(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2021 007 102 T5** 2024.02.29

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/224313**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 007 102.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/015896**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.04.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.10.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **29.02.2024**

(51) Int Cl.: ***B25J 9/22*** (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01)
B25J 13/06 (2006.01)
G05B 19/402 (2006.01)

(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Oshino-mura, Yamanashi, JP

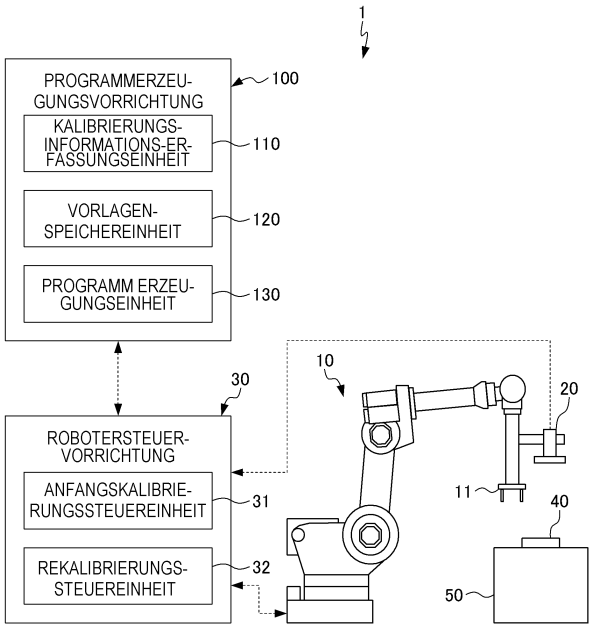
(74) Vertreter:
Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte PartmbB, 81925 München, DE

(72) Erfinder:
Fu, Wanfeng, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Namiki, Yuta, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Programmerzeugungsvorrichtung und Robotersteuerungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung erleichtert die Kalibrierung eines Robotersystems. Eine Programmerzeugungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung erzeugt ein Kalibrierungsprogramm, das ein Verfahren zur Kalibrierung zum Einstellen einer Positionsbeziehung zwischen einem visuellen Sensor und einem Roboter in einem Robotersystem definiert, in dem der Roboter auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses von dem visuellen Sensor betrieben wird. Die Programmerzeugungsvorrichtung umfasst: eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit zum Erfassen von Informationen über die Kalibrierung, die in Übereinstimmung mit einer Eingabe eines Lehrers durchgeführt wurde; und eine Programmerzeugungseinheit zum Erzeugen eines Kalibrierungsprogramms, das auf der Grundlage der Informationen über die Kalibrierung, die durch die Kalibrierungsinformationserfassungseinheit erfasst wurden, ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die beim nächsten Mal und danach durchgeführt werden soll.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Programmerzeugungsvorrichtung und eine Robotersteuerungsvorrichtung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein solches Robotersystem, das einen visuellen Sensor, d.h. eine Kamera, verwendet, die Position eines Objekts überprüft und den Betrieb eines Roboters bestimmt, ist weit verbreitet. In dem oben beschriebenen Robotersystem wird beispielsweise eine Kalibrierung zur Einstellung einer Beziehung zwischen dem visuellen Sensor und dem Roboter, d.h. eine Transformationsmatrix zur Umwandlung eines Koordinatensystems des visuellen Sensors in ein Koordinatensystem des Roboters, durchgeführt. Im Patentdokument 1 wird beispielsweise beschrieben, dass eine mit einem Punktmuster versehene visuelle Zielvorrichtung zur Kalibrierung eines visuellen Sensors verwendet wird.

[0003] Patentdokument 1: Japanisches Patent JP 5670416

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0004] Wenn Wartung durchgeführt wird, z.B. wenn eine Kamera in einem Robotersystem ausgetauscht wird, muss erneut Kalibrierung durchgeführt werden. Außerdem kann es Fälle geben, in denen es wünschenswert ist, die Kalibrierung regelmäßig durchzuführen, um die Genauigkeit des Robotersystems zu gewährleisten. Die Kalibrierung eines Robotersystems ist jedoch eine mühsame Aufgabe, die komplizierte Schritte wie die Angabe einer Position eines Roboters erfordert. Daher wurde eine Technologie gefordert, die es ermöglicht, die Kalibrierung eines Robotersystems zu erleichtern.

Mittel zur Lösung der Probleme

[0005] Eine Programmerzeugungsvorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Programmerzeugungsvorrichtung, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das ein Verfahren zur Kalibrierung zum Einstellen einer Positionsbeziehung zwischen einem visuellen Sensor und einem Roboter in einem Robotersystem, in dem der Roboter betrieben wird, auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses von dem visuellen Sensor definiert, und die umfasst: eine Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit, die Informationen über die Kalibrierung erfasst, die in Übereinstimmung mit einer Eingabe durch einen Lehrer durchgeführt wird; und eine Programmerzeugungseinheit, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das basierend auf den Informationen über die Kalibrierung, den Informationen, die durch die Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit erfasst werden, ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die ein nächstes Mal und danach durchzuführen ist.

