweitig geänderte Verkehrsführung nicht aufgeführt sind, wodurch ein korrektes Erkennen des Straßentyps nicht möglich ist. Des Weiteren ist es aus Sicht der Funktionssicherheit erstrebenswert, mehrere Sensorprinzipien für die Entscheidungsfindung zu fusionieren.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung eines Fahrzeugs bereitzustellen, das bei einfacher und kostengünstiger Anwendung ein sicheres und zuverlässiges Charakterisieren eines Straßentyps ermöglicht.

[0006] Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs. Die Unteransprüche haben bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

[0007] Die Aufgabe wird somit gelöst durch ein Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung eines Fahrzeugs mit den folgenden Schritten: Zunächst er-

folgt ein Bereitstellen einer Repräsentation der Umgebung, die klassifiziert werden soll. Unter Klassifizieren ist dabei insbesondere zu verstehen, dass die Umgebung in vordefinierte Kategorien eingeordnet werden soll. Die Repräsentation der Umgebung umfasst eine Karte, die Belegungswahrscheinlichkeiten vordefinierter Unterbereiche innerhalb der Karte aufweist. Solche Karten sind auch als „Occupancy Grids“ bekannt. Vorteilhafterweise lassen sich mittels solcher Karten verschiedene Umgebungen einfach und zuverlässig repräsentieren, sodass das maschinelle Lernverfahren die von der Repräsentation repräsentierte Umgebung sicher und zuverlässig einer vordefinierten Kategorie zuordnen kann. Außerdem ist vorteilhaft, dass die Belegungswahrscheinlichkeiten der Karte durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren erfasst werden kann, sodass die Fusion von Sensordaten einer Vielzahl von heterogenen Sensoren ermöglicht ist, was das Verfahren zum Klassifizieren der Umgebung sehr robust und nicht anfällig für Umgebungsstörungen macht. Das Bereitstellen der Repräsentation kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen. So kann das Fahrzeug Sensoren aufweisen, um die Umgebung abzutasten und die Repräsentation der Umgebung selbst zu erstellen. Alternativ kann die Repräsentation der Umgebung auch von einer anderen Instanz empfangen werden. Als nächster Schritt erfolgt das Einordnen der Umgebung in vordefinierte Kategorien durch ein maschinelles Lernverfahren. Dazu ist vorgesehen, dass das maschinelle Lernverfahren das Einordnen der Umgebung in eine der vordefinierten Kategorien anhand eines vordefinierten Klassifikators und der bereitgestellten Repräsentation der Umgebung vornimmt. Unter Klassifikator ist insbesondere eine Referenz oder Maske zu verstehen, anhand derer die Repräsentation einer Kategorie zuordenbar ist. Der Klassifikator ist insbesondere durch das maschinelle Lernverfahren selbst vordefiniert, indem das maschinelle Lernverfahren vor Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Trainingsphase durchlaufen hat. Maschinelle Lernverfahren sowie Trainingsphasen zur Bestimmung des Klassifikators sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden daher nicht detailliert beschrieben. Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist vorteilhafterweise möglich, nach einer einmaligen Trainingsphase verschiedene Repräsentationen einer, insbesondere aktuellen, Umgebung eines Fahrzeugs zu untersuchen, um in Echtzeit eine Klassifizierung der Umgebung vornehmen zu können. Dabei ist nicht zwingend notwendig, dass die Repräsentation der Umgebung durch ein videobasiertes Sensorsystem erstellt wurde. Vielmehr ist ermöglicht, die Repräsentation der Umgebung mit unterschiedlichen Sensoren zu erstellen. Somit ist das erfindungsgemäße Verfahren unabhängig von Lichteinflüssen und somit sehr robust gegenüber Störeinflüssen.

