



(10) **DE 10 2015 206 605 A1** 2016.10.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 206 605.3**

(22) Anmeldetag: **14.04.2015**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2016**

(51) Int Cl.: **G08G 1/16** (2006.01)

G08G 1/0965 (2006.01)

G08G 1/0968 (2006.01)

B60R 16/02 (2006.01)

G01S 7/40 (2006.01)

G01S 7/497 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Continental Teves AG & Co. oHG, 60488
Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:

**Grewe, Ralph, Dr., 65933 Frankfurt, DE; Zydek,
Bastian, Dr., 65812 Bad Soden, DE; Komar,
Matthias, 60433 Frankfurt, DE; Swoboda, Adam,
64521 Groß-Gerau, DE; Arbitmann, Maxim, 60325
Frankfurt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2011 112 404 B4

DE 10 2010 018 088 A1

DE 10 2011 083 965 A1

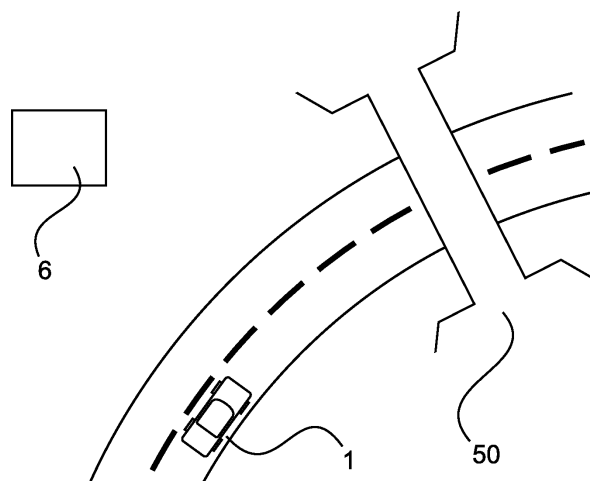
DE 698 23 462 T2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kalibrierung und Überwachung von Umfeldsensoren mit Hilfe hochgenauer Karten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug zum Kalibrieren einer Sensoranordnung. Das Fahrerassistenzsystem ist mit einer Sensoranordnung ausgestattet und hat eine Recheneinheit. Dabei ist die Sensoranordnung ausgeführt, eine Position eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen. Die Recheneinheit vergleicht die durch die Sensoranordnung erfasste Position des Objekts mit einer in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts und, falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird, kalibriert die Sensoranordnung.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug zum Kalibrieren einer Sensoranordnung, ein Fahrzeug mit einem solchen Fahrerassistenzsystem, ein Verfahren zum Kalibrieren einer Sensoranordnung, ein Programmelement und ein computerlesbares Medium.

Hintergrund

[0002] Heutige Fahrerassistenzsysteme sind geprägt durch eine Vielzahl von Sensoren. Diese nehmen zum Beispiel das Drehmoment am Antriebsstrang, die Temperaturen außerhalb und innerhalb des Fahrzeugs oder zum Beispiel die Drehbeschleunigung auf. Mit fortschreitender Automation erfasst eine Reihe von Sensoren auch das Umfeld des Fahrzeugs. Angefangen bei Abstandssensoren, die zur Warnung des Fahrers oder sogar zum automatischen Abbremsen bei einem drohenden Auffahrunfall eingesetzt werden, bis hin zu Kamerasystemen zur bildbasierten Umfelderkennung werden teilweise komplexe Sensoreinheiten für höhere Automatisierungsgrade der Fahrzeugführung eingesetzt. Zum Beispiel kann eine Anordnung von Stereokameras zusammen mit Laser- und Ultraschallsensoren sehr genaue Informationen über die Umgebung des Fahrzeugs sammeln. Diese Informationen können dann zur Positionsbestimmung, für Spurhalteassistenten oder sogar für die automatische oder autonome Fahrzeugführung eingesetzt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Genauigkeit von Sensoren zur Umgebungserfassung in Fahrerassistenzsystemen zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

[0005] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug zum Kalibrieren einer Sensoranordnung, aufweisend: Eine Sensoranordnung und eine Recheneinheit, wobei die Sensoranordnung ausgeführt ist, eine Position eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen, und wobei die Recheneinheit ausgeführt ist, die durch die Sensoranordnung erfasste Position des Objekts mit einer in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts zu vergleichen und, falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird, der beispielsweise über einem vorgegebenen

Schwellwert liegt, die Sensoranordnung zu kalibrieren.

