

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. März 2019 (28.03.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/057679 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B25J 9/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/075122

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2018 (18.09.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 216 863.3
22. September 2017 (22.09.2017) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **BDIWI, Mohamad**; Wartburgstr. 74, 09126
Chemnitz (DE). **HOU, Shuxiao**; Reichenhainer Str. 35,
09126 Chemnitz (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**; An
der Frauenkirche 20, 01067 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND ROBOTIC SYSTEM FOR MATCHING A ROBOT USE TO A WORK PROCESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ROBOTERSYSTEM ZUM ANPASSEN EINES ROBOTEREINSATZES AN EINEN
ARBEITSPROZESS

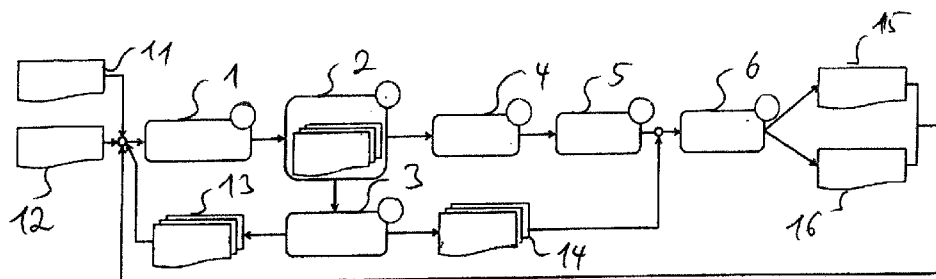


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method and a robotic system for matching a robot use to a work process that jointly involves a robot (4) and a human user (9), with the robot (4), a process management unit (1), a control unit (2), a space management unit (3), a sensor (5) and a state evaluation unit (6), wherein the work process is categorized.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Robotersystem zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter (4) und ein menschlicher Nutzer (9) gemeinsam beteiligt sind, mit dem Roboter (4), einer Prozessverwaltungseinheit (1), einer Steuereinheit (2), einer Raumverwaltungseinheit (3), einem Sensor (5) und einer Zustandsauswerteeinheit (6), wobei eine Kategorisierung des Arbeitsprozesses vorgenommen wird.



WO 2019/057679 A1

Verfahren und Robotersystem zum Anpassen
eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Robotersystem zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess.

10 Robotersysteme unterschiedlichster Art sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt. So offenbart die Druckschrift DE 10 2016 216 441 A1 ein Robotersystem, bei dem unterschiedliche Grade einer Wechselwirkung zwischen einem Roboter und einem Benutzer ermöglicht werden. Nachteilig an derartigen Systemen ist, dass ein Arbeits- bzw. Überwachungsraum im Allgemeinen starr fixiert ist und somit keine prozessbezogene Regelung erfolgen kann.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Robotersystem zu entwickeln, das den genannten Nachteil vermeidet, mit dem also eine prozessbezogene Anpassung eines Robotereinsatzes möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und ein Robotersystem nach Anspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

5

10

15

20

25

30

35

Bei einem Verfahren zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter und ein menschlicher Nutzer gemeinsam beteiligt sind, ist eine Prozessverwaltungseinheit beteiligt, die eine durchzuführende Prozessaufgabe auswählt oder anhält und einen aktuellen Zustand, der von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchzuführenden Prozessaufgabe sowie ein Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe beurteilt. In einer Steuereinheit, die den Roboter steuert, sind Musteraufgaben gespeichert, die von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer gemeinsam durchgeführt werden können. Mindestens eine der Musteraufgaben wird als die durchzuführende Prozessaufgabe von der Steuereinheit nach Maßgabe der Prozessverwaltungseinheit ausgewählt. Eine Raumverwaltungseinheit modelliert adaptiv mindestens einen multischichtigen dynamischen Überwachungsraum, in dem sich zumindest der Roboter befindet, in Abhängigkeit von der durchzuführenden Prozessaufgabe. Diese Modellierung erfolgt basierend auf Messdaten mindestens eines Sensors, der den multischichtigen dynamischen Überwachungsraum definiert und überwacht. Die Raumverwaltungseinheit definiert außerdem mindestens eine Randbedingung für das Durchführen und mindestens eine Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe. Durch eine Zustandsauswerteeinheit werden ein aktueller Zustand der Prozessaufgabe und ein aktuelles Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe ermittelt und ein Erfüllen der Randbedingung, d. h. der Randbedingung für das Durchführen der Prozessaufgabe und der Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe, durch ein Einordnen des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe in dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum durch die Prozessverwaltungseinheit überprüft und in eine Kategorie in Abhängigkeit von der Einordnung die Prozessaufgabe einsortiert.

Durch die Kategorisierung anhand des aktuellen Zustands, d. h. inwieweit die jeweilige Prozessaufgabe bereits abgeschlossen ist, und ein Sicherheitsniveau, das in einer Interaktion des Roboters mit dem menschlichen Nutzer zusam-

menhängt, kann eine zuverlässige Klassifizierung durchgeführt werden, anhand derer der Fortgang des Verfahrens an den Ist-Zustand angepasst werden kann. Da die Prozessaufgabe sich aus mindestens einer, typischerweise jedoch mehreren Musteraufgaben zusammensetzt, kann ein Status der gestellten Prozessaufgabe jederzeit einfach bestimmt werden.

Dies erfolgt typischerweise in eine von vier Kategorien, wobei eine erste Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchgeführt wird, nicht oder nicht mehr erfüllt werden können, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe stoppt. In einer zweiten Kategorie sind vorzugsweise diejenigen Aufgaben zusammengefasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchgeführt wird, zeitweise nicht erfüllt werden können, aber in einem definierten Zeitraum wieder erfüllt werden können, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe zeitweise anhält. Die Aufgaben, bei denen die Randbedingung der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchgeführt wird, für das Durchführen der Prozessaufgabe erfüllt wird, aber die Randbedingung der Prozessaufgabe für deren Erledigung nicht erfüllt wird, können die dritte Kategorie bilden, bei der die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe durchführt. Schließlich kann eine vierte Kategorie vorgesehen sein, bei der die Randbedingung der Prozessaufgabe für das Erledigen der Prozessaufgabe erfüllt wird, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe abschließt und eine nachfolgende Prozessaufgabe auswählt oder eine Auswahl von Prozessaufgaben stoppt. Unter dem Begriff "multischichtig" oder "mehrschichtig" soll dabei verstanden werden, dass mehrere Parameter zum Überwachen herangezogen werden.