[0008] Bevorzugt ist vorgesehen, dass das maschinelle Lernverfahren vor dem Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Trainingsphase durchlaufen hat. Während der Trainingsphase wird durch das maschinelle Lernverfahren anhand eines vorbekannten Datensatzes der Klassifikator bestimmt. Der vorbekannte Datensatz umfasst dazu eine Vielzahl von vorbekannten Repräsentationen einer Umgebung für jede Kategorie. Insbesondere wird die Trainingsphase einmalig durchgeführt, so dass die Trainingsphase beispielsweise während einer Herstellung des Fahrzeugs erfolgen kann. Nach der Trainingsphase steht der Klassifikator zur Verfügung, um den Schritt des Einordnens durchzuführen.

[0009] Bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass die Kategorien verschiedene Straßentypen umfassen. Somit lässt sich insbesondere die Umgebung anhand eines aktuell befahrenen Straßentyps klassifizieren. Bei den Straßentypen kann es sich insbesondere um Autobahnen und/oder außerstädtische Straßen wie insbesondere Bundesstraßen oder Landstraßen und/oder um Parkplätze und/oder um innerstädtische Straßen handeln. Dabei ist vorgesehen, dass eine Vielzahl solcher Straßentypen als Kategorien definiert sind, wobei das maschinelle Lernverfahren während der Trainingsphase anhand zumindest einer vorbekannten Repräsentation eines jeden Straßentyps, insbesondere anhand mehrerer vorbekannter Repräsentationen eines jeden Straßentyps, den Klassifikator bestimmt. Besonders vorteilhaft kann durch eine erneute Trainingsphase mit neuen Kategorien das Verfahren zum Klassifizieren der Umgebung adaptiert werden, wenn insbesondere neue und/oder andere Kategorien zum Klassifizieren der Umgebung verwendet werden sollen. Ebenso ist ermöglicht, durch eine erneute Trainingsphase mit denselben Kategorien den Klassifikator zu verfeinern.

[0010] Der zuvor genannte Schritt des Bereitstellens der Repräsentation umfasst vorteilhafterweise die folgenden Schritte: Zunächst erfolgt ein Erfassen der Umgebung mit unterschiedlichen Sensoren. Dabei ist vorgesehen, dass unterschiedliche Sensortypen zum Erfassen der Umgebung verwendet werden. Anschließend erfolgt ein Speichern der jeweils erfassten Sensordaten in jeweils einer Sensorkarte. Somit steht für jeden Sensor eine Sensorkarte zur Verfügung, wobei die Sensorkarte insbesondere einer Karte wie zuvor beschrieben, das bedeutet insbesondere einem Occupancy Grid, entspricht. Schließlich erfolgt ein Zusammenführen der Sensorkarten zu einer Gesamtkarte. Die Gesamtkarte stellt die Repräsentation der Umgebung dar. Dabei ist wiederum bevorzugt vorgesehen, dass die Gesamtkarte eine Karte wie zuvor beschrieben, das bedeutet insbesondere ein Occupancy Grid, ist. Die Gesamtkarte ist somit dem maschinellen Lernverfahren zur Klassifizierung der repräsentierten Umgebung zur Verfügung gestellt. Dabei ist ersichtlich, dass die Gesamtkarte durch Fusi-

on von Daten einer Vielzahl von heterogenen Sensoren entstanden ist. Dies erlaubt ein sehr robustes und für Umgebungsstörungen nicht oder nur wenig anfälliges Verfahren zur Klassifizierung der Umgebung bereitzustellen. Insbesondere ist das Verfahren robuster und weniger stör anfälliger als bei der Verwendung reiner Videokameras wie im Stand der Technik. Durch die Verwendung der unterschiedlichen Sensoren ist vorteilhafterweise außerdem ermöglicht, dass neu gebaute Straßen, Baustellen und andere Verkehrsveränderungen zuverlässig erkannt und somit klassifiziert werden können. Die zuvor beschriebene Verwendung der Karte mit Belegungswahrscheinlichkeiten, das bedeutet, der Verwendung des Occupancy Grids, ist eine Verarbeitung der Repräsentation einfach und kostengünstig durchführbar, da solche Karten als Bilder interpretiert werden können und dadurch mithilfe von bekannten Bilderkennungsalgorithmen analysiert und klassifiziert werden können.

