

(19)



(11)

EP 3 189 385 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.10.2021 Patentblatt 2021/41

(51) Int Cl.:
G05B 19/418^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15791486.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2015/100356

(22) Anmeldetag: **28.08.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/034167 (10.03.2016 Gazette 2016/10)

(54) **SYSTEM ZUM ERSTELLEN VON STEUERUNGSDATENSÄTZEN FÜR ROBOTER**

SYSTEM FOR GENERATING SETS OF CONTROL DATA FOR ROBOTS

SYSTÈME DE CRÉATION D'ENREGISTREMENTS DE DONNÉES DE COMMANDE POUR DES ROBOTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **02.09.2014 DE 102014112639**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.07.2017 Patentblatt 2017/28

(73) Patentinhaber: **Cavos Bagatelle Verwaltungs GmbH & Co. KG**
80538 München (DE)

(72) Erfinder: **HADDADIN, Sami**
30173 Hannover (DE)

(74) Vertreter: **Rösler, Frank**
Rösler · Rasch · van der Heide & Partner
Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB
Bodenseestraße 18
81241 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/143585 US-A1- 2006 167 917
US-A1- 2009 112 350 US-A1- 2013 144 409

- **YAMAMOTO M ET AL: "Collision free minimum time trajectory planning for manipulators using global search and gradient method", INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS '94. 'ADVANCED ROBOTIC SYSTEMS AND THE REAL WORLD', IROS '94. PROCEEDINGS OF THE IEEE/RSJ/GI INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUNICH, GERMANY 12-16 SEPT. 1994, NEW YORK, NY, USA, IEEE, Bd. 3, 12. September 1994 (1994-09-12), Seiten 2184-2191, XP010142009, DOI: 10.1109/IROS.1994.407564 ISBN: 978-0-7803-1933-2**
- **None**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 189 385 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zum Erstellen bzw. Optimieren von Steuerungsdatensätzen, die eine Steuerung und/oder Regelung eines Roboters zur Erfüllung von konkreten Aufgaben durch diesen Roboter definieren. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines ebensolchen Systems.

[0002] Der Begriff "Steuerungsdatensatz" umfasst vorliegend Steuer- und/oder Regelungsdaten, bzw. Steuer- und/oder Regelungskommandos bzw. Steuer- und/oder Regelungsprogramme und Mischformen daraus. Durch Umsetzung des jeweiligen Steuerungsdatensatzes durch den Roboter erfolgt eine gezielte Beeinflussung von physikalischen oder anderen Größen des Roboters, wodurch der Roboter eine mit dem jeweiligen Steuerungsdatensatz verbundene Aufgabe löst, bspw. einen Fertigungsschritt an einem Montageband oder eine Handhabung eines Objekts ausführt. Die Begriffe "Steuerung" und "Regelung" werden dabei in ihrem fachüblichen Sinn verwendet.

[0003] Roboter werden heute an sich immer komplexer und können damit auch zunehmend komplexere Aufgaben erfüllen. Entsprechend werden die zur Erfüllung solcher komplexen Aufgaben erforderlichen Steuerungsdatensätze zur Steuerung/Regelung der Roboter ebenfalls zunehmend komplexer. Die zunehmende Vernetzung von Robotern und die Weiterentwicklung von sogenannten "Multiagentensystemen" erlauben heute zudem kollektive Lösungen zur Erstellung von Steuerungsdatensätzen.

[0004] Aus der US 2009/0112350 A1 ist ein System zur Erzeugung von Steuerkommandos für eine Vielzahl von Produktionseinheiten, die zur Herstellung eines Endprodukts zusammenwirken, bekannt.

[0005] Aus der US 2013/0144409 A1 ist eine Vorrichtung zur Erzeugung von Steuerprogrammen bekannt.

[0006] Aus der US 2006/0167917 A1 ist ein System zur Steuerung und Verwaltung von intelligenten mobilen Software-Agenten bekannt.

[0007] Aus der WO 2013/143585 A1 ist eine Vorrichtung zur Unterstützung bei der Erstellung energieeffizienter Steuerungssequenz bekannt.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein System anzugeben, dass es erlaubt, optimierte Steuerungsdatensätze zur Steuerung und/oder Regelung von vernetzten Robotern zu ermitteln.

[0009] Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie der Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren dargestellt sind.

[0010] Die Aufgabe ist mit einem System zum Erstellen von optimierten Steuerungsdatensätzen für vernetzte Roboter gelöst. Das vorgeschlagene System umfasst

mehrere Roboter R_i , mit $i = 1, 2, 3, \dots, n$, und $n \geq 2$, einen Optimierer OE, und eine Datenbank DB, die über ein Datennetz miteinander vernetzt sind.

[0011] Die Vernetzung der Roboter R_i , des Optimierers OE und der Datenbank DB ist vorzugsweise als Internet-basiertes Datennetz bzw. Kommunikationsnetz ausgestaltet. Die Vernetzung kann drahtgebunden oder drahtungebunden (bspw. mittels Funkverbindung) oder als Mischform realisiert sein.

[0012] Der Begriff "Roboter" wird vorliegend weit gefasst verstanden. Er umfasst insbesondere: Roboter mit zumindest einer steuerbaren bzw. regelbaren Einheit, wie bspw. einem Manipulator, einem Effektor, einem Antriebselement, einem Aktuator, einem Element zur Fortbewegung, einem Sensor. Weiterhin umfasst der Begriff "Roboter" insbesondere ansteuerbare oder regelbare Roboter mit lokaler oder verteilter Intelligenz, Humanoide, selbstlernende Roboter, semiautonom- und autonom agierende Roboter, flugfähige Roboter (Drohnen), schwimmfähige Roboter, tauchfähige Roboter, fahrfähige Roboter (autonomer Straßenverkehr), medizinisch nutzbare Roboter (bspw. OP-Roboter) und insbesondere Kombinationen daraus.