[0006] Bei dem Fahrzeug handelt es sich beispielsweise um einen Personenkraftwagen. Der Begriff „Fahrzeug“ schließt auch Lastkraftwagen, Einsatz- und Rettungsfahrzeuge, Baufahrzeuge, militärische Fahrzeuge, Motorräder, Elektrofahrzeuge und dergleichen ein.

[0007] Der Begriff „Objekt“ erstreckt sich auf eine Reihe von Elementen der Umgebung des Fahrzeugs. Prinzipiell stellt alles in der Umgebung des Fahrzeugs ein Objekt dar, wenn es von der Sensoranordnung detektiert werden kann. Es bietet sich an, als Objekt diejenigen Dinge zu erfassen, die eine gewisse Zeit am gleichen Ort verweilen. Beispielsweise wird sich der Ort von Brückenpfeilern über recht lange Zeit nicht verändern. Die Rolle eines Objekts für das Fahrerassistenzsystem gründet auf dieser Annahme. Das Objekt kann von einer oder mehreren voneinander unabhängigen Einheiten in wesentlich kürzeren Zeiträumen erfasst werden als sich das Objekt oder dessen Position verändert. Eine derartige Einheit wird verwendet, um einen Eintrag in einer Datenbank zu erstellen. Diese Einheit wird abstrakt gesehen und schließt alles das mit ein, das diesen Datenbankeintrag erstellt. Beispielsweise ist diese Einheit ein Satellit, der ein bestimmtes Areal vermisst, Objekte darin erkennt und die entsprechende Position des Objekts abspeichert. Die satellitenbasierte Umgebungskartierung kann auch in Verbindung mit terrestrischen Einheiten von Statuen gehen. Beispielsweise steht ein Messfahrzeug in ständiger Verbindung mit einem Satellit. Fahrzeug und Satellit tauschen in diesem Szenario regelmäßig Informationen aus und unterstützen sich in der Objekterfassung im entsprechenden Areal.

[0008] Unabhängig davon, welches Verfahren zur Umgebungskartierung verwendet wird, ist das Ergebnis eine Datenbank, die in bestimmten Gebieten hochgenaue Kartendaten enthält. Diese hochgenauen, digitalen Karten enthalten ein hochauflösendes Abbild von der Umgebung, insbesondere von Objekten in der Umgebung. Solche hochgenaue Karten enthalten grundsätzlich die Position und Attribute eines Objekts. Die Kartendaten sind in einer digitalen Karte abgelegt und für das Fahrerassistenzsystem abrufbar. Eine Sensoranordnung am oder im Fahrzeug ist nun in der Lage, zum Beispiel während der Fahrt des Fahrzeugs die Umgebung abzutasten und Objekte in der Umgebung zu erfassen. Üblicherweise ist die Position des Fahrzeugs bekannt, das heißt es können die Daten eines Navigationssystems im Fahrzeug verwendet werden oder aber das Fahrerassistenzsystem besitzt seine eigene Positionierungseinheit. Beispielsweise wird mit einer Kombination aus satellitengestützter Positionsbestimmung (zum Beispiel NAVSTAR, GLONASS, Galileo) und einer Träg-

heitssensoreinheit die Position des Fahrzeugs bestimmt. Die Sensoranordnung des Fahrzeugs erfasst nun die Objekte der Umgebung bei Kenntnis der eigenen Position. Der Relativvektor vom Fahrzeug zum Objekt lässt damit auf die Position des Objekts schließen.

[0009] Das heißt, dass dem Fahrerassistenzsystem zunächst zwei Informationsquellen zu einem Objekt und dessen Position zur Verfügung stehen. Einerseits stehen Informationen aus den hochgenauen Karten zur Verfügung. Andererseits erfasst die Sensoranordnung des Fahrzeugs die Position des Objekts. Nur in recht unwahrscheinlichen Fällen stimmt die von der Sensoranordnung erfasste Position des Objekts mit der Position des Objekts aus den digitalen Karten vollständig überein. Abweichungen in den Daten können mehrere Gründe haben: Zum einen sind alle Sensoren fehlerbehaftet, zumal diese schon mit endlicher Genauigkeit arbeiten. Andere Störeinflüsse wie atmosphärische Strömungen im Falle der satellitengestützten Navigation können die Genauigkeit verwässern. Allerdings kann auch ein Fehler in der Umgebungserfassung durch unzureichend kalibrierte Sensoren entstehen. Selbst wenn die Sensoren bei der Herstellung des Fahrzeugs korrekt kalibriert sind, kann es notwendig werden, über die Lebensdauer der Sensoren diese nachzukalibrieren.