[0011] Die Sensoren umfassen bevorzugt Ultraschallsensoren und/oder Radarsensoren und/oder Lidarsensoren und/oder Videosensoren. Durch eine breite Vielzahl von unterschiedlichen Sensortypen lässt sich die Störanfälligkeit der Klassifizierung stark vermindern. Durch das zuvor beschriebene vorteilhafte Zusammenführen der Sensordaten zu einer einzigen Gesamtkarte lässt sich eine einfache und genaue Repräsentation der Umgebung erstellen, auch wenn unterschiedliche Sensoren zum Erfassen der Umgebung verwendet wurden.

[0012] Die Gesamtkarte wird vorteilhafterweise mit bereits gespeicherten Karteninformationen überlagert. So ist besonders vorteilhaft vorgesehen, dass bereits gespeicherte Kartendaten, die vorteilhafterweise während einer vorausgegangenen Fahrt des Fahrzeugs aufgenommen wurden, mit in die aktuelle Erfassung der Umgebung einfließen. Somit lässt sich die Gesamtkarte plausibilisieren und/oder verbessern oder korrigieren.

[0013] Das maschinelle Lernverfahren ist vorteilhafterweise durch neuronale Netze, insbesondere faltende neuronale Netze (Convolutional Neural Networks), und/oder durch Stützvektormethoden (Support Vector Machines) realisiert. Andere Beispiele für derartige erfindungsgemäß einsetzbare Lernverfahren sind „AdaBoost“ und „Logistic Regression“. Solche maschinellen Lernverfahren sind einfach und kostengünstig zu implementieren und anzuwenden. Gleichzeitig ist eine genaue Klassifizierung ermöglicht. Nach einer einmaligen Trainingsphase erlauben diese maschinellen Lernverfahren somit ein, insbesondere echtzeitfähiges, Klassifizieren einer aktuellen Umgebung eines Fahrzeugs.

[0014] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogrammprodukt, welches Instruktionen umfasst, die eine Auswerteeinheit, insbesondere einen pro-

grammierbaren Prozessor, in die Lage versetzen, die Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens durchzuführen. Bei der Auswerteeinheit oder dem programmierbaren Prozessor kann es sich insbesondere um ein Steuergerät eines Fahrzeugs handeln.

[0015] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Steuergerät zum Ausführen der Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens. Dabei ist vorgesehen, dass das Steuergerät in einem Fahrzeug angeordnet ist. Zum Erfassen der Umgebung ist das Steuergerät vorteilhafterweise mit den unterschiedlichen Sensoren, wie zuvor beschrieben, zur Signalübertragung verbunden.

[0016] Schließlich umfasst die Erfindung ein Fahrzeug mit einem Steuergerät wie zuvor beschrieben. Das Fahrzeug ist somit in der Lage, eine aktuelle Umgebung sicher und zuverlässig zu klassifizieren.

[0017] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Figuren. Es zeigen:

[0018] Fig. 1 eine schematische Abbildung des Ablaufs des Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

[0019] Fig. 2 eine schematische Abbildung eines Fahrzeugs gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Steuergerät gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0020] Fig. 1 zeigt schematisch einen Ablauf eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dabei umfasst das Verfahren einen Schritt des Bereitstellens **400** einer Repräsentation einer Umgebung **9** eines Fahrzeugs **1** (vgl. Fig. 2). Nach dem Bereitstellen **400** erfolgt ein Einordnen **500** der Umgebung **9** in vordefinierte Kategorien **10**, **11**, **12**, **13**.

[0021] Der Schritt des Bereitstellens **400** umfasst mehrere Unterschritte. So erfolgt zunächst ein Erfassen **100** der Umgebung **9** mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren **3**, **4**, **5**, **6** (vgl. Fig. 2). Durch die Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren **3**, **4**, **5**, **6** lässt sich die Umgebung **9** auf verschiedene Arten und Weisen erfassen, sodass die Erfassung der Umgebung **9** nicht oder nur wenig anfällig für Störungen ist.

