



(10) **DE 10 2017 118 982 A1** 2018.10.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 118 982.3**

(22) Anmeldetag: **18.08.2017**

(43) Offenlegungstag: **25.10.2018**

(51) Int Cl.: **B25J 9/22 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:

10 2017 003 898.8 23.04.2017

(71) Anmelder:

Franka Emika GmbH, 80797 München, DE

(74) Vertreter:

**RÖSLER · RASCH · van der HEIDE &
PARTNER PATENT- UND RECHTSANWÄLTE
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 81241 München,
DE**

(72) Erfinder:

**Parusel, Sven, 80687 München, DE; Haddadin,
Simon, 80803 München, DE; Ende, Tobias,
81247 München, DE; Schmid, Johannes, 80538
München, DE; Pietsch, Björn, 81549 München,
DE; Mösenlechner, Lorenz, 83101 Rohrdorf,
DE; Sabaghian, Mohamadreza, 81479 München,
DE; Golz, Saskia, 80639 München, DE; Nagel,
Sebastian, 80807 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

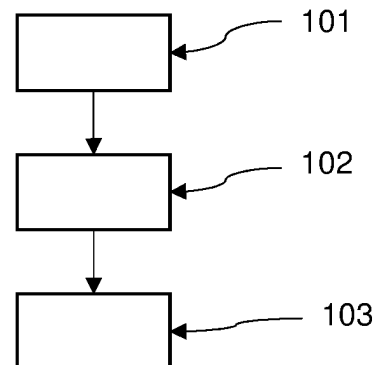
DE	10 2015 108 010	B3
CH	701 886	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Roboter und Verfahren zum Betrieb eines Roboters**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Roboter, aufweisend: ein System (101) zur Ermittlung von Informationen KE zu mechanischen Kontaktereignissen des Roboters mit einer Umgebung, eine Transformationseinheit (102) zur Transformation der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und ein am Roboter, insbesondere an einem Roboterarm des Roboters angeordnetes Leuchtmittel (103) zur Ausgabe von von den Feedbackinformationen FI abhängigen Lichtsignalen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Roboter sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Roboters.

[0002] Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Roboter sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Roboters zur Verfügung zu stellen, so dass ein Feedback zu Kontaktereignissen des Roboters, insbesondere eines Roboter manipulators, mit einer Umgebung für einen Nutzer ermöglicht wird. Insbesondere soll das Feedback eine verbesserte „Teach-In“-Programmierung des Roboters ermöglichen.

[0003] 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.

[0004] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Roboter, der folgendes aufweist: ein System zur Ermittlung von Informationen KE zu mechanischen Kontaktereignissen des Roboters mit einer Umgebung, eine Transformationseinheit zur Transformation der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und ein am Roboter, insbesondere an einem Roboter manipulator des Roboters angeordnetes Leuchtmittel zur Ausgabe von von den Feedbackinformationen FI abhängigen Lichtsignalen L(FI).

[0005] Der Begriff „Kontakt ereignis des Roboters“ bezieht sich vorliegend auf mechanische Kontakte und wird vorliegend breit gefasst verstanden. Der Begriff umfasst beispielsweise mechanische Kontakte mit einem Objekt der Umgebung oder mit einer Person, die den Roboter bedient oder ein Kontakt ereignis des Roboters mit sich selbst. Kontakte eines Roboters können grundsätzlich erwünscht oder nicht erwünscht sein. Erwünschte Kontakte treten beispielsweise bei der programm gemäßen Handhabung eines Objekts durch den Roboter oder bei der sogenannten „Teach-In“ Programmierung auf, bei der eine Person insbesondere einen Roboter manipulator führt, und der Roboter dadurch bspw. Posen und Positionen des Roboter manipulators lernt. Nicht erwünschte mechanische Kontakte treten ungeplant bzw. willkürlich auf.