[0010] Es ist möglich, dass die in den digitalen Karten enthaltenen Informationen eine höhere Genauigkeit aufweisen als die Daten, die aus der Sensoranordnung des Fahrzeugs stammen. Diese Annahme ist in der Regel legitim, insbesondere dann, wenn die digitalen Kartendaten mehrfach verifiziert sind und mit hochgenauer Sensorik bestimmt wurden.

[0011] Die Recheneinheit des Fahrerassistenzsystems ist ausgeführt, die Informationen der beiden Informationsquellen zu vergleichen. Insbesondere die Positionsangaben des Objekts werden verglichen. Weisen beide Informationen eine Abweichung voneinander auf, die beispielsweise einen voreingestellten Schwellwert übersteigt (der Schwellwert kann auch Null sein), können die Sensoren nachkalibriert werden. Das heißt, dass die Recheneinheit in der Lage ist, aufgrund dieser Abweichung auf eine Fehlkalibration der Sensoranordnung, oder zumindest mancher Sensoren der Sensoranordnung, zu schließen und folglich die entsprechenden Sensoren nachzukalibrieren.

[0012] Es mag eine vorteilhafte Wirkung der Erfindung sein, dass die Genauigkeit der Sensoranordnung über ihre Lebensdauer erhalten werden kann. Auch kann dieser Prozess vollautomatisch ablaufen, so dass für den Fahrzeughalter keine zusätzlichen Kosten für die Nachkalibrierung der Sensoren entstehen.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist das Fahrerassistenzsystem weiterhin eine Kommunikationseinheit auf, die ausgeführt ist, mit einer vom Fahrzeug örtlich getrennten Recheneinheit digitale Kartendaten zu kommunizieren.

[0014] Die digitalen Kartendaten können in einer Recheneinheit außerhalb des Fahrzeugs abgelegt sein. Dies kann zum Beispiel für die regelmäßige Aktualisierung der digitalen Karten zweckdienlich sein. Das Fahrerassistenzsystem ist durch die oben beschriebene Vorgehensweise darauf angewiesen, in kurzen Abständen aktualisierte Kartendaten zu erhalten. Dafür ist das System mit einer Kommunikationseinheit ausgerüstet, welche die Übertragung von aktuellen Kartendaten ermöglicht. Auch die Kommunikation in die andere Richtung kann möglich sein. In diesem Sinne sendet das Fahrzeug digitale Kartendaten an die örtlich getrennte Recheneinheit. Somit kann der Ausdruck „Kommunizieren“ sowohl Senden als auch Empfangen bedeuten. In anderen Worten ist die Kommunikationseinheit potentieller Sender und Empfänger in einer Einheit.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die vom Fahrzeug örtlich getrennte Recheneinheit ein zentraler Server.

[0016] Ist beispielsweise die Kartengenerierung satellitenbasiert erfolgt, so werden die Daten in einem zentralen Server abgelegt. Dies hat den Vorteil, dass alle Teilnehmer am Server Zugang zu den gleichen Informationen erhalten und die Konsistenz der Daten nach Aktualisierungen leicht zu erhalten ist. Das Konzept eines Servers schließt nicht aus, dass die Daten verteilt über mehrere Servereinheiten gespeichert sind. Auch ein Netzwerk von Servern ist denkbar. Beispielsweise wird die Serverarchitektur in „Master“ und „Slave“ eingeteilt, das heißt, dass ein Kommandoserver die Konsistenzen überwacht und die anderen Server im eigentlichen Sinne eher als „Mirrors“ zu bezeichnen wären, die die Serverdaten zu Entlastungszwecken spiegeln und an die Klienten weitergeben.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die vom Fahrzeug örtlich getrennte Recheneinheit in einem anderen Fahrzeug untergebracht.

[0018] Die Alternative zu Serverstrukturen ist ein Netzwerk aus beispielsweise gleichberechtigten Teilnehmern am Netzwerk. Die kann bedeuten, dass jedes Fahrzeug, das mit einem entsprechenden Fahrerassistenzsystem ausgestattet ist, digitale Kartendaten gespeichert hält und anderen Teilnehmern zur Verfügung stellt. Dies spiegelt den Gedanken eines „peer-to-peer“ Netzwerks wider und ermöglicht es, auf einen zentralen Server zu verzichten, es sei denn, ein zentraler Server wird zur Koordination benötigt.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Objekt in der Umgebung des Fahrzeugs eine Fahrbahnmarkierung, ein Verkehrsschild, ein Leitpfosten, eine Straßenlaterne, eine Ampel oder ein Brückenpfeiler.