Die Musteraufgabe umfasst ein Aufnehmen eines Objekts, ein Ablegen des Objekts, ein Bewegen des Objekts, ein Bewegen des Roboters, ein Transportieren des Objekts, ein Festhalten des Objekts und bzw. oder ein Übergeben des Objekts, sodass alle wesentlichen, ein im multischichtigen dynamischen Überwachungsraum befindliches Objekt betreffenden Aufgaben definiert sind.

Der multischichtige dynamische Überwachungsraum wird typischerweise aus mindestens einer dreidimensionalen Geometriekomponente generiert, die dem Roboter, Teilen des Roboters und bzw. oder mindestens einem weiteren Objekt im multischichtigen dynamischen Überwachungsraum von der Raumverwaltungseinheit zugeordnet wird. Der multischichtige dynamische Überwachungsraum kann daher aus einer oder mehreren dreidimensionalen Geometriekomponenten bestehen, wobei sich jede der Geometriekomponenten in beliebiger Lage im Raum befinden kann und von der Raumverteilungseinheit dem Roboter, Teilend es Roboters und bzw. oder dem weiteren Objekt zugeordnet wird. Hierdurch kann eine flexible Anpassung des multischichtigen dynamischen Überwachungsraums an den jeweiligen Prozess erfolgen. Typischerweise werden mehrere dieser dreidimensionalen Geometriekomponenten zugeordnet, sodass einerseits der zu überwachende Raum an den Roboter bzw. das jeweilige Objekt angepasst wird, wobei auch ein Nutzer mit einer derartigen dreidimensionalen Geometriekomponente versehen werden kann.

Andererseits kann bei zeitlichen Veränderungen des Objekts, dem die dreidimensionale Geometriekomponente zugeordnet wurde, diese Zuordnung an den aktuellen Zustand angepasst werden. Ein von dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum belegter Raumabschnitt kann anhand der dem Roboter zugeordneten dreidimensionalen Geometriekomponente mittels mindestens eines Gelenkwinkels eines Robotergelenks des Roboters von der Raumverwaltungseinheit bestimmt werden. Hierdurch wird eine zuverlässige Detektion des Roboters und seiner räumlichen Ausrichtung ermöglicht.

Typischerweise erfolgt eine Abschätzung eines zukünftig von dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum belegten Raumabschnitts anhand der dem Roboter zugeordneten dreidimensionalen Geometriekomponente mittels mindestens eines aktuellen Gelenkwinkels und einer aktuellen Gelenkwinkelgeschwindigkeit eines Robotergelenks des Roboters, wobei die Abschätzung durch die Raumverwaltungseinheit bestimmt wird. Dies erlaubt es, auch im zeitlichen Verlauf zu erwartende Posen des Roboters im Lauf des anzupassenden Verfahrens zu antizipieren.

Eine Ausdehnung und eine Lage des multischichtigen dynamischen Überwachungsraums während des Durchführens der Prozessaufgabe können durch

Ermitteln des von der dem Roboter zugeordneten Geometrie Komponente belegten Raumabschnitts von der Raumverwaltungseinheit angepasst werden, um auch den zu überwachenden multischichtigen dynamischen Überwachungsraum an das ablaufende Verfahren anzupassen.

5

Vorzugsweise ist die Randbedingung für das Durchführen oder die Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe aus dem Zustand der Prozessaufgabe und bzw. oder dem Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe ausgewählt.

10

Ein Robotersystem zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter und ein menschlicher Nutzer gemeinsam beteiligt sind, weist den Roboter, eine Prozessverwaltungseinheit, eine Steuereinheit, eine Raumverwaltungseinheit, eine Zustandsauswerteeinheit und einen Sensor auf. Die Prozessverwaltungseinheit dient zum Auswählen oder Anhalten einer durchzuführenden Prozessaufgabe sowie zum Beurteilen eines aktuellen Zustands der von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchzuführenden Prozessaufgabe und eines Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe. Die Steuereinheit ist eingerichtet zum Ansteuern des Roboters, wobei in der Steuereinheit Musteraufgaben, die von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer gemeinsam durchgeführt werden können und sollen, gespeichert sind. Die Steuereinheit ist hierbei zum Auswählen mindestens einer der Musteraufgaben als der durchzuführenden Prozessaufgabe von der Steuereinheit nach Maßgabe der Prozessverwaltungseinheit ausgebildet.

15

20

25

Zum adaptiven Modellieren mindestens eines multischichtigen dynamischen Überwachungsraums, in dem sich zumindest der Roboter befindet, in Abhängigkeit von der durchzuführenden Prozessaufgabe basierend auf Messdaten des mindestens einen Sensors, ist die Raumverwaltungseinheit eingerichtet. Der Sensor definiert und überwacht auch den multischichtigen dynamischen Überwachungsraum. Die Raumverwaltungseinheit dient auch zum Definieren mindestens einer Randbedingung für das Durchführen und mindestens einer Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe. Die Zustandsauswerteeinheit dient einem Ermitteln eines aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und eines aktuellen Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe basierend auf den Messdaten des mindestens einen Sensors. Die Prozessverwaltungseinheit ist

30

35

eingerrichtet, ein Erfüllen der Randbedingungen durch ein Einordnen des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus im multischichtigen dynamischen Überwachungsraum in eine Kategorie und in Abhängigkeit von der Einstufung der Prozessaufgabe durchzuführen.

