



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 002 386.8**

(22) Anmeldetag: **12.06.2023**

(43) Offenlegungstag: **04.01.2024**

(51) Int Cl.: **G01S 17/89 (2020.01)**

G01S 17/87 (2020.01)

(66) Innere Priorität
10 2022 002 373.3 30.06.2022

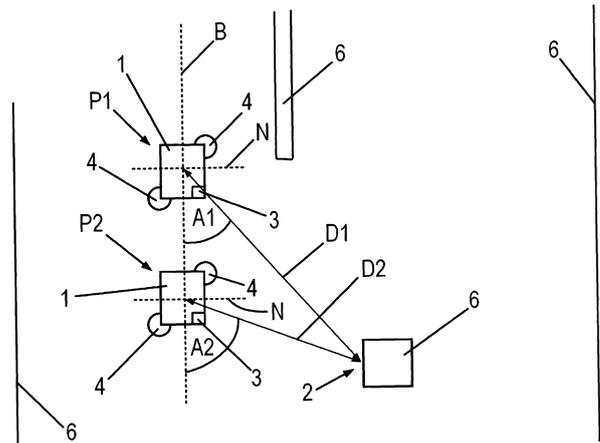
(71) Anmelder:
**SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG, 76646
Bruchsal, DE**

(72) Erfinder:
**Schmidt, Josef, 76661 Philippsburg, DE;
Sliskovic, Maja, Dr., 76275 Ettlingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs (1), wobei das Fahrzeug (1) mindestens einen Laserscanner (4) und mindestens eine Kamera (3) aufweist, wobei während sich das Fahrzeug (1) an einer ersten Position (P1) befindet von der Kamera (3) ein erstes Bild von einem Objekt (2) aufgenommen wird, und von dem Laserscanner (4) eine erste Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt wird, wobei die erste Aufnahme das Objekt (2) enthält, während sich das Fahrzeug (1) an einer zweiten Position (P2) befindet von der Kamera (3) ein zweites Bild von dem Objekt (2) aufgenommen wird, und von dem Laserscanner (4) eine zweite Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt wird, wobei die zweite Aufnahme das Objekt (2) enthält; aus dem ersten Bild ein erster Winkel (A1), in welchem sich das Objekt (2) relativ zu einer Bezugsrichtung (B) befindet, ermittelt wird; die erste Aufnahme um den ersten Winkel (A1) relativ zu der Bezugsrichtung (B) gedreht wird; aus dem zweiten Bild ein zweiter Winkel (A2), in welchem sich das Objekt (2) relativ zu der Bezugsrichtung (B) befindet, ermittelt wird; die zweite Aufnahme um den zweiten Winkel (A2) relativ zu der Bezugsrichtung (B) gedreht wird; und die erste Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zu der Karte überlagert wird, wobei die Lage des Objekts (2) in der ersten Aufnahme der Lage des Objekts (2) in der zweiten Aufnahme entspricht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs. Das Fahrzeug weist dabei mindestens einen Laserscanner und mindestens eine Kamera auf.

[0002] Bei der Umgebung handelt es sich insbesondere um einen Teilbereich in einer technischen Anlage. Bei der technischen Anlage handelt es sich um eine industrielle Anwendung, beispielsweise ein Produktionswerk, eine Industriehalle oder ein Logistikzentrum. Die technische Anlage umfasst autonom fahrende Fahrzeuge, welche beispielsweise zum Transport von Gegenständen innerhalb der technischen Anlage dienen. In der technischen Anlage befinden sich auch weitere Objekte und Hindernisse. Zur Navigation der autonom fahrenden Fahrzeuge werden Karten erstellt, welche derartige Objekte und Hindernisse enthalten.

[0003] Derartige Karten werden normalerweise von Fahrzeugen mit Laserscannern und Odometrie durch Vergleich und Matching von aufeinanderfolgenden Scans erstellt. Dabei werden die Scans rotiert und translatorisch bewegt, bis eine maximale Übereinstimmung erreicht ist. Dieses Vorgehen ist sehr rechenintensiv, insbesondere die Rotation. Ferner stellt die Rotation eine nichtlineare Operation dar, was in der zu maximierender Funktion normalerweise zu den mehreren lokalen Maxima führt.