[0022] In einem weiteren Schritt erfolgt ein Speichern **200** der jeweils erfassten Sensordaten in jeweils einer Sensorkarte **7**. Dabei ist vorgesehen, dass jede Sensorkarte **7** ein Occupancy Grid ist. Unter Occupancy Grids werden Karten verstanden, die Belegtheitswahrscheinlichkeiten vordefinierter Unterbereiche innerhalb der Karte aufweisen. Somit lassen sich die Sensordaten der unterschiedlichen Senso-

ren in jeweils eigenen aber stets gleichen Sensorkarten **7** darstellen. Die einzelnen Sensorkarten **7** sind somit untereinander vergleichbar und zeigen auf dieselbe Art und Weise das Vorhandensein von Hindernissen, Randbebauungen oder ähnlichen Merkmalen an.

[0023] In einem weiteren Schritt erfolgt schließlich ein Zusammenführen **300** der einzelnen Sensorkarten **7** zu einer Gesamtkarte **8**, wobei die Gesamtkarte **8** die Repräsentation der Umgebung **9** darstellt. Die Gesamtkarte **8** ist somit wiederum ein Occupancy Grid, was bedeutet, dass auch die Gesamtkarte **8** eine Karte ist, die Belegungswahrscheinlichkeiten vordefinierter Unterbereiche innerhalb der Gesamtkarte **8** aufweist. In Fig. 1 ist beispielhaft dargestellt, wie eine Vielzahl von Sensorkarten **7**, die lediglich die Belegungswahrscheinlichkeiten 0 und 1 darstellen, zu einer Gesamtkarte **8**, die somit ebenfalls lediglich die Belegungswahrscheinlichkeiten 0 und 1 darstellt, zusammengeführt werden. Dabei ist unter schwarz gezeichneten Bereichen zu verstehen, dass dieser Bereich die Belegungswahrscheinlichkeit 1 aufweist, während bei weiß gezeichneten Bereichen die Belegungswahrscheinlichkeit 0 beträgt.

[0024] Nach dem Schritt des Zusammenführens **300** steht somit eine Repräsentation der aktuellen Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** zur Verfügung, wobei diese Repräsentation in Form der Gesamtkarte **8** vorhanden ist. Anhand der Gesamtkarte **8** lässt sich die Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** klassifizieren, was während des Schritts des Einordnens **500** durchgeführt wird. Während des Schritts des Einordnens **500** bestimmt ein maschinelles Lernverfahren anhand eines Klassifikators, in welche der vordefinierten Kategorien **10**, **11**, **12**, **13** die Gesamtkarte **8** einzuordnen ist. Bei den vordefinierten Kategorien **10**, **11**, **12**, **13** handelt es sich vorteilhafterweise um die Kategorien Autobahnen **10**, außerstädtische Straßen **11**, wie insbesondere Bundesstraßen und/oder Landstraßen, Parkplätze **12** und innerstädtische Straßen **13**.

[0025] Um das Einordnen vornehmen zu können, wurde das maschinelle Lernverfahren zuvor während einer vorausgegangenen Trainingsphase trainiert, um den Klassifikator zu bestimmen. Während der Trainingsphase hat das maschinelle Lernverfahren anhand eines Datensatzes, der für jede vordefinierte Kategorie **10**, **11**, **12**, **13** eine Vielzahl von vorbekannten Repräsentationen aufweist, den Klassifikator bestimmt. Eine solche Trainingsphase von maschinellen Lernverfahren ist aus dem Stand der Technik bekannt und wird daher nicht ausführlich beschrieben.

