(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2020 001 434 T5** 2021.12.23

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/195875**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 001 434.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/010734**
(86) PCT-Anmeldetag: **12.03.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.10.2020**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **23.12.2021**

(51) Int Cl.: ***G01B 11/14*** (2006.01)
G01C 3/08 (2006.01)
G01C 7/04 (2006.01)
G01C 21/04 (2006.01)
G06T 7/20 (2017.01)
G06T 7/70 (2017.01)

(30) Unionspriorität:
2019-060706 **27.03.2019** **JP**

(71) Anmelder:
SONY GROUP CORPORATION, Tokyo, JP

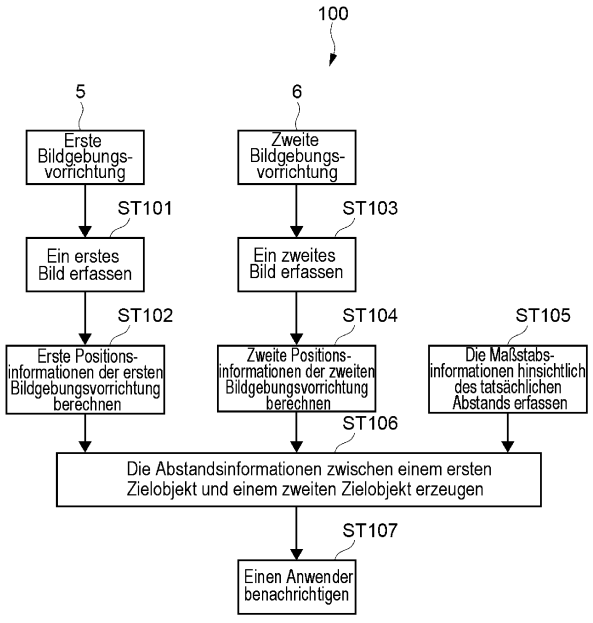
(74) Vertreter:
MFG Patentanwälte Meyer-Wildhagen Meggle-Freund Gerhard PartG mbB, 80799 München, DE

(72) Erfinder:
Gomita, Jun, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **DATENVERARBEITUNGSVORRICHTUNG, DATENVERARBEITUNGSVERFAHREN UND PROGRAMM**

(57) Zusammenfassung: Eine Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist mit einer Ausgangssteuereinheit versehen. Die Ausgangssteuereinheit gibt Abstandsinformationen basierend auf einem wirklichen Abstand zwischen einem ersten Objekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung photographiert wird, und einem zweiten Objekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung photographiert wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen über den wirklichen Abstand, ersten Positionsinformationen über die Position und die Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen über die Position und die Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung aus. Im Ergebnis kann der Abstand zwischen zwei Objekten einfach und genau gemessen werden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Technik bezieht sich auf eine Datenverarbeitungsvorrichtung, ein Datenverarbeitungsverfahren und ein Programm, das auf das Modellieren und dergleichen der echten Welt angewendet werden kann.

Technischer Hintergrund

[0002] Herkömmlich ist die gleichzeitige Lokalisierung und Kartierung (SLAM) als eine Schätztechnik der eigenen Position zum Schätzen einer Position und einer Lage eines transportierbaren Endgeräts, wie z. B. eines Smartphones, eines tragbaren Endgeräts, wie z. B. eines Datenhelms, oder dergleichen bekannt gewesen. Die SLAM ist eine Technik zum gleichzeitigen Ausführen einer Schätzung einer eigenen Position und einer Erzeugung einer Umgebungskarte und wird häufig als eine Technik zum Verwirklichen der erweiterten Realität (AR) und der virtuellen Realität (VR) verwendet. Patentliteratur 1 hat z. B. eine Technik offenbart, die eine Schätzung der eigenen Position mit hoher Robustheit ausführen kann.

Liste der Entgegenhaltungen

Patentliteratur

[0003] Patentliteratur 1: Japanische Offenlegungsschrift Nr. 2016-45874

Offenbarung der Erfindung

Technisches Problem

[0004] Die echte Welt kann unter Verwendung der Technik, wie z. B. der SLAM, modelliert werden. Es ist z. B. wünschenswert, eine Technik bereitzustellen, mit der ein Abstand zwischen zwei Zielobjekten, wie z. B. eine Breite eines Durchgangs, einfach und genau unter Verwendung eines tragbaren Endgeräts, wie z. B. eines Smartphones, gemessen werden kann.

[0005] In Anbetracht der obenerwähnten Umstände ist es ein Ziel der vorliegenden Technik, eine Datenverarbeitungsvorrichtung, ein Datenverarbeitungsverfahren und ein Programm bereitzustellen, durch die ein Abstand zwischen zwei Zielobjekten einfach und genau gemessen werden kann.

Lösung des Problems

[0006] Um die obenerwähnte Ausgabe zu lösen, enthält eine Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Technik eine Ausgangssteuereinheit.

[0007] Die Ausgangssteuereinheit gibt Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung aus.

[0008] In dieser Datenverarbeitungsvorrichtung werden die Abstandsinformationen basierend auf dem tatsächlichen Abstand zwischen dem ersten Zielobjekt, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und dem zweiten Zielobjekt, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage der Maßstabsinformationen, der ersten Positionsinformationen der ersten Bildgebungsvorrichtung und der zweiten Positionsinformationen der zweiten Bildgebungsvorrichtung erzeugt. Entsprechend kann der Abstand zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt einfach und genau gemessen werden.

[0009] Die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung können so angeordnet sein, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung befinden. In diesem Fall kann die Ausgangssteuereinheit die Abstandsinformationen auf der Grundlage von Informationen hinsichtlich einer Positionsbeziehung zwischen der ersten Bildgebungsvorrichtung und der zweiten Bildgebungsvorrichtung ausgeben.

[0010] Die erste Bildgebungsvorrichtung kann so konfiguriert sein, dass sie eine erste Richtung als eine Bildgebungsrichtung aufweist. In diesem Fall kann die zweite Bildgebungsvorrichtung so konfiguriert sein, dass sie eine zweite Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, als eine Bildgebungsrichtung aufweist.

[0011] Die erste Richtung und die zweite Richtung können so festgelegt sein, dass ein Schnittwinkel in einen Bereich von 90° bis 180° fällt.

[0012] Die ersten Positionsinformationen können auf der Grundlage eines Bildes des durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildeten ersten Zielobjekts berechnet werden. In diesem Fall können die zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage eines Bildes des durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildeten zweiten Zielobjekts berechnet werden.

[0013] Die Maßstabsinformationen können auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Bewegungssensors erfasst werden, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung zu wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

[0014] Die Ausgangssteuereinheit kann auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Bewegungssensors wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen berechnen.

[0015] Die Maßstabsinformationen können auf der Grundlage eines Bildes erfasst werden, das durch Abbilden eines bekannten Zielobjekts, dem Informationen hinsichtlich eines tatsächlichen Abstands zugeordnet sind, durch wenigstens eine der ersten Bildgebungsvorrichtung oder zweiten Bildgebungsvorrichtung erhalten worden ist.

[0016] Die Maßstabsinformationen können auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Abstandsmesssensors erfasst werden, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

[0017] Die Ausgangssteuereinheit kann wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Abstandsmesssensors berechnen.

[0018] Die erste Bildgebungsvorrichtung kann wenigstens eine Konfiguration der Digitalkamera oder eines Laufzeit- (ToF-) Sensors enthalten. In diesem Fall kann die zweite Bildgebungsvorrichtung wenigstens eine Konfiguration einer Digitalkamera oder eines ToF-Sensors enthalten.

[0019] Das erste Zielobjekt und das zweite Zielobjekt können Wandoberflächen sein, die über einen Durchgang angeordnet sind. In diesem Fall können die Abstandsinformationen eine Breite des Durchgangs enthalten.

[0020] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann ferner Folgendes enthalten: eine erste Oberfläche; eine zweite Oberfläche auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden Seite; die erste Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der ersten Oberfläche angeordnet ist; und die zweite Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der zweiten Oberfläche angeordnet ist. In diesem Fall kann die Datenverarbeitungsvorrichtung als ein tragbares Endgerät konfiguriert sein, das durch einen Anwender tragbar ist.

[0021] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann ferner eine Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit enthalten, die Informationen hinsichtlich einer an dem tragbaren Endgerät angebrachten Vorrichtung erfasst. In diesem Fall kann die Ausgangssteuereinheit die Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung ausgeben.

[0022] Die Ausgangssteuereinheit kann das Modellieren des ersten Zielobjekts und des zweiten Zielobjekts auf der Grundlage der Maßstabsinformationen, der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen ausführen, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

[0023] Die Ausgangssteuereinheit kann die SLAM auf der Grundlage eines Bildes eines ersten Zielobjekts, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und eines Bildes eines zweiten Zielobjekts, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, ausführen, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

[0024] Die Datenverarbeitungsvorrichtung kann ferner eine Benachrichtigungseinheit enthalten, die bestimmt, ob es eine Situation ist, die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilig ist, und die in einem Fall, in dem bestimmt wird, dass es die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilige Situation ist, einen Anwender die Tatsache mitteilt.

[0025] Die Benachrichtigungseinheit kann in einem Fall, in dem es die für die Ausgabe der Abstandsinformationen ungünstige Situation ist, Informationen zum Überwinden der ungünstigen Situation mitteilen.

[0026] Ein Datenverarbeitungsverfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Technik ist ein Datenverarbeitungsverfahren, das durch ein Computersystem ausgeführt wird, wobei das Datenverarbeitungsverfahren Folgendes enthält: Ausgeben von Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

[0027] Ein Programm gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Technik veranlasst ein Computersystem, den folgenden Schritt auszuführen.

[0028] Einen Schritt des Ausgebens von Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine graphische Darstellung zum Beschreiben des Überblicks über ein Datenverarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Technik.

Fig. 2 ist eine schematische graphische Darstellung zum Beschreiben eines Anwendungsbeispiels eines Abstandsinformations-Erzeugungssystems gemäß der vorliegenden Technik.

Fig. 3 ist eine schematische graphische Darstellung zum Beschreiben eines Anwendungsbeispiels des Abstandsinformations-Erzeugungssystems gemäß der vorliegenden Technik.

Fig. 4 ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Konfigurationsbeispiel eines tragbaren Endgeräts zeigt.

Fig. 5 ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel einer Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts zeigt.

Fig. 6 ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel von Abstandsinformationen in einem Fall zeigt, in dem eine IMU verwendet wird.

Fig. 7 ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen in einem Fall zeigt, in dem die IMU verwendet wird.

Fig. 8 ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel der Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts zeigt.

Fig. 9 ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen in einem Fall zeigt, in dem gewünscht wird, dass ein bekanntes Zielobjekt verwendet wird.

Fig. 10 ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen in einem Fall zeigt, in dem gewünscht wird, dass das bekannte Zielobjekt verwendet wird.

Fig. 11 ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel der Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts zeigt.

Fig. 12 ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen in einem Fall zeigt, in dem ein Abstandsmesssensor verwendet wird.

Fig. 13 ist ein Ablaufplan, der ein Verarbeitungsbeispiel zeigt, das das Wechseln von drei Verfahren basierend auf einer Vorrichtungs- und Bestimmungsverarbeitung bezüglich einer nachteiligen Situation enthält.

Fig. 14 ist eine schematische graphische Darstellung zum Beschreiben eines Schnittwinkels der Abbildungsrichtungen einer ersten Bildgebungsvorrichtung und einer zweiten Bildgebungsvorrichtung. Art(en) zum Ausführen der Erfindung

[0029] Im Folgenden werden Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Technik bezüglich der Zeichnungen beschrieben.

<Übersicht über die vorliegende Technik>

[0030] **Fig. 1** ist eine schematische graphische Darstellung zum Beschreiben des Überblicks über ein Datenverarbeitungssystem gemäß der vorliegenden Technik. Hier wird ein Abstandsinformations-Erzeugungssystem **100** als eine Ausführungsform des Datenverarbeitungssystems beispielhaft veranschaulicht. Das Abstandsinformations-Erzeugungssystem **100** enthält eine erste Bildgebungsvorrichtung **5** und eine zweite Bildgebungsvorrichtung **6**.

[0031] In der vorliegenden Offenbarung enthält eine Bildgebungsvorrichtung irgendeine Vorrichtung mit einem Lichtempfangselement, das Licht empfängt und ein Bild einschließlich eines Bildes eines Zielobjekts erzeugen kann. Es kann z. B. eine Digitalkamera, die einen Bildsensor, wie z. B. einen komplementären Metall-Oxid-Halbleiter- (CMOS-) Sensor oder einen Sensor einer ladungsgekoppelten Vorrichtung (CCD) enthält, als die Bildgebungsvorrichtung verwendet werden.

[0032] Überdies kann eine Laufzeit- (ToF-) Kamera oder dergleichen, die einen Abstand (eine Tiefe) zu einem Zielobjekt erfassen kann, als die Bildgebungsvorrichtung verwendet werden. Alternativ kann eine Stereokamera, eine monokulare Kamera, eine Infrarotkamera, eine Polarisationskamera oder dergleichen verwendet werden.

[0033] Das heißt, es können Vorrichtungen, die wenigstens eine Konfiguration der Digitalkamera oder des ToF-Sensors enthalten, als die erste Bildgebungsvorrichtung **5** und die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** gemäß der vorliegenden Technik verwendet werden. Die vorliegende Technik ist nicht auf den Fall eingeschränkt, in dem die erste Bildgebungsvorrichtung **5** und die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** die gleiche Konfiguration aufweisen. Die erste Bildgebungsvorrichtung **5** und die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** können unterschiedliche Konfigurationen aufweisen.

[0034] Überdies enthält das Bild ein Standbild und ein Bewegtbild. Selbstverständlich sind in dem Bild außerdem mehrere Rahmenbilder enthalten, die in dem Bewegtbild enthalten sind. In der folgenden Beschreibung wird das Abbilden eines Zielobjekts durch die Bildgebungsvorrichtung und das Erzeugen eines Bildes des Zielobjekts manchmal als das Aufnehmen eines Bildes des Zielobjekts bezeichnet.

[0035] Ein Zielobjekt, das durch die in **Fig. 1** gezeigte erste Bildgebungsvorrichtung **5** abgebildet wird, ist als ein erstes Zielobjekt definiert. Überdies ist ein Zielobjekt, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** abgebildet wird, als ein zweites Zielobjekt definiert.

Typischerweise ist die erste

[0036] Bildgebungsvorrichtung **5** so konfiguriert, dass sie eine erste Richtung als die Richtung aufweist. Die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** ist so konfiguriert, dass sie eine zweite Richtung, die von der ersten Richtung verschieden ist, als die Abbildungsrichtung aufweist. Deshalb ist das erste Zielobjekt, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung **5** abgebildet wird, ein Ziel, das anders als das zweite Zielobjekt, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** abgebildet wird, abgebildet wird.

[0037] Die erste Richtung und die zweite Richtung sind jeweils so festgelegt, dass sie Richtungen sind, sich z. B. um 180° unterscheiden. Deshalb sind die erste Bildgebungsvorrichtung **5** und die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** in zueinander entgegengesetzten Richtungen orientiert angebracht. Selbstverständlich ist die vorliegende Technik nicht auf eine derartige Richtungsfestlegung eingeschränkt, wobei ein Schnittwinkel der ersten Richtung und der zweiten Richtung auf einen von 180° verschiedenen Winkel festgelegt sein kann. Dieser Punkt wird später abermals beschrieben.

[0038] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, wird ein Bild eines ersten Zielobjekts (das im Folgenden als erstes Bild bezeichnet wird), das durch die erste Bildgebungsvorrichtung **5** aufgenommen wird, erfasst (Schritt 101). Im Schritt 102 werden auf der Grundlage des erfassten ersten Bildes erste Positionsinformationen der ersten Bildgebungsvorrichtung berechnet.

[0039] Überdies wird ein Bild des zweiten Zielobjekts (das im Folgenden als zweites Bild bezeichnet wird), das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung **6** aufgenommen wird, erfasst (Schritt 103). Auf der Grundlage des erfassten zweiten Bildes werden zweite Positionsinformationen der zweiten Bildgebungsvorrichtung berechnet (Schritt 104).

[0040] In der vorliegenden Offenbarung bedeuten die Positionsinformationen Informationen hinsichtlich einer Position und einer Lage. Es können z. B. nur Informationen hinsichtlich der Position als die Positionsinformationen berechnet werden, oder es können nur die Informationen hinsichtlich der Lage berechnet werden. Selbstverständlich können Informationen berechnet werden, die sowohl Informationen hinsichtlich der Position als auch Informationen hinsichtlich der Lage enthalten. Zusätzlich können beliebige Informationen hinsichtlich der Position und der Lage, wie z. B. Positions- und Lageänderungen, als die Positionsinformationen berechnet werden.

[0041] Im Schritt 102 werden z. B. eine Position und eine Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** bezüglich des ersten Zielobjekts berechnet. Im Schritt 104 werden eine Position und eine Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** bezüglich des zweiten Zielobjekts berechnet.

[0042] Es wird z. B. ein XYZ-Koordinatensystem unter Verwendung der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** als eine Referenz festgelegt, wobei es möglich ist, die Informationen hinsichtlich der Position der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** bezüglich des ersten Zielobjekts unter Verwendung der xyz-Koordinatenwerte in dem Koordinatensystem zu berechnen.

[0043] Ähnlich wird ein XYZ-Koordinatensystem unter Verwendung der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** als eine Referenz festgelegt, wobei es möglich ist, Informationen hinsichtlich der Position der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** bezüglich des zweiten Zielobjekts unter Verwendung der xyz-Koordinatenwerte in dem Koordinatensystem zu berechnen.

[0044] Die SLAM kann z. B. auf der Grundlage eines Bewegtbildes (mehrerer Rahmenbilder) des ersten Zielobjekts ausgeführt werden, wobei eine Schätzung einer eigenen Position der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** und eine Erzeugung einer Umgebungskarte ausgeführt werden können. In diesem Fall sind das Schätzergebnis der eigenen Position und die erzeugte Umgebungskarte in den Positionsinformationen gemäß der vorliegenden Technik enthalten.

[0045] Ähnlich kann die SLAM auf der Grundlage des Bewegtbildes (mehrerer Rahmenbilder) des zweiten Zielobjekts ausgeführt werden, wobei eine Schätzung einer eigenen Position der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** und die Erzeugung einer Umgebungskarte ausgeführt werden können. In diesem Fall sind das Schätzergebnis der eigenen Position und die erzeugte Umgebungskarte in den Positionsinformationen gemäß der vorliegenden Technik enthalten.

[0046] Ein Verfahren zum Erzeugen der ersten Positionsinformationen auf der Grundlage des ersten Bildes und ein Verfahren zum Erzeugen der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des zweiten Bildes sind nicht eingeschränkt, wobei irgendein Algorithmus verwendet werden kann. Es kann z. B. irgendein Algorithmus des maschinellen Lernens unter Verwendung eines tiefen neuronalen Netzes (DNN) verwendet werden. Die Verwendung von künstlicher Intelligenz (KI) oder dergleichen zum Ausführen des tiefen Lernens kann z. B. die Berechnungsgenauigkeit der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen verbessern.

[0047] Überdies werden in dem Abstandsinformations-Erzeugungssystem die Maßstabsinformationen hinsichtlich eines tatsächlichen Abstands erfasst, wie in **Fig. 1** gezeigt ist, (Schritt 105). Die Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands enthalten irgendwelche Informationen, mit denen z. B. auf der Grundlage der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen, die in den Schritten 102 und 104 berechnet werden, die Informationen basierend auf dem tatsächlichen Abstand ausgegeben werden können.

[0048] Sie enthalten z. B. irgendwelche Informationen, durch die die Position und die Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung **5**, die durch die Koordinatenwerte im XYZ-Koordinatensystem repräsentiert werden, das unter Verwendung der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** als die Referenz festgelegt worden ist, als die auf dem tatsächlichen Abstand basierenden Informationen ausgegeben werden können.

[0049] Ähnlich enthalten sie irgendwelche Informationen, durch die die Position und die Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6**, die durch die Koordinatenwerte im XYZ-Koordinatensystem repräsentiert werden, das unter Verwendung der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** als die Referenz festgelegt worden ist, als die auf dem tatsächlichen Abstand basierenden Informationen ausgegeben werden können. Sie enthalten zusätzlich Informationen hinsichtlich des physikalischen Maßstabs der echten Welt.

[0050] Ein Verfahren zum Erfassen der Maßstabsinformationen ist nicht eingeschränkt, wobei irgendein Verfahren verwendet werden kann. Beispiele des Verfahrens zum Erfassen der Maßstabsinformationen können ein Verfahren unter Verwendung eines Bewegungssensors, ein Verfahren unter Verwendung eines bekannten Zielobjekts, dessen Größe und dergleichen im Voraus bekannt sind, ein Verfahren unter Verwendung eines Abstandsmesssensors, wie z. B. des ToF-Sensors, und dergleichen enthalten. Selbstverständlich können andere Verfahren verwendet werden.

[0051] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, werden die Abstandsinformationen basierend auf dem tatsächlichen Abstand zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt auf der Grundlage der im Schritt 102 berechneten ersten Positionsinformationen, der im Schritt 104 berechneten zweiten Positionsinformationen und der im Schritt 105 erfassten Maßstabsinformationen erzeugt (Schritt 106).

[0052] Der Begriff „Abstandsinformationen“, wie er hier verwendet wird, enthält irgendwelche Informationen hinsichtlich des Abstands zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt. Der Begriff „Abstandsinformationen“ enthält z. B. einen Abstand vom dem ersten Zielobjekt bis zu der ersten Bildgebungsvorrichtung **5**, einen Abstand von dem zweiten Zielobjekt bis zu der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6**, einen Abstand von dem ersten Zielobjekt bis zu dem zweiten Zielobjekt und dergleichen. Überdies kann der Begriff „Abstandsinformationen“ irgendwelche Informationen, wie z. B. statistische Informationen über einen Maximalwert, einen Minimalwert, eine Verteilung und dergleichen des Abstands von dem ersten Zielobjekt bis zu dem zweiten Zielobjekt, oder dergleichen enthalten. Überdies bedeutet die Formulierung „auf der Grundlage des tatsächlichen Abstands“ die Informationen, die als der tatsächliche Abstand ausgedrückt werden können, der auf der Grundlage der erfassten Maßstabsinformationen berechnet wird.

[0053] Die Abstandsinformationen können z. B. durch die das Ausführen der SLAM an dem ersten Bild und dem zweiten Bild erzeugt werden. Das heißt, das Modellieren des ersten Zielobjekts und des zweiten Zielobjekts kann auf der Grundlage der Maßstabsinformationen, der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen ausgeführt werden. Die Abstandsinformationen können auf der Grundlage des Modellierungsergebnisses erzeugt werden. Entsprechend ist es z. B. möglich, ausführliche Informationen hinsichtlich der Form bezüglich eines Raums, der zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt angeordnet ist, und dergleichen zu erzeugen.