[0013] Das vorgeschlagene System zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass jeder Roboter R_i zumindest aufweist: eine Steuereinheit SE_i zur Steuerung und/oder zur Regelung des Roboters R_i ; eine Speichereinheit SPE_i welche Steuerungsdatensätzen $SD_i(A_k)$, die jeweils die Steuerung des Roboters R_i entsprechend einer vorgegebenen Aufgabe A_k ermöglichen, mit $k = 0, 1, 2, \dots, m$ speichert; eine Einheit EE_i zur Vorgabe einer neuen Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i , wobei gilt $A_{m+1} \neq A_k$; eine Einheit EH_i zur Ermittlung eines Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} durch den Roboter R_i ; eine Bewertungseinheit BE_i , die den von der Einheit EH_i ermittelten Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters $P1$ mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet, und eine Kommunikationseinheit KE_i zur Kommunikation mit dem Optimierer OE und/oder der Datenbank DB und/oder anderen Robotern $R_{j \neq i}$.

[0014] Die Steuereinheit SE_i ist vorteilhaft mit ansteuerbaren und/oder regelbaren Einheiten des Roboters R_i verbunden. Sie umfasst vorzugsweise einen Prozessor zur Ausführung der Steuerungsdatensätze SD_i , beziehungsweise von basierend auf den Steuerungsdatensätzen SD_i erzeugten ausführbaren Programmen.

[0015] Ein Steuerungsdatensatz SD_i erlaubt bzw. definiert eine konkrete Steuerung/Regelung des jeweiligen Roboters R_i derart, dass bei Ausführung der Befehle des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_k)$ die Aufgabe A_k erfüllt ist. Der Begriff "Steuerdatensatz" wird vorliegend weit gefasst verstanden, er umfasst bspw. Steuerbefehle, logische Syntax, Parameter, Formeln, Daten, etc.

[0016] Die Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ sind für jeden Roboter vorzugsweise lokal, d.h. am Ort des Roboters, auf der Speichereinheit SPE_i gespeichert. Die Speichereinheit SPE_i kann bspw. ein handelsüblicher Mas-

senspeicher sein.

[0017] Der Begriff "Aufgabe A_k " wird vorliegend breit gefasst verstanden. Die Aufgabe A_k kann beispielsweise darin bestehen, den mechanischen, elektrischen und/oder sonstigen Zustand des Roboters R_i in vorbestimmter Weise zu ändern und/oder durch Einwirkung des Roboters R_i auf seine Umwelt, den Zustand der Umwelt in vorbestimmter Weise zu ändern.

Beispiel:

[0018] Eine Aufgabe kann in einem einfachen Fall bspw. darin bestehen, ein Objekt mit einem Greifarm des Roboters an einer Position P1 aufzunehmen, es an eine Position P2 zu verbringen und dort abzulegen. Allein für diese einfache Aufgabe gibt es eine Vielzahl von möglichen Steuerungsdatensätzen, die diese Aufgabe grundsätzlich erfüllen. Die Vielzahl von möglichen Steuerungsdatensätzen ergibt sich bspw. dadurch, dass zwischen den Punkten P1 und P2 unterschiedlichste Wege/Trajektorien unterschiedlich schnell oder langsam zurückgelegt werden können, etc..

[0019] Es wird vorliegend davon ausgegangen, dass ein Steuerungsdatensatz $SD_i(A_k)$ typischerweise eine Variante von mehreren möglichen Varianten zur Lösung der Aufgabe A_k angibt. D.h. eine Aufgabe A_k für den Roboter R_i kann auch mit den Steuerungsdatensätzen $SD_i(A_k)'$, $SD_i(A_k)''$, $SD_i(A_k)'''$, ... gelöst werden, wobei die Anzahl der Hochkommas jeweils unterschiedliche Varianten des Steuerungsdatensatzes kennzeichnen. So kann sich, um im vorigen Beispiel zu bleiben, $SD_i(A_k)'$ und $SD_i(A_k)''$ beispielsweise in der Geschwindigkeit unterscheiden, mit der der Greifarm zwischen den Positionen P1 und P2 verfahren wird.

[0020] Dem Roboter R_i sind vorliegend für eine Anzahl von m Aufgaben A_k entsprechend eine Anzahl von m Steuerungsdatensätzen $SD_i(A_k)$ bekannt, wobei jeder Steuerungsdatensatz $SD_i(A_k)$ die Aufgabe A_k löst. Jeder Roboter R_i verfügt damit über einen eigenen lokalen Fundus an Steuerungsdatensätzen $SD_i(A_k)$ zur Lösung bestimmter Aufgaben A_k .

[0021] Die Einheit EE_i zur (lokalen) Vorgabe einer neuen, unbekannten, d.h. noch nicht gelösten Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i , weist vorzugsweise ein haptisches, akustisches und/oder ein optisches Eingabeinterface auf, mittels dem ein Nutzer die neue Aufgabe A_{m+1} ein- bzw. vorgeben kann.

[0022] Um wiederum im vorherigen Beispiel zu bleiben, kann eine solche neue Aufgabe A_{m+1} bspw. darin bestehen, das Objekt nicht an P2, sondern an P3 abzulegen, mit $P2 \neq P3$. Alternativ oder zusätzlich kann die Einheit EE_i ein elektronisches Dateninterface aufweisen, über das die neue Aufgabe A_{m+1} bspw. per Computer vorgegeben werden können.