[0004] Aus dem Dokument DE 10 2019 001 253 A1 ist Verfahren zum Betreiben einer technischen Anlage bekannt, welche mindestens ein mobiles System aufweist, das auf einer Verkehrsfläche der technischen Anlage verfahrbar ist. Das mobile System erfasst mit Hilfe von entsprechenden Sensoren Objekte in der technischen Anlage. Die Positionen der so erfassten Objekte werden dabei mit vermuteten Positionen von Objekten gemäß einer Karte der technischen Anlage verglichen.

[0005] Aus dem Dokument DE 10 2021 000 349 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei welchem eine Grundkarte mit einer Korrekturkarte überlagert wird. Dabei wird ein metrisches Merkmal der Grundkarte durch ein metrisches Merkmal der Korrekturkarte ersetzt, wenn eine Abweichung zwischen einem metrischen Merkmal der Grundkarte und einem metrischen Merkmal der Korrekturkarte erkannt wird.

[0006] Aus der Druckschrift „Visual-lidar odometry and mapping: Low-drift, robust and fast“ ist ebenfalls ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung bekannt.

[0007] Aus der Druckschrift „Improving the mobile robots indoor localization system by combining slam

with fiducial markers“ ist ebenfalls ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung bekannt.

[0008] Aus der Druckschrift „Three-dimensional unique-identifier-based automated georeferencing and coregistration of point clouds in underground mines“ ist ebenfalls ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung bekannt.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs weiterzubilden.

[0010] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Es wird ein Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs vorgeschlagen, wobei das Fahrzeug mindestens einen Laserscanner und mindestens eine Kamera aufweist. Während sich das Fahrzeug an einer ersten Position befindet wird von der Kamera ein erstes Bild von einem Objekt aufgenommen, und von dem Laserscanner wird eine erste Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt, wobei die erste Aufnahme das Objekt enthält. Während sich das Fahrzeug an einer zweiten Position befindet wird von der Kamera ein zweites Bild von dem Objekt aufgenommen, und von dem Laserscanner wird eine zweite Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt, wobei die zweite Aufnahme das Objekt enthält. Aus dem ersten Bild wird ein erster Winkel, in welchem sich das Objekt relativ zu einer Bezugsrichtung befindet, ermittelt. Die erste Aufnahme wird um den ersten Winkel relativ zu der Bezugsrichtung gedreht. Aus dem zweiten Bild wird ein zweiter Winkel, in welchem sich das Objekt relativ zu der Bezugsrichtung befindet, ermittelt. Die zweite Aufnahme wird um den zweiten Winkel relativ zu der Bezugsrichtung gedreht. Anschließend wird die erste Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zu der Karte überlagert, wobei die Lage des Objekts in der ersten Aufnahme der Lage des Objekts in der zweiten Aufnahme entspricht.

[0012] Die Ermittlung eines Winkels aus einer Aufnahme von einem Laserscanner ist verhältnismäßig aufwendig und rechenintensiv. Aus einem von einer Kamera aufgenommenen Bild hingegen ist eine Richtung und damit ein Winkel verhältnismäßig einfach und präzise bestimmbar. Durch die Benutzung einer Kamera wird der ermittelte Winkel für die Rotation zwar nicht gänzlich ohne Messfehler berechnet, jedoch wird die Varianz deutlich reduziert. Somit ist der Rechenaufwand zur Erstellung einer Karte einer Umgebung vorteilhaft reduziert.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird das Fahrzeug anschließend zu einer weiteren Position bewegt. Während sich das Fahrzeug an der weiteren Position befindet wird von der Kamera ein weiteres Bild von dem Objekt aufgenommen, und von dem Laserscanner wird eine weitere Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt, wobei die weitere Aufnahme das Objekt enthält. Aus dem weiteren Bild wird ein weiterer Winkel, in welchem sich das Objekt relativ zu der Bezugsrichtung befindet, ermittelt. Die weitere Aufnahme wird um den weiteren Winkel relativ zu der Bezugsrichtung gedreht. Anschließend wird die weitere Aufnahme mit der zuvor erstellten Karte zu einer weiteren Karte überlagert, wobei die Lage des Objekts in der weiteren Aufnahme der Lage des Objekts in der zuvor erstellten Karte entspricht. Die zuvor erstellte Karte ist somit durch Überlagerung weiterer Aufnahmen beliebig erweiterbar.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Objekt als QR-Code ausgebildet. In dem QR-Code sind weitere Informationen integrierbar, beispielsweise eine Positionierung des QR-Codes in der Umgebung.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung beinhaltet der QR-Code eine oder mehrere der folgenden Informationen, wodurch die Erstellung der Karte vereinfacht und erleichtert wird:

- eine Information über eine Bewegung des Objekts während ein Bild von dem Objekt von der Kamera aufgenommen wird;
- eine Information, ob das Objekt statisch ist, und ob das Objekt zur Erstellung der Karte genutzt werden soll; damit kann eine nachträgliche manuelle Eintragung der Information, ob das Objekt statisch ist, entfallen oder wird vereinfacht.
- eine Information, ob das Objekt nur zur Erstellung der Karte als statisch zu betrachten ist, aber später für die Ortung auf dieser Karte nicht benutzt werden soll.
- eine Information über eine Größe und/oder eine geometrische Form des Objekts in einer Scanebene des Laserscanners; damit kann diese Information bei der Erstellung der Karte einfließen und eventuell als statisch betrachtet werden. Mit der bekannten Form und Größe des Objektes ist es mit einem Fachmann bekannten Verfahren möglich, Matching der Laserscanner-Punkte einfacher und präziser durchzuführen, beispielsweise, wenn es bekannt ist, dass die Punkte auf einer geraden Linie liegen sollten, kann eine gerade Linie durch die Punktwolke approximiert werden, beispielsweise mit der Methode der kleinsten Quadrate. Dadurch wird eine weitere Reduzie-

rung der notwendigen Rechenleistung und Erhöhung der Präzision bei der Erstellung einer Karte erreicht.

[0016] Denkbar ist weiterhin, dass derartige Informationen über ein Objekt in einer Datenbank enthalten sind. Der QR-Code enthält dann einen Verweis auf die besagten Informationen in der Datenbank. In einem vereinfachten Fall sind alle Merkmale mit QR-Codes gleich aufgebaut, und der QR-Code bestätigt, dass es sich bei dem Merkmal um ein bekanntes Merkmal handelt, was einer Datenbank mit einem Eintrag entspricht.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird von dem Laserscanner bei der Erzeugung der ersten Aufnahme eine erste Entfernung zu dem Objekt ermittelt. Auch wird von dem Laserscanner bei der Erzeugung der zweiten Aufnahme eine zweite Entfernung zu dem Objekt ermittelt. Die erste Entfernung zu dem Objekt und die zweite Entfernung zu dem Objekt werden bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts ebenfalls berücksichtigt. Dadurch wird die Genauigkeit der erstellten Karte vorteilhaft erhöht.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird eine Distanz zwischen der ersten Position und der zweiten Position bestimmt. Die Distanz zwischen der ersten Position und der zweiten Position wird bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts ebenfalls berücksichtigt. Dadurch wird die Genauigkeit der erstellten Karte vorteilhaft erhöht.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die so berechnete Werte, insbesondere eine Differenz in x-Position, eine Differenz in y-Position und eine Differenz des Winkels als Input in ein Partikelfilter, zusammen mit Odometriedaten oder anstatt der Odometriedaten, verwendet. Wie die Partikelfilter für die Erstellung einer Karte verwendet werden ist beispielsweise aus dem Buch „Probabilistic Robotics“ von den Autoren Sebastian Thrun, Wolfram Burgard und Dieter Fox bekannt. Da mit dem in dieser Erfindung vorgeschlagenen Verfahren die Differenz der Winkel in zwei aufeinander folgenden Schritten für mehrere Positionen des Fahrzeugs präziser berechnet werden kann, können für die Generierung der Partikel die Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit einer geringeren Standardabweichung verwendet werden. Dadurch wird ermöglicht, dass bei der gleichen Anzahl der generierten Partikel eine präzisere Karte erstellt werden kann, oder in einer alternativen Ausführung, die Anzahl der Partikel reduziert werden kann aber die Qualität sowie die Präzision der Karte dadurch nicht reduziert wird.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Fahrzeug geradlinig von der ersten Position zu der zweiten Position bewegt. Dadurch ist der Rechenaufwand zur Erstellung der Karte weiter reduziert.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung fluchtet die Bezugsrichtung mit einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs. Dadurch ist der Rechenaufwand zur Erstellung der Karte weiter reduziert.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung fluchtet die Bezugsrichtung mit einer Längsachse des Fahrzeugs. Dadurch ist der Rechenaufwand zur Erstellung der Karte weiter reduziert.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Fahrzeug als autonom fahrendes Fahrzeug ausgebildet, welches eine Antriebseinrichtung, einen elektrischen Energiespeicher zur Versorgung der Antriebseinrichtung, eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinrichtung sowie eine Kommunikationseinheit zur drahtlosen Kommunikation über ein Netzwerk aufweist.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist das Fahrzeug ein odometrisches System, insbesondere zur Bestimmung einer Distanz zwischen der ersten Position und der zweiten Position, auf. Dadurch ist die Bestimmung der Distanz zwischen der ersten Position und der zweiten Position von dem Fahrzeug selbst einfach durchführbar.