[0026] Bei dem maschinellen Lernverfahren handelt es sich vorteilhafterweise um neuronale Netze, insbesondere um faltende neuronale Netze (Convolutional Neural Networks), und/oder um Stützvektorme-

thoden (Support Vector Machines). Diese maschinellen Lernverfahren haben den Vorteil, dass nach einer einmaligen Trainingsphase eine Vielzahl von unterschiedlichen Repräsentationen einer, insbesondere aktuellen, Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** verarbeitet werden kann. Somit ist ein sicheres und zuverlässiges Klassifizieren der Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** anhand der aktuellen Repräsentationen der aktuellen Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** ermöglicht. Außerdem erlauben die maschinellen Lernverfahren eine solche Klassifizierung vorteilhafterweise in Echtzeit auszuführen.

200	Speichern
300	Zusammenführen
400	Bereitstellen
500	Einordnen

[0027] Das in **Fig. 1** gezeigte Verfahren ist vorteilhafterweise durch ein Computerprogrammprodukt realisierbar, indem das Computerprogrammprodukt Instruktionen aufweist, welche, wenn sie auf einer Auswerteeinheit, insbesondere auf einem Steuergerät **2** (vgl. **Fig. 2**), ausgeführt werden, die Auswerteeinheit, insbesondere das Steuergerät **2**, veranlassen, die zuvor beschriebenen Schritte durchzuführen.

[0028] **Fig. 2** zeigt ein Fahrzeug **1** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei das Fahrzeug **1** ein Steuergerät **2** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst. Das Steuergerät **2** ist zur Signalübertragung mit einer Vielzahl von Sensoren **3, 4, 5, 6** verbunden. Die Sensoren **3, 4, 5, 6** umfassen insbesondere Ultraschallsensoren **3**, Radarsensoren **4**, Lidarsensoren **5** und Videosensoren **6**. Mit diesen unterschiedlichen Sensoren **3, 4, 5, 6** ist die Umgebung **9** des Fahrzeugs **1** erfassbar. Das Steuergerät **2** ist eingerichtet, das in **Fig. 1** gezeigte Verfahren auszuführen. Somit lässt sich mit dem Fahrzeug **1** sicher und zuverlässig eine aktuelle Umgebung **9** klassifizieren, sodass ein Fahrer des Fahrzeugs **1** stets optimale Informationen und Unterstützungen angeboten werden können, da dem Fahrzeug **1** jederzeit bekannt ist, wo es sich gerade befindet. Das Klassifizieren der Umgebung **9** ist dabei durch die Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren **3, 4, 5, 6** nicht oder nur wenig anfällig gegenüber Störungen und damit sehr zuverlässig.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Steuergerät
3	Ultraschallsensor
4	Radarsensor
5	Lidarsensor
6	Videosensor
7	Sensorkarte
8	Gesamtkarte
9	Umgebung
10	Autobahn
11	außerstädtische Straße
12	Parkplatz
13	innerstädtische Straße
100	Erfassen

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 102009049408 A1 [0003]
- DE 102011121442 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Klassifizieren einer Umgebung (9) eines Fahrzeugs (1), umfassend die Schritte:

- Bereitstellen (400) einer Repräsentation der Umgebung (9), wobei die Repräsentation eine Karte umfasst, die Belegungswahrscheinlichkeiten vordefinierter Unterbereiche innerhalb der Karte aufweist und
- Einordnen (500) der Umgebung (9) in vordefinierte Kategorien (10, 11, 12, 13) durch ein maschinelles Lernverfahren, wobei das maschinelle Lernverfahren das Einordnen (500) anhand eines vordefinierten Klassifikators und der bereitgestellten Repräsentation der Umgebung (9) vornimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das maschinelle Lernverfahren während einer Trainingsphase anhand eines vorbekannten Datensatzes der Klassifikator bestimmt wird, wobei der vorbekannte Datensatz für jede Kategorie (10, 11, 12, 13) zumindest eine vorbekannte Repräsentation einer Umgebung (9) aufweist,

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kategorien (10, 11, 12, 13)

