(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 02 043 T2** 2005.04.07

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 310 844 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 02 043.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 257 770.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **08.11.2002**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.05.2003**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.11.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.04.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G05B 19/4069**
B25J 9/16

(30) Unionspriorität:
2001344933 09.11.2001 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE

(73) Patentinhaber:
Fanuc Ltd., Yamanashi, JP

(74) Vertreter:
Benedum, U., Dipl.-Chem.Univ.Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81669 München

(72) Erfinder:
Watanabe, Atsushi, Suginami-ku, Tokyo, 168-0072, JP; Nagatsuka, Yoshiharu, Minamitsuru-gun, Yamanashi, 401-0511, JP; Kuribayashi, Katsuyuki, Minamitsuru-gun, Yamanashi, 401-0511, JP

(54) Bezeichnung: **Simulationsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Simulationsvorrichtung zum Simulieren des Betriebs einer Maschine, wie ein Roboter und eine Werkzeugmaschine, die in Übereinstimmung mit einem Betriebsprogramm oder einem Betriebsbefehl arbeitet.

[0002] Es ist eine Simulationsvorrichtung zum Simulieren eines Betriebs der Maschine, die in Übereinstimmung mit einem Betriebsprogramm oder einem Betriebsbefehl arbeitet, durch Anzeigen eines Bildes eines Modells der Maschine auf dem Bildschirm einer Anzeigeeinrichtung eines Computers auf der Grundlage von Betriebsbefehlsdaten in einer Steuereinrichtung der Maschine oder von Betriebsbefehlsdaten, die durch arithmetische Verarbeitung in dem Computer gewonnen sind, vorgeschlagen worden.

[0003] Die frühere Simulationsvorrichtung simuliert forlaufend den gesamten Betrieb der Maschine beim Ausführen eines Betriebsprogramms oder von Betriebsbefehlen und ist nicht imstande, einen Betriebszutand der Maschine einschließlich der Position und Stellung der Maschine inmitten des fortlaufenden Betriebs anzuzeigen oder einen Teil des Betriebs der Maschine bis zu der Mitte oder von der Mitte des Betriebs aus zu simulieren. Insbesondere bei der Simulation des Betriebs der Maschine, wie ein Roboter, gibt es, obwohl die Simulation des gesamten Betriebs des Roboters in einem Zyklus desselben zweckdienlich ist, einen Fall, in dem es erforderlich ist, Position und Stellung des Roboters an bestimmten Punkten inmitten des Betriebszustands des Roboters in einem bestimmten Abschnitt im Betrieb des Roboters rechtzeitig festzulegen, d. h. die Bewegung des Roboters in dem bestimmten Abschnitt zu ändern. Eine Simulationsvorrichtung zum Simulieren eines Betriebs einer Maschine nach dem Stand der Technik kann in der Druckschrift EP-A-0513369 gefunden werden.

[0004] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann eine Simulationsvorrichtung vorsehen, die in der Lage ist, den Betriebszustand einer Maschine inmitten des Betriebs durch ein Stehbild eines Modells der Maschine und Simulieren eines Teils des Betriebs durch Animation anzuzeigen.

[0005] Eine Simulationsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung simuliert einen Betrieb einer Maschine, die in Übereinstimmung mit einem Betriebsprogramm oder einem Betriebsbefehl arbeitet. Die Simulationsvorrichtung umfasst ein Empfangsmittel zum Empfangen von Ablaufzeitinformation bezüglich des Betriebs der Maschine und von Stellungsinformation über die Maschine, die mit der Ablaufzeitinformation verbunden ist, ein Simulations-Anzeigemittel zum Anzeigen eines Bildes eines Modells der Maschine auf dem Bildschirm einer Anzeigeeinrichtung durch Animation, um eine Simulation des Betriebs der Maschine auf der Grundlage von empfangener Ablaufzeitinfoimation und Stellungsinformation durchzuführen, ein Einfangmittel zum Einfangen von Bildern des Modells der Maschine, die durch das Simulations-Anzeigemittel bei der Simulation gewonnen sind, und zum Verkleinern der eingefangen Bilder Modells der Maschine, ein Speichermittel zum Speichern der verkleinerten Bilder, die mit der Ablaufzeitinformation und der Stellungsinformation zur Zeit des Einfangens der jeweilige Bilder des Modells der Maschine zu verbinden sind, und ein Anzeigesteuermittel zum Anzeigen der verkleinerten Bilder auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung in der Reihenfolge der Ablaufzeit auf der Grundlage der gespeicherten Ablaufzeitinformation. Eine Bedienungsperson kann die Betriebszustände der Maschine inmitten des Betriebs unter Bezugnahme auf die verkleinerten Bilder des Modells der Maschine überwachen.

[0006] Eine Simulationsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist in dem vorliegenden Anspruch 2 angegeben.

[0007] Das Speichermittel kann die Bilder, die durch das Einfangmittel eingefangen sind, ohne Verkleinern der Bilder speichern, die mit der Ablaufzeitinformation und der Stellungsinformation zur Zeit des Einfangens der jeweiligen Bilder des Modells der Maschine zu verbinden sind, und das Anzeigesteuermittel kann die eingefangenen Bilder verkleinern und die verkleinerten Bilder auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung in der Reihenfolge der Ablaufzeit auf der Grundlage der gespeicherten Ablaufzeitinformation anzeigen.

[0008] Die Simulationsvorrichtung kann ferner ein arithmetisches Verarbeitungsmittel zum Ausführen des Betriebsprogramms oder des Betriebsbefehls umfassen, und das Empfangsmittel kann die Ablaufzeitinformation bezüglich des Betriebs der Maschine und die Stellungsinformation über die Maschine von dem arithmetischen Verarbeitungsmittel empfangen. Das arithmetische Verarbeitungsmittel kann eine Steuereinrichtung der Maschine oder eine Einrichtung sein, die einen arithmetischen Verarbeitungsabschnitt äquivalent zu der Steuereinrichtung der Maschine hat.

[0009] Die Simulationsvorrichtung kann ferner ein Wiederholungsmittel zum Wiederholen eines Teils der Simulation des Betriebs der Maschine umfassen, der durch zumindest ein verkleinertes Bild gekennzeichnet ist, das durch eine Bedienungsperson aus den verkleinerten Bildern ausgewählt ist, die auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung auf der Grundlage der Ablaufzeitinformation bezüglich des Betriebs der Maschine und der Stellungsinformation über die Ma-

schine angezeigt sind, die mit dem verkleinerten Bild verbunden sind, das durch die Bedienungsperson ausgewählt ist.

[0010] Das Wiederholungsmittel kann die Simulation des Betriebs der Maschine von einer gegenwärtigen Position der Maschine aus bis zu einer Zielposition, die durch die Stellungsinformation bestimmt ist, die mit dem ausgewählten Bild verbunden ist, wiederholen und der Maschine befehlen, bis zu der Position, die der Position der Maschine bei der Simulation entspricht, wirksam zu werden. In diesem Fall kann das Wiederholungsmittel ein Bild des Modells der Maschine durch Animation (Erzeugung bewegter Bilder aus unbewegten Bildern) von der gegenwärtigen Position aus zu der Zielposition der Maschine anzeigen, bevor der Maschine befohlen wird, bei der Simulation bis zu der Position wirksam zu werden, die der Position der Maschine entspricht.

[0011] Das Wiederholungsmittel kann bei der Wiederholung der Simulation des Betriebs der Maschine einen Ort eines gesteuerten Punkts der Maschine auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung anzeigen.

[0012] Die Simulationsvorrichtung kann ferner ein Wiederholungssteuermittel zum Aussetzen der Wiederholung der Simulation umfassen, um ein Ändern einer Wiederholungsgeschwindigkeit der Wiederholung der Simulation und ein Wiederstarten der Wiederholung der Simulation zu gestatten. Das Aussetzen der Wiederholung der Simulation zum Ändern der Wiederholungsgeschwindigkeit und das Wiederstarten der Wiederholung der Simulation können in bezug auf eine andere Maschine durchgeführt werden, die gleichzeitig mit the Maschine arbeitet.

[0013] Die Simulationsvorrichtung kann ferner ein Einfangsbefehlsmittel zum Ausgeben eines Befehls zum Einfangen eines Bildes des Modells an das Einfangmittel umfassen. Das Einfangbefehlsmittel kann den Einfangbefehl automatisch in jeder vorbestimmten Periode oder in Reaktion auf einen Befehl, der durch eine Bedienungsperson von Hand eingegeben ist, ausgeben.

[0014] Die Ablaufzeitinformation kann eine Zeitinformation bei der Ausführung des Betriebssprogramms und eine Ablaufzeit von einem Start der Ausführung des Betriebsprogramms ab enthalten. Die Maschine kann ein Industrie-Roboter oder eine Werkzeugmaschine sein.

[0015] **Fig.** 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Simulationsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0016] **Fig.** 2 zeigt ein Blockschaltbild, das eine Simulationsvorrichtung in einem Maschinensystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0017] **Fig.** 3 zeigt ein Flussdiagramm einer Verarbeitung zum Simulieren eines Betriebs eines Roboters und zum Gewinnen von Grafikdaten und in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die bei der Simulation mit den Grafikdaten verbunden sind.