[0025] Die Erfindung ist nicht auf die Merkmalskombination der Ansprüche beschränkt. Für den Fachmann ergeben sich weitere sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten von Ansprüchen und/oder einzelnen Anspruchsmerkmalen und/oder Merkmalen der Beschreibung und/oder der Figuren, insbesondere aus der Aufgabenstellung und/oder der sich durch Vergleich mit dem Stand der Technik stellenden Aufgabe.

[0026] Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert. Die Erfindung ist nicht auf die in den Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Abbildungen stellen den Gegenstand der Erfindung nur schematisch dar. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Umgebung in einer technischen Anlage gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel und

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Umgebung in einer technischen Anlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

[0027] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Umgebung in einer technischen Anlage gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Bei der technischen Anlage handelt es sich um eine industrielle Anwendung, beispielsweise ein Produktionswerk, eine Industriehalle oder ein Logistikzentrum. Die technische Anlage umfasst dabei mehrere autonome Fahrzeuge. In der vorliegenden Darstellung ist lediglich ein solches Fahrzeug 1 gezeigt, welches als autonom fahrendes Fahrzeug ausgebildet ist.

[0028] Die autonomen Fahrzeuge dienen insbesondere zum Transport von Gegenständen innerhalb der technischen Anlage. Die technische Anlage weist Bereiche auf, welche von den autonomen Fahrzeugen befahrbar sind, beispielsweise leere Flächen und Wege. Die technische Anlage weist auch Bereiche auf, welche für die autonomen Fahrzeuge gesperrt sind, beispielsweise Wände, Montagestationen, Werkbänke oder Ähnliches. Zur Navigation verfügen die autonomen Fahrzeuge über Karten, welche Informationen über derartige Hindernisse 6 enthalten. Die Karten werden zuvor erstellt und in die autonomen Fahrzeuge geladen.

[0029] Mittels des hier dargestellten Fahrzeugs 1 wird eine solche Karte der Umgebung erstellt, wobei die besagte Umgebung einen Teilbereich der technischen Anlage darstellt. Die hier dargestellte Umgebung weist mehrere Hindernisse 6 auf, insbesondere Wände, Mauern sowie eine Säule. Die technische Anlage weist auch mehrere Objekte 2 auf. Bei den Objekten 2 handelt es sich insbesondere um Markierungen oder markante Stellen. Die hier dargestellte Umgebung weist ein derartiges Objekt 2 auf, welches als QR-Code ausgebildet ist. Das Objekt 2 ist an der Säule angebracht, die ein Hindernis 6 darstellt.

[0030] Das hier dargestellte Fahrzeug 1 ist als autonom fahrendes Fahrzeug ausgebildet und weist eine Antriebseinrichtung, einen elektrischen Energiespeicher zur Versorgung der Antriebseinrichtung sowie eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinrichtung auf. Die Antriebseinrichtung umfasst beispielsweise einen Elektromotor, ein Getriebe und Antriebsräder. Der elektrische Energiespeicher ist insbesondere eine wiederaufladbare Batterie.

[0031] Ferner weist das Fahrzeug 1 eine Kommunikationsvorrichtung zur drahtlosen Kommunikation über ein Netzwerk mit anderen Fahrzeugen sowie mit einem übergeordneten Server in der technischen Anlage auf. Auch weist das Fahrzeug 1 ein odometrisches System zur Bestimmung einer gefahrenen Distanz auf. Das odometrische System zählt beispielsweise Umdrehungen der Antriebsräder und berechnet daraus die besagte Distanz.