[0006] Eine Robotersteuervorrichtung gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Robotersteuervorrichtung, die einen Roboter veranlasst, auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses von einem visuellen Sensor zu arbeiten, und die beinhaltet: eine anfängliche Kalibrierungssteuereinheit, die eine Eingabe von einem Lehrer empfängt, den Roboter veranlasst, in Übereinstimmung mit der Eingabe durch den Lehrer zu arbeiten, und eine Kalibrierung durchführt, um eine Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor und dem Roboter einzustellen; eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit, die Informationen über die von der anfänglichen Kalibrierungssteuereinheit durchgeführte Kalibrierung erfasst; eine Programmerzeugungseinheit, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das auf der Grundlage der Informationen über die Kalibrierung, der von der Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit erfassten Informationen ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die ein nächstes Mal und danach durchzuführen ist; und eine Rekalibrierungs-Steuereinheit, die die Kalibrierung in Übereinstimmung mit dem von der Programmerzeugungseinheit erzeugten Kalibrierungsprogramm durchführt.

Effekte der Erfindung

[0007] Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, eine Programmerzeugungsvorrichtung und eine Robotersteuerungsvorrichtung bereitzustellen, die es ermöglichen, die Kalibrierung eines Robotersystems zu erleichtern.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Konfiguration eines Robotersystems einschließlich einer Robotersteuerungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt; und

Fig. 2 ist eine schematische Ansicht, die eine Konfiguration eines Robotersystems zeigt, das eine Programmerzeugungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung nutzt.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0008] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf

die beigefügten Zeichnungen beschrieben. **Fig.** 1 ist eine schematische Ansicht, die eine Konfiguration eines Robotersystems 1 einschließlich einer Programmerzeugungsvorrichtung 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0009] Das Robotersystem 1 beinhaltet einen Roboter 10, einen visuellen Sensor 20, der von dem Roboter 10 gehalten wird, eine Robotersteuerungsvorrichtung 30, die den Roboter 10 veranlasst, auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses von dem visuellen Sensor 20 zu arbeiten, und die Programmerzeugungsvorrichtung 100.

[0010] Der Roboter 10 umfasst einen Kopf 11, der an seiner Spitze eine Aufgabe ausführt und den visuellen Sensor 20 relativ zum Kopf 11 unbeweglich hält. Der Kopf 11 ist z.B. eine Hand, die ein Werkstück hält (nicht gezeigt), oder ein Werkzeug, das ein Werkstück bearbeitet, das entsprechend einer Aufgabe, die der Roboter 10 ausführen soll, ausgewählt wird.

[0011] Der Roboter 10 positioniert den visuellen Sensor 20 zusammen mit dem Kopf 11. Es ist möglich, dass der Roboter 10 ein solcher vertikaler Gelenkroboter ist, wie er in **Fig.** 1 dargestellt ist, oder ein orthogonaler Koordinatenroboter, ein Skalarroboter oder ein Parallelgelenkroboter.

[0012] Der visuelle Sensor 20 ist eine Vorrichtung, die visuelle Informationen eines Ziels erfasst, d.h. ein Bild eines Objekts aufnimmt, und ist typischerweise eine zweidimensionale Kamera, die ein zweidimensionales visuelles Lichtbild aufnimmt, und kann darüber hinaus ein dreidimensionaler Sensor sein, der Entfernungsinformationen über eine zweidimensionale Position erfasst.

[0013] Es ist möglich, die Robotersteuerungsvorrichtung 30 zu realisieren, indem man eine oder eine Vielzahl von Computervorrichtungen, die einen Speicher, eine Zentraleinheit (CPU), eine Eingabe- und Ausgabeschnittstelle und andere Komponenten beinhalten, zum Beispiel veranlasst, geeignete Steuerprogramme auszuführen.

[0014] Die Robotersteuerungsvorrichtung 30 identifiziert eine Position eines Werkstücks auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses des visuellen Sensors 20 und steuert den Betrieb des Roboters 10, um den Kopf 11 in Bezug auf das Werkstück zu positionieren und eine Aufgabe an dem Werkstück durchzuführen. Um eine solche Aufgabe an einem Werkstück wie oben beschrieben durchzuführen, ist es erforderlich, in dem Robotersystem 1 vorab eine Kalibrierung durchzuführen, um eine Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor 20 und dem Roboter 10 einzustellen, d.h. eine Transformationsmatrix, die die Berechnung einer Koordinatenposition in einem Koordinatensystem des Roboters 10 aus einer Koordinatenposition in einem Erfassungsergebnis (in einem aufgenommenen Bild) aus dem visuellen Sensor 20 ermöglicht.

[0015] Zu diesem Zweck umfasst die Robotersteuerungsvorrichtung 30 eine Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 und eine Rekalibrierungs-Steuereinheit 32. Es ist zu beachten, dass die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 und die Rekalibrierungs-Steuereinheit 32 kategorisierte Funktionen der Robotersteuerungsvorrichtung 30 darstellen und in ihrer physischen Konfiguration und ihrer Programmkonfiguration nicht klar voneinander getrennt sein müssen und ein identisches Funktionsmodul nutzen können.

