(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 007 574 T5** 2025.06.05

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/116285**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 574.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/044016**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.11.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.06.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **05.06.2025**

(51) Int Cl.: ***B25J 19/06*** (2006.01)

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

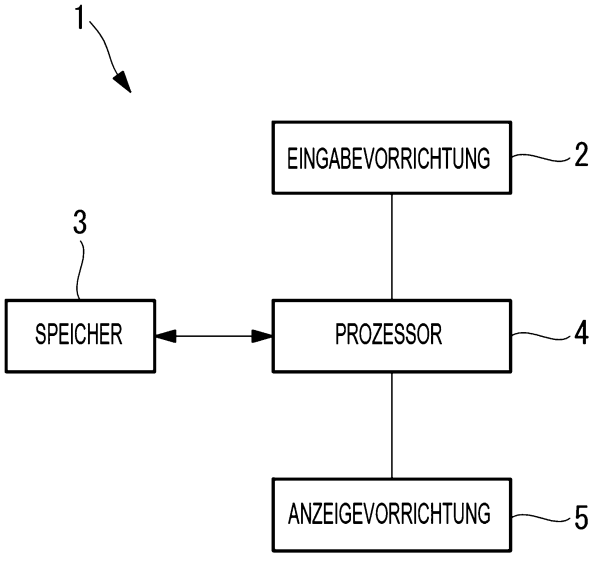
(74) Vertreter:
Patentanwälte Olbricht, Buchhold, Keulertz Partnerschaft mbB, 60311 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:
Yamaguchi, Daiki, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ROBOTERSYSTEMSIMULATIONSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Simulationsvorrichtung (1) für ein Robotersystem, das mindestens einen Roboter, mindestens einen Sensor zum Detektieren eines sich bewegenden Körpers in einem Detektionsbereich um den Roboter herum und mindestens eine Steuervorrichtung zum Steuern des Roboters beinhaltet, wobei eine einem Sensor entsprechende Steuervorrichtung einen Betriebsvorgang eines Roboters verlangsamt oder stoppt, wenn der Sensor den sich bewegenden Körper detektiert, und wobei die Simulationsvorrichtung (1) für das Robotersystem zusätzlich mindestens einen Prozessor (4), mindestens einen Speicher (3) und eine Eingabevorrichtung (2) beinhaltet, wobei der Speicher (3) dazu dient, Layoutinformationen über das Robotersystem zu speichern, die Eingabevorrichtung (2) Eingaben von Bewegungsinformationen bezüglich des sich bewegenden Körpers empfängt und der Prozessor (4) eine Simulation eines Betriebsvorgangs des Robotersystems basierend auf den Layoutinformationen und den Bewegungsinformationen ausführt und die Verzögerungszeit des Betriebsvorgangs in Bezug auf einen Fall, in dem kein sich bewegender Körper in dem Detektionsbereich detektiert wird, berechnet.



Beschreibung

{Technisches Gebiet}

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Simulationsvorrichtung für ein Robotersystem.

{Stand der Technik}

[0002] Es gibt ein Robotersystem, das die Steuerung so durchführt, dass der Betrieb eines Roboters verlangsamt oder gestoppt wird, wenn sich das damit arbeitende Personal dem in Betrieb befindlichen Roboter auf eine kürzere Entfernung als die vorgegebene nähert.

[0003] Darüber hinaus gibt es eine Simulationsvorrichtung für ein solches Robotersystem, die den Betrieb eines Roboters und damit arbeitendes Personal simuliert, um die Zeit, während der der Roboter verlangsamt oder gestoppt wird, zu verkürzen (siehe z.B. Patentliteratur 1).

{Liste der Anführungen}

{Patentliteratur}

[0004] {PTL 1] Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnr. 2017-24113

{Zusammenfassung der Erfindung}

{Technisches Problem}

[0005] Es gibt jedoch allgemein einen Fall, in dem ein sich bewegender Körper, wie etwa ein fahrerloses Transportfahrzeug, der eine andere Aufgabe als das Robotersystem ausführt, in den Betriebsbereich des Roboters gelangt oder dort verbleibt. Auch in diesem Fall wird der sich bewegende Körper durch einen Sensor detektiert, wodurch der Betriebsvorgang des Roboters verlangsamt oder gestoppt wird und die Zykluszeit des Robotersystems zunimmt.

[0006] Daher ist es wünschenswert, die Zykluszeit des Robotersystems innerhalb einer gewünschten Zeit zu halten, auch wenn ein anderer sich bewegender Körper als der ursprünglich angeordnete sich bewegende Körper, wie damit arbeitendes Personal, sich innerhalb des Betriebsbereichs des Roboters befindet.

{Lösung des Problems}

[0007] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Simulationsvorrichtung für ein Robotersystem, das mindestens einen Roboter, mindestens einen Sensor zum Detektieren eines sich bewegenden Körpers in einem Detektionsbereich um den Roboter herum und mindestens eine Steuervorrichtung zum Steuern des Roboters beinhaltet, wobei die dem Sensor entsprechende Steuervorrichtung einen Betriebsvorgang des Roboters als Reaktion darauf, dass der Sensor den sich bewegenden Körper detektiert, verlangsamt oder stoppt, wobei die Simulationsvorrichtung mindestens einen Prozessor, mindestens einen Speicher und eine Eingabevorrichtung beinhaltet, wobei: der Speicher Layoutinformationen über das Robotersystem speichert; die Eingabevorrichtung Eingaben von Bewegungsinformationen über den sich bewegenden Körper empfängt; und der Prozessor eine Simulation eines Betriebsvorgangs des Robotersystems basierend auf den Layoutinformationen und den Bewegungsinformationen ausführt und eine Verzögerungszeit des Betriebsvorgangs in Bezug auf einen Fall, in dem der sich bewegende Körper in dem Detektionsbereich nicht detektiert wird, berechnet.

{Kurzbeschreibung der Zeichnungen}

{**Fig.** 1] **Fig.** 1 ist eine Draufsicht, die ein Layout für ein Robotersystem zeigt, auf das eine Simulationsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung angewendet wird.

{**Fig.** 2] **Fig.** 2 ist ein Blockdiagramm, das die Simulationsvorrichtung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

{**Fig.** 3] **Fig.** 3 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung eines Simulationsverfahrens unter Verwendung der Simulationsvorrichtung in **Fig.** 2.

{**Fig.** 4] **Fig.** 4 ist ein Zeitdiagramm, das den Betrieb eines Roboters in einem Fall zeigt, in dem kein sich bewegender Körper in dem Fotografierbereich des Robotersystems in **Fig.** 1 vorhanden ist.

{**Fig.** 5] **Fig.** 5 ist ein Zeitdiagramm, das in die Simulationsvorrichtung in **Fig.** 2 eingegebene Bewegungsinformationen zeigt.

{**Fig.** 6] **Fig.** 6 ist ein Zeitdiagramm, das den Betrieb des Roboters unter Berücksichtigung des Eintritts eines sich bewegenden Körpers in den Fotografierbereich in dem Robotersystem in **Fig.** 1 zeigt.

{**Fig.** 7] **Fig.** 7 ist eine Draufsicht, die eine Modifikation des Layouts des Robotersystems in **Fig.** 1 zeigt.

{Beschreibung der Ausführungsform}

[0008] Im Folgenden wird eine Simulationsvorrichtung 1 für ein Robotersystem 10 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0009] Zuerst wird das Robotersystem 10 beschrieben, auf das die Simulationsvorrichtung 1 dieser Ausführungsform angewandt wird.

[0010] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, beinhaltet das Robotersystem 10: mindestens einen Roboter 20; mindestens eine Kamera (Sensor) 31, 32 zum Fotografieren der Peripherie des Roboters 20; und mindestens eine Steuervorrichtung 40. In **Fig.** 1 ist ein Teil des Robotersystems 10 gezeigt, um die Beschreibung zu vereinfachen, und es sind ein Roboter 20, zwei Kameras 31, 32 und eine Steuervorrichtung 40, die in dem Robotersystem 10 vorgesehen sind, gezeigt.

[0011] Der Roboter 20 ist beispielsweise ein sechsachsiger Knickarmroboter. Der Roboter 20 ist zwischen zwei Arbeitstischen WT1, WT2 installiert, die so angeordnet sind, dass sie in horizontaler Richtung beabstandet sind. Zusätzlich führt der Roboter 20 beispielsweise eine Aufgabe aus, mehrere auf dem Arbeitstisch WT1 willkürlich gestapelte Werkstücke W nacheinander aufzunehmen und die Werkstücke W zu dem Arbeitstisch WT2 zu bewegen.