[0054] In einem Fall, in dem ein Durchgang zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt konfiguriert ist, ist es z. B. möglich, einfach und genau Informationen hinsichtlich einer Breite, einer Form und dergleichen des Durchgangs zu erzeugen.

[0055] Das Verfahren und dergleichen zum Erzeugen und Ausgeben der Abstandsinformationen sind nicht eingeschränkt, wobei irgendein Algorithmus oder dergleichen kann verwendet werden. Alternativ kann maschinelles Lernen oder dergleichen ausgeführt werden.

[0056] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, werden die im Schritt 106 erzeugten Abstandsinformationen dem Anwender mitgeteilt (Schritt 107). Das Benachrichtigungsverfahren ist nicht eingeschränkt, wobei z. B. eine Anzeige auf einer Anzeige, eine Sprachbenachrichtigung oder dergleichen ausgeführt werden.

<Beispiel der Anwendung auf die Messung der Durchgangsbreite>

[0057] **Fig. 2** und **Fig. 3** sind schematische graphische Darstellungen zum Beschreiben eines Anwendungsbeispiels des Abstandsinformations-Erzeugungssystems gemäß der vorliegenden Technik. Hier wird ein Fall beschrieben, in dem die vorliegende Technik auf die Messung einer Breite t eines Durchgangs **10** angewendet wird.

[0058] Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt ist, verwendet ein Anwender **1** ein tragbares Endgerät **20**, das eine nach vorn gerichtete Kamera 24 und eine nach hinten gerichtete Kamera 25 enthält. Es wird z. B. ein Anwendungsprogramm gemäß der vorliegenden Technik gestartet. Dann werden Benachrichtigungsinformationen zum Benachrichtigen über ein Verfahren zum Messen der Breite t des Durchgangs **10** auf einer Berührungstafel 27 angezeigt, die auf einer Seite einer Hauptoberfläche **20a** des tragbaren Endgeräts **20** konfiguriert ist.

[0059] Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** veranschaulicht ist, wird z. B. eine Anweisung, das tragbare Endgerät **20** so zu halten, dass die nach vorn gerichtete Kamera 24 und die nach hinten gerichtete Kamera 25 einer ersten Wandoberfläche **11** bzw. einer zweiten Wandoberfläche **12** zugewandt sind, die über den Durchgang **10** angeordnet sind, mitgeteilt. Dann wird eine Anweisung, sich durch die Mitte des Durchgangs **10** zu bewegen, während das tragbare Endgerät **20** gehalten wird, mitgeteilt.

[0060] Die Entsprechung zwischen jedem bezüglich **Fig. 1** beschriebenen Element und jedem Element in dem Beispiel nach den **Fig. 2** und **Fig. 3** wird nun im Folgenden beschrieben.
Nach vorn gerichtete Kamera 24... erste Bildgebungsvorrichtung **5**
Nach hinten gerichtete Kamera 25... zweite Bildgebungsvorrichtung **6**
Abbildungsrichtung (Pfeil h1) der nach vorn gerichteten Kamera 24... erste Richtung
Bildgebungsrichtung (Pfeil h2) der nach hinten gerichteten Kamera 25... zweite Richtung
Erste Wandoberfläche **11**... erstes Zielobjekt Zweite Wandoberfläche **12**... zweites Zielobjekt

[0061] Es sollte angegeben werden, dass in dieser Ausführungsform die nach vorn gerichtete Kamera 24 der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** entspricht und die nach hinten gerichtete Kamera 25 der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** entspricht. Selbstverständlich ist die vorliegende Technik nicht auf derartige Entsprechungen eingeschränkt, wobei die entgegengesetzte Entsprechung außerdem möglich ist.

[0062] Das durch den Anwender **1** tragbare Endgerät **20** wird als eine Ausführungsform einer Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Technik verwendet. Die Hauptoberfläche **20a** des tragbaren Endgeräts **20** entspricht einer ersten Oberfläche, während eine Rückfläche **20b** auf der der Hauptoberfläche **20a** gegenüberliegenden Seite einer zweiten Oberfläche entspricht. Die nach vorn gerichtete Kamera 24 ist in Richtung einer Oberflächenseite der Hauptoberfläche **20a** angeordnet, während die nach hinten gerichtete Kamera 25 in Richtung einer Oberflächenseite der Rückfläche **20b** konfiguriert ist. Deshalb beträgt der Schnittwinkel zwischen der Abbildungsrichtung der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der Abbildungsrichtung der nach hinten gerichteten Kamera 25 180°.

[0063] Das tragbare Endgerät **20** führt jeden in **Fig. 1** veranschaulichten Schritt aus und berechnet die Abstandsinformationen basierend auf dem tatsächlichen Abstand zwischen der ersten Wandoberfläche **11** und der zweiten Wandoberfläche **12**. In einem Fall, in dem die SLAM oder dergleichen ausgeführt wird, ist es z. B. möglich, die erste Wandoberfläche **11** und die zweite Wandoberfläche **12** mit hoher Genauigkeit zu modellieren, selbst wenn die Lage (Orientierung) des tragbaren Endgeräts **20** bezüglich der Erstreckungsrichtung des Durchgangs geneigt ist, wie in **Fig. 2** veranschaulicht ist. Im Ergebnis ist es möglich, die Abstandsinformationen, die die Breite und dergleichen des Durchgangs **10** enthalten, mit hoher Genauigkeit zu erzeugen.

[0064] Die erzeugten Abstandsinformationen werden auf einer Anzeigeeinheit 28 als Informationen in einer einfachen 3D-Karte angezeigt, die z. B. durch das Modellieren des gesamten Durchgangs erhalten wird. Als das Anzeigeverfahren ist es denkbar, die Anzeige in einer derartigen Weise auszuführen, dass die Farbe in Übereinstimmung mit der Größe einer Straßenbreite auf Grundlage der Abstandsinformationen geändert wird, oder die Anzeige in einer derartigen Weise auszuführen, dass ein Abschnitt einer Straßenbreite, der einen kleineren Wert als eine durch einen Anwender spezifizierte Wegbreite aufweist, mit einer Farbe oder einem Zeichen hervorgehoben ist. In diesem Fall ist es möglich, den Grad des Risikos beim Übertragen in die gesamte Routenkarte zu visualisieren.

[0065] Zusätzlich kann während der Messung unter Verwendung des tragbaren Endgeräts **20** die Straßenbreite des Punktes, an dem sich der Anwender gegenwärtig befindet, als ein Zahlenwert angezeigt werden, oder der Zahlenwert kann als Audioinformationen in Echtzeit ausgegeben werden. Überdies ist es außerdem möglich, eine Benachrichtigung in einem Fall, in dem die Wegbreite kleiner als eine durch den Anwender spezifizierte Wegbreite ist, durch einen Ton auszuführen.

[0066] Im Folgenden werden einige Beispiele der Erzeugung der Abstandsinformationen gemäß der vorliegenden Technik beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf beispielhaften Variationen des im Schritt 105 nach **Fig. 1** gezeigten Verfahrens zum Erfassen der Maßstabsinformationen liegt. Spezifisch werden das Verfahren

unter Verwendung des Bewegungssensors, das Verfahren unter Verwendung des bekannten Zielobjekts, dessen Größe und dergleichen im Voraus bekannt sind, und das Verfahren unter Verwendung der Abstandsmessvorrichtung, wie z. B. des ToF-Sensors, in der Reihenfolge als das Verfahren zum Erfassen der Abstandsinformationen beschrieben.

<Verfahren unter Verwendung eines Bewegungssensors>

[0067] **Fig. 4** ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Konfigurationsbeispiel des tragbaren Endgeräts **20** zeigt. Das tragbare Endgerät **20** enthält einen Controller **21**, einen Lautsprecher 22, ein Mikrophon 23, die nach vorn gerichtete Kamera 24, die nach hinten gerichtete Kamera 25 und eine Sensoreinheit 26. Überdies enthält das tragbare Endgerät **20** die Anzeigeeinheit 28, eine Bedienungseinheit 29, eine Schnittstellen- (I/F-) Einheit 30, eine Kommunikationseinheit 31 und eine Speichereinheit **32**.

[0068] Der Lautsprecher 22 kann verschiedene Töne ausgeben. Die spezifische Konfiguration des Lautsprechers 22 ist nicht eingeschränkt.

[0069] Das Mikrophon 23 kann in der Peripherie erzeugte Töne erfassen. Das Mikrophon 23 kann z. B. eine durch den Anwender gesprochene Stimme oder umgebende Umwelttöne detektieren und erfassen. Die spezifische Konfiguration des Mikrophons 23 ist nicht eingeschränkt.

[0070] Die Anzeigeeinheit 28 ist eine Anzeigevorrichtung unter Verwendung von z. B. Flüssigkristall, Elektrolumineszenz (EL) oder dergleichen und zeigt verschiedene Bilder, verschiedene graphische Anwenderschnittstellen (GUIs) und dergleichen an. Beispiele der Bedienungseinheit 29 enthalten eine Tastatur, eine Zeigevorrichtung und andere Bedienungsvorrichtungen.

[0071] Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, ist in dieser Ausführungsform die Berührungstafel 27 auf der Hauptoberfläche **20a** des tragbaren Endgeräts **20** angeordnet. Die Berührungstafel 27 ist eine Vorrichtung, die sowohl die Funktionen der Anzeigeeinheit 28 als auch der Bedienungseinheit 29 aufweist, die in **Fig. 3** gezeigt sind.

[0072] Die nach vorn gerichtete Kamera 24 ist auf der Seite der Hauptoberfläche **20a** des tragbaren Endgeräts **20** angeordnet. Die nach vorn gerichtete Kamera 24 kann einen Raum der Seite der Hauptoberfläche **20a**, wie er von dem tragbaren Endgerät **20** gesehen wird, aufnehmen und dessen Bild (die Bilddaten) erzeugen.

[0073] Die nach hinten gerichtete Kamera 25 ist auf der Seite der Rückfläche **20b** des tragbaren Endgeräts **20** angeordnet. Die nach hinten gerichtete Kamera 25 kann einen Raum auf der Seite der Rückfläche **20b**, wie er von dem tragbaren Endgerät **20** gesehen wird, abbilden und das Bild (die Bilddaten) erzeugen.

[0074] Die nach vorn gerichtete Kamera 24 und die nach hinten gerichtete Kamera 25 ermöglichen, dass Bilder der ersten Wandoberfläche **11** und der zweiten Wandoberfläche **12** gleichzeitig und in Übereinstimmung mit einer gemeinsamen Zeitreihe abgebildet werden.

[0075] Die Sensoreinheit 26 enthält eine Trägheitsmesseinheit (IMU) **33** und ein GPS 34. Die IMU **33** ist ein Typ der Bewegungssensoren und kann die Beschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit in drei Achsen detektieren. Die spezifische Konfiguration der IMU **33** ist nicht eingeschränkt, wobei irgendeine Konfiguration, die einen gyroskopischen Sensor, einen Beschleunigungsmesser, einen Kompasssensor und dergleichen enthält, verwendet werden kann. Als die IMU **33** kann eine 6-achsige IMU oder eine 9-achsige IMU verwendet werden.

[0076] Die IMU **33** kann die Beschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit auf der Grundlage des tatsächlichen Abstands berechnen. Das heißt, die Positions- und Lageänderungen des tragbaren Endgeräts **20** und dergleichen können auf der Grundlage der tatsächlichen Abstände auf der Grundlage des Detektionsergebnisses der IMU **33** detektiert werden.

[0077] In dieser Ausführungsform können die Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands auf der Grundlage des Detektionsergebnisses der IMU **33** erfasst werden. Spezifisch werden die Positionsinformationen hinsichtlich der Position und der Lage des tragbaren Endgeräts **20**, die durch die IMU **33** detektiert werden, als die Maßstabsinformationen verwendet. Im Folgenden werden die Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands als der physikalische Maßstab bezeichnet.

[0078] Wie oben beschrieben worden ist, wird die IMU **33** in dieser Ausführungsform als der Bewegungssensor verwendet. Ein Beispiel, bei dem die Maßstabsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses

der IMU **33** erfasst werden, wird als ein Beispiel beschrieben, bei dem die Maßstabsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Bewegungssensors erfasst werden.

[0079] Selbstverständlich ist der Typ des Bewegungssensors nicht auf die IMU eingeschränkt. Es kann irgendein Sensor verwendet werden, der die Bewegung des tragbaren Endgeräts **20** detektieren kann. Es kann z. B. irgendein Sensor verwendet werden, der die Beschleunigung, die Winkelgeschwindigkeit, die Richtung und dergleichen des tragbaren Endgeräts **20** auf der Grundlage des tatsächlichen Abstands detektieren kann. Es kann z. B. ein gyroskopischer Sensor, ein Beschleunigungsmesser, ein Kompasssensor oder dergleichen, die die IMU bilden, allein als der Bewegungssensor gemäß der vorliegenden Technik verwendet werden. Die Maßstabsinformationen können sogar in einem Fall erhalten werden, in dem ein anderer Bewegungssensor als die IMU verwendet wird.

[0080] Das GPS 34 kann die Positionsinformationen des tragbaren Endgeräts **20** ausgeben. Die spezifische Konfiguration des GPS 34 ist nicht eingeschränkt, wobei irgendeine Konfiguration verwendet werden kann.

[0081] Es sollte angegeben werden, dass der Typ des Sensors, der als die Sensoreinheit 26 bereitgestellt ist, nicht eingeschränkt ist und irgendein Sensor bereitgestellt sein kann. Es kann z. B. ein biologischer Sensor oder dergleichen bereitgestellt sein, der die Körpertemperatur, die Pulsfrequenz und dergleichen des Anwenders **1** detektieren kann. Zusätzlich kann ein Temperatursensor, ein Feuchtigkeitssensor oder dergleichen bereitgestellt sein, der die Temperatur, die Feuchtigkeit oder dergleichen der umgebenden Umwelt messen kann. Es sollte angegeben werden, dass das Mikrophon 23, die nach vorn gerichtete Kamera 24 und die nach hinten gerichtete Kamera 25, die in **Fig. 4** gezeigt sind, als die Sensoreinheit 26 arbeiten können.

[0082] Die I/F-Einheit 30 ist eine Schnittstelle, mit der andere Vorrichtungen wie z. B. ein Anschluss eines universellen seriellen Busses (USB) und ein Anschluss einer hochauflösenden Multimedia-Schnittstelle (HDMI (eingetragenes Warenzeichen)) and verschiedene Kabel verbunden sind.

[0083] Die Kommunikationseinheit 31 ist ein Kommunikationsmodul zum Kommunizieren mit einer weiteren Vorrichtung, wobei z. B. ein Modul eines drahtlosen lokalen Netzes (LAN), wie z. B. Wi-Fi, oder ein Kommunikationsmodul für drahtlose Kurzstrecken-Kommunikation, wie z. B. Bluetooth (eingetragenes Warenzeichen), verwendet wird.

[0084] Die Speichereinheit **32** ist eine nichtflüchtige Speichervorrichtung, wobei z. B. ein Festplattenlaufwerk (HDD), ein Festkörperlaufwerk (SSD) oder dergleichen verwendet wird.

[0085] Die Speichereinheit **32** speichert ein Steuerprogramm 35 zum Steuern des gesamten Betriebs des tragbaren Endgeräts **20**. Ein Verfahren zum Installieren des Steuerprogramms 35 auf dem tragbaren Endgerät **20** ist nicht eingeschränkt. Die Installation kann z. B. über verschiedene Aufzeichnungsmedien ausgeführt werden oder die Installation des Programms kann über das Internet oder dergleichen ausgeführt werden.

[0086] Es sollte angegeben werden, dass der Typ und dergleichen des Aufzeichnungsmediums, in dem das Programm gemäß der vorliegenden Technik aufgezeichnet ist, nicht eingeschränkt sind, wobei irgendein Aufzeichnungsmedium, das durch einen Computer gelesen werden kann, verwendet werden kann. Es kann z. B. irgendein Aufzeichnungsmedium, das Daten nicht vorübergehend aufzeichnet, verwendet werden.

[0087] Der Controller **21** steuert den Betrieb jedes Blocks, der im tragbaren Endgerät **20** enthalten ist. Der Controller **21** enthält z. B. die für die Konfiguration des Computers erforderliche Hardware, wie z. B. eine CPU (einen Prozessor), einen ROM, einen RAM und eine HDD. Die CPU lädt ein Programm gemäß der vorliegenden Technik (z. B. ein Anwendungsprogramm), das im Voraus im ROM oder dergleichen aufgezeichnet worden ist, in den RAM und führt das Programm aus, um dadurch ein Datenverarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Technik auszuführen.

[0088] Die spezifische Konfiguration des Controllers **21** ist nicht eingeschränkt, wobei z. B. irgendeine Hardware, wie z. B. eine GPU, eine feldprogrammierbare Gatteranordnung (FPGA) und eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), verwendet werden kann.

[0089] Das tragbare Endgerät **20** kann z. B. durch ein Smartphone, ein Tablet-Endgerät, eine tragbare Vorrichtung, eine Sensorvorrichtung oder dergleichen verwirklicht sein. Selbstverständlich ist die vorliegende Technik nicht darauf eingeschränkt, wobei irgendeine Computervorrichtung verwendet werden kann.

[0090] **Fig. 5** ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel einer Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts **20** zeigt.

[0091] Die CPU des Controllers **21** führt das Programm gemäß dieser Ausführungsform (z. B. ein Anwendungsprogramm) aus, um dadurch die Schätzblöcke **40** und **41**, eine Integrationseinheit **42**, ein Kalman-Filter **43** und eine dreidimensionale Rekonstruktionseinheit **44** als Funktionsblöcke zu verwirklichen. Das Datenverarbeitungsverfahren gemäß dieser Ausführungsform wird durch diese Funktionsblöcke ausgeführt. Es sollte angegeben werden, dass gegebenenfalls dedizierte Hardware, wie z. B. eine integrierte Schaltung (IC), verwendet werden kann, um jeden Funktionsblock zu verwirklichen.

[0092] Der Schätzblock **40** enthält eine Merkmalspunkt-Detektionseinheit 46, die Speichereinheiten 47 und 48, eine Bewegungsabgleicheinheit 49, eine Abstandsschätzeinheit 50 und eine Δ-Stellungsschätzeinheit 51. Der Schätzblock **41** weist die gleiche Konfiguration wie der Schätzblock **40** auf.

[0093] Es sollte angegeben werden, dass die nach vorn gerichtete Kamera 24 und die nach hinten gerichtete Kamera 25 im Inneren des tragbaren Endgeräts **20** so angeordnet sind, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung befinden. Überdies ist die IMU **33** außerdem so angeordnet, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 befindet. Die Position und die Lage der nach vorn gerichteten Kamera 24, der nach hinten gerichteten Kamera 25 und der IMU **33** ändern sich z. B. in Verbindung mit den Änderungen der Position und der Lage des tragbaren Endgeräts **20** selbst.

[0094] Es ist z. B. außerdem möglich, die Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Positionsbeziehung zwischen der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25, wie z. B. den Versätzen der Position und der Lage der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25, zu berechnen. Entsprechend ist es möglich, die Genauigkeit der Abstandsinformationen zu verbessern.

[0095] Andererseits ist es außerdem möglich, in Anbetracht dessen, dass sich die nach vorn gerichtete Kamera 24 und die nach hinten gerichtete Kamera 25 an der gleichen Position befinden, d. h., ohne die Versätze der Position und der Lage zu berücksichtigen, die vorliegende Technik anzuwenden, um Abstandsinformationen zu erzeugen und auszugeben. Entsprechend ist es möglich, die Verarbeitung zu vereinfachen und die Verarbeitungszeit zu verkürzen.

[0096] Außerdem können die Abstandsinformationen hinsichtlich der IMU **33** ähnlich auf der Grundlage von Informationen hinsichtlich der Versätze der Position und der Lage zwischen der nach vorn gerichteten Kamera 24, der nach hinten gerichteten Kamera 25 und der IMU **33** berechnet werden. Andererseits ist es außerdem möglich, die Abstandsinformationen ohne Berücksichtigung der Versätze zu berechnen.

[0097] Die **Fig. 6** und **Fig. 7** sind Ablaufpläne, die ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen zeigen. Im Folgenden wird der Betrieb des Schätzblocks **40** beschrieben. Der Betrieb des Schätzblocks **41** wird in einer ähnlichen Weise wie der des Schätzblocks **40** ausgeführt.

[0098] Die Merkmalspunkt-Detektionseinheit 46 führt die Schleife der Schritte 201 bis 203 aus. Spezifisch wird ein Bild zu einem aktuellen Zeitpunkt (das im Folgenden als das aktuelle Rahmenbild bezeichnet wird) erfasst, wobei charakteristische Punkte (die im Folgenden als Merkmalspunkte bezeichnet werden) detektiert werden, die zur Schätzung der eigenen Position verwendet werden können. Typischerweise werden als die Merkmalspunkte Muster und dergleichen detektiert, die einen hohen Kontrast aufweisen und keine zu den umgebenden Strukturen ähnliche Struktur aufweisen. Beispiele eines Verfahrens zum Detektieren von Merkmalspunkten und zum Ausdrücken von Merkmalsmengen können Verfahren zur Eckendetektion nach Harris oder dergleichen und zur skaleninvarianten Merkmalstransformation (SIFT) enthalten. Selbstverständlich ist die vorliegende Technik nicht darauf eingeschränkt, wobei irgendein Verfahren eingesetzt werden kann und maschinelles Lernen oder dergleichen ausgeführt werden können.

[0099] Die Informationen hinsichtlich der im aktuellen Rahmenbild detektierten Merkmalspunkte werden in der Speichereinheit 47 gespeichert. Diese Merkmalspunktinformationen werden hinsichtlich der Zeit als Informationen hinsichtlich der Merkmalspunkte in einem vorherigen Rahmenbild behandelt, wenn das nächste Rahmenbild erfasst worden ist.

[0100] Die Schritte 204 und 205 werden durch die Bewegungsabgleicheinheit 49 ausgeführt. Spezifisch werden die Informationen hinsichtlich der „Merkmalspunkte im vorherigen Bild (entsprechend dem vorherigen Rahmenbild)“ von der Speichereinheit 47 erfasst. Dann wird ein Merkmalspunkt im aktuellen Rahmenbild gesucht, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Rahmenbild entspricht. Im Folgenden wird der entsprechende Merkmalspunkt, der im Schritt 205 detektiert worden ist, als entsprechender Punkt bezeichnet.

[0101] Das Auffinden des entsprechenden Punktes kann als das Betrachten desselben Objekts von zwei verschiedenen Gesichtspunkten (aktuelles Rahmenbild und vorheriges Rahmenbild) betrachtet werden, wobei der Unterschied im Auftreten durch die Änderungen der Position und der Lage der Kamera im Laufe der Zeit verursacht wird.

[0102] Es sollte angegeben werden, dass das vorherige Rahmenbild und das aktuelle Rahmenbild keine zeitlich aufeinanderfolgenden Rahmenbilder sein müssen, und dass zwischen ihnen ein weiteres Rahmenbild vorhanden sein kann. Spezifisch kann die Ausgaberate des Schätzblocks **40** (geschätzte Rate der Differenzstellung) niedriger als die Bildgebungsrahmenrate sein.

