



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/269706**
 in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
 IntPatÜbkG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 007 486.5**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/023453**
 (86) PCT-Anmeldetag: **21.06.2021**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.12.2022**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **01.02.2024**

(51) Int Cl.: **G07C 3/00 (2006.01)**
G05B 23/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,
 Yamanashi, JP**
 (74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
 Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

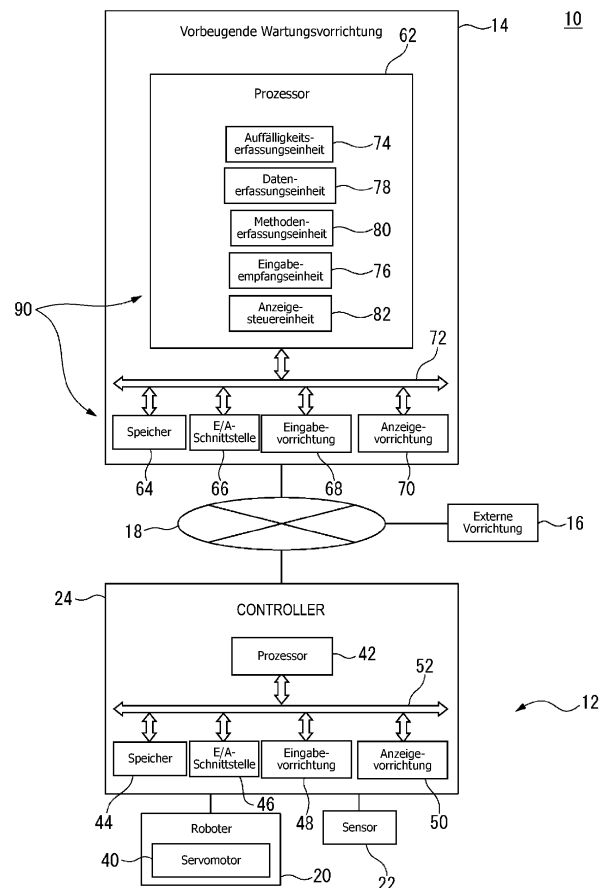
(72) Erfinder:
Kurihara, Shinji, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUR VERARBEITUNG VON AUFFÄLLIGKEITEN, NETZWERKSYSTEM UND VERFAHREN ZUR BEREITSTELLUNG EINER METHODE IN BEZUG AUF AUFGETRETENE AUFFÄLLIGKEITEN IN EINEM ROBOTERSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Bisher wurde nach einer Technologie gesucht, die eine angemessene Handhabung der verschiedenen Auffälligkeiten, die in einem Robotersystem auftreten können, ermöglicht.

Eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Auffälligkeiten 90 ist versehen mit: einer Speichereinheit 64, die eine Vielzahl von Methoden jeweils zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten in Verbindung mit Auffälligkeits-Identifizierungsinformationen zur Identifizierung der Auffälligkeiten speichert; einer Auffälligkeitserfassungseinheit 74, die eine Auffälligkeit auf der Grundlage von Bewegungszustandsdaten eines Robotersystems 12 erfasst; eine Datenerfassungseinheit 78, die Auffälligkeits-Identifizierungsinformationen der von der Auffälligkeitserfassungseinheit 74 erfassten Auffälligkeit erfasst; und eine Methodenerfassungseinheit 80, die aus der Vielzahl von in der Speichereinheit 64 gespeicherten Prozeduren eine Prozedur erfasst, die den von der Datenerfassungseinheit 78 erfassten Auffälligkeits-Identifizierungsinformationen entspricht.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung, ein Netzwerksystem und ein Verfahren zur Bereitstellung einer Methode für eine Auffälligkeit, die in einem Robotersystem auftritt.

STAND DER TECHNIK

[0002] Eine bekannte Vorrichtung zeigt eine Methode an, die von einem Bediener an einer Arbeitslinie auszuführen ist, wenn eine Auffälligkeit in einem Robotersystem aufgetreten ist (z. B. Patentliteratur 1).

[ZITIERLISTE]

[PATENTLITERATUR]

[0003] Patentliteratur 1: JP 2014-223694 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[TECHNISCHES PROBLEM]

[0004] In einem Robotersystem können verschiedene Auffälligkeiten wie Fehlfunktionen eines Roboters und abnormale Erfassungswerte verschiedener Sensoren am Roboter auftreten. Auf dem Gebiet der Technik besteht ein Bedarf an einer Technik, die mit solchen verschiedenen Auffälligkeiten angemessen umgehen kann.

[LÖSUNG DES PROBLEMS]

[0005] Eine Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung, die eine Methode zur Handhabung einer Auffälligkeit bereitstellt, die in einem Robotersystem auftritt, mit einem Speicher, der eine Vielzahl von Methoden zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten jeweils in Verbindung mit Auffälligkeit spezifizierenden Informationen zur Spezifizierung der Auffälligkeiten speichert; einer Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung, die die Auffälligkeit auf der Grundlage von Betriebszustandsdaten des Robotersystems erkennt; eine Datenerfassungseinheit, die die Auffälligkeit spezifizierende Information über die von der Auffälligkeitserfassungseinheit erfasste Auffälligkeit erfasst; und eine Methodenerfassungseinheit, die die Methode, die der von der Datenerfassungseinheit erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Information entspricht, aus der Vielzahl der im Speicher gespeicherten Methoden erfasst.

[0006] Ein Verfahren zum Bereitstellen einer Methode für eine Auffälligkeit, die in einem Robotersystem auftritt, mit den folgenden Schritten: Spei-

chern einer Vielzahl von Methoden zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten jeweils in Verbindung mit Auffälligkeit spezifizierenden Informationen zum Spezifizieren der Auffälligkeiten in einem Speicher; Erfassen der Auffälligkeit auf der Grundlage von Betriebszustandsdaten des Robotersystems; Erlangen der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen über die erfasste Auffälligkeit; und Erlangen der Methode, die den erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Informationen entspricht, aus der Vielzahl von in dem Speicher gespeicherten Methoden.

[VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG]

[0007] Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, Methoden zur Handhabung verschiedener Auffälligkeiten, die in einem Robotersystem auftreten können, automatisch zu erfassen und bereitzustellen. So ist es möglich, verschiedene Auffälligkeiten angemessen und einfach zu handhaben.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines Netzwerksystems gemäß einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist ein Beispiel für ein in **Fig. 1** dargestelltes Robotersystem.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm eines Netzwerksystems gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das ein Beispiel eines Verfahrens zur Bereitstellung einer Methode für eine Auffälligkeit im Robotersystem zeigt.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das ein weiteres Beispiel für ein Verfahren zur Behebung einer Auffälligkeit im Robotersystem zeigt.

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm eines Netzwerksystems gemäß einer weiteren Ausführungsform.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0008] Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen im Detail beschrieben. Es ist zu beachten, dass in den verschiedenen nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen ähnliche Elemente mit denselben Zeichen gekennzeichnet sind und sich überschneidende Beschreibungen weggelassen werden. Zunächst wird ein Netzwerksystem 10 gemäß einer Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. Das Netzwerksystem 10 umfasst ein Robotersystem 12, eine vorbeugende Wartungsvorrichtung 14, eine externe Vorrichtung 16 und ein Kommunikationsnetzwerk 18.

[0009] Das Robotersystem 12 ist ein industrielles Robotersystem, das vorgegebene Arbeiten an einem Werkstück ausführt. Die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14 erfasst von dem Robotersystem 12 Betriebszustandsdaten OD, die einen Betriebszustand des Robotersystems 12 anzeigen, und überwacht eine Auffälligkeit AB in dem Robotersystem auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD.

[0010] Bei der externen Vorrichtung 16 handelt es sich um einen Computer, z. B. einen Desktop- oder tragbaren PC oder einen Server. Das Kommunikationsnetzwerk 18 ist z.B. ein LAN (wie ein Intranet) oder das Internet und verbindet kommunikativ das Robotersystem 12, die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14 und die externe Vorrichtung 16 miteinander. Beispielsweise kann das Robotersystem 12 in einem ersten Gebäude installiert werden, in dem eine Arbeitslinie vorgesehen ist, die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14 kann in einem zweiten Gebäude installiert werden, das sich von dem ersten Gebäude unterscheidet, und die externe Vorrichtung 16 kann in einem dritten Gebäude installiert werden, das sich von dem ersten Gebäude und dem zweiten Gebäude unterscheidet.

[0011] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für das Robotersystem 12. Das Robotersystem 12 umfasst einen Roboter 20, einen Sensor 22 (Fig. 1) und eine Steuerung 24. In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel ist der Roboter 20 ein vertikaler Knickarmroboter und umfasst ein geführtes Fahrzeug 26, eine Roboterbasis 28, einen rotierenden Torso 30, einen Unterarm 32, einen Oberarm 34, ein Handgelenk 36 und einen Endeffektor 38. Bei dem geführten Fahrzeug 26 kann es sich beispielsweise um ein automatisiertes geführtes Fahrzeug (AGV) handeln, das als Reaktion auf einen Befehl der Steuerung 24 selbstgesteuert wird, oder um ein manuell geführtes Fahrzeug, das von einem Bediener A1 manuell bewegt wird. Der Roboter 20 kann durch das geführte Fahrzeug 26 in eine bestimmte Position gebracht werden.

[0012] Der Robotersockel 28 ist fest mit dem Führungsfahrzeug 26 verbunden. Der drehbare Torso 30 ist an der Roboterbasis 28 um eine vertikale Achse schwenkbar angeordnet. Der untere Arm 32 ist an dem drehbaren Torso 30 so vorgesehen, dass er um eine horizontale Achse drehbar ist, und der obere Arm 34 ist drehbar an einem distalen Endabschnitt des unteren Arms 32 vorgesehen.

[0013] Das Handgelenk 36 ist an einem distalen Endabschnitt des Oberarms 34 so angebracht, dass es um zwei zueinander orthogonale Achsen drehbar ist. Der Endeffektor 38 ist abnehmbar an einem distalen Endabschnitt (dem sogenannten Handgelenksflansch) des Handgelenks 36 befestigt. Der Endeffektor 38 ist z. B. eine Roboterhand, ein Schneidwerkzeug, ein Schweißbrenner oder ähnliches

und führt eine vorbestimmte Arbeit (Werkstückhandhabung, Schneiden, Schweißen oder ähnliches) an einem Werkstück aus. Es ist zu beachten, dass die Roboterhand eine Vielzahl von Fingern haben kann, die das Werkstück greifen, oder einen Saugnapf, der das Werkstück ansaugt und hält, indem er einen Unterdruck zwischen dem Saugnapf und dem Werkstück erzeugt.

[0014] Ein Servomotor 40 (Fig. 1) ist an jeder der Komponenten (das geführte Fahrzeug 26, die Roboterbasis 28, der rotierende Torso 30, der Unterarm 32, der Oberarm 34 und das Handgelenk 36) des Roboters 20 vorgesehen. Der Servomotor 40 treibt jede der beweglichen Komponenten (das geführte Fahrzeug 26, den rotierenden Torso 30, den Unterarm 32, den Oberarm 34 und das Handgelenk 36) des Roboters 20 in Reaktion auf einen Befehl der Steuerung 24 an.

[0015] Der Sensor 22 erfasst die Betriebszustandsdaten OD. Beispiele für Betriebszustandsdaten OD können eine Drehposition P_m , eine Drehgeschwindigkeit V_m , eine Drehbeschleunigung a_m , ein Stromwert I und ein Lastmoment τ des Servomotors 40 sein. In diesem Fall kann der Sensor 22 einen Rotationserfassungssensor 22A (z. B. einen Encoder oder ein Hall-Element), der eine Rotationsposition des Servomotors 40 erfasst, einen Stromsensor 22B, der einen Stromwert des Servomotors 40 erfasst, und einen Drehmomentsensor 22C, der ein Lastdrehmoment des Servomotors 40 erfasst, umfassen.

[0016] Die Betriebszustandsdaten OD können auch eine Position P_c , eine Geschwindigkeit V_c und eine Beschleunigung a_c einer beweglichen Komponente (z. B. des Endeffektors 38) des Roboters 20 umfassen. Die Position P_c , die Geschwindigkeit V_c und die Beschleunigung a_c der beweglichen Komponente (des Endeffektors 38) des Roboters 20 können beispielsweise aus einem Erfassungswert (insbesondere der Rotationsposition P_m) des Rotationserfassungssensors 22A gewonnen werden.