[0012] Die Kameras 31, 32 sind zum Beispiel zweidimensionale Kameras, die zweidimensionale Bilder erfassen. Darüber hinaus sind die Kameras 31, 32 oberhalb der Arbeitstische WT1, WT2 nach unten weisend installiert und weisen jeweils konische Fotografierbereiche (Detektionsbereiche) s1, s2 an Positionen, die die Arbeitstische WT1, WT2 enthalten, auf. Mit dieser Konfiguration können die Kameras 31, 32 zweidimensionale Bilder der Fotografierbereiche s1, s2 mit einer vorgegebenen Bildfrequenz erfassen.

[0013] Die Steuervorrichtung 40 beinhaltet mindestens einen Prozessor (nicht gezeigt) und einen Speicher (nicht gezeigt), wie etwa einen RAM und einen ROM, und ist mit dem Roboter 20 und den Kameras 31, 32 verbunden.

[0014] In dem Speicher der Steuervorrichtung 40 ist ein Betriebsprogramm für den Betrieb des Roboters 20 gespeichert. Darüber hinaus führt der Prozessor der Steuervorrichtung 40 das in dem Speicher gespeicherte Betriebsprogramm dazu aus, jede Achse des Roboters 20 zu betreiben, wodurch bewirkt wird, dass der Roboter 20 eine gewünschte Aufgabe ausführt.

[0015] Darüber hinaus überträgt die Steuervorrichtung 40 einen Fotografierbefehl an eine der Kameras 31, 32, die der Ausrichtung des Roboters 20 entspricht, um zu bewirken, dass die Kamera 31, 32 das Fotografieren mit einer vorgegebenen Bildfrequenz ausführt. Mit anderen Worten veranlasst die Steuervorrichtung 40 die Kamera 31, 32 auf der Seite, auf die ein Handgelenk des Roboters 20 gerichtet ist, ein zweidimensionales Bild zu erfassen, und empfängt das zweidimensionale Bild.

[0016] Darüber hinaus führt die Steuervorrichtung 40 eine Bildverarbeitung an dem empfangenen zweidimensionalen Bild durch, um alle sich bewegenden Körper, die in dem zweidimensionalen Bild enthalten sind, zu extrahieren. Dann schließt die Steuervorrichtung 40 den Roboter 20 (einschließlich eines Werkzeugs oder dergleichen, das an dem Roboter 20 befestigt ist) von den extrahierten sich bewegenden Körpern aus und bestimmt, ob ein anderer sich bewegender Körper A als der Roboter 20 enthalten ist oder nicht. In einem Fall, in dem ein anderer sich bewegender Körper A als der Roboter 20 in allen der extrahierten sich bewegenden Körper enthalten ist, verlangsamt oder stoppt die Steuervorrichtung 40 den Betrieb jeder Achse des Roboters 20. Mit anderen Worten wird die Zykluszeit des Robotersystems 10 um die Zeit verzögert, während der der Betriebsvorgang des Roboters 20 verlangsamt oder gestoppt wird.

[0017] Als Nächstes wird die Simulationsvorrichtung 1 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0018] Die Simulationsvorrichtung 1 gemäß dieser Ausführungsform wird durch einen Computer, wie etwa einen Personal Computer, implementiert.

[0019] Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, beinhaltet die Simulationsvorrichtung 1 zum Beispiel eine Eingabevorrichtung 2, einen Speicher 3, wie etwa ein ROM und einen RAM, mindestens einen Prozessor 4, wie etwa eine CPU, und eine Anzeigevorrichtung 5.

[0020] Die Eingabevorrichtung 2 ist zum Beispiel aus einer Tastatur, einem Touchpanel, einem Bedienfeld, einer seriellen Schnittstelle, wie z. B. einem USB, usw. gebildet. Darüber hinaus empfängt die Eingabevorrichtung 2 Bewegungsinformationen über mindestens einen sich bewegenden Körper A, die von einem Bediener, der die Simulationsvorrichtung 1 bedient, eingegeben werden. Die Bewegungsinformationen sind zum Beispiel Informationen, die eine Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A und Zeit an jeder Position in der Bewegungsbahn, basierend auf der Betriebsprogrammstartzeit für das Robotersystem 10, beinhalten.

[0021] Der Speicher 3 speichert Layoutinformationen über das Robotersystem 10 in einer Fabrik. Die Layoutinformationen sind beispielsweise Informationen, die Positionen und Größen der einzelnen Bestandteile des Robotersystems 10, der Arbeitstische WT1, WT2 und der Fotografierbereiche s1, s2 beinhalten, sowie Informationen, die sich auf die

Position, Form usw. eines Durchgangs P in der Nähe des Roboters 20 beziehen. Alle diese Layoutinformationen werden dreidimensional modelliert und im Speicher 3 gespeichert.

[0022] Darüber hinaus speichert der Speicher 3 ein Simulationsprogramm und ein Betriebsprogramm für das Robotersystem 10. Wenn das Simulationsprogramm durch den Prozessor 4 ausgeführt wird, was später beschrieben wird, wird das Betriebsprogramm für das Robotersystem 10 in einem virtuellen Raum auf dem Computer ausgeführt.

[0023] Des Weiteren speichert der Speicher 3 eine ideale Zykluszeit des Robotersystems 10, d. h. eine Zykluszeit in einem Fall, in dem der sich bewegende Körper A nicht in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt und der Betriebsvorgang des Roboters 20 nicht verlangsamt oder gestoppt wird. Der Speicher 3 speichert auch die in die Eingabeeinrichtung 2 eingegebenen Bewegungsinformationen über den sich bewegenden Körper A.

[0024] Der Prozessor 4 entnimmt die Bewegungsinformationen über den sich bewegenden Körper A und die Layoutinformationen über das Robotersystem 10, die im Speicher 3 gespeichert sind, und bestimmt anhand der beiden Informationen, ob die Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A den Fotografierbereich s1, s2 überlappt oder nicht.

[0025] Darüber hinaus führt der Prozessor 4 das im Speicher 3 gespeicherte Simulationsprogramm aus, wodurch das Robotersystem 10 und der Durchgang P in dessen Nähe angeordnet werden und sich der sich bewegende Körper A im virtuellen Raum auf dem Computer entlang dem Durchgang P bewegt. Dann verwendet der Prozessor 4 die Bewegungsinformationen und die Layoutinformationen, die dem Speicher 3 entnommen werden, um das Betriebsprogramm für das im virtuellen Raum angeordnete Robotersystem 10 und eine Simulation der Bewegung des sich bewegenden Körpers A auszuführen.

[0026] Ferner berechnet der Prozessor 4 aus dem Simulationsergebnis eine Zykluszeit des Betriebsprogramms unter Berücksichtigung einer Betriebsverzögerung des Roboters 20, die dadurch verursacht wird, dass der sich bewegende Körper A in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt.

[0027] Die Anzeigevorrichtung 5 ist aus einer Flüssigkristallanzeige oder dergleichen gebildet. Basierend auf den Layoutinformationen veranlasst der Prozessor 4 die Anzeigevorrichtung 5, das Robotersystem 10 und das Layout in dessen Peripherie und die Fotografierbereiche s1, s2 überlagert anzuzeigen. Darüber hinaus veranlasst der Prozessor 4 die Anzeigevorrichtung 5, beispielsweise eine Verzögerungszeit, die durch Vergleichen der berechneten Zykluszeit des Betriebsprogramms mit der im Speicher 3 gespeicherten idealen Zykluszeit berechnet wird, zusammen mit den angezeigten Layoutinformationen anzuzeigen.

[0028] Nachfolgend wird der Betrieb der so konfigurierten Simulationsvorrichtung 1 gemäß dieser Ausführungsform beschrieben.

[0029] Im Folgenden wird ein Verfahren zum Simulieren des Betriebs des in **Fig.** 1 gezeigten Robotersystems 10 beispielhaft anhand des in **Fig.** 3 gezeigten Flussdiagramms beschrieben.