[0103] Es können eine Vorverarbeitung, wie z. B. verschiedene Typen der Korrektur für eine optische Verzerrung und dergleichen, eine Verstärkungseinstellung und dergleichen, ausgeführt werden, bevor das aktuelle Rahmenbild in die Merkmalspunkt-Detektionseinheit 46 und die Bewegungsabgleicheinheit 49 eingegeben wird. Entsprechend ist es möglich, die Detektionsgenauigkeit und die Abgleichgenauigkeit der Merkmalspunkte zu verbessern.

[0104] Die Schritte 206 und 207 werden durch die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 ausgeführt. Spezifisch werden die Informationen hinsichtlich der „dreidimensionalen Position des Merkmalspunktes im vorherigen Rahmenbild“ aus der Speichereinheit 48 erfasst. Dann wird die Differenzstellung durch die Kombination der Informationen hinsichtlich der „dreidimensionalen Position des Merkmalspunktes im vorherigen Rahmenbild“ und der Informationen hinsichtlich der „zweidimensionalen Position des entsprechenden Punktes im aktuellen Rahmenbild“ geschätzt.

[0105] Es sollte angegeben werden, dass die dreidimensionale Position des Merkmalspunktes eine Position (xyz-Koordinaten) im XYZ-Koordinatensystem ist, das unter Verwendung der nach vorn gerichteten Kamera 24 als die Referenz festgelegt worden ist. Die zweidimensionale Position des Merkmalspunkts ist eine Position (z. B. uv-Koordinaten) des Merkmalspunkts im Rahmenbild. Die Differenzstellung sind Informationen, die die Änderungen der Position und der Lage der nach vorn gerichteten Kamera 24 von dem Abbildungszeitpunkt des vorherigen Rahmenbildes (der im Folgenden als der vorherige Zeitpunkt bezeichnet wird) bis zum Abbildungszeitpunkt des aktuellen Rahmenbildes (der im Folgenden als der aktuelle Zeitpunkt bezeichnet) enthalten.

[0106] Wenn eine Punktgruppe (dreidimensionale Position) in einem dreidimensionalen Raum und eine Punktgruppe (zweidimensionale Position) in einer zweidimensionalen Ebene, die der Punktgruppe entspricht (d. h., eine Punktgruppe im dreidimensionalen Raum, die auf die zweidimensionale Ebene projiziert ist), gegeben sind, kann ein Verfahren zum Bestimmen der Position und der Lage der Projektionsebene (d. h., der Position und der Lage der nach vorn gerichteten Kamera 24) z. B. durch das Lösen eines Minimierungsproblems unter Verwendung eines Fehlers in dem Bild als Kosten, wenn jeder Merkmalspunkt auf die zweidimensionale Ebene projiziert ist, erreicht werden.

[0107] Die Schritte 208 und 209 werden durch die Integrationseinheit **42** ausgeführt. Spezifisch werden IMU-Daten (Daten, die die Beschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit enthalten) vom vorherigen Zeitpunkt bis zum aktuellen Zeitpunkt von der IMU **33** erfasst. Die erfassten IMU-Daten werden integriert, um eine integrierte Stellung zu berechnen.

[0108] Der Schritt 210 wird durch das Kalman-Filter **43** ausgeführt. Spezifisch werden die durch die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 des Schätzblocks **40** berechnete Differenzstellung, die durch die Δ-Stellungsschätzeinheit des Schätzblocks **41** berechnete Differenzstellung und die durch die Integrationseinheit **42** berechnete integrierte Stellung integriert.

[0109] Das Kalman-Filter **43** empfängt zwei Differenzstellungen und eine integrierte Stellung. Überdies wird mit jeder Stellung eine Wahrscheinlichkeitsverteilung des Schätzfehlers, den die Stellung enthalten kann, eingegeben. Das Kalman-Filter **43** ist ein Filter, das mehrere Beobachtungen mit modellierten Fehlerwahrscheinlichkeitsverteilungen integriert und einen aktuellen Zustand mit der höchsten Wahrscheinlichkeit schätzt. Spe-

zifisch schätzt das Kalman-Filter **43** die Stellung mit der höchsten Wahrscheinlichkeit aus den drei eingegebenen Stellungen als den aktuellen Zustand.

[0110] Die Beschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit, die durch die IMU **33** erfasst werden, enthalten oft Versatzfehler, die als systematischer Fehler bezeichnet werden (ständiges Ausgeben eines Wertes, zu dem ein bestimmter Wert addiert ist, und geben sogar im Ruhezustand nicht null zurück). In einem Fall, in dem diese Fehler enthalten sind, enthalten eine Position und eine Lage, die lediglich durch das Integrieren der Beschleunigung und Winkelgeschwindigkeit, die durch die IMU **33** erfasst werden, erhalten werden, Fehler.

[0111] Im Kalman-Filter **43** kann der systematische Fehler der IMU **33** aus der Differenz zwischen der von der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 erhaltenen, durch den systematischen Fehler nicht beeinflussten Differenzstellung und der von der IMU **33** erhaltenen, durch den systematischen Fehler beeinflussten integrierten Stellung geschätzt werden, wobei eine integrierte Stellung erhalten werden kann, aus der der Fehler aufgrund des systematischen Fehlers durch Überwindung des systematischen Fehlers eliminiert ist.

[0112] Weil die Differenzstellungen der beiden Kameras integriert werden, wird, selbst wenn eine der Differenzstellungen abweicht, sie überdies unter Verwendung der anderen Differenzstellung und der Stellung der IMU **33** korrigiert, um eine höhere Wahrscheinlichkeit (weniger Fehler) aufzuweisen. Entsprechend ist es möglich, eine im hohen Grade genaue Stellungsschätzung auszuführen.

[0113] Durch das Festlegen der Versätze der Positionen und Lagen zwischen den Vorrichtungen (der Positionen und der Lagen anderer Vorrichtungen, wie sie von einer bestimmten Vorrichtung gesehen werden) als Zustandsvariable zusätzlich zum systematischen Fehler der IMU **33** im Kalman-Filter **43** können diese außerdem gleichzeitig geschätzt werden. Die Versätze der Positionen und der Lagen zwischen der nach vorn gerichteten Kamera 24, der nach hinten gerichteten Kamera 25 und der IMU **33** können z. B. gleichzeitig geschätzt werden.

[0114] In einem Fall, in dem gebrauchsfertige Waren, wie z. B. einem Smartphone, verwendet werden, ist es außerdem möglich, die Anordnung der Vorrichtungen, wie z. B. der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25, als mechanische Entwurfswerte zu speichern, sie aus einer Vorrichtungs-ID, wie z. B. einer Modellnummer, zu lesen und sie als die Anfangswerte des Kalman-Filters **43** zu verwenden. In dieser Weise können Fehler, bis die Schätzungen am Filter konvergieren, verringert werden. Im Ergebnis ist es möglich, die Genauigkeit der Stellungsschätzung zu verbessern.

[0115] Die Schritte 211 und 212 werden von der Abstandsschätzeinheit 50 ausgeführt. Spezifisch werden unter Verwendung einer Bewegungsparallaxe die Informationen hinsichtlich des „Abstands (der dreidimensionalen Position) jedes Merkmalspunktes im aktuellen Rahmenbild“ berechnet. Hier wird auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der „zweidimensionalen Position des Merkmalspunktes im vorherigen Rahmenbild“, der Informationen hinsichtlich der „zweidimensionalen Position des entsprechenden Punktes im aktuellen Rahmenbild“ und der Differenzstellung (integrierten Stellung aus dem Kalman-Filter **43**) zwischen den beiden Rahmenbildern (dem vorherigen und dem aktuellen) der Abstand jedes Merkmalspunktes unter Verwendung einer Bewegungsparallaxe geschätzt. Weil die durch das Kalman-Filter **43** berechnete integrierte Stellung verwendet wird, wird der Abstand basierend auf dem tatsächlichen Abstand (der dreidimensionalen Position) berechnet.

[0116] Es wird angenommen, dass eine zweidimensionale Position eines entsprechenden Punktes (Merkmalspunktes) in zwei Rahmenbildern und eine Differenzstellung zwischen den Rahmenbildern gegeben sind. Zu diesem Zeitpunkt ist es möglich, eine dreidimensionale Position, d. h., einen Abstand, durch das Festlegen simultaner Gleichungen, die einen Punkt in jedem Rahmenbild auf einen dreidimensionalen Raum projizieren (der projizierte Punkt ist derselbe Punkt), zu bestimmen, wie im Folgenden gezeigt wird.

[0117] Wenn die dreidimensionale Position des Punktes im aktuellen Rahmenbild durch 3dCurr (x, y, z) repräsentiert wird, die dreidimensionale Position, wie der Punkt im vorherigen Rahmenbild betrachtet wird, durch 3dPrev (x, y, z) ausgedrückt wird, und die Stellungsdifferenz zwischen den beiden Rahmenbildern durch cPb (Translationsvektor) und cRb (Rotationsmatrix) ausgedrückt wird, wird der folgende Ausdruck zwischen den beiden dreidimensionalen Positionen aufgestellt.

$$\mathbf{3dCurr} = \mathbf{cRb} * \mathbf{3dPrev} + \mathbf{cPb} \qquad \text{[Formel 1]}$$

[0118] Überdies wird der folgende Ausdruck zwischen den dreidimensionalen Positionen 3dCurr (x, y, z) und 3dPrev (x, y, z) jedes Punktes in jedem Rahmenbild und den zweidimensionalen Positionen 2dCurr (u, v) und

2dPrev (u, v), die den Punkt auf das Bild (zweidimensionale Ebene) projizieren, aufgestellt, wobei angenommen wird, dass die interne Parametermatrix der Kamera durch K bezeichnet wird.

$$\begin{cases} 3\mathbf{dCurr} = 3\mathbf{dCurr.z} * \mathbf{K}^{-1} * 2\mathbf{dCurr} \\ 3\mathbf{dPrev} = 3\mathbf{dPrev.z} * \mathbf{K}^{-1} * 2\mathbf{dPrev} \end{cases} \quad \text{[Formel 2]}$$

[0119] Hier wird die innere Matrix K der Kamera unter Verwendung einer Brennweite f(x, y) und eines optischen Zentrums c(x, y) durch den folgenden Ausdruck ausgedrückt.

$$\mathbf{K} = \begin{pmatrix} \mathbf{f_x} & \mathbf{0} & \mathbf{c_x} \\ \mathbf{0} & \mathbf{f_y} & \mathbf{c_y} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{pmatrix} \quad \text{[Formel 3]}$$

[0120] Die Ausdrücke (Formel 1) und (Formel 2) stellen die folgenden simultanen Gleichungen bereit.

$$\mathbf{3dCurr.z} * \begin{pmatrix} (\mathbf{2dCurr.u} - \mathbf{c_x})/\mathbf{f_x} \\ (\mathbf{2dCurr.v} - \mathbf{c_y})/\mathbf{f_y} \\ 1 \end{pmatrix} = \mathbf{3dPrev.z} * \mathbf{cRb} * \begin{pmatrix} (\mathbf{2dPrev.u} - \mathbf{c_x})/\mathbf{f_x} \\ (\mathbf{2dPrev.v} - \mathbf{c_y})/\mathbf{f_y} \\ 1 \end{pmatrix} + \mathbf{cPb} \quad \text{[Formel 4]}$$

[0121] Die simultanen Gleichungen des Ausdrucks (Formel 4) sind drei Gleichungen für zwei Variable (3dCurr.z und 3dPrev.z). Deshalb wird durch Lösen der simultanen Gleichungen für 3dCurr.z der Abstand jedes Punktes im aktuellen Rahmenbild bestimmt. Wenn der Abstand 3dCurr.z bestimmt ist, kann die dreidimensionale Position des Punktes durch den Ausdruck (Formel 2) bestimmt werden.

[0122] Die in Schritt 211 berechnete dreidimensionale Position des Merkmalspunktes wird in der Speichereinheit 48 als Punktwolkeninformationen gespeichert und zum Zeitpunkt der Stellungsschätzung in der Zukunft verwendet. Im Schritt 206 sind z. B. die dreidimensionale Position des Merkmalspunktes in dem vorherigen Rahmenbild, die durch die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 erfasst worden ist, die im Schritt 212 zu dem Zeitpunkt, zu dem das vorherige Rahmenbild das „aktuelle Rahmenbild" ist, gespeicherten Informationen.

[0123] Der Schritt 213 wird durch die dreidimensionale Rekonstruktionseinheit **44** ausgeführt. Spezifisch werden die Abstandsinformationen durch das Integrieren der dreidimensionalen Position des im Schritt 211 berechneten Merkmalspunktes in einer Zeitrichtung berechnet. Insbesondere werden die Informationen hinsichtlich der „integrierten Stellung zu jedem Zeitpunkt", die von dem Kalman-Filter **43** ausgegeben werden, die Informationen hinsichtlich des „Abstands von der ersten Wandoberfläche **11**, wie er von der nach vorn gerichteten Kamera 24 gesehen wird, (dreidimensionale Koordinaten jedes Merkmalspunkts)", die von dem Schätzblock **40** ausgegeben werden, und die Informationen hinsichtlich des „Abstands von der zweiten Wandoberfläche **12**, wie er von der nach hinten gerichteten Kamera 25 gesehen wird, (dreidimensionale Koordinaten jedes Merkmalspunkts)", die von dem Schätzblock **41** ausgegeben werden, in der Zeitrichtung integriert.

[0124] In einem Fall, in dem zwei Kameras c_0 und c_1 angebracht sind, sind die Position und die Lage von c_0 zu einem bestimmten Zeitpunkt t Pco[t] (Translationsvektor) und Rco[t] (Rotationsmatrix), wobei die Versätze einer Position und einer Lage einer Kamera c_1, wie sie von einer Kamera c_0 gesehen werden, c_0Pc_1 und c_0Rc_1 sind. Zu diesem Zeitpunkt können die Positionen $Pc_1[t]$ und $Rc_1[t]$ der Kamera c_1 durch den folgenden Ausdruck bestimmt werden.

$$\begin{aligned} \mathbf{Pc_1}[\mathbf{t}] &= \mathbf{Rc_0}[\mathbf{t}] * \mathbf{c_0Pc_1} + \mathbf{Pc_0}[\mathbf{t}] \\ \mathbf{Rc_1}[\mathbf{t}] &= \mathbf{Rc_0}[\mathbf{t}] * \mathbf{c_0Rc_1} \end{aligned} \quad \text{[Formel 5]}$$

[0125] Die dreidimensionale Position des Merkmalspunktes auf dem Zielobjekt (der Wandoberfläche), die von der Kamera c_0 gesehen werden kann, wird durch c_0Px_0 ausgedrückt, wobei die dreidimensionale Position des Zielobjektes, die von der Kamera c_1 gesehen werden kann, ähnlich durch c_1Px_1 ausgedrückt wird. Hier repräsentiert das tiefgestellte x jeden Merkmalspunkt und ist gleich der Anzahl der Merkmalspunkte, obwohl diese der Einfachheit halber gemeinsam durch x_0/x_1 bezeichnet werden. Zu diesem Zeitpunkt ist der Ausdruck zum

Umsetzen der dreidimensionalen Position jedes dieser Merkmalspunkte in einen Koordinatenwert Px_0/Px_1 in einem festen Koordinatensystem (festen Koordinatensystem unabhängig von den Positions- und Lageänderungen der Kamera) wie folgt.

$$\begin{cases} \mathbf{Px}_0 = \mathbf{Rc}_0[\mathbf{t}] * \mathbf{c}_0\mathbf{Px}_0 + \mathbf{Pc}_0[\mathbf{t}] \\ \mathbf{Px}_1 = \mathbf{Rc}_1[\mathbf{t}] * \mathbf{c}_1\mathbf{Px}_1 + \mathbf{Pc}_1[\mathbf{t}] \end{cases} \quad \text{[Formel 6]}$$

[0126] Wie oben beschrieben worden ist, wird die dreidimensionale Position des von jeder Kamera gesehenen Zielobjekts unter Verwendung der integrierten Stellung zu jedem Zeitpunkt auf ein bestimmtes Koordinatensystem projiziert. Entsprechend wird die Integration in der Zeitrichtung möglich, wobei eine Oberfläche durch mehrere auf dem Zielobjekt (der Wandoberfläche) gezeichnete Merkmalspunkte gebildet werden kann. Wenn eine Normale von dieser Oberfläche bestimmt wird und ihr Normalenvektor (Einheitsvektor) durch N_0 repräsentiert wird, kann ein Abstand do zwischen der Kamera c_0 und ihrer Oberfläche gemäß dem folgenden Ausdruck bestimmt werden. Der Operator „-“ in dem Ausdruck repräsentiert das Skalarprodukt des Vektors.

$$\mathbf{d_0}\left|\mathbf{c_0}\mathbf{Px_0}\cdot\mathbf{N_0}\right| \quad \text{[Formel 7]}$$

[0127] Es sollte angegeben werden, dass in dem Ausdruck c_0Px_0 eine dreidimensionale Position eines Merkmalspunktes x_0, der die „Oberfläche, deren Normalenvektor N_0 ist“, bildet, ist, wie er von der Kamera c_0 gesehen wird, und ein Translationsvektor von der Kamera c_0 zu diesem Punkt ist. Andererseits kann hinsichtlich der anderen Oberfläche, die von der Kamera c_1 gesehen werden kann, ein Abstand d_1 zwischen der Kamera c_1 und ihrer Oberfläche gemäß dem folgenden Ausdruck bestimmt werden, wenn der Normalenvektor dieser Oberfläche durch N_1 repräsentiert wird.

$$\mathbf{d_1}\left|\mathbf{c_0}\mathbf{Px_1}\cdot\mathbf{N_1}\right| \quad \text{[Formel 8]}$$

[0128] In dem Ausdruck ist c_0Px_1 eine dreidimensionale Position eines Merkmalspunktes x_1, der die Oberfläche bildet, deren Normalenvektor N_1 ist, wie sie von der Kamera c_0 gesehen wird, wobei sie gemäß dem folgenden Ausdruck bestimmt werden kann. R^T repräsentiert die Transponierte einer Rotationsmatrix R.

$$\mathbf{c_0}\mathbf{Px_1} = \mathbf{Rc}_0^{\mathsf{T}} * \left(\mathbf{Px_1} - \mathbf{Pc_0}\right) \quad \text{[Formel 9]}$$

[0129] Folglich kann eine Breite t des Durchgangs **10**, der zwischen der „Oberfläche, deren Normalenvektor N_0 ist“, und der „Oberfläche, deren Normalenvektor N_1 ist“, angeordnet ist, als eine Summe des Abstands do und des Abstands d_1 bestimmt werden. Als die Abstandsinformationen wird z. B. der Wert der Breite t des Durchgangs gemäß der Anwendung in Echtzeit ausgegeben. Alternativ kann z. B. eine Breite eines bisher schmalsten Abschnitts auf dem Weg ausgegeben und als die Abstandsinformationen verwendet werden.

[0130] Das Berechnungsverfahren der Abstandsinformationen im Schritt 213 ist nicht eingeschränkt, wobei irgendein Algorithmus oder dergleichen verwendet werden kann. Überdies kann maschinelles Lernen oder dergleichen ausgeführt werden.

[0131] In den in den **Fig. 4** bis **Fig. 7** gezeigten Beispielen arbeiten die in **Fig. 5** gezeigten jeweiligen Blöcke zusammen, um die „Erfassungseinheit“, die die Maßstabsinformationen erfasst, und die „Ausgangssteuereinheit“ zu verwirklichen. Überdies sind die Differenzstellung, die integrierte Stellung und die durch den Schätzblock **40** ausgegebene integrierte Stellung in den ersten Positionsinformationen enthalten. Überdies sind die Differenzstellung, die integrierte Stellung und die durch den Schätzblock **41** ausgegebene integrierte Stellung in der zweiten Positionsinformationen enthalten. Das heißt, die integrierte Stellung und die integrierte Stellung sind sowohl in den ersten Positionsinformationen als auch in den zweiten Positionsinformationen enthalten.

[0132] Deshalb werden in diesem Beispiel die ersten Positionsinformationen auf der Grundlage des ersten Bildes berechnet, das durch die nach vorn gerichtete Kamera 24 aufgenommen worden ist. Überdies werden die ersten Positionsinformationen auf der Grundlage des ersten Bildes berechnet, das durch die nach hinten gerichteten Kamera 25 aufgenommen worden ist. Überdies werden die ersten Positionsinformationen und die zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses der IMU **33** berechnet.

[0133] Überdies wird angenommen, dass die Anordnung von Vorrichtungen, wie z. B. der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25, als die Werte des mechanischen Entwurfs gespeichert sind und diese aus der Vorrichtungs-ID gelesen und verwendet werden, wie oben beschrieben worden ist. In diesem Fall entsprechen die zu lesenden Informationen den Informationen hinsichtlich der Positionsbeziehung zwischen der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25. Überdies entsprechen die zu lesenden Informationen den Informationen hinsichtlich einer am tragbaren Endgerät **20** angebrachten Vorrichtung.

[0134] Überdies ist eine Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit durch einen Block, der die Werte des mechanischen Entwurfs speichert, und einen Block, der die Werte des mechanischen Entwurfs liest, (die nicht gezeigt sind) verwirklicht. Überdies entspricht die Verarbeitung unter Verwendung der gelesenen Informationen als ein Anfangswert des Kalman-Filters **43** oder dergleichen der Verarbeitung des Ausgebens der Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Positionsbeziehung zwischen der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 und der Verarbeitung des Ausgebens der Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung.

[0135] Selbstverständlich sind dieses Beispiele der Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit, der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung und der Abstandsinformationen basierend auf den Informationen hinsichtlich der Vorrichtung, wobei irgendwelche anderen Informationen und irgendein anderer Algorithmus verwendet werden können.

<Verfahren unter Verwendung eines bekannten Zielobjekts>

[0136] In einem Fall des Schätzens einer eigenen Position (oder eines eigenen Abstands) unter Verwendung einer einzelnen Kamera oder dergleichen kann z. B. das Problem der Maßstabsmehrdeutigkeit auftreten, falls es kein Verfahren zum Erfassen von Maßstabsinformationen (des physikalischen Maßstabs) hinsichtlich des tatsächlichen Abstands in der echten Welt gibt. In dem obenerwähnten Beispiel weisen die durch die IMU **33** erfassten IMU-Daten einen physikalischen Maßstab in der echten Welt auf, wobei die Mehrdeutigkeit gelöst wird, indem er verwendet wird.

[0137] Als Nächstes wird das Verfahren unter Verwendung des bekannten Zielobjekts, dessen Größe bekannt ist, beschrieben. Das bekannte Zielobjekt kann außerdem als ein bekanntes Ziel, eine Markierung oder dergleichen bezeichnet werden. Das bekannte Zielobjekt, dessen Größe bekannt ist, entspricht einem bekannten Zielobjekt, dem die Informationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands zugeordnet ist. Es kann z. B. ein bekanntes Zielobjekt oder dergleichen verwendet werden, dessen tatsächlicher Abstand zwischen Merkmalspunkten, die in dem bekannten Zielobjekt enthalten sind, bekannt ist.