[0018] **Fig.** 4 zeigt ein Flussdiagramm einer Verarbeitung zum Simulieren eines Betriebs einer Vielzahl von Robotern und zum Gewinnen von Grafikdaten und in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die bei der Simulation mit den Grafikdaten verbunden sind.

[0019] **Fig.** 5 zeigt ein Flussdiagramm einer Verarbeitung zum Wiederholen der Simulation von einem Start an bis zu einer Mitte des Betriebs.

[0020] **Fig.** 6 zeigt eine schematische Darstellung einer Nachbildung eines Roboters und in der Vergangenheit aufgetretener Daten, die mit der Nachbildung verbunden sind, die einzufangen ist, wenn ein Einfang-Triggersignal ausgegeben ist.

[0021] **Fig.** 7 zeigt eine schematische Darstellung der Simulationsvorrichtungs-Anzeigebilder von Nachbildungen als eine Liste und einer Wiederholung der Simulation bis zur Mitte des Betriebs.

[0022] **Fig.** 1 zeigt eine Simulationsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Eine Simulationsvorrichtung **1** ist durch einen Personal Computer (PC) gebildet, der eine Anzeigeeinrichtung **3** und einen Computer-Körper **2** hat. Der Computer-Körper **2** umfasst einen arithmetischen Betriebsverarbeitungs-Abschnitt **6** zum Analysieren eines Betriebsprogramms oder eines von Hand eingegebenen Betriebsbefehls zum Gewinnen von Betriebsbefehlsdaten für eine Maschine, einen Datenspeicher-Abschnitt **5** und eine Animationsanzeige-Steuereinrichtung **4**.

[0023] Wenn ein Betriebsprogramm für eine Maschine, wie ein Roboter und eine Werkzeugmaschine, einem Simulator **1** durch eine Schnittstelle (nicht gezeigt) über eine Verbindungsleitung oder von einem Speichermedium, wie eine biegsame Platte (Floppy Disk oder dgl.) eingegeben ist, analysiert der arithmetische Betriebsverarbeitungs-Abschnitt **6** das Betriebsprogramm, um Betriebsbefehls-Daten (Positionsbefehls-Daten usw.) zu gewinnen, und die gewonnenen Betriebsbefehls-Daten werden in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert. Die Animationanzeige-Steuereinrichtung **4** simuliert den Betrieb der Maschine durch Bewegen eines modellhaften Bildes **7** der Maschine durch Animation auf der Grundlage der Betriebsbefehls-Daten der Maschine, die in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert sind. Ferner wird ein Ort **8** ein gesteuerten Punkts der Ma-

schine angezeigt.

[0024] Wenn der Simulationsvorrichtung **1** über eine Hand-Dateneingabeeinrichtung (nicht gezeigt) ein Betriebsbefehl zum Bewegen des gesteuerten Punkts der Maschine von Hand eingegeben ist, gewinnt der arithmetische Betriebsverarbeitungs-Abschnitt **6** Betriebsbefehls-Daten auf der Grundlage des eingegebenen Betriebsbefehls und gibt die gewonnenen Betriebsbefehls-Daten durch den Datenspeicher-Abschnitt **5** an die Animationanzeige-Steuereinrichtung **4** aus, so dass der Betrieb der Maschine gemäß dem von Hand eingegebenen Betriebsbefehl durch Animation simuliert wird.

[0025] Die Simulationsvorrichtung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zeigt Stehbilder des Modells der Maschine in zeitlicher Aufeinanderfolge inmitten des Betriebs an und simuliert außerdem einen Teil des Betriebs bis zu der Mitte des Betriebs, wie dies später beschrieben wird.

[0026] **Fig.** 2 zeigt eine Simulationsvorrichtung in einem Netzwerk von Steuereinrichtungen von Maschinen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Eine Simulationsvorrichtung **11** in diesem Ausführungsbeispiel kann die gleiche Hardware-Architektur einschließlich des arithmetischen Verarbeitungsabschnitts **6** wie die in **Fig.** 1 gezeigte Simulationsvorrichtung **1** haben oder kann den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** nicht haben. Die arithmetische Verarbeitung, die durch den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** durchgeführt wird, kann durch eine arithmetische Verarbeitungseinrichtung durchgeführt werden, die in diesem Ausführungsbeispiel außerhalb der Simulationsvorrichtung **11** vorgesehen ist.

[0027] Die Simulationsvorrichtung **11** ist mit Steuereinrichtungen **12** für Maschinen, wie Roboter und Werkzeugmaschinen, durch eine Verbindungsleitung **14** verbunden, und sie ist außerdem mit einem Steuersimulator **13** verbunden, der die Funktion des arithmetischen Verarbeitungsabschnitts **6** in dem Simulator **1** zum Analysieren des Betriebsprogramm für die Maschine zum Gewinnen von Betriebsbefehls-Daten hat.

[0028] In diesem Ausführungsbeispiel werden den Steuereinrichtungen **12** und dem Steuersimulator **13** Betriebsprogramme für die Maschinen jeweils direkt oder von der Simulationsvorrichtung **11** über die Verbindungsleitung **14** eingegeben. Im Falle der Simulationsvorrichtung **11**, die den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** hat, kann dem arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** der Simulationsvorrichtung **11** ein Betriebsprogramm eingegeben werden.

[0029] Die arithmetischen Verarbeitungsabschnitte in den Steuereinrichtungen **12** der Maschinen und der Steuersimulator **13** analysieren jeweils die eingegebenen Betriebsprogramme, und die gewonnenen Betriebsbefehls-Daten werden über die Verbindungsleitung **14** an die Simulationsvorrichtung **11** gesendet. Im Falle der Simulationsvorrichtung **11**, die den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** hat, analysiert der arithmetische Verarbeitungsabschnitt **6** das eingegebene Betriebsprogramm, und die gewonnenen Betriebsbefehls-Daten werden in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** der Simulationsvorrichtung **11** gespeichert. Die Simulationsvorrichtung **11** simuliert den Betrieb der Maschine durch Bewegen eines Bildes eines dreidimensionalen Modells der Maschine auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung **3** durch Animation auf der Grundlage der Betriebsbefehls-Daten der Maschinen, die über die Verbindungsleitung **14** empfangen oder in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert sind.

[0030] Wenn den Steuereinrichtungen **12** der Maschinen, dem Steuersimulator **13** oder der Simulationsvorrichtung **11** ein Betriebsbefehl von Hand eingegeben ist, wird der eingegebene Bewegungsbefehl durch den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt der Steuereinrichtungen **12**, die Simulatoren **13** oder die Simulationsvorrichtung **11** analysiert, um Betriebsbefehls-Daten für die Maschine zu gewinnen, und der Betrieb der Maschine wird durch Animation auf der Grundlage der Betriebsbefehls-Daten simuliert. In diesem Ausführungsbeispiel zeigt die Simulationsvorrichtung **11** außerdem Stehbilder des Modells der Maschine in zeitlicher Aufeinanderfolge inmitten des Betriebs an und simuliert außerdem einen Teil des Betriebs bis zu der Mitte des Betriebs, die durch das Stehbild des Modells angegeben ist.

[0031] **Fig.** 3 zeigt eine Verarbeitung zum Gewinnen von in der Vergangenheit aufgetretenen Daten eines Betriebs einer Maschine zum Simulieren des Betriebs und Anzeigen von Stehbildern des Modells der Maschine inmitten des Betriebs, das mittels der Simulationsvorrichtung **1**, wie sie in **Fig.** 1 gezeigt ist, oder der Simulationsvorrichtung **11**, wie sie in in **Fig.** 2 gezeigt ist, durchzuführen ist.

[0032] Die folgende Beschreibung erfolgt anhand eines Beispiels, bei dem ein Betrieb eines Roboters als die Maschine simuliert wird.

[0033] Zuerst wird eines von dreidimensionalen Modellen der Roboter, die vorab gespeichert sind, als ein Modell eines Roboters ausgewählt, von dem ein Betrieb simuliert wird, und ein Bild des ausgewählten Modells wird auf einem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung angeordnet (Schritt A1). Dann wird eine Verbindung zwischen der Simulationsvorrichtung und der Roboter-Steuereinrichtung ermöglicht. In dem ersten Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig.** 1 gezeigt ist, fungiert der arithmetische Verarbeitungsabschnitt **6** als eine Steuereinrichtung eines Roboters. In dem

zweiten Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig.** 2 gezeigt ist, wird eine Verbindung zwischen der Simulationsvorrichtung **11** und einer der Steuereinrichtungen **12** und dem Steuersimulator **13** über die Verbindungsleitung **14** ermöglicht, und der arithmetische Verarbeitungsabschnitt in der Simulationsvorrichtung **11** kann als eine Steuereinrichtung eines virtuellen Roboters fungieren.