5

Vorzugsweise wird das Einsortieren des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe mittels vier Kategorien durchgeführt. Eine erste Kategorie umfasst hierbei typischerweise diejenigen

10

Aufgaben, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchgeführt werden, nicht oder nicht mehr wieder erfüllt werden können, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe stoppt. Einer zweiten Kategorie können

15

diejenigen Aufgaben zugeordnet sein, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter und dem menschlichen Nutzer durchgeführt wird, zeitweise nicht erfüllt werden können, aber in einem definierten Zeitraum wieder erfüllt werden können, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe zeitweise anhält. Aufgaben, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe für das Durchführen der Prozessaufgabe erfüllt werden, sind vorzugsweise einer dritten Kategorie zugeordnet,

20

sofern die Randbedingungen für das Erledigen nicht erfüllt werden. In diesem Fall führt die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe durch. In einer vierten Kategorie können schließlich diejenigen Aufgaben enthalten sein, bei denen die Randbedingung der Prozessaufgabe für das Erledigen der Prozessaufgabe erfüllt wird, sodass die Prozessverwaltungseinheit die Prozessaufgabe abschließt und eine nachfolgende Prozessaufgabe auswählt oder eine Auswahl von Prozessaufgaben stoppt.

25

Das bestehende Robotersystem kann mit dem bereits beschriebenen Verfahren verwendet werden, d. h., das beschriebene Verfahren ist dazu ausgelegt, mit dem beschriebenen Robotersystem durchgeführt zu werden.

30

Der Roboter kann als mobiler Roboter oder als stationär im multischichtigen dynamischen Überwachungsraum angeordneter Roboter ausgebildet sein.

35

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 4 beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Ablaufplan des Verfahrens;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Parametrisierung eines Arbeitsprozesses;

Fig. 3 verschiedene Szenarien einer Raummodellierung und

Fig. 4 eine Anpassung und Ausdehnung einer Lage eines Überwachungsraums an die Roboterbewegung.

In Fig. 1 ist in einer schematischen Darstellung ein Verfahren einer prozessbezogenen Roboterregelung mithilfe einer aufgabenorientierten multischichtigen dynamischen Raummodellierung dargestellt. Das Verfahren dient einem Anpassen eines Robotereinsatzes an einen flexiblen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter und ein menschlicher Nutzer gemeinsam beteiligt sind. Hierzu zählen z. B. eine Anpassung eines Industrieroboters an einen Produktionsprozess in einer Produktionslinie oder eine Anpassung eines Serviceroboters an eine Dienstleistung für Menschen im Alltag.

Startend von einem menschlichen Verhalten 11 in einem Arbeitsprozess 12 wird eine Prozessverwaltungseinheit 1 initialisiert, die einem Beurteilen eines Zustands des Arbeitsprozesses bzw. einer Prozessaufgabe und einem dazu korrespondierenden Sicherheitsniveau dient. Ferner hat die Prozessverwaltungseinheit 1 die Aufgabe, ein Aktivieren, Anhalten oder Wechseln einer Prozessaufgabe durchzuführen. Hierzu steuert die Prozessverwaltungseinheit 1 eine Steuereinheit 2 an, in der mehrere Musteraufgaben gespeichert sind. Als Musteraufgaben definiert und als Steuerprogramme in der Steuereinheit 2 implementiert sind beispielsweise Aufnehmen eines Objekts, Ablegen eines Objekts, Bewegen oder Transportieren eines Objekts, Festhalten eines Objekts als dritte Hand, Übergabe eines Objekts zwischen dem menschlichen Nutzer 9 und dem Roboter 4 oder einer anderweitige physikalische Interaktion.

Ein Arbeitsprozess bzw. eine Prozessaufgabe ist hierbei eine einzelne oder

eine Kombination mehrerer der vorab definierten Musteraufgaben, wobei benötigte Information über jede Prozessaufgabe, wie beispielsweise eine Zielposition bei der Musteraufgabe Bewegen, Merkmale eines aufzuhebenden Objekts bei der Musteraufgabe "Übergabe" und so weiter, in Form von Text, Bild, Sprache oder Ähnlichem eine Parametrisierung beschrieben wird. Die Steuereinheit 2 dient daher einerseits der Ansteuerung des Roboters 4 anhand der von der Prozessverwaltungseinheit 1 festgelegten Prozessaufgabe. Andererseits steht sie mit einer Raumverwaltungseinheit 3 in Verbindung, die Randbedingungen 13 für das Durchführen der Prozessaufgabe und das Erledigen der Prozessaufgabe definiert. Diese Randbedingungen werden auch der Prozessverwaltungseinheit 1 zugeführt.

Die Raumverwaltungseinheit 3 führt allerdings auch einen Schritt eines Definierens 14 und Modellierens eines multischichtigen dynamischen Überwachungsraums durch, bei dem von einem Sensor 5, beispielsweise einem Infrarotsensor, detektierte Messdaten Berücksichtigung finden. Der Sensor 5 bzw. eine Vielzahl von verschiedenen Sensoren 5 dient einer Erfassung der Information in allen definierten multischichtigen dynamischen Überwachungsräumen. Die gesammelten Informationen werden einer Zustandsauswerteeinheit 6 übergeben, die eine Bearbeitung der Informationen der Sensoren 5 und eine Bestimmung eines Zustands 15 der Prozessaufgabe und eines Sicherheitsniveaus 16 der Prozessaufgabe durchführt. Der Ist-Zustand und das Sicherheitsniveau werden nachfolgend kategorisiert und ausgehend von der Kategorisierung eine Ansteuerung bzw. eine Regelung der Prozessaufgabe durch die Prozessverwaltungseinheit 1 durchgeführt.