[0138] Die Detektion des bekannten Objekts ist z. B. durch Bildabgleich unter Verwendung des maschinellen Lernens verwirklicht. Überdies ist es in einem Fall, in dem eine Historie von Käufen auf einer Site des elektronischen Handels in einem Server vorhanden ist, außerdem möglich, das bekannte Ziel durch das Ausführen einer Objekterkennung auf der Grundlage der Daten der Kaufhistorie zu spezifizieren.

[0139] Beispiele des bekannten Objekts können auf Sites des elektronischen Handels gekaufte Produkte, wie z. B. Möbel, und standardisierte Industrieprodukte (Kunststoffflasche, Tatami, Steckdose, Feuerlöscher und dergleichen) enthalten.

[0140] **Fig. 8** ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel der Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts **20** zeigt. In dem in **Fig. 5** gezeigten Beispiel wird die vom Kalman-Filter **43** ausgegebene integrierte Stellung in die Abstandsschätzeinheit 50 des Schätzblocks **40** eingegeben. In diesem Beispiel ist ein Stellungsschätzblock **55** aufgebaut, wie in **Fig. 8** gezeigt ist. Die durch den Stellungsschätzblock **55** geschätzte Stellung wird in die Abstandsschätzeinheit 50 eingegeben.

[0141] Der Stellungsschätzblock **55** enthält eine Merkmalspunkt-Detektionseinheit 56, eine Merkmalsmengen-Beschreibungseinheit 57, eine Merkmalsmengen-Abgleicheinheit 58, die Speichereinheiten 59 und 60 und eine Stellungsschätzeinheit 61. Die Speichereinheiten 59 und 60 können im Controller **21** konfiguriert sein oder können in der Speichereinheit **32** konfiguriert sein.

[0142] Die **Fig. 9** und **Fig. 10** sind Ablaufpläne, die ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen zeigen. In den **Fig. 9** und **Fig. 10** wird das bekannte Zielobjekt als ein bekanntes Objekt bezeichnet. Die Aufmerksamkeit wird zuerst auf die Schritte 304, 307 und 317 gelenkt. In einem Zustand, in dem der physikalische

Maßstab erfasst worden ist, wird in den Schritten 304 und 307 ja bestimmt. In diesem Fall wird eine durch einen Bild-zu-Bild-Abgleich erhaltene Differenzstellung verwendet, wie im Schritt 317 gezeigt ist.

[0143] Die Berechnung der Differenzstellung durch den Bild-zu-Bild-Abgleich wird in den Schritten 301 bis 303, 305, 306, 308 und 309 ausgeführt. Diese Verarbeitung ist zu den in den **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigten Schritten 201 bis 207 ähnlich. Spezifisch schätzt die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 des Schätzblocks **40** die Differenzstellung unter Verwendung der Kombination aus den Informationen hinsichtlich der „dreidimensionalen Position des Merkmalspunktes im vorherigen Rahmenbild“ und den Informationen hinsichtlich der „zweidimensionalen Position des entsprechenden Punktes im aktuellen Rahmenbild“.

[0144] Das Kalman-Filter **43** integriert die durch die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 des Schätzblocks **40** berechnete Differenzstellung und die durch die Δ-Stellungsschätzeinheit 51 des anderen Schätzblocks **41** berechnete Differenzstellung. Es sollte angegeben werden, dass die durch die andere Δ-Stellungsschätzeinheit 51 geschätzte Differenzstellung verwendet werden kann, ohne die Integration durch das Kalman-Filter **43** auszuführen.

[0145] Es wird die Verarbeitung in einem Zustand, in dem der physikalische Maßstab nicht erfasst wird, beschrieben. Spezifisch wird ein Fall beschrieben, in dem die Bestimmung von nein in den Schritten 304 und 307 ausgeführt wird.

[0146] Der Schritt 310 wird durch die Merkmalspunkt-Detektionseinheit 56 und die Merkmalsmengen-Beschreibungseinheit 57 ausgeführt. Insbesondere detektiert die Merkmalspunkt-Detektionseinheit 56 den Merkmalspunkt aus dem aufgenommenen Rahmenbild. Dann beschreibt die Merkmalsmengen-Beschreibungseinheit 57 die Merkmalsmenge für den Abgleich für jeden der detektierten Merkmalspunkte.

[0147] Hier ist es wichtig, wie der Merkmalspunkt für den Abgleich außerdem bei einer Änderung der Betrachtung, wie z. B. einer Drehung, einer Vergrößerung/Verkleinerung und einer Leuchtdichteänderung, auszudrücken ist. Hierfür sind verschiedene Beschreibungsverfahren entwickelt worden, wobei SIFT, orientiertes FAST und gedrehtes BRIEF (ORB) oder dergleichen verwendet werden können.

[0148] Die Informationen hinsichtlich der Merkmalsmenge, der dreidimensionalen Position und dergleichen jedes Merkmalspunktes, der das bekannte Objekt bildet, sind in der Speichereinheit 59 in der Form einer Datenbank gespeichert. Das spezifische Objekt, das als das bekannte Objekt verwendet wird, ist nicht eingeschränkt, wobei irgendein Objekt verwendet werden kann. Selbstverständlich kann eine auf dem Objekt gezeigte Markierung oder dergleichen verwendet werden.

[0149] Der Schritt 312 wird durch die Merkmalsmengen-Abgleicheinheit 58 ausgeführt. Spezifisch wird der entsprechende Punkt im aktuellen Rahmenbild mit jedem Merkmalspunkt auf dem bekannten Objekt abgeglichen. Spezifisch werden der Merkmalsbetrag jedes Merkmalspunktes, der von der Merkmalsbetrags-Beschreibungseinheit 57 ausgegeben wird, und der Merkmalsbetrag, der von der DB der bekannten Objekte in der Speichereinheit 59 erfasst wird, miteinander abgeglichen, wobei der entsprechende Punkt auf dem bekannten Objekt, der jedem Merkmalspunkt in dem aktuellen Rahmenbild entspricht, bestimmt wird.

[0150] Die Schritte 313 bis 316 werden durch die Stellungsschätzeinheit 61 ausgeführt. Die dreidimensionale Position kann aus der DB der bekannten Objekte als der entsprechende Punkt auf dem bekannten Objekt erfasst werden. Deshalb können die Position und die Lage der zweidimensionalen Ebene (d. h., die Position und die Lage der Kamera) aus einer Punktgruppe im dreidimensionalen Raum und einer Punktgruppe in der zweidimensionalen Ebene, die der Punktgruppe entspricht, bestimmt werden. Es sollte angegeben werden, dass hier die Position und die Lage der Kamera bezüglich des bekannten Objekts bestimmt werden. Im Folgenden werden die „Position und die Lage der Kamera bezüglich des bekannten Objekts“ als eine relative Stellung bezeichnet.

[0151] Die aus dem bekannten Objekt im aktuellen Rahmenbild berechnete relative Stellung wird in der Speichereinheit 60 gespeichert. Wenn die Differenzstellung berechnet wird, wird die aus dem bekannten Objekt in dem vorherigen Rahmenbild berechnete relative Stellung, die in der Speichereinheit 60 gespeichert ist, erfasst. Dann wird eine Differenz von der zu einem zukünftigen Zeitpunkt ähnlich bestimmten relativen Stellung berechnet. Entsprechend ist es möglich, die Differenzstellung zwischen den beiden Rahmenbildern (dem vorherigen und dem aktuellen Rahmenbild) zu berechnen.

[0152] Wie im Schritt 317 gezeigt ist, wird die ausgegebene Differenzstellung als eine für eine Bewegungsparallaxe zu verwendende Stellung ausgewählt und in die Abstandsschätzeinheit 50 des Schätzblocks **40** eingegeben. Die Differenzstellung weist einen physikalischen Maßstab auf, der von dem bekannten Objekt abgeleitet ist, wobei der physikalische Maßstab in die Ausgabe des Schätzblocks **40** aufgenommen wird, indem er als der Bewegungsbetrag in der Abstandsschätzeinheit 50 verwendet wird.

[0153] Die Verarbeitung der Schritte 318 bis 320 ist eine Verarbeitung, die zu der der Schritte 211 bis 213, die in den **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigt sind, ähnlich ist.

[0154] Folglich werden in diesem Beispiel die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines durch die Bildgebung durch jede der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichtete Kamera 25 eines bekannten Zielobjekts, dem Informationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands (physikalischen Maßstabs) zugeordnet sind, erhaltenen Bildes erfasst.

[0155] Typischerweise sind zwei Stellungsschätzblöcke **55** für den Schätzblock **40**, der der nach vorn gerichteten Kamera 24 zugeordnet ist, bzw. den Schätzblock **41**, der der nach hinten gerichteten Kamera 25 zugeordnet ist, konfiguriert. Dann werden die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes des bekannten Zielobjekts erfasst, das durch jede der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 aufgenommen worden ist.

[0156] Die vorliegende Technik ist nicht hierauf eingeschränkt, wobei der Stellungsschätzblock **55** nur für einen der Schätzblöcke konfiguriert sein kann und sein Schätzergebnis in die Abstandsschätzeinheit 50 des anderen Schätzblocks eingegeben werden kann. Das heißt, die Maßstabsinformationen können auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes des bekannten Zielobjekts erfasst werden, das entweder durch die nach vorn gerichtete Kamera 24 oder die nach hinten gerichtete Kamera 25 aufgenommen worden ist.

[0157] Überdies kann der Anwender in einem Fall, in dem bestimmt wird, dass der physikalische Maßstab nicht erfasst worden ist, über Benachrichtigungsinformationen zum Anweisen informiert werden, das bekannte Objekt abzubilden.

[0158] In den in den **Fig. 8** bis **Fig. 10** gezeigten Beispielen arbeitet der Stellungsschätzblock **55** als ein Teil der „Erfassungseinheit“, die die Maßstabsinformationen erfasst, und der „Ausgangssteuereinheit“. Das heißt, der Stellungsschätzblock **55** kann die Maßstabsinformationen auf der Grundlage des Bildes erfassen, das durch das Abbilden des bekannten Zielobjekts, dem die Informationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands zugeordnet sind, durch wenigstens eine der nach vorn gerichteten Kamera 24 oder der nach hinten gerichteten Kamera 25 erhalten wird. Überdies ist die durch den Stellungsschätzblock **55** ausgegebene Differenzstellung sowohl in den ersten Positionsinformationen als auch in den zweiten Positionsinformationen enthalten.

<Verfahren unter Verwendung des Abstandsmesssensors>

[0159] Als Nächstes wird das Verfahren unter Verwendung des Abstandsmesssensors, wie z. B. des ToF-Sensors, beschrieben. In diesem Beispiel ist ein Abstandsmesssensor **65**, wie z. B. der ToF (siehe **Fig. 11**), in der in **Fig. 2** veranschaulichten Sensoreinheit 26 konfiguriert. Die spezifische Konfiguration des Abstandsmesssensors **65** ist nicht eingeschränkt, wobei irgendeine Konfiguration verwendet werden kann.

[0160] **Fig. 11** ist ein schematischer Blockschaltplan, der ein Beispiel der Software-Konfiguration des tragbaren Endgeräts **20** zeigt. In diesem Beispiel ist ein Schätzblock **70** konfiguriert, der der nach vorn gerichteten Kamera 24 zugeordnet ist. Der Schätzblock **70** enthält eine Merkmalspunkt-Detektionseinheit 71, die Speichereinheiten 72 und 73, eine Bewegungsabgleicheinheit 73, eine Abstandserfassungseinheit 75 und eine Δ-Stellungsschätzeinheit 76.

[0161] In diesem Beispiel ist es möglich, einen Abstand direkt durch den Abstandsmesssensor **65** zu berechnen. Deshalb kann der Schätzblock **70** mit dem in **Fig. 5** veranschaulichten Schätzblock **40** verglichen werden, wobei er eine Konfiguration aufweist, bei der die Abstandsschätzeinheit 50 durch die Abstandserfassungseinheit 75 ersetzt worden ist. Es sollte angegeben werden, dass ein Schätzblock mit der gleichen Konfiguration wie der Schätzblock **70** aufgebaut ist, der der nach hinten gerichteten Kamera 25 zugeordnet ist.

[0162] Es sollte angegeben werden, dass der Abstandsmesssensor **65** so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 befindet. Die Positionen und die Lagen der nach vorn gerichteten Kamera 24, der nach hinten

gerichteten Kamera 25 und des Abstandsmesssensors **65** ändern sich z. B. außerdem in Verbindung mit den Änderungen der Position und der Lage des tragbaren Endgeräts **20** selbst.

[0163] **Fig. 12** ist ein Ablaufplan, der ein Berechnungsbeispiel der Abstandsinformationen zeigt. Es wird z. B. angenommen, dass der ToF-Sensor als der Abstandsmesssensor **65** verwendet wird. Der ToF-Sensor ist eine Vorrichtung, die einen physikalischen Abstand zum Zielobjekt durch das Messen einer Zeit, die erforderlich ist, damit das von einem Lichtemissionsabschnitt emittierte Licht am Zielobjekt reflektiert wird und zu einem Lichtempfangsabschnitt zurückkehrt, erhalten kann.

[0164] Falls die nach vorn gerichtete Kamera 24 und der ToF-Sensor kalibriert sind, ist es möglich, ein Pixel in einem durch die nach vorn gerichtete Kamera 24 aufgenommenen Rahmenbild einem Pixel auf dem ToF-Lichtempfangsabschnitt zuzuordnen. Entsprechend ist es möglich, durch den ToF-Sensor den Abstand jedes aus dem Rahmenbild extrahierten Merkmalspunktes zu erhalten.

[0165] Die Abstandserfassungseinheit 75 führt die Zuordnung der Pixel aus und erfasst den Abstand jedes Merkmalspunktes vom ToF-Sensor. Selbstverständlich ist es in einem Fall, in dem der andere Abstandsmesssensor als der ToF-Sensor verwendet wird, außerdem möglich, den Abstand jedes Merkmalspunktes direkt zu erhalten.

[0166] Im Ablaufplan nach **Fig. 12** sind die Schritte 408 und 409 die Verarbeitung, die durch die Abstandserfassungseinheit 75 ausgeführt wird. Weil es möglich ist, einen Abstand auf der Grundlage des physikalischen Maßstabs zu erhalten, der von dem Abstandsmesssensor **65** erhalten wird, wird der physikalische Maßstab in die Ausgabe des Schätzblocks **70** (die dreidimensionale Position jedes Merkmalspunkts und die Differenzstellung) aufgenommen.

[0167] Im Schritt 410 wird auf der Grundlage der Ausgabe des Schätzblocks **70** die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung integriert und werden die Abstandsinformationen berechnet. Die anderen Schritte sind zu der bezüglich **Fig. 5** beschriebenen Verarbeitung ähnlich.

[0168] Es sollte angegeben werden, dass in dem in **Fig. 11** gezeigten Beispiel die nach vorn gerichtete Kamera 24 als eine Bildgebungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Technik verwendet wird und der Abstandsmesssensor **65** separat von der nach vorn gerichteten Kamera 24 verwendet wird. Die Konfiguration des ToF-Sensors kann z. B. als die Bildgebungsvorrichtung verwendet werden. Der ToF-Lichtempfangsabschnitt kann z. B. so konfiguriert sein, dass er der gleiche wie die Kamera ist. In diesem Fall arbeitet die erste Bildgebungsvorrichtung selbst außerdem als der Abstandsmesssensor.

[0169] In einem Fall, in dem der ToF-Sensor als die Bildgebungsvorrichtung verwendet wird, ist es z. B. möglich, dass der ToF-Sensor außerdem als der Abstandsmesssensor arbeitet, wobei es folglich möglich ist, die bezüglich der **Fig. 11** und **Fig. 12** beschriebene Verarbeitung auszuführen.

[0170] In den in den **Fig. 11** und **Fig. 12** gezeigten Beispielen arbeitet die Abstandserfassungseinheit 75 als ein Teil der „Erfassungseinheit“, die die Maßstabsinformationen erfasst, und der „Ausgangssteuereinheit“. Überdies ist die durch den Schätzblock **70** ausgegebene Stellungsdifferenz in den ersten Positionsinformationen enthalten. Überdies ist die durch den anderen Schätzblock ausgegebene Differenzstellung in den zweiten Positionsinformationen enthalten.

[0171] Deshalb werden in diesem Beispiel die Maßstabsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Abstandsmesssensors **65** erfasst. Überdies werden die ersten Positionsinformationen und die zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Abstandsmesssensors **65** berechnet.

<Kombination von drei Verfahren basierend auf einer angebrachten Vorrichtung>

[0172] Das „Verfahren unter Verwendung des Bewegungssensors“, das „Verfahren unter Verwendung des bekannten Zielobjekts“ und das „Verfahren unter Verwendung des Abstandsmesssensors“ können gegebenenfalls kombiniert und ausgeführt werden.

[0173] Eine allgemeine Betriebssystem-Software (OS), die in einem Smartphone oder dergleichen eingesetzt wird, weist Informationen darüber, welcher Typ von Vorrichtung angeschlossen ist, und verschiedene APIs, um sie zu verwenden, um die angeschlossene Vorrichtung zu verwenden, auf. Durch das Abfragen des OS

ist es möglich, zu bestimmen, welche Typen von Vorrichtungen verfügbar sind, wobei es möglich ist, die Konfiguration zum Implementieren der vorliegenden Technik auf deren Grundlage zu ändern (auszuwählen).

[0174] Es ist z. B. außerdem eine Kombination möglich, bei der die Vorderseite des tragbaren Endgeräts den Abstand unter Verwendung der daran angebrachten ToF misst, während die Rückseite eine Markierung zum Erfassen des physikalischen Maßstabs verwendet, weil es keine ToF oder IMU gibt. Weiterhin kann irgendein Verfahren als ein Verfahren zum Bestimmen der Kombination eingesetzt werden. Der Anwender kann imstande sein, ein Verfahren zum Erfassen der Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands zu bestimmen.

[0175] Die ToF wird z. B. als sehr vorteilhaft hinsichtlich der Abstandsgenauigkeit und Robustheit gegenüber einer texturlosen Umgebung betrachtet. Deshalb kann in einem Fall, in dem die ToF verfügbar ist, eine Steuerung, wie z. B. eine bevorzugte Auswahl der ToF, ausgeführt werden.

[0176] Es sollte angegeben werden, dass der Block, der das OS abfragt, um die Informationen hinsichtlich der Vorrichtung zu erfassen, der Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit entspricht. Überdies entspricht der Prozess des Auswählens der Maßstabsinformationen auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Vorrichtung der Verarbeitung des Ausgebens der Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung.

<Benachrichtigung über eine Situation, in der die Schätzung der eigenen Position nachteilig ist>

[0177] Um die eigene Position der Kamera zu schätzen, ist es zuerst notwendig, den Abstand zum abzubildenden Zielobjekt zu schätzen. Die Schätzgenauigkeit dieses Abstands hängt jedoch von der Länge der Grundlinie (einem Betrag der Bewegung, die in einem Fall einer monokularen Kamera in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung der Sichtlinie verschiebt) ab, wobei das Verschieben in einer Richtung senkrecht zur Sichtlinie der Kamera (in einem Fall, in dem die Kamera auf die Wand gerichtet ist, das Verschieben entlang der Wandoberfläche) eine genaueste Bewegung ist.

[0178] Um die Breite des Durchgangs **10** am effizientestem zu modellieren, werden deshalb, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt ist, die nach vorn gerichtete Kamera 24 der Hauptoberfläche **20a** und die nach hinten gerichtete Kamera 25 der Rückfläche **20b** so gehalten, dass sie der ersten Wandoberfläche **11** bzw. der zweiten Wandoberfläche **12**, zwischen denen der Durchgang **10** angeordnet ist, zugewandt sind und sich entlang der ersten Wandoberfläche **11** bzw. der zweiten Wandoberfläche **12** verschieben, wie sie sind.

[0179] Obwohl das Modellieren durch das Abschreiten des Durchgangs **10** ausgeführt wird, während das tragbare Endgerät **20** gehalten wird, wie oben beschrieben worden ist, kann es Fälle geben, in denen eine Schätzung der eigenen Position (oder Abstandsschätzung) in dem Durchgang **10** nicht erfolgreich ausgeführt werden kann, z. B. einen Fall, wenn es dunkel ist, einen Fall, wenn es schwierig ist, ausreichend Merkmalspunkte auf der ersten Wandoberfläche **11** und der zweiten Wandoberfläche **12** zu erfassen, oder einen Fall, wenn es aufgrund einer zu schnellen Bewegung keine Überlappung zwischen den Rahmen gibt.

[0180] Selbst wenn z. B. eine Kamera der nach vorn gerichteten Kamera 24 und der nach hinten gerichteten Kamera 25 vorübergehend in eine derartige Situation eintritt, kann es möglich sein, eine Abnahme der Schätzgenauigkeit zu unterdrücken, indem der anderen Kamera, die die gegenüberliegende Seite betrachtet, ermöglicht wird, ein gültiges Bild aufzunehmen. Falls eine derartige Situation während einer längeren Zeit andauert, gibt es jedoch eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Schätzung der eigenen Position (oder Abstandsschätzung) fehlschlagen kann.

[0181] Deshalb wird bestimmt, ob die Situation für die Schätzung der eigenen Position ungünstig ist, wobei in einem Fall, in dem die Situation ungünstig ist, dies dem Anwender **1** mitgeteilt wird. In einem Fall, in dem die Situation ungünstig ist, werden die Informationen zum Überwinden der ungünstigen Situation mitgeteilt. Entsprechend ist es möglich, die Abstandsinformationen effizient und mit hoher Genauigkeit zu erzeugen.

[0182] In einem Fall, in dem die Anzahl der Punkte, die durch die Merkmalspunkt-Detektionseinheit 46 detektiert werden können oder die durch die Bewegungsabgleicheinheit 49 abgeglichen werden können, verringert ist, wird z. B. bestimmt, dass die Situation für die Schätzung im Schätzblock **40** oder dergleichen, der in **Fig. 5** veranschaulicht ist, ungünstig ist.

[0183] Überdies wird in einem Fall, in dem die Differenz zwischen der integrierten Stellung der IMU **33** und der Differenzstellung durch die Kamera (Mahalanobis-Abstand oder dergleichen unter Berücksichtigung der Fehlerwahrscheinlichkeitsverteilung) groß wird, wenn die Stellung im Kalman-Filter **43** integriert wird, bestimmt, dass die Situation für die Schätzung nachteilig ist.

[0184] In einer derartigen ungünstigen Situation (Dunkelheit, ungemustert, schnelle Bewegung usw.), wie oben beschrieben worden ist oder dergleichen, ist der Fehler z. B. groß (die Abweichung von der integrierten Stellung der IMU **33** ist groß), selbst wenn der Abgleich fehlschlägt oder die Stellung geschätzt werden kann, wobei folglich bestimmt werden kann, dass die Situation für die Schätzung ungünstig ist.