[0023] Die Einheit EH_i ist vorteilhaft mit der Einheit EE_i verbunden und umfasst bevorzugt einen Prozessor und eine Programmierung, die es erlaubt, auf Basis einer für den Roboter R_i entsprechend vorgegebenen neuen Auf-

gabe A_{m+1} einen Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} zu ermitteln. Vorzugsweise ist die Einheit EH_i selbstlernend ausgeführt und eingerichtet. Vorteilhaft erfolgt das Ermitteln des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ automatisiert. Weiterhin vorteilhaft erfolgt die Ermittlung des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ durch die Einheit EH_i auf Basis der Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ für $k = 0$ bis m . Das bedeutet, dass bereits ermittelte und damit lokal bekannte Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ als Ausgangsbasis für die Erstellung des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ herangezogen werden und beispielsweise der Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ durch eine entsprechende Variation eines oder mehrerer der bekannten Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ an die neue Aufgabe A_{m+1} ermittelt wird. Die Einheit EH_i ermöglicht es mithin für den Roboter R_i mit der lokal vorhandenen Rechenleistung Steuerungsdatensätze $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung/Erfüllung neuer Aufgabe A_{m+1} zu ermitteln.

[0024] Die Bewertungseinheit BE_i ist vorteilhaft mit der Einheit EH_i verbunden und umfasst bevorzugt einen Prozessor und eine Programmierung, die es erlaubt, den von der Einheit EH_i ermittelten Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters P1 mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ zu bewerten. Ein solcher Parameter P1 kann bspw. der Energieaufwand oder die Zeit sein, die der Roboter R_i benötigt, um die durch den Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ definierten Ablauf vollständig oder teilweise umzusetzen. Die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ kann vorzugsweise als Qualitätsmaß verstanden werden, das die Qualität des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich des Parameters P1 angibt. Natürlich sind eine Vielzahl anderer Parameter P1 denkbar, die je nach Anwendung oder Anforderungen alternativ oder zusätzlich gewählt werden können. Insbesondere kann der Parameter P1 auch eine Kombinationen verschiedener (Unter-) Parameter, d.h. ein Parametervektor sein. Vorteilhaft werden die Kennzahlen $K_{P1}(SD_i(A_k))$ in den lokalen Speichereinheit SE_i gespeichert und stehen somit für eine weitere Nutzung bereit.

[0025] Die Kommunikationseinheit KE_i dient der Kommunikation mit dem Optimierer OE und/oder der Datenbank DB und/oder anderen Robotern $R_{j \neq i}$, und ist vorteilhaft als digitale Kommunikationsschnittstelle ausgebildet.

[0026] Das vorgeschlagene System zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass der Optimierer OE dazu ausgeführt und eingerichtet ist, nach Anforderung durch einen Roboter R_i einen zumindest hinsichtlich eines vorgegebenen Parameters P2 optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} zu ermitteln, wobei die Anforderung durch den Roboter R_i dann erfolgt, sofern die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ einer vorgegebenen Bedingung nicht genügt, und wobei eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad des Optimierers OE um ein Vielfaches höher ist als eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad einer Einheit EH_i . Mit anderen Worten, falls der von der Einheit EH_i ermittelte

Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich des Parameters P1 nicht die erforderliche Qualität (Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ genügt nicht einer vorgegebenen Bedingung) aufweist, dann wird vom Optimierer ein hinsichtlich des Parameters P2 optimierter Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} ermittelt.

[0027] Der Optimierer OE kann als Einheit mit zumindest einem Prozessor und einer entsprechenden Programmierung im Datennetz realisiert sein. Die Rechenleistung und der Parallelisierungsgrad des Optimierers ist erfindungsgemäß um ein Vielfaches höher als die Rechenleistung und der Parallelisierungsgrad einer Einheit EH_i . Der Optimierer OE kann alternativ als kollaboratives Agentensystem im Datennetz ausgebildet sein, das zumindest die Einheiten EH_i als Agenten umfasst, wobei die Ermittlung des optimierten Steuerungsdatensatzes $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} in einer, mehrerer oder allen Einheiten EH_i erfolgt. Letztere Variante nutzt verteilte Rechenkapazitäten zur Lösung von komplexen Optimierungsaufgaben im Rahmen eines sogenannten "Cloud-Computing".

[0028] Vorzugsweise ist der Optimierer OE selbstlernend ausgebildet, d.h. er nutzt vorhandenes Wissen, um neue Optimierungsaufgaben zu lösen, bspw. bereits von ihm ermittelte Steuerungsdatensätze $SD_{i,P2}(A_k)$, und ggf. zugeordnet ermittelte Kennzahlen $K_{P2}(SD_i(A_k))$. Vorteilhaft sind dem Optimierer OE auch die Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ der lokalen Roboter R_i bekannt und werden zur Ermittlung der Steuerungsdatensätze $SD_{i,P2}(A_k)$ verwendet. Somit erfolgt die Ermittlung des optimierten Steuerungsdatensatzes $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ vorteilhaft auf Basis bereits vom Optimierer OE ermittelter optimierter Steuerungsdatensätze $SD_{i,P2}(A_k)$, mit $k \leq m$, und/oder bekannter Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$, mit $k \leq m$.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung des vorgeschlagenen Systems sind die Parameter P1 und P2 identisch. In diesem Fall wird ein Steuerdatensatz hinsichtlich eines einheitlichen Parameters, bspw. des Energieverbrauches des Roboters, optimiert. Vorteilhaft ist der Parameter P1 und/oder der Parameter P2 ein Teilenergieverbrauch oder ein Gesamtenergieverbrauch des Roboters bei der Ausführung des jeweiligen Steuerungsdatensatzes SD_i , oder eine Teil- oder Gesamtzeitdauer, die der Roboter zur Ausführung der jeweiligen Steuerdaten SD_i benötigt, oder eine Kombination daraus. Natürlich sind je nach Anwendung und Anforderung andere Größen und/oder Parameterkombinationen denkbar.