[0017] Handelt es sich bei dem Endeffektor 38 um eine Roboterhand mit einer Vielzahl von Fingern, können die Betriebszustandsdaten OD einen Druck P eines Zylinders enthalten, der die Vielzahl von Fingern öffnet und schließt. Handelt es sich bei dem Endeffektor 38 um eine Roboterhand mit einem Saugnapf, können die Betriebszustandsdaten OD einen im Saugnapf erzeugten Druck P enthalten. In diesen Fällen kann der Sensor 22 einen Drucksensor 22D enthalten, der den Druck P erfasst.

[0018] Die Betriebszustandsdaten OD können auch die Spannung E einer Batterie für den Betrieb der Steuerung 24 oder des Rotationserkennungssensors 22A enthalten. In diesem Fall kann der Sensor 22

einen Spannungssensor 22E enthalten, der die Spannung E erfasst. Die Betriebszustandsdaten OD können auch eine auf den Roboter 20 einwirkende externe Kraft F enthalten. In diesem Fall kann der Sensor 22 einen Kraftsensor 22F enthalten, der die externe Kraft F erfasst.

[0019] Darüber hinaus kann der Sensor 22 einen Bildsensor 22G umfassen, der an einer bekannten Position in Bezug auf den Roboter 20 angeordnet ist, und der Bildsensor 22G kann die Bilddaten-ID des Werkstücks als Betriebszustandsdaten OD erfassen und die Bilddaten-ID an die Steuerung 24 liefern. In diesem Fall kann der Vision Sensor 22G der Steuerung 24 Bestimmungsinformationen zur Verfügung stellen, um zu bestimmen, ob die Bilddaten-ID des Werkstücks zusammen mit der Bilddaten-ID angemessen erfasst wurde oder nicht.

[0020] Auf diese Weise umfasst der Sensor 22 mindestens einen der Sensoren 22A, 22B, 22C, 22D, 22E und 22F und erfasst mindestens einen Teil der Betriebszustandsdaten OD (die Rotationsposition P_m , die Rotationsgeschwindigkeit V_m , die Rotationsbeschleunigung a_m , den Stromwert I , das Lastmoment τ , die Position P_c , die Geschwindigkeit V_c , die Beschleunigung a_c , den Druck P , die Spannung E , die externe Kraft F und die Bilddaten ID). Beachten Sie, dass die Betriebszustandsdaten OD nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt sind und jede andere Art von Daten umfassen können, und der Sensor 22 kann so konfiguriert sein, dass er solche Daten erfasst.

[0021] Die Steuerung 24 ist außerhalb des Roboters 20 (oder innerhalb des geführten Fahrzeugs 26) installiert und steuert den Betrieb des Roboters 20. Wie in **Fig. 1** dargestellt, handelt es sich bei der Steuerung 24 um einen Computer mit einem Prozessor 42, einem Speicher 44, einer E/A-Schnittstelle 46, einer Eingabevorrichtung 48, einer Anzeigevorrichtung 50 und dergleichen. Der Prozessor 42 umfasst eine CPU, eine GPU oder ähnliches und ist über einen Bus 52 kommunikativ mit dem Speicher 44, der E/A-Schnittstelle 46, der Eingabevorrichtung 48 und der Anzeigevorrichtung 50 verbunden.

[0022] Der Speicher 44 umfasst ein RAM, ein ROM oder ähnliches und speichert vorübergehend oder dauerhaft verschiedene Arten von Daten, die bei der vom Prozessor 42 ausgeführten arithmetischen Verarbeitung verwendet werden, sowie verschiedene Arten von Daten, die während der arithmetischen Verarbeitung erzeugt werden. Die E/A-Schnittstelle 46 umfasst beispielsweise einen Ethernet-Anschluss (eingetragenes Warenzeichen), einen USB-Anschluss, einen Glasfaseranschluss oder einen HDMI-Anschluss (eingetragenes Warenzeichen) und kommuniziert auf Befehl des Prozessors 42 drahtgebunden oder drahtlos Daten mit der exter-

nen Vorrichtung. In der vorliegenden Ausführungsform ist die E/A-Schnittstelle 46 mit dem Kommunikationsnetzwerk 18, dem Sensor 22 und dem Servomotor 40 verbunden.

[0023] Die Eingabevorrichtung 48 umfasst eine Tastatur, eine Maus, ein Touchpanel oder ähnliches und empfängt eine Eingabe von Daten von einem Bediener. Die Anzeigevorrichtung 50 umfasst eine Flüssigkristallanzeige, eine organische EL-Anzeige oder Ähnliches und zeigt verschiedene Arten von Daten an. Die Eingabevorrichtung 48 und die Anzeigevorrichtung 50 können als von einem Gehäuse der Steuerung 24 getrennte Elemente vorgesehen sein oder in das Gehäuse der Steuerung 24 integriert werden.

[0024] Der Prozessor 42 erfasst vom Sensor 22 die Betriebszustandsdaten OD (die Drehposition P_m , die Drehzahl V_m , die Drehbeschleunigung a_m , den Stromwert I , das Lastmoment τ , die Position P_c , die Drehzahl V_c , die Beschleunigung a_c , den Druck P , die Spannung E , die äußere Kraft F , die Bilddaten ID u.ä.) und überträgt die erfassten Betriebszustandsdaten OD kontinuierlich (z.B. periodisch) über das Kommunikationsnetzwerk 18 an die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14.

[0025] Die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14 ist ein Computer mit einem Prozessor 62, einem Speicher 64, einer E/A-Schnittstelle 66, einer Eingabevorrichtung 68, einer Anzeigevorrichtung 70 und dergleichen. Es ist zu beachten, dass die Konfigurationen des Prozessors 62, des Speichers 64, der E/A-Schnittstelle 66, der Eingabevorrichtung 68 und der Anzeigevorrichtung 70 die gleichen sind wie die des Prozessors 42, des Speichers 44, der E/A-Schnittstelle 46, der Eingabevorrichtung 48 und der Anzeigevorrichtung 50, die oben beschrieben wurden, so dass überlappende Beschreibungen weggelassen werden.

[0026] Der Prozessor 62 ist kommunikativ mit dem Speicher 64, der E/A-Schnittstelle 66, der Eingabevorrichtung 68 und der Anzeigevorrichtung 70 über einen Bus 72 verbunden. Die E/A-Schnittstelle 66 ist mit dem Kommunikationsnetzwerk 18 verbunden, und der Prozessor 62 erfasst die Betriebszustandsdaten OD von der Steuerung 24 über das Kommunikationsnetzwerk 18 und speichert die Betriebszustandsdaten OD in dem Speicher 64.

[0027] Der Prozessor 62 erkennt die Auffälligkeit AB des Robotersystems 12 auf der Grundlage der erfassten Betriebszustandsdaten OD. Beispielsweise stellt der Prozessor 62 fest, ob sich die Betriebszustandsdaten OD von einer vorgegebenen Referenz unterscheiden oder nicht. Insbesondere bestimmt der Prozessor 62, ob der Wert der Betriebszustandsdaten OD (die Drehposition P_m ,

die Drehgeschwindigkeit V_m , die Drehbeschleunigung a_m , der Stromwert I , das Lastmoment τ , die Position P_c , die Geschwindigkeit V_c , die Beschleunigung a_c , der Druck P oder die Spannung E), die von dem Sensor 22 erfasst wurden, einen vorbestimmten Referenzwert β überschreitet oder nicht ($OD > \beta$ oder $OD < \beta$) und stellt fest, dass sich die Betriebszustandsdaten OD von der Referenz unterscheiden, wenn der Wert der Betriebszustandsdaten OD den Referenzwert β überschreitet.

[0028] Wenn es sich bei dem Endeffektor 38 beispielsweise um eine Roboterhand mit einem Saugnapf handelt, kann durch Überwachung des vom Drucksensor 22D erfassten Drucks P festgestellt werden, ob der Endeffektor 38 das Werkstück mit dem Saugnapf angemessen ergreift oder nicht. Wenn der Druck P über den Referenzwert β_P ($P > \beta_P$) ansteigt oder unter den Referenzwert β_P ($P < \beta_P$) abfällt, kann der Prozessor 62 erkennen, dass am Endeffektor 38 eine Auffälligkeit AB_1 aufgetreten ist, die auf eine Fehlfunktion des Greifens hinweist. Wenn die vom Spannungssensor 22E erfasste Spannung E unter den Referenzwert β_E ($E < \beta_E$) abfällt, kann der Prozessor 62 erkennen, dass eine Auffälligkeit AB_2 , die auf einen Spannungsabfall an der Batterie der Steuerung 24 oder des Rotationserkennungssensors 22A hinweist, aufgetreten ist.

[0029] Wenn die vom Kraftsensor 22F erfasste äußere Kraft F den Referenzwert β_{F_1} überschreitet ($F < \beta_{F_1}$ oder $F > \beta_{F_1}$), kann der Prozessor 62 außerdem eine Auffälligkeit AB_3 erkennen, die eine Fehlfunktion (d.h. einen Ausfall) des Kraftsensors 22F anzeigt, oder eine Auffälligkeit AB_4 , die eine Kollision des Roboters 20 mit einem umgebenden Objekt (oder dem Bediener A_1) anzeigt.

[0030] Beim Erfassen der vom Sensor 22G als Betriebszustandsdaten OD erfassten Bilddaten-ID kann der Prozessor 62 unter Bezugnahme auf die in den Bilddaten-ID enthaltenen Bestimmungsinformationen feststellen, dass sich die Betriebszustandsdaten OD (Bilddaten-ID) von der Referenz unterscheiden, wenn die Bestimmungsinformationen darauf hinweisen, dass die Bilddaten-ID nicht ordnungsgemäß erfasst wurde. Infolgedessen kann der Prozessor 62 feststellen, dass eine Auffälligkeit AB_5 , die einen Bildfehler anzeigt, im Vision Sensor 22G aufgetreten ist.

[0031] Wenn die Bestimmungsinformation nicht in der Bilddaten-ID enthalten ist, kann der Prozessor 62 alternativ auf der Grundlage der Bilddaten-ID bestimmen, ob sich die Bilddaten-ID von der Referenz unterscheidet oder nicht. Insbesondere veranlasst die Steuerung 24 des Robotersystems 12 den Vision-Sensor 22G, eine Markierung abzubilden, die sich an einer bekannten Position in Bezug auf den

Roboter 20 befindet, während der Roboter 20 Arbeiten ausführt.

[0032] Der Prozessor 62 erfasst die Bilddaten-ID der abgebildeten Markierung vom Robotersystem 12 und erfasst die Position der Markierung in der Bilddaten-ID. Wenn die Position des Markers von einem vorgegebenen Referenzpunkt abweicht, kann festgestellt werden, dass sich die Bilddaten-ID von der Referenz unterscheidet. Auf diese Weise kann der Prozessor 62 auf der Grundlage der Bilddaten-ID erkennen, dass die Auffälligkeit AB_5 , die auf eine Bildstörung hinweist, im Vision Sensor 22G aufgetreten ist.

[0033] Ein weiteres Beispiel: Der Prozessor 62 kann die Auffälligkeit AB des Robotersystems 12 mit Hilfe eines Lernmodells LM erkennen, das durch maschinelles Lernen erstellt wurde. Das Lernmodell LM zeigt eine Korrelation zwischen den Betriebszustandsdaten OD (z. B. dem Druck P) und der Auffälligkeit AB im Robotersystem 12 an (z. B. die Auffälligkeit AB_1 , die ein Versagen des Greifens am Endeffektor 38 anzeigt). Das Lernmodell LM kann beispielsweise dadurch erstellt werden, dass einer maschinellen Lernvorrichtung wiederholt ein Lerndatensatz DS_1 zur Verfügung gestellt wird, der die Betriebszustandsdaten OD und Bestimmungsdaten enthält, die das Vorhandensein oder Fehlen der Auffälligkeit AB anzeigen (z. B. überwachtes Lernen).