In Fig. 2 ist schematische eine Parametrisierung einer Prozessaufgabe dargestellt. Wiederkehrende Merkmale sind in dieser wie auch in den folgenden Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen. Der Arbeitsprozess besteht im vorliegenden Fall aus vier Musteraufgaben. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Arbeitsprozess fährt der Roboter 4 zu einem Lagerort und nimmt ein Objekt 8 auf, das im dargestellten Fall ein Kasten ist. Dann transportiert der Roboter 4 den Kasten als das aufgenommene Objekt 8 zu dem menschlichen Nutzer 9 und übergibt ihn. Bei der ersten Musteraufgabe „Bewegen“ wird eine Lage des Lagerorts in Form von Text parametrisiert. Bei der zweiten Musteraufgabe „Aufnehmen“ wird das Merkmal des Objekts 8 in Form eines Bildes parametri-

siert, damit der Roboter 4 mithilfe der Steuereinheit 2 anhand des Bildes das richtige Objekt 8 findet. Analog zur ersten Musteraufgabe wird die Lage, bei der die nachfolgende Musteraufgabe „Transportieren“ erfolgt, in Form von Text parametrisiert. Gleiches gilt für die abschließende Musteraufgabe „Über-
5 gabe“, bei der eine Identifikationsnummer des menschlichen Nutzers 9, dem der Roboter 4 das Objekt 8 übergeben soll, in Form von Text parametrisiert wird.

Die Prozessverwaltungseinheit 1 kann hierbei je nach den von der Raumver-
10 waltungseinheit 3 vordefinierten Randbedingungen, der gegebenen Prozess-
aufgabe und dem Zustand der Prozessaufgabe, d. h. dem Ist-Wert der Pro-
zessaufgabe, sowie der Sicherheit der Prozessaufgabe eine geeignete Muster-
aufgabe auswählen und aktivieren, um das gewünschte Ziel der Prozessaufga-
be bzw. des Arbeitsprozesses mit geringem Aufwand zu erreichen. Je nach Art
15 der von der Prozessverwaltungseinheit 1 ausgewählten Musteraufgabe mo-
delliert die Raumverwaltungseinheit 3 zumindest einen multischichtigen dy-
namischen Überwachungsraum, dessen Eigenschaften nachfolgend noch be-
schrieben werden.

Neben dem einen bzw. mehreren multischichtigen dynamischen Überwa-
20 chungsräumen definiert die Raumverwaltungseinheit 3 für jeden multischich-
tigen dynamischen Überwachungsraum die Randbedingungen für die Durch-
führung und Erledigung der Musteraufgaben bzw. der Prozessaufgaben. Diese
Randbedingungen repräsentieren den für das Durchführen und Erledigen der
25 Prozessaufgabe erforderlichen Zustand der Prozessaufgabe und der Sicherheit
der Prozessaufgabe, wie z. B. Festhalten des Objekts 8 in einem Greifer bei der
Musteraufgabe „Transportieren“, die Anwesenheit eines bestimmten Men-
schen in einem bestimmten multischichtigen dynamischen Raum bei der Mus-
teraufgabe „Übergabe“, die Unzulässigkeit der Anwesenheit des Menschen in
30 einem bestimmten multischichtigen dynamischen Raum aus Sicherheitsgrün-
den oder Ähnliches.

Die Prozessverwaltungseinheit 1, die Steuereinheit 2, die Raumverwaltungs-
35 einheit 3, der Roboter 4, der Sensor 5 bzw. die Sensoren 5 und die Zustands-
auswerteeinheit 6 können in einem einzelnen Gerät kombiniert sein, bspw. in
einem Rechner, sie können jedoch auch einzeln vorliegen oder zumindest

paarweise gebündelt in einem Rechner kombiniert sein.

5 Durch einen Vergleich eines Ist-Zustands der Prozessaufgabe bzw. des Arbeitsprozesses und der Sicherheit mit den vordefinierten Randbedingungen urteilt die Prozessverwaltungseinheit 1, auf welchem Niveau die Randbedingungen befriedigt werden, d. h. welche Randbedingungen erfüllt sind. Hierzu werden vier Niveaus bzw. vier Kategorien unterschieden:

10 Bei Niveau 1 können die Randbedingungen für die Durchführung der Prozessaufgabe nicht und auch im Rahmen der durchzuführenden Prozessaufgabe nicht mehr wieder befriedigt werden. Ein typisches Beispiel dafür ist, wenn die Randbedingung „Festhalten eines Objekts im Greifer“ bei der Aufgabe „Transportieren“ nicht erfüllt wird, bedeutet dies, dass das zu transportierende Objekt 8 aus dem Greifer fällt. Im Rahmen der Aufgabe „Transportieren“ ist der Roboter 4 nicht in der Lage, ein gefallenenes Objekt 8 selbstständig aufzunehmen.

20 In der zweiten Kategorie bzw. auf Niveau zwei werden die Randbedingungen für die Durchführung der Prozessaufgabe zwar zeitweise nicht befriedigt, aber könnten in einem definierten Zeitraum wieder befriedigt werden. Ein typisches Beispiel dafür ist, wenn die Randbedingung „Anwesenheit eines bestimmten Menschen in einem bestimmten multischichtigen dynamischen Überwachungsraum“ bei der Aufgabe „Übergabe“ zeitweise nicht befriedigt wird, bedeutet dies, dass ein Mensch noch nicht bereit ist, wenn der Roboter 4 das Objekt 8 übergeben soll. Der Mensch kann jedoch ein paar Sekunden später den betrachteten multischichtigen dynamischen Überwachungsraum wieder betreten, sodass die spezifizierte Musteraufgabe doch nicht durchgeführt werden kann.

30 Auf dem Niveau drei bzw. einer dritten Kategorie werden die Randbedingungen für die Durchführung der Prozessaufgabe befriedigt bzw. erfüllt, aber die Randbedingung für das erfolgreiche Erledigen der Prozessaufgabe wird nicht erfüllt. Ein typisches Beispiel dafür ist, wenn die Musteraufgabe „Festhalten eines Objekts 8 im Greifer“ bei der Musteraufgabe „Transportieren“ befriedigt wird, aber die Randbedingung „Erreichen des Ziels“ noch nicht erfüllt ist, bedeutet dies, dass die Musteraufgabe noch nicht erledigt ist.