[0034] In dem zweiten Ausführungsbeispiel, wie es in **Fig.** 2 gezeigt ist, kann ein Betriebsprogramm für den Roboter, von dem ein Betrieb simuliert wird, über die Verbindungsleitung **14** von der Simulationsvorrichtung **11** zu der Roboter-Steuereinrichtung **12** oder dem Steuersimulator **13** gesendet werden, oder es kann der Roboter-Steuereinrichtung **12** oder dem Steuersimulator **13** direkt eingegeben werden.

[0035] Dann wird entschieden, ob ein Einfangen von Stehbildern des dreidimensionalen Modells des Roboters inmitten eines Betriebs des Roboters und in der Vergangenheit aufgetretener Daten, die damit verbunden sind, in einer automatischen Betriebsart oder einer Hand-Betriebsart durchzuführen ist (Schritt A3). Wenn die automatische Betriebsart ausgewählt ist, wird eine Periode gesetzt, in der ein Stehbild des Modells des Roboters und der damit verbundenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten eingefangen werden (Schritt A4). Es wird ein Befehl zum Ausführen des Betriebsprogramms oder ein Laufbewegungs-Befehl an die Steuereinrichtung (d. h. die Roboter-Steuereinrichtung **12**, den Steuersimulator **13** oder den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** in der Simulationsvorrichtung) für des Roboters ausgegeben, von dem ein Betrieb simuliert wird, um die Ausführung des Betriebssprogramms oder des Laufbewegungs-Befehls durch die Roboter-Steuereinrichtung zu starten (Schritt A5).

[0036] Dann werden ein ID-Kode, der den Roboter identifiziert, und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, welche die Stellungsinformation (Betriebsbefehls-Daten) des Roboters mit der Ablaufzeitinformation vom Start der Ausführung des Betriebsprogramms (von der Ausgabe des Befehls zur Ausführung des Betriebsprogramms an) umfassen, die in jeder vorbestimmten Periode von der Steuereinrichtung des Roboters gesendet werden, empfangen (Schritt A6). Auf der Grundlage der empfangenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten wird der Betrieb des Roboters durch Bewegen des dreidimensionalen Modells des Roboters durch Animation auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung **3** simuliert (Schritt A7). Die Ablaufzeitinformation kann eine Zeitinformation bei der Ausführung des Betriebsprogramms oder eine Ablaufzeit von dem Start der Ausführung des Betriebssprogramms an sein. Information in einem Zähler, der Ausführungsschritte des Betriebssprogramms in der Steuereinrichtung des Roboters abzählt, kann als die Zeitinformation bei der Ausführung des Betriebssprogramms und die Ablaufzeit von dem Start der Ausführung des Betriebssprogramms an sein.

[0037] Die Grafikdaten des dreidimensionalen Modells, die durch die Simulation gewonnen sind, und die empfangenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten werden in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert (Schritt A8). Dann wird bestimmt, ob ein Einfang-Triggersignal ausgegeben ist oder nicht (Schritt A9). Das Einfang-Triggersignal befiehlt das Einfangen des Bildes des dreidimensionalen Modells inmitten des Betriebs und der in der Vergangenheit aufgetretenen Daten von dem Start der Simulation an bis zu der Zeit, zu der das Triggersignal ausgegeben wird. Wenn bestimmt wird, dass kein Triggersignal ausgegeben ist, kehrt die Prozedur zu Schritt A6 zurück, und die Verarbeitung in den Schritten A6 – A9 wird wierholt ausgeführt, bis ein Einfang-Triggersignal ausgegeben wird. Das Triggersignal wird in der automatischen Betriebsart in jeder Periode ausgegeben, die in Schritt A4 gesetzt ist, und es wird in der Hand-Betriebsart in Reaktion auf einen Befehl, der durch eine Bedienungsperson von Hand eingegeben ist, ausgegeben.

[0038] Wenn bestimmt ist, dass das Einfang-Triggersignal ausgegeben ist, wird das Bild des dreidimensionalen Modells zur Zeit der Ausgabe des Triggersignals als ein Stehbild des Modells des Roboters inmitten der Simulation eingefangen, das Stehbild wird verkleinert, um ein verkleinertes Bild als ein Icon zu gewinnen, und das verkleinerte Bild wird in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** mit den vom Start des Betriebs an bis zur Ausgabe des Triggersignals in der Vergangenheit aufgetretenen Daten gespeichert (Schritt A10). Dann wird bestimmt, ob die Ausführung des Betriebssprogramm oder der Laufbewegung abgeschlossen ist oder nicht (Schritt A11). Wenn die Ausführung des Betriebssprogramms oder der Laufbewegung nicht abgeschlossen ist, kehrt die Prozedur zu Schritt A6 zurück, und die Verarbeitung in den Schritten A6 – A11 wird wiederholt ausgeführt, bis die Ausführung des Betriebssprogramm oder der Laufbewegung abgeschlosssen ist.

[0039] Auf diese Weise werden das verkleinerte Bild des dreidimensionalen Modells des Roboters zur Zeit der Ausgabe des Triggersignals und die vom Start der Simulation an bis zur Ausgabe des Triggersignals in der Vergangenheit aufgetretenen Daten jedesmal dann, wenn das Triggersignal ausgegeben wird, in dem Datenspeicher-Abschnitt **6** gespeichert.

[0040] Wenn die Ausführung des Betriebsprogramm oder der Laufbewegung abgeschlossen ist, werden am Ende des Betriebssprogramms die vom Start der Ausführung des Betriebssprogramms an bis zum Ende der Ausführung des Betriebssprogramms in der Vergangenheit aufgetretenen Daten und das

verkleinerte Bild (Icon) des dreidimensionalen Modells des Roboters als Paar gespeichert (Schritt A12). Die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten und das verkleinerte Bild des Modells des Roboters werden am Ende der Simulation nicht notwendigerweise gespeichert, und die Verarbeitung in dem Schritt A12 kann fortgelassen werden.

[0041] Bei der zuvor beschriebenen Verarbeitung wird das eingefangene Stehbild verkleinert, um ein verkleinertes Bild als Icon zu gewinnen, und das verkleinert Bild wird in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert. Die Grafikdaten des eingefangenen Bildes können direkt in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert werden.

[0042] **Fig.** 6 zeigt ein Beispiel für das verkleinerte Bild des dreidimensionalen Modells der Maschine und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten des Betriebs der Maschine, die jedesmal dann in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert werden, wenn das Einfang-Triggersignal ausgegeben wird. Die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten **23**, welche die Stellungsinformation bezüglich der jeweiligen Achse (J1 – J6) des Roboters und die Ablaufzeitinformation T1, T2, ... vom Start der Simulation an bis zur Ausgabe des Einfang-Triggersignals enthalten, und das verkleinerte Bild **22** des dreidimensionalen Modells werden dann, wenn das Triggersignal bei der Simulation ausgegeben wird, als Paar gespeichert.

[0043] **Fig.** 4 zeigt eine Verarbeitung zum Gewinnen von Stehbildern der Modelle einer Vielzahl von Maschinen und in der Vergangenheit aufgetretener Daten der Betriebe der Maschinen, wie Roboter und Werkzeugmaschinen, inmitten der Betriebe in einem System, in dem die Maschinen miteinander zusammenarbeiten.

[0044] Die Verarbeitung, die in **Fig.** 4 gezeigt ist, unterscheidet sich von der in **Fig.** 3 gezeigten Verarbeitung dadurch, dass die Betriebe der Vielzahl von Robotern simuliert werden und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten und die verkleinerten Bilder der Modelle der Roboters inmitten der Betriebe gewonnen werden.

[0045] Auf einem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung werden Bilder der Modelle von Robotern angeordnet, von denen Betriebe simuliert werden (Schritt B1). Dann wird eine Verbindung zwischen der Simulationsvorrichtung und den Steuereinrichtungen der Roboter ermöglicht, von denen Betriebe simuliert werden (Schritt B2). Über die Verbindungsleitung können Betriebsprogramme für die Roboters von der Simulationsvorrichtung an die Roboter-Steuereinrichtung oder den Steuersimulator gesendet werden.

[0046] Wenn bestimmt ist, dass die automatische Einfang-Betriebsart ausgewählt ist (Schritt B3), wird eine Periode gesetzt, in der Stehbilder der Modelle der Roboter und und die damit verbundenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten eingefangen werden (Schritt B4). An die Steuereinrichtungen (d. h. die Roboter-Steuereinrichtung **12**, den Steuersimulator **13** oder den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt **6** in der Simulationsvorrichtung) für die Roboterbetriebe, von denen die Betriebe simuliert werden, werden Befehle zum Ausführen der Betriebsprogramme oder der befohlenen Laufbewegungen ausgegeben, um die Ausführung der Betriebssprogramme oder der befohlenen Laufbewegungen durch die Roboter-Steuereinrichtungen zu starten (Schritt B5).

[0047] Dann werden ID-Kodes, welche die Roboter identifizieren, und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten (Stellungsinformation und Ablaufzeitinformation) bezüglich der Betriebe der Roboter, die in jeder vorbestimmten Periode von den Steuereinrichtungen der Roboter gesendet werden, empfangen (Schritt B6). Auf der Grundlage der empfangenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten werden die Betriebe der Roboter durch Bewegen der dreidimensionalen Modelle der Roboter durch Animation auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung **3** simuliert (Schritt B7).