[0034] Der Prozessor 62 gibt die Betriebszustandsdaten OD , die kontinuierlich vom Robotersystem 12 erfasst werden, sequentiell in das Lernmodell LM ein. Wenn eine Auffälligkeit AB auftritt, die eine hohe Korrelation mit einer Änderung der Betriebszustandsdaten OD aufweist, die in einem vorgegebenen Zeitraum eingegeben werden, spezifiziert das Lernmodell LM die Auffälligkeit AB und gibt sie aus.

[0035] Auf diese Weise kann der Prozessor 62 die Auffälligkeit AB im Robotersystem 12 auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD und des Lernmodells LM erkennen. Unter Verwendung des Lernmodells LM kann der Prozessor 62 vorhersagen, dass eine Komponente (z. B. der Servomotor 40 oder der Sensor 22) des Robotersystems 12 aufgrund der Auffälligkeit AB ausfallen wird. Beachten Sie, dass der Prozessor 62 so konfiguriert sein kann, dass er die Funktion der oben beschriebenen maschinellen Lernvorrichtung ausführt.

[0036] Wie oben beschrieben, fungiert der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform als Auffälligkeitserfassungseinheit 74 (Fig. 1), die die Auffälligkeit AB auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD feststellt. In der vorliegenden Ausführungsform speichert der Speicher 64 eine Vielzahl von Methoden PR zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten AB , die

im Robotersystem 12 auftreten können, in Verbindung mit Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI zur Spezifizierung der Auffälligkeiten AB.

[0037] Zu den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI gehören beispielsweise Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1, die den verschiedenen Arten von Auffälligkeiten AB (z. B. den Auffälligkeiten AB1, AB2, AB3, AB4, ...) individuell zugeordnet sind. Die Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 bestehen aus einer Vielzahl von Zeichenketten (sog. Fehlercodes) und sind eindeutig den verschiedenen Arten von Auffälligkeiten AB zugeordnet.

[0038] Zum Beispiel ist der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 mit der Zeichenkette „AB001“ der Auffälligkeit AB1 zugeordnet, die einen Greiffehler des Endeffektors 38 anzeigt, der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 mit der Zeichenkette „AB002“ ist der Auffälligkeit AB2 zugeordnet, die einen Spannungsabfall der Batterie anzeigt, der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 mit der Zeichenkette „AB003“ ist der Auffälligkeit AB3 zugeordnet, die eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F anzeigt, der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 mit der Zeichenkette „AB004“ ist der Auffälligkeit AB4 zugeordnet, die eine Kollision zwischen dem Roboter 20 und dem umgebenden Objekt anzeigt, und der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 mit der Zeichenkette „AB005“ ist der Auffälligkeit AB5 zugeordnet, die einen Abbildungsfehler des Vision-Sensors 22G anzeigt.

[0039] Andererseits werden die Methoden PR zur Handhabung der verschiedenen Arten von Auffälligkeiten AB für die jeweiligen Auffälligkeiten AB im Voraus vorbereitet. Zum Beispiel enthält jede Methode PR Bilddaten aus Text zur Beschreibung der Methode PR mit Worten oder Stand- oder Bewegtbilddaten, die einen Vorgang darstellen, bei dem der Bediener A1 die Methode PR durchführt, und die Methode, bei der der Bediener A1 die Auffälligkeit AB behandelt, wird mit Text, Standbildern oder Bewegtbildern beschrieben. Zum Beispiel enthält eine Methode PR1 zur Handhabung der Auffälligkeit AB1, die ein Versagen des Greifens des Endeffektors 38 mit einem Saugnapf anzeigt, Bilddaten zur Beschreibung eines Verfahrens zur Überprüfung des Saugnapfs oder eines Luftventils, das einen Unterdruck am Saugnapf erzeugt.

[0040] Eine Prozedur PR2 zur Handhabung der Auffälligkeit AB2, die einen Spannungsabfall der Batterie anzeigt, enthält Bilddaten zur Beschreibung einer Methode zum Ersetzen der Batterie. Eine Prozedur PR4 zur Handhabung der Auffälligkeit AB4, die eine Kollision des Roboters 20 mit dem umgebenden Objekt anzeigt, umfasst Bilddaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins der Kollision. Eine Methode PR5 zur Handhabung der Auffälligkeit

AB5, die einen Abbildungsfehler des Vision-Sensors 22G anzeigt, umfasst Bilddaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung der Installationsposition des Vision-Sensors 22G, zur Überprüfung eines Elements (z.B. einer Linse) des Vision-Sensors 22G und zur Durchführung der Kalibrierung des Vision-Sensors 22G.

[0041] Der Speicher 64 speichert die Methoden PR (z.B. die Methoden PR1, PR2, ...) und die Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI (z.B. die Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 von „AB001“, „AB002“, „AB003“, ...) in Verbindung miteinander. Ein Bediener A2 der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 (z.B. ein Konstrukteur der Arbeitslinie) bedient die Eingabevorrichtung 68, um die mehreren Methoden PR (z.B. die Methode PR1) und die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (z.B. den Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 von „AB001“) in Verbindung mit den Methoden PR einzugeben.

[0042] Der Prozessor 62 erhält eine Eingabe der Methoden PR und der Auffälligkeit spezifizierenden Information SI über die Eingabevorrichtung 68. Folglich fungiert der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform als Eingabeempfangseinheit 76 (Fig. 1), die die Eingabe der Methoden PR und der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI empfängt. Der Speicher 64 speichert die vom Prozessor 62 empfangenen Methoden PR und die Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI in Verbindung miteinander. Auf diese Weise werden die Methoden PR und die Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI (insbesondere die Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1) im Speicher 64 im Voraus gespeichert.

[0043] Wenn der Prozessor 62 als Auffälligkeitserfassungseinheit 74 arbeitet, um die Auffälligkeit AB zu erkennen, erfasst er die Auffälligkeit spezifizierende Information SI zur Spezifizierung der Auffälligkeit AB. Beispielsweise speichert der Speicher 64 ferner eine Datentabelle DT1, in der die Art der Auffälligkeit AB (z.B. die Auffälligkeit AB1, die einen Greiffehler anzeigt) und der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 (z.B. „AB001“), der der Auffälligkeit AB zugeordnet ist, in Verbindung miteinander gespeichert sind. Der Prozessor 62 erfasst den Auffälligkeitsidentifikationscode SI1, der der erkannten Auffälligkeit AB zugeordnet ist, als Auffälligkeit spezifizierende Information SI unter Bezugnahme auf die Datentabelle DT1.

[0044] Als weiteres Beispiel kann der Prozessor 62 die Auffälligkeit AB auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD unter Verwendung des oben beschriebenen Lernmodells LM bestimmen und auch den Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 erfassen, der der Auffälligkeit AB zugeordnet ist. Das Lernmodell LM kann in diesem Fall konstruiert werden, indem der maschinellen Lernvorrichtung wie-

derholt ein Lerndatensatz DS2 zur Verfügung gestellt wird, der die Betriebszustandsdaten OD, die Bestimmungsdaten, die das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Auffälligkeit AB anzeigen, und den der Auffälligkeit AB zugeordneten Auffälligkeitsidentifikationscode S11 enthält.

[0045] Der Prozessor 62 gibt die vom Robotersystem 12 erfassten Betriebszustandsdaten OD sequentiell in das Lernmodell LM ein, und das Lernmodell LM gibt zusammen mit der angegebenen Auffälligkeit AB den der Auffälligkeit AB zugeordneten Auffälligkeitsidentifikationscode S11 aus. Auf diese Weise kann der Prozessor 62 die Auffälligkeit AB im Robotersystem 12 und den Auffälligkeitsidentifikationscode S11 aus den Betriebszustandsdaten OD ermitteln. In der vorliegenden Ausführungsform fungiert der Prozessor 62 also als Datenerfassungseinheit 78 (**Fig. 1**), die die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (insbesondere den Auffälligkeitsidentifikationscode S11) der erkannten Auffälligkeit AB erfasst.

[0046] Als nächstes erfasst der Prozessor 62 die Methode PR, die der erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Information SI entspricht, aus der Vielzahl der im Speicher 64 gespeicherten Methoden PR. Wenn der Prozessor 62 beispielsweise die Auffälligkeit AB1 feststellt, die ein Fehlverhalten beim Greifen anzeigt, und als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Auffälligkeitsidentifikationscode S11 „AB001“ erfasst, der der Auffälligkeit AB 1 zugeordnet ist, sucht und erfasst der Prozessor 62 die Bilddaten der Methode PR1, die dem Auffälligkeitsidentifikationscode S11 „AB001“ zugeordnet ist, aus der Vielzahl der im Speicher 64 gespeicherten Methoden PR_n (n = 1, 2, 3, ...). In der vorliegenden Ausführungsform fungiert der Prozessor 62 also als Methodenerfassungseinheit 80 (**Fig. 1**), die die Methode PR entsprechend der erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Information SI erfasst.

[0047] Der Prozessor 62 liefert dann die Bilddaten der erfassten Methode PR über den Bus 72 an die Anzeigevorrichtung 70 und veranlasst die Anzeigevorrichtung 70, die Methode PR als Bild anzuzeigen. Der Prozessor 62 überträgt die Bilddaten der erfassten Methode PR über die E/A-Schnittstelle 66 an das Kommunikationsnetzwerk 18 und liefert die Bilddaten über das Kommunikationsnetzwerk an die Steuerung 24. Der Prozessor 42 der Steuerung 24 erfasst die Bilddaten der Methode PR über die E/A-Schnittstelle 46 und zeigt die Methode PR als Bild auf der Anzeigevorrichtung 50 an.

[0048] Auf diese Weise fungiert der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform als Anzeigesteuereinheit 82 (**Fig. 1**), die die Anzeigevorrichtungen 50 und 70 veranlasst, die erfasste Methode PR als Bild anzuzeigen. Es ist zu beachten, dass der

Prozessor 62 als Anzeigesteuereinheit 82 fungieren kann, um eine Anzeigevorrichtung (nicht dargestellt), die an der Arbeitslinie vorgesehen ist, anstelle der Anzeigevorrichtung 50 (oder zusätzlich zu dieser) zur Anzeige der erfassten Methode PR zu veranlassen.

[0049] Wie oben beschrieben, speichert der Speicher 64 in der vorliegenden Ausführungsform die Vielzahl von Methoden PR in Verbindung mit den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI, und der Prozessor 42 fungiert als Auffälligkeitserfassungseinheit 74, Eingabeempfangseinheit 76, Datenerfassungseinheit 78, Methodenerfassungseinheit 80 und Anzeigesteuereinheit 82, um die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB im Robotersystem 12 bereitzustellen.

[0050] So bilden der Speicher 64 und der Prozessor 42 (die Auffälligkeitserfassungseinheit 74, die Eingabeempfangseinheit 76, die Datenerfassungseinheit 78, die Methodenerfassungseinheit 80 und die Anzeigesteuereinheit 82) eine Auffälligkeitsverarbeitungsvorrichtung 90 (**Fig. 1**), die die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB bereitstellt. Auf diese Weise ist die Auffälligkeitsverarbeitungsvorrichtung 90 in der vorliegenden Ausführungsform in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 installiert.

[0051] In der Auffälligkeitsverarbeitungsvorrichtung 90 speichert der Speicher 64 die Vielzahl von Methoden PR in Verbindung mit der Auffälligkeit spezifizierenden Information SI, die Auffälligkeitserfassungseinheit 74 erkennt die Auffälligkeit AB auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD, und die Datenerfassungseinheit 78 erfasst die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (insbesondere, die Datenerfassungseinheit 78 die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (insbesondere den Auffälligkeitsidentifikationscode S11) der von der Auffälligkeitserfassungseinheit 74 erfassten Auffälligkeit AB erfasst, und die Prozedur PR, die der von der Datenerfassungseinheit 78 erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Information SI entspricht, aus der Vielzahl der in dem Speicher 64 gespeicherten Prozeduren PR erfasst wird. Gemäß dieser Konfiguration ist es möglich, die Methoden PR zur Handhabung der verschiedenen Auffälligkeiten AB, die im Robotersystem 12 auftreten können, automatisch zu erfassen und bereitzustellen. So ist es möglich, die verschiedenen Auffälligkeiten AB angemessen und einfach zu handhaben.