[0006] Ein Kontakt ereignis kann physikalisch durch eine Vielzahl von Parametern beschrieben werden. Vorteilhaft wird ein Kontakt ereignis durch Parameter, wie: die aktuelle Position und/oder Pose des Roboters, an der der Kontakt stattfindet, die Position am Roboter, an der Kontakt-Kräfte und/oder -Momente einwirken, ein Betrag und eine Richtung der einwir-

kenden Kräfte und/oder Momente, beim Kontakt ereignis auftretende Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen des Roboters, auftretende Materialverformungen des Roboters, etc. beschrieben. Die Informationen KE basieren vorteilhaft auf Messungen/Schätzungen solcher einen Kontakt beschreibenden Parameter und/oder aus daraus abgeleiteten Größen. Die Informationen KE sind daher vorteilhaft mehrdimensional. Die Informationen KE umfassen vorteilhaft weiterhin Prädiktionen von möglichen zukünftigen Kontakt ereignissen, die auf Basis eines aktuellen Zustands des Roboters und einem entsprechenden Prädiktionsmodell ermittelt werden. Das System zur Ermittlung von Informationen KE umfasst hierzu vorteilhaft einen Prädiktionsrechner, auf dem ein entsprechendes Prädiktionsmodell läuft.

[0007] Die Transformationseinheit überführt die Informationen KE in Feedbackinformationen FI, welche wiederum als Lichtsignale L(FI) von dem Leuchtmittel ausgegeben werden. Die Transformation der Informationen KE in die Feedbackinformationen FI erfolgt vorteilhaft über eine vorgegebene Transformationsmatrix oder über eine vorgegebene Transformationsfunktion.

[0008] Vorteilhaft ist die von der Transformationseinheit ausgeführte Transformation von Informationen KE in Feedbackinformationen FI von einem aktuellen Arbeitsmodus des Roboters abhängig. Befindet sich der Roboter beispielsweise in einem Modus der „Teach-In“-Programmierung, so kann beispielsweise von der Transformationseinheit eine entsprechend zugeordnete erste Transformationsvorschrift ausgeführt werden, während in einem Modus „Ausführung eines Programms“ von der Transformationseinheit eine entsprechend zugeordnete zweite Transformationsvorschrift ausgeführt wird.

[0009] Durch die Ausgabe von Lichtsignalen L(FI) wird ein Nutzer eines Roboters, insbesondere bei der Durchführung einer „Teach-In“-Programmierung des Roboters, ein intuitives, d.h. leicht verständliches Licht-Feedback zu dem gerade erfolgten Kontakt in dem jeweiligen Kontext bereitgestellt.

[0010] Das System zur Ermittlung von Informationen KE, die Transformationseinheit und das Leuchtmittel werden vorteilhaft durch ein Steuerprogramm gesteuert. Das Steuerprogramm wird zudem durch entsprechende Steuerungs- und Regelungsparameter definiert. Durch entsprechende Vorgabe des Steuerungsprogramms bzw. der aktuell zugeordneten Steuerungs- und Regelungsparameter wird das aktuelle Feedbackverhalten des Roboters definiert. Durch eine Änderung des Steuerprogramms und/oder eine Änderung der zugeordneten Steuerungs- und Regelungsparameter kann das Feedbackverhalten des Roboters entsprechend geändert werden.

[0011] Vorteilhaft weist das System zumindest ein Sensormittel zur Ermittlung von Messdaten zu den Kontakt ereignissen und zur Ermittlung/Schätzung von auf den Messdaten basierenden Informationen KE auf. Vorteilhaft umfassen die Informationen KE eine oder mehrere der folgenden (Mess-)Größen: Kräfte, Momente, Drucke, Spannungen, Ströme, zugeordnete Einwirkpunkte/-flächen etc. Die Informationen KE können grundsätzlich sämtliche Informationen und Angaben umfassen, die einen Kontakt des Roboters mit einem externen Objekt beschreiben. Vorteilhaft umfassen die Informationen KE weiterhin einen aktuellen Zustand des Roboters (Position, Pose, Geschwindigkeit, Beschleunigung etc. der einzelnen Teile des Roboters, einen Arbeitsmodus des Roboters, einen aktuellen Programmschritt in einem Steuerprogramm des Roboters etc.) während der Einwirkung eines externen Kontaktes. Vorteilhaft kodieren die Feedbackinformationen FI zudem den aktuellen Zustand des Roboters. Somit kann beispielsweise ein Nutzer anhand der ausgegebenen Lichtsignale L(FI) erkennen, ob sich der Roboter beispielsweise in dem Modus der „Teach-In“ Programmierung befindet, beispielsweise dadurch, dass die ausgegebene Lichtfarbe diesen Modus kodiert.