[0032] Das Fahrzeug 1 weist zwei Laserscanner 4 auf. Die Laserscanner 4 sind an gegenüberliegenden Ecken des Fahrzeugs 1 angebracht. Die Laserscanner 4 erfassen jeweils Objekte 2 und Hindernisse 6 in einem Winkelbereich von etwa 270°. Die Laserscanner 4 dienen insbesondere zur Erzeugung von Aufnahmen von Teilen der Umgebung. Die Laserscanner 4 erfassen dabei Entfernungen zu Objekten 2 und Hindernissen 6 sowie Richtungen, in welchen sich die Objekte 2 und Hindernisse 6 befinden. Die Laserscanner 4 sind in definierten Positionen relativ zu einer Längsachse des Fahrzeugs 1 angeordnet.

[0033] Das Fahrzeug 1 weist eine Kamera 3 auf, welche beispielsweise als monokulare Kamera ausgebildet ist. Die Kamera 3 ist an einer Ecke des Fahrzeugs 1 angebracht. Die Kamera 3 dient zur Aufnahme von Bildern von Teilen der Umgebung. Insbesondere werden von der Kamera 3 Bilder von Objekten 2 aufgenommen. Aus einem solchen Bild ist eine Ermittlung eines Winkels, in welchem sich ein aufgenommenes Objekt 2 relativ zu einer Bezugsrichtung B befindet, mit hoher Präzision möglich. Die Kamera 3 ist in einer definierten Position relativ zu der Längsachse des Fahrzeugs 1 angeordnet.

[0034] Vorliegend fluchtet die Bezugsrichtung B mit der Längsachse des Fahrzeugs 1. In der hier gezeigten Darstellung wird das Fahrzeug 1 innerhalb der Umgebung geradlinig von einer ersten Position P1 zu einer zweiten Position P2 bewegt. Die Bezugsrichtung B in der ersten Position P1 fluchtet somit mit der Bezugsrichtung B in der zweiten Position P2. Die Bezugsrichtungen B in der ersten Position P1 und in der zweiten Position P2 verlaufen dabei rechtwinklig zu einer Normalrichtung N.

[0035] Während sich das Fahrzeug 1 an der ersten Position P1 befindet wird von der Kamera 3 ein erstes Bild von dem besagten Objekt 2 aufgenommen. Wie bereits erwähnt, ist das besagte Objekt 2 als QR-Code ausgebildet und an der Säule angebracht.

[0036] Während sich das Fahrzeug 1 an der ersten Position P1 befindet wird von einem der Laserscanner 4 eine erste Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt. Dabei enthält die erste Aufnahme das Objekt 2.

[0037] Während sich das Fahrzeug 1 an der zweiten Position P2 befindet wird von der Kamera 3 ein zweites Bild von dem Objekt 2 aufgenommen.

[0038] Während sich das Fahrzeug 1 an der zweiten Position P2 befindet wird von einem der Laserscanner 4 eine zweite Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt. Dabei enthält die zweite Aufnahme ebenfalls das Objekt 2.

[0039] Wenn das erste Bild aufgenommen wird befindet sich das Objekt 2 in einem ersten Winkel A1 relativ zu der Bezugsrichtung B. Der erste Winkel A1 wird aus dem ersten Bild ermittelt.

[0040] Die erste Aufnahme wird um den ersten Winkel A1 relativ zu der Bezugsrichtung B gedreht.

[0041] Wenn das zweite Bild aufgenommen wird befindet sich das Objekt 2 in einem zweiten Winkel A2 relativ zu der Bezugsrichtung B. Der zweite Winkel A2 wird aus dem zweiten Bild ermittelt.

[0042] Die zweite Aufnahme wird um den zweiten Winkel A2 relativ zu der Bezugsrichtung B gedreht.

[0043] Anschließend wird die erste Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zu der Karte überlagert. Bei der Überlagerung entspricht die Lage des Objekts 2 in der ersten Aufnahme der Lage des Objekts 2 in der zweiten Aufnahme.

[0044] Bei der Erzeugung der ersten Aufnahme wird von dem Laserscanner 4 eine erste Entfernung D1 zu dem Objekt 2 ermittelt. Die erste Entfernung D1 zu dem Objekt 2 wird bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts 2 berücksichtigt.

[0045] Bei der Erzeugung der zweiten Aufnahme wird von dem Laserscanner 4 eine zweite Entfernung D2 zu dem Objekt 2 ermittelt. Die zweite Entfernung D2 zu dem Objekt 2 wird bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts 2 berücksichtigt.

[0046] Während das Fahrzeug 1 von der ersten Position P1 zu der zweiten Position P2 bewegt wird, wird eine Distanz zwischen der ersten Position P1 und der zweiten Position P2 mit Hilfe des odometrischen Systems bestimmt. Die besagte Distanz zwischen der ersten Position P1 und der zweiten Position P2 wird bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts 2 berücksichtigt.