[0052] In der Auffälligkeitsverarbeitungsvorrichtung 90 empfängt die Eingabeempfangseinheit 76 eine Eingabe der Methode PR und der Auffälligkeit spezifizierenden Information SI (Auffälligkeitsidentifikationscode S_n), und der Speicher 64 speichert die Methode PR und die Auffälligkeit spezifizierende

Information SI, die von der Eingabeempfangseinheit 76 empfangen wurden, in Zuordnung zueinander. Da der Bediener A2 die Methode PR und die Auffälligkeit spezifizierende Information SI frei eingeben kann, ist es gemäß dieser Konfiguration möglich, die Methode PR und die Auffälligkeit spezifizierende Information SI auf die neuesten Daten zu aktualisieren, indem die Methode PR und die Auffälligkeit spezifizierende Information SI nach Bedarf hinzugefügt, gelöscht oder bearbeitet werden.

[0053] In der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 90 enthält die Auffälligkeit spezifizierende Information SI die Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1, die den mehreren Arten von Auffälligkeiten AB individuell zugeordnet sind, und die Datenerfassungseinheit 78 erfasst den Auffälligkeitsidentifikationscode SI1, der der von der Auffälligkeitserfassungseinheit 74 erkannten Auffälligkeit AB zugeordnet ist, als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI. Gemäß dieser Konfiguration fungiert der Prozessor 62 als Methodenerfassungseinheit 80, um auf der Grundlage des Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 einfach und schnell nach der Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB suchen zu können.

[0054] In der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 90 veranlasst die Anzeigesteuereinheit 82 die Anzeigevorrichtungen 50 und 70, die von der Methodenerfassungseinheit 80 erfasste Methode PR als Bild anzuzeigen. Durch die visuelle Erkennung des Bildes der auf den Anzeigevorrichtungen 50 und 70 angezeigten Methode PR können der Bediener A1 der Arbeitslinie und der Bediener A2 der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB leicht verstehen. Der Bediener A1 kann dann auch ohne Expertenwissen die Auffälligkeit AB an der Arbeitslinie entsprechend der auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigten Methode PR angemessen behandeln.

[0055] Man beachte, dass der Prozessor 62 als Anzeigesteuereinheit 82 fungieren kann, um die von der Methodenerfassungseinheit 80 erfassten Bilddaten der Methode PR über das Kommunikationsnetzwerk 18 an die externe Vorrichtung 16 zu übertragen und eine Anzeigevorrichtung (nicht dargestellt) an der externen Vorrichtung 16 zu veranlassen, die Bilddaten anzuzeigen. In diesem Fall kann auch ein Bediener A3 der externen Vorrichtung 16 (z. B. ein Manager der Arbeitslinie) die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB leicht verstehen.

[0056] Beachten Sie, dass die Methode PR anstelle von (oder zusätzlich zu) den Bilddaten auch Tondaten zur Beschreibung der Methode PR mit Ton enthalten kann. In diesem Fall kann der Prozessor 62 die Tondaten der Methode PR über einen an der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 (oder der Steuerung 24) vorgesehenen Lautsprecher ausgeben.

Wenn die Methode PR nur Tondaten enthält, kann die Anzeigesteuereinheit in der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 90 weggelassen werden.

[0057] Die Eingabeempfangseinheit 76 kann bei der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 90 weggelassen werden. Beispielsweise können die Methode PR und die Auffälligkeit spezifizierende Information SI mit Hilfe der externen Vorrichtung 16 der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 90 vorbereitet und über das Kommunikationsnetzwerk 18 (oder einen externen Speicher) auf die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14 heruntergeladen werden.

[0058] Beachten Sie, dass die Bedienperson A1 den Roboter 20 je nach Art der Auffälligkeit AB von der Arbeitslinie trennen muss. Zum Beispiel kann die Auffälligkeit AB2, die einen Spannungsabfall der Batterie anzeigt, an der Arbeitslinie gehandhabt werden, indem die Bedienperson A1 die Batterie austauscht. Im Gegensatz dazu kann die Auffälligkeit AB3, die auf eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F hinweist, nicht von der Bedienperson A1 an der Arbeitslinie gehandhabt werden, da die Bedienperson A1 den Kraftsensor 22F nicht ersetzen kann.

[0059] In einem solchen Fall muss der mit dem Kraftsensor 22F ausgestattete Roboter 20 von der Arbeitslinie getrennt werden, um die Arbeit an der Arbeitslinie fortzusetzen. Daher umfasst eine Methode PR3 zur Handhabung der Auffälligkeit AB3, die eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F anzeigt, beispielsweise eine Methode PR3_1 zum Trennen des Roboters 20 von der Arbeitslinie und eine Methode PR3_2, um den Bediener A1 zu veranlassen, die vom Roboter 20 an der Arbeitslinie ausgeführte Arbeit manuell auszuführen.

[0060] Insbesondere kann die Prozedur PR3_1 zum Trennen des Roboters 20 Bilddaten mit Text enthalten, um mit Worten eine Methode zum Betrieb des geführten Fahrzeugs 26 zu beschreiben, um den Roboter 20 von der Arbeitslinie zu entfernen, oder stehende oder bewegte Bilddaten, die einen Vorgang darstellen, bei dem der Bediener A1 diese Methode durchführt. Die Methode PR3_1 zum Trennen des Roboters 20 kann Bilddaten oder Text enthalten, die mit Worten eine Methode zum Trennen der Kommunikationsverbindung zwischen der Steuerung 24 und einer Host-Steuerung (nicht dargestellt) der Steuerung 24 beschreiben, oder unbewegte oder bewegte Bilddaten, die einen Vorgang darstellen, bei dem der Bediener A1 diese Methode durchführt.

[0061] Andererseits kann die Prozedur PR3_2, die den Bediener A1 veranlasst, die Arbeit anstelle des Roboters 20 auszuführen, Bilddaten mit Text enthalten, die eine Methode (z. B. eine Methode zur Handhabung von Werkstücken) für die vom Bediener A1 anstelle des Roboters 20 an der Arbeitslinie nach

dem Abschalten des Roboters 20 auszuführende Arbeit mit Worten beschreiben, oder stehende oder bewegte Bilddaten, die einen Vorgang darstellen, bei dem der Bediener A1 diese Methode ausführt.

[0062] Beim Erkennen der Auffälligkeit AB3, die eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F anzeigt, fungiert der Prozessor 62 als Datenerfassungseinheit 78, um den Auffälligkeitsidentifikationscode S11 „AB003“ zu erfassen, der der Auffälligkeit AB3 zugeordnet ist, und er fungiert als Methodenerfassungseinheit 80, um die mit dem Auffälligkeitsidentifikationscode S11 „AB003“ verbundene Methode PR3 aus dem Speicher 64 zu suchen und zu erfassen. Der Prozessor 62 fungiert dann als Anzeigesteuerereinheit 82, um die Bilddaten der Methode PR3 an die Anzeigevorrichtungen 50 und 70 zu liefern und veranlasst die Anzeigevorrichtungen 50 und 70, nacheinander das Bild der Methode PR3_1 und das Bild der Methode PR3_2 anzuzeigen.

[0063] Gemäß dieser Konfiguration können die Bediener A1 und A2 zur Handhabung der Auffälligkeit AB3 die Methode PR3_1 zum Trennen des Roboters 20 von der Arbeitslinie und die Methode PR3_2 für die vom Bediener A1 anstelle des Roboters 20 auszuführenden Arbeiten nach dem Trennen leicht verstehen. Infolgedessen führt der Bediener A1 die Arbeit des Roboters 20 anstelle des Roboters 20 aus und ermöglicht so die Fortsetzung der Arbeit an der Arbeitslinie.

[0064] Es ist zu beachten, dass die Auffälligkeit AB, die die Methode PR3 zum Trennen des Roboters 20 und zur Durchführung der Arbeiten anstelle des Roboters 20 erfordert, eine andere Auffälligkeit als die Auffälligkeit AB3, die eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F anzeigt, umfassen kann. Beispielsweise kann es im Falle einer Auffälligkeit AB5', bei der die Auffälligkeit AB5, die einen Abbildungsfehler des Vision-Sensors 22G anzeigt, wiederholt auftritt, und der Auffälligkeit AB6, die einen Erfassungswert des Sensors 22 anzeigt (z.B. der Erfassungswert ist kontinuierlich Null), notwendig sein, die Methode PR3 bereitzustellen. Die Methode PR3 wird im Speicher 64 in Verbindung mit den Auffälligkeitsidentifikationscodes S11 (z. B. „AB003“, „AB005“ und „AB006“) gespeichert, die diesen Auffälligkeiten AB3, AB5', AB6 und dergleichen zugeordnet sind.

[0065] Als nächstes werden weitere Funktionen der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform fungiert der Prozessor 62 als Möglichkeitsbestimmungseinheit 84, als Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und als Kommunikationssteuereinheit 88, zusätzlich zu der oben beschriebenen Auffälligkeitserfassungseinheit 74, der Eingabeempfangseinheit 76, der Datenerfassungseinheit 78, der Methodenerfassungseinheit 80

und der Kommunikationssteuereinheit 82. Als Nächstes wird der Betriebsablauf der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben. Die in Fig. 4 dargestellte Verarbeitung beginnt, wenn der Prozessor 62 einen Betriebsstartbefehl von der Bedienperson A2, der Host-Steuerung oder dem Computerprogramm empfängt.

[0066] In Schritt S1 beginnt der Prozessor 62 mit dem Erfassen der Betriebszustandsdaten OD. Insbesondere beginnt der Prozessor 62, wie oben beschrieben, mit dem kontinuierlichen (z. B. periodischen) Erfassen der Betriebszustandsdaten OD von der Steuerung 24 über das Kommunikationsnetzwerk 18.

[0067] In Schritt S2 fungiert der Prozessor 62 als Auffälligkeitserfassungseinheit 74, um auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD durch das oben beschriebene Verfahren festzustellen, ob die Auffälligkeit AB erkannt wurde oder nicht. Wenn die Auffälligkeit AB erkannt wurde, bestimmt der Prozessor 62 JA und fährt mit Schritt S3 fort. Wurde die Auffälligkeit AB hingegen nicht erkannt, bestimmt der Prozessor 62 NEIN und fährt mit Schritt S5 fort.

[0068] In Schritt S3 bestimmt der Prozessor 62 auf der Grundlage der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI, ob der Roboter 20 von der Arbeitslinie getrennt werden muss oder nicht. Insbesondere fungiert der Prozessor 62 als Datenerfassungseinheit 78, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Auffälligkeitsidentifikationscode S11 der im letzten Schritt S2 erkannten Auffälligkeit AB zu erfassen.

[0069] Der Prozessor 62 stellt dann fest, ob der erfasste Auffälligkeitsidentifikationscode S11 einem Code SI1X entspricht, der eine Trennung des Roboters 20 von der Arbeitslinie erfordert oder nicht. Zum Beispiel werden die Auffälligkeitsidentifikationscodes S11 „AB003“, „AB005“ und „AB006“, die den oben beschriebenen Auffälligkeiten AB3, AB5' und AB6 zugeordnet sind, dem Code SI1X zugeordnet.

[0070] In Schritt S3 bestimmt der Prozessor 62 JA und geht zu Schritt S6 über, wenn der Auffälligkeitsidentifikationscode S11 (z. B. „AB003“, „AB005“ oder „AB006“), der dem Code SI1X zugeordnet ist, erfasst worden ist. Wurde hingegen der Code für die Auffälligkeit S11, der nicht dem Code SI1X zugeordnet ist, erfasst, so stellt der Prozessor 62 NEIN fest und fährt mit Schritt S4 fort.

[0071] In Schritt S4 fungiert der Prozessor 62 als Methodenerfassungseinheit 80, um durch das oben beschriebene Verfahren die Prozedur PR, die der Auffälligkeit spezifizierenden Information SI (insbesondere dem Auffälligkeitsidentifikationscode S11)

entspricht, die im letzten Schritt S3 aus der Vielzahl der im Speicher 64 gespeicherten Prozeduren PR erfasst wurde, zu erfassen. Der Prozessor 62 fungiert dann als Anzeigesteuereinheit 82, um die Anzeigevorrichtungen 50 und 70 (und die Anzeigevorrichtung der externen Vorrichtung 16) zu veranlassen, die erfasste Methode PR als ein Bild anzuzeigen.