[0012] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass das Leuchtmittel dazu ausgeführt und eingerichtet ist, die Lichtstärke und/oder die Lichtfarbe und/oder eine Modulation der Lichtstärke und/oder eine Modulation der Lichtfarbe und/oder ein (Licht-)Muster der ausgegebenen Lichtsignale L(FI) und/oder eine Anzahl von Lichtquellen des Leuchtmittels abhängig von den Feedbackinformationen FI zu steuern. Das Leuchtmittel verfügt hierzu über eine entsprechende Steuerelektronik. Das Leuchtmittel umfasst eine oder mehrere Lichtquellen. Die Lichtquellen können beispielsweise Leuchtdioden LEDs, Halogenlampen, Glühlampen, etc. sein. Die Lichtquellen können insbesondere dazu ausgelegt sein, Licht unterschiedlicher Farbspektren bzw. unterschiedliche Lichtfarben zu emittieren. Das Leuchtmittel umfasst vorteilhaft eine Kombination zumindest einer Lichtquelle mit einem Lichtleiter, in den die Lichtquelle eingangsseitig Licht einkoppelt, und aus dem ausgangsseitig Licht in eine Umgebung ausgekoppelt wird. Die Feedbackinformationen FI kodierten dabei die auszugebenden Lichtsignale L (FI).

[0013] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformations-einheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass die Transformation der ermittelten Informationen KE in die die Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI als Look-Up-Tabelle oder als Transformationsmatrix bereitgestellt ist. In dieser Weiterbildung werden somit Informationen KE mittels einer Look-Up-Tabelle oder Transformationsmatrix in Feedbackinformationen FI transformiert.

[0014] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformations-einheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass die Transformation der ermittelten Informationen KE in die die Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI als Funktion/Algorithmus bereitgestellt ist. Vorteilhaft ist die Look-Up-Tabelle bzw. die Transformationsmatrix abhängig vom aktuellen Zustand des Roboters und/oder vom aktuellen Arbeitsmodus des Roboters.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformations-einheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass ein Muster in den ermittelten Informationen KE in diese Muster reflektierende Muster von Feedbackinformationen FI transformiert werden. Der in diesem Zusammenhang verwendete Begriff „Muster“ bezieht sich insbesondere auf erkennbare Muster/Charakteristika in den die Kontakte ereignisse beschreibenden Parametern, beispielsweise auf einen charakteristischen Zeitverlauf eines oder mehrerer der die Informationen KE beschreibenden Parameter. Vorteilhaft berücksichtigt der Begriff „Muster“ dabei zusätzlich den aktuellen Zustand und oder den aktuellen Arbeitsmodus des Roboters. Ein derartiges „Parametermuster“ kann beispielsweise einen zeitlichen Ablauf eines oder mehrerer Parameter/s bei der Beschreibung eines Kontakt ereignisses kennzeichnen. Besonders, wenn das Muster durch mehrere Parameter charakterisiert ist, ermöglicht eine geeignete Transformation der Informationen KE in entsprechende Feedbackinformationen FI (mit oder ohne Berücksichtigung des aktuellen Zustandes des Roboters und/oder des aktuellen Arbeitsmodus des Roboters) ein intuitives Feedback zu komplexen Kontaktvorgängen.

[0016] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformations-einheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass eine Kategorisierung der erfassten Informationen KE in Kategorien erfolgt, wobei jeder Kategorie charakteristische Feedbackinformationen FI zugeordnet sind.

[0017] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass die Kategorisierung der Informationen KE auf Basis eines Zeitverlaufs und/oder einer Amplitude und/oder einer Frequenz der jeweiligen Informationen KE erfolgt. Vorteilhaft wird bei der Kategorisierung der aktuelle Zustand und/oder der Arbeitsmodus des Roboters zudem berücksichtigt.

[0018] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass eine der vorgegebenen Kategorien eine Kollision des Roboters mit der Umgebung repräsentiert. Je nach Arbeitsmodus des Roboters kann eine solche Kollision beispielsweise während eines „Teach-In“-Vorgangs oder während einer autonomen Ausführung eines Steuerpro-

gramms, welches den Roboter steuert, erfolgen. Vorteilhaft wird dieser Kategorie, die eine Kollision des Roboters mit der Umgebung repräsentiert, die Ausgabe von Lichtsignalen in roter Farbe zugeordnet.

[0019] Vorteilhaft repräsentiert eine der vorgegebenen Kategorien einen vom Roboter ermittelten Roboterfehler. Vorteilhaft wird diese Kategorie, die einen Roboterfehler repräsentiert, die Ausgabe von Lichtsignalen in oranger oder gelber Farbe zugeordnet.