[0016] Die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 empfängt eine Eingabe von einem Lehrer des Robotersystems 1, veranlasst den Roboter 10, entsprechend der Eingabe des Lehrers zu arbeiten, und führt eine Kalibrierung zur Einstellung einer Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor 20 und dem Roboter 10 durch. Die Kalibrierung, die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführt wird, kann der Kalibrierung ähnlich sein, die mit einer solchen konventionellen Methode durchgeführt wird, wie sie zum Beispiel im japanischen Patent JP 5670416 B beschrieben ist.

[0017] Die Kalibrierung wird durchgeführt, indem eine vorbestimmte Kalibriervorrichtung 40 in einem Arbeitsbereich des Roboters 10 angeordnet wird. Die Kalibriervorrichtung 40 hat beispielsweise eine Konfiguration mit einer Vielzahl von charakteristischen Punkten, wie z.B. einem Punktmuster, das der visuelle Sensor 20 leicht erkennen kann. Die Kalibriervorrichtung 40 ist an einer bestimmten Koordinatenposition im Koordinatensystem des Roboters 10 fixiert. Es ist wünschenswert, dass die Kalibriervorrichtung 40 immer auf einem Tisch 50 fixiert ist, auf dem z.B. das Werkstück platziert werden soll.

[0018] Die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 bestimmt zunächst eine Haltung des Roboters 10 in Übereinstimmung mit einer Eingabe des Lehrers und veranlasst dann den visuellen Sensor 20, ein Bild der Kalibrierungsvorrichtung 40 aufzunehmen. Wenn ein zweidimensionales Bild zur Durchführung der Kalibrierung verwendet wird, ist es wünschenswert, dass der visuelle Sensor 20 an einer Vielzahl von verschiedenen Startpositionen platziert wird, um Bilder der Kalibrierungsvorrichtung 40 aus den jeweiligen verschiedenen Positionen aufzunehmen.

[0019] Als Nächstes stellt die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 eine Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor 20 und dem Roboter 10 auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses des visuel-

len Sensors 20, d.h. der Bilder, in denen die Kalibrierungsvorrichtung 40 erfasst wird, her. Insbesondere werden aus den Positionen der mehreren charakteristischen Punkte in den Bildern der Kalibriervorrichtung 40 eine Position und eine Ausrichtung der Kalibriervorrichtung 40 im Koordinatensystem des visuellen Sensors 20 berechnet. Dann wird die Transformationsmatrix so angepasst, dass eine Position und eine Ausrichtung, wenn die berechnete Position und die berechnete Ausrichtung in Koordinaten im Koordinatensystem des Roboters 10 auf der Grundlage der Haltung des Roboters 10 umgewandelt werden, mit der tatsächlichen Position und der tatsächlichen Ausrichtung der Kalibrierungsvorrichtung 40 oder einer Position und einer Ausrichtung der Kalibrierungsvorrichtung 40, die aus anderen Blickwinkelpositionen berechnet werden, übereinstimmen.

[0020] Vorzugsweise veranlasst die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 die Robotersteuerungsvorrichtung 30 oder eine externe Anzeige, ein vom visuellen Sensor 20 aufgenommenes Bild in Echtzeit anzuzeigen, und stellt außerdem eine grafische Schnittstelle bereit, die den Lehrer auffordert, die erforderlichen Informationen einzugeben. Beispiele für solche für die Kalibrierung erforderlichen Informationen beinhalten, sind aber nicht beschränkt auf, eine Eingabe von Abbildungsbedingungen für den visuellen Sensor 20, eine Eingabe von Informationen über die Kalibriervorrichtung 40, eine Eingabe einer Standpunktposition, an der die Abbildung durchgeführt wird, eine Auswahl einer Berechnungsmethode für die Kalibrierung, eine Auswahl von charakteristischen Punkten, die für die tatsächlichen Berechnungen aus den charakteristischen Punkten der Kalibriervorrichtung 40 verwendet werden, die in einem erfassten Bild erkannt werden, und eine Genehmigung eines Kalibrierergebnisses. Beispielkonfigurationen für die Aufforderung zu solchen Eingaben umfassen unter anderem Kontrollkästchen, Auswahlkästchen, Textfelder und Schaltflächen. Die Eingabe einer Standpunktposition kann als Eingabe in einem Benutzerkoordinatensystem erfolgen, das sich vom Roboterkoordinatensystem unterscheidet (z.B. ein Koordinatensystem, das auf dem Tisch 50 basiert, auf dem die Kalibriervorrichtung 40 und ein Werkstück platziert werden sollen).

[0021] Die Rekalibrierungs-Steuereinheit 32 führt die Kalibrierung gemäß einem von der Programmerzeugungsvorrichtung 100 erzeugten Kalibrierungsprogramm durch. Es ist möglich, ein Programm auf Anweisung des Lehrers nach Abschluss der Erstkalibrierung zu erzeugen und zu erstellen. Andernfalls kann es automatisch nach Abschluss der Erstkalibrierung erstellt werden. Darüber hinaus kann die Kalibrierung durch die Rekalibrierungs-Steuereinheit 32 durchgeführt werden, wenn der Lehrer eine Anweisung gegeben hat, sie kann periodisch durchgeführt werden, insbesondere nach Abschluss einer ersten Aufgabe, nachdem eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist, oder sie kann automatisch durchgeführt werden, nachdem das Robotersystem 1 zum ersten Mal gestartet oder gestoppt wurde, nachdem eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist.