[0072] In Schritt S5 stellt der Prozessor 62 fest, ob ein Befehl zur Beendigung des Vorgangs vom Bediener A2, der Steuerung oder dem Computerprogramm empfangen wurde oder nicht. Wenn der Befehl zum Beenden des Vorgangs empfangen wurde, bestimmt der Prozessor 62 JA und beendet die in Fig. 4 dargestellte Verarbeitung. Wurde der Befehl zur Beendigung des Vorgangs hingegen nicht empfangen, bestimmt der Prozessor 62 NEIN und kehrt zu Schritt S2 zurück.

[0073] Wurde hingegen in Schritt S3 JA festgestellt, bestimmt der Prozessor 62 in Schritt S6, ob die im letzten Schritt S2 festgestellte Auffälligkeit AB gehandhabt werden kann oder nicht. Hier gibt es Fälle, in denen der Bediener A1 den Roboter 20 nicht von der Arbeitslinie trennen kann (z. B. ein Fall, in dem der Bediener A1 das geführte Fahrzeug 26 nicht bedienen darf, oder ein Fall, in dem der Roboter 20 zunächst das geführte Fahrzeug 26 nicht enthält, an der Arbeitslinie befestigt ist und sich nicht bewegen kann).

[0074] Es gibt auch einen Fall, in dem der Bediener A1 die vom Roboter 20 ausgeführte Arbeit nicht anstelle des Roboters 20 ausführen kann (z. B. ein Fall, in dem der Roboter 20 eine Laserbearbeitung durchgeführt hat). In diesen Fällen kann der Bediener A1 nicht mit der festgestellten Auffälligkeit AB an der Arbeitslinie umgehen.

[0075] Daher erfasst der Prozessor 62 in Schritt S6 zusammen mit den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI die Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI, um zu bestimmen, ob die Auffälligkeit AB gehandhabt werden kann oder nicht, und bestimmt auf der Grundlage der Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI, ob die Auffälligkeit AB gehandhabt werden kann oder nicht. Die Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI umfassen beispielsweise einen Identifikationscode DI1 (eine Seriennummer des Herstellers, eine Modellnummer oder ähnliches) zur Identifizierung des Roboters 20 und eine Datentabelle DT2, in der ein Identifikationscode DI1X eines Roboters gespeichert ist, der nicht von der Arbeitslinie getrennt werden kann.

[0076] Ein weiteres Beispiel ist, dass die Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI einen Identifikationscode DI2 (z.B. einen Identifikationscode für Laserbearbeitung) zur Identifizierung der vom Robo-

ter 20 ausgeführten Arbeiten und eine Datentabelle DT3 umfassen, in der ein Identifikationscode DI2X von Arbeiten gespeichert ist, die der Bediener A1 nicht anstelle des Roboters 20 ausführen kann. Die Identifizierungscode DI1 und DI2 und die Datentabellen DT2 und DT3 werden im Voraus z. B. im Speicher 44 der Steuerung 24 gespeichert.

[0077] Der Prozessor 62 fungiert als Datenerfassungseinheit 78, um die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (Auffälligkeitsidentifikationscode SI1) der im letzten Schritt S2 erkannten Auffälligkeit AB zu erfassen und auch den Identifikationscode DI1 (oder DI2) und die Datentabelle DT2 (oder DT3) von der Steuerung 24 über das Kommunikationsnetzwerk 18 zu erfassen.

[0078] Der Prozessor 62 stellt dann fest, ob der erfasste Identifikationscode DI1 (oder DI2) dem in der Datentabelle DT2 (oder DT3) enthaltenen Identifikationscode DI1X (oder DI2X) entspricht oder nicht, stellt JA fest und geht zu Schritt S8 über, wenn der erfasste Identifikationscode übereinstimmt, und stellt NEIN fest und geht zu Schritt S7 über, wenn der erfasste Identifikationscode nicht übereinstimmt. Auf diese Weise fungiert der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform als Möglichkeitsbestimmungseinheit 84 (Fig. 3), die auf der Grundlage der Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI bestimmt, ob die Auffälligkeit AB gehandhabt werden kann oder nicht.

[0079] In Schritt S7 fungiert der Prozessor 62 als Methodenerfassungseinheit 80, um die Methode PR3 (insbesondere die Methoden PR3_1 und PR3_2) zum Trennen des Roboters 20 und zum Ausführen der Arbeit anstelle des Roboters 20 zu erfassen, die der Auffälligkeit spezifizierenden Information SI (z. B. dem Auffälligkeitsidentifikationscode SI1 von „AB003“, „AB005“ oder „AB006“) entspricht, die im letzten Schritt S3 erfasst wurde.

[0080] Der Prozessor 62 fungiert dann als Anzeigesteuereinheit 82, um die Anzeigevorrichtungen 50 und 70 (und die Anzeigevorrichtung der externen Vorrichtung 16) zu veranlassen, die erfasste Methode PR3 als Bild anzuzeigen. Infolgedessen kann der Bediener A1 der Arbeitslinie die Methode PR3_1 zum Trennen des Roboters 20 von der Arbeitslinie und die Methode PR3_2 zur Durchführung der Arbeiten anstelle des Roboters 20 nach dem Trennen des Roboters 20 leicht verstehen und diese Methoden PR3_1 und PR3_2 an der Arbeitslinie ohne Expertenwissen durchführen.

[0081] In Schritt S8 erzeugt der Prozessor 62 Benachrichtigungsdaten ND, um mitzuteilen, dass die im letzten Schritt S2 festgestellte Auffälligkeit AB nicht gehandhabt werden kann, und überträgt die Benachrichtigungsdaten ND an die externe Vor-

richtung 16. Konkret erzeugt der Prozessor 62 beispielsweise Benachrichtigungsdaten ND, die eine Warnung „Eine Auffälligkeit, die im Robotersystem nicht gehandhabt werden kann“ als Bilddaten oder Tondaten darstellen. Wenn in der vorliegenden Ausführungsform in Schritt S6 festgestellt wird, dass die Auffälligkeit AB nicht gehandhabt werden kann (d. h. JA), fungiert der Prozessor 62 als Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 (Fig. 3), die die Benachrichtigungsdaten ND erzeugt.

[0082] Der Prozessor 62 überträgt dann die erzeugten Benachrichtigungsdaten ND über das Kommunikationsnetzwerk 18 an die externe Vorrichtung 16, die zuvor im Speicher 64 als Übertragungsziel registriert wurde. Es ist zu beachten, dass der Prozessor 62 die Benachrichtigungsdaten ND in Form einer E-Mail an die externe Vorrichtung 16 übermitteln kann.

[0083] Dementsprechend kann der Bediener A3 der externen Vorrichtung 16 (z. B. ein Manager der Arbeitslinie) leicht erkennen, dass die Auffälligkeit AB nicht im Robotersystem 12 gehandhabt werden kann. Auf diese Weise fungiert der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform als Kommunikationssteuereinheit 88 (Fig. 3), die die erzeugten Benachrichtigungsdaten ND an die externe Vorrichtung 16 überträgt. Nach Durchführung von Schritt S8 beendet der Prozessor 62 die in Fig. 4 dargestellte Verarbeitung.

[0084] Wie oben beschrieben, fungiert der Prozessor 42 in der vorliegenden Ausführungsform als Auffälligkeitserfassungseinheit 74, Eingabeempfangseinheit 76, Datenerfassungseinheit 78, Methodenerfassungseinheit 80, Anzeigesteuereinheit 82, Möglichkeitsbestimmungseinheit 84, Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und Kommunikationssteuereinheit 88 zur Bereitstellung der im Speicher 64 gespeicherten Methoden PR.

[0085] So bilden der Speicher 64 und der Prozessor 42 (die Auffälligkeitserfassungseinheit 74, die Eingabeempfangseinheit 76, die Datenerfassungseinheit 78, die Methodenerfassungseinheit 80, die Eingabeempfangseinheit 82, die Möglichkeitsbestimmungseinheit 84, die Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und die Kommunikationssteuereinheit 88) eine Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 100 (Fig. 1), die die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB bereitstellt. Auf diese Weise ist die Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 100 in der vorliegenden Ausführungsform in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 installiert.

[0086] In der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 100 erfasst die Datenerfassungseinheit 78 die Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI zusammen mit den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI, die Möglichkeitsbestimmungseinheit 84 bestimmt

auf der Grundlage der Möglichkeitsbestimmungsinformationen DI, ob die Auffälligkeit AB behandelt werden kann oder nicht, und wenn die Möglichkeitsbestimmungseinheit 84 bestimmt, dass die Auffälligkeit AB nicht behandelt werden kann, erzeugt die Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 die Benachrichtigungsdaten ND zur Bereitstellung dieser Benachrichtigung. Gemäß dieser Konfiguration kann, wenn die Auffälligkeit AB, die vom Bediener A1 an der Arbeitslinie nicht gehandhabt werden kann, im Robotersystem 12 aufgetreten ist, diese Meldung automatisch bereitgestellt werden.

[0087] In der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 100 überträgt die Kommunikationssteuereinheit 88 die von der Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 erzeugten Benachrichtigungsdaten ND an die externe Vorrichtung 16 der Auffälligkeitsverarbeitungsanlage 100. Gemäß dieser Konfiguration ist es möglich, den Bediener A3 der externen Vorrichtung 16 (z.B. einen Manager der Arbeitslinie) automatisch zu benachrichtigen, dass die Auffälligkeit AB, die nicht gehandhabt werden kann, aufgetreten ist.

[0088] Beachten Sie, dass der Prozessor 62 im oben beschriebenen Schritt S4 die Methode PR schrittweise als Reaktion auf Eingabedaten IP vom Bediener bereitstellen kann. Beispielsweise umfasst die Methode PR5 zur Handhabung der Auffälligkeit AB5, die einen Abbildungsfehler des Sensors 22G anzeigt, eine Methode PR5_1 zur Überprüfung der Installationsposition (oder eines Elements) des Sensors 22G und eine Methode PR5_2 zur Durchführung der Kalibrierung des Sensors 22G.

[0089] In diesem Fall erfasst der Prozessor 62 in Schritt S4 zunächst die Methode PR5_1 und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50, die Methode PR5_1 anzuzeigen. Zu diesem Zeitpunkt veranlasst der Prozessor 62 die Anzeigevorrichtung 50, ein Eingabebild für die Eingabe des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Abweichung in der Installationsposition des Vision-Sensors 22G anzuzeigen. Der Bediener A1 prüft das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Abweichung in der Einbauposition des Sensors 22G gemäß der Methode PR5_1 und betätigt, wenn die Abweichung beseitigt ist, die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP1 einzugeben, die anzeigen, dass die Auffälligkeit AB5 behandelt wurde.

[0090] Wenn hingegen keine Abweichung in der Einbauposition des Vision-Sensors 22G vorliegt, betätigt die Bedienperson A1 die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP2 einzugeben, die anzeigen, dass keine Abweichung vorliegt. Beim Empfang der Eingabedaten IP1 von der Steuerung

24 beendet der Prozessor 62 den Schritt S4. Andererseits, wenn er die Eingabedaten IP2 von der Steuerung 24 empfängt, erwirbt der Prozessor 62 die Methode PR5_2 zur Durchführung der Kalibrierung und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50, die Methode PR5_2 anzuzeigen. Die schrittweise Bereitstellung der Methode PR in Schritt S4 ermöglicht es dem Bediener A1, geeignete Maßnahmen in Abhängigkeit von der Situation des Robotersystems 12 zu ergreifen.

[0091] Im Folgenden werden weitere Funktionen der in Fig. 3 dargestellten vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschrieben. Beachten Sie, dass in der in Fig. 5 dargestellten Verarbeitung ähnliche Prozesse wie in der in Fig. 4 dargestellten Verarbeitung mit identischen Schrittnummern versehen sind, so dass sich überschneidende Beschreibungen weggelassen werden. Nach Beginn der in Fig. 5 dargestellten Verarbeitung führt der Prozessor 62 die Schritte S1 bis S4 wie in der Verarbeitung von Fig. 4 durch.