[0048] In dem Datenspeicher-Abschnitt **5** werden die Grafikdaten der dreidimensionalen Modelle, die durch die Simulation gewonnen sind, und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die damit verbunden sind, gespeichert (Schritt B8), und es wird bestimmt, ob ein Einfang-Triggersignal ausgegeben ist oder nicht (Schritt B9). Wenn bestimmt ist, dass kein Triggersignal ausgegeben ist, kehrt die Prozedur zu Schritt B6 zurück, und die Verarbeitung in den Schritten B6 – B9 wird wiederholt ausgeführt, bis ein Einfang-Triggersignal ausgegeben ist.

[0049] Wenn bestimmt ist, dass das Einfang-Triggersignal in der automatischen Betriebsart oder in Reaktion auf einen von Hand eingegebenen Befehl in der Hand-Betriebsart periodisch ausgegeben ist, werden die Bilder der dreidimensionalen Modelle zur Zeit der Ausgabe des Triggersignals als Stehbilder der Modelle der Roboter inmitten der Simulation eingefangen, die Stehbilder werden verkleinert, um verkleinerte Bilder als Icons zu gewinnen, und die verkleinerten Bilder werden mit den vom Start der Betriebe an bis zur Ausgabe des Triggersignals in der Vergangenheit aufgetretenen Daten in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert (Schritt B10).

[0050] Dann wird die Verarbeitung in den Schritten B6 – B11 wiederholt ausgeführt, bis die Ausführung der Betriebssprogramme oder die Laufbewegungen abgeschlossen sind. Wenn bestimmt ist, dass die Ausführung der Betriebssprogramme oder der Laufbewegungen abgeschlossen ist (Schritt B11), werden

die vom Start an bis zum Ende der Ausführung der Betriebssprogramme in der Vergangenheit aufgetretenen Daten und die verkleinerten Bilder (Icons) der dreidimensionalen Modelle der Roboter am Ende der Betriebssprogramme als Paar gespeichert (Schritt B12). Auf diese Weise werden die Bilder der dreidimensionalen Modelle der Roboter inmitten der Betriebe mit den in der Vergangenheit aufgetretenen Daten nacheinander in dem Datenspeicher-Abschnitt **5** gespeichert.

[0051] Zum Bestätigen des Betriebszustands des Roboters oder der Betriebszustände der Roboter inmitten der Betriebe und der Simulation vom Start an bis zur Mitte der Betriebe gibt eine Bedienungsperson einen Befehl zum Anzeigen einer Liste der Bilder des Roboters oder der Roboter in die Simulationsvorrichtung ein. Die Simulationsvorrichtung startet die Verarbeitung, wie sie in **Fig.** 5 gezeigt ist.

[0052] Es wird bestimmt, ob die Bilder gespeichert sind oder nicht (Schritt C1). Insbesondere wird bestimmt, ob die Verarbeitung in Schritt A10 oder die Verarbeitung in Schritt B10 durchgeführt worden ist oder nicht und die Grafikdaten inmitten des Betriebs und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten gespeichert sind. Wenn die Bilder nicht gespeichert sind, wird die Prozedur dieser Verarbeitungsperiode beendet. Wenn die Bilder gespeichert sind, werden die gespeicherten Bilder in der Reihenfolge der Ablaufzeit als eine Liste angezeigt (Schritt C2).

[0053] Wie beschrieben werden die Bilder bei der Verarbeitung in Schritt A10 oder B10 verkleinert, und die verkleinerten Bilder werden als Icons gespeichert. Die Icons werden in der Reihenfolge der Ablaufzeit (in der Reihenfolge der Ausgaben der Einfang-Triggersignale) angezeigt. Außerdem werden, wie beschrieben, in dem Fall, in dem die Bilder der dreidimensionalen Modelle nicht verkleinert und direkt gespeichert sind, die Originalbilder als eine Liste angezeigt. In diesem Fall werden die Originalbilder verkleinert, und die verkleinerten Bilder werden als Icons angezeigt. Alternativ dazu werden die Originalbilder wenn möglich direkt auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung angezeigt. Wenn es nicht möglich ist, die Originalbilder gleichzeitig auf dem Bildschirm anzuzeigen, werden die Originalbilder in Reaktion auf eine Betätigung einer Seitentaste usw. nacheinander in der Reihenfolge der Ablaufzeit auf dem Bildschirm angezeigt.

[0054] **Fig.** 7 zeigt ein Beispiel für auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung der Simulationsvorrichtung angezeigte Icons. Dieses Beispiel stellt einen Fall dar, in dem die Betriebe zweier Roboter **33** u. **34**, die ein Robotersystem bilden, mittels Durchführung der in **Fig.** 4 gezeigten Verarbeitung durch die Simulationsvorrichtung **11** simuliert werden, wie dies in **Fig.** 2 gezeigt ist. Wie in **Fig.** 7 gezeigt, werden Icons **31**, die in Schritt B10 gewonnen sind, in der Reihenfolge der Zeit des Einfangens dieser Bilder auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung **32** angezeigt.

[0055] Dann wird bestimmt, ob ein Befehl, der ein anderer als ein Befehl zum Auswählen eines der angezeigten Icons ist, eingegeben ist oder nicht (Schritt C3), und wenn der andere Befehl eingegeben ist, wird eine Verarbeitung zum Ausführen des anderen Befehls durchgeführt (Schritt C19). Wenn bestimmt ist, dass eines der Icons, die auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung angezeigt sind, durch eine Hinweiseinrichtung, wie eine Maus, ausgewählt ist (Schritt C4), wird ferner bestimmt, ob ein Löschbefehl zum Löschen des ausgewählten Icons oder ein Wiederholungsbefehl zum Wiederholen der Simulation eingegeben ist oder nicht (Schritt C5, Schritt C6). Wenn der Löschbefehl eingegeben ist, werden die Grafikdaten bezüglich des ausgewählten Icons aus dem Datenspeicher-Abschnitt gelöscht (Schritt C17), das ausgewählte Icon wird aus der Liste der Icons auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung (Schritt C18) gelöscht und die Prozedur kehrt zu Schritt C1 zurück.

[0056] Wenn in Schritt C6 bestimmt ist, dass der Wiederholungsbefehl eingegeben ist, werden die Bilder **33** u. **34** der dreidimensionalen Modelle der Roboter auf der Grundlage der gespeicherten Stellungsinformation bezüglich der jeweiligen Achsen der Roboter beim Start der Betriebe, die mit dem ausgewählten Icon verbunden ist, auf dem Bildschirm **32** der Anzeigeeinrichtung **3** angezeigt, wie dies in **Fig.** 7 gezeigt ist (Schritt C7). Es wird eine Meldung angezeigt, die eine Bedienungsperson veranlasst, eine Geschwindigkeit der Wiederholung zu setzen (Schritt C8). Die Bedienungsperson gibt die Geschwindigkeit der Wiederholung und einen Befehl zum Starten der Wiederholung ein.

[0057] Wenn bestimmt ist, dass die Geschwindigkeit der Wiederholung und der Wiederholungs-Startbefehl eingegeben sind (Schritt C9), werden die gegenwärtigen Positionen der Roboter ausgelesen (Schritt C10), und es werden die Bilder der dreidimensionalen Modelle der Roboter in den gegenwärtigen Positionen angezeigt (Schritt C11). Die Simulation der Betriebe der Roboter wird mittels Animation durch Bewegen der Bilder **33** u. **34** der dreidimensionalen Modelle mit der gesetzten Geschwindigkeit auf der Grundlage der in der Vergangenheit aufgetretenen Daten (der Ablaufzeitinformation und der Stellungsinformation, die mit der Ablaufzeitinformation verbunden sind), die mit dem ausgewählten Icon verbunden sind, wiederholt (Schritt C12). Bei dieser Wiederholung werden die Orte **35** u. **36** der gesteuerten Punkte der Roboter (die jeweils auf Werkzeug-Mittelpunkte der Roboter gesetzt sein können) angezeigt.

[0058] Ferner werden gemäß den Simulationsergebnissen Betriebsbefehle an die Roboter ausgegeben, die zu betätigen sind, um sich in befohlene Positionen zu bewegen (Schritt C13). Es wird bestimmt, ob die Simulation auf der Grundlage der in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die mit dem ausgewählten Icon verbunden sind, abgeschlossen ist oder nicht (Schritt C14). Wenn die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten verbleiben, wird ferner bestimmt, ob ein Aufhebungsbefehl ausgegeben ist oder nicht (Schritt C15). Wenn der Aufhebungsbefehl nicht ausgegeben ist, kehrt die Prozedur zu Schritt C12 zurück, und es wird die Verarbeitung in Schritt C12 und den nachfolgenden Schritten durchgeführt.