- Baustellen und/oder
 - Stauende und/oder
 - Autobahnrastplatz und/oder
 - insbesondere unbefestigte Feldwege und/oder
 - Links- oder Rechtsverkehr und/oder
 - Straßentopologie und/oder
 - Straßen-/Fahrspursperrung und/oder
 - Autobahnauffahrten und/oder
 - Autobahnabfahrten und/oder
 - Autobahnkreuze verschiedene Straßentypen, insbesondere Autobahnen (10), und/oder
 - außerstädtische Straßen (11) und/oder
 - innerstädtische Straßen (13) und/oder
 - Parkplätze (12)
- umfassen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Bereitstellens (400) der Repräsentation umfasst:

- Erfassen (100) der Umgebung (9) mit unterschiedlichen Sensoren (3, 4, 5, 6),
- Speichern (200) der jeweils erfassten Sensordaten in jeweils einer Sensorkarte (7), und
- Zusammenführen (300) der Sensorkarten (7) zu einer Gesamtkarte (8), wobei die Gesamtkarte (8) die Repräsentation der Umgebung (9) darstellt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoren (3, 4, 5, 6) Ultraschallsensoren (3) und/oder Radarsensoren (4) und/oder Lidarsensoren (5) und/oder Videosensoren (6) umfassen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtkarte (8) zusätzlich mit bereits gespeicherten Karteninformationen überlagert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das maschinelle Lernverfahren durch neuronale Netze, insbesondere faltende neuronale Netze, und/oder Stützvektormethoden realisiert ist.

8. Computerprogrammprodukt umfassend Instruktionen, welche, wenn Sie auf einer Auswerteeinheit ausgeführt werden, die Auswerteeinheit veranlassen, die Schritte des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

9. Steuergerät (2), welches zum Ausführen der Schritte des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 7 eingerichtet ist.