[0030] Zuerst gibt der Bediener, der die Simulationsvorrichtung 1 bedient, die Layoutinformationen über das Robotersystem 10 in die Eingabevorrichtung 2 ein (Schritt S1). Dadurch wird im Speicher 3 ein dreidimensionales Modell gespeichert, das den Durchgang P in der Nähe des Roboters 20 und die relative Lagebeziehung der einzelnen Bestandteile des Robotersystems 10 und der Fotografierbereiche s1, s2 in Bezug auf den Durchgang P zeigt. Darüber hinaus gibt der Bediener zusammen mit den Layoutinformation das Bedienprogramm für das Robotersystem 10 und die im Voraus berechnete ideale Zykluszeit des Bedienprogramms in die Eingabeeinrichtung 2 zur Speicherung in dem Speicher 3 ein.

[0031] Das in **Fig.** 4 gezeigte Beispiel ist ein beispielhaftes Zeitdiagramm des in die Eingabevorrichtung 2 eingegebenen Betriebsprogramms, in dem der Roboter 20 dazu veranlasst wird, eine gewünschte Aufgabe auszuführen, indem das Handgelenkvorderende des Roboters 20 in einem Intervall von n Sekunden zwischen den Arbeitstischen WT1, WT2 hin und her bewegt wird.

[0032] Als Nächstes gibt der Bediener als die Bewegungsinformationen über alle sich bewegenden Körper A, die sich in dem Durchgang P in der Nähe des Roboters 20 bewegen, die Bewegungsbahn jedes sich bewegenden Körpers A und die Zeit an jeder Position in der Bewegungsbahn in die Eingabevorrichtung 2 ein (Schritt S2). Die eingegebenen Bewegungsinformationen werden im Speicher 3 gespeichert.

[0033] In diesem Zustand entnimmt der Prozessor 4 die Layoutinformationen und die Bewegungsinformationen, die im Speicher 3 gespeichert sind, und vergleicht die beiden Informationen. Dann bestimmt der Prozessor 4, ob die Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A, die in den Bewegungsinformationen enthalten ist, den in den Layoutinformationen enthaltenen Fotografierbereich s1, s2 überlappt oder nicht (Schritt S3). In einem Fall, in dem festgestellt wird, dass sich die Bewegungsbahn und der Fotografierbereich s1, s2 überlappen, extrahiert der Prozessor 4 eine überlappende Zeitzone und spei-

chert die Zeitzone im Speicher 3 ab. Mit anderen Worten speichert der Speicher 3, wie in **Fig.** 5 gezeigt ist, die Zeitzonen, in denen sich der sich bewegende Körper A in den einzelnen Fotografierbereichen s1, s2 befindet, in Bezug auf die verstrichene Zeit ab der Betriebsprogrammstartzeit für das Robotersystem 10.

[0034] Anschließend führt der Prozessor 4 das im Speicher 3 gespeicherte Simulationsprogramm aus (Schritt S4).

[0035] Wenn das Simulationsprogramm ausgeführt wird, stellt der Prozessor 4 das Robotersystem 10, den Durchgang P und den sich bewegenden Körper A in dem virtuellen Raum auf dem Computer basierend auf den aus dem Speicher 3 ausgelesenen Layoutinformationen ein. Dann veranlasst der Prozessor 4 das Robotersystem 10, gemäß dem Betriebsprogramm zu arbeiten, und veranlasst auch den sich bewegenden Körper A sich basierend auf den Bewegungsinformationen in dem virtuellen Raum zu bewegen.

[0036] In diesem Fall bewirkt, wenn der Roboter 20 beispielsweise eine Aufgabe mit dem Handgelenkvorderende durchführt, die auf die Seite des Arbeitstisches WT1 gerichtet ist, der Eintritt des sich bewegenden Körpers A in den Fotografierbereich s1, dass der Roboter 20 gestoppt oder verlangsamt wird. Wie in den **Fig.** 4 bis 6 gezeigt ist, wird deshalb das Betriebsprogramm um die Zeit verzögert, während der der Betriebsvorgang des Roboters 20 gestoppt oder verlangsamt wird, während der Roboter 20 die Aufgabe auf der Seite des Arbeitstisches WT1 durchführt.

[0037] Auf ähnliche Weise bewirkt, wenn der Roboter 20 eine Aufgabe mit dem auf die Seite des Arbeitstisches WT2 gerichteten Handgelenkvorderende durchführt, der Eintritt des sich bewegenden Körpers A in den Fotografierbereich s2, dass der Roboter 20 gestoppt oder verlangsamt wird, und das Betriebsprogramm wird um die Zeit verzögert, während der der Roboter 20 gestoppt oder verlangsamt ist.

[0038] Der Prozessor 4 berechnet eine Zykluszeit des Betriebsprogramms, die dadurch verzögert wird, dass der sich bewegende Körper A in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt (Schritt S5). Des Weiteren berechnet der Prozessor 4 eine Verzögerungszeit des Betriebsprogramms, indem er die aus dem Simulationsergebnis berechnete Zykluszeit mit der im Speicher 3 gespeicherten idealen Zykluszeit vergleicht. Bei diesem Prozess werden eine Verzögerungszeit, während der Roboter 20 die Aufgabe auf der Seite des Arbeitstisches WT1 ausführt, und eine Verzögerungszeit, während der Roboter 20 die Aufgabe auf der Seite des Arbeitstisches WT2 ausführt, separat berechnet.

[0039] Dann veranlasst der Prozessor 4 die Anzeigevorrichtung 5, die berechnete Zykluszeit und Verzögerungszeit zusammen mit den im Speicher 3 gespeicherten Layoutinformationen anzuzeigen (Schritt S6). Beispielsweise zeigt die Anzeigevorrichtung 5 die jeweiligen vom Prozessor 4 berechneten Verzögerungszeiten, die durch den Eintritt des sich bewegenden Körpers A in die Fotografierbereiche s1, s2 verursacht werden, in Verbindung mit den basierend auf den Layoutinformationen angezeigten Fotografierbereichen s1, s2 an.

[0040] Unterdessen entfällt die Ausführung des oben beschriebenen Simulationsprogramms in einem Fall, in dem der Prozessor 4 bestimmt, dass sich die Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A und der Fotografierbereich s1, s2 nicht überlappen (Schritt S3) Dann veranlasst der Prozessor 4 die Anzeigevorrichtung 5 anzuzeigen, dass der sich bewegende Körper A nicht in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt (Schritt S6).

[0041] Wie oben beschrieben, kann der Bediener bestätigen, ob es eine Möglichkeit gibt, dass die Zykluszeit des Robotersystems 10 verzögert wird, indem er die Anzeigevorrichtung 5 überprüft. Wenn eine Möglichkeit besteht, dass die Zykluszeit verzögert wird, ist es darüber hinaus möglich, die Verzögerungszeit des Betriebsprogramms für das Robotersystem 10, die aus dem Simulationsergebnis berechnet und auf der Anzeigevorrichtung 5 angezeigt wird, zu bestätigen.

[0042] Daher kann der Bediener basierend auf der Anzeige auf der Anzeigevorrichtung 5 bestimmen, ob die Zykluszeit eine gewünschte Zeit überschreitet oder nicht. Des Weiteren ist es in einem Fall, in dem die Zykluszeit die gewünschte Zeit überschreitet, möglich, das Layout des Robotersystems 10 zu ändern, um die Verzögerungszeit des Betriebsprogramms zu reduzieren.

[0043] In diesem Fall kann der Bediener anhand auf der Anzeige auf der Anzeigevorrichtung 5 die Verzögerungszeit, die durch den Eintritt des sich bewegenden Körpers A in den Fotografierbereich s1 verursacht wird, und die Verzögerungszeit, die durch den Eintritt des sich bewegenden Körpers A in den Fotografierbereich s2 verursacht wird, in unterscheidbarer Weise erfassen. Somit ist es möglich, von den beiden Verzögerungszeiten vorrangig die Verzögerungszeit zu reduzieren, die einen größeren Einfluss auf die Zykluszeit hat, und das Layout des Robotersystems 10 effizienter zu ändern.

[0044] Zum Beispiel kann, wenn der größte Teil der Verzögerung der Zykluszeit auf die Verzögerungszeit

bezüglich des Fotografierbereichs s1 im Robotersystem 10 in **Fig.** 1 zurückzuführen ist, das gesamte Robotersystem 10 von dem Durchgang P neben dem Arbeitstisch WT1 entfernt angeordnet werden.

[0045] Es sei angemerkt, dass, obwohl in dieser Ausführungsform die Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A und die Zeit an jeder Position in der Bewegungsbahn in die Eingabevorrichtung 2 als die Bewegungsinformationen eingegeben werden, die Bewegungsinformationen nicht darauf beschränkt sind.