Beispiel:

[0030] Es sei $P1 = P2$ der Gesamtenergieverbrauch des Roboters bei der Ausführung eines kompletten Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$. Weiterhin sei die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$, eine Kennzahl, die den Gesamtenergieverbrauch des Roboters bei der Ausführung des kompletten Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ angibt. Die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ sei größer als ein vorge-

gebener Grenzwert, (d.h. die Umsetzung des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ ist energieineffizienter), so dass durch den jeweiligen Roboter R_i eine Anforderung an den Optimierer OE erfolgt, einen hinsichtlich des Gesamtenergieverbrauchs P2 optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ zu ermitteln. Dies kann auf unterschiedliche Arten umgesetzt werden. So kann der Optimierer OE den optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ auf Basis des von der Einheit EH_i zuvor ermittelten Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ ermitteln. Alternativ kann der Optimierer OE den optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ auf Basis der vorgegebenen Aufgabe A_{m+1} , und der Vorgabe, den zu ermittelnden Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ unter der Bedingung einer Optimierung des Parameters P2 zu ermitteln, neu ermitteln. Bei letzterer Alternative werden vorteilhaft der Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ und die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bei der Ermittlung verwendet. Vorteilhaft erfolgt die Ermittlung des optimierten Steuerungsdatensatzes $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ durch den Optimierer OE daher unter Nutzung der auf den Speichereinheiten SPE_i gespeicherten Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ mit $k = 0, 1, \dots, m$ und/oder der auf der Speichereinheiten SPE_i gespeicherten Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$.

[0031] Vorteilhaft ist die Einheit EH_i weiterhin derart ausgeführt und eingerichtet, dass die Ermittlung des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ auf Basis von Kennzahlen $K_{P1}(SD_i(A_k))$ erfolgt, die für die Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$, mit $k = 0, 1, \dots, m$, ermittelt wurden. Das ermöglicht vorteilhaft insbesondere solche Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ zur Ermittlung des Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ heranzuziehen, die bereits bestimmte Kennzahlen aufweisen, und somit bspw. einen besonders geringen Energiebedarf zur Umsetzung des Vorgangs oder einen besonders geringen Zeitaufwand für die vollständige Ausführung/Umsetzung des Vorgangs durch den Roboter R_i aufweisen.

[0032] Schließlich wird das vorgeschlagene System dadurch gekennzeichnet, dass die Datenbank DB den von der Optimierungseinheit OE optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ speichert, und zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} an den Roboter R_i bereitstellt.

[0033] Vorteilhaft umfasst auch der Optimierer OE eine Bewertungseinheit BE_{OPT} , die den vom Optimierer OE ermittelten optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters P2 mit der Kennzahl $K_{P2}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet.

[0034] Das vorgeschlagene System ermöglicht somit eine Optimierung eines lokal, d.h. am Ort eines Roboters R_i erzeugten Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich eines Parameters P2 durch einen speziell für diese Aufgabe eingerichteten und ausgelegten Optimierer OE. Der Optimierer OE hat vorzugsweise Zugriff auf alle im (ggf. weltweiten) Datennetz bereits bekannten Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$, $SD_{i,P2}(A_k)$ und zugeordnete Kennzahlen $K_{P1}(SD_i(A_k))$, $K_{P2}(SD_i(A_k))$. Der Optimierer ist in einer vorzugsweisen Variante derart ausge-

bildet, dass das Ermitteln des optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ im Rahmen des sogenannten "Cloud-Computing" erfolgt. So kann Wissen anderer, ggf. weltweit verteilter Roboter R_i zu Steuer- bzw. Regelungsdatensätzen genutzt werden.

[0035] Die Datenbank DB umfasst vorzugsweise die Speichereinheiten SPE_i . Die Datenbank DB kann eine oder mehrere im Datennetz verteilte digitale Speichereinheiten SPE_i umfassen.

[0036] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines Systems, aufweisend mehrere Roboter R_i , mit $i = 1, 2, 3, \dots, n$, und $n \geq 2$, einen Optimierer OE, eine Datenbank DB, die über ein Datennetz zum Datenaustausch miteinander vernetzt sind, wobei eine Steuereinheit SE_i den Roboter R_i steuert; eine Speichereinheit SPE_i des Roboters R_i Steuerungsdatensätze $SD_i(A_k)$ speichert, die jeweils die Steuerung des Roboters R_i entsprechend einer vorgegebenen Aufgabe A_k ermöglichen, mit $k = 0, 1, 2, \dots, m$; über eine Einheit EE_i des Roboters R_i eine neue Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i vorgebar ist, wobei gilt: $A_{m+1} \neq A_k$; eine Einheit EH_i des Roboters R_i einen Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} ermittelt, eine Bewertungseinheit BE_i , die den von der Einheit EH_i ermittelten Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters $P1$ mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet, der Optimierer OE nach Anforderung durch einen Roboter R_i zumindest einen hinsichtlich eines vorgegebenen Parameters $P2$ optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} ermittelt, wobei die Anforderung durch den Roboter R_i dann erfolgt, wenn die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ einer vorgegebenen Bedingung nicht genügt, wobei eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad des Optimierers OE um ein Vielfaches höher ist als eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad einer Einheit EH_i , und die Datenbank DB die den von dem Optimierer OE optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ speichert und zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} an den Roboter R_i bereitstellt.

[0037] Vorteile und vorteilhafte Fortbildungen des Verfahrens ergeben sich durch analoge und sinnngemäße Übertragung der vorstehend in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen System gemachten Ausführungen.

[0038] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der - gegebenenfalls unter Bezug auf die Zeichnung - zumindest ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0039] Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisierten Aufbau einer Variante des vorgeschlagenen Systems.