Schließlich ist eine vierte Kategorie vorgesehen bzw. ein viertes Niveau, bei dem die Randbedingungen für die erfolgreiche Erledigung einer Aufgabe erfüllt werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist, wenn die Randbedingung „Festhalten eines Objekts 8 im Greifer“ und „Erreichen des Ziels“ bei der Musteraufgabe „Transportieren“ befriedigt werden, bedeutet dies, dass die Aufgabe erfolgreich erledigt ist.

Eine Musteraufgabe wird nun in Abhängigkeit von dem Befriedigungsniveau bzw. Erfüllungsniveau der Randbedingungen für die Durchführung und Erledigung einer Musteraufgabe und des vorgegebenen Arbeitsprozesses durch die Prozessverwaltungseinheit 1 durchgeführt, aufgegeben, gewechselt und bzw. oder angehalten, um das gewünschte Ziel des Arbeitsprozesses mit einem geringen Aufwand unter Berücksichtigung des angestrebten Sicherheitslevels zu erreichen.

Da ein Überwachungsbereich typischerweise entweder als zweidimensionale Zone auf einen Boden oder als ein auf dem Boden aufrecht stehender dreidimensionaler Raum dargestellt wird, in der vorliegenden Erfindung jedoch eine dynamische Anpassung erfolgen soll, wird ein multischichtiger dynamischer Überwachungsraum 7 definiert, von dem verschiedene Szenarien in Fig. 3 in einer schematischen Ansicht dargestellt sind.

Der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 wird entweder mittels einer dreidimensionalen Geometriekomponente oder einer Kombination von mehreren dreidimensionalen Geometriekomponenten dargestellt. Jede Geometriekomponente kann sich in der Umgebung beliebig befinden und an einem Roboterglied bzw. an einem Weltkoordinatensystem gebunden werden. So zeigt Fig. 3 im obersten Absatz den Roboter 4, bei dem ein erster multischichtiger dynamischer Überwachungsraum 7 entlang des Roboterarms definiert ist, wobei Projektionen 10 dieses multischichtigen dynamischen Überwachungsraums 7 auf dem Erdboden verlaufen. Der menschliche Nutzer 9 wird nun hinsichtlich eines Eindringens in den multischichtigen dynamischen Überwachungsraum 7 ebenfalls detektiert. Zusätzlich befindet sich das Objekt 8 in einem eigenen, zweiten multischichtigen, dynamischen Überwachungsraum 7.

In der zweiten Zeile von Fig. 3 befindet sich auf der linken Seite ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem der Roboter 4 nun nicht mehr auf dem Boden steht, sondern an der Wand befestigt ist. Auf der rechten Seite der zweiten Zeile ist der Roboter 4 an einer Decke befestigt, wobei nun insgesamt drei Überwachungsräume existieren. Der erste Überwachungsraum 7 ist als dynamischer Überwachungsraum anhand der Geometriekomponenten an den Roboter 4 gebunden, während ein zweiter Überwachungsraum 7 das Objekt 8 umfasst. Ein dritter Überwachungsraum 7 befindet sich unterhalb des Roboters 4, wobei in der dargestellten Ausführungsform ein menschlicher Nutzer 9 sich gerade in diesem dritten Überwachungsraum 7 befindet.

In ähnlicher Weise ist auch in der dritten Zeile von Fig. 3 ein an einer Decke verfahrbarer Roboter 4 definiert, bei dem der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 und die Projektion 10 entsprechend mitbewegt werden.

Schließlich zeigt Fig. 3 in der dritten Zeile auf der rechten Seite einen verfahrbaren Roboter 4, bei dem der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 nur noch durch die Projektion 10 auf dem Boden gegeben ist. Der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 kann somit durch die Projektion 10 auf dem Boden in einen auf dem Boden aufrecht stehenden Überwachungsraum umgewandelt werden, deren Unterfläche gerade die Projektion 10 des Überwachungsraums 7 auf dem Boden ist. Im Vergleich zu konventionellen Überwachungsbereichen kann der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 nicht nur den Platz in verschiedenen räumlichen Schichten, sondern auch den Platz auf dem Boden mittels der Projektion 10 effizient nutzen.

Fig. 4 zeigt schließlich auf der linken Seite den Roboter 4 mit einem zugeordneten multischichtigen dynamischen Überwachungsraum 7, wie er bereits in Fig. 3 zu sehen war. Da der multischichtige dynamische Überwachungsraum 7 seine Ausdehnung und Lage an die Roboterbewegung anpassen kann, indem der zu dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum 7 gehörenden Geometriekomponenten zum aktuellen Zeitpunkt und zukünftig in einem kleinen Zeitabschnitt belegter Raum anhand von Gelenkwinkeln und Gelenkge-

schwindigkeiten ermittelt wird, ergibt sich die in Fig. 4 auf der rechten Seite dargestellte Anpassung des Überwachungsbereichs mit der Bewegung des Roboters 4.

- 5 Lediglich in den Ausführungsbeispielen offenbarte Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert und einzeln beansprucht werde.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter (4) und ein menschlicher Nutzer (9) gemeinsam beteiligt sind, bei dem

10

eine Prozessverwaltungseinheit (1) eine durchzuführende Prozessaufgabe auswählt oder anhält und einen aktuellen Zustand der von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchzuführenden Prozessaufgabe und ein Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe beurteilt,

15

in einer Steuereinheit (2), die den Roboter (4) steuert, Musteraufgaben, die von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) gemeinsam durchgeführt werden können, gespeichert sind und mindestens eine der Musteraufgaben als die durchzuführende Prozessaufgabe von der Steuereinheit (2) nach Maßgabe der Prozessverwaltungseinheit (1) ausgewählt wird,

20

eine Raumverwaltungseinheit (3) mindestens einen multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7), in dem sich zumindest der Roboter (4) befindet, in Abhängigkeit von der durchzuführenden Prozessaufgabe basierend auf Messdaten mindestens eines Sensors (5), der den multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) definiert und überwacht, adaptiv modelliert und mindestens eine Randbedingung für das Durchführen und mindestens eine Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe definiert,