[0046] In einem Fall, in dem zum Beispiel die Anzahl der Male, die der sich bewegende Körper A pro Zeiteinheit in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt, und eine Verweildauer pro Eintritt erhalten wurden, diese Informationen als die Bewegungsinformationen in die Eingabevorrichtung 2 eingegeben werden können.

[0047] In diesem Fall multipliziert der Prozessor 4 die Anzahl der Male, die der sich bewegende Körper A in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt, mit der Verweildauer pro Eintritt. Dabei berechnet der Prozessor 4 die kumulative Verweildauer des sich bewegenden Körpers A im Fotografierbereich s1 pro Zeiteinheit und die kumulative Verweildauer des sich bewegenden Körpers A im Fotografierbereich s2 pro Zeiteinheit.

[0048] Je länger die kumulative Verweildauer ist, desto länger kann die der Zykluszeit des Betriebsprogramms zugeordnete Verzögerungszeit sein, und somit kann geschätzt werden, dass die der kumulativen Verweildauer proportionale Verzögerungszeit in jedem der Fotografierbereiche s1, s2 erzeugt wird.

[0049] Daher kann der Prozessor 4 eine Simulation des Betriebsprogramms ausführen und die Zykluszeit unter Berücksichtigung der Verzögerungszeit proportional zu der kumulativen Verweildauer des sich bewegenden Körpers A in jedem der Fotografierbereiche s1, s2 berechnen.

[0050] Des Weiteren können in einem Fall, in dem die Häufigkeit, mit der der sich bewegende Körpers A pro Zeiteinheit in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt, und die Verweildauer pro Eintritt als mehrere klassifizierte Stufen erhalten wurden, diese Stufen als die Bewegungsinformationen verwendet werden.

[0051] In einem Fall, in dem die Häufigkeit, mit der der sich bewegende Körper A pro Zeiteinheit in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt, und die Verweildauer pro Eintritt jeweils in fünf Stufen klassifiziert wurden, werden die den Höhen der jeweiligen Stufen entsprechende Bewertungen den jeweiligen Stufen zugewiesen. Indem die der Stufe der Eintrittshäufigkeit zugewiesene Bewertung mit der der Stufe der Verweildauer zugewiesenen Bewertung multipliziert und die Summe daraus gebildet wird, ist es möglich, die kumulierte Verweildauer des sich bewegenden Körpers A in jedem der Fotografierbereiche s1, s2 zu schätzen.

[0052] In dieser Ausführungsform wird in dem Fall, dass die Zykluszeit des Robotersystems 10 eine gewünschte Zeit überschreitet, die Verzögerungszeit des Betriebsprogramms durch Ändern des Layouts des Robotersystems 10 reduziert. Stattdessen kann die Verzögerungszeit durch Ändern des Betriebsprogramms für das Robotersystem 10 reduziert werden, ohne das Layout des Robotersystems 10 zu ändern. Alternativ kann die Verzögerungszeit reduziert werden, indem die Bewegungsart des sich bewegenden Körpers A, der sich in dem Durchgang P bewegt, d. h. die Bewegungsbahn, die Bewegungsgeschwindigkeit oder dergleichen des sich bewegenden Körpers A geändert wird.

[0053] In diesem Fall kann, wie in **Fig.** 6 gezeigt ist, die Anzeigevorrichtung 5 basierend auf dem Simulationsergebnis die Zeitzonen anzeigen, in denen der Betriebsvorgang des Roboters 20 entsprechend der Zeit des Betriebsprogramms gestoppt wird.

[0054] Mit dieser Konfiguration kann der Bediener die Zeitpunkte erfassen, zu denen der Betrieb des Roboters 20 in dem ausgeführten Betriebsprogramm gestoppt wird. Daher kann der Bediener das Betriebsprogramm für das Robotersystem 10 oder die Bewegungsart des sich bewegenden Körpers A so ändern, dass der sich bewegende Körper A unter Vermeidung dieser Zeitpunkte in den Fotografierbereich s1, s2 eintritt.

[0055] Obwohl das Robotersystem 10, auf das die Simulationsvorrichtung 1 angewendet wird, in dieser Ausführungsform die zwei Fotografierbereiche s1, s2 aufweist, können darüber hinaus ein Fotografierbereich oder drei oder mehr Fotografierbereiche bereitgestellt werden.

[0056] Darüber hinaus wird in dieser Ausführungsform die Simulationsvorrichtung 1 auf das Robotersystem 10 angewendet, in dem die Kameras 31, 32 jeweils oberhalb der Arbeitstische WT1, WT2 installiert sind. Wie in **Fig.** 7 gezeigt ist, kann die Simulationsvorrichtung 1 auf ein Robotersystem 10 angewendet werden, das mit einer Kamera (Sensor) 33 versehen ist, die am Handgelenk des Roboters 20 fixiert ist, und die einen Fotografierbereich (Detektionsbereich) s3 in der Peripherie des Handgelenkvorderendes aufweist.

[0057] Darüber hinaus beinhaltet das Robotersystem 10, auf das die Simulationsvorrichtung 1 angewendet wird, in dieser Ausführungsform die Kameras 31, 32, die jeweils oberhalb der Arbeitstische WT1,

WT2 angeordnet sind. Aufgrund dessen verlaufen die Fotografierbereiche s1, s2 jeweils kegelförmig von oberhalb der Arbeitstische WT1, WT2 nach unten. Mit anderen Worten ist zu berücksichtigen, dass sich die Fotografierbereiche s1, s2 zum Detektieren des sich bewegenden Körpers A in der Höhenrichtung ändern.

[0058] Alternativ kann ein Flächensensor oder dergleichen, bei dem mehrere Zeilensensoren nebeneinander angeordnet sind, als die Kameras 31, 32 des Robotersystems 10, auf das die Simulationsvorrichtung 1 angewendet wird, verwendet werden.

[0059] In diesem Fall ist die Größe des Fotografierbereichs s1, s2 in Höhenrichtung konstant. Somit kann die Simulationsvorrichtung 1 die Überlappung zwischen dem sich bewegenden Körper A und dem Fotografierbereich s1, s2 zweidimensional bestimmen. Selbst wenn die in die Eingabevorrichtung 2 eingegebenen Layoutinformationen, ein zweidimensionales Modell sind, wird daher die Genauigkeit der Simulation des Betriebsprogramms nicht beeinträchtigt.

[0060] Obgleich die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung vorstehend genau beschrieben wurden, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die einzelnen Ausführungsformen, die oben beschrieben werden, beschränkt. In diesen Ausführungsformen können verschiedene Hinzufügungen, Substitutionen, Änderungen, Teilweglassungen und so weiter innerhalb eines Bereichs vorgenommen werden, der nicht von dem Schutzumfang der Erfindung abweicht, oder innerhalb eines Bereichs, der nicht von dem Wesen und dem Gedanken der vorliegenden Erfindung, die sich aus dem in den Ansprüchen und deren Äquivalenten angeführten Inhalt ableitet, abweicht. Beispielsweise sind in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen die Reihenfolge der einzelnen Betriebsvorgänge und die Reihenfolge der einzelnen Prozesse beispielhaft dargestellt und die Reihenfolgen sind nicht darauf beschränkt.

[0061] Hinsichtlich der oben genannten Ausführungsformen und Modifikationen werden die folgenden Anhänge weiter offenbart.

(Anhang 1)

[0062] Eine Simulationsvorrichtung 1 für ein Robotersystem 10, das mindestens einen Roboter 20, mindestens einen Sensor 31, 32, 33 zum Detektieren eines sich bewegenden Körpers in einem Detektionsbereich s1, s2, s3 um den Roboter 20 herum und mindestens eine Steuervorrichtung 40 zum Steuern des Roboters 20 beinhaltet, wobei die dem Sensor 31, 32 entsprechende Steuervorrichtung 40 einen Betriebsvorgang des Roboters 20 als Reaktion darauf, dass der Sensor 31, 32, 33 den sich bewegenden Körper A detektiert, verlangsamt oder stoppt, wobei die Simulationsvorrichtung 1 mindestens einen Prozessor 4, mindestens einen Speicher 3 und eine Eingabevorrichtung 2 umfasst, wobei: der Speicher 3 Layoutinformationen über das Robotersystem 10 speichert; die Eingabevorrichtung 2 Eingaben von Bewegungsinformationen über den sich bewegenden Körper A empfängt; und der Prozessor 4 eine Simulation eines Betriebsvorgangs des Robotersystems 10 basierend auf den Layoutinformationen und den Bewegungsinformationen ausführt und eine Verzögerungszeit des Betriebsvorgangs in Bezug auf einen Fall, in dem der sich bewegende Körper A in dem Detektionsbereich s1, s2, s3 nicht detektiert wird, berechnet.