[0092] Nach Schritt S4 bestimmt der Prozessor 62 in Schritt S3' auf der Grundlage der Eingabedaten IP des Bedieners A1, ob der Roboter 20 von der Arbeitslinie getrennt werden muss oder nicht. Selbst wenn die Methode PR zur Handhabung der Auffälligkeit AB dem Bediener A1 in Schritt S4 zur Verfügung gestellt wird und der Bediener A1 die Methode PR durchführt, gibt es Fälle, in denen die Auffälligkeit AB nicht gehandhabt werden kann.

[0093] Als Beispiel wird angenommen, dass der Prozessor 62 in Schritt S2 erkennt, dass die vom Kraftsensor 22F erfasste äußere Kraft F über den Referenzwert β_{F2} ($F > \beta_{E2}$) ansteigt, wodurch die Auffälligkeit AB4 erkannt wird, bei der der Roboter 20 mit dem umgebenden Objekt kollidiert. In diesem Fall bestimmt der Prozessor 62 in Schritt S3 NO, und in Schritt S4 erfasst der Prozessor 62 die Methode PR4 zur Handhabung der Auffälligkeit AB4 (d.h. Bilddaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Kollision) und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50 der Steuerung 24, die Methode PR4 anzuzeigen.

[0094] Gleichzeitig liefert der Prozessor 62 der Steuerung 24 ein Eingabebild zur Eingabe des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Kollision zwischen dem Roboter 20 und dem umgebenden Umweltobjekt und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50, das Eingabebild anzuzeigen. Ein Bediener A prüft das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Kollision zwischen dem Roboter 20 und dem umgebenden Umgebungsobjekt gemäß der Methode PR4, und wenn eine solche Kollision vorliegt, ergreift der Bediener A eine Maßnahme zur Lösung der Kollision, wie z.B. das Entfer-

nen des umgebenden Umgebungsobjekts. Dies ermöglicht die Handhabung der Auffälligkeit AB4. In diesem Fall betätigt der Bediener A die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP1 einzugeben, die anzeigen, dass eine Kollision mit dem umgebenden Umgebungsobjekt stattgefunden hat.

[0095] Andererseits, wenn der Bediener A das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Kollision zwischen dem Roboter 20 und dem umgebenden Objekt gemäß der Methode PR4 prüft und als Ergebnis keine solche Kollision vorliegt, kann die Auffälligkeit, bei der die äußere Kraft F über den Referenzwert β_{F2} hinaus ansteigt, durch die Auffälligkeit AB3 verursacht werden, die eine Fehlfunktion des Kraftsensors 22F anzeigt, die vom Bediener A nicht gehandhabt werden kann. In diesem Fall betätigt der Bediener A die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP2 einzugeben, die anzeigen, dass keine Kollision mit dem umgebenden Objekt stattgefunden hat.

[0096] Als weiteres Beispiel wird angenommen, dass der Prozessor 62 in Schritt S2 die Auffälligkeit AB5 feststellt, die einen Abbildungsfehler des Bildsensors 22G anzeigt. In diesem Fall stellt der Prozessor 62 in Schritt S3 NEIN fest, und in Schritt S4 erfasst der Prozessor 62 die Methode PR5 zur Handhabung der Auffälligkeit AB5 (d.h. Bilddaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung des Vision-Sensors 22G und zur Durchführung einer Kalibrierung) und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50 der Steuerung 24, die Methode PR5 anzuzeigen.

[0097] Gleichzeitig liefert der Prozessor 62 der Steuerung 24 ein Eingabebild zur Eingabe, ob die Auffälligkeit AB5 beseitigt ist oder nicht, und veranlasst die Anzeigevorrichtung 50, das Eingabebild anzuzeigen. Der Bediener A ergreift die notwendigen Maßnahmen, wie z. B. die Kalibrierung nach der Methode PR5. Wenn die Auffälligkeit AB5 beseitigt ist, betätigt die Bedienperson A die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP1 einzugeben, die anzeigen, dass die Auffälligkeit AB5 beseitigt ist.

[0098] Wenn andererseits die Bedienperson A1 Maßnahmen gemäß der Methode PR5 ergreift, aber die Auffälligkeit AB5 nicht beseitigen kann, wird festgestellt, dass die Auffälligkeit AB5', die von der Bedienperson A nicht behandelt werden kann, aufgetreten ist. In diesem Fall betätigt der Bediener A1 die Eingabevorrichtung 48, um in das auf der Anzeigevorrichtung 50 angezeigte Eingabebild Eingabedaten IP2 einzugeben, die anzeigen, dass die Auffälligkeit AB5 nicht behoben ist. Der Prozessor 42 der Steuerung 24 überträgt die vom Bediener A1 wie

oben beschrieben eingegebenen Eingabedaten IP1 oder IP2 über das Kommunikationsnetzwerk 18 an die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14.

[0099] Wenn die Eingabedaten IP2 von der Steuerung 24 empfangen wurden, bestimmt der Prozessor 62 in Schritt S3', dass der Roboter 20 abgekoppelt werden muss (d. h. JA), und fährt mit Schritt S6 fort. Wurden dagegen die Eingabedaten IP1 von der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 empfangen, stellt der Prozessor 62 fest, dass der Roboter 20 nicht abgekoppelt werden muss (d. h. NEIN), und fährt mit Schritt S5 fort. Der Prozessor 62 führt dann nacheinander die Schritte S6 bis S8 oder Schritt S5 wie in der Verarbeitung von Fig. 4 durch.

[0100] Wie oben beschrieben, bestimmt der Prozessor 62 in der vorliegenden Ausführungsform auf der Grundlage der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI in Schritt S3, ob der Roboter 20 abgekoppelt werden muss oder nicht, liefert in Schritt S4 die Methode PR und bestimmt dann erneut auf der Grundlage der Eingabedaten IP des Bedieners A1 in Schritt S3', ob der Roboter 20 abgekoppelt werden muss oder nicht. Gemäß dieser Konfiguration kann die Arbeit auch dann fortgesetzt werden, wenn die Auffälligkeit AB gemäß der in Schritt S4 vorgestellten Methode PR nicht behandelt werden kann, indem der Roboter 20 in Schritt S7 abgeschaltet wird. Auf diese Weise lässt sich die Möglichkeit einer Arbeitsunterbrechung verringern.

[0101] Es ist zu beachten, dass in den oben beschriebenen Ausführungsformen Fälle beschrieben wurden, in denen die Auffälligkeitsverarbeitungsrichtungen 90 und 100 in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 installiert sind. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, und mindestens eine der Komponenten der Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung 90 oder 100 (d. h. der Speicher 64, die Auffälligkeitserfassungseinheit 74, die Eingabeempfangseinheit 76, die Datenerfassungseinheit 78, die Methodenerfassungseinheit 80, die Anzeigeerfassungseinheit 82, die Möglichkeitsbestimmungseinheit 84, die Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und die Kommunikationssteuereinheit 88) kann in der Steuerung 24 installiert sein.

[0102] Ein solcher Modus ist in Fig. 6 dargestellt. In dem in Fig. 6 dargestellten Netzwerksystem 10 sind der Speicher 64, die Eingabeempfangseinheit 76, die Datenerfassungseinheit 78, die Methodenerfassungseinheit 80, die Anzeigeeempfangseinheit 82, die Möglichkeitsbestimmungseinheit 84, die Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und die Kommunikationssteuereinheit 88 der Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung 100 in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 installiert, während die Auffälligkeitserkennungseinheit 74 der Auffälligkeitsver-

arbeitungsrichtung 100 in der Steuerung 24 installiert ist.

[0103] In dem in Fig. 6 dargestellten Netzwerksystem 10 führen der Prozessor 42 der Steuerung 24 und der Prozessor 62 der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 die in Fig. 4 oder Fig. 5 dargestellte Verarbeitung durch, während sie miteinander kommunizieren. Insbesondere startet der Prozessor 42 der Steuerung 24 in Schritt S1 einen Vorgang zur Erfassung der Betriebszustandsdaten OD vom Sensor 22 und fungiert in Schritt S2 als Auffälligkeitserfassungseinheit 74, um zu bestimmen, ob die Auffälligkeit AB auf der Grundlage der Betriebszustandsdaten OD wie in den oben beschriebenen Ausführungsformen erkannt wurde oder nicht.

[0104] Wenn die Auffälligkeit AB in Schritt S2 festgestellt wird (d.h. die Feststellung ist JA), liefert der Prozessor 42 der Steuerung 24 die Auffälligkeit spezifizierende Information SI (insbesondere den Auffälligkeitsidentifikationscode SI1) der festgestellten Auffälligkeit AB über das Kommunikationsnetzwerk 18 an die vorbeugende Wartungsvorrichtung 14. Der Prozessor 62 der vorbeugenden Wartungsvorrichtung 14 fungiert als Datenerfassungseinheit 78, um die Auffälligkeit spezifizierende Information SI von der Steuerung 24 zu erfassen und die Schritte S3 bis S8 wie in den oben beschriebenen Ausführungsformen sequentiell durchzuführen.

[0105] Es ist zu beachten, dass die Auffälligkeitsverarbeitungsrichtung 90 oder 100 in der Steuerung 24 installiert sein kann. In diesem Fall speichert der Speicher 44 der Steuerung 24 die Vielzahl von Methoden PR in Verbindung mit den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI, und der Prozessor 42 der Steuerung 24 fungiert als Auffälligkeitserfassungseinheit 74, Eingabeempfangseinheit 76, Datenerfassungseinheit 78, Methodenerfassungseinheit 80, Anzeigesteuereinheit 82, Benachrichtigungserzeugungseinheit 86 und Kommunikationssteuereinheit 88.

[0106] Es ist zu beachten, dass die Auffälligkeit spezifizierende Information SI nicht auf die Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 beschränkt ist und alle anderen Daten zur Spezifizierung der Auffälligkeit AB enthalten kann. Beispielsweise können die Auffälligkeit spezifizierenden Informationen SI Datenidentifikationscodes SI2 enthalten, die den verschiedenen Arten von Betriebszustandsdaten OD, die vom Sensor 22 erfasst werden, individuell zugeordnet sind (z. B. die Drehposition Pm, die Drehzahl Vm, die Drehbeschleunigung am, der Stromwert I, das Lastmoment τ , die Position Pc, die Drehzahl Vc, die Beschleunigung ac, der Druck P, die Spannung E, die externe Kraft F, die Bilddaten ID usw.).

[0107] Der Speicher 64 (oder 44) speichert die Vielzahl von Methoden PR in Verbindung mit den Datenidentifikationscodes SI2. Beispielsweise kann der Datenidentifikationscode SI2 „DATA-E“ der vom Spannungssensor 22E erfassten Spannung E zugeordnet werden, und die Methode PR2, die sich auf die Abnormalität AB2 der Spannung E bezieht (Bildaten zur Beschreibung einer Methode zum Auswechseln der Batterie), kann im Speicher 64 in Verbindung mit dem Datenidentifikationscode SI2 „DATA-E“ gespeichert werden.

[0108] Die mehreren Datenidentifizierungscode SI2 können einer Art von Betriebszustandsdaten OD in Abhängigkeit von deren Änderungsaspekt zugewiesen werden. In Bezug auf die vom Kraftsensor 22F erfasste äußere Kraft F kann beispielsweise der Datenidentifizierungscode SI2 „DATA-F1“ der äußeren Kraft F1 zugeordnet werden, die unter den Referenzwert β_{F1} fällt, während der Datenidentifizierungscode SI2 „DATA-F2“ der äußeren Kraft F2 zugeordnet werden kann, die über den Referenzwert β_{F2} steigt.

[0109] In diesem Fall kann die Methode PR3, die sich auf die Auffälligkeit AB3 bezieht, die die Abnahme der äußeren Kraft anzeigt (Bildaten zur Beschreibung der Trennung des Roboters 20 und der anstelle des Roboters 20 auszuführenden Arbeiten), im Speicher 64 in Verbindung mit dem Datenidentifikationscode SI2 von „DATA-F1“ gespeichert werden. Die Methode PR4, die sich auf die Auffälligkeit AB4 bezieht, die den Anstieg der äußeren Kraft anzeigt (Bildaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Kollision), kann im Speicher 64 in Verbindung mit dem Datenidentifikationscode SI2 von „DATA-F2“ gespeichert werden.