[0022] Ein Kalibrierungsprogramm kann in einer Sprache beschrieben werden, die in typischen numerischen Steuergeräten verwendet wird. Daher wird auf eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise der Rekalibrierungs-Steuereinheit 32 verzichtet.

[0023] Die Programmerzeugungsvorrichtung 100 kann dadurch erzielt werden, dass eine oder mehrere Computervorrichtungen, die beispielsweise einen Speicher, eine CPU, eine Eingabe- und Ausgabeschnittstelle und andere Komponenten beinhalten und die kommunikativ mit einer oder mehreren der Robotersteuerungsvorrichtungen 30 verbunden sind, veranlasst werden, geeignete Steuerprogramme auszuführen. Die Programmerzeugungsvorrichtung 100 kann als Funktion einer Computervorrichtung realisiert werden, die zur Verwaltung oder Überwachung einer Vielzahl von Robotersystemen 1 vorgesehen ist.

[0024] Die Programmerzeugungsvorrichtung 100 umfasst eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit 110, eine Vorlagenspeichereinheit 120 und eine Programmerzeugungseinheit 130. Es ist zu beachten, dass diese Komponenten kategorisierte Funktionen der Programmerzeugungsvorrichtung 100 darstellen und in ihrer physischen Konfiguration und Programmkonfiguration nicht eindeutig voneinander getrennt sein können.

[0025] Die Kalibrierungsinformationserfassungseinheit 110 erfasst Informationen über die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführte Kalibrierung. Solche erfassten Informationen über die Kalibrierung werden als Informationen betrachtet, die ausreichen, um die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführte Kalibrierung wiederherzustellen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf eine Blickpunktposition des visuellen Sensors 20 bei der von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführten Kalibrierung oder eine Körperhaltung des Roboters, die die Blickpunktposition identifiziert, und eingestellte Werte von Abbildungsbedingungen für den visuellen Sensor 20, zum Beispiel.

[0026] Die Vorlagenspeichereinheit 120 speichert eine Vielzahl von Vorlagen für Kalibrierungsprogramme, die jeweils ein Kalibrierungsverfahren definieren. Die Vorlagen haben jeweils eine Konfiguration, in die ein Benutzerkoordinatensystem, der Typ des visuellen Sensors 20, eine Blickpunktposition

und andere Faktoren geschrieben werden, um ein Programm zur Durchführung einer identischen Kalibrierung wie die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführte zu erstellen, ohne dass eine Eingabe durch einen Lehrer erforderlich ist.

[0027] Die in der Vorlagenspeichereinheit 120 gespeicherten Vorlagen werden der später beschriebenen Programmerzeugungseinheit 130 zur Erstellung eines Kalibrierungsprogramms zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus können die in der Vorlagenspeichereinheit 120 gespeicherten Vorlagen der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 zur Verfügung gestellt werden, um ein von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführtes Steuerungsverfahren zu definieren.

[0028] Im Folgenden wird eine Beispielvorlage unter den Vorlagen für Kalibrierungsprogramme, die in der Vorlagenspeichereinheit 120 gespeichert sind, beschrieben.

(Vorlage 1)

1	Benutzer-Koordinatennummer = *1
2	Werkzeug-Koordinatennummer = *2
3	jede Achsenposition [*3] 100% Positionierung
4 5	Positionsregistrierung [99] = orthogonale Position
6	Positionsregistrierung [99,1] =0
7	Positionsregistrierung [99,2] = 0
8	Positionsregistrierung [99,4] = 0
9	Positionsregistrierung [99,5] = 0
10	Positionsregistrierung [99,6] = 0
11 12	! Erkennung der Kalibrierfläche 1
13	Positionsregistrierung [99,3] = 0
14	jede Achsenposition [*3] 100% Positionierung und Positionskompensation, Positionsregistrierung [99]
15 16	Kalibrierung der Sichtkamera ‚*4‘ Kalibrierungsfläche = 1
17 18	! Erkennung der Kalibrierfläche 2
19	Positionsregistrierung [99,3] = *5
20	jede Achsenposition [*3] 100% Positionierung und Positionskompensation, Positionsregistrierung [99]
21 22	Kalibrierung der Sichtkamera ‚*4‘ Kalibrierungsfläche = 2
23	Ende

[0029] In dieser Vorlage wird nach Eingabe der Werte in „*1“, „*2“, „*3“, „*4“ und „*5“ ein Kalibrierungsprogramm abgeschlossen.