25

30

ein aktueller Zustand der Prozessaufgabe und ein aktuelles Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe durch eine Zustandsauswerteeinheit (6) basierend auf den Messdaten des mindestens eines Sensors (5) ermittelt werden und

35

- 5 ein Erfüllen der Randbedingungen durch ein Einordnen des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus in dem multi-schichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) durch die Prozessverwaltungseinheit (1) überprüft wird und in eine Kategorie in Abhängigkeit von der Einordnung die Prozessaufgabe sortiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der aktuelle Zustand der Prozessaufgabe und das Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe in eine von vier Kategorien einsortiert wird, wobei
- 10 eine erste Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, nicht oder nicht mehr wieder erfüllt werden können, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe stoppt,
- 15 eine zweite Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, zeitweise nicht erfüllt werden können, aber in einem definierten Zeitraum wieder erfüllt werden können, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe zeitweise anhält,
- 20 eine dritte Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingung der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, für das Durchführen der Prozessaufgabe erfüllt wird, aber die Randbedingung für deren Erledigung nicht erfüllt wird, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe durchführt, und
- 25 eine vierte Kategorie, die diejenigen Aufgaben umfasst, bei der die Randbedingung der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, für das Erledigen der Prozessaufgabe erfüllt wird, so dass die Prozessverwaltungs-
- 30

einheit (1) die Prozessaufgabe abschließt und eine nachfolgende Prozessaufgabe auswählt oder eine Auswahl von Prozessaufgaben stoppt.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Musteraufgabe ausgebildet ist als ein Aufnehmen eines Objekts (8), ein Ablegen des Objekts (8), ein Bewegen des Objekts (8), ein Bewegen des Roboters (4), ein Transportieren des Objekts (8), ein Festhalten des Objekts (8) und/oder ein Übergeben des Objekts (8).
- 10 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der multischichtige dynamische Überwachungsraum (7) aus mindestens einer dreidimensionalen Geometrie Komponente generiert wird, die dem Roboter (4), Teilen des Roboters (4) und/oder mindestens einem weiteren Objekt (8) von der Raumverwaltungseinheit zugeordnet wird.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) belegter Raumabschnitt anhand der dem Roboter (4) zugeordneten dreidimensionalen Geometrie Komponente mittels mindestens eines Gelenkwinkels eines Roboter gelenks des Roboters (4) von der Raumverwaltungseinheit (3) bestimmt wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abschätzung eines zukünftig von dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) belegten Raumabschnitts anhand der dem Roboter (4) zugeordneten dreidimensionalen Geometrie Komponente mittels mindestens eines aktuellen Gelenkwinkels und
25 einer aktuellen Gelenkwinkelgeschwindigkeit eines Roboter gelenks des Roboters (4) durch die Raumverwaltungseinheit (3) bestimmt wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ausdehnung und eine Lage des multischichtigen dynamischen Überwachungsraums (7) während des Durchführens der Prozessaufgabe durch Ermitteln des von der dem Roboter (4) zugeordne-

ten dreidimensionalen Geometriekomponente belegten Raumabschnitts von der Raumverwaltungseinheit (3) angepasst wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Randbedingung für das Durchführen oder das Erledigen der Prozessaufgabe aus dem Zustand der Prozessaufgabe und/oder dem Sicherheitsniveau der Prozessaufgabe ausgewählt werden.

9. Robotersystem zum Anpassen eines Robotereinsatzes an einen Arbeitsprozess, an dem ein Roboter (4) und ein menschlicher Nutzer (9) gemeinsam beteiligt sind, mit

dem Roboter (4),

einer Prozessverwaltungseinheit (1) zum Auswählen oder Anhalten einer durchzuführenden Prozessaufgabe sowie zum Beurteilen eines aktuellen Zustands der von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchzuführenden Prozessaufgabe und eines Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe,

einer Steuereinheit (2) zum Ansteuern des Roboters (4), in der Musteraufgaben, die von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) gemeinsam durchgeführt werden können, gespeichert sind, wobei die Steuereinheit (2) zum Auswählen mindestens einer der Musteraufgaben als der durchzuführenden Prozessaufgabe von der Steuereinheit (2) nach Maßgabe der Prozessverwaltungseinheit (1) eingerichtet ist,

eine Raumverwaltungseinheit (3) zum adaptiven Modellieren mindestens eines multischichtigen dynamischen Überwachungsraums (7), in dem sich zumindest der Roboter (4) befindet, in Abhängigkeit von der durchzuführenden Prozessaufgabe basierend auf Messdaten mindestens eines Sensors (5), der den multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) definiert und überwacht, und zum Definieren mindestens einer Randbedingung für das Durchführen und mindestens einer

Randbedingung für das Erledigen der Prozessaufgabe,

einer Zustandsauswerteeinheit (6) zum Ermitteln eines aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und eines aktuellen Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe basierend auf den Messdaten des mindestens eines Sensors (5), wobei

die Prozessverwaltungseinheit (1) eingerichtet ist, ein Erfüllen der Randbedingungen durch ein Einordnen des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe in dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) in eine Kategorie und in Abhängigkeit von der Einstufung die Prozessaufgabe durchzuführen.

10. Robotersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozessverwaltungseinheit (1) eingerichtet ist, das Einordnen des aktuellen Zustands der Prozessaufgabe und des Sicherheitsniveaus der Prozessaufgabe in dem multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) in eine von vier Kategorien durchzuführen, wobei

eine erste Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, nicht oder nicht mehr wieder erfüllt werden können, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe stoppt,

eine zweite Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, zeitweise nicht erfüllt werden können, aber in einem definierten Zeitraum wieder erfüllt werden können, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe zeitweise anhält,

eine dritte Kategorie diejenigen Aufgaben umfasst, bei denen die Randbedingungen der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Robo-

ter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, für das Durchführen der Prozessaufgabe erfüllt werden, aber die Randbedingung für das Erledigen nicht erfüllt werden, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe durchführt, und

5

eine vierte Kategorie, die diejenigen Aufgaben umfasst, bei der die Randbedingung der Prozessaufgabe, die gemeinsam von dem Roboter (4) und dem menschlichen Nutzer (9) durchgeführt wird, für das Erledigen der Prozessaufgabe erfüllt wird, so dass die Prozessverwaltungseinheit (1) die Prozessaufgabe abschließt und eine nachfolgende Prozessaufgabe auswählt oder eine Auswahl von Prozessaufgaben stoppt

10

11. Robotersystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Roboter (4) als mobiler Roboter oder als stationär im multischichtigen dynamischen Überwachungsraum (7) angeordneter Roboter ausgebildet ist.