(Anhang 2)

[0063] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach Anhang 1, wobei der Prozessor 4 eine Zykluszeit des Betriebs des Robotersystems 10 berechnet.

(Anhang 3)

[0064] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach Anhang 1 oder 2, wobei die Simulationsvorrichtung 1 ferner eine Anzeigevorrichtung 5 zum Anzeigen der Layoutinformationen umfasst, wobei der Prozessor 4 die Anzeigevorrichtung dazu veranlasst, basierend auf den Bewegungsinformationen und den Layoutinformationen einen Bereich s1, s2, s3, in dem der sich bewegende Körper A durch den Sensor 31, 32, 33 detektiert wird, in Überlagerung über die Layoutinformationen anzuzeigen.

(Anhang 4)

[0065] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach einem der Anhänge 1 bis 3, wobei die Bewegungsinformationen eine Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers A und eine Zeit, zu der sich der sich bewegende Körper A an jeder Position in der Bewegungsbahn befindet, beinhalten.

(Anhang 5)

[0066] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach einem der Anhänge 1 bis 3, wobei die Bewegungsinformationen eine Anzahl von Malen, die der sich bewegende Körper A pro Zeiteinheit in den Detektionsbereich s1, s2, s3 eintritt, und eine Verweildauer pro Eintritt beinhalten.

(Anhang 6)

[0067] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach einem der Anhänge 1 bis 3, wobei: die Bewegungsinformationen eine Anzahl

von Malen, die der sich bewegende Körper A in den Detektionsbereich s1, s2, s3 eintritt, und eine Verweildauer pro Eintritt beinhalten, die jeweils in mehreren Stufen klassifiziert sind; und der Prozessor 4 die Verzögerungszeit basierend auf einem durch jeweiliges Quantifizieren der Stufen erhaltenen Summenwert schätzt.

(Anhang 7)

[0068] Die Simulationsvorrichtung 1 für das Robotersystem 10 nach einem der Anhänge 1 bis 6, wobei: der Prozessor 4 basierend auf den in die Eingabevorrichtung 2 eingegebenen Bewegungsinformationen bestimmt, ob eine Möglichkeit besteht, dass der sich bewegende Körper A in den Detektionsbereich s1, s2, s3 eintritt oder nicht; und der Prozessor 4 als Reaktion auf das Bestimmen, dass eine Möglichkeit besteht, dass der sich bewegende Körper A in den Detektionsbereich s1, s2, s3 eintritt, die Simulation ausführt.

{Bezugszeichenliste}

1	Simulationsvorrichtung
2	Eingabevorrichtung
3	Speicher
4	Prozessor
5	Anzeigeeinrichtung
10	Robotersystem
20	Roboter
31	Kamera (Sensor)
32	Kamera (Sensor)
33	Kamera (Sensor)
40	Steuervorrichtung
A	sich bewegender Körper
s1	Fotografierbereich (Detektionsbereich)
s2	Fotografierbereich (Detektionsbereich)
s3	Fotografierbereich (Detektionsbereich)

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 2017-24113 [0004]

Patentansprüche

1. Simulationsvorrichtung für ein Robotersystem, das mindestens einen Roboter, mindestens einen Sensor zum Detektieren eines sich bewegenden Körpers in einem Detektionsbereich um den Roboter herum und mindestens eine Steuervorrichtung zum Steuern des Roboters umfasst, wobei die dem Sensor entsprechende Steuervorrichtung einen Betriebsvorgang des Roboters als Reaktion darauf, dass der Sensor den sich bewegenden Körper detektiert, verlangsamt oder stoppt, wobei die Simulationsvorrichtung mindestens einen Prozessor, mindestens einen Speicher und eine Eingabevorrichtung umfasst, wobei:
der Speicher Layoutinformationen über das Robotersystem speichert;
die Eingabevorrichtung Eingaben von Bewegungsinformationen über den sich bewegenden Körper empfängt; und
der Prozessor eine Simulation eines Betriebsvorgangs des Robotersystems basierend auf den Layoutinformationen und den Bewegungsinformationen ausführt und eine Verzögerungszeit des Betriebsvorgangs in Bezug auf einen Fall, in dem der sich bewegende Körper in dem Detektionsbereich nicht detektiert wird, berechnet.

2. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach Anspruch 1, wobei der Prozessor eine Zykluszeit des Betriebs des Robotersystems berechnet.

3. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Simulationsvorrichtung ferner eine Anzeigevorrichtung zum Anzeigen der Layoutinformationen umfasst, wobei der Prozessor die Anzeigevorrichtung dazu veranlasst, basierend auf den Bewegungsinformationen und den Layoutinformationen einen Bereich, in dem der sich bewegende Körper durch den Sensor detektiert wird, in Überlagerung über die Layoutinformationen anzuzeigen.

4. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Bewegungsinformationen eine Bewegungsbahn des sich bewegenden Körpers und eine Zeit, zu der sich der sich bewegende Körper an jeder Position in der Bewegungsbahn befindet, beinhalten.

5. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Bewegungsinformationen eine Anzahl von Malen, die der sich bewegende Körper pro Zeiteinheit in den Detektionsbereich eintritt, und eine Verweildauer pro Eintritt beinhalten.

6. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei:
die Bewegungsinformationen eine Anzahl von Malen, die der sich bewegende Körper in den Detektionsbereich eintritt, und eine Verweildauer pro Eintritt, beinhalten, die jeweils in mehrere Stufen klassifiziert sind; und
der Prozessor die Verzögerungszeit basierend auf einem durch jeweiliges Quantifizieren der Stufen erhaltenen Summenwert schätzt.

7. Simulationsvorrichtung für das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:
der Prozessor basierend auf den in die Eingabevorrichtung eingegebenen Bewegungsinformationen bestimmt, ob eine Möglichkeit besteht, dass der sich bewegende Körper in den Detektionsbereich eintritt oder nicht; und
der Prozessor als Reaktion auf das Bestimmen, dass eine Möglichkeit besteht, dass der sich bewegende Körper in den Detektionsbereich eintritt, die Simulation ausführt.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