[0030] Bei der durch dieses Programm angewiesenen Kalibrierung führt der visuelle Sensor 20 zweimal eine Bildgebung durch, um eine Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor 20 und dem Roboter 10 herzustellen. Die Angabe „*1“ repräsentiert einen Code, der eine „Benutzerkoordinatennummer“, d.h. ein Benutzerkoordinatensystem, und einen vom Lehrer in die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 eingegebenen Wert angibt. Die Angabe „*2“ repräsentiert einen Code, der eine „Werkzeugkoordinatennummer“, d.h. ein Koordinatensystem des Kopfes 11, und einen vom Lehrer in die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 eingegebenen Wert bezeichnet. Die Angabe „*3“ repräsentiert eine Zahl, die eine Position in dem Speicher angibt, in dem die Blickpunktpositionen gespeichert sind, an denen der visuelle Sensor 20 bei der von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführten Kalibrierung zum ersten Mal eine Abbildung vorgenommen hat. Die Angabe „*4“ repräsentiert einen Code, der ein Unterprogramm identifiziert, das ein detailliertes Berechnungsverfahren für die Kalibrierung angibt, das für den Typ des visuellen Sensors 20 spezifiziert ist. Die Angabe „*5“ repräsentiert einen Abstand in Z-Richtung zwischen einer Blickpunktposition, an der eine erste Abbildung durchgeführt werden soll, und einer Blickpunktposition, an der eine zweite Abbildung durchgeführt werden soll.

[0031] Die Programmerzeugungseinheit 130 erzeugt ein Kalibrierungsprogramm, das auf der Grundlage der Informationen über die Kalibrierung, die von der Kalibrierungsinformationserfassungseinheit erfasst werden, ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die ein nächstes Mal und danach durchgeführt werden soll.

[0032] Es ist wünschenswert, dass die Programmerzeugungseinheit 130 ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, um eine Haltung des Roboters 10 in der Kalibrierung, die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 in Übereinstimmung mit einer Eingabe durch einen Lehrer durchgeführt wurde, wiederherzustellen. Das heißt, es ist wünschenswert, dass die Programmerzeugungseinheit 130 ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das automatisch wieder eine Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor 20 und dem Roboter 10 einstellt, indem der visuelle Sensor 20 veranlasst wird, eine Bildgebung an der Blickpunktposition in der von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführten Kalibrierung durchzuführen. Indem man die Kalibrierung, die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführt wird und deren Angemessenheit der Lehrer festgestellt hat, wieder erscheinen lässt, ist

es möglich, erneut eine angemessene Kalibrierung durchzuführen, wodurch es möglich ist, Fehler, die zum Beispiel aufgrund von Alterung und während der Wartung aufgetreten sind, genau zu kompensieren.

[0033] Es ist möglich, ein solches Kalibrierungsprogramm zu erzeugen, das es ermöglicht, die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführte Kalibrierung zu wiederholen, indem eine Vorlage in Übereinstimmung mit den Informationen über die Kalibrierung ausgewählt wird, die von der Kalibrierungsinformationserfassungseinheit 110 erfasst werden, und indem in die ausgewählte Vorlage Daten eingegeben werden, die die Haltung des Roboters 10 identifizieren, die in der von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführten Kalibrierung in Übereinstimmung mit der Eingabe durch den Lehrer angegeben wird. Wie oben beschrieben, ist es durch die Verwendung einer solchen Vorlage möglich, die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 durchgeführte Kalibrierung auf einfache und sichere Weise wiederherzustellen.

[0034] Wie oben beschrieben, ist es mit dem Robotersystem 1, bei dem die Programmerzeugungsvorrichtung 100 nach der ersten Kalibrierung ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die beim nächsten Mal und danach durchgeführt werden soll, möglich, die Kalibrierung beim nächsten Mal und danach automatisch durchzuführen.

[0035] **Fig.** 2 ist eine schematische Ansicht, die eine Konfiguration eines Robotersystems 1A mit einer Robotersteuerungsvorrichtung 30A gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. In der vorliegenden Ausführungsform bezeichnen gleiche Bezugsziffern Komponenten, die mit den Komponenten der ersten Ausführungsform identisch sind, und doppelte Beschreibungen können weggelassen werden.

[0036] Das Robotersystem 1A beinhaltet einen Roboter 10A, einen visuellen Sensor 20A, der an einer Position befestigt ist, von der aus es möglich ist, einen gesamten Arbeitsbereich des Roboters 10A zu sehen, und die Robotersteuerungsvorrichtung 30A, die den Roboter 10A veranlasst, auf der Grundlage eines Erfassungsergebnisses des visuellen Sensors 20A zu arbeiten.

[0037] Der Roboter 10A besteht aus einem Kopf 11, an dessen Spitze eine Kalibriervorrichtung 40A relativ zum Kopf 11 unbeweglich befestigt ist, um eine Aufgabe zu erfüllen.

[0038] Der visuelle Sensor 20A ist unbeweglich im Arbeitsraum angeordnet und kann ein Bild der vom Roboter 10A übertragenen Kalibriervorrichtung 40A erfassen.

[0039] Die Robotersteuerungsvorrichtung 30A beinhaltet eine Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31A, eine Rekalibrierungs-Steuereinheit 32A, eine Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit 33, eine Vorlagenspeichereinheit 34 und eine Programmerzeugungseinheit 35.

[0040] Die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31A und die Rekalibrierungs-Steuereinheit 32A der in **Fig.** 2 illustrierten Robotersteuerungsvorrichtung 30A führen eine ähnliche Verarbeitung durch wie die Anfangskalibrierungs-Steuereinheit 31 und die Rekalibrierungs-Steuereinheit 32 der in **Fig.** 1 dargestellten Robotersteuerungsvorrichtung 30, mit der Ausnahme, dass das Koordinatensystem aufgrund der Anordnung des visuellen Sensors 20A und der Kalibriervorrichtung 40A unterschiedlich ist.