[0020] Der Begriff „Objekt“ kann breit gefasst sein und sich auf alles erstrecken, das von der Sensoranordnung in der Umgebung des Fahrzeugs detektierbar ist und über eine gewisse Zeitdauer ortsfest ist. Unter diesen Begriff fallen somit beispielsweise eine Fahrbahnmarkierung, ein Verkehrsschild, ein Leitpfosten, eine Straßenlaterne, eine Ampel oder ein Brückenpfeiler. Beispielsweise werden von (Stereo-) Kameras die Fahrbahnmarkierungen erkannt, deren Position und Verlauf bestimmt und diese Daten mit der in den digitalen Karten gespeicherten Position und Verlauf verglichen. Insbesondere Brückenpfeiler haben den Vorteil, meist über Jahre unverändert zu bleiben, weshalb sie sich für die beschriebene Vorgehensweise besonders eignen. Dies trifft aber auch auf Ampeln zu. Je öfter die digitalen Kartendaten aktualisiert werden, umso zuverlässiger sind die Positionsdaten der gespeicherten Objekte.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Fahrerassistenzsystem weiterhin eine Speichereinheit auf, die ausgeführt ist, die digitalen Kartendaten gespeichert zu halten.

[0022] Eine solche Speichereinheit hält zum Beispiel einen Datensatz gespeichert, der Objekte in der näheren Umgebung des Fahrzeugs betrifft. Beispielsweise wird über die Kommunikationseinheit ein Datenpaket gesendet, das die Umgebungsinformationen, insbesondere über Objekte in der Umgebung, enthält. Es bietet sich beispielsweise an, ein solches Paket vorzuladen, um durch eventuelle Funkunterbrechungen keinen Datenverlust hinnehmen zu müssen. Die Speichereinheit kann somit durch ihre Unabhängigkeit von der Funknetzqualität die Versorgung des Fahrerassistenzsystems mit digitalen Kartendaten sicherstellen. In diesem Sinne kann die Speichereinheit eine Pufferfunktion für die Kartendaten einnehmen.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Sensoranordnung eine Navigationseinheit, einen Radarsensor, eine Kamera, eine Stereokamera, einen Laserscanner oder einen Ultraschallsensor auf.

[0024] Zur Positionsbestimmung des Fahrzeugs kann eine Navigationseinheit vorhanden sein. Diese kann zum Beispiel satellitengestützt die Position des Fahrzeugs bestimmen, oder auch über Trägheitsensoren eventuelle temporäre Empfangsschwierigkeiten der Satellitensignale überbrücken. Radarsensoren können zum Beispiel über Phasendifferenzmessung oder auch Laufzeitmessung ein räumliches

Bild der Umgebung erzeugen. Kameras, insbesondere Stereokameras, können über hochauflösende Bilder der Umgebung Objekte erfassen und verfolgen. Insbesondere eignen diese sich, über den optischen Fluss der erfassten Umgebung kinematische Daten zu erzeugen. Laserscanner können insbesondere zur Abstandsmessung verwendet werden, auch können diese in Rasterfunktion ein Abbild der Umgebung erzeugen.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Recheneinheit weiter ausgeführt, durch den Vergleich der durch die Sensoranordnung erfassten Position des Objekts mit der in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts einen Ausfall oder eine Fehlfunktion der Sensoranordnung zu detektieren.

[0026] Werden beispielsweise Objekte, die in der digitalen Karte abgelegt sind, nicht mehr erfasst, so kann auf einen Ausfall eines oder mehrerer Sensoren geschlossen werden. Auch Fehlfunktionen von Sensoren können aus Inkonsistenzen der von Sensoren erfassten Position eines Objekts mit der gespeicherten Position eines Objekts ermittelt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Daten der Sensoranordnung mit mehreren oder gar vielen Kartendaten nicht übereinstimmen. In einem anderen Fall sind die Positionsmessungen eines Objekts von manchen Sensoren konsistent mit den digitalen Kartendaten, die von anderen Sensoren aber nicht. In diesem Fall könnte auf eine Fehlfunktion der anderen Sensoren geschlossen werden.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Recheneinheit weiter ausgeführt, mehrere Sensoren der Sensoranordnung zueinander zu kalibrieren.