[0059] Wenn der Aufhebungsbefehl ausgegeben ist, wird die Wiederholung der Simulation gestoppt (Schritt C16), und die Prozedur kehrt zu Schritt C8 zurück, um ein Setzen der Wiederholungsgeschwindigkeit zu ermöglichen und abzuwarten, bis ein Wiederholungs-Startbefehl ausgegeben ist. Die angezeigten Bilder der dreidimensionalen Modelle der Roboter werden als Stehbilder auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung **3** gestoppt, bis die Bedienungsperson einen Wiederholungs-Startbefehl eingibt, um es der Bedienungsperson zu gestatten, Einzelheiten der Betriebszustände der Roboter zu überwachen.

[0060] Wenn die Bedienungsperson einen Wiederholungs-Startbefehl mit oder ohne Änderung der Wiederholungsgeschwindigkeit eingibt, wird die Verarbeitung in Schritt C10 und den nachfolgenden Schritten durchgeführt, so dass die Simulation der Roboterbetriebe mit der gesetzten Wiederholungsgeschwindigkeit auf der Grundlage der ausgelesenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten durchgeführt wird, und die Roboter werden in Übereinstimmung mit der Simulation betrieben.

[0061] Wenn bestimmt ist, dass die Simulation bis zum Ende der gespeicherten, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten durchgeführt ist (Schritt C14), wird die Simulation beendet.

[0062] In dem Fall, in dem das Betriebsprogramm oder der Laufbewegungsbefehl durch den arithmetischen Verarbeitungsabschnitt der Simulationsvorrichtung oder durch den Steuersimulator (Steuereinrichtung eines virtuellen Roboters) und die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten und die Icons des dreidimensionalen Modells des Roboters ausgeführt ist, führt tatsächlich kein Roboter den in Schritt **13** befohlenen Betrieb durch. In einem solchen Fall kann der befohlene Betrieb durch einen Roboter in dem System durch Auswählen desselben durchgeführt werden, um den Betrieb durchzuführen. Insbesondere wird der Roboter zum Durchführen des befohlenen Betriebs vorab unter Benutzung eines ID-Kodes ausgewählt, und dem ausgewählten Roboter werden die Betriebsbefehle eingegeben.

[0063] Ferner wird in dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel eines der Icons des dreidimensionalen Modells des Roboters auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung ausgewählt, und die Simulation wird vom Start des Betriebs an bis zu einem Zustand, der durch das ausgewählte Icon angegeben ist, wiederholt. Alternativ dazu kann eine Simulation von dem Zustand an, der durch das Icon angegeben ist, bis zum Ende des Betriebs durchgeführt werden. Ferner können zwei der Icons auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung ausgewählt werden, und zwischen dem ersten Icon und dem zweiten Icon kann die Simulation des Roboters wiederholt werden.

[0064] Zum Wiederholen der Simulation von dem Zustand an, der durch das ausgewählte Icon angegeben ist, bis zum Ende des Betriebs wird in Schritt C4 gemäß **Fig.** 5 ein Icon als eine Startposition der Wiederholung der Simulation ausgewählt. In Schritt C12 werden die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die mit dem letzten Icon verbunden sind, d. h. die in der Vergangenheit aufgetretene Daten am Ende der Ausführung des Betriebssprogramms, die in Schritt A12 oder Schritt B12 gespeichert sind, ausgelesen. Aus den ausgelesenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die mit dem letzten Icon verbunden sind, wird die Stellungsinformation, die der Stellungsinformation zu der letzten Ablaufzeit in den in der Vergangenheit aufgetretenen Daten nachfolgt, die mit dem ausgewählten Icon verbunden sind, in der Reihenfolge der Ablaufzeit ausgelesen, so dass die Wiederholung der Simulation von dem Zustand an, der durch das ausgewählte Icon angegeben ist, bis zum Ende der Simulation durchgeführt wird.

[0065] Zum Wiederholen der Simulation zwischen den Zuständen, die durch die zwei ausgewählten Icons angegeben sind, werden in Schritt C4 das erste Icon und das zweite Icon als Start- bzw. Endpositionen der Wiederholung der Simulation ausgewählt. In Schritt C12 werden die in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die mit dem ausgewählten zweiten Icon verbunden sind, ausgelesen, und aus den ausgelesenen, in der Vergangenheit aufgetretenen Daten, die mit dem zweiten Icon verbunden sind, wird in den in der Vergangenheit aufgetretenen, mit dem ausgewählten ersten Icon verbundenen Daten die Stellungsinformation, die der Stellungsinformation zu der letzten Ablaufzeit nachfolgt, in der Reihenfolge der Ablaufzeit ausgelesen, so dass die Wiederholung der Simulation von dem Zustand an, der durch das ausgewählte erste Icon angegeben ist, bis zu dem Zustand, der durch das ausgewählte zweite Icon angegeben ist, durchgeführt wird.

[0066] Eine Simulationsvorrichtung, wie sie beschrieben ist, gestattet einer Bedienungsperson, einen Betriebszustand einer Maschine inmitten eines Betriebs durch Bezugnahme auf Stehbilder eines Modells der Maschine auf dem Bildschirm der Anzei-

geeinrichtung zu bestätigen und die Simulation eines Teils des Betriebs durch Animation zu überwachen.

Patentansprüche

1. Simulationsvorrichtung zum Simulieren des Betriebs einer Maschine, gekennzeichnet durch
ein Empfangsmittel zum Empfangen von Ablaufzeitinformation über den Betrieb der Maschine und von Stellungsinformation über die Maschine, die mit der Ablaufzeitinformation verbunden ist,
ein Simulations-Anzeigemittel (**11**) zum Anzeigen eines Bildes (**7**) eines Modells der Maschine auf dem Bildschirm einer Anzeigeeinrichtung (**3**) durch Animation, um eine Simulation des Betriebs der Maschine auf der Grundlage der empfangenen Ablaufzeitinformation und der Stellungsinformation durchzuführen,
ein Einfangmittel zum Einfangen von Bildern des Modells der Maschine, die bei der Simulation durch das Simulations-Anzeigemittel (**11**) gewonnen sind,
ein Speichermittel (**5**) zum Speichern der eingefangenen Bilder, die mit der Ablaufzeitinformation und der Stellungsinformation zum Zeitpunkt des Einfangens der jeweiligen Bilder des Modells der Maschine zu verbinden sind, und
ein Anzeigesteuermittel zum Verkleinern der eingefangenen Bilder und Anzeigen der verkleinerten Bilder auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung (**3**) in der Reihenfolge der Ablaufzeit auf der Grundlage der gespeicherten Ablaufzeitinformation.

2. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die eingefangenenen Bilder durch das Anzeigesteuermittel in deren verkleinertes Format umgewandelt werden.

3. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die ferner ein arithmetisches Verarbeitungsmittel (**6**) zum Ausführen eines Betriebsprogramms oder Betriebsbefehls umfasst, wobei das Empfangsmittel die Ablaufzeitinformation bezüglich des Betriebs der Maschine und die Stellungsinformation über die Maschine von dem arithmetischen Verarbeitungsmittel (**6**) empfängt.

4. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei das arithmetische Verarbeitungsmittel (**6**) eine Steuereinrichtung der Maschine oder eine Einrichtung umfasst, die einen arithmetischen Verarbeitungsabschnitt hat, welcher der Steuereinrichtung der Maschine äquivalent ist.

5. Simulationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner ein Wiederholungsmittel zum Wiederholen eines Teils der Simulation des Betriebs der Maschine umfasst, der durch zumindest ein verkleinertes Bild gekennzeichnet ist, das durch eine Bedienungsperson auf der Grundlage der Ablaufzeitinformation bezüglich des Betriebs der Maschine und der Stellungsinformation über die Maschine, die mit dem verkleinerten Bild oder den verkleinerten Bildern, das oder die durch die Bedienungsperson ausgewählt sind, verbunden sind, z. B. aus den verkleinerten Bildern ausgewählt ist, die auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung (**3**) angezeigt sind,

6. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei das Wiederholungsmittel den Betrieb der Maschine von einer gegenwärtigen Position der Maschine an bis zu einer Zielposition wiederholt, die durch die Stellungsinformation bestimmt ist, die mit dem ausgewählten Bild verbunden ist, und der Maschine befiehlt, sich bis zu der Position vorzubewegen, die der Position der Maschine bei der Simulation entspricht.

7. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei das Wiederholungsmittel ein Bild des Modells der Maschine durch Animation von der gegenwärtigen Position an bis zu der Zielposition der Maschine vor einem Befehlen der Maschine, sich zu der Position vorzubewegen, anzeigt, die der Position der Maschine bei der Simulation entspricht.

8. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 5, 6 oder 7, wobei das Wiederholungsmittel bei der Wiederholung der Simulation des Betriebs der Maschine einen Ort eines gesteuerten Punkts der Maschine auf dem Bildschirm der Anzeigeeinrichtung (**3**) anzeigt.

9. Simulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, die ferner ein Wiederholungssteuermittel zum Aussetzen der Wiederholung der Simulation zum Ermöglichen einer Änderung einer Wiederholungsgeschwindigkeit der Wiederholung der Simulation und zum Wiederstarten der Wiederholung der Simulation umfasst.

10. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das Aussetzen der Wiederholung der Simulation zum Ändern der Wiederholungsgeschwindigkeit und das Wiederstarten der Wiederholung der Simulation in bezug auf eine andere Maschine durchgeführt werden, die gleichzeitig mit der Maschine arbeitet.

11. Simulationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner ein Einfangbefehlsmittel zum Ausgeben eines Befehls zum Einfangen eines Bildes des Modells für das Einfangmittel umfasst.

12. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Einfangbefehlsmittel automatisch den Einfangbefehl in jeder vorbestimmten Periode ausgibt.

13. Simulationsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Einfangbefehlsmittel den Einfangbefehl in Reaktion auf einen Befehl ausgibt, der durch eine Bedienungsperson von Hand eingegeben ist.

14. Simulationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ablaufzeitinformation eine Zeit-Information für das Ausführen eines Betriebsprogramms und eine Ablaufzeit vom Start der Ausführung eines Betriebsprogramms an enthält.

15. Simulationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Maschine einen Industrie-Roboter umfasst.

16. Simulationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Maschine eine Werkzeugmaschine umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

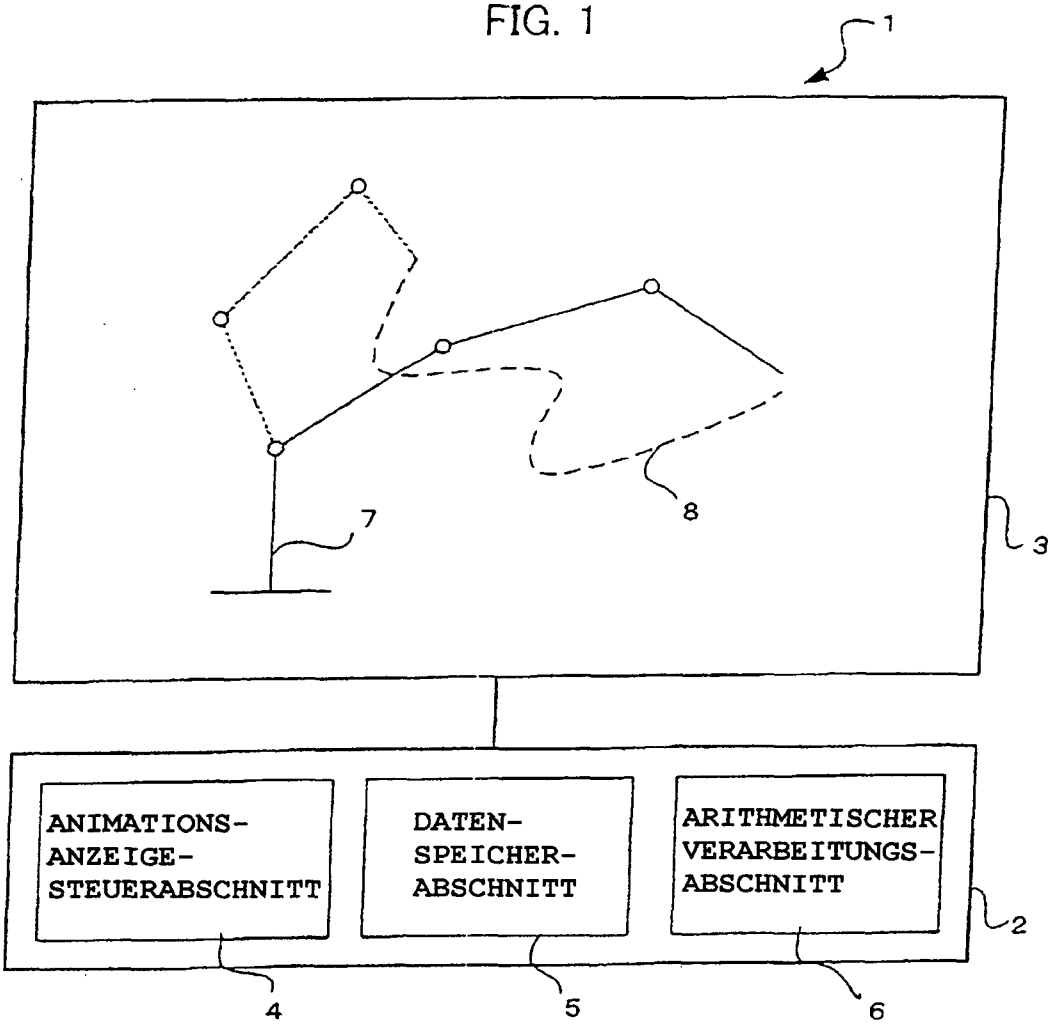


FIG. 2

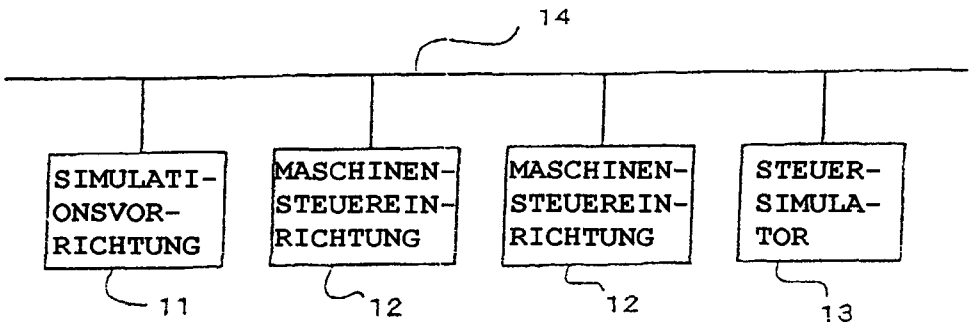


FIG. 3

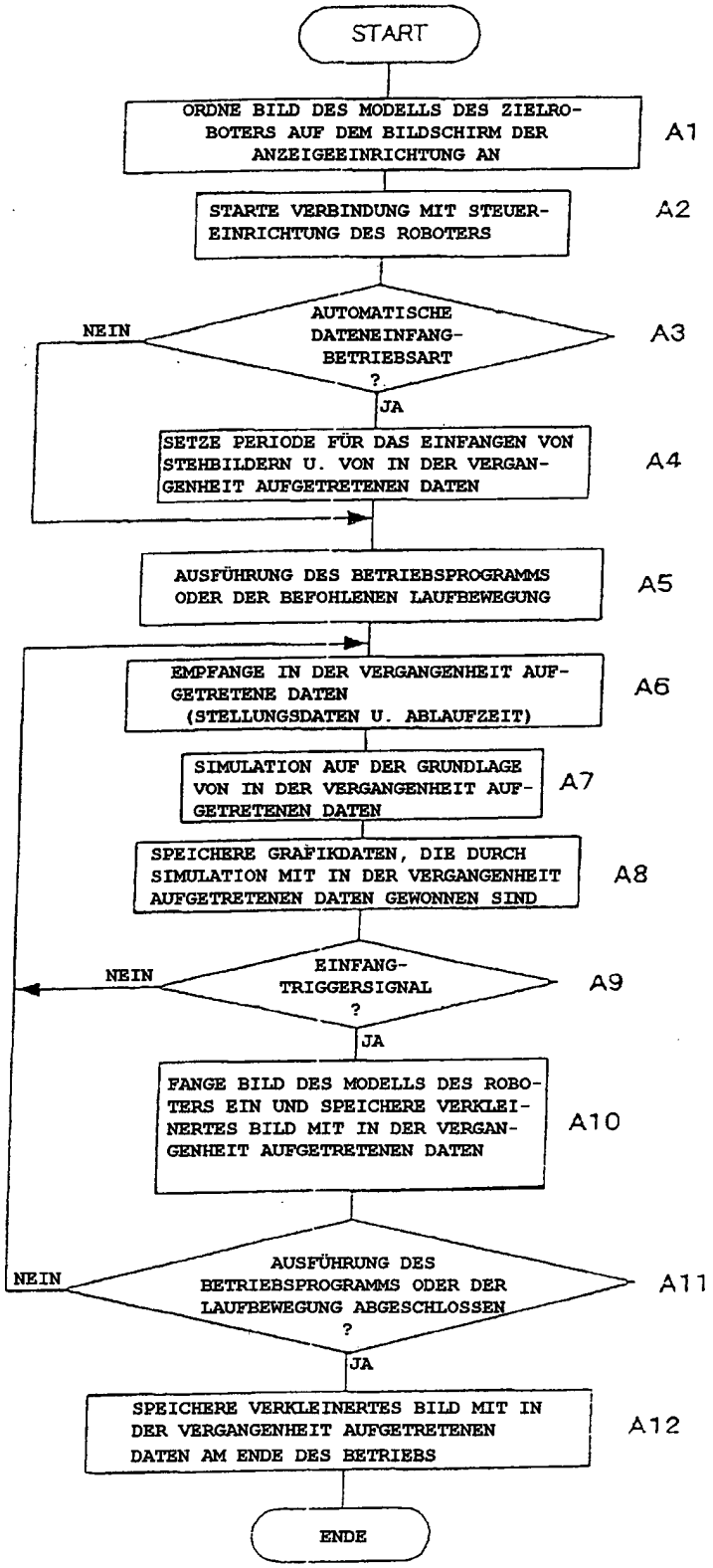

START
ORDNE BILD DES MODELLS DES ZIELROBOTERS AUF DEM BILDSCHIRM DER ANZEIGEEINRICHTUNG AN
A1
STARTE VERBINDUNG MIT STEUEREINRICHTUNG DES ROBOTERS
A2
AUTOMATISCHE DATENEINFANG-BETRIEBSART ?
NEIN
A3
JA
SETZE PERIODE FÜR DAS EINFANGEN VON STEHBILDERN U. VON IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN
A4
AUSFÜHRUNG DES BETRIEBSPROGRAMMS ODER DER BEFOHLENEN LAUFBEWEGUNG