[0040] Fig. 1 zeigt einen schematisierten Aufbau einer Variante des vorgeschlagenen Systems zum Erstellen von Steuerungsdatensätzen für vernetzte Roboter, auf-

weisend drei Roboter R_1, R_2, R_3 , einen Optimierer OE und eine Datenbank DB, die über ein Datennetz DN miteinander vernetzt sind. Jeder der Roboter R_i mit $i = 1, 2, 3$ weist auf: eine Steuereinheit SE_i zur Steuerung und oder Regelung des Roboters R_i ; eine Speichereinheit SPE_i zur Speicherung von Steuerungsdatensätzen $SD_i(A_k)$, die jeweils die Steuerung des Roboters R_i entsprechend einer vorgegebenen Aufgabe A_k ermöglichen, mit $k = 0, 1, 2, \dots, m$; eine Einheit EE_i zur Vorgabe einer neuen Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i , wobei gilt $A_{m+1} \neq A_k$; eine Einheit EH_i zur Ermittlung eines Steuerungsdatensatzes $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der Aufgabe A_{m+1} durch den Roboter R_i ; eine Bewertungseinheit BE_i , die den von der Einheit EH_i ermittelten Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters $P1$ mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet, und eine Kommunikationseinheit KE_i zur Kommunikation mit dem Optimierer OE und/oder der Datenbank DB und/oder anderen Robotern $R_{j \neq i}$. Die Datenkommunikation zwischen dem jeweiligen Roboter R_i und den ihm zugeordneten lokalen Einheiten (SE_i, SPE_i, EE_i, BE_i und KE_i) ergibt sich in diesem Ausführungsbeispiel entsprechend der dargestellten Pfeile.

[0041] Der Optimierer OE ist dazu ausgeführt und eingerichtet, nach Anforderung durch einen Roboter R_i einen zumindest hinsichtlich eines vorgegebenen Parameters $P2$ optimierten Steuerungsdatensatz $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ zu ermitteln, wobei die Anforderung durch den Roboter R_i dann erfolgt, sofern die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ einer vorgegebenen Bedingung nicht genügt. Die Datenbank DB, speichert die vom Optimierer OE optimierten Steuerungsdatensätze $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ und stellt diese zur Ausführung der Aufgabe A_{m+1} an den Roboter R_i bereit.

Patentansprüche

1. System zum Erstellen von optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos für vernetzte Roboter, aufweisend mehrere Roboter R_i , mit $i = 1, 2, 3, \dots, n$, und $n \geq 2$, einen Optimierer OE und eine Datenbank DB, die über ein Datennetz miteinander vernetzt sind, wobei

- jeder Roboter R_i zumindest aufweist: eine Steuereinheit SE_i zur Steuerung und oder Regelung des Roboters R_i ; eine Speichereinheit SPE_i , in welcher Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_k)$, die jeweils die Steuerung des Roboters R_i entsprechend einer vorgegebenen Aufgabe A_k ermöglichen, mit $k = 0, 1, 2, \dots, m$ gespeichert sind; eine Einheit EE_i zur Vorgabe einer neuen Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i , wobei gilt $A_{m+1} \neq A_k$; eine Einheit EH_i zur Erzeugung von Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} durch den Roboter R_i ; eine Bewertungseinheit BE_i , die die von der Ein-

- heit EH_i ermittelten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters P1 mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet, und eine Kommunikationseinheit KE_i zur Kommunikation mit dem Optimierer OE und/oder der Datenbank DB und/oder anderen Robotern $R_{j \neq i}$, wobei der Roboter R_i dazu eingerichtet und ausgeführt ist, eine Anforderung zur Optimierung der Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ an den Optimierer OE zu stellen, sofern die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ einer vorgegebenen Bedingung nicht genügt,
- der Optimierer OE, dazu ausgeführt und eingerichtet ist, nach Anforderung durch einen Roboter R_i zumindest hinsichtlich eines vorgegebenen Parameters P2 optimierte Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} zu ermitteln, wobei eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad des Optimierers um ein Vielfaches höher ist als eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad einer Einheit EH_i , und
 - die Datenbank DB, die die vom Optimierer OE optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ speichert und an den Roboter R_i bereitstellt, wobei der Roboter R_i die neue Aufgabe A_{m+1} mit den Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ ausführt.
2. System nach Anspruch 1, bei dem der Parameter P1 und der Parameter P2 identisch sind.
 3. System nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Parameter P1 und/oder der Parameter P2 ein Teilenergieverbrauch oder ein Gesamtenergieverbrauch des Roboters bei der Ausführung des jeweiligen Steuer- und/oder Regelungskommandos SD_i , oder eine Gesamtzeitdauer, die der Roboter zur Ausführung der jeweiligen Steuer- und/oder Regelungskommandos SD_i benötigt, oder eine Kombination daraus ist.
 4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Einheit EH_i jeweils selbstlernend ausgeführt und eingerichtet ist, wobei die Erzeugung der Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ auf Basis der Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_k)$ für $k = 0$ bis m erfolgt.
 5. System nach Anspruch 4, bei dem die Einheit EH_i derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass die Erzeugung der Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ auf Basis der Kennzahlen $K(SD_i(A_k))$ erfolgt.
 6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Optimierer OE selbstlernend ausgebildet ist, wobei die Ermittlung der optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ auf Basis bereits ermittelter optimierter Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}$ erfolgt.
 7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Optimierer OE als kollaboratives Agentensystem im Datennetz ausgebildet ist, das zumindest die Einheiten EH_i als Agenten umfasst, wobei die Erzeugung der optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ in einer, mehrerer oder allen Einheiten EH_i erfolgt.
 8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Erzeugung der optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ durch den Optimierer OE unter Nutzung der auf den Speichereinheiten SPE_i gespeicherten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_k)$ mit $k = 0, 1, \dots, m$ erfolgt.
 9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem in den Speichereinheit SPE_i die Kennzahlen $K_{P1}(SD_i(A_k))$ gespeichert sind.
 10. Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß den Ansprüchen 1 bis 9, aufweisend mehrere Roboter R_i , mit $i = 1, 2, 3, \dots, n$, und $n \geq 2$, einen Optimierer OE, eine Datenbank DB, die über ein Datennetz zum Datenaustausch miteinander vernetzt sind, wobei
 - eine Steuereinheit SE_i den Roboter R_i steuert; eine Speichereinheit SPE_i des Roboters R_i Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_k)$ speichert, die jeweils die Steuerung des Roboters R_i entsprechend einer vorgegebenen Aufgabe A_k ermöglichen, mit $k = 0, 1, 2, \dots, m$; über eine Einheit EE_i des Roboters R_i eine neue Aufgabe A_{m+1} für den Roboter R_i vorgebar ist, wobei gilt: $A_{m+1} \neq A_k$; eine Einheit EH_i des Roboters R_i Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_i(A_{m+1})$ zur Ausführung der neuen Aufgabe A_{m+1} erzeugt, eine Bewertungseinheit BE_i , die den von der Einheit EH_i ermittelten Steuerungsdatensatz $SD_i(A_{m+1})$ hinsichtlich zumindest eines Parameters P1 mit der Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ bewertet,
 - der Optimierer OE nach Anforderung durch einen Roboter R_i zumindest hinsichtlich eines vorgegebenen Parameters P2 optimierte Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ der neuen Aufgabe A_{m+1} ermittelt, wobei die Anforderung durch den Roboter R_i dann erfolgt, wenn die Kennzahl $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ einer vorgegebenen Bedingung nicht genügt, wobei eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad des Optimierers um ein Vielfaches höher ist als