[0047] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Umgebung in einer technischen Anlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Das zweite Ausführungsbeispiel betrifft die selbe technische Anlage mit dem selben Fahrzeug 1 wie das erste Ausführungsbeispiel. Lediglich die Bewegung des Fahrzeugs 1 innerhalb der Umgebung unterscheidet sich von der Bewegung des Fahrzeugs 1 aus dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0048] Vorliegend fluchtet die Bezugsrichtung B mit der Längsachse des Fahrzeugs 1. In der hier gezeigten Darstellung wird das Fahrzeug 1 innerhalb der Umgebung nicht geradlinig, sondern auf einer Kur-

venbahn von der ersten Position P1 zu der zweiten Position P2 bewegt. Die Bezugsrichtung B in der ersten Position P1 unterscheidet sich somit von der Bezugsrichtung B in der zweiten Position P2. Die Bezugsrichtungen B in der ersten Position P1 und in der zweiten Position P2 verlaufen dabei unterschiedlich geneigt zu der Normalrichtung N.

[0049] Zur Erläuterung der geometrischen Zusammenhänge wird ein Koordinatensystem in der Umgebung definiert, welches eine Längsachse X und eine Querachse Y umfasst. Die Längsachse X und die Querachse Y verlaufen rechtwinklig zueinander und schneiden sich in einem Ursprung O. Die Normalrichtung N verläuft vorliegend parallel zu der Längsachse X. Eine Objekttrichtung R verläuft vorliegend parallel zu der Querachse Y.

[0050] Die Bezugsrichtung B in der ersten Position P1 ist zu der Normalrichtung N um einen ersten Bezugswinkel AF1 geneigt. Die Bezugsrichtung B in der zweiten Position P2 ist zu der Normalrichtung N um einen zweiten Bezugswinkel AF2 geneigt.

[0051] Das Objekt 2 befindet sich in Bezug auf das Koordinatensystem an der Stelle (XC / YC). Wenn das erste Bild aufgenommen wird befindet sich das Fahrzeug 1 aus Sicht des Objekts 2 in einem ersten Objektwinkel C1 relativ zu der Objekttrichtung R. Wenn das zweite Bild aufgenommen wird befindet sich das Fahrzeug 1 aus Sicht des Objekts 2 in einem zweiten Objektwinkel C2 relativ zu der Objekttrichtung R.

[0052] Die erste Position P1 des Fahrzeugs 1 befindet sich in Bezug auf das Koordinatensystem an der Stelle (XP1 / YP1). Die erste Position P1 des Fahrzeugs 1 relativ zum Objekt 2 ist in Bezug auf das Koordinatensystem durch Verwendung folgender trigonometrischer Formeln bestimmbar:

$$XP1 = XC - D1 * \cos(AF1 - A1)$$

$$YP1 = YC + D * \sin(AF1 - A1)$$

[0053] Die zweite Position P2 des Fahrzeugs 1 befindet sich in Bezug auf das Koordinatensystem an der Stelle (XP2 / YP2). Die zweite Position P2 des Fahrzeugs 1 relativ zum Objekt 2 ist in Bezug auf das Koordinatensystem durch Verwendung folgender trigonometrischer Formeln bestimmbar:

$$XP2 = XC - D2 * \cos(AF2 - A2)$$

$$YP2 = YC + D1 * \sin(AF2 - A2)$$

[0054] Die Distanz zwischen der ersten Position P1 und der zweiten Position 2 weist eine Distanzkomponente DX in Richtung der Längsachse X, und Distanzkomponente DY in Richtung der Querachse Y auf. Die Distanz zwischen der ersten Position P1 und der zweiten Position 2 ist in Bezug auf das Koor-

dinatensystem durch Verwendung folgender Formeln bestimmbar:

$$DX = XP2 - XP1$$

$$DY = YP2 - YP1$$

$$\text{Distanz} = \sqrt{DX^2 + DY^2}$$

[0055] Für die bezeichneten Winkel gilt folgender Zusammenhang:

$$AF12 = AF2 - AF1 = A2 - A1 - (C2 - C1).$$

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Objekt
3	Kamera
4	Laserscanner
6	Hindernis
A1	erster Winkel
A2	zweiter Winkel
AF1	erster Bezugswinkel
AF2	zweiter Bezugswinkel
C1	erster Objektwinkel
C2	zweiter Objektwinkel
B	Bezugsrichtung
D1	erste Entfernung
D2	zweite Entfernung
N	Normalrichtung
R	Objekttrichtung
O	Ursprung
P1	erste Position
P2	zweite Position
X	Längsachse
Y	Querachse