A5
EMPFANGE IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENE DATEN (STELLUNGSDATEN U. ABLAUFZEIT)
A6
SIMULATION AUF DER GRUNDLAGE VON IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN
A7
SPEICHERE GRAFIKDATEN, DIE DURCH SIMULATION MIT IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN GEWONNEN SIND
A8
EINFANG-TRIGGERSIGNAL ?
NEIN
A9
JA
FANGE BILD DES MODELLS DES ROBOTERS EIN UND SPEICHERE VERKLEINERTES BILD MIT IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN
A10
AUSFÜHRUNG DES BETRIEBSPROGRAMMS ODER DER LAUFBEWEGUNG ABGESCHLOSSEN ?
NEIN
A11
JA
SPEICHERE VERKLEINERTES BILD MIT IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN AM ENDE DES BETRIEBS
A12
ENDE

FIG. 4

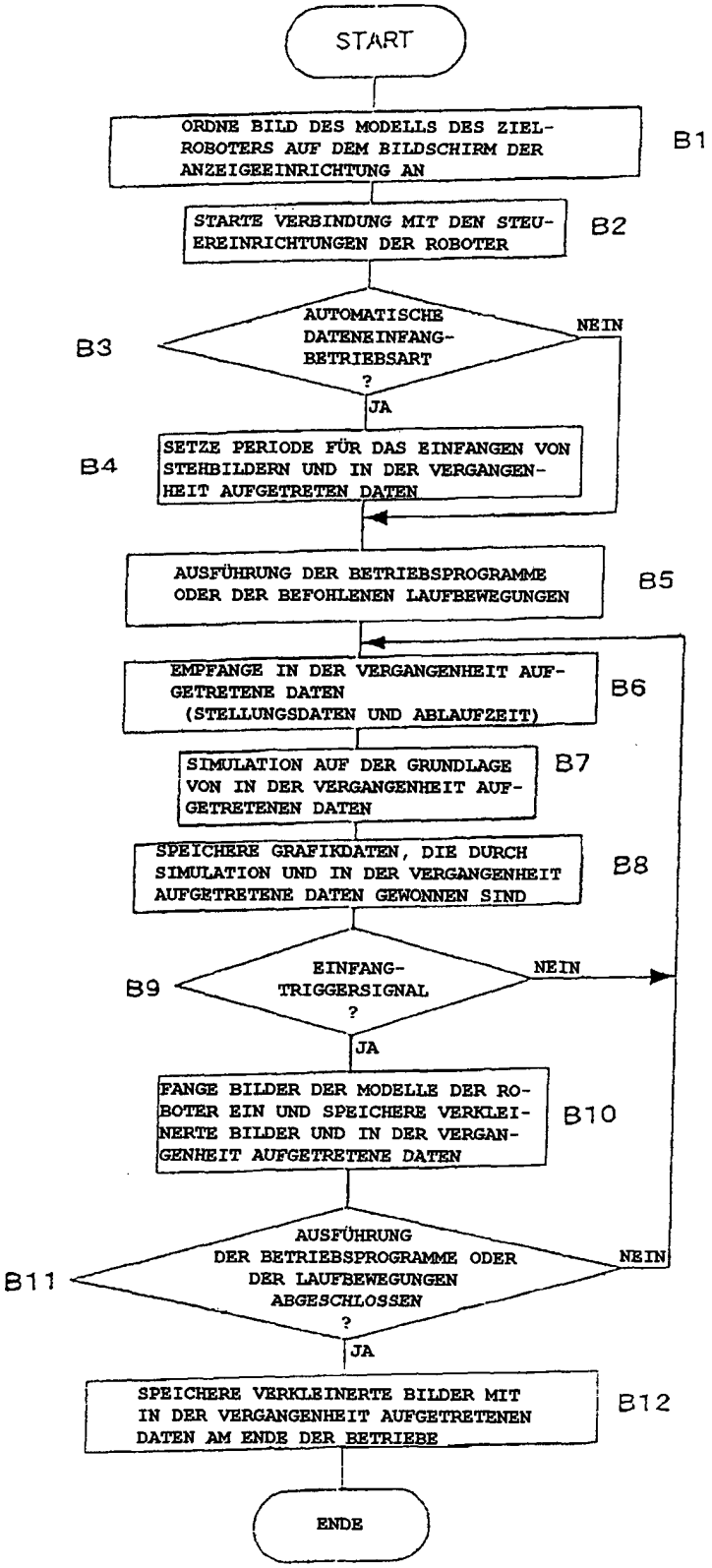

START
ORDNE BILD DES MODELLS DES ZIEL-ROBOTERS AUF DEM BILDSCHIRM DER ANZEIGEEINRICHTUNG AN
B1
STARTE VERBINDUNG MIT DEN STEUEREINRICHTUNGEN DER ROBOTER
B2
AUTOMATISCHE DATENEINFANG-BETRIEBSART ?
B3
NEIN
JA
SETZE PERIODE FÜR DAS EINFANGEN VON STEHBILDERN UND IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETEN DATEN
B4
AUSFÜHRUNG DER BETRIEBSPROGRAMME ODER DER BEFOHLENEN LAUFBEWEGUNGEN
B5
EMPFANGE IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENE DATEN (STELLUNGSDATEN UND ABLAUFZEIT)
B6
SIMULATION AUF DER GRUNDLAGE VON IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN
B7
SPEICHERE GRAFIKDATEN, DIE DURCH SIMULATION UND IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENE DATEN GEWONNEN SIND
B8
EINFANG-TRIGGERSIGNAL ?
B9
NEIN
JA
FANGE BILDER DER MODELLE DER ROBOTER EIN UND SPEICHERE VERKLEINERTE BILDER UND IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENE DATEN
B10
AUSFÜHRUNG DER BETRIEBSPROGRAMME ODER DER LAUFBEWEGUNGEN ABGESCHLOSSEN ?
B11
NEIN
JA
SPEICHERE VERKLEINERTE BILDER MIT IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN AM ENDE DER BETRIEBE
B12
ENDE