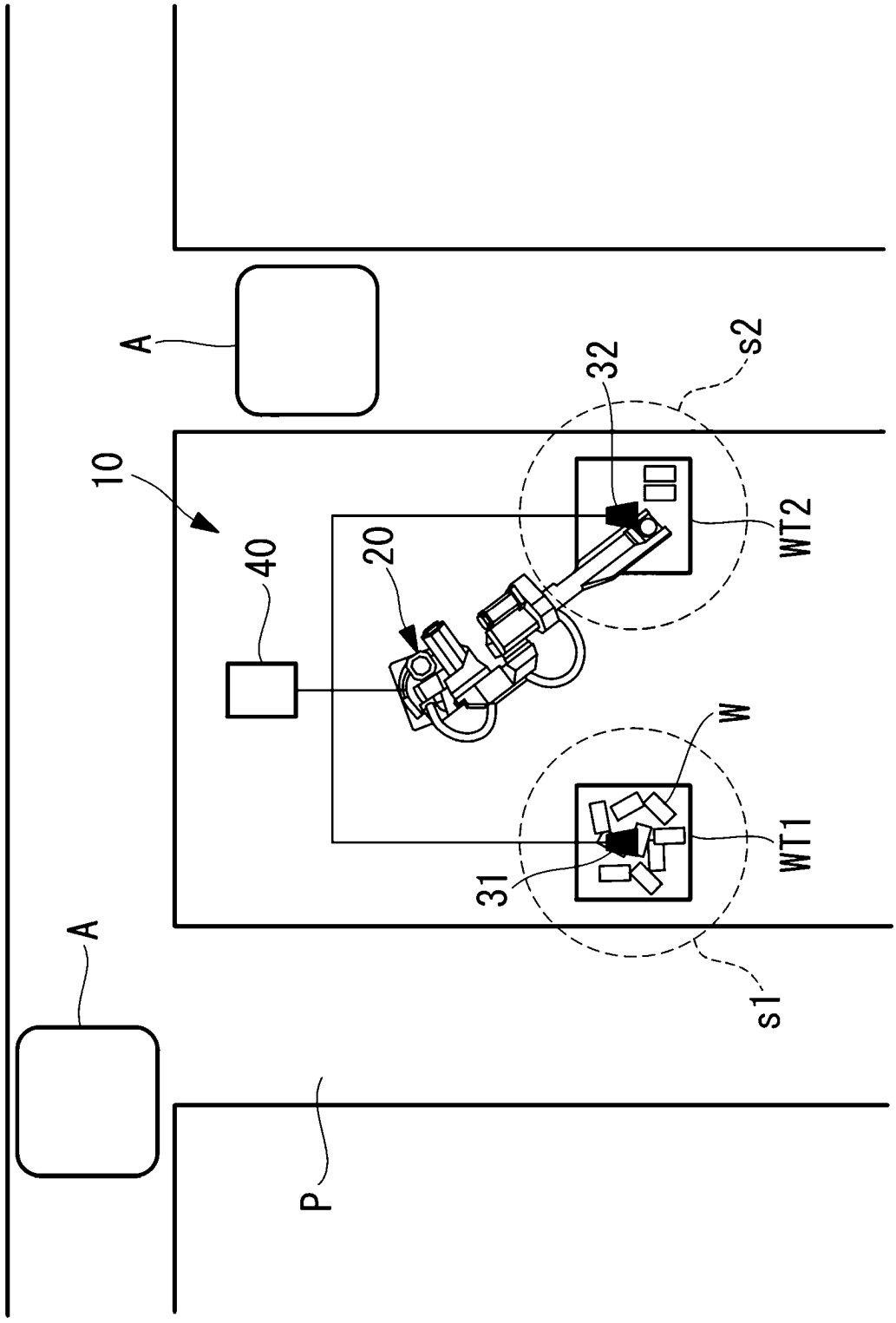


FIG. 2

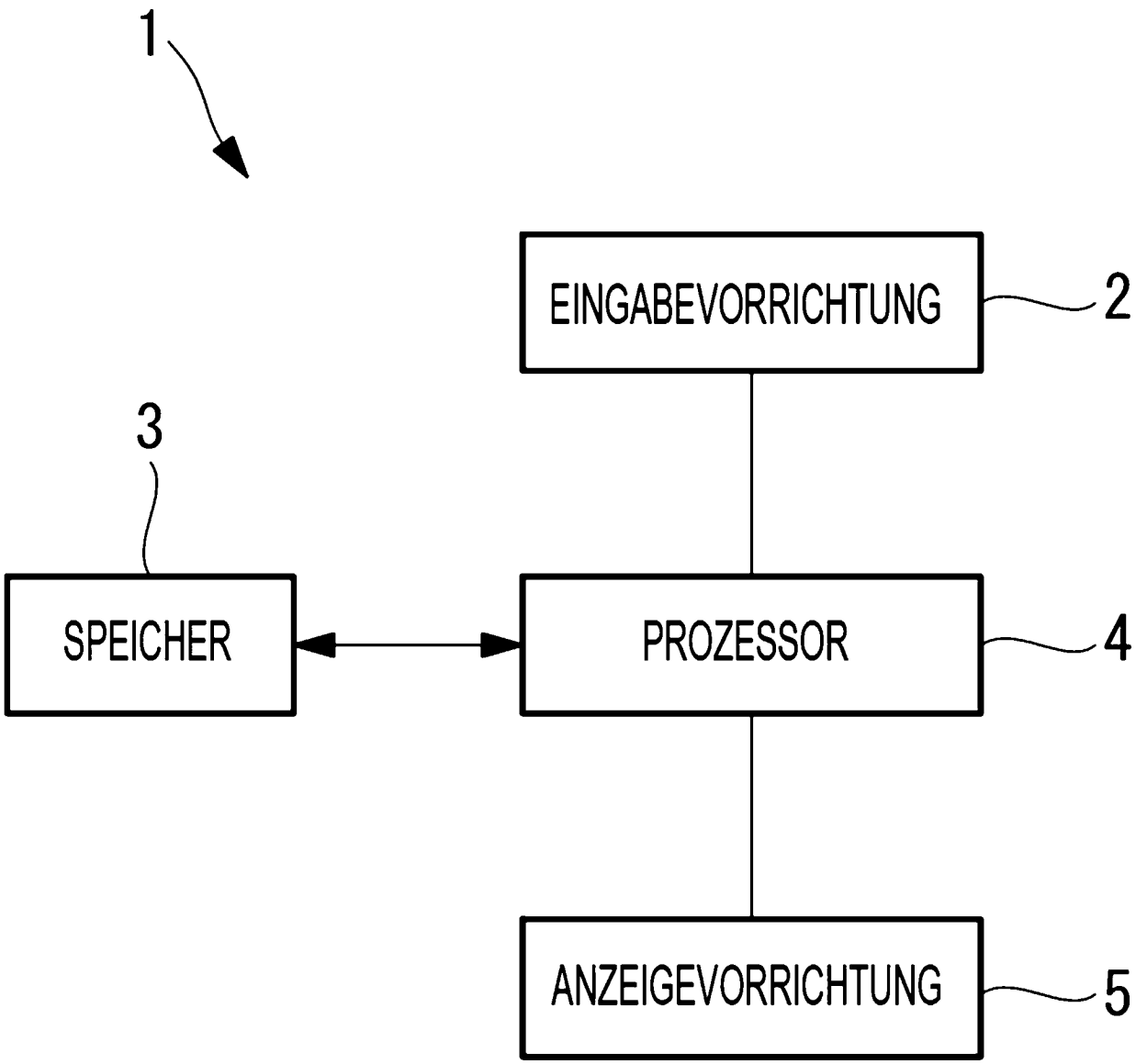

1
EINGABEVORRICHTUNG
2
3
SPEICHER
PROZESSOR
4
ANZEIGEVORRICHTUNG
5

FIG. 3

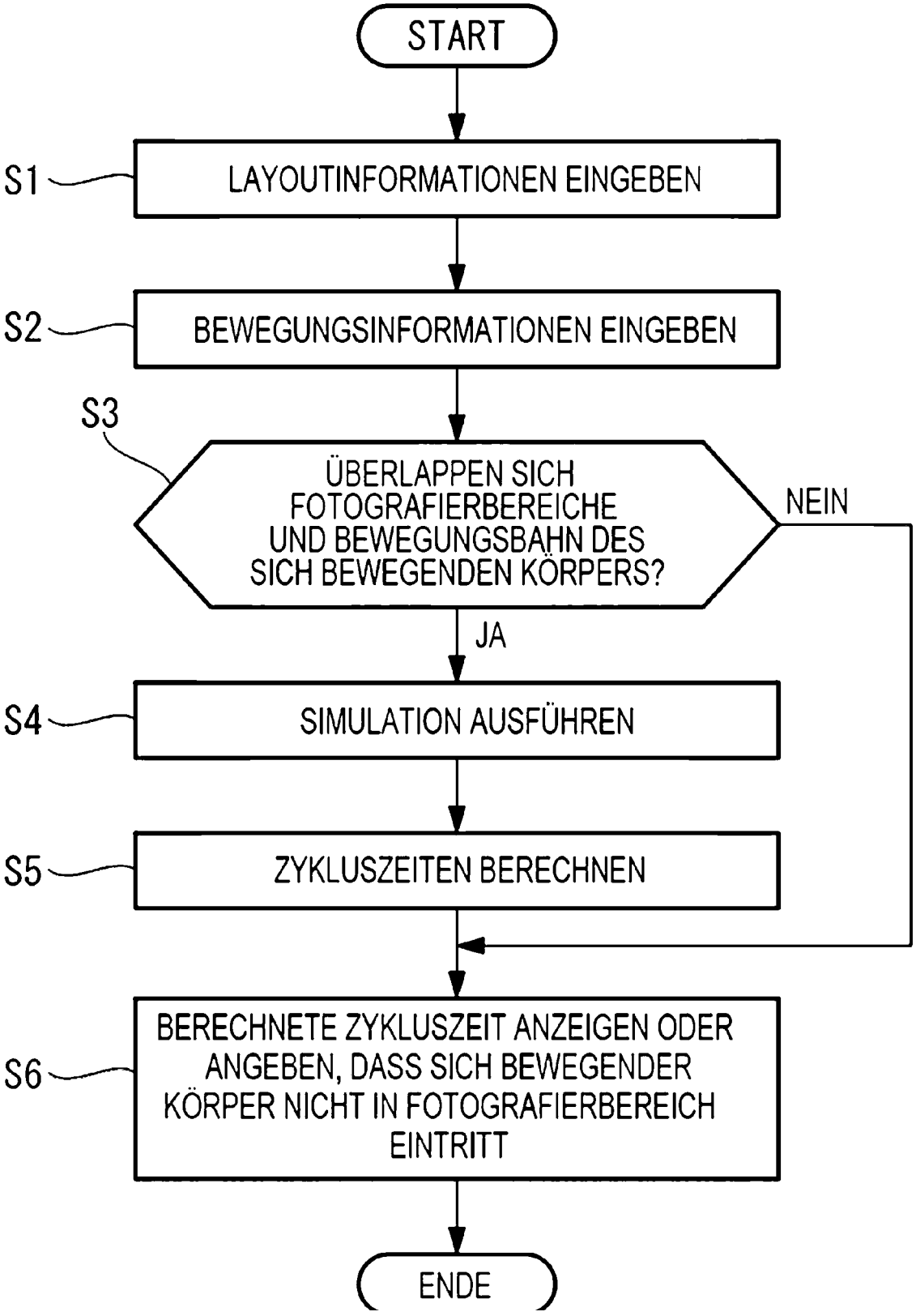

START
S1
LAYOUTINFORMATIONEN EINGEBEN
S2
BEWEGUNGSINFORMATIONEN EINGEBEN
S3
ÜBERLAPPEN SICH FOTOGRAFIERBEREICHE UND BEWEGUNGSBAHN DES SICH BEWEGENDEN KÖRPERS?
NEIN
JA
S4
SIMULATION AUSFÜHREN
S5
ZYKLUSZEITEN BERECHNEN
S6