[0185] In einem Fall, in dem bestimmt wird, dass die Situation für die Schätzung der eigenen Position ungünstig ist, wird dem Anwender durch Ton, Licht, Schwingung oder dergleichen die Tatsache mitgeteilt. Es kann z. B. eine Anzeige auf einer Anzeige, eine Tonausgabe oder dergleichen ausgeführt werden. Der Anwender wird dann durch eine Anweisung geführt, auszuleuchten, die Kamera auf eine andere Oberfläche zu richten, die Bewegung zu verlangsamen oder dergleichen, so dass die nachteilige Situation nicht andauert. Entsprechend ist es möglich, die Erzeugungsgenauigkeit der Abstandsinformationen zu verbessern.

[0186] Die für die Schätzung der eigenen Position ungünstige Situation ist ein Konzept, das in einer Situation enthalten ist, die für die Ausgabe der Abstandsinformationen ungünstig ist. Es ist z. B. möglich, eine Situation zu bestimmen, die für die Ausführung einer Verarbeitung ungünstig ist, die sich von der Schätzung der eigenen Position unterscheidet, und den Anwender gegebenenfalls über die Situation zu benachrichtigen.

[0187] Überdies sind der Block zum Bestimmen, ob es die Situation ist, die für die Schätzung der eigenen Position oder dergleichen nachteilig ist, und der Block zum Melden dieser Tatsache Blöcke, die einer Benachrichtigungseinheit gemäß der vorliegenden Technik entsprechen. Überdies entspricht die Anweisung, auszuleuchten, die Kamera auf eine andere Oberfläche zu richten, die Bewegung zu verlangsamen oder dergleichen der Mitteilung von Informationen zum Überwindung der nachteiligen Situation. Selbstverständlich ist die vorliegende Technik nicht auf diese Meldungen und dergleichen eingeschränkt, wobei andere beliebige Informationen als die Informationen zum Überwinden der nachteiligen Situation gemeldet werden können.

[0188] **Fig. 13** ist ein Ablaufplan, der ein Beispiel einer Verarbeitung zeigt, die das Wechseln von drei Verfahren basierend auf einer Vorrichtung und das Verarbeiten des Bestimmens der nachteiligen Situation enthält. Es kann außerdem gesagt werden, dass die in **Fig. 13** veranschaulichte Verarbeitung ein Gesamtverarbeitungsbeispiel für das Erzeugen der Abstandsinformationen ist.

[0189] Durch das Abfragen des OS oder dergleichen werden die Informationen hinsichtlich einer verfügbaren Vorrichtung erfasst (Schritt 501). In einem Fall, in dem die Vorrichtungsinformationen in einer Datenbank gespeichert sind, wird die DB abgefragt, wobei, falls ein Positionsversatz oder dergleichen zwischen den Vorrichtungen bekannt ist, er als Anfangswert des Kalman-Filters oder dergleichen festgelegt wird (Schritt 502).

[0190] In einem Fall, in dem auf der Grundlage der Vorrichtungsinformationen bestimmt wird, dass der Abstandsmesssensor verfügbar ist, wird die Verarbeitung jedes Rahmens in einem Verfahren unter Verwendung des Abstandsmesssensors ausgeführt, wie bezüglich der **Fig. 11** und **Fig. 12** beschrieben worden ist (von ja im Schritt 503 bis zum Schritt 504).

[0191] In einem Fall, in dem der Abstandsmesssensor nicht verfügbar ist und die IMU verfügbar ist, wird jeder Rahmenprozess in dem Verfahren unter Verwendung der IMU ausgeführt, wie bezüglich der **Fig. 4** bis **Fig. 7** beschrieben worden ist, (ja im Schritt 505 bis zum Schritt 506).

[0192] In einem Fall, in dem der Abstandsmesssensor und die IMU nicht verfügbar sind, wird jeder Rahmenprozess in dem Verfahren unter Verwendung des bekannten Zielobjekts ausgeführt, wie bezüglich der **Fig. 8** bis **Fig. 10** beschrieben worden ist, (nein im Schritt 505 bis zum Schritt 507).

[0193] In einem Fall, in dem bestimmt wird, dass sich die Kamera in der ungünstigen Situation befindet, wird dem Anwender durch Ton, Licht, Schwingung oder dergleichen diese Tatsache mitgeteilt (ja im Schritt 508 bis zum Schritt 509). In einem Fall, in dem bestimmt wird, dass sich die Kamera nicht in der nachteiligen Situation befindet, werden die Abstandsinformationen, die die Durchgangsbreite oder dergleichen enthalten, ausgegeben (Schritt 510 vom nein im Schritt 508).

[0194] Es sollte angegeben werden, dass in der in **Fig. 13** gezeigten Ausführungsform der Block zum Ausführen der Verarbeitung der Schritte 501 und 502 der Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit entspricht. Überdies entspricht der Block zum Ausführen der Verarbeitung der Schritte 508 und 509 der Benachrichtigungseinheit. Diese Blöcke können z. B. durch das Ausführen eines vorgegebenen Programms durch die CPU des Controllers **21** verwirklicht werden. Überdies kann gegebenenfalls eine dedizierte Hardware, wie z. B. eine integrierte Schaltung (IC), verwendet werden, um diese Blöcke zu verwirklichen.

<Abbildungsrichtungen von zwei Bildgebungsvorrichtungen>

[0195] **Fig. 14** ist eine schematische graphische Darstellung zum Beschreiben eines Schnittwinkels der Abbildungsrichtungen der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** und der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6**.

[0196] Für die Kamerakonfiguration des tragbaren Endgeräts **20**, wie z. B. eines Smartphones, wird oft eine Anordnung verwendet, bei der zwei Kameras (die erste Bildgebungsvorrichtung **5** und die zweite Bildgebungsvorrichtung **6**) Rückseite an Rückseite angeordnet sind, d. h., der durch die beiden Kameras gebildete Winkel 180° beträgt, wie in **Fig. 14C** gezeigt ist. Diese Kameraanordnung ist weit verbreitet, im hohen Grade verfügbar und ausgezeichnet in den Einführungskosten (vorhandene Smartphones können verwendet werden, wie sie sind).

[0197] Es sollte angegeben werden, dass der durch die beiden Kameras gebildete Winkel ein Schnittwinkel einer ersten Richtung h1, die die Abbildungsrichtung der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** ist, und einer zweiten Richtung h2, die die Abbildungsrichtung der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** ist, ist.

[0198] Weil die beiden Kameras Rückseite an Rückseite angeordnet sind, kann der Abstand zu beiden Seiten des Durchgangs gleichzeitig und relativ genau in einer Bewegung bestimmt werden. In einem Fall, in dem der Abstand von der Kamera zu jeder Wandoberfläche bekannt ist, kann die Breite des zwischen den Wandoberflächen angeordneten Durchgangs bestimmt werden, indem sie addiert werden.

[0199] Andererseits sind die Verarbeitungsinhalte selbst der vorliegenden Technik nicht auf eine derartige Kameraanordnung eingeschränkt und können in anderen Fällen verwendet werden. Es kann z. B. eine Anordnung, bei der der durch die beiden Kameras gebildete Winkel 90° beträgt, wie in **Fig. 14A** veranschaulicht ist, beispielhaft genannt werden. Im Allgemeinen ist die Schätzung der eigenen Position unter Verwendung einer Kamera weniger empfindlich gegenüber einer Bewegung in einer Tiefenrichtung, weil die Änderung beim Betrachten gering ist, wenn sich die Kamera in der Tiefenrichtung bewegt.

[0200] In der Anordnung, in der der durch die beiden Kameras gebildete Winkel 90 Grad beträgt, ist die Tiefenrichtung einer der Kameras die horizontale (oder vertikale) Richtung der anderen, wobei es folglich einen Vorteil gibt, dass sie die Schwachpunkte der jeweils anderen ausgleichen können. In dieser Hinsicht wird es als sehr vorteilhaft betrachtet, dass der Winkel zwischen den beiden Kameras 90° beträgt, wobei der Grad des Nachteils in beiden Fällen als gleich betrachtet wird, wenn der Winkel spitzer oder stumpfer als dieser Winkel ist.

[0201] Ein spitzer Winkel zwischen den beiden Kameras weist z. B. eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, dass die durch die beiden Kameras gesehenen Oberflächen dieselben sind, wobei er tendenziell weniger tolerant gegenüber einem Fall ist, in dem die Oberfläche texturlos ist (ein stumpfer Winkel zwischen den beiden Kameras weist eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, dass eine weitere Oberfläche mit einer Textur beobachtet werden kann). Folglich wird, wie in den **Fig. 14A** bis **Fig. C** veranschaulicht ist, eine Konfiguration, bei der der durch den beiden Kameras gebildete Winkel zwischen 90° und 180° liegt, als für die Kameraanordnung wünschenswert betrachtet.

[0202] Wie oben beschrieben worden ist, werden in dem Abstandsinformations-Erzeugungssystem **100** gemäß dieser Ausführungsform die Abstandsinformationen basierend auf dem tatsächlichen Abstand zwischen dem ersten Zielobjekt, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und dem zweiten Zielobjekt, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage der Maßstabsinformationen und der ersten Positionsinformationen der ersten Bildgebungsvorrichtung **5** und der zweiten Positionsinformationen der zweiten Bildgebungsvorrichtung **6** erzeugt. Entsprechend ist es möglich, den Abstand zwischen dem ersten Zielobjekt und dem zweiten Zielobjekt einfach und genau zu messen.

[0203] In einem Fall, in dem z. B. große Möbel gekauft werden oder dergleichen, ergibt sich ein Problem hinsichtlich dessen, ob die großen Möbel an den Installationsort transportiert werden können. Im Allgemeinen

ist dieses Problem durch tatsächliches Messen mit einem Bandmaß oder dergleichen einer Durchgangsbreite einer Stelle, wie z. B. eines Eingangs, einer Ecke oder dergleichen, die wahrscheinlich einen Engpass auf dem Einbringungsweg ist, angegangen worden. Bei diesem Verfahren wird jedoch die Belastung jedoch umso größer, je länger die Durchgangslänge ist und je größer die Anzahl der Messpunkte ist. Überdies gibt es außerdem ein Risiko der Auslassung von Messungen, wobei z. B. die Stelle, die nicht gemessen worden ist, tatsächlich eng sein kann.

[0204] Eine Oberfläche, der die Kamera zugewandt ist, kann z. B. durch eine Technik, wie der SLAM, modelliert werden. Es ist z. B. notwendig, wenigstens zwei Seiten des Durchgangs zu modellieren, um die Durchgangsbreite unter Verwendung einer Kamera zu messen, wobei es folglich notwendig ist, den Durchgang zweimal abzuschreiten (wobei die Kamera jedes Mal einer anderen Seite zugewandt ist). Überdies wird die eigene Position der Kamera gleichzeitig geschätzt, wenn die Umgebung modelliert wird, wobei sie einen Fehler aufweist, der proportional zum Betrag der Bewegung ist, was als Drift bezeichnet wird, wobei es ein Problem gibt, dass der Fehler zunimmt, wenn der zu modellierende Weg länger wird, wobei das modellierte Ergebnis verzerrt wird.

[0205] Bei der vorliegenden Technik werden die beiden Kameras (z. B. die nach vorne und die nach hinten gerichtete Kamera des Smartphones), die in unterschiedliche Richtungen orientiert sind, verwendet, um die Wandoberflächen auf beiden Seiten des Durchgangs zu modellieren. Deshalb ist es durch das Abschreiten des Einbringungswegs, während die beiden Kameras, die den Wandoberflächen auf beiden Seiten zugewandt sind, gehalten werden, möglich, die Breite des Weges einfach und genau zu erfassen.

[0206] Es ist möglich, die Breite des Weges, den der Anwender momentan geht, in Echtzeit zu erkennen. Zusätzlich ist es möglich, den schmalsten Abschnitt oder dergleichen des bisherigen Weges zu erkennen. Folglich ist es möglich, einfach zu beurteilen, ob das Produkt eingebracht werden kann oder nicht. Überdies kann die Durchgangsbreite einfach durch ein allgemeines Smartphone oder dergleichen modelliert werden, ohne ein spezielles Werkzeug vorzubereiten. Überdies ist es das einfache Verfahren des Abschreitens des Wegs, während das Smartphone gehalten wird, wobei es sogar ein allgemeiner Verbraucher einfach allein ausführen kann.

[0207] Weil das Modellieren außerdem kontinuierlich vom Startpunkt bis zum Endpunkt des Weges ausgeführt werden kann, ist es überdies möglich, Auslassungen von Messungen an einer teilweise engen Stelle oder dergleichen zu verhindern. Weil beide Seiten des Durchgangs in einer einzigen Operation modelliert werden können, ist überdies die Belastung im Vergleich zu dem Fall des Ausführens einer Operation für jede Seite halbiert.

[0208] Weil in dem Fall des Ausführens des Modellierens für jede Seite unter Verwendung einer einzigen Kamera der Schätzfehler auftritt und sich für jede Operation akkumuliert, ist es außerdem hinsichtlich der Genauigkeit vorteilhaft, imstande zu sein, sie in einer einzigen Operation auszuführen. Überdies gibt es in einem Fall, in dem die Modellierung für jede Seite ausgeführt wird, außerdem ein Problem bezüglich dessen, wie die Modellierungsergebnisse der jeweiligen Seiten zu kombinieren sind, wobei diese Kombination außerdem einen Fehler verursachen kann.

[0209] Um die Breite des Durchgangs zu erkennen, ist es notwendig, die beiden Seitenwände, die den Durchgang bilden, einander zuzuordnen. In dem Fall, in dem die Modellierung für jede Seite ausgeführt wird, ist es sehr schwierig, die beiden Wände einander zuzuordnen, wenn nicht ein Verbindungsbereich, um sie zu verbinden, (ein Boden- oder Deckenabschnitt bezüglich der beiden Seitenwände des Durchgangs), außerdem modelliert und gemeinsam kombiniert wird.

[0210] Weil bei der vorliegenden Technik die Modellierung beider Seiten gleichzeitig ausgeführt werden kann, ist es einfach, eine Wand der anderen Wand zuzuordnen, wobei jene Probleme bezüglich der Kombination und Zuordnung nicht auftreten. Überdies treten im Allgemeinen bei der Schätzung der eigenen Position (oder des Abstands) durch die Kamera leicht Fehler in der Richtung der Sichtlinie auf. Es kann erwartet werden, dass das Integrieren der Schätzergebnisse, die durch die Kameras erhalten werden, die den gegenüberliegenden Seiten zugewandt sind, die Wirkung des Verbesserns der Genauigkeit bereitstellt, weil der Fehler einer der Kameras aufgehoben werden kann, solange sie nicht irrtümlich der gleichen Seite zugewandt sind.

<Andere Ausführungsformen>

[0211] Die vorliegende Technik ist nicht auf das Obenerwähnte eingeschränkt, wobei verschiedene andere Ausführungsformen verwirklicht werden können.

[0212] Die Abstandsinformationen hinsichtlich eines Abstands zwischen mehreren Zielobjekten können aus Bildern erzeugt werden, die durch drei oder mehr Kameras aufgenommen worden sind. Es können z. B. drei Kameras verwendet werden, um einen Abstand oder dergleichen zwischen zwei Wandoberflächen zu berechnen, zwischen denen ein Durchgang angeordnet ist. Alternativ können die Abstandsinformationen zwischen drei oder mehr Zielobjekten erzeugt werden.

[0213] Die vorliegende Technik ist nicht auf die Messung der Durchgangsbreite eingeschränkt und kann in anderen Anwendungen verwendet werden. Die vorliegende Technik kann z. B. auf die Größenmessung einer vorgegebenen Vorrichtung, die Größenmessung eines Wohnraums und dergleichen angewendet werden.

[0214] In der obigen Beschreibung ist der Fall, in dem die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung für eine Vorrichtung angeordnet sind, als ein Beispiel beschrieben worden. Die vorliegende Technik ist nicht hierauf eingeschränkt, wobei die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung separat konfiguriert sein können. Außerdem kann in diesem Fall die vorliegende Technik gegebenenfalls z. B. unter Verwendung von Informationen hinsichtlich der Positionsbeziehung zwischen der ersten Bildgebungsvorrichtung und der zweiten Bildgebungsvorrichtung angewendet werden.

[0215] In einem Fall, in dem die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung separat konfiguriert sind, können die Vorrichtungen und Blöcke zum Erfassen der Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, wie z. B. die IMU (der Bewegungssensor), der Stellungsmessblock und der Abstandsmesssensor, jeweils an jeder Bildgebungsvorrichtung angebracht sein.

[0216] Es gibt z. B. einen Fall, in dem die IMU (der Bewegungssensor) und der Abstandsmesssensor so angeordnet sind, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit der ersten Bildgebungsvorrichtung befinden, oder es gibt einen Fall, in dem die IMU (der Bewegungssensor) und der Abstandsmesssensor so angeordnet sind, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit der zweiten Bildgebungsvorrichtung befinden. Das heißt, die IMU (der Bewegungssensor) und der Abstandsmesssensor können so angeordnet sein, dass sie sich in der vorgegebenen Positionsbeziehung nur mit entweder der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befinden.

[0217] Oben ist das tragbare Endgerät als die Ausführungsform der Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Technik beispielhaft beschrieben worden. Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Technik kann jedoch durch einen beliebigen Computer verwirklicht sein, der getrennt von dem tragbaren Endgerät konfiguriert und mit einem tragbaren Endgerät mit oder ohne einen Draht verbunden ist. Das Datenverarbeitungsverfahren gemäß der vorliegenden Technik kann z. B. durch Zusammenarbeit des tragbaren Endgeräts mit einem weiteren Computer ausgeführt werden.

[0218] Das heißt, das Datenverarbeitungsverfahren und das Programm gemäß der vorliegenden Technik können nicht nur in einem Computersystem, das durch einen einzigen Computer ausgebildet ist, sondern außerdem in einem Computersystem, in dem mehrere Computer miteinander zusammenarbeiten, ausgeführt werden. Es sollte angegeben werden, dass in der vorliegenden Offenbarung das System mehrere Komponenten (wie z. B. Vorrichtungen und Module (Teile)) bedeutet und dass es keine Rolle spielt, ob sich alle Komponenten in demselben Gehäuse befinden. Deshalb sind sowohl mehrere Vorrichtungen, die in getrennten Gehäusen untergebracht und über ein Netz miteinander verbunden sind, als auch eine einzelne Vorrichtung mit mehreren Modulen, die in einem einzigen Gehäuse untergebracht sind, ein System.

[0219] Die Ausführung des Datenverarbeitungsverfahrens und des Programms gemäß der vorliegenden Technik durch das Computersystem enthält z. B. sowohl einen Fall, in dem die Erfassung der Maßstabsinformationen, die Berechnung der ersten und zweiten Positionsinformationen, die Berechnung der Abstandsinformationen, die Erfassung der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung, die Ausführung der Benachrichtigung über die Tatsache, dass es die nachteilige Situation ist, und dergleichen durch einen einzigen Computer ausgeführt werden, als auch einen Fall, in dem die jeweiligen Prozesse durch verschiedene Computer ausgeführt werden. Ferner enthält das Ausführen der jeweiligen Prozesse durch einen vorgegebenen Computer das Veranlassen eines weiteren Computers, einige oder alle dieser Prozesse auszuführen und deren Ergebnisse zu erhalten.

[0220] Das heißt, das Datenverarbeitungsverfahren und das Programm gemäß der vorliegenden Technik können außerdem auf eine Cloud-Computing-Konfiguration angewendet werden, in der eine einzelne Funktion durch mehrere Vorrichtungen über ein Netz gemeinsam benutzt und verarbeitet wird.

[0221] Die Konfigurationen der Datenverarbeitungsvorrichtung und dergleichen, der Ablauf der Erzeugung der Abstandsinformationen und dergleichen, die oben bezüglich der Zeichnungen beschrieben worden sind, gehören lediglich zu einer Ausführungsform und können beliebig modifiziert werden, ohne vom Hauptpunkt der vorliegenden Technik abzuweichen. Das heißt, es können irgendwelche anderen Konfigurationen, Algorithmen und dergleichen zum Ausführen der vorliegenden Technik verwendet werden.

[0222] In der vorliegenden Offenbarung sind „gleich“, „derselbe“, „90°“, „180°“ und dergleichen Begriffe, die „im Wesentlichen gleich“, „im Wesentlichen derselbe“, „im Wesentlichen 90°“, „im Wesentlichen 180°“ und dergleichen enthalten. Die Zustände, die in einem vorgegebenen Bereich (z. B. einem Bereich von ±10 %) bezüglich „völlig gleich“, „völlig derselbe“, „völlig 90°“, „völlig 180°“ und dergleichen enthalten sind, sind außerdem enthalten.

[0223] Wenigstens zwei der oben beschriebenen Merkmale der vorliegenden Technik können außerdem kombiniert werden. Mit anderen Worten, verschiedene Merkmale, die in den jeweiligen Ausführungsformen beschrieben sind, können ungeachtet der Ausführungsformen beliebig kombiniert werden. Überdies sind die verschiedenen oben beschriebenen Wirkungen nicht einschränkend, sondern lediglich veranschaulichend, wobei andere Wirkungen bereitgestellt werden können.

[0224] Es sollte angegeben werden, dass die vorliegende Technik außerdem die folgenden Konfigurationen annehmen kann.

(1) Eine Datenverarbeitungsvorrichtung, die Folgendes enthält eine Ausgangssteuereinheit, die Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung ausgibt.

(2) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (1), wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung so angeordnet sind, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung befinden, und
die Ausgangssteuereinheit die Abstandsinformationen auf der Grundlage von Informationen hinsichtlich einer Positionsbeziehung zwischen der ersten Bildgebungsvorrichtung und der zweiten Bildgebungsvorrichtung ausgibt.

(3) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (1) oder (2), wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung so konfiguriert ist, dass sie eine erste Richtung als eine Abbildungsrichtung aufweist, und
die zweite Bildgebungsvorrichtung so konfiguriert ist, dass sie eine zweite Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, als eine Abbildungsrichtung aufweist.

(4) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (3), wobei
die erste Richtung und die zweite Richtung derartig festgelegt sind, dass ein Schnittwinkel in einen Bereich von 90° bis 180° fällt.

(5) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (4), wobei
die ersten Positionsinformationen auf der Grundlage eines Bildes des ersten Zielobjekts, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, berechnet werden, und
die zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage eines Bildes des zweiten Zielobjekts, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, berechnet werden.

(6) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (5), wobei
die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Bewegungssensors erfasst wird, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

(7) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (6), wobei die Ausgangssteuereinheit wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Bewegungssensors berechnet.

(8) Die Datenverarbeitungsvorrichtung nach einem von (1) bis (7), wobei
die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Bildes erfasst werden, das durch das Abbilden eines bekannten Zielobjekts, dem Informationen hinsichtlich eines tatsächlichen Abstands zugeordnet sind, durch wenigstens eine der ersten Bildgebungsvorrichtung oder zweiten Bildgebungsvorrichtung erhalten wird.