[0110] Der Prozessor 62 (oder 42) fungiert als Datenerfassungseinheit 78, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Datenidentifikationscode SI2 anstelle des oben beschriebenen Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 (oder zusätzlich dazu) zu erfassen. Wenn zum Beispiel die Auffälligkeit AB2 erkannt wird, bei der die Spannung E abfällt, fungiert der Prozessor 62 (oder 42) als Datenerfassungseinheit 78, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Datenidentifikationscode SI2 von „DATA-E“ zu erfassen, der der Spannung E zugeordnet ist.

[0111] Die Auffälligkeit spezifizierende Information SI kann Auffälligkeitsidentifikationscodes SI3 enthalten, die den verschiedenen Arten von Sensoren 22 individuell zugeordnet sind (z.B. dem Rotationserfassungssensor 22A, dem Stromsensor 22B, dem Drehmomentsensor 22C, dem Drucksensor 22D, dem Spannungssensor 22E, dem Kraftsensor 22F und dem Vision-Sensor 22G). Der Speicher 64 (oder 44)

speichert die Vielzahl von Methoden PR in Verbindung mit den Sensor-Identifikationscodes SI3.

[0112] Beispielsweise wird dem Spannungssensor 22E der Sensor-Identifikationscode SI3 „SENSOR-E“ zugewiesen, und die Methode PR2, die sich auf die vom Spannungssensor 22E festgestellte Auffälligkeit AB2 der Spannung E bezieht, kann im Speicher 64 in Verbindung mit dem Sensor-Identifikationscode SI3 „SENSOR-E“ gespeichert werden.

[0113] Der Prozessor 62 (oder 42) fungiert als Datenerfassungseinheit 78, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Sensor-Identifikationscode SI3 anstelle des oben beschriebenen Auffälligkeitsidentifikationscodes SI1 (oder zusätzlich dazu) zu erfassen. Wenn beispielsweise die Auffälligkeit AB2 erkannt wird, bei der die Spannung E abfällt, fungiert der Prozessor 62 (oder 42) als Datenerfassungseinheit 78, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information SI den Sensor-Identifikationscode SI3 von „SENSOR-E“ zu erfassen, der dem Spannungssensor 22E, der die Spannung E erfasst, zugeordnet ist. Es ist zu beachten, dass der Auffälligkeitsidentifikationscode SI1, der Datenidentifikationscode SI2 und der Sensoridentifikationscode SI3 nicht auf Zeichenketten beschränkt sind, sondern z. B. Kombinationen von Symbolen (\circ , Δ , \square , $+$, $-$, $*$ usw.) sein können. Die Methode PR kann auch mehrsprachige Textdaten enthalten.

[0114] Es kann verschiedene Auffälligkeiten AB und Methoden PR geben, die nicht als Beispiele in der obigen Darstellung beschrieben sind. Zu den Auffälligkeiten AB kann zum Beispiel eine Auffälligkeit AB6 gehören, die einen Kommunikationsfehler zwischen dem Sensor 22 oder dem Servomotor 40 und der Steuerung 24 (E/A-Schnittstelle 46) anzeigt. Die Auffälligkeit AB6 kann z.B. durch Überwachung eines Erfassungswertes des Sensors 22 oder des Servomotors 40 erkannt werden. Eine Methode PR6 zur Handhabung der Auffälligkeit AB6 umfasst z.B. Bildaten oder Tondaten zur Beschreibung einer Methode zur Überprüfung der Verbindung eines Kommunikationskabels zwischen dem Sensor 22 oder dem Servomotor 40 und der Steuerung 24.

[0115] Es ist zu beachten, dass der Roboter 20 nicht auf den in **Fig. 2** dargestellten vertikalen Gelenkroboter beschränkt ist und jede andere Art von Roboter sein kann, wie z. B. ein horizontaler Gelenkroboter, ein Parallelgelenkroboter oder eine Arbeitstischvorrichtung mit einer Vielzahl von Kugelumlaufspindeln. Die vorliegende Offenbarung wurde anhand der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben, doch schränken diese die im vorliegenden Patent beanspruchte Erfindung nicht ein.

REFERENZZEICHENLISTE

10	Netzwerkssystem
12	Robotersystem
14	Vorbeugende Wartungsvorrichtung
16	Externe Vorrichtung
18	Kommunikationsnetzwerk
20	Roboter
22	Sensor
24	Steuerung
42, 62	Prozessor
74	Auffälligkeitserfassungseinheit
76	Eingabeempfangseinheit
78	Datenerfassungseinheit
80	Methodenerfassungseinheit
82	Anzeigesteuereinheit
84	Möglichkeitsbestimmungseinheit
86	Benachrichtigungserzeugungseinheit
88	Kommunikationssteuereinheit

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 2014223694 A [0003]

Patentansprüche

1. Eine Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung, die so konfiguriert ist, dass sie eine Methode zur Handhabung einer Auffälligkeit bereitstellt, die in einem Robotersystem auftritt, wobei die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung Folgendes umfasst: einen Speicher, der so konfiguriert ist, dass er eine Vielzahl von Methoden zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten jeweils in Verbindung mit Auffälligkeit spezifizierenden Informationen zum Spezifizieren der Auffälligkeiten speichert; eine Auffälligkeitserfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie die Auffälligkeit auf der Grundlage von Betriebszustandsdaten des Robotersystems erfasst; eine Datenerfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie die Auffälligkeit spezifizierende Information über die von der Auffälligkeitserfassungseinheit erfasste Auffälligkeit erfasst; und eine Methodenerfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie die Methode erfasst, die den von der Datenerfassungseinheit erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Informationen entspricht, aus der Vielzahl von Methoden, die in dem Speicher gespeichert sind.

2. Die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer Eingabeempfangseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Eingabe der Methode und der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen empfängt, wobei der Speicher konfiguriert ist, um die Methode und die Auffälligkeit spezifizierende Information, die von der Eingabeempfangseinheit empfangen wurden, in Verbindung miteinander zu speichern.

3. Die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Auffälligkeit spezifizierende Information Auffälligkeitsidentifikationscodes enthält, die individuell der Vielzahl von Arten der Auffälligkeiten zugeordnet sind, und wobei die Datenerfassungseinheit konfiguriert ist, um als die Auffälligkeit spezifizierende Information den Auffälligkeitsidentifikationscode zu erfassen, der von der Auffälligkeitserfassungseinheit erfassten Auffälligkeit zugeordnet ist.

4. Die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend eine Anzeigesteuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Anzeigevorrichtung veranlasst, die Methode, die von der Methodenerfassungseinheit erfasst wurde, als ein Bild anzuzeigen.

5. Die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Datenerfassungseinheit so konfiguriert ist, dass sie zusammen mit den Auffälligkeit spezifizierenden Informationen Möglichkeitsbestimmungsinformatio-

nen zur Bestimmung, ob die Auffälligkeit gehandhabt werden kann oder nicht, erfasst, und wobei die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung Folgendes umfasst

eine Möglichkeitsbestimmungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie auf der Grundlage der Möglichkeitsbestimmungsinformationen bestimmt, ob die von der Auffälligkeitserfassungseinheit erfasste Auffälligkeit gehandhabt werden kann oder nicht; und eine Benachrichtigungserzeugungseinheit, die konfiguriert ist, um Benachrichtigungsdaten zu erzeugen, um mitzuteilen, dass es unmöglich ist, mit der Auffälligkeit umzugehen, wenn die Möglichkeitsbestimmungseinheit bestimmt, dass mit der Auffälligkeit nicht umgegangen werden kann.

6. Die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach Anspruch 5, die ferner eine Kommunikationssteuereinheit umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie die von der Benachrichtigungserzeugungseinheit erzeugten Benachrichtigungsdaten an eine externe Vorrichtung der Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung übermittelt.

7. Ein Netzwerksystem, umfassend: ein Robotersystem mit einem Roboter und einer Steuerung, die zur Steuerung des Roboters konfiguriert ist; und die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Ein Netzwerksystem nach Anspruch 7, umfassend eine vorbeugende Wartungsvorrichtung, die kommunikativ mit der Steuerung über ein Kommunikationsnetzwerk verbunden ist und so konfiguriert ist, dass sie die Betriebszustandsdaten von der Steuerung erfasst, wobei die Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung installiert ist.

9. Ein Netzwerksystem nach Anspruch 7, ferner umfassend eine vorbeugende Wartungsvorrichtung, die kommunikativ mit der Steuerung über ein Kommunikationsnetzwerk verbunden und konfiguriert ist, um die Betriebszustandsdaten von der Steuerung zu erfassen, wobei der Speicher, die Datenerfassungseinheit und die Methodenerfassungseinheit der Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung in der vorbeugenden Wartungsvorrichtung installiert sind, während die Auffälligkeitserfassungseinheit der Auffälligkeitsverarbeitungs­vorrichtung in der Steuerung installiert ist, und wobei die Steuerung die Auffälligkeit spezifizierende Information der von der Auffälligkeitserfassungseinheit erfassten Auffälligkeit über das Kommunikationsnetzwerk an die vorbeugende Wartungsvorrichtung bereitstellt.

10. Ein Verfahren zum Bereitstellen einer Methode für eine Auffälligkeit, die in einem Robotersystem auftritt, wobei das Verfahren umfasst:
Speichern einer Vielzahl von Methoden zur Handhabung einer Vielzahl von Arten von Auffälligkeiten in einem Speicher in Verbindung mit Auffälligkeit spezifizierenden Informationen zum Spezifizieren der Auffälligkeiten;
Erfassen der Auffälligkeit auf der Grundlage von Betriebszustandsdaten des Robotersystems;
Erlangen der Auffälligkeit spezifizierenden Informationen über die erfasste Auffälligkeit; und
Erlangen der Methode, die den erfassten Auffälligkeit spezifizierenden Informationen entspricht, aus der Vielzahl von Methoden, die in dem Speicher gespeichert sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