[0020] Vorteilhaft repräsentiert eine der vorgegebenen Kategorien einen Normalzustand, d.h. einen Zustand ohne Fehler. Vorteilhaft wird dieser Kategorie, die einen Normalzustand des Roboters angibt, die Ausgabe von Lichtsignalen in grüner Farbe zugeordnet.

[0021] Die optische Ausgabereinheit weist vorteilhaft eine oder mehrere Leuchtdioden auf. Die optische Ausgabereinheit kann Leuchtstreifen, Lichtleiter, Lichtleitelemente etc. aufweisen. Vorteilhaft weist die optische Ausgabereinheit eine ringförmige Leuchtfläche auf, die flächig homogen Licht abstrahlt. Vorteilhaft weist die optische Ausgabereinheit eine kreisförmige Leuchtfläche auf, die flächig homogen Licht abstrahlt.

[0022] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Roboters zeichnet sich dadurch aus, dass der Roboter eine Datenschnittstelle zu einem Datennetz (bspw. Internet, LAN, Local Area Network) aufweist, und der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt ist, Steuerprogramme zur Steuerung des Roboters aus dem Datennetz zu laden. Vorteilhaft verfügt der Roboter hierzu über ein Dateninterface sowie einen entsprechenden Programmspeicher. Vorteilhaft werden die Steuerprogramme für eine Steuereinheit des Roboters von einem zentralen Provider im jeweiligen Datennetz verfügbar gemacht. Das Datennetz ist vorteilhaft ein leitungsgebundenes Datennetz, ein Funkdatennetz oder eine Kombination daraus.

[0023] Vorteilhaft ist der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt, Steuerungs- und Regelungsparameter zu den Steuerprogrammen aus dem Datennetz zu laden. Die Steuerungs- und Regelungsparameter definieren die konkrete Anwendung des entsprechenden Steuerprogramms. Die Steuerungs- und Regelungsparameter sind insbesondere an die zu lösende Aufgabenstellung angepasst. Vorteilhaft verfügt der Roboter hierfür über einen entsprechenden Datenspeicher.

[0024] Vorteilhaft ist der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt, Steuerungs- und Regelungsparameter zu den Steuerprogrammen über eine manuelle Eingabeschnittstelle des Roboters (beispielsweise eine im Bereich des Roboters verfügbare Mensch-Maschine-Schnittstelle) und/oder über einen „Teach-In-

Vorgang“ zu laden, bei dem der Roboter manuell geführt wird, d.h. durch Aufbringen einer Kraft durch einen Nutzer bewegt wird. Weiterhin ermöglicht sowohl die manuelle Eingabeschnittstelle als auch ein mit dem Roboter durchgeführter „Teach-In-Vorgang“ eine Korrektur bzw. Anpassung von aus dem Datennetz geladenen Steuerungs- und Regelungsparametern.

[0025] Vorteilhaft ist der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt, dass das Laden von Steuerungsprogrammen und/oder von zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern aus dem Datennetz von einer Remote-Station, die ebenfalls mit dem Datennetz verbunden ist, gesteuert wird. Derartige Remote-Stationen können beispielsweise Tablet PCs, Smartphones, Notebooks, Personalcomputer (PCs) etc. sein. Vorteilhaft wird eine Remote-Station von einem zentralen Provider betrieben.

[0026] Vorteilhaft ist der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt, lokal im Roboter vorhandene Steuerungsprogramme und/oder zugehörige Steuerungs- und Regelungsparametern nach Anforderung von einem Teilnehmer im Datennetz und/oder autonom, bspw. bei Vorliegen einer vorgegebenen Bedingung, an andere Teilnehmer im Datennetz zu senden. Ein solcher „Teilnehmer“ kann grundsätzlich jede für diesen Datenaustausch eingerichtete Rechner- und/oder Speichereinheit sein.

[0027] Vorteilhaft ist der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt, lokal im Roboter geladene Steuerungsprogramme mit den zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern von einer Remote-Station, die ebenfalls mit dem Datennetz verbunden ist, zu starten. Derartige Remote-Stationen können beispielsweise Tablet PCs, Smartphones, Notebooks, Personal-Computer etc. sein. Vorteilhaft wird eine Remote-Station von einem zentralen Provider betrieben.