10. Fahrzeug (1) umfassend ein Steuergerät (2) nach Anspruch 9.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

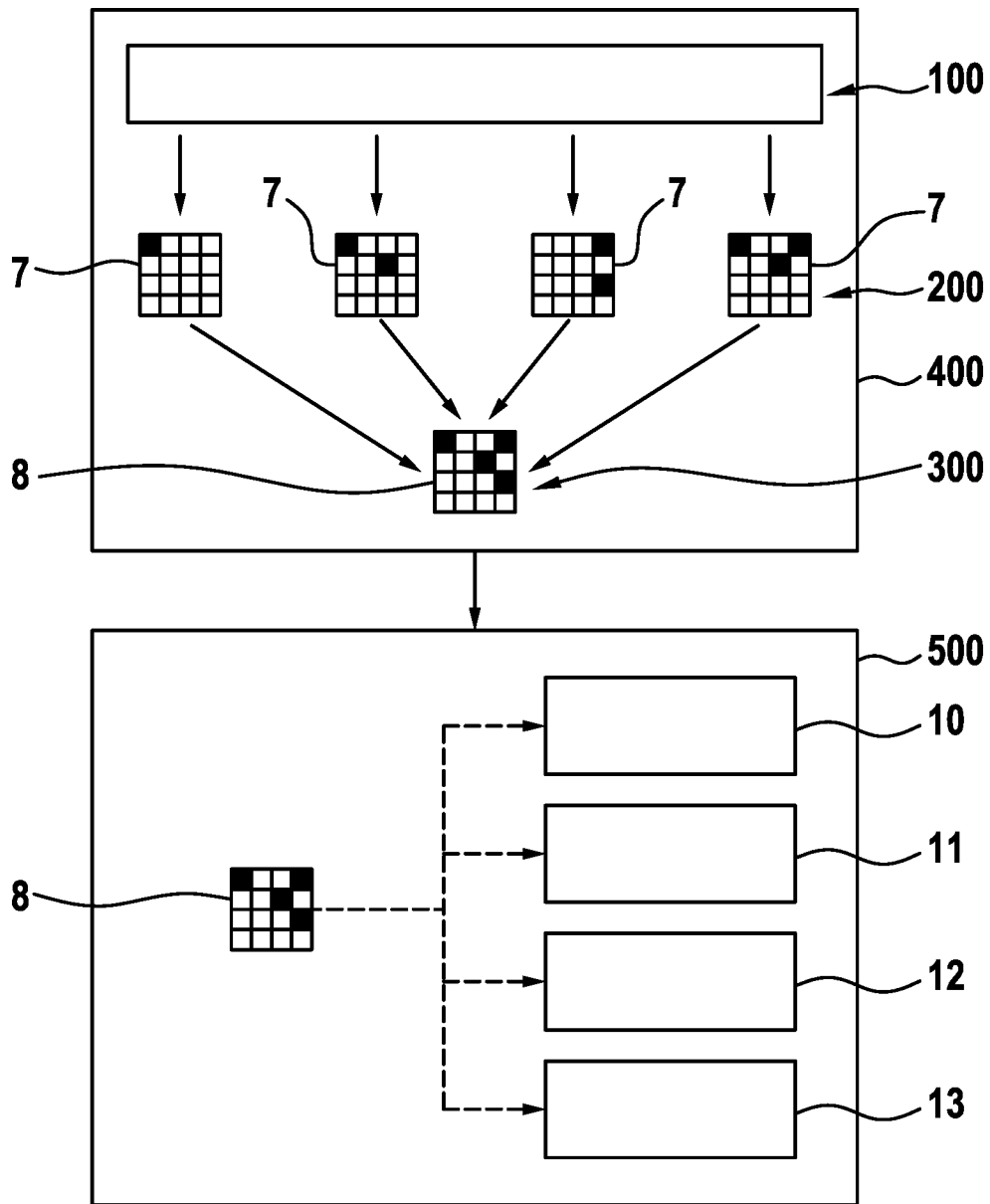


Fig. 1

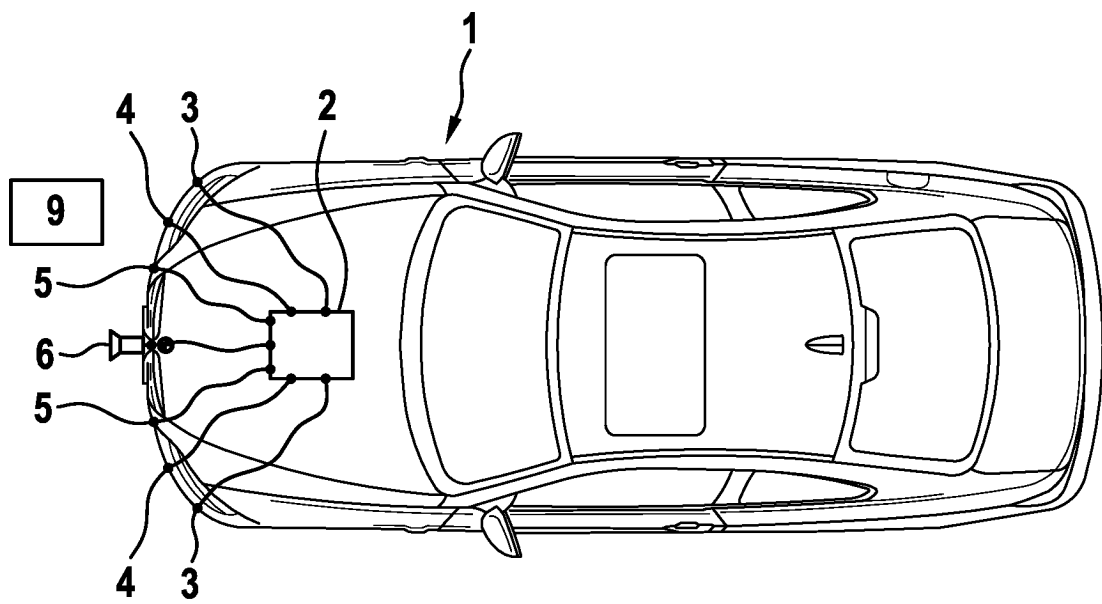


Fig. 2