(9) Die Datenverarbeitungsvorrichtung nach einem von (1) bis (8), wobei die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Abstandsmesssensors erfasst werden, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

(10) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (9), wobei die Ausgangssteuereinheit wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Abstandsmesssensors berechnet.

(11) Die Datenverarbeitungsvorrichtung nach einem von (1) bis (10), wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung wenigstens eine Konfiguration der Digitalkamera oder eines Laufzeit-(ToF-) Sensors enthält, und
die zweite Bildgebungsvorrichtung wenigstens eine Konfiguration einer Digitalkamera oder eines ToF-Sensors enthält.

(12) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (11), wobei
das erste Zielobjekt und das zweite Zielobjekt Wandoberflächen sind, die über einen Durchgang angeordnet sind, und
die Abstandsinformationen eine Breite des Durchgangs enthalten.

(13) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (12), die ferner Folgendes enthält:

eine erste Oberfläche;

eine zweite Oberfläche auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden Seite;

die erste Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der ersten Oberfläche angeordnet ist; und

die zweite Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der zweiten Oberfläche angeordnet ist, und

als ein tragbares Endgerät konfiguriert ist, das durch einen Anwender tragbar ist.

(14) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (13), die ferner Folgendes enthält
eine Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit, die Informationen hinsichtlich einer an dem tragbaren Endgerät angebrachten Vorrichtung erfasst, wobei
die Ausgangssteuereinheit die Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung ausgibt.

(15) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (14), wobei
die Ausgangssteuereinheit das Modellieren des ersten Zielobjekts und des zweiten Zielobjekts auf der Grundlage der Maßstabsinformationen, der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen ausführt, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

(16) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (15), wobei
die Ausgangssteuereinheit die SLAM auf der Grundlage eines Bildes eines ersten Zielobjekts, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und eines Bildes eines zweiten Zielobjekts, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, ausführt, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

(17) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß einem von (1) bis (16), die ferner Folgendes enthält
eine Benachrichtigungseinheit, die bestimmt, ob es eine für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilige Situation ist, und die in einem Fall, in dem bestimmt wird, dass es die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilige Situation ist, einem Anwender die Tatsache mitteilt.

(18) Die Datenverarbeitungsvorrichtung gemäß (17), wobei
die Benachrichtigungseinheit Informationen zum Überwinden der nachteiligen Situation in einem Fall, in dem es die Situation ist, die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilig ist, meldet.

(19) Ein Datenverarbeitungsverfahren, das Folgendes enthält
durch ein Computersystem,

Ausgeben von Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

(20) Ein Programm, das ein Computersystem veranlasst, Folgendes auszuführen
einen Schritt des Ausgebens von Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

Bezugszeichenliste

1	Anwender
5	erste Bildgebungsvorrichtung
6	zweite Bildgebungsvorrichtung
10	Durchgang
11	erste Wandoberfläche
12	zweite Wandoberfläche
20	tragbares Endgerät
20a	Hauptoberfläche
20b	Rückfläche
21	Controller
32	Speichereinheit
33	IMU
40, 41, 70	Schätzblock
42	Integrationseinheit
43	Kalman-Filter
44	Dreidimensionale Rekonfigurationseinheit
55	Stellungsschätzblock
65	Abstandsmesssensor
100	Abstandsinformations-Erzeugungssystem

Zeichenerklärung

[0225] Fig. 1:

5	Erste Bildgebungsvorrichtung
6	Zweite Bildgebungsvorrichtung
ST101	Ein erstes Bild erfassen
ST102	Erste Positionsinformationen der ersten Bildgebungsvorrichtung berechnen
ST103	Ein zweites Bild erfassen
ST104	Zweite Positionsinformationen der zweiten Bildgebungsvorrichtung berechnen
ST105	Die Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands erfassen

ST106	Die Abstandsinformationen zwischen einem ersten Zielobjekt und einem zweiten Zielobjekt erzeugen
ST107	Einen Anwender benachrichtigen

Fig. 4:

22	Lautsprecher
23	Mikrophon
24	Nach vorn gerichtete Kamera
25	Nach hinten gerichtete Kamera
26	Sensoreinheit
28	Anzeigeeinheit
29	Bedienungseinheit
30	I/F-Einheit
31	Kommunikationseinheit
32	Speichereinheit
35	Steuerprogramm

Fig. 5:

41	(Die gleiche Konfiguration wie der Schätzblock 40)
42	Integrationseinheit
43	Kalman-Filter
44	Dreidimensionale Rekonfigurationseinheit
46	Merkmalspunkt-Detektionseinheit
49	Bewegungsabgleicheinheit
50	Abstandsschätzeinheit basierend auf der Bewegungsparallaxe
51	Δ-Stellungsschätzeinheit

Fig. 6:

Start	Anfang
ST201	Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST202	Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST203	Die Merkmalspunktinformationen im aktuellen Bild speichern
ST204	Die Merkmalspunktinformationen im vorherigen Bild erfassen
ST205	Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST205	Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST206	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST207	Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST208	Die IMU-Daten vom vorherigen Zeitpunkt bis zum aktuellen Zeitpunkt erfassen

ST209	Die integrierte Stellung durch das Integrieren der IMU-Daten berechnen
ST210	Durch das Kalman-Filter integrieren (die Stellung nach der Fehlerkorrektur und der Integration berechnen)

Fig. 7:

End	Ende
ST211	Den Abstand (die dreidimensionale Position) jedes Merkmalspunkts im aktuellen Bild auf der Grundlage der Bewegungsparallaxe berechnen
ST212	Die dreidimensionale Position der Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
ST213	Die Abstandsinformationen durch Integrieren der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung berechnen

Fig. 8:

40	(Die gleiche Konfiguration wie der Schätzblock 40)
50	Abstandsschätzeinheit basierend auf der Bewegungsparallaxe
56	Merkmalspunkt-Detektionseinheit
57	Merkmalspunkt-Beschreibungseinheit
58	Merkmalspunkt-Abgleicheinheit
61	Stellungsschätzeinheit

Fig. 9:

Start	Anfang
NO	nein
YES	ja
ST301	Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST302	Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST303	Die Merkmalspunktinformationen im aktuellen Bild speichern
ST304	Ist der physikalische Maßstab erfasst worden?
ST305	Die Merkmalspunktinformationen im vorherigen Bild erfassen
ST306	Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST307	Ist der physikalische Maßstab erfasst worden?
ST308	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST309	Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST310	Den Merkmalsbetrag jedes Merkmalspunkts berechnen
ST311	Die DB abfragen und die Informationen des nächsten bekannten Objekt erfassen
ST312	Den entsprechenden Punkt im aktuellen Bild mit jedem Merkmalspunkt auf dem bekannten Objekt abgleichen

Fig. 10:

End	Ende
ST313	Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt auf der Grundlage der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts auf dem bekannten Objekt und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST314	Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt im aktuellen Bild speichern
ST315	Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt im vorherigen Bild erfassen
ST316	Die Differenzstellung vom vorherigen Bild zum aktuellen Bild berechnen
ST317	Die für die Bewegungsparallaxe verwendete Stellung wählen · Fall, in dem der physikalische Maßstab nicht erfasst worden ist: Differenzstellung durch das bekannte Objekt · Fall, in dem der physikalische Maßstab erfasst worden ist: Differenzstellung durch den Bild-zu-Bild-Abgleich
ST318	Den Abstand (die dreidimensionale Position) jedes Merkmalspunkts im aktuellen Bild unter Verwendung der Bewegungsparallaxe berechnen
ST319	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
ST320	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung integrieren und die Abstandsinformationen berechnen

Fig. 11:

71	Merkmalspunkt-Detektionseinheit
74	Bewegungsabgleicheinheit
75	Abstandsschätzeinheit
76	Δ-Stellungsschätzeinheit

Fig. 12:

Start	Anfang
End	Ende
ST401	Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST402	Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST403	Die Merkmalspunktinformationen im aktuellen Bild speichern
ST404	Die Merkmalspunktinformationen im vorherigen Bild erfassen
ST405	Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST406	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST407	Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST408	Die Abstandsinformationen jedes Merkmalspunkts vom Abstandsmesssensor erfassen
ST409	Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
ST410	Die Abstandsinformationen durch Integrieren der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung berechnen

Fig. 13:

Start	Anfang
End	Ende
NO	nein
YES	ja
ST501	Die verfügbaren Vorrichtungsinformationen erfassen
ST502	Die DB abfragen und, falls ein Positionsversatz oder dergleichen zwischen den Vorrichtungen bekannt ist, ihn als Anfangswert festlegen
ST503	Ist ein Abstandsmesssensor verfügbar?
ST504	Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs vom Abstandsmesssensor)
ST505	Ist eine IMU verfügbar?
ST506	Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs von der IMU)
ST507	Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs vom bekannten Objekt)
ST508	Befindet sich die Kamera in einer ungünstigen Situation?
ST509	Den Anwender durch Ton, Licht, Schwingung und dergleichen benachrichtigen
ST510	Die Abstandsinformationen der Durchgangsbreite ausgeben

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

- JP 2016045874 [0003]

Patentansprüche

1. Datenverarbeitungsvorrichtung, die Folgendes umfasst
eine Ausgangssteuereinheit, die
Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung ausgibt.

2. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung und die zweite Bildgebungsvorrichtung so angeordnet sind, dass sie sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung befinden, und
die Ausgangssteuereinheit die
Abstandsinformationen auf der Grundlage von Informationen hinsichtlich einer Positionsbeziehung zwischen der ersten Bildgebungsvorrichtung und der zweiten Bildgebungsvorrichtung ausgibt.

3. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung so konfiguriert ist, dass sie eine erste Richtung als eine Abbildungsrichtung aufweist, und
die zweite Bildgebungsvorrichtung so konfiguriert ist, dass sie eine zweite Richtung, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, als eine Abbildungsrichtung aufweist.

4. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei die erste Richtung und die zweite Richtung derartig festgelegt sind, dass ein Schnittwinkel in einen Bereich von 90° bis 180° fällt.

5. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die ersten Positionsinformationen auf der Grundlage eines Bildes des ersten Zielobjekts, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, berechnet werden, und
die zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage eines Bildes des zweiten Zielobjekts, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, berechnet werden.

6. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Bewegungssensors erfasst werden, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

7. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Ausgangssteuereinheit wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Bewegungssensors berechnet.

8. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Bildes erfasst werden, das durch das Abbilden eines bekannten Zielobjekts, dem Informationen hinsichtlich eines tatsächlichen Abstands zugeordnet sind, durch wenigstens eine der ersten Bildgebungsvorrichtung oder zweiten Bildgebungsvorrichtung erhalten wird.

9. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Maßstabsinformationen auf der Grundlage eines Detektionsergebnisses eines Abstandsmesssensors erfasst werden, der so angeordnet ist, dass er sich in einer vorgegebenen Positionsbeziehung mit wenigstens einer der ersten Bildgebungsvorrichtung oder der zweiten Bildgebungsvorrichtung befindet.

10. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Ausgangssteuereinheit wenigstens eine der ersten Positionsinformationen oder der zweiten Positionsinformationen auf der Grundlage des Detektionsergebnisses des Abstandsmesssensors berechnet.

11. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die erste Bildgebungsvorrichtung wenigstens eine Konfiguration der Digitalkamera oder eines Laufzeitsensors enthält, und

die zweite Bildgebungsvorrichtung wenigstens eine Konfiguration einer Digitalkamera oder eines Laufzeitsensors enthält.

12. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
das erste Zielobjekt und das zweite Zielobjekt Wandoberflächen sind, die über einen Durchgang angeordnet sind, und
die Abstandsinformationen eine Breite des Durchgangs enthalten.

13. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 12, die ferner Folgendes umfasst
eine erste Oberfläche;
eine zweite Oberfläche auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden Seite;
die erste Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der ersten Oberfläche angeordnet ist; und
die zweite Bildgebungsvorrichtung, die in Richtung einer Oberflächenseite der zweiten Oberfläche angeordnet ist, und
als ein tragbares Endgerät konfiguriert ist, das durch einen Anwender tragbar ist.

14. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst
eine Vorrichtungsinformations-Erfassungseinheit, die Informationen hinsichtlich einer an dem tragbaren Endgerät angebrachten Vorrichtung erfasst, wobei
die Ausgangssteuereinheit die
Abstandsinformationen auf der Grundlage der Informationen hinsichtlich der Vorrichtung ausgibt.

15. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Ausgangssteuereinheit das Modellieren des ersten Zielobjekts und des zweiten Zielobjekts auf der Grundlage der Maßstabsinformationen, der ersten Positionsinformationen und der zweiten Positionsinformationen ausführt, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

16. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Ausgangssteuereinheit die gleichzeitige Lokalisierung und Kartierung auf der Grundlage eines Bildes eines ersten Zielobjekts, das durch die erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und eines Bildes eines zweiten Zielobjekts, das durch die zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, ausführt, um dadurch die Abstandsinformationen auszugeben.

17. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner Folgendes umfasst eine Benachrichtigungseinheit, die bestimmt, ob es eine für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilige Situation ist, und die in einem Fall, in dem bestimmt wird, dass es die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilige Situation ist, einem Anwender die Tatsache mitteilt.

18. Datenverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Benachrichtigungseinheit Informationen zum Überwinden der nachteiligen Situation in einem Fall, in dem es die Situation ist, die für die Ausgabe der Abstandsinformationen nachteilig ist, meldet.

19. Datenverarbeitungsverfahren, das Folgendes umfasst durch ein Computersystem, Ausgeben von Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

20. Programm, das ein Computersystem veranlasst, Folgendes auszuführen
einen Schritt des Ausgebens von
Abstandsinformationen basierend auf einem tatsächlichen Abstand zwischen einem ersten Zielobjekt, das durch eine erste Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, und einem zweiten Zielobjekt, das durch eine zweite Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, auf der Grundlage von Maßstabsinformationen hinsichtlich des tatsächlichen Abstands, ersten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der ersten Bildgebungsvorrichtung und zweiten Positionsinformationen hinsichtlich einer Position und einer Lage der zweiten Bildgebungsvorrichtung.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

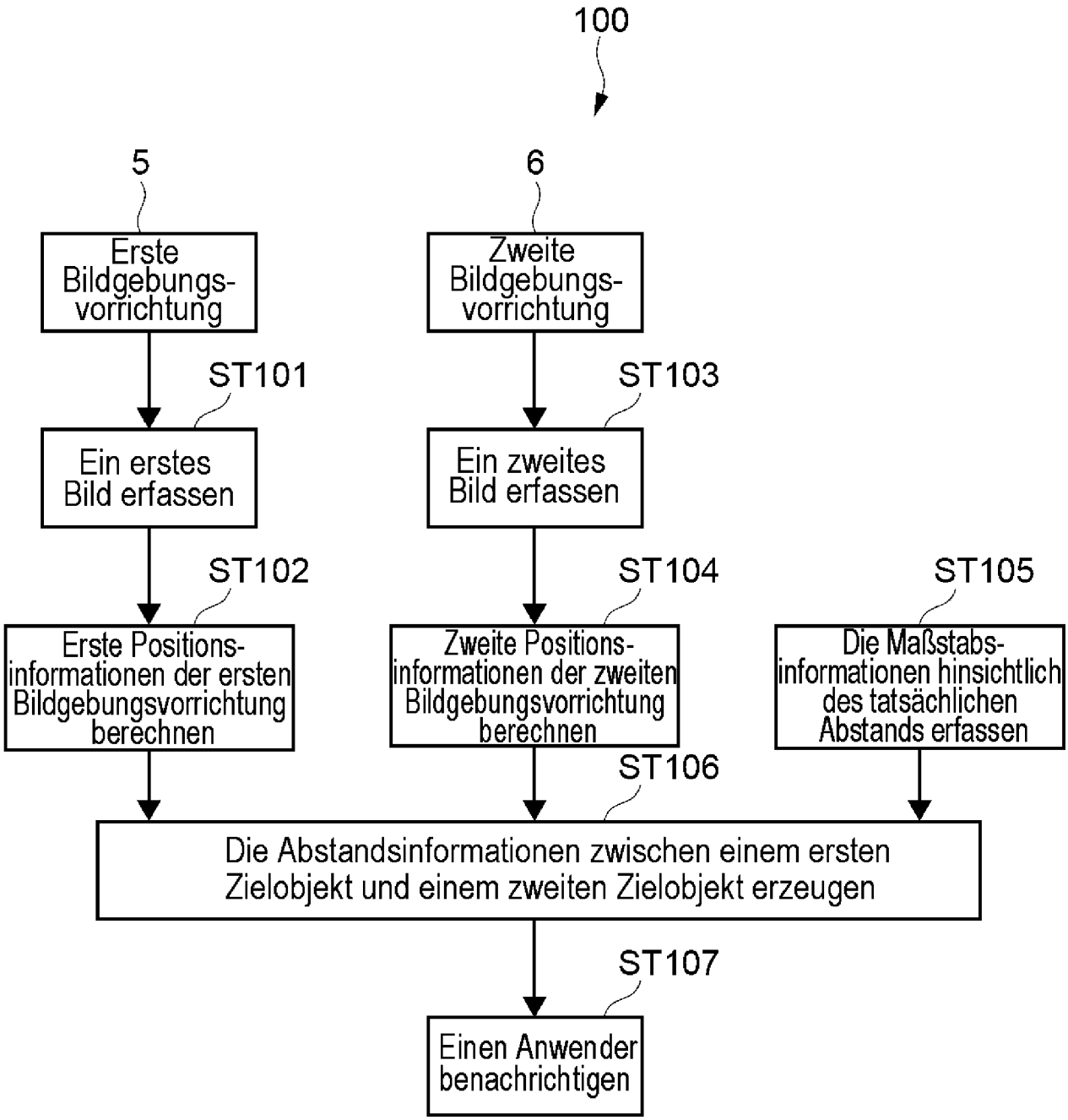


FIG.1

FIG.2

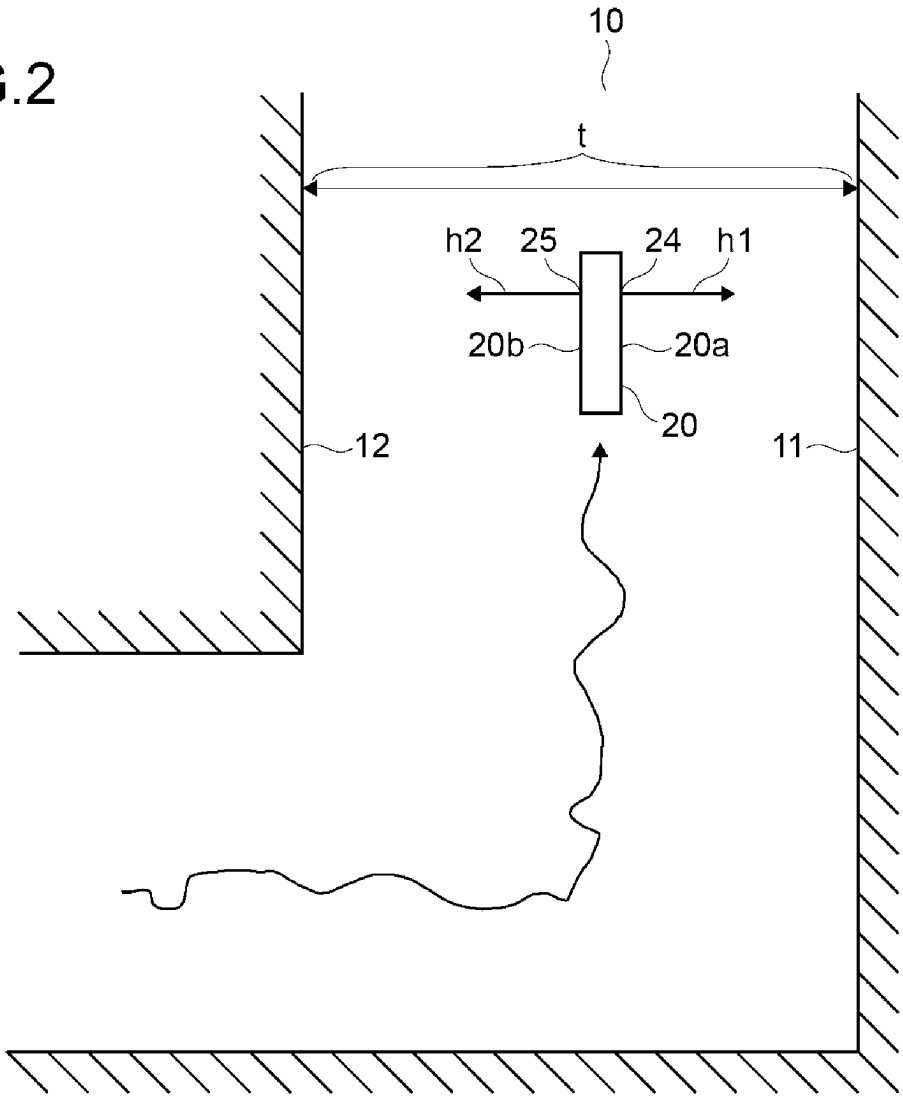
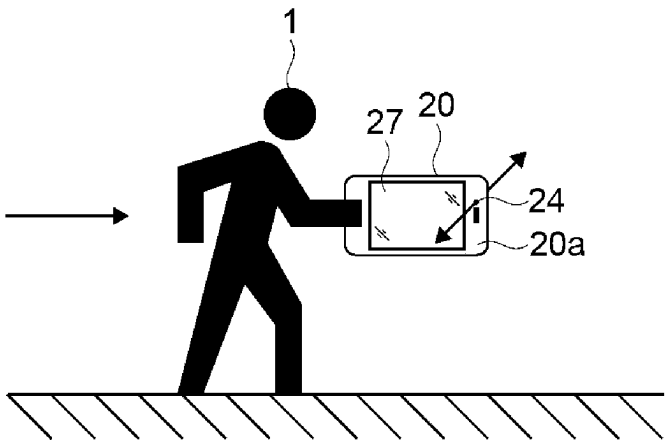