[0028] Vorteilhaft weisen die Remote-Station und/oder die manuelle Eingabeschnittstelle am Roboter eine Mensch-Maschine-Schnittstelle auf, die zur Eingabe von Steuerungsprogrammen und/oder zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern; und/oder zur Auswahl von Steuerungsprogrammen und/oder zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern aus einer Mehrzahl von verfügbaren Steuerungsprogrammen und/oder zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern ausgeführt und eingerichtet ist.

[0029] Vorteilhaft ermöglicht die Mensch-Maschine-Schnittstelle Eingaben via einer „Drag-and-Drop“-Eingabe an einem Touchscreen, einem geführten Eingabedialog, einer Tastatur, einer Computermause, einer haptischen Eingabeschnittstelle, einer Virtual-Reality-Brille, einer akustischen Eingabeschnitt-

stelle, eines Körpertracking, auf Basis von Elektromyographie-Daten, auf Basis von Elektroenzephalografie-Daten, via einer neuronalen Schnittstelle zum Gehirn des Bedieners oder Kombinationen daraus.

[0030] Vorteilhaft ist die Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Ausgabe eines audiovisuellen, haptischen, olfaktorischen, taktilen, elektrischen Feedbacks oder einer Kombination daraus ausgeführt und eingerichtet.

[0031] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Roboters, mit folgenden Schritten: Ermitteln von Informationen KE zu mechanischen Kontakt ereignissen des Roboters mit einer Umgebung, Transformieren der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und Ausgeben von von den Feedbackinformationen FI abhängigen Lichtsignalen L(FI) durch ein am Roboter, insbesondere an einem Roboter manipulator des Roboters, angeordnetes Leuchtmittel.

[0032] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest ein Sensormittel Messdaten zu den Kontakt ereignissen des Roboters ermittelt und auf den Messdaten basierende Informationen KE ermittelt/schätzt. Vorteilhaft ermittelt das Sensormittel die Informationen KE zudem abhängig vom aktuellen Zustand und oder vom aktuellen Arbeitsmodus des Roboters.

[0033] Vorteilhaft umfassen die Kontaktinformationsgrößen eine oder mehrere der folgenden Größen: Kräfte, Momente, Drucke, Spannungen, Ströme, zugeordnete Einwirkungspunkte/-flächen etc..

[0034] Vorteilhaft steuert das Leuchtmittel die Lichtstärke und/oder die Lichtfarbe und/oder eine Modulation der Lichtstärke und/oder eine Modulation der Lichtfarbe und/oder ein Muster der ausgegebenen Lichtsignale L(FI) und/oder eine Anzahl von Lichtquellen des Leuchtmittels abhängig von den Feedbackinformationen FI. Das „Muster der ausgegebenen Lichtsignale“ betrifft vorteilhaft eine räumliche, flächige und/oder zeitliche Anordnung von auszugebenden Lichtsignalen. So können beispielsweise bestimmte Flächenelemente des Leuchtmittels Lichtsignale einer bestimmten Farbe zu bestimmten Zeiten ausgeben.

[0035] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformationseinheit die Transformation der ermittelten Informationen KE in die die Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI als Look-Up-Tabelle bereitstellt, sodass die Transformation mittels der Look-Up-Tabelle erfolgt.

[0036] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformationseinheit die Transformation der ermittelten Informationen KE in die die Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI als Funktion/Algorithmus bereitstellt. Der vorstehend genannte Begriff „reflektierende“ versteht sich für die gesamte Beschreibung allgemein als „davon abhängig“, d.h. die durch die Transformation erzeugten Feedbackinformationen FI sind von den Informationen KE abhängig.

[0037] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Transformationseinheit eine Kategorisierung der erfassten Informationen KE in Kategorien durchführt, wobei jeder Kategorie charakteristische Feedbackinformationen FI zugeordnet sind. Vorteilhaft erfolgt die Kategorisierung der Informationen KE auf Basis eines Zeitverlaufs und/oder einer Amplitude und/oder einer Frequenz der jeweiligen Informationen KE.

[0038] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Roboter eine Datenschnittstelle zu einem Datennetz aufweist, und der Roboter dazu eingerichtet und ausgeführt ist, eines oder mehrere Steuerprogramme aus dem Datennetz zu laden.

[0039] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Roboter Steuerungs- und Regelungsparameter zu Steuerprogrammen aus dem Datennetz lädt.

[0040] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Roboter Steuerungs- und Regelungsparameter zu den lokal beim Roboter vorhandenen Steuerprogrammen über eine lokale Eingabeschnittstelle und/oder über einen Teach-In-Vorgang, bei dem Roboter manuell geführt werden, lädt.