[0028] Im Gegensatz zur Nachkalibrierung eines einzelnen Sensors kann in dieser Ausführungsform eine Vielzahl von einzelnen Sensoren zueinander kalibriert werden. In anderen Worten wird die jeweilige Kalibrierung der Sensoren aufeinander abgestimmt. So kann beispielsweise die Konsistenz vieler oder aller Sensoren gewährleistet werden, die aufeinander abgestimmt sind. Dies mag zusätzlich die Genauigkeit der Sensoranordnung erhöhen.

[0029] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Fahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem wie oben und im Folgenden beschrieben, angegeben.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Kalibrieren einer Sensoranordnung eines Fahrzeugs angegeben, aufweisend die Schritte: Erfassen einer Position eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs durch die Sensoranordnung; Abrufen von digitalen Kartendaten; Vergleich

chen der durch die Sensoranordnung erfassten Position des Objekts mit der in den digitalen Karten enthaltenen Position des Objekts; Kalibrieren der Sensoranordnung, falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird.

[0031] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Programmelement angegeben, das, wenn es auf der Recheneinheit ausgeführt wird, die Recheneinheit und eine daran angeschlossene Sensoranordnung anleitet, das oben beschriebene Verfahren auszuführen.

[0032] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein computerlesbares Medium angegeben, auf dem das oben beschriebene Programmelement gespeichert ist.

[0033] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Darin bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente. Gleiche oder ähnliche Elemente können aber auch durch unterschiedliche Bezugszeichen bezeichnet sein.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0034] Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug vor einem Objekt gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0035] Fig. 2 zeigt ein Fahrzeug und ein anderes Fahrzeug gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0036] Fig. 3 zeigt ein Verfahren zum Kalibrieren einer Sensoranordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0037] Fig. 4 zeigt ein Fahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0038] Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

[0039] Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1 auf einer Straße. An der Straße befindet sich ein Objekt 50, in diesem Beispiel eine Brücke. Das Fahrzeug 1 steht über eine Kommunikationseinheit 30 in Verbindung mit dem Server 6. Vom Server 6 erhält das Fahrzeug digitale Kartendaten über ein Funknetzwerk. Dazu übermittelt das Fahrzeug 1 an den Server 6 über die Kommunikationseinheit 30 die Position des Fahrzeugs 1. Der Server 6 greift daraufhin auf seine Datenbank zu, wobei die Suchanfrage des Servers auf digitale Kartendaten im Umkreis von beispielsweise 5 km ab-

zielt. Dieses Datenpaket übermittelt der Server 6 an das Fahrzeug 1, wobei das Fahrzeug 1 diese digitalen Kartendaten in seiner Speichereinheit 40 abspeichert. Bei der folgenden Fahrt ist somit das Fahrerassistenzsystem weitgehend unabhängig von der Qualität des Funknetzwerkes, sprich der Verbindung zwischen dem Server 6 und der Kommunikationseinheit 30.

[0040] Während der Fahrt des Fahrzeugs 1 erfasst die Sensoranordnung 10 des Fahrzeugs 1 die Umgebung des Fahrzeugs 1. Dabei erfasst die Sensoranordnung 10 die Position eines Objekts 50. Anschließend vergleicht die Recheneinheit 20 die durch die Sensoranordnung 10 erfasste Position mit der in den digitalen Kartendaten abgelegten Position desselben Objekts 50. Die Position der Brücke 50 ist durch Vermessung durch einen Satelliten sehr genau bestimmt und somit bekannt. Insbesondere die Brückenpfeiler sind in ihrer Position bekannt. Erkennt nun die Recheneinheit 20 eine Inkonsistenz aus der Positionsbestimmung des Brückenpfeilers 50 durch einen Radarsensor, kann sie diesen Radarsensor veranlassen sich nachzukalibrieren. Da der Fehler in der gemessenen Position des Brückenpfeilers 50 bekannt ist, und die Position des Fahrzeugs 1 ebenfalls bekannt ist, kann auch auf den Kalibrierungsfehler des Radarsensors zurückgerechnet werden, wobei dann der Radarsensor um einen entsprechenden Betrag korrigiert wird.

[0041] Fig. 2 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel mit verifizierten Positionsdaten eines Objekts 50. In diesem Beispiel ist keine Einheit vorgesehen, die speziell für die Vermessung von Positionen von Objekten dient, zum Beispiel ein Satellit. In diesem Beispiel übernimmt die Aufgabe der Erzeugung der Datenbankeinträge in die digitale Karte eine Vielzahl von anderen Fahrzeugen 2. Dieser Methode liegt die Annahme zu Grunde, dass Messfehler von Sensoranordnungen 10 von verschiedenen anderen Fahrzeugen 2 einen Erwartungswert von Null im statistischen Mittel ergeben. Erfasst also eine Vielzahl von anderen Fahrzeugen 2 die Position eines Objekts 50, so kann davon ausgegangen werden, dass die Position durch Mittelung aller Messwerte exakt bestimmt werden kann.