15

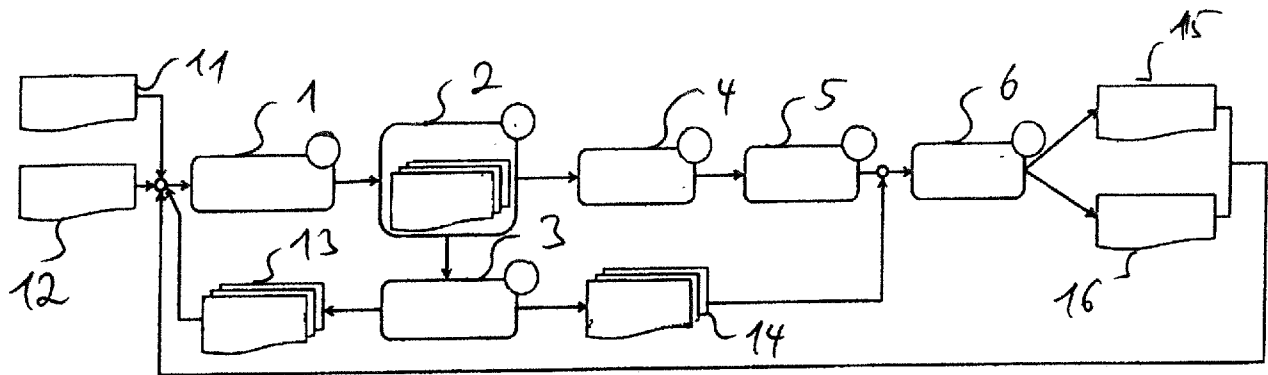
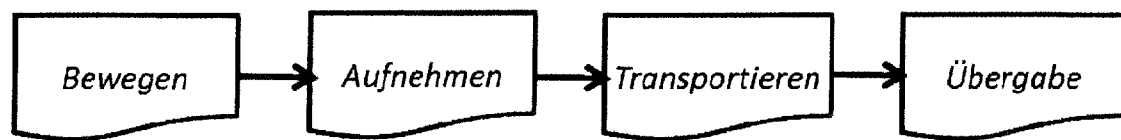


Fig. 1



Ziel = (x,y,z,a,b,c)

Merkmal

Ziel = (x,y,z,a,b,c)

Mensch ID

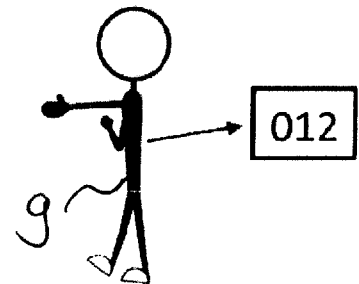
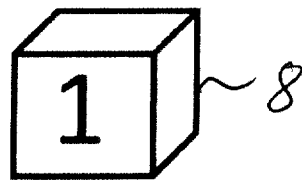


Fig. 2

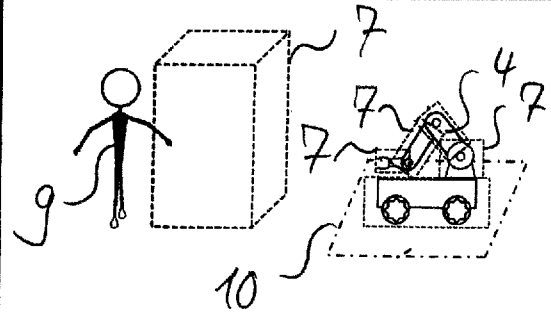
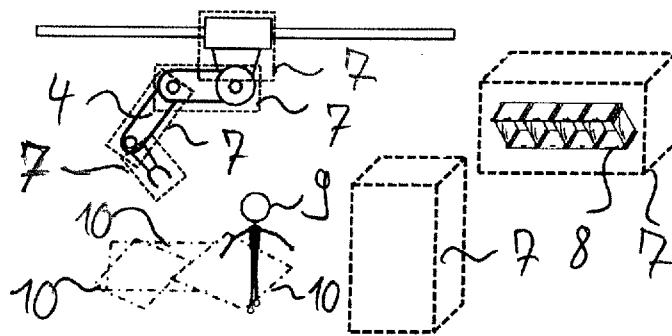
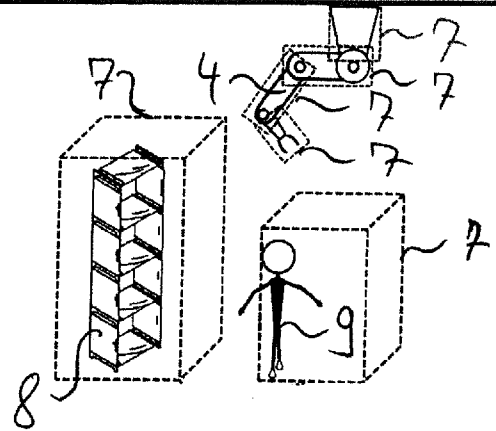
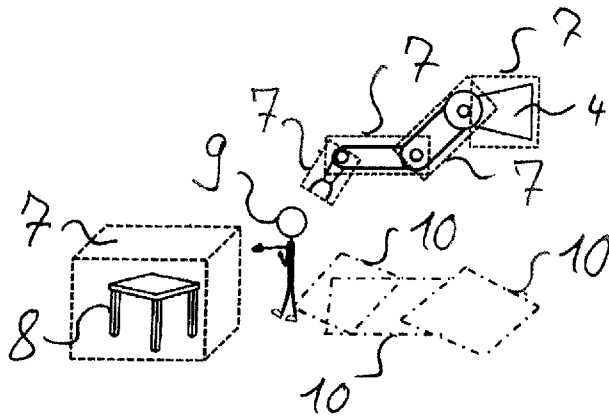
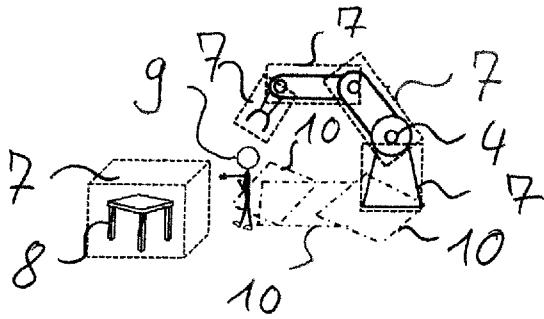