FIG. 5

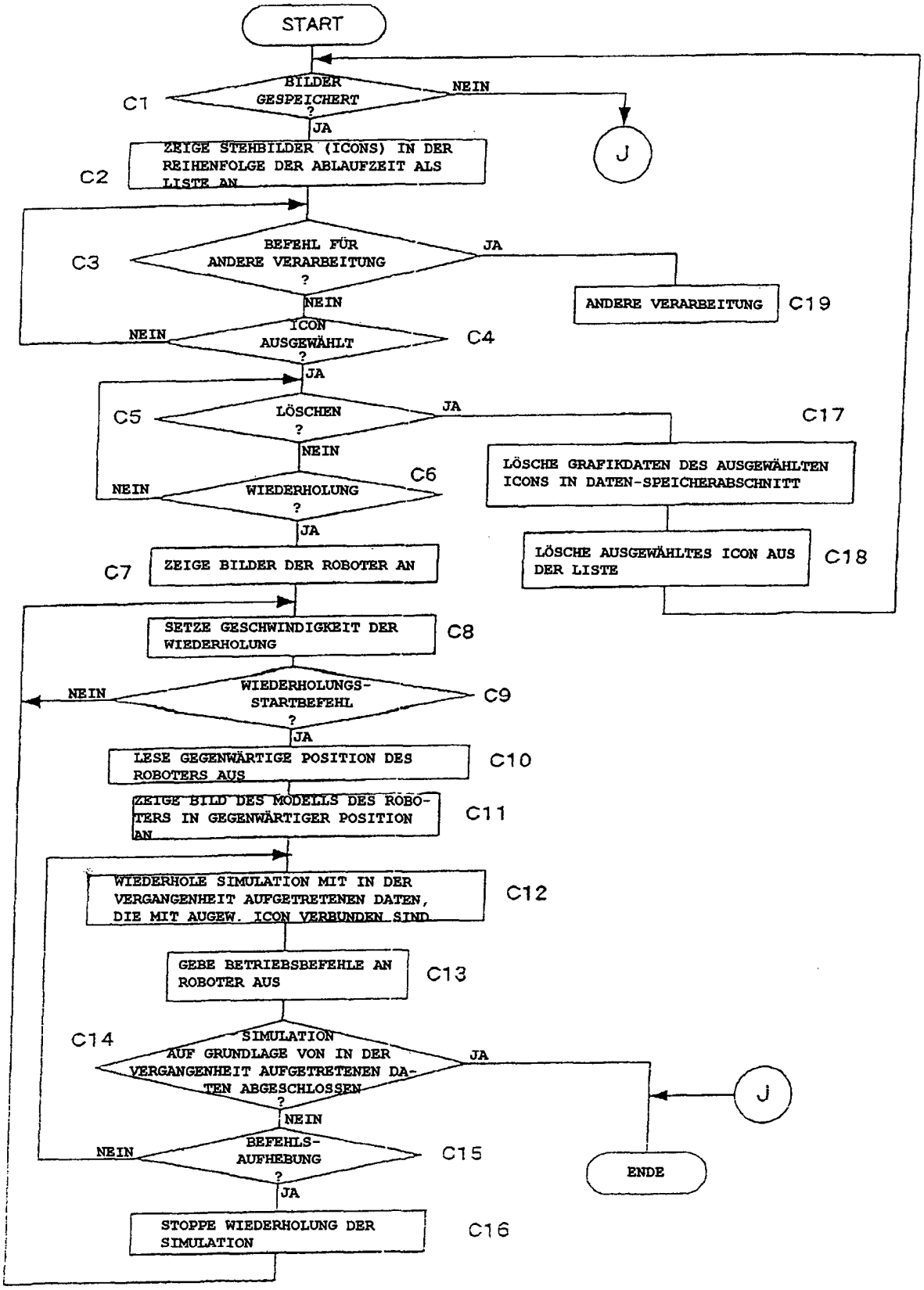

START
C1
BILDER GESPEICHERT ?
NEIN
JA
J
C2
ZEIGE STEHBILDER (ICONS) IN DER REIHENFOLGE DER ABLAUFZEIT ALS LISTE AN
C3
BEFEHL FÜR ANDERE VERARBEITUNG ?
JA
ANDERE VERARBEITUNG
C19
NEIN
NEIN
ICON AUSGEWÄHLT ?
C4
JA
C5
LÖSCHEN ?
JA
C17
NEIN
LÖSCHE GRAFIKDATEN DES AUSGEWÄHLTEN ICONS IN DATEN-SPEICHERABSCHNITT
NEIN
WIEDERHOLUNG ?
C6
JA
LÖSCHE AUSGEWÄHLTES ICON AUS DER LISTE
C18
C7
ZEIGE BILDER DER ROBOTER AN
SETZE GESCHWINDIGKEIT DER WIEDERHOLUNG
C8
NEIN
WIEDERHOLUNGS-STARTBEFEHL ?
C9
JA
LESE GEGENWÄRTIGE POSITION DES ROBOTERS AUS
C10
ZEIGE BILD DES MODELLS DES ROBOTERS IN GEGENWÄRTIGER POSITION AN
C11
WIEDERHOLE SIMULATION MIT IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN, DIE MIT AUGEW. ICON VERBUNDEN SIND
C12
GEBE BETRIEBSBEFEHLE AN ROBOTER AUS
C13
C14
SIMULATION AUF GRUNDLAGE VON IN DER VERGANGENHEIT AUFGETRETENEN DATEN ABGESCHLOSSEN ?
JA
J
NEIN
NEIN
BEFEHLS-AUFHEBUNG ?
C15
ENDE
JA
STOPPE WIEDERHOLUNG DER SIMULATION
C16

FIG. 6

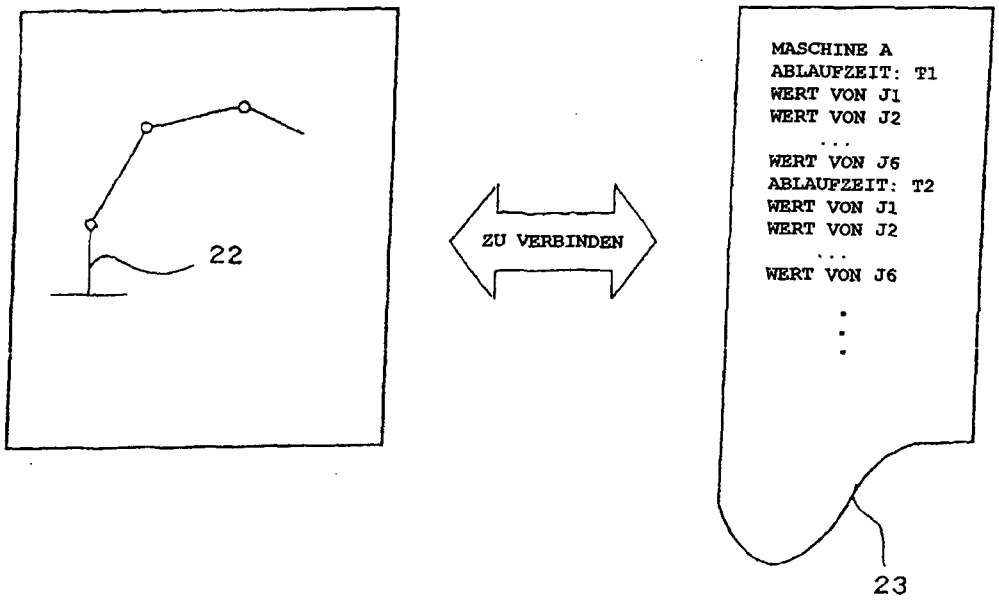
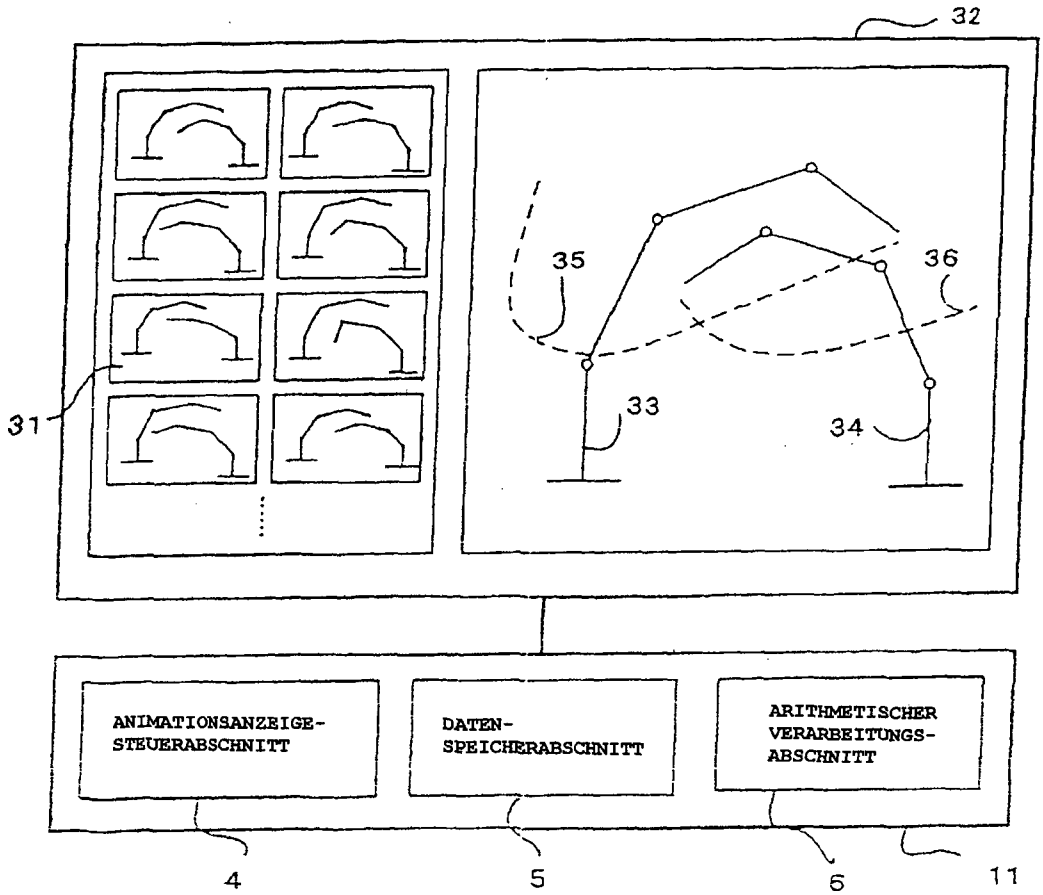

22
ZU VERBINDEN
MASCHINE A
ABLAUFZEIT: T1
WERT VON J1
WERT VON J2
...
WERT VON J6
ABLAUFZEIT: T2
WERT VON J1
WERT VON J2
...
WERT VON J6
23

FIG. 7


32
31
35
36
33
34
ANIMATIONSANZEIGE-STEUERABSCHNITT
DATEN-SPEICHERABSCHNITT
ARITHMETISCHER VERARBEITUNGS-ABSCHNITT
4
5
6
11