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 102019001253 A1 [0004]
- DE 102021000349 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erstellung einer Karte einer Umgebung mittels eines Fahrzeugs (1), wobei das Fahrzeug (1) mindestens einen Laserscanner (4) und mindestens eine Kamera (3) aufweist, wobei während sich das Fahrzeug (1) an einer ersten Position (P1) befindet von der Kamera (3) ein erstes Bild von einem Objekt (2) aufgenommen wird, und von dem Laserscanner (4) eine erste Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt wird, wobei die erste Aufnahme das Objekt (2) enthält; während sich das Fahrzeug (1) an einer zweiten Position (P2) befindet von der Kamera (3) ein zweites Bild von dem Objekt (2) aufgenommen wird, und von dem Laserscanner (4) eine zweite Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt wird, wobei die zweite Aufnahme das Objekt (2) enthält; aus dem ersten Bild ein erster Winkel (A1), in welchem sich das Objekt (2) relativ zu einer Bezugsrichtung (B) befindet, ermittelt wird; die erste Aufnahme um den ersten Winkel (A1) relativ zu der Bezugsrichtung (B) gedreht wird; aus dem zweiten Bild ein zweiter Winkel (A2), in welchem sich das Objekt (2) relativ zu der Bezugsrichtung (B) befindet, ermittelt wird; die zweite Aufnahme um den zweiten Winkel (A2) relativ zu der Bezugsrichtung (B) gedreht wird; und die erste Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zu der Karte überlagert wird, wobei die Lage des Objekts (2) in der ersten Aufnahme der Lage des Objekts (2) in der zweiten Aufnahme entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass während sich das Fahrzeug (1) an einer weiteren Position befindet von der Kamera (3) ein weiteres Bild von dem Objekt (2) aufgenommen wird, und von dem Laserscanner (4) eine weitere Aufnahme eines Teils der Umgebung erzeugt wird, wobei die weitere Aufnahme das Objekt (2) enthält; aus dem weiteren Bild ein weiterer Winkel, in welchem sich das Objekt (2) relativ zu der Bezugsrichtung (B) befindet, ermittelt wird; die weitere Aufnahme um den weiteren Winkel relativ zu der Bezugsrichtung (B) gedreht wird; und die weitere Aufnahme mit der zuvor erstellten Karte zu einer weiteren Karte überlagert wird, wobei die Lage des Objekts (2) in der weiteren Aufnahme der Lage des Objekts (2) in der zuvor erstellten Karte entspricht.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objekt (2) als QR-Code ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der QR-Code eine oder mehrere der folgenden Informationen beinhaltet:
- eine Information über eine Bewegung des Objekts (2) während ein Bild von dem Objekt (2) von der Kamera (3) aufgenommen wird;
- eine Information über eine Größe und/oder eine geometrische Form des Objekts (2) in einer Scanebene des Laserscanners (4).

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass von dem Laserscanner (4) bei der Erzeugung der ersten Aufnahme eine erste Entfernung (D1) zu dem Objekt (2) ermittelt wird, und dass von dem Laserscanner (4) bei der Erzeugung der zweiten Aufnahme eine zweite Entfernung (D2) zu dem Objekt (2) ermittelt wird, und dass die erste Entfernung (D1) zu dem Objekt (2) und die zweite Entfernung (D2) zu dem Objekt (2) bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts (2) berücksichtigt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Distanz zwischen der ersten Position (P1) und der zweiten Position (P2) bestimmt wird, und dass die Distanz zwischen der ersten Position (P1) und der zweiten Position (P2) bei der Überlagerung der ersten Aufnahme mit der zweiten Aufnahme zur Ermittlung der Lage des Objekts (2) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrzeug (1) geradlinig von der ersten Position (P1) zu der zweiten Position (P2) bewegt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bezugsrichtung (B) mit einer Fahrtrichtung des Fahrzeugs (1) fluchtet.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bezugsrichtung (B) mit einer Längsachse des Fahrzeugs (1) fluchtet.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrzeug (1) als autonom fahrendes Fahrzeug ausgebildet ist, welches eine Antriebseinrichtung, einen elektrischen Energiespeicher zur Versorgung der Antriebseinrichtung, eine Steuereinheit zur Steuerung der Antriebseinrichtung sowie eine Kommunikationseinheit zur drahtlosen Kommunikation über ein Netzwerk aufweist.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrzeug (1) ein odometrisches System, insbesondere zur Bestimmung einer Distanz zwischen der ersten Position (P1) und der zweiten Position (P2), aufweist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