FIG.3



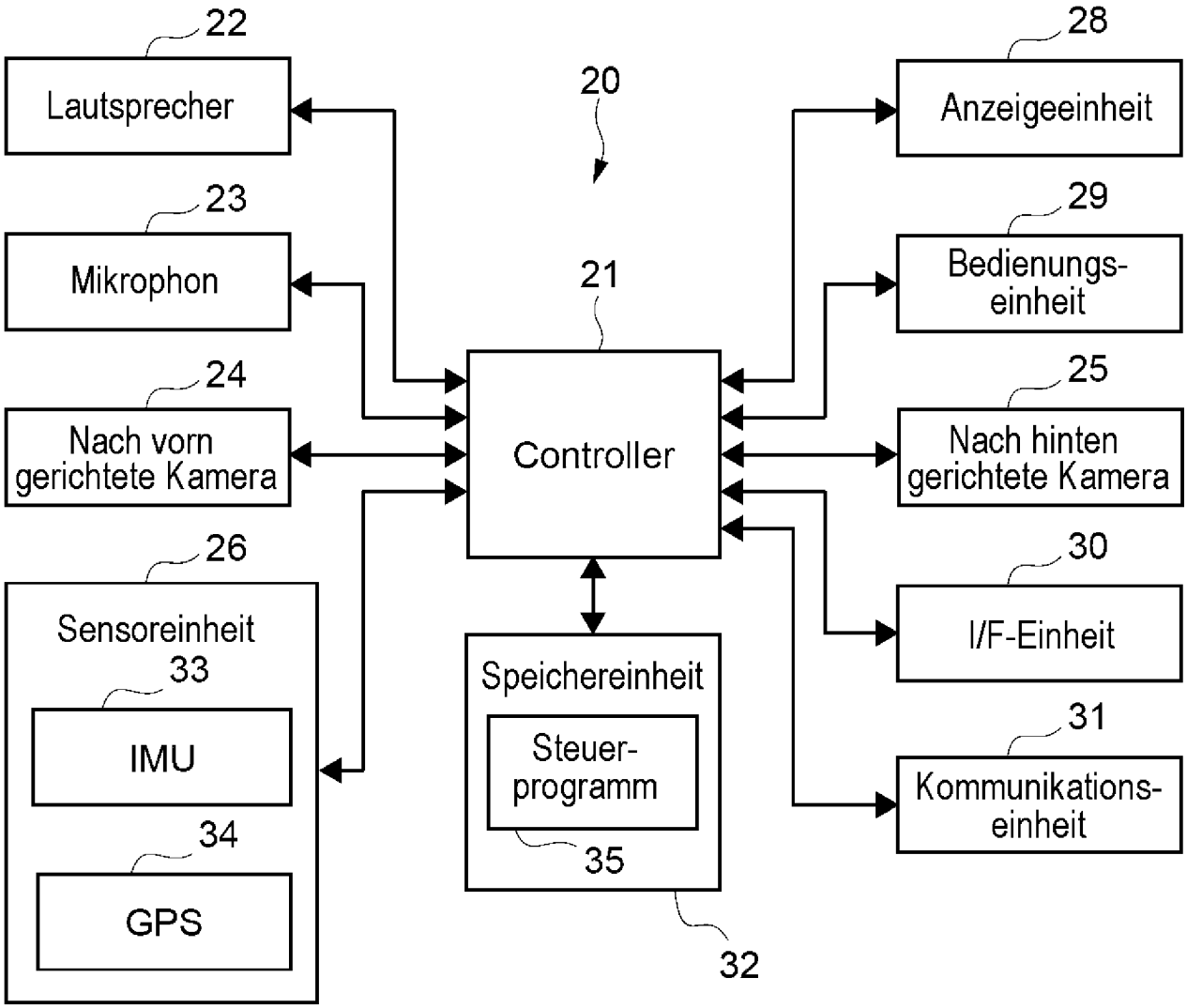

22
Lautsprecher
20
28
Anzeigeeinheit
23
Mikrophon
21
29
Bedienungs-
einheit
24
Nach vorn
gerichtete Kamera
Controller
25
Nach hinten
gerichtete Kamera
26
Sensoreinheit
33
IMU
34
GPS
Speichereinheit
Steuer-
programm
35
32
30
I/F-Einheit
31
Kommunikations-
einheit

FIG.4

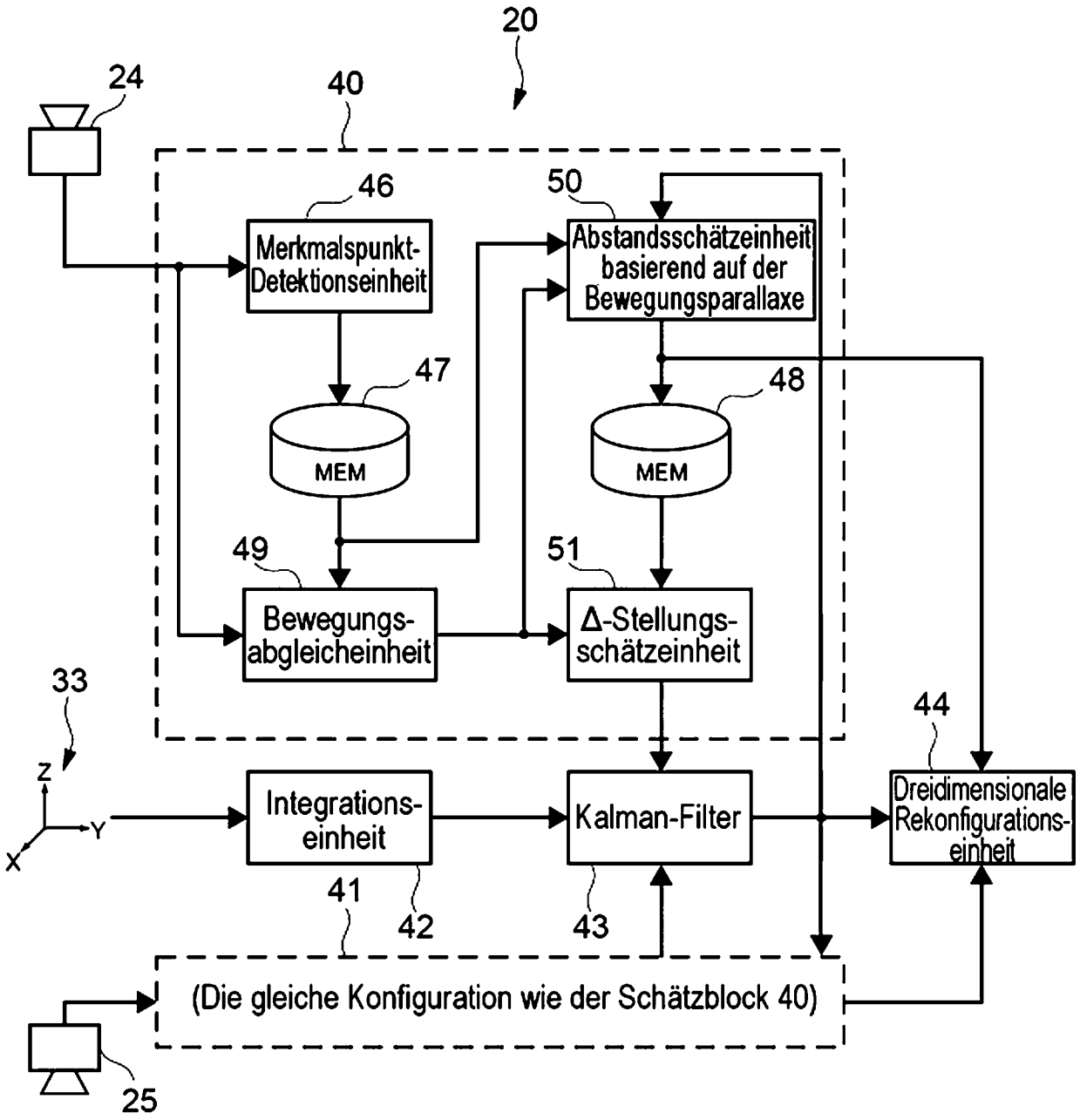

20
24
40
46
50
Merkmalspunkt-Detektionseinheit
Abstandsschätzeinheit basierend auf der Bewegungsparallaxe
47
48
MEM
MEM
49
51
Bewegungs-abgleicheinheit
Δ-Stellungs-schätzeinheit
33
44
Z
Y
X
Integrations-einheit
Kalman-Filter
Dreidimensionale Rekonfigurations-einheit
41
42
43
(Die gleiche Konfiguration wie der Schätzblock 40)
25

FIG.5

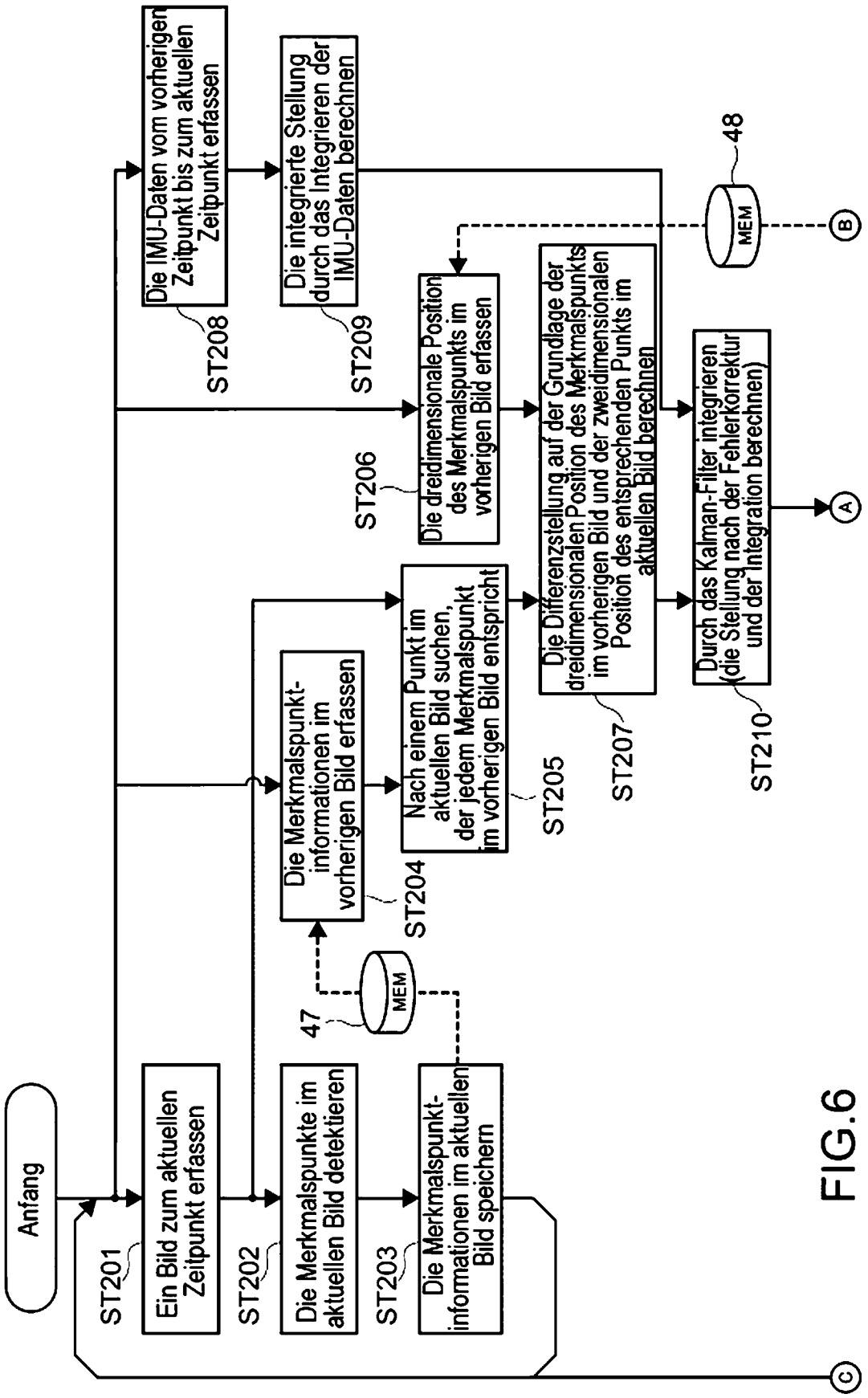

Anfang
ST201
Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST202
Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST203
Die Merkmalspunkt-informationen im aktuellen Bild speichern
47
MEM
ST204
Die Merkmalspunkt-informationen im vorherigen Bild erfassen
ST205
Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST206
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST207
Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST208
Die IMU-Daten vom vorherigen Zeitpunkt bis zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST209
Die integrierte Stellung durch das Integrieren der IMU-Daten berechnen
48
MEM
ST210
Durch das Kalman-Filter integrieren (die Stellung nach der Fehlerkorrektur und der Integration berechnen)
A
B
C

FIG.6

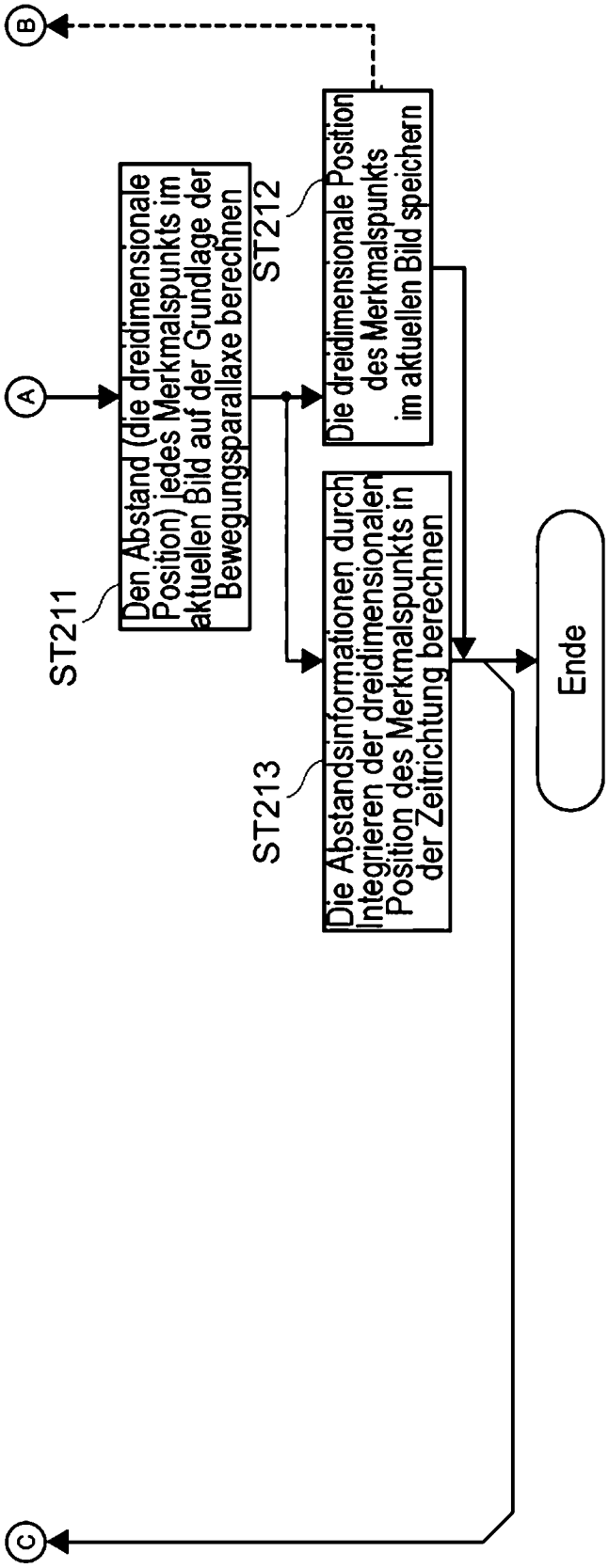

B
A
ST211
Den Abstand (die dreidimensionale Position) jedes Merkmalspunkts im aktuellen Bild auf der Grundlage der Bewegungsparallaxe berechnen
ST212
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
ST213
Die Abstandsinformationen durch Integrieren der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung berechnen
Ende
C

FIG.7

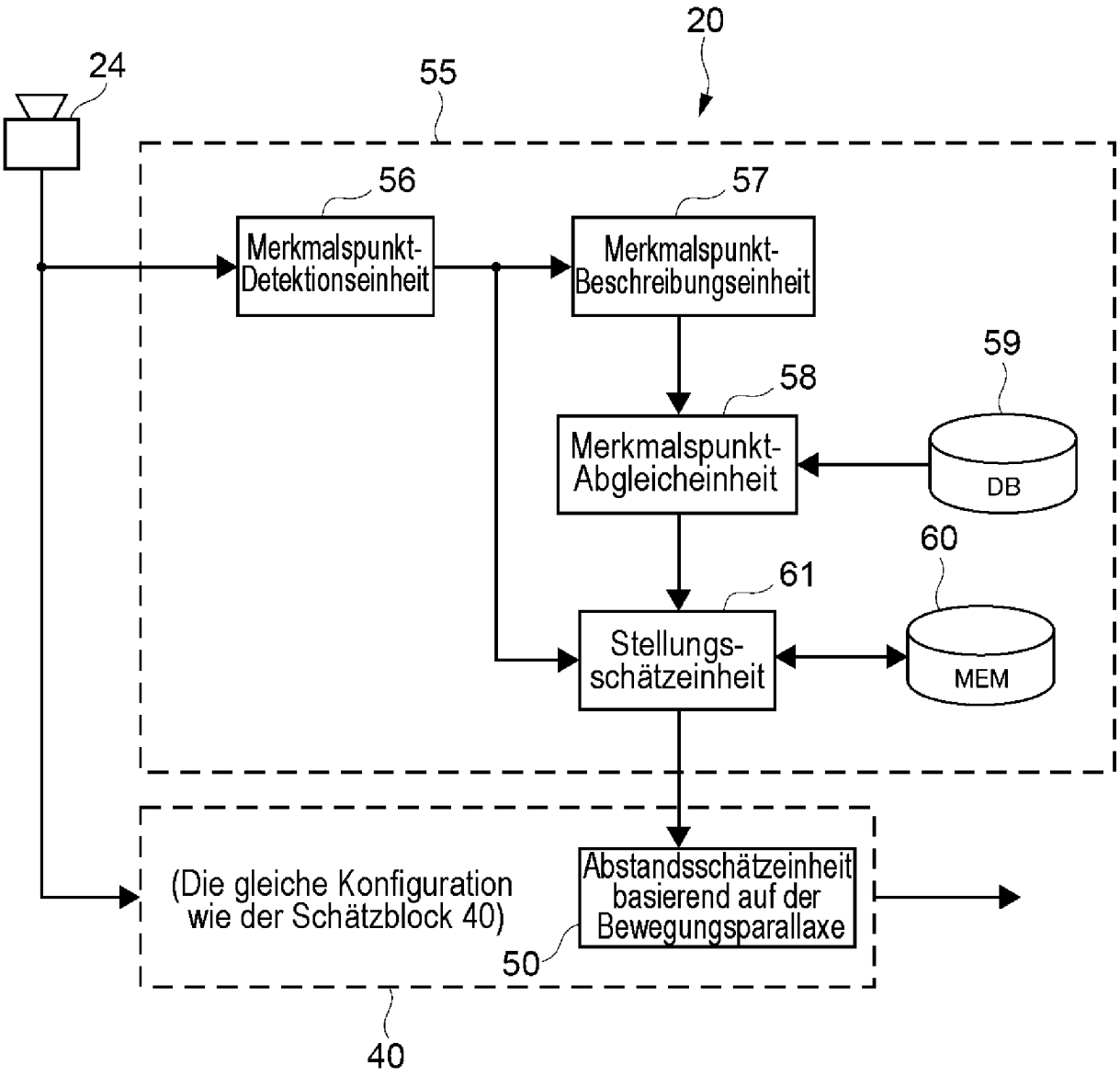
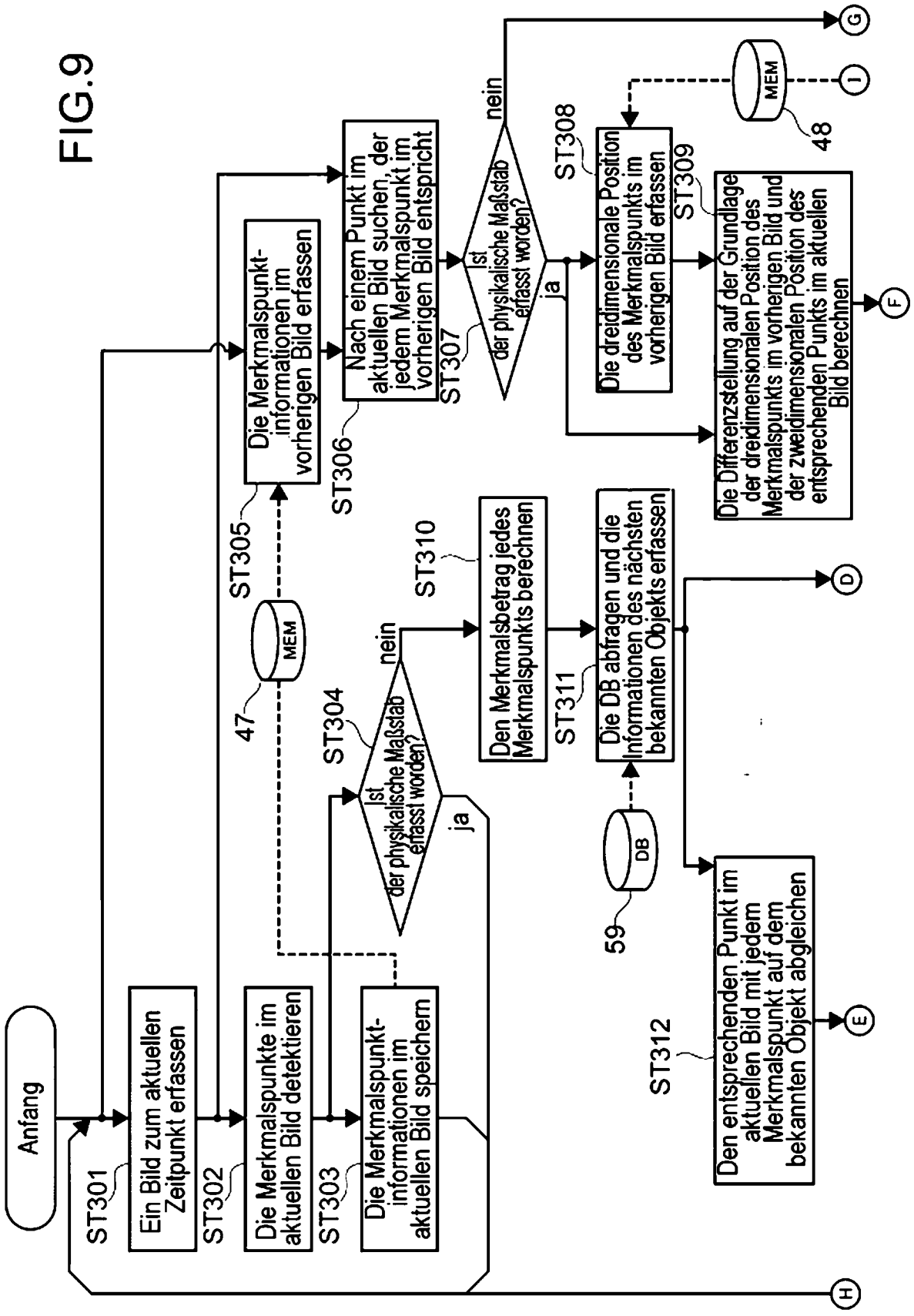

20
24
55
56
57
Merkmalspunkt-Detektionseinheit
Merkmalspunkt-Beschreibungseinheit
59
58
Merkmalspunkt-Abgleicheinheit
DB
60
61
Stellungs-schätzeinheit
MEM
(Die gleiche Konfiguration wie der Schätzblock 40)
Abstandsschätzeinheit basierend auf der Bewegungsparallaxe
50
40