[0042] Zum Beispiel lautet ein Eintrag in der Datenbank der hochgenauen Karten „[Ampel_0x65D68; 48.143593; 11.557000; 285]“. In diesem Beispiel befindet sich die Ampel mit der Identifikationsnummer „0x65D68“ an der in geodätischen Koordinaten ausgedrückten Position „48.143593; 11.557000“, wobei „48.143593“ den Breitengrad und „11.557000“ den Längengrad angeben. Außerdem ist die Rückseite der Ampel in Richtung 285° gerichtet, das heißt, sie kann von einer Fahrspur, die unter der Ampel in diese Richtung weist, detektiert werden.

[0043] Somit ist wiederum die exakte Position des Objekts **50**, hier der Ampel, bekannt. Erreicht das Fahrzeug **1** das Objekt **50**, so detektieren beispielsweise eine Kameraeinheit und eine Radareinheit die Ampel **50** und bestimmen deren Position. Weicht die jeweils von der Kameraeinheit und von der Radareinheit bestimmte Position von der in der digitalen Karte gespeicherten Position der Ampel **50** ab, so kann die Recheneinheit **20** gemeinsam die Radareinheit und die Kameraeinheit kalibrieren und aufeinander abstimmen.

[0044] Fig. 3 zeigt ein Verfahren zum Kalibrieren einer Sensoranordnung **10** eines Fahrzeugs **1**. Das Verfahren erfasst im ersten Schritt S1 die Position eines Objekts **50** in der Umgebung des Fahrzeugs **1** mit der Sensoranordnung **10**. Im zweiten Schritt findet ein Abrufen S2 von digitalen Kartendaten statt. Im darauffolgenden dritten Schritt erfolgt das Vergleichen S3 der durch die Sensoranordnung **10** erfassten Position des Objekts **50** in der Umgebung des Fahrzeugs **1** mit der in den digitalen Karten enthaltenen Position des Objekts **50**. Im letzten Schritt findet das Kalibrieren S4 der Sensoranordnung **10** statt, und zwar dann, wenn ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird.

[0045] Fig. 4 zeigt ein Fahrzeug **1** mit einem Fahrerassistenzsystem zum Kalibrieren einer Sensoranordnung **10** des Fahrzeugs **1**. Das Fahrzeug **1** weist eine Sensoranordnung **10**, eine Recheneinheit **20**, eine Kommunikationseinheit **30** und eine Speichereinheit **40** auf. Dabei ist die Sensoranordnung **10** ausgeführt, eine Position eines Objekts **50** in der Umgebung des Fahrzeugs **1** zu erfassen. Außerdem ist die Recheneinheit **20** ausgeführt, die durch die Sensoranordnung **10** erfasste Position des Objekts **50** mit einer in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts **50** zu vergleichen und, falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird, die Sensoranordnung **10** zu kalibrieren.

[0046] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass „umfassend“ und „aufweisend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkungen zu sehen.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	anderes Fahrzeug
6	Örtlich getrennte Recheneinheit
10	Sensoranordnung
20	Recheneinheit
30	Kommunikationseinheit
40	Speichereinheit
50	Objekt
S1	Erfassen
S2	Abrufen
S3	Vergleichen
S4	Kalibrieren

Patentansprüche

1. Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug (**1**) zum Kalibrieren einer Sensoranordnung (**10**), aufweisend:
eine Sensoranordnung (**10**),
eine Recheneinheit (**20**),
wobei die Sensoranordnung (**10**) ausgeführt ist, eine Position eines Objekts (**50**) in der Umgebung des Fahrzeugs (**1**) zu erfassen;
wobei die Recheneinheit (**20**) ausgeführt ist, die durch die Sensoranordnung (**10**) erfasste Position des Objekts (**50**) mit einer in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts (**50**) zu vergleichen und, falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird, die Sensoranordnung (**10**) zu kalibrieren.
2. Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 1, weiterhin aufweisend:
eine Kommunikationseinheit (**30**), die ausgeführt ist, mit einer vom Fahrzeug (**1**) örtlich getrennten Recheneinheit (**6**) digitale Kartendaten zu kommunizieren.
3. Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 2, wobei die vom Fahrzeug (**1**) örtlich getrennte Recheneinheit (**6**) ein zentraler Server ist.
4. Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 2, wobei die vom Fahrzeug (**1**) örtlich getrennte Recheneinheit (**6**) in einem anderen Fahrzeug (**2**) untergebracht ist.
5. Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Objekt (**50**) in der Umgebung des Fahrzeugs (**1**) eine Fahrbahnmarkierung, ein Verkehrsschild, ein Leitpfosten, eine Straßenlaterne, eine Ampel oder ein Brückenpfeiler ist.
6. Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter aufweisend:
eine Speichereinheit (**40**), die ausgeführt ist, die digitalen Kartendaten gespeichert zu halten.

7. Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sensoranordnung (10) eine Navigationseinheit, einen Radarsensor, eine Kamera, eine Stereokamera, einen Laserscanner oder einen Ultraschallsensor aufweist.

8. Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Recheneinheit (20) weiter ausgeführt ist, durch den Vergleich der durch die Sensoranordnung (10) erfassten Position des Objekts (50) mit der in einer digitalen Karte abgelegten Position des Objekts (50) einen Ausfall oder eine Fehlfunktion der Sensoranordnung (10) zu detektieren.

9. Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Recheneinheit (20) weiter ausgeführt ist, mehrere Sensoren der Sensoranordnung (10) zueinander zu kalibrieren.

10. Fahrzeug (1) mit einem Fahrerassistenzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Verfahren zum Kalibrieren einer Sensoranordnung (10) eines Fahrzeugs (1), aufweisend die Schritte:

Erfassen (S1) einer Position eines Objekts (50) in der Umgebung des Fahrzeugs(1) durch die Sensoranordnung (10);

Abrufen (S2) von digitalen Kartendaten;

Vergleichen (S3) der durch die Sensoranordnung (10) erfassten Position des Objekts (50) mit der in den digitalen Karten enthaltenen Position des Objekts (50);

Kalibrieren (S4) der Sensoranordnung (10), falls ein Unterschied zwischen der erfassten Position und der in der digitalen Karte abgelegten Position festgestellt wird.

12. Programmelement, das, wenn es auf der Recheneinheit (20) ausgeführt wird, die Recheneinheit (20) und eine daran angeschlossene Sensoranordnung (10) anleitet, das Verfahren nach Anspruch 11 auszuführen.

13. Computerlesbares Medium, auf dem das Programmelement nach Anspruch 12 gespeichert ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