Fig. 3

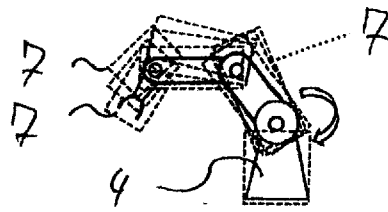
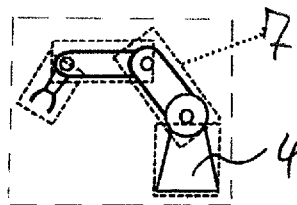


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/075122

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 9/16**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J; G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1731273 A2 (FANUC LTD [JP]) 13 December 2006 (2006-12-13)	1-3, 8-11
Y	paragraphs [0023] - [0083], [0091], [0094], [0111]	4-7
Y	VOGEL CHRISTIAN ET AL. "A projection-based sensor system for ensuring safety while grasping and transporting objects by an industrial robot" 2015 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROBOTICS AND INTELLIGENT SENSORS (IRIS), IEEE, 18 October 2015 (2015-10-18), pages 271-277 DOI: 10.1109/IRIS.2015.7451624 XP032891073	4-7
A	sections I, II, IV	1, 9
A	DE 102010048369 A1 (DLR EV [DE]; KUKA LAB GMBH [DE]) 19 April 2012 (2012-04-19) paragraphs [0004] - [0027], [0030] - [0041]	1-11
A	DE 102004026827 A1 (HIERSEMAN PROZESSAUTOMATION G [DE]) 22 December 2005 (2005-12-22) the whole document	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 November 2018

Date of mailing of the international search report

23 November 2018

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Prokopiou, Platon

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/075122**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102014106210 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 15 October 2015 (2015-10-15) paragraphs [0026] - [0085]	1, 4-7, 9
A	SAMEJIMA SHOUTA ET AL. "Multi-robot visual support system by adaptive ROI selection based on gestalt perception" <i>2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA)</i> , <i>IEEE</i> , 16 May 2016 (2016-05-16), pages 3471-3476 DOI: 10.1109/ICRA.2016.7487526 XP032908596 sections I to IV	1, 4-7, 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/075122

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1731273	A2	13 December 2006	CN	1876334	A	13 December 2006
				EP	1731273	A2	13 December 2006
				JP	4210270	B2	14 January 2009
				JP	2006343828	A	21 December 2006
				US	2006276934	A1	07 December 2006
DE	102010048369	A1	19 April 2012	NONE			
DE	102004026827	A1	22 December 2005	NONE			
DE	102014106210	A1	15 October 2015	DE	102014106210	A1	15 October 2015
				US	2015294496	A1	15 October 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B25J9/16
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B25J G05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 731 273 A2 (FANUC LTD [JP]) 13. Dezember 2006 (2006-12-13)	1-3,8-11
Y	Absätze [0023] - [0083], [0091], [0094], [0111]	4-7
Y	----- VOGEL CHRISTIAN ET AL: "A projection-based sensor system for ensuring safety while grasping and transporting objects by an industrial robot", 2015 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROBOTICS AND INTELLIGENT SENSORS (IRIS), IEEE, 18. Oktober 2015 (2015-10-18), Seiten 271-277, XP032891073, DOI: 10.1109/IRIS.2015.7451624 [gefunden am 2016-04-12]	4-7
A	Abschnitte I, III, IV ----- -/-	1,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,
aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach
dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-
scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie
ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,
eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach
dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum
oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der
Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der
Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden
Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung
kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet
werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und
diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. November 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/11/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Prokopiou, Platon

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 048369 A1 (DLR EV [DE]; KUKA LAB GMBH [DE]) 19. April 2012 (2012-04-19) Absätze [0004] - [0027], [0030] - [0041] -----	1-11
A	DE 10 2004 026827 A1 (HIERSEMANN PROZESSAUTOMATION G [DE]) 22. Dezember 2005 (2005-12-22) das ganze Dokument -----	1-11
A	DE 10 2014 106210 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 15. Oktober 2015 (2015-10-15) Absätze [0026] - [0085] -----	1,4-7,9
A	SAMEJIMA SHOUTA ET AL: "Multi-robot visual support system by adaptive ROI selection based on gestalt perception", 2016 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION (ICRA), IEEE, 16. Mai 2016 (2016-05-16), Seiten 3471-3476, XP032908596, DOI: 10.1109/ICRA.2016.7487526 [gefunden am 2016-06-08] Abschnitte I bis IV -----	1,4-7,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/075122

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1731273 A2	13-12-2006	CN 1876334 A	13-12-2006
		EP 1731273 A2	13-12-2006
		JP 4210270 B2	14-01-2009
		JP 2006343828 A	21-12-2006
		US 2006276934 A1	07-12-2006

DE 102010048369 A1	19-04-2012	KEINE	

DE 102004026827 A1	22-12-2005	KEINE	

DE 102014106210 A1	15-10-2015	DE 102014106210 A1	15-10-2015
		US 2015294496 A1	15-10-2015