eine Rechenleistung und ein Parallelisierungsgrad einer Einheit EH_i , und
 - die Datenbank DB die den von dem Optimierer OE optimierten Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ speichert und an den Roboter R_i bereitstellt, wobei der Roboter R_i die neue Aufgabe A_{m+1} mit den Steuer- und/oder Regelungskommandos $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ ausführt.

Claims

1. System for generating optimized open and/or closed loop control commands for networked robots, including a plurality of robots R_i , wherein $i = 1, 2, 3, \dots, n$ and $n \geq 2$, an optimizer OE and a database DB which are networked with each other via a data network, wherein

- each robot R_i has at least: a control unit SE_i for open and/or closed loop control of the robot R_i ; a storage unit SPE_i in which open and/or closed loop control commands $SD_i(A_k)$ that enable control of the Robot R_i respectively according to a predetermined task A_k are stored, wherein $k = 0, 1, 2, \dots, m$; a unit EE_i for specifying a new task A_{m+1} for the robot R_i , wherein $A_{m+1} \neq A_k$; a unit EH_i for generating open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ for the execution of the new task A_{m+1} by the robot R_i , an evaluation unit BE_i which evaluates the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ determined by the unit EH_i with regard to at least one parameter P1 with the characteristic number $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$, and a communication unit KE_i for communicating with the optimizer OE and/or the database DB and/or other robots $R_{j \neq i}$, wherein the robot R_i is designed and configured to submit a request to optimize the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ to the optimizer OE if the characteristic number $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ does not satisfy a predetermined condition,

- the optimizer OE is designed and configured, upon receiving the request from a robot R_i to determine open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ of the new task A_{m+1} that are optimized with regard to at least one predetermined parameter P2, wherein a computing power and a degree of parallelization of the optimizer is multiple times greater than a computing power and degree of parallelization of a unit EH_i , and

- the database DB stores the open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimized by the optimizer OE and makes them available to the robot R_i , wherein the robot R_i executes the new task A_{m+1} with the open and/or closed

loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$.

2. System according to claim 1, in which the parameter P1 and parameter P2 are identical.
3. System according to Claim 1 or 2, in which the parameter P1 and/or the parameter P2 is/are a partial energy consumption or a total energy consumption of the robot in the execution of the respective open and/or closed loop control command SD_i , or a total time that the robot needs to execute the respective open and/or closed loop control command SD_i , or a combination thereof.
4. System according to any one of Claims 1 to 3, in which each unit EH_i is designed and configured to be self-learning, wherein the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ are generated on the basis of the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_k)$ for $k = 0$ to m .
5. System according to Claim 4, in which the unit EH_i is designed and configured such that the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ are generated on the basis of the characteristic numbers $K(SD_i(A_k))$.
6. System according to any one of Claims 1 to 5, in which the optimizer OE is designed to be self-learning, wherein the determination of the optimized open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ is carried out on the basis of previously determined optimized open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}$.
7. System according to any one of Claims 1 to 6, in which the optimizer OE is designed as a collaborative agent system in the data network, which comprises at least the units EH_i as agents, wherein the optimized open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ are generated in one, or more, or all units EH_i .
8. System according to any one of Claims 1 to 7, in which the generation of the optimized open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ is carried out by the optimizer OE using the open and/or closed loop control commands $SD_i(A_k)$ with $k = 0, 1, \dots, m$ stored on the memory units SPE_i .
9. System according to any one of Claims 1 to 8, in which the characteristic figures $K_{P1}(SD_i(A_k))$ are stored in the storage unit SPE_i .
10. Method for operating a system according to any of Claims 1 to 9, including a plurality of robots R_i , wherein $i = 1, 2, 3, \dots, n$ and $n \geq 2$, an optimizer OE, a database DB which are networked with each other