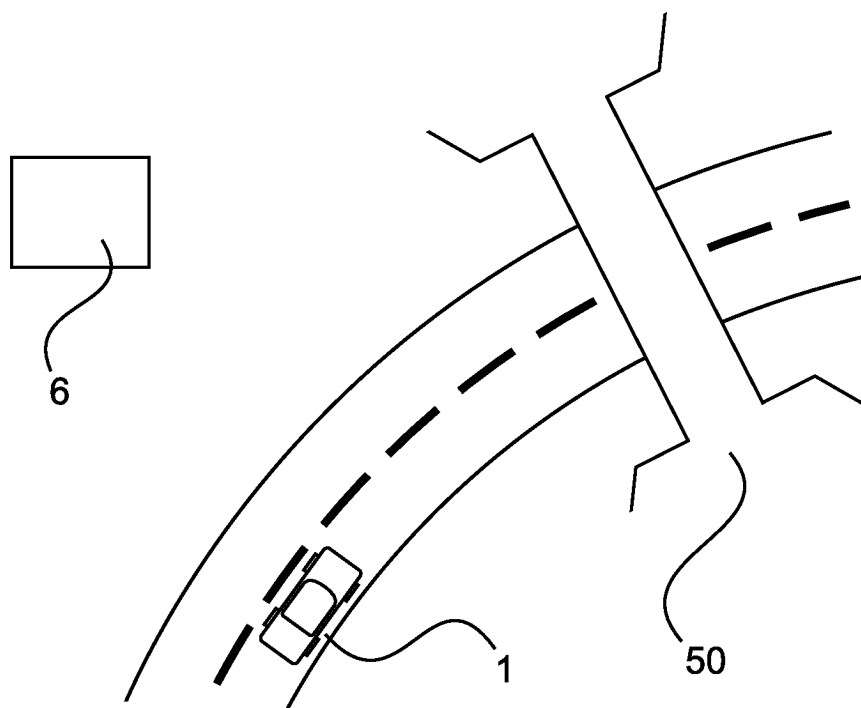


Fig. 1

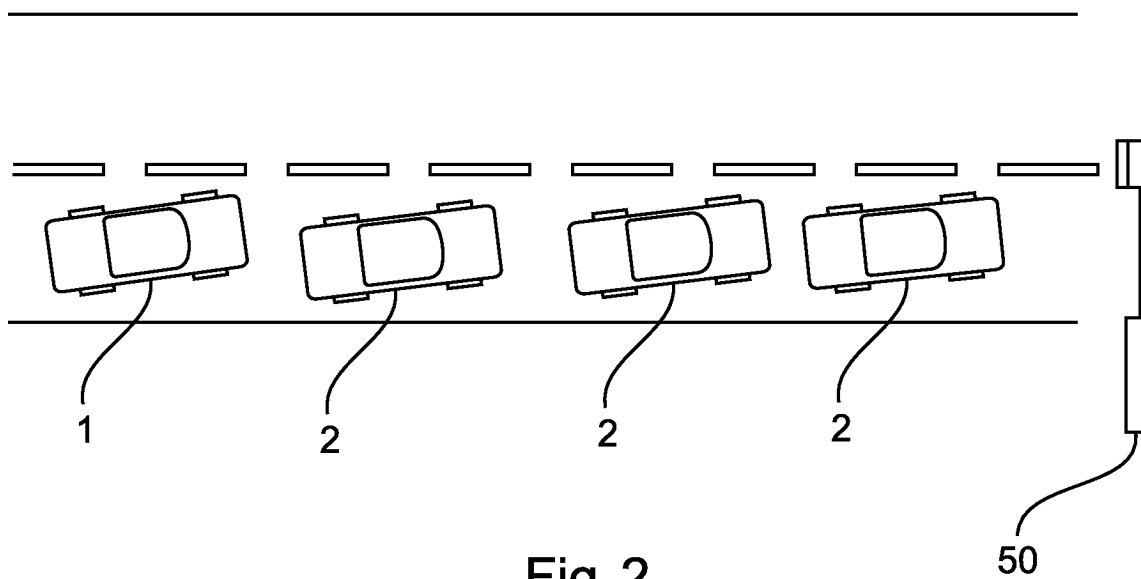


Fig. 2

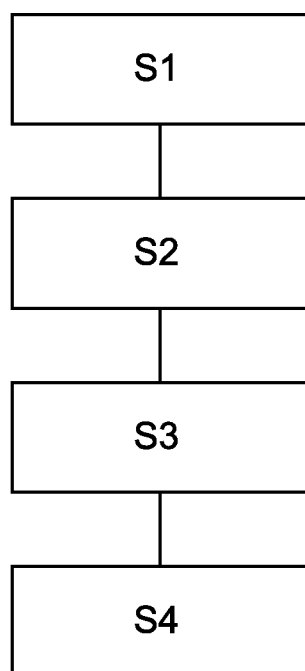


Fig. 3

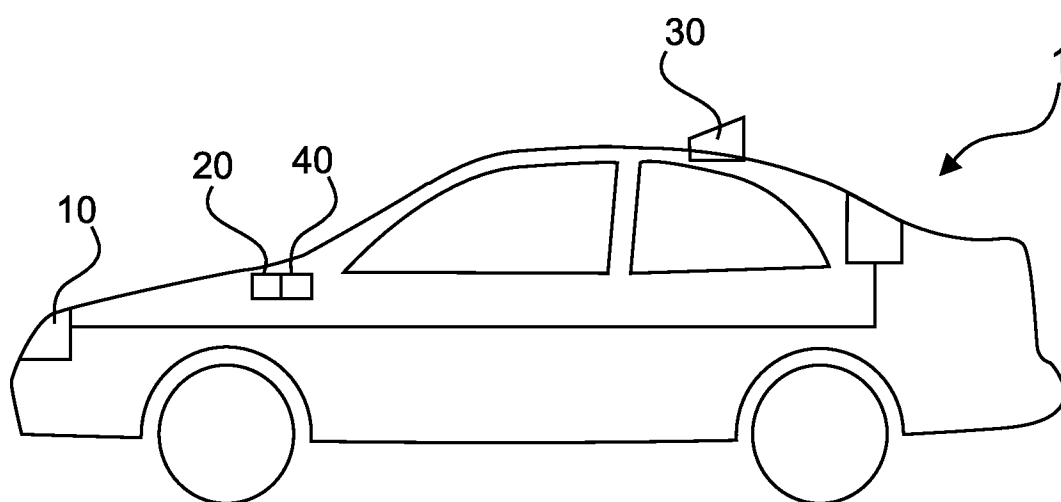


Fig. 4