[0041] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Laden von Steuerprogrammen und/oder von zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern aus dem Datennetz in den Roboter von einer Remote-Station, die ebenfalls mit dem Datennetz verbunden ist, gesteuert wird.

[0042] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass lokal beim Roboter vorhandene Steuerprogramme mit den zugehörigen Steuerungs- und Regelungsparametern von einer Remote-Station, die ebenfalls mit dem Datennetz verbunden ist, gestartet werden.

[0043] Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen sowie entsprechende Erläuterungen des Verfahrens ergeben sich durch eine sinnmäßige und analoge

Übertragung der vorstehend zum erfindungsgemäßen Roboter gemachten Ausführungen.

[0044] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computersystem mit einer Datenverarbeitungsvorrichtung, wobei die Datenverarbeitungsvorrichtung derart ausgestaltet ist, dass ein Verfahren, wie vorstehend beschrieben, auf der Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt wird.

[0045] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein digitales Speichermedium mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, wobei die Steuersignale so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren, wie vorstehend beschrieben, ausgeführt wird.

[0046] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computer-Programm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichertem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens, wie vorstehend beschrieben, wenn der Programmcode auf einer Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt wird.

[0047] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computer-Programm mit Programmcodes zur Durchführung des Verfahrens, wie vorstehend beschrieben, wenn das Programm auf einer Datenverarbeitungsvorrichtung abläuft. Dazu kann die Datenverarbeitungsvorrichtung als ein beliebiges aus dem Stand der Technik bekanntes Computersystem ausgestaltet sein.

[0048] 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.

[0049] Es zeigen:

Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung des Aufbaus des vorgeschlagenen Roboters

Fig. 2 ein stark schematisiertes Ablaufschema eines vorgeschlagenen Verfahrens

[0050] **Fig. 1** zeigt eine stark schematisierte Darstellung des Aufbaus eines Roboters mit einem Roboter manipulator aufweisend: ein System **101** zur Ermittlung von Informationen KE zu mechanischen Kontakt ereignissen des Roboter manipulators mit einer Umgebung, eine Transformationseinheit **102** zur Transformation der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und ein am Roboter manipulator angeordnetes Leuchtmittel **103** zur Ausgabe von von den Feedbackinformationen FI abhängigen Lichtsignalen. Das System **101** umfasst insbesondere Sensoren zur Er-

fassung extern auf den Roboter manipulator einwirkenden Kräften und Momenten. Die Transformationseinheit **102** ist insbesondere als Recheneinheit ausgestaltet, wobei die Transformation als Transformationsmatrix entsprechend vorgegeben ist. Das Leuchtmittel **103** umfasst mindestens drei verschiedenfarbige Leuchtdioden als Lichtquellen, die jeweils Licht in einen Lichtleiter einspeisen. Die Lichtleiter koppeln jeweils ausgangsseitig das Licht flächig aus. Die ausgangsseitigen Auskoppelstellen der Lichtleiter sind angrenzend zueinander angeordnet.

[0051] **Fig. 2** zeigt ein stark schematisiertes Ablaufschema eines vorgeschlagenen Verfahrens zum Betrieb eines Roboters, mit folgenden Schritten: Ermitteln **201** von Informationen KE zu mechanischen Kontakt ereignissen des Roboters mit einer Umgebung, Transformieren **202** der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und Ausgeben **203** von von den Feedbackinformationen FI abhängigen Lichtsignalen durch ein am Roboter, insbesondere an einem Roboter manipulator des Roboters angeordnetes Leuchtmittel.

[0052] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und erläutert wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Es ist daher klar, dass eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten existiert. Es ist ebenfalls klar, dass beispielhaft genannte Ausführungsformen wirklich nur Beispiele darstellen, die nicht in irgendeiner Weise als Begrenzung etwa des Schutzbereichs, der Anwendungsmöglichkeiten oder der Konfiguration der Erfindung aufzufassen sind. Vielmehr versetzen die vorhergehende Beschreibung und die Figurenbeschreibung den Fachmann in die Lage, die beispielhaften Ausführungsformen konkret umzusetzen, wobei der Fachmann in Kenntnis des offenbarten Erfindungsgedankens vielfältige Änderungen beispielsweise hinsichtlich der Funktion oder der Anordnung einzelner, in einer beispielhaften Ausführungsform genannter Elemente vornehmen kann, ohne den Schutzbereich zu verlassen, der durch die Ansprüche und deren rechtliche Entsprechungen, wie etwa weitergehenden Erläuterungen in der Beschreibung, definiert wird.