[0041] Die Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit 33, die Vorlagenspeichereinheit 34 und die Programmerzeugungseinheit 35 der in **Fig.** 2 illustrierten Robotersteuerungsvorrichtung 30A haben jeweils ähnliche Funktionen wie die Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit 110, die Vorlagenspeichereinheit 120 und die Programmerzeugungseinheit 130 der in **Fig.** 1 illustrierten Programmerzeugungsvorrichtung 100.

[0042] Daher ist es beim Robotersystem 1A, bei dem die Programmerzeugungseinheit 35 der Robotersteuerungsvorrichtung 30A nach der ersten Kalibrierung ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die beim nächsten Mal und danach durchgeführt werden soll, möglich, die Kalibrierung beim nächsten Mal und danach automatisch durchzuführen.

[0043] Obwohl die Ausführungsformen des Robotersystems gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben wurden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Darüber hinaus entsprechen die Wirkungen gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen den bevorzugten Wirkungen, die sich aus der vorliegenden Erfindung ergeben und die lediglich aufgelistet sind. Die Wirkungen der vorliegenden Erfindung sind jedoch nicht auf die Wirkungen gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt.

[0044] Beispielsweise kann in einem Robotersystem, in dem ein visueller Sensor in Bezug auf einen Arbeitsbereich fixiert ist, eine Programmerzeugungsvorrichtung vorgesehen sein, die von einer Robotersteuerungsvorrichtung getrennt ist. Eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit, eine Vorlagenspeichereinheit und eine Programmerzeu-

gungseinheit können ansonsten in einer Robotersteuerungsvorrichtung eines Robotersystems vorgesehen sein, in dem ein visueller Sensor in Bezug auf einen Roboter fixiert ist.

[0045] Obwohl in den oben beschriebenen Ausführungsformen eine Kalibrierungsvorrichtung mit einer Vielzahl von charakteristischen Punkten verwendet wird, kann auch eine Kalibrierungsvorrichtung mit einem einzigen charakteristischen Punkt verwendet werden, wie zum Beispiel im japanischen Patent Nr. 6396516 beschrieben. Das heißt, die Aufnahme einer Vielzahl von Bildern durch Änderung der Haltung eines Roboters, um eine relative Position zwischen einem visuellen Sensor und einer Kalibrierungsvorrichtung mit einem einzigen charakteristischen Punkt zu unterscheiden, ermöglicht die Durchführung einer Kalibrierung, die einer Kalibrierungsvorrichtung mit einer Vielzahl von charakteristischen Punkten gleichwertig ist. In diesem Fall hat eine Programmerzeugungseinheit eine Konfiguration, bei der eine Vielzahl von Bildern durch Ändern einer Haltung eines Roboters aufgenommen wird, um ein Kalibrierungsprogramm zu erzeugen, das ein Koordinatensystem des visuellen Sensors aus der Vielzahl der aufgenommenen Bilder identifiziert.

[0046] Außerdem ist das in den oben beschriebenen Ausführungsformen beschriebene Kalibrierungsprogramm nur ein Beispiel, und seine Sprache (sein Beschreibungsformat) und ein beschriebenes Verfahren können auf der Grundlage des allgemeinen technischen Wissens angemessen gewählt werden. Darüber hinaus können bei der Kalibrierung eines Robotersystems nicht nur eine Transformationsmatrix zur Änderung von Koordinaten, sondern auch Parameter zur Kompensation von Positionierungsfehlern eingestellt werden , die z.B. durch die Durchbiegung des Roboterarms, das Spiel in Getrieben und andere Faktoren entstehen können.

ERLÄUTERUNG DER BEZUGSZIFFERN

1, 1A	Robotersystem
10, 10A	Roboter
11	Kopf
20, 20A	Visueller Sensor
30, 30A	Roboter-Steuerungsvorrichtung
31, 31A	Anfangskalibrierungs-Steuereinheit
32, 32A	Rekalibrierungs-Steuereinheit
33	Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit
34	Vorlagenspeichereinheit
35	Programmerzeugungseinheit
40, 40A	Kalibrierungsvorrichtung
100	Programmerzeugungseinheit
110	Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit
120	Vorlagenspeichereinheit
130	Programmerzeugungseinheit

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 5670416 [0003]
- JP 5670416 B [0016]
- JP 6396516 [0045]

Patentansprüche

1. Programmerzeugungsvorrichtung, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das ein Verfahren zur Kalibrierung zum Einstellen einer Positionsbeziehung zwischen einem visuellen Sensor und einem Roboter in einem Robotersystem, in dem der Roboter betrieben wird, auf Basis eines Detektionsergebnisses aus dem visuellen Sensor definiert, wobei die Programmerzeugungsvorrichtung umfasst:
eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit, die Informationen über die Kalibrierung erfasst, die in Übereinstimmung mit einer Eingabe durch einen Lehrer durchgeführt wird; und
eine Programmerzeugungseinheit, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das auf der Grundlage der Informationen über die Kalibrierung, der von der Kalibrierungsinformationserfassungseinheit erfassten Informationen, ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die ein nächstes Mal und danach durchgeführt werden soll.

2. Programmerzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Programmerzeugungseinheit das Kalibrierungsprogramm erzeugt, um eine Haltung des Roboters bei der gemäß der Eingabe durch den Lehrer durchgeführten Kalibrierung wieder erscheinen zu lassen.

3. Die Programmerzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2,
weiter umfassend eine Vorlagenspeichereinheit, die eine Vielzahl von Vorlagen für das Kalibrierungsprogramm speichert,
wobei die Programmerzeugungseinheit eine der Vorlagen in Übereinstimmung mit den Informationen über die Kalibrierung auswählt, wobei die Informationen durch die Kalibrierungsinformations-Erfassungseinheit erfasst werden, in die ausgewählte der Vorlagen Daten eingibt, die die Haltung des Roboters identifizieren, wobei die Haltung in der Kalibrierung spezifiziert wird, die in Übereinstimmung mit der Eingabe durch den Lehrer durchgeführt wird, und das Kalibrierungsprogramm erzeugt.

4. Robotersteuervorrichtung, die einen Roboter veranlasst, auf Basis eines Detektionsergebnisses von einem visuellen Sensor zu arbeiten, wobei die Robotersteuervorrichtung umfasst:
eine Anfangskalibrierungs-Steuereinheit, die eine Eingabe von einem Lehrer empfängt, den Roboter veranlasst, entsprechend der Eingabe durch den Lehrer zu arbeiten, und eine Kalibrierung zum Einstellen einer Positionsbeziehung zwischen dem visuellen Sensor und dem Roboter durchführt;
eine Kalibrierungsinformationserfassungseinheit, die Informationen über die von der Anfangskalibrierungs-Steuereinheit durchgeführte Kalibrierung erfasst;
eine Programmerzeugungseinheit, die ein Kalibrierungsprogramm erzeugt, das auf der Grundlage der Informationen über die Kalibrierung, der von der Kalibrierungsinformationserfassungseinheit erfassten Informationen, ein Verfahren für die Kalibrierung definiert, die ein nächstes Mal und danach durchzuführen ist; und
eine Rekalibrierungssteuereinheit, die die Kalibrierung in Übereinstimmung mit dem von der Programmerzeugungseinheit erzeugten Kalibrierungsprogramm durchführt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