FIG.8

FIG.9


Anfang
ST301
Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST302
Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST303
Die Merkmalspunkt-informationen im aktuellen Bild speichern
ST304
Ist der physikalische Maßstab erfasst worden?
nein
ja
ST305
Die Merkmalspunkt-informationen im vorherigen Bild erfassen
ST306
Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST307
Ist der physikalische Maßstab erfasst worden?
nein
ja
ST308
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST309
Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST310
Den Merkmalsbetrag jedes Merkmalspunkts berechnen
ST311
Die DB abfragen und die Informationen des nächsten bekannten Objekts erfassen
ST312
Den entsprechenden Punkt im aktuellen Bild mit jedem Merkmalspunkt auf dem bekannten Objekt abgleichen
MEM
47
MEM
48
DB
59
A
B
C
D
E
F
G
H
I

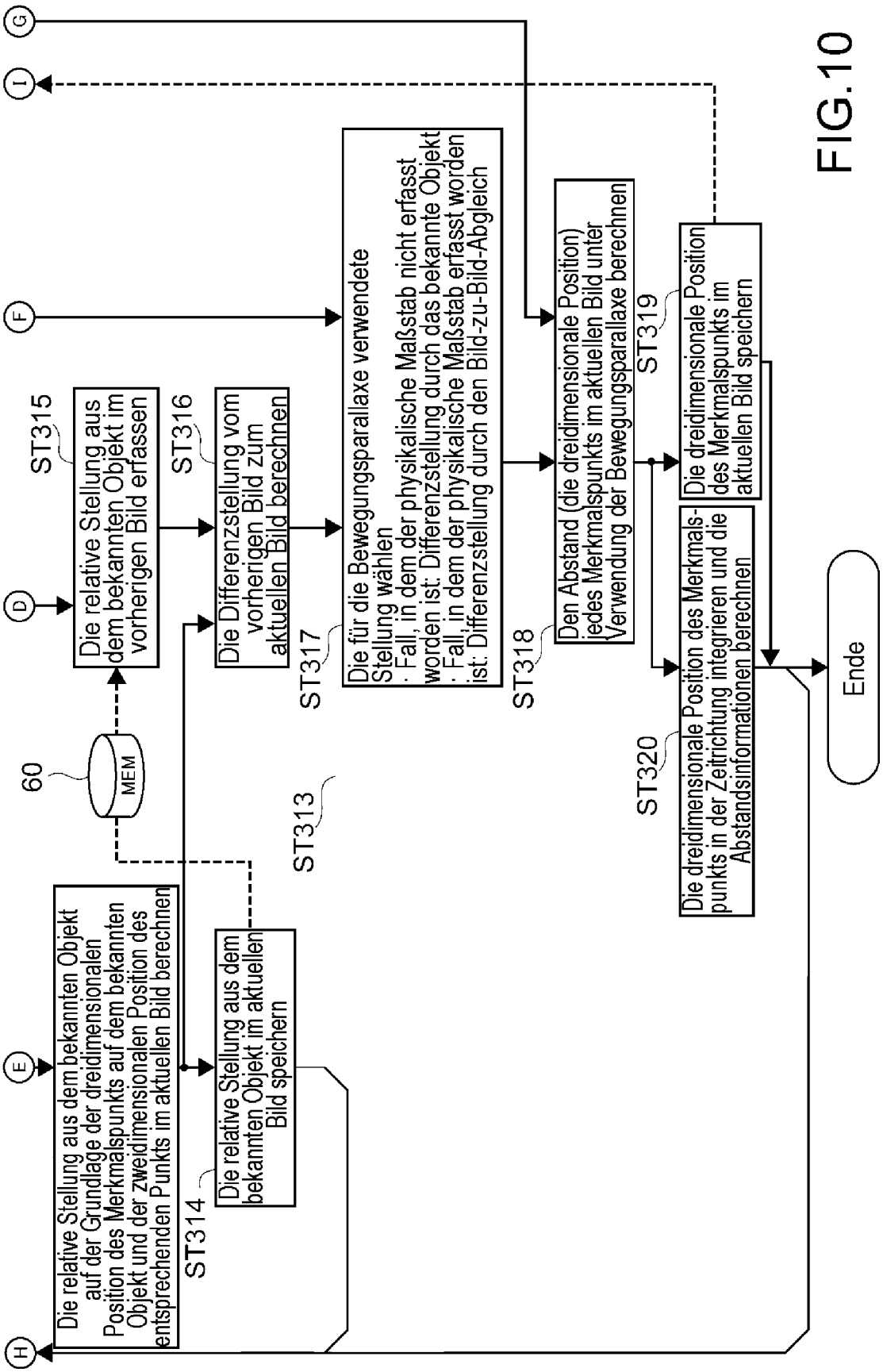

G
I
F
D
E
H
ST315
Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt im vorherigen Bild erfassen
ST316
Die Differenzstellung vom vorherigen Bild zum aktuellen Bild berechnen
ST317
Die für die Bewegungsparallaxe verwendete Stellung wählen
: Fall, in dem der physikalische Maßstab nicht erfasst worden ist: Differenzstellung durch das bekannte Objekt
: Fall, in dem der physikalische Maßstab erfasst worden ist: Differenzstellung durch den Bild-zu-Bild-Abgleich
ST318
Den Abstand (die dreidimensionale Position) jedes Merkmalspunkts im aktuellen Bild unter Verwendung der Bewegungsparallaxe berechnen
ST319
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
ST320
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung integrieren und die Abstandsinformationen berechnen
Ende
60
MEM
ST313
Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt im aktuellen Bild speichern
ST314
Die relative Stellung aus dem bekannten Objekt auf der Grundlage der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts auf dem bekannten Objekt und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen

FIG.10

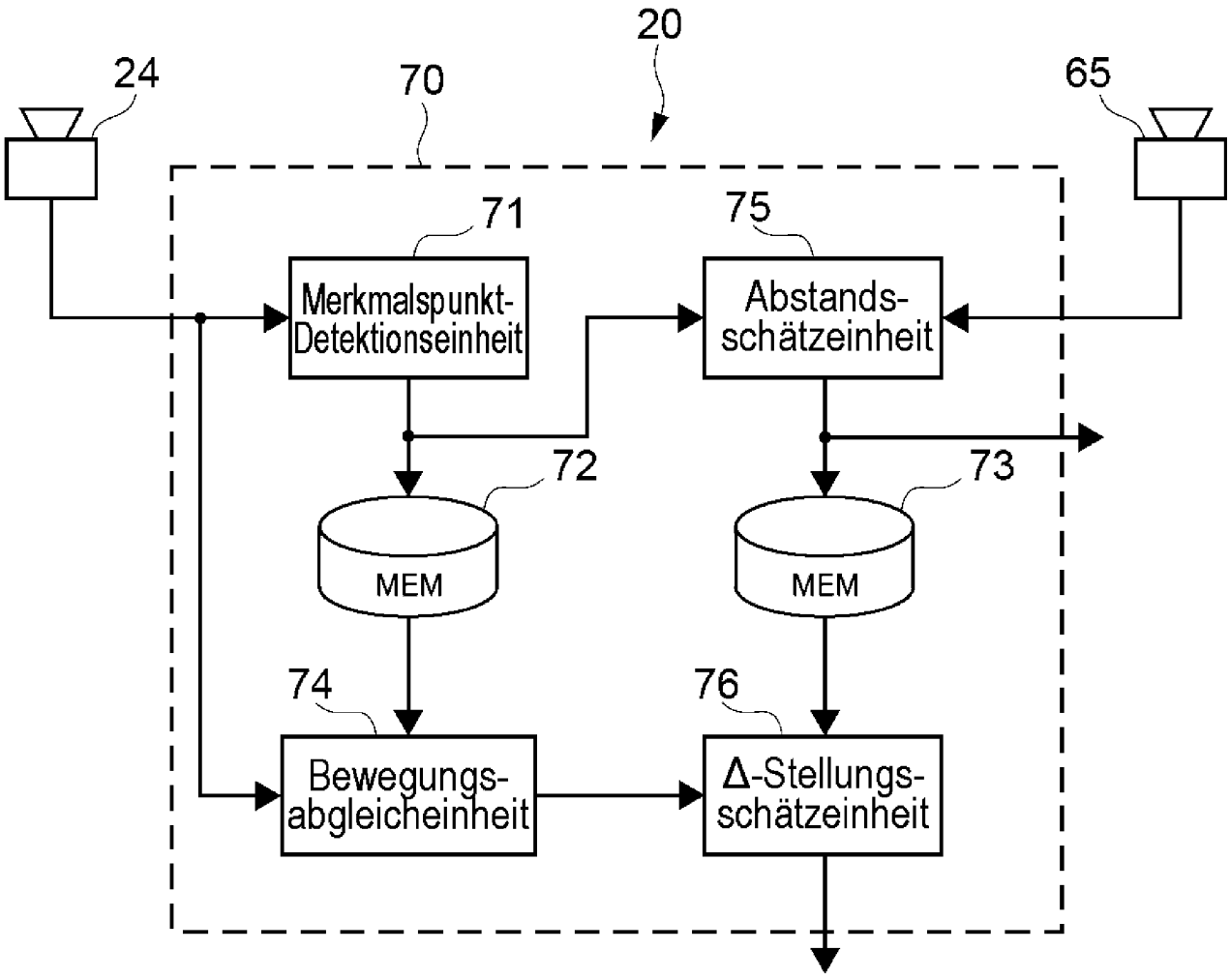
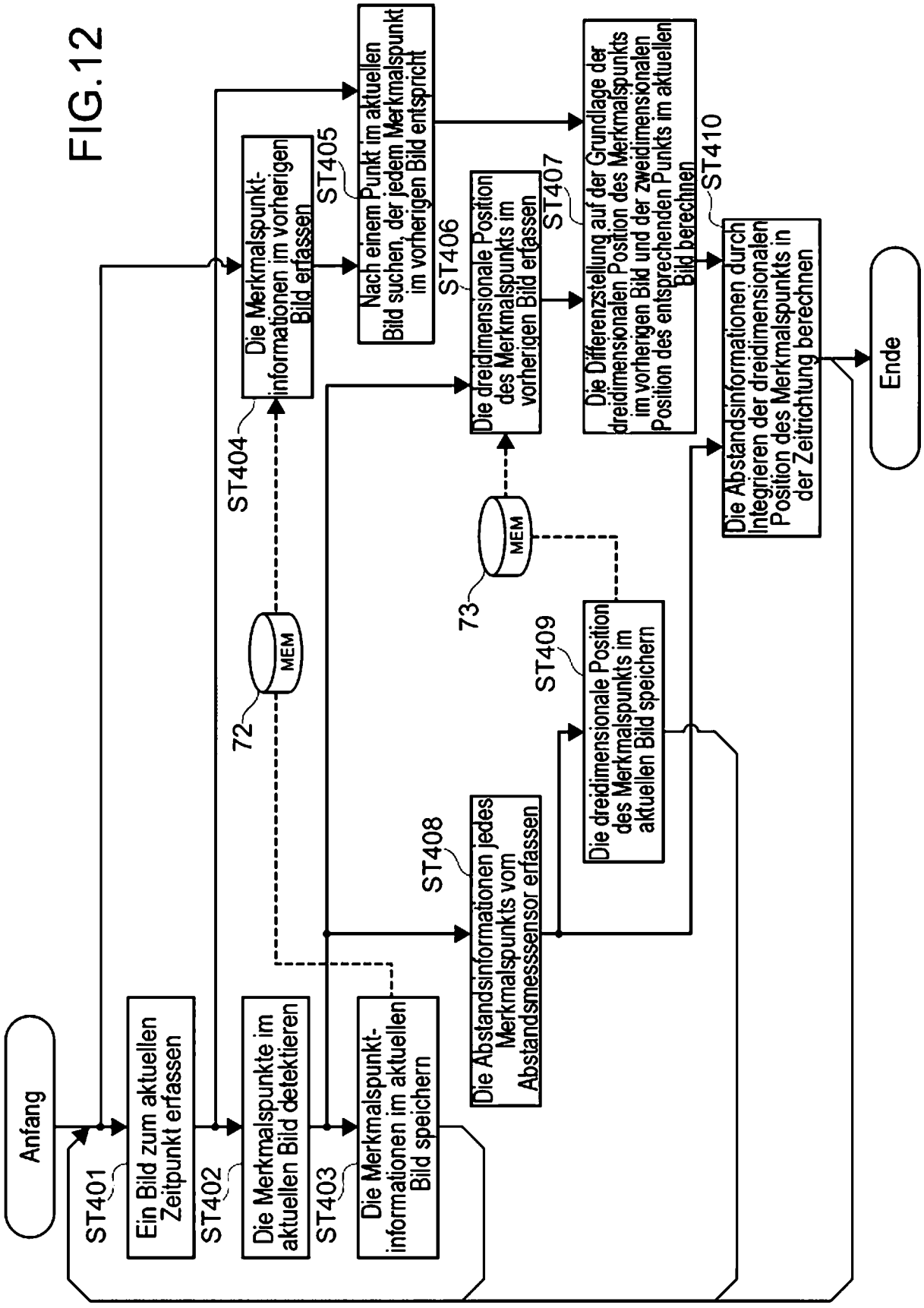

20
24
70
65
71
75
Merkmalspunkt-Detektionseinheit
Abstands-schätzeinheit
72
73
MEM
MEM
74
76
Bewegungs-abgleicheinheit
Δ-Stellungs-schätzeinheit

FIG.11

FIG.12


Anfang
ST401
Ein Bild zum aktuellen Zeitpunkt erfassen
ST402
Die Merkmalspunkte im aktuellen Bild detektieren
ST403
Die Merkmalspunkt-informationen im aktuellen Bild speichern
ST404
Die Merkmalspunkt-informationen im vorherigen Bild erfassen
ST405
Nach einem Punkt im aktuellen Bild suchen, der jedem Merkmalspunkt im vorherigen Bild entspricht
ST406
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild erfassen
ST407
Die Differenzstellung auf der Grundlage der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts im vorherigen Bild und der zweidimensionalen Position des entsprechenden Punkts im aktuellen Bild berechnen
ST410
Die Abstandsinformationen durch Integrieren der dreidimensionalen Position des Merkmalspunkts in der Zeitrichtung berechnen
Ende
ST408
Die Abstandsinformationen jedes Merkmalspunkts vom Abstandsmesssensor erfassen
ST409
Die dreidimensionale Position des Merkmalspunkts im aktuellen Bild speichern
MEM
72
MEM
73

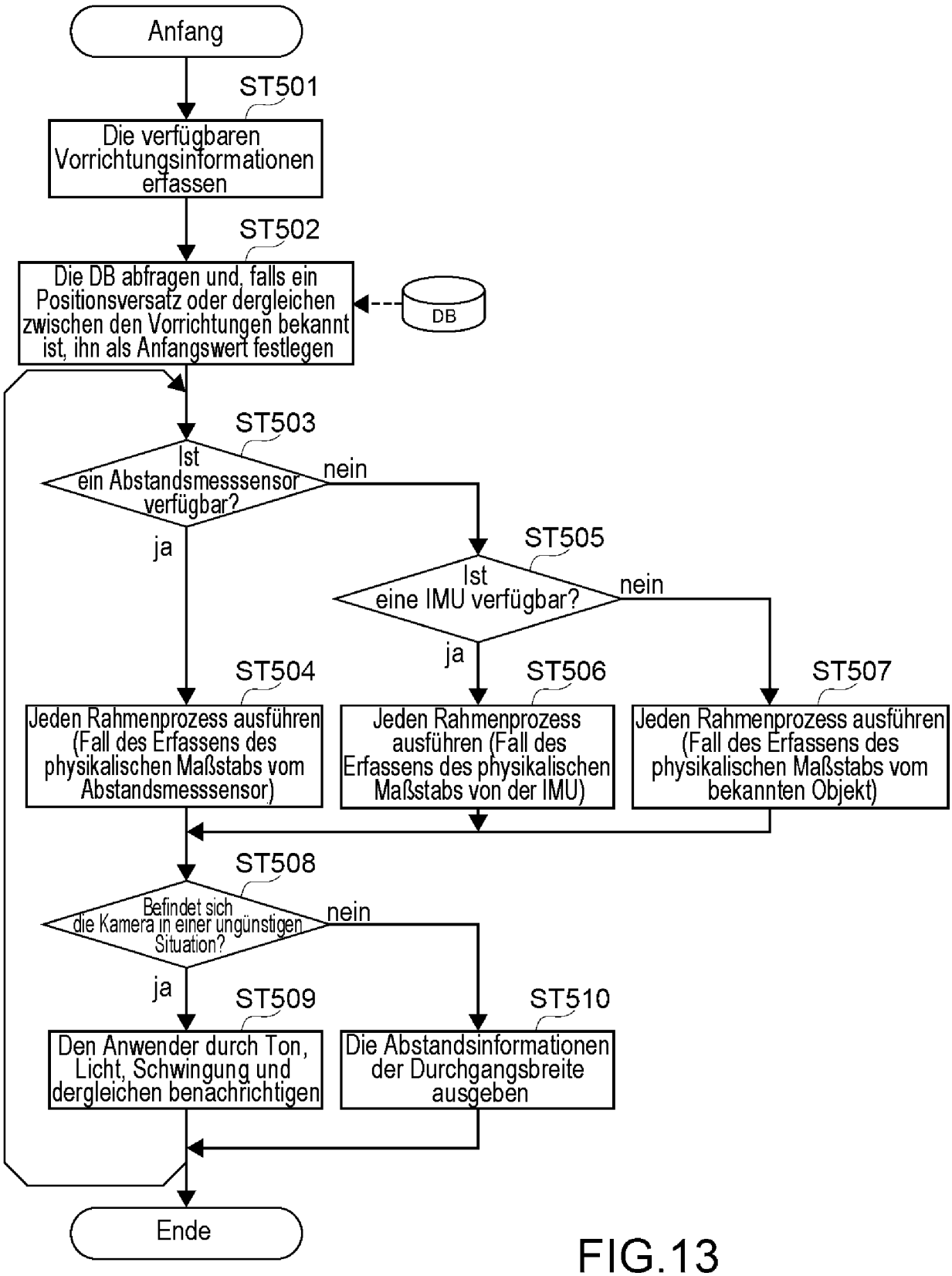

Anfang
ST501
Die verfügbaren Vorrichtungsinformationen erfassen
ST502
Die DB abfragen und, falls ein Positionsversatz oder dergleichen zwischen den Vorrichtungen bekannt ist, ihn als Anfangswert festlegen
DB
ST503
Ist ein Abstandsmesssensor verfügbar?
nein
ja
ST505
Ist eine IMU verfügbar?
nein
ja
ST504
Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs vom Abstandsmesssensor)
ST506
Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs von der IMU)
ST507
Jeden Rahmenprozess ausführen (Fall des Erfassens des physikalischen Maßstabs vom bekannten Objekt)
ST508
Befindet sich die Kamera in einer ungünstigen Situation?
nein
ja
ST509
Den Anwender durch Ton, Licht, Schwingung und dergleichen benachrichtigen
ST510
Die Abstandsinformationen der Durchgangsbreite ausgeben
Ende

FIG.13

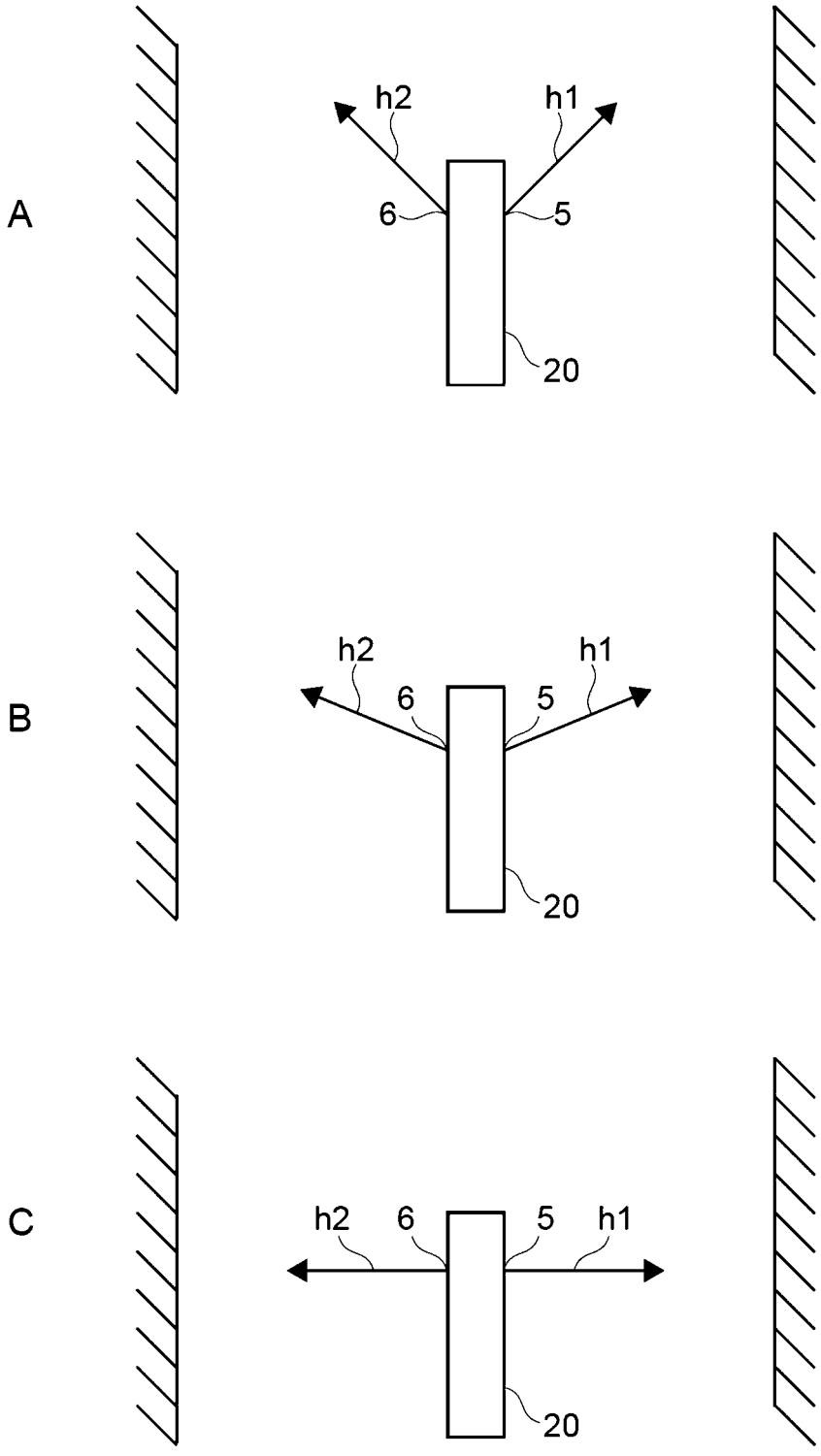


FIG.14

 Das Dokument wurde durch die Firma Jouve hergestellt.