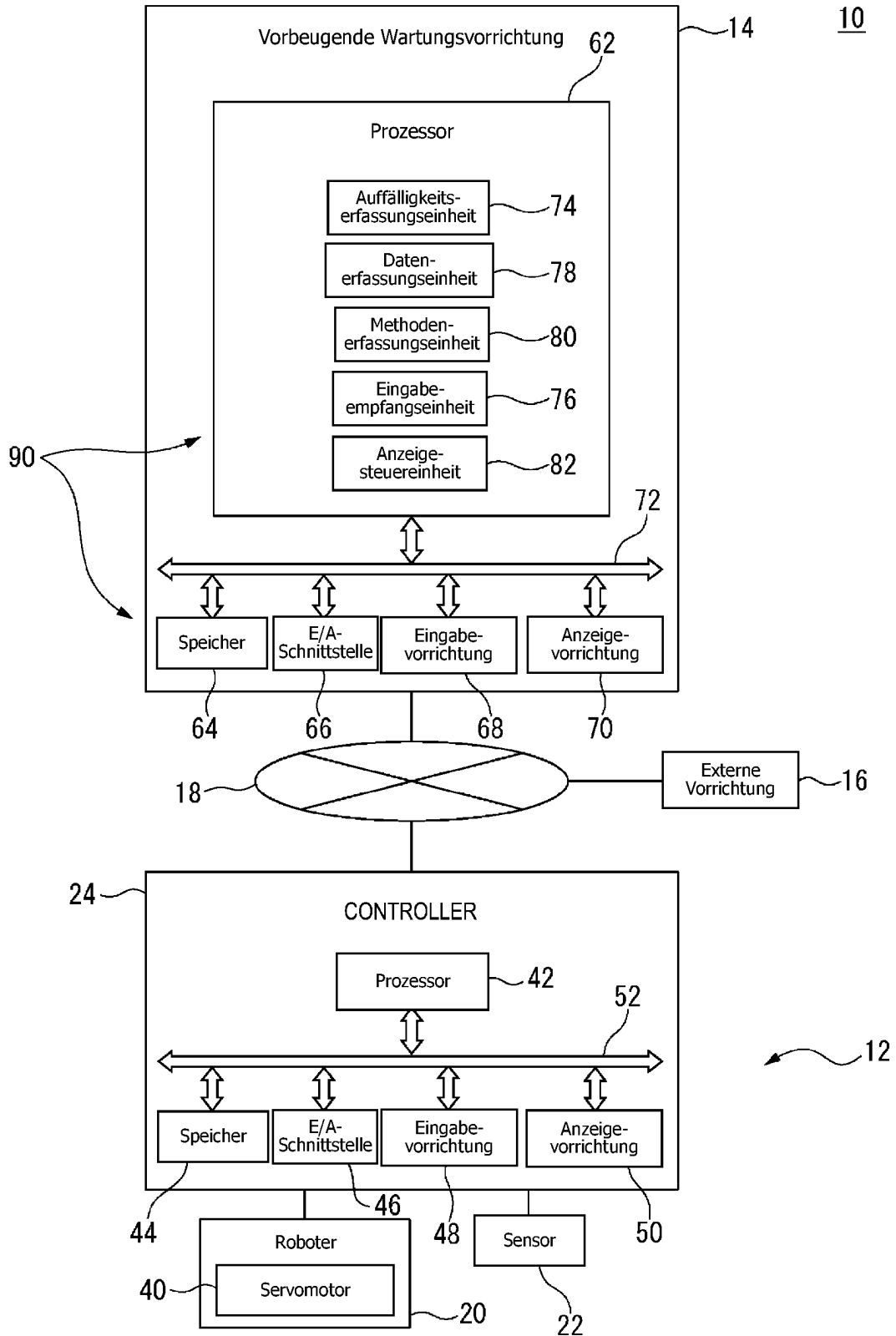


FIG. 2

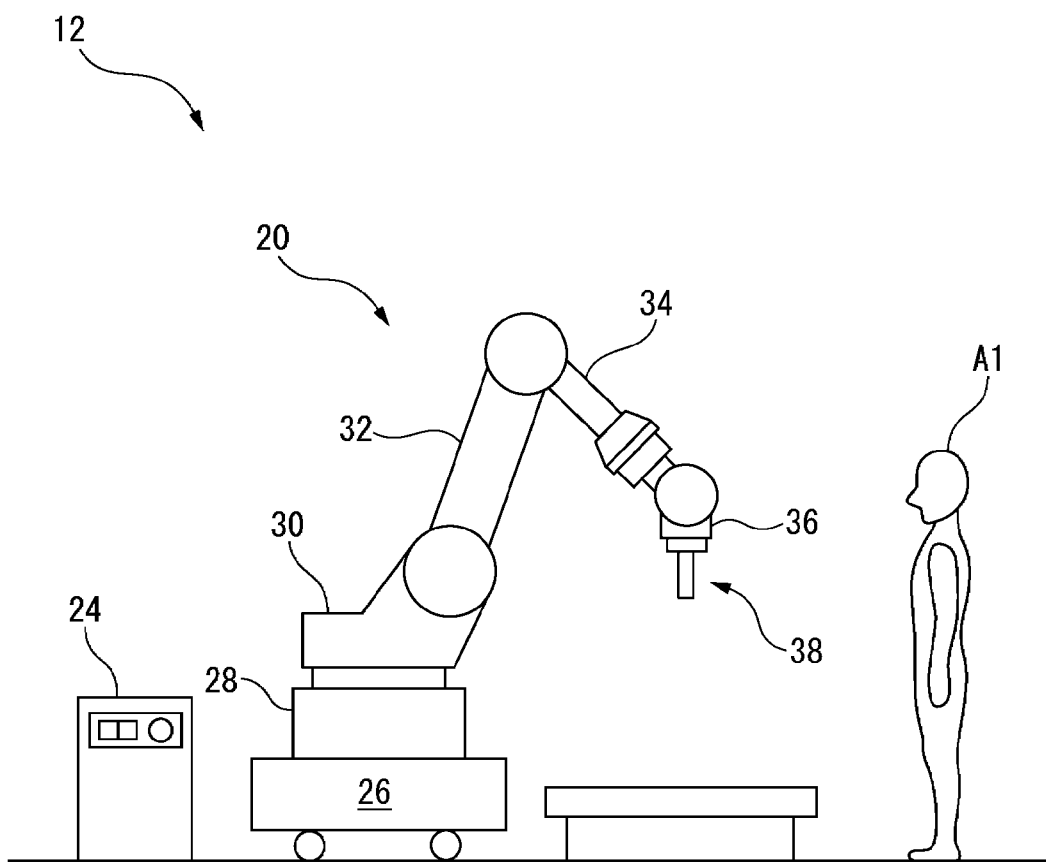


FIG. 3

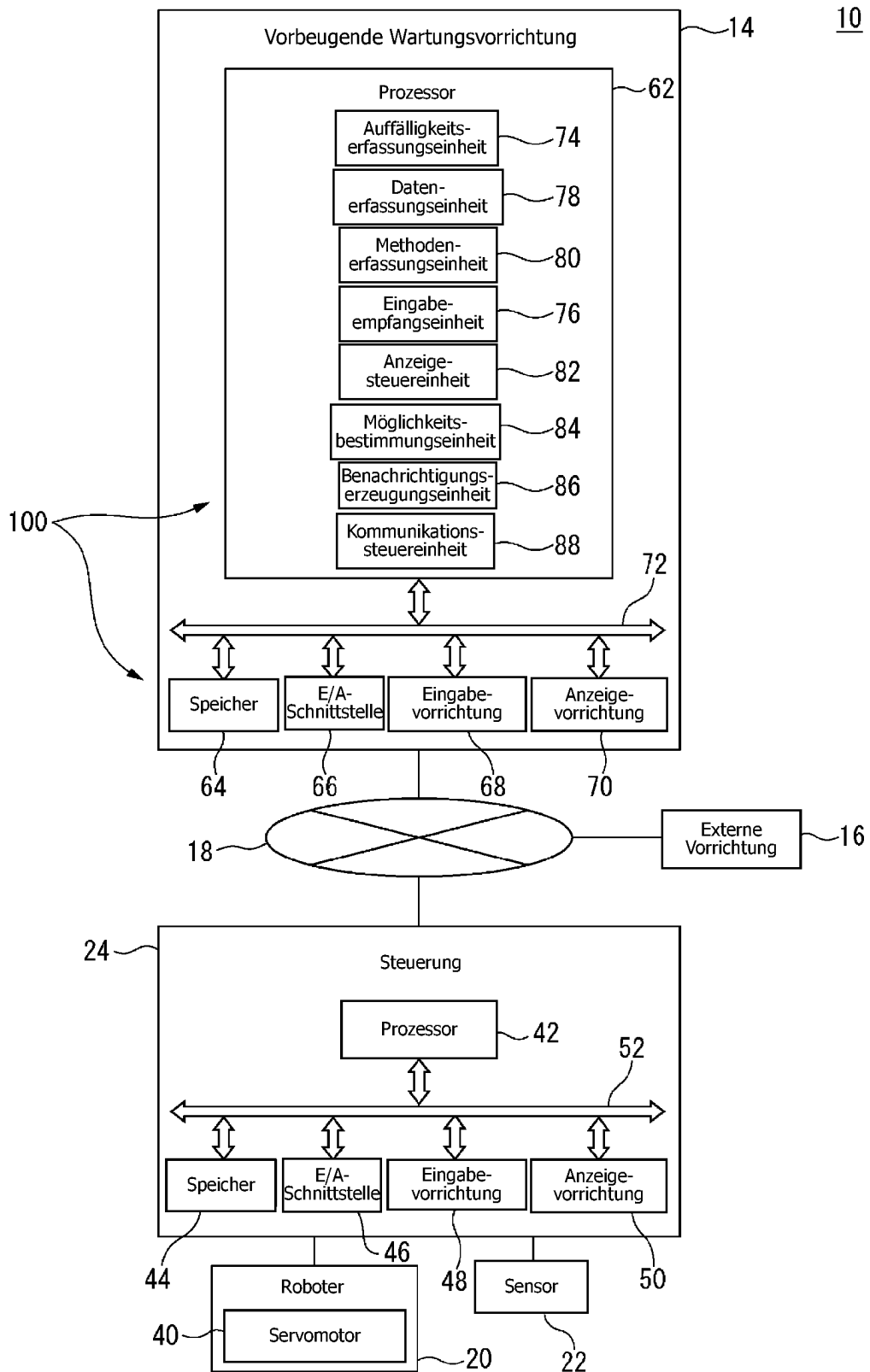


FIG. 4

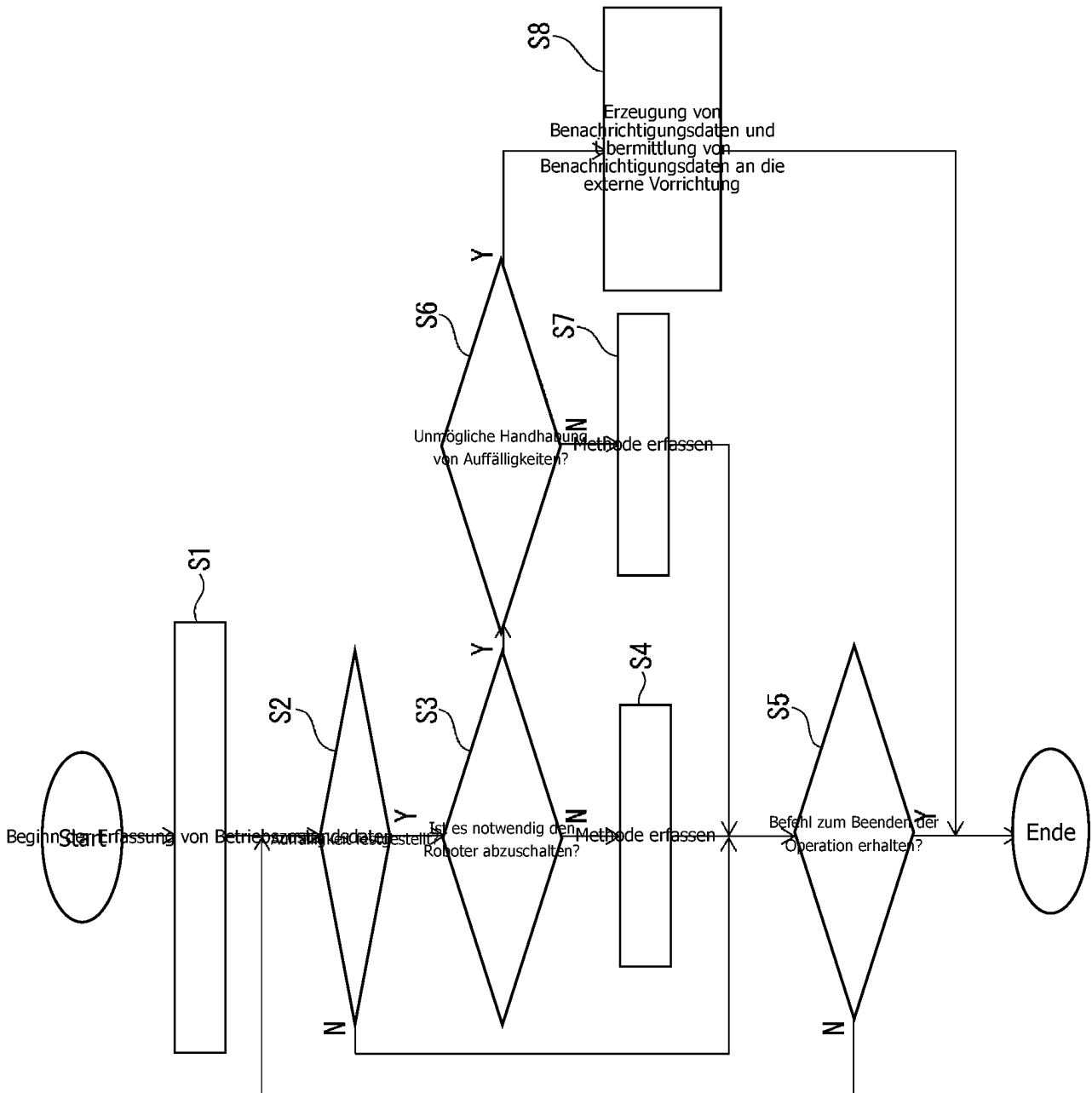


FIG. 6