via a data network for the purpose of exchanging data, wherein

- a control unit SE_i controls the robot R_i ; a storage unit SPE_i of the robot R_i stores open and/or closed loop control commands $SD_i(A_k)$ that enable control of the robot R_i respectively according to a predetermined task A_k are stored, wherein $k = 0, 1, 2, \dots, m$; a new task A_{m+1} can be assigned for the robot R_i via a unit EE_i , wherein: $A_{m+1} \neq A_k$; a unit EH_i of the robot R_i generates open and/or closed loop control commands $SD_i(A_{m+1})$ for the execution of the new task A_{m+1} , an evaluation unit BE_i which evaluates the control dataset $SD_i(A_{m+1})$ determined by the unit EH_i with regard to at least one parameter P1 with the characteristic number $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$,
 - upon receiving the request from a robot R_i , the optimizer OE determines open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ of the new task A_{m+1} that are optimized with regard to at least one predetermined parameter P2, wherein the request is submitted by the robot R_i when the characteristic number $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ does not satisfy a specified condition, wherein a computing power and a degree of parallelization of the optimizer is multiple times greater than a computing power and degree of parallelization of a unit EH_i , and
 - the database DB stores the open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimized by the optimizer OE and makes them available to the robot R_i , wherein the robot R_i executes the new task A_{m+1} with the open and/or closed loop control commands $SD_{i,P2}(A_{m+1})$.

Revendications

1. Système OK de création de commandes optimisées de contrôle et/ou de réglage pour des robots en réseau, présentant plusieurs robots R_i , sachant que $i = 1, 2, 3, \dots, n$, et $n \geq 2$, un optimiseur OE, et une banque de données DB qui sont mis en réseau les uns avec les autres par un réseau de données,
 - chaque robot R_i présentant au moins : une unité de commande SE_i pour la commande ou le réglage du robot R_i ; une unité de mémoire SPE_i dans laquelle des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_k)$ qui permettent respectivement la commande du robot R_i en fonction d'une tâche prédéfinie A_k , sachant que $k = 0, 1, 2, \dots, m$ sont enregistrées; une unité EE_i pour la spécification d'une nouvelle tâche A_{m+1} pour le robot R_i , sachant qu'on a $A_{m+1} \neq A_k$; une unité EH_i pour la génération de commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ pour l'exécution
2. Système selon la revendication 1, dans lequel le paramètre P1 et le paramètre P2 sont identiques.
3. Système selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le paramètre P1 et/ou le paramètre P2 sont une consommation d'énergie partielle ou une consommation d'énergie totale du robot lors de l'exécution de la commande de contrôle et/ou de réglage SD_i , ou une durée totale qu'il faut au robot pour exécuter les commandes de contrôle et/ou de réglage SD_i respectives ou leur combinaison.
4. Système selon une des revendications 1 à 3, dans lequel l'unité EH_i est réalisée et conçue respectivement pour un auto-apprentissage, la génération des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ ayant lieu sur la base des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_k)$ pour $k = 0$ à m .
5. Système selon la revendication 4, dans lequel l'unité EH_i est réalisée et conçue pour que la génération de la commande de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ ait lieu sur la base des indicateurs $K(SD_i(A_k))$.
6. Système selon une des revendications 1 à 5, dans lequel l'optimiseur OE est conçu pour un auto-apprentissage, la détermination des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées ayant lieu sur la base de commandes de contrôle

de la nouvelle tâche A_{m+1} par le robot R_i , une unité d'évaluation BE_i , qui évalue les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ en ce qui concerne au moins un paramètre P1 avec l'indicateur $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$, et une unité de communication KE_i pour la communication avec l'optimiseur OE et/ou la banque de données DB et/ou d'autres robots $R_{j\neq i}$ que ces, le robot R_i étant conçu et réalisé pour imposer une exigence d'optimisation des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ à l'optimiseur OE dans la mesure où l'indicateur $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ ne satisfait pas à une condition prédéfinie,
 - l'optimiseur OE étant réalisé et conçu pour, sur demande d'un robot R_i du moins en ce qui concerne un paramètre prédéfini P2, déterminer des commandes optimisées de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ de la nouvelle tâche A_{m+1} , une puissance de calcul et un degré de parallélisation de l'optimiseur étant de multiples fois supérieurs à une capacité de calcul et à un degré de parallélisation d'une unité EH_i , et
 - la banque de données DB, qui enregistre les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées par l'optimiseur OE et les met à disposition du robot R_i , le robot R_i exécutant la nouvelle tâche A_{m+1} avec les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$.

et/ou de réglage $SD_{i,P2}$ optimisées déjà déterminées.