BERECHNETE ZYKLUSZEIT ANZEIGEN ODER ANGEBEN, DASS SICH BEWEGENDER KÖRPER NICHT IN FOTOGRAFIERBEREICH EINTRITT
ENDE

FIG. 4

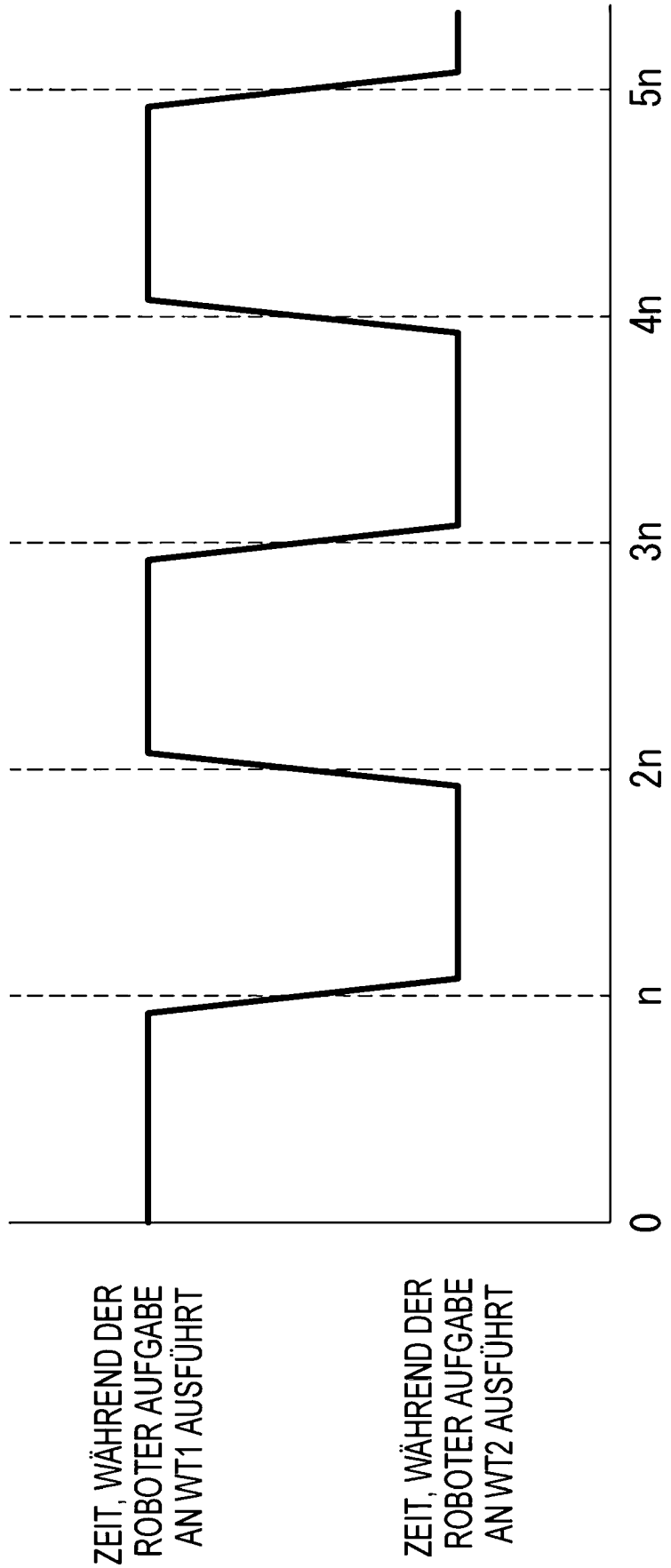

0
n
2n
3n
4n
5n
ZEIT, WÄHREND DER ROBOTER AUFGABE AN WT1 AUSFÜHRT
ZEIT, WÄHREND DER ROBOTER AUFGABE AN WT2 AUSFÜHRT

FIG. 5

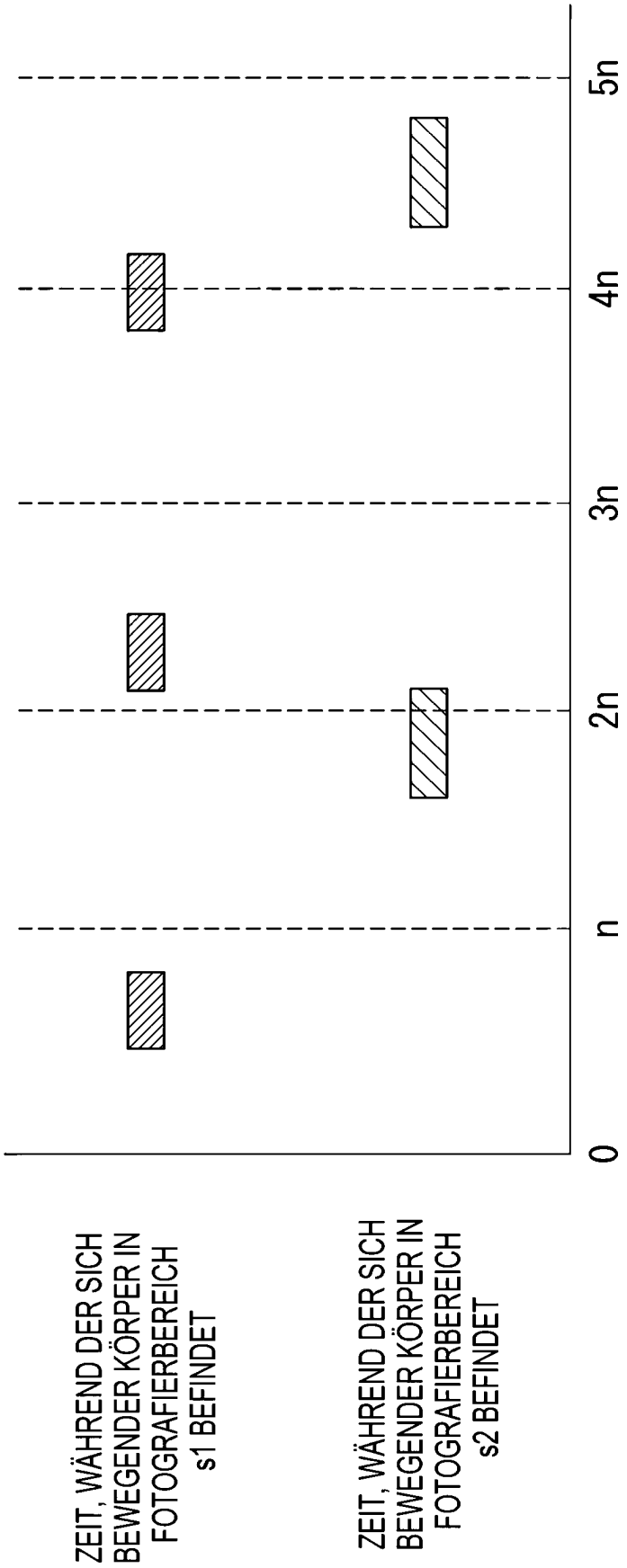

0
n
2n
3n
4n
5n
ZEIT, WÄHREND DER SICH BEWEGENDER KÖRPER IN FOTOGRAFIERBEREICH s1 BEFINDET
ZEIT, WÄHREND DER SICH BEWEGENDER KÖRPER IN FOTOGRAFIERBEREICH s2 BEFINDET