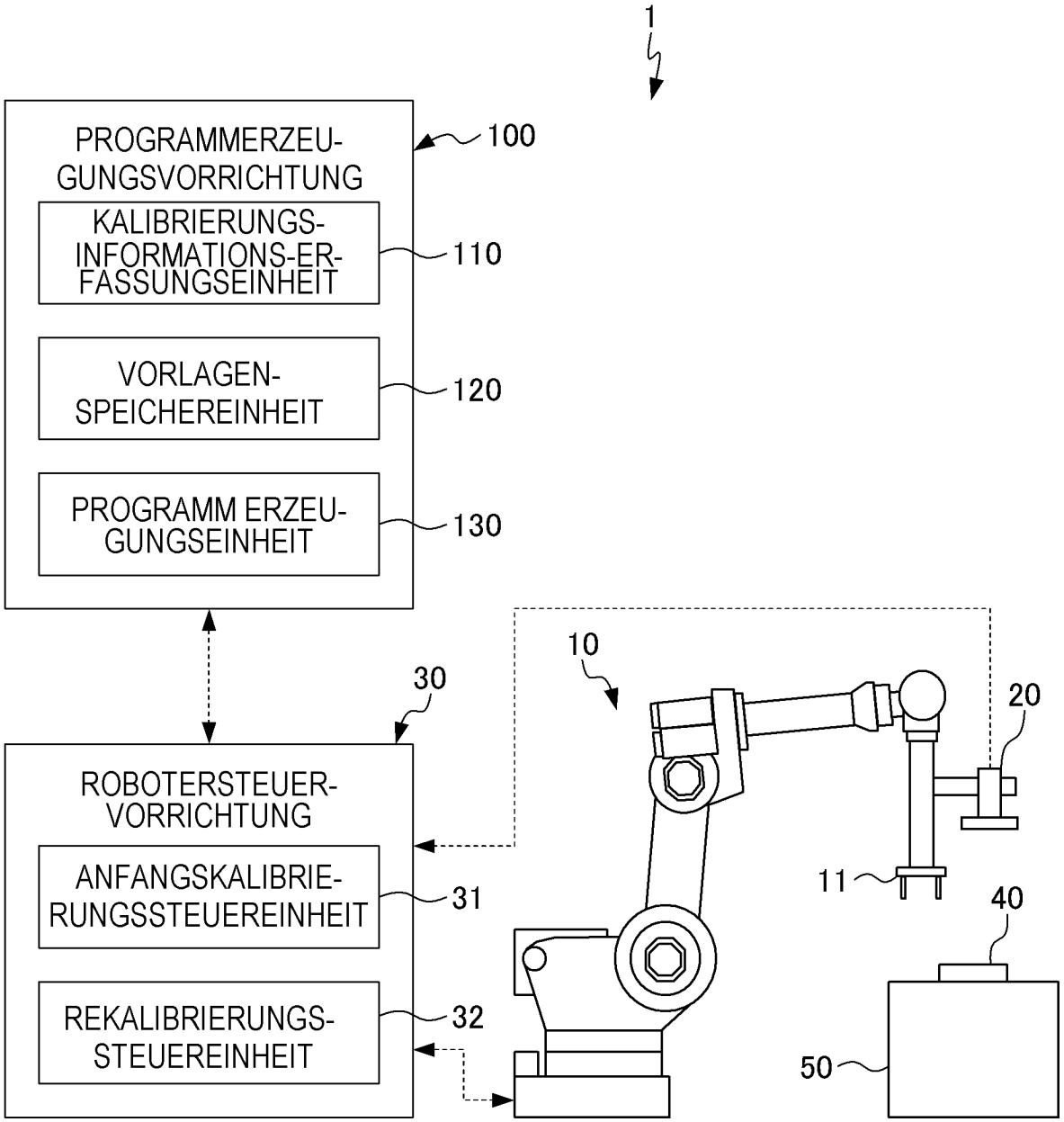
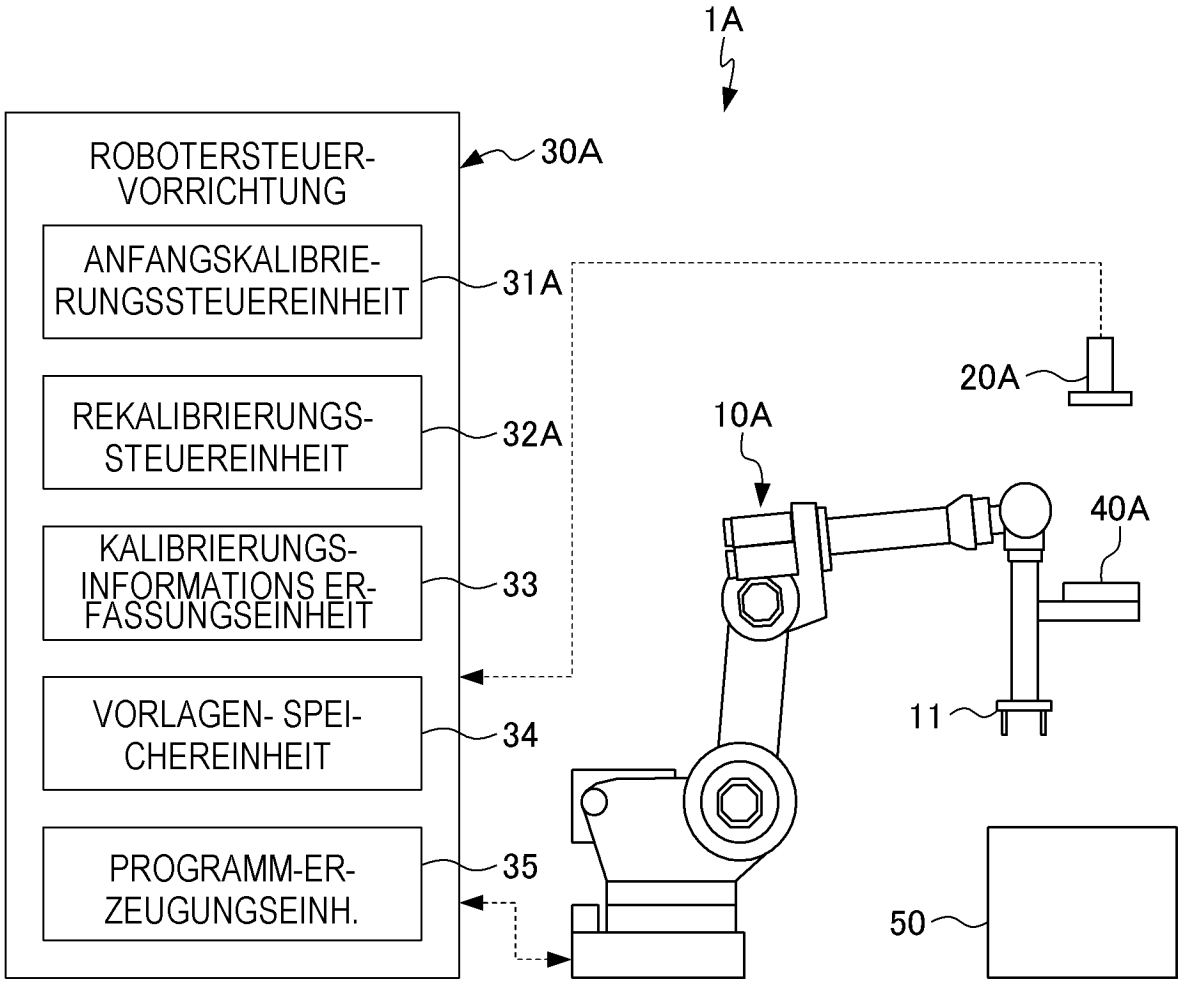


FIG. 2



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.