Patentansprüche

1. Roboter, aufweisend:
 - ein System (101) zur Ermittlung von Informationen KE zu mechanischen Kontakt ereignissen des Roboters mit einer Umgebung,
 - eine Transformationseinheit (102) zur Transformation der ermittelten Informationen KE in diese Informa-

tionen KE reflektierende Feedbackinformationen FI, und

- ein am Roboter, insbesondere an einem Roboter- manipulator des Roboters angeordnetes Leuchtmittel (103) zur Ausgabe von von den Feedbackinformatio- nen FI abhängigen Lichtsignalen L(FI).

2. Roboter nach Anspruch 1, bei dem das Sys- tem (101) zumindest ein Sensormittel zur Ermittlung von Messdaten zu den Kontakt ereignissen und zur Ermittlung/Schätzung von auf den Messdaten basie- renden Informationen KE aufweist.

3. Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem das Leuchtmittel dazu ausgeführt und ein- gerichtet ist, die Lichtstärke und/oder die Lichtfarbe und/oder eine Modulation der Lichtstärke und/oder eine Modulation der Lichtfarbe und/oder ein Muster der ausgegebenen Lichtsignale und/oder eine Anzahl von Lichtquellen des Leuchtmittels abhängig von den Feedbackinformationen FI zu steuern.

4. Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Transformationseinheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass die Transformation der er- mittelten Informationen KE in die Feedbackinformatio- nen FI als Look-Up-Tabelle bereitgestellt ist.

5. Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Transformationseinheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass die Transformation der er- mittelten Informationen KE in die Feedbackinformatio- nen FI als Funktion/Algorithmus bereitgestellt ist.

6. Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Transformationseinheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass Muster der ermittelten In- formationen KE in diese Muster reflektierende Feed- backinformationen FI transformiert werden.

7. Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Transformationseinheit derart ausgeführt und eingerichtet ist, dass eine Kategorisierung der er- fassten Informationen KE in Kategorien erfolgt, wobei jeder Kategorie charakteristische Feedbackinformatio- nen FI zugeordnet sind.

8. Roboter nach Anspruch 7, bei dem die Kategori- sierung der Informationen KE auf Basis eines Zeitver- laufs und/oder einer Amplitude und/oder einer Fre- quenz der jeweiligen Informationen KE erfolgt.

9. Verfahren zum Betrieb eines Roboters, mit fol- genden Schritten:

- Ermitteln (201) von Informationen KE zu mecha- nischen Kontakt ereignissen des Roboters mit einer Umgebung,

- Transformieren (202) der ermittelten Informationen KE in diese Informationen KE reflektierende Feed- backinformationen FI, und

- Ausgeben (203) von von den Feedbackinformatio- nen FI abhängigen Lichtsignalen L(FI) durch ein am Roboter, insbesondere an einem Roboter manipulator des Roboters angeordnetes Leuchtmittel.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Leuchtmittel die Lichtstärke und/oder die Lichtfarbe und/oder eine Modulation der Lichtstärke und/oder eine Modulation der Lichtfarbe und/oder ein Muster der ausgegebenen Lichtsignale und/oder eine Anzahl von Lichtquellen des Leuchtmittels abhängig von den Feedbackinformationen FI steuert.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

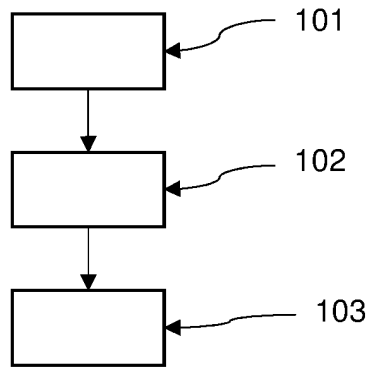


Fig. 1

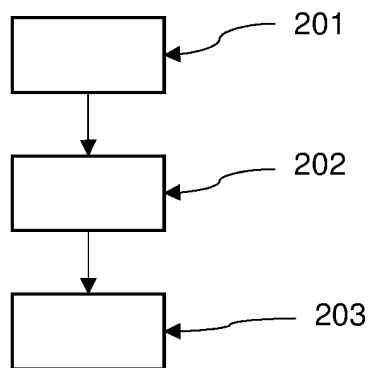


Fig. 2