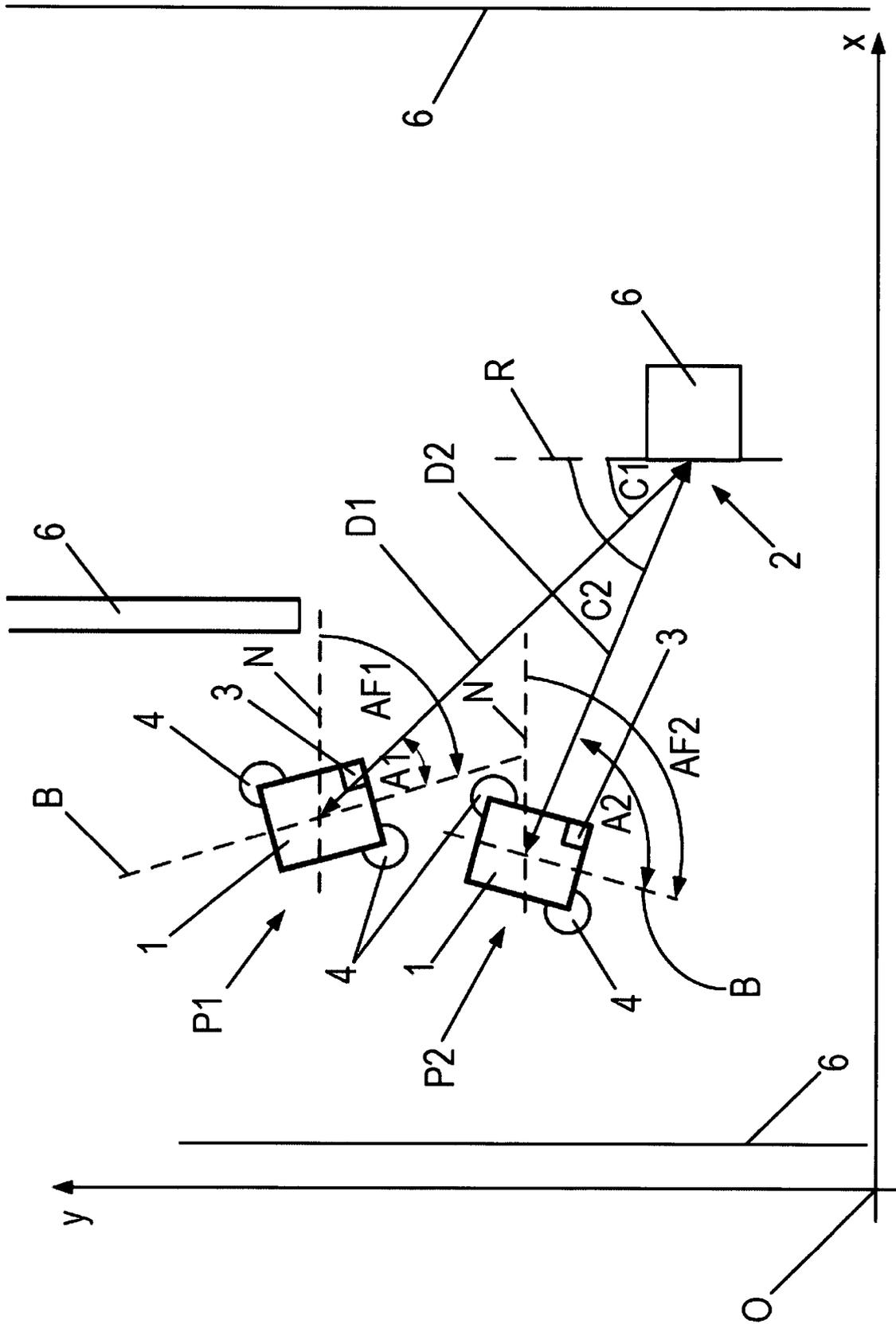


Fig. 2