FIG. 6

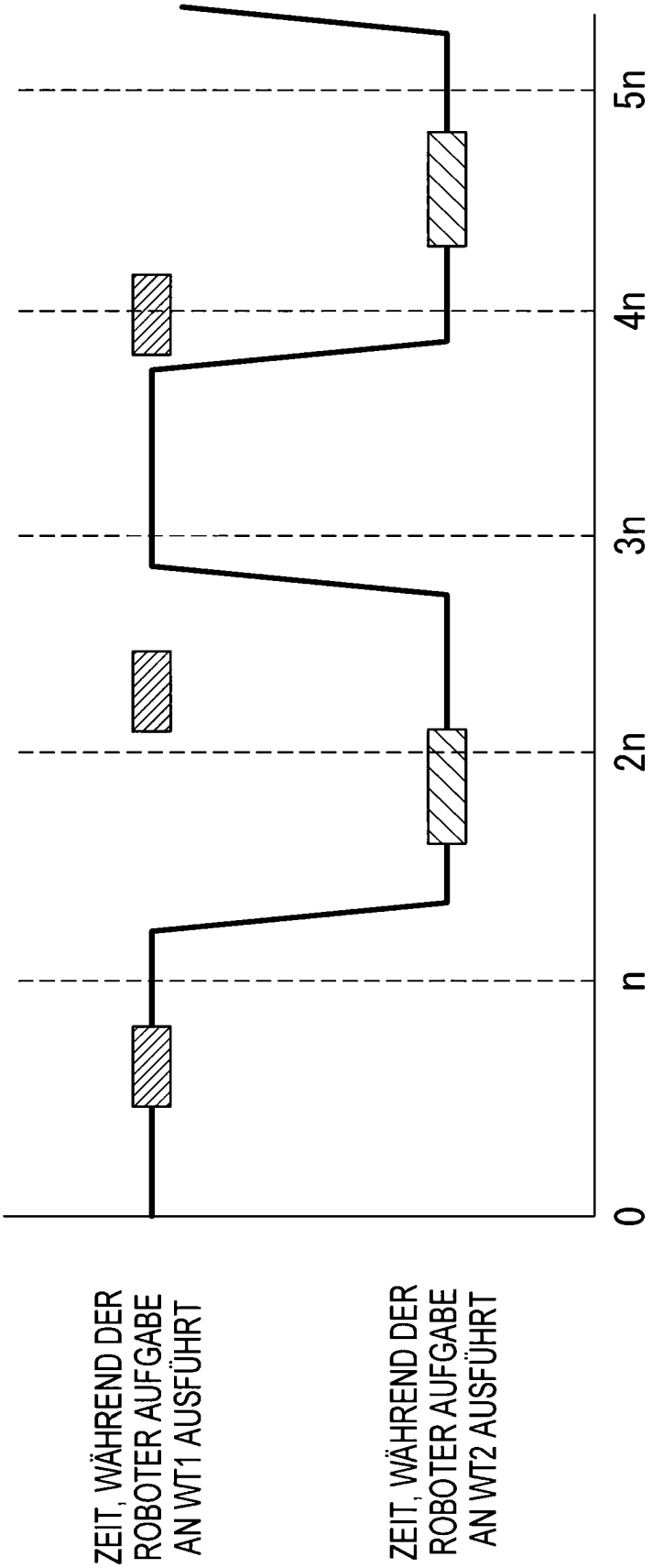
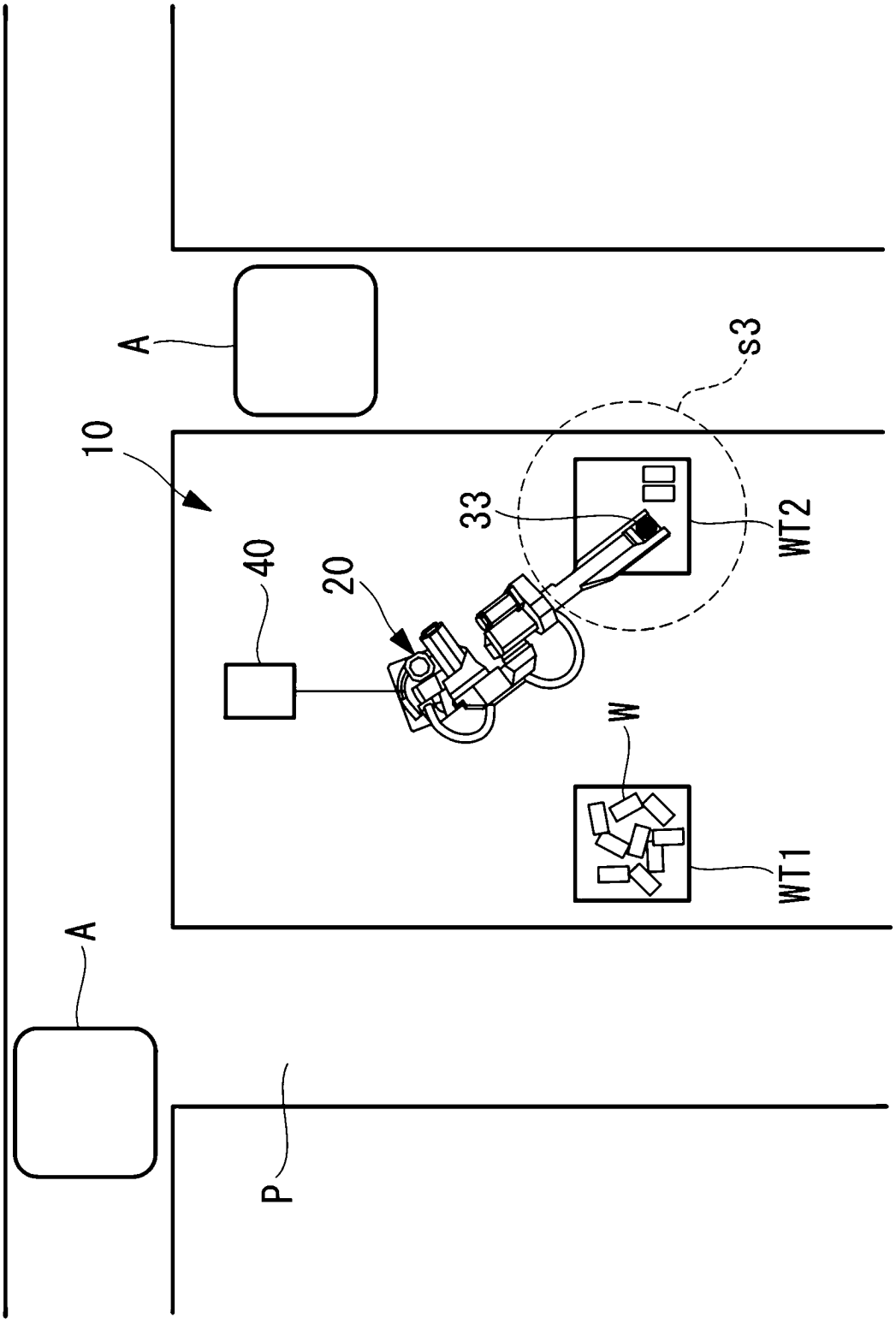

0
n
2n
3n
4n
5n
ZEIT, WÄHREND DER ROBOTER AUFGABE AN WT1 AUSFÜHRT
ZEIT, WÄHREND DER ROBOTER AUFGABE AN WT2 AUSFÜHRT

FIG. 7



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.