7. Système selon une des revendications 1 à 6, dans lequel l'optimiseur OE est conçu sous forme d'un système d'agent collaboratif dans le réseau de données qui comprend au moins des unités EH_i faisant office d'agents, la génération des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées ayant lieu dans une, dans plusieurs ou dans toutes les unités EH_i . 5
8. Système selon une des revendications 1 à 7, dans lequel la génération des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées par l'optimiseur OE a lieu en utilisant les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_k)$ enregistrées sur les unités de mémoire SPE_i avec $k = 0, 1, \dots, m$. 10 15
9. Système selon une des revendications 1 à 8, dans lequel, dans l'unité de mémoire SPE_i , sont enregistrés les indicateurs $K_{P1}(SD_i(A_k))$. 20
10. Procédé d'utilisation d'un système selon les revendications 1 à 9, présentant plusieurs robots R_i , sachant que $i = 1, 2, 3, \dots, n$, et $n \geq 2$, un optimiseur OE, une banque de données DB qui sont mis en réseau les uns avec les autres par un réseau de données pour l'échange de données, 25 30
 - une unité de commande SE_i commandant le robot R_i ; une unité de mémoire SPE_i du robot R_i sauvegardant des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_k)$ qui permettent respectivement la commande du robot R_i en fonction d'une tâche prédéfinie A_k , sachant que $k = 0, 1, 2, \dots, m$; par une unité EE_i du robot R_i , une nouvelle tâche A_{m+1} étant prescriptible pour le robot R_i , sachant qu'on a : $A_{m+1} \neq A_k$; une unité EH_i du robot R_i générant des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_i(A_{m+1})$ pour l'exécution de la nouvelle tâche A_{m+1} , une unité d'évaluation BE_i évaluant l'enregistrement de données de commande $SD_i(A_{m+1})$ déterminé par l'unité EH_i en ce qui concerne au moins un paramètre P1 avec l'indicateur $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$, 35 40 45
 - l'optimiseur OE, sur demande d'un robot R_i du moins en ce qui concerne un paramètre prédéfini P2, déterminant des commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées au niveau d'un paramètre P2 prédéfini P2 de la nouvelle tâche A_{m+1} , la demande par le robot R_i ayant lieu si l'indicateur $K_{P1}(SD_i(A_{m+1}))$ ne satisfait pas à une condition prédéfinie, une puissance de calcul et un degré de parallélisation de l'optimiseur étant de multiples fois supérieurs à une capacité de calcul et à un degré de parallélisation d'une unité EH_i , et 50 55

- la banque de données DB enregistrant les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$ optimisées par l'optimiseur OE et les mettant à disposition du robot R_i , le robot R_i exécutant la nouvelle tâche A_{m+1} avec les commandes de contrôle et/ou de réglage $SD_{i,P2}(A_{m+1})$.

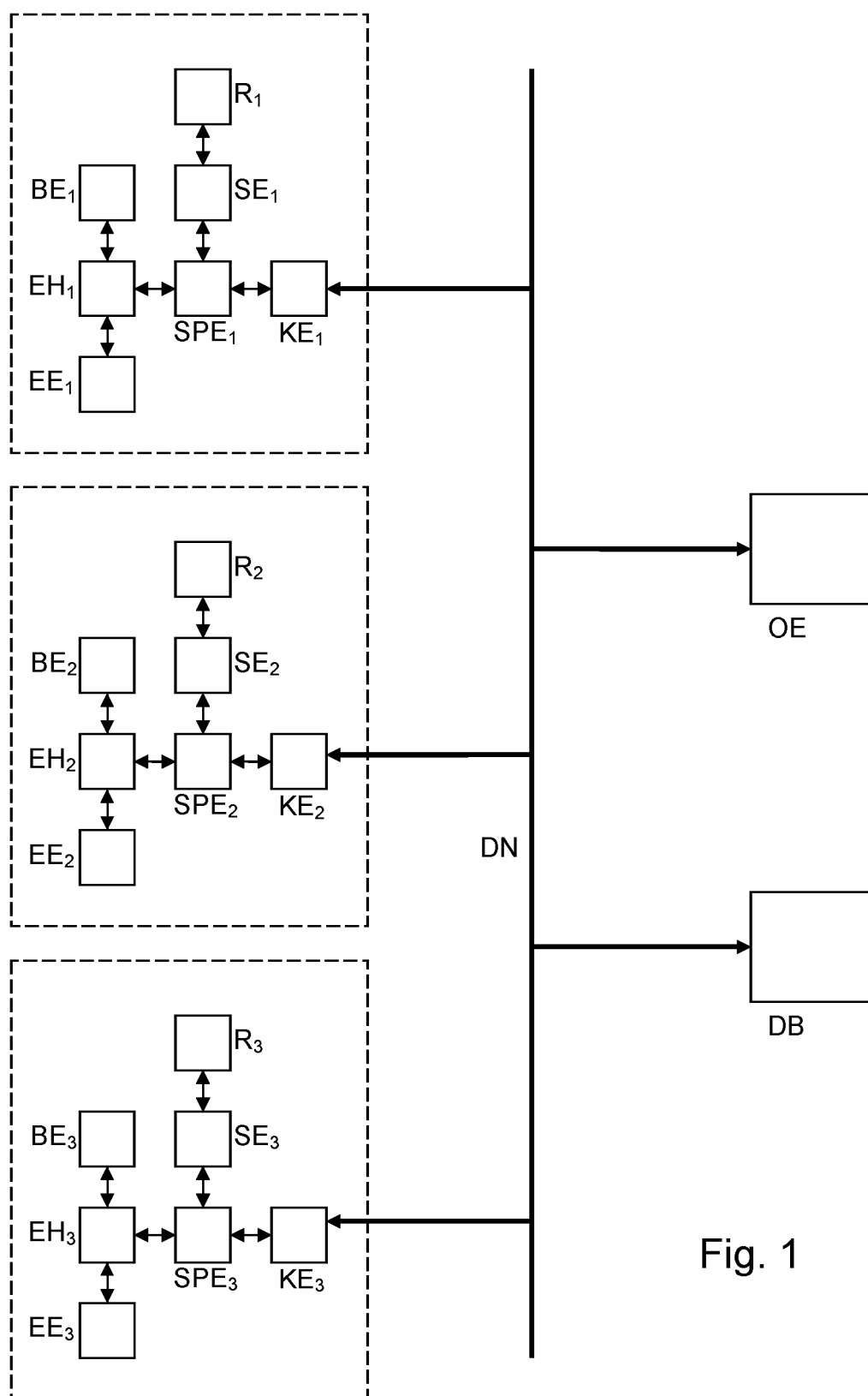


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20090112350 A1 [0004]
- US 20130144409 A1 [0005]
- US 20060167917 A1 [0006]
- WO 2013143585 A1 [0007]