

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einlernen und Ausführen von zueinander koordinierten Bahnen
5 (11,22) eines ersten Roboter manipulators (10) und eines zweiten Roboter manipulators (20), aufweisend die Schritte:
- Manuelles Führen (S1) eines ersten Referenzpunktes des ersten Roboter manipulators (10) über eine gewünschte erste Bahn (11),
 - Erfassen (S2) der ersten Bahn (11) oder Erfassen eines ersten Posensatzes für
10 die erste Bahn (11) und Abspeichern der ersten Bahn (11) oder des ersten Posensatzes in einem ersten Datensatz,
 - automatisches Abfahren (S3) der ersten Bahn (11) gemäß dem ersten Datensatz,
 - während des automatischen Abfahrens der ersten Bahn (11): Manuelles Führen (S4) eines zweiten Referenzpunktes des zweiten Roboter manipulators (20) über
15 eine gewünschte zweite Bahn (22),
 - Erfassen (S5) der zweiten Bahn (22) oder Erfassen eines zweiten Posensatzes für die zweite Bahn (22) und Abspeichern der zweiten Bahn (22) oder des zweiten Posensatzes in einem zweiten Datensatz, wobei der zweite Datensatz zum ersten Datensatz so zugeordnet ist, dass jedem Ort der zweiten Bahn (22) ein Ort der
20 ersten Bahn (11) zumindest näherungsweise zugeordnet ist, und
 - Synchronisiertes Abfahren der ersten Bahn (11) durch den ersten Roboter manipulator (10) gemäß dem ersten Datensatz und Abfahren der zweiten Bahn (22) durch den zweiten Roboter manipulator (20) gemäß dem zweiten Datensatz.
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei der erste Datensatz die erste Bahn (11) und der zweite Datensatz die zweite Bahn (22) jeweils mittels einer diskreten Anzahl von Bahnpunkten abspeichern, und
wobei zum Zuordnen des zweiten Datensatzes zum ersten Datensatz eine Länge
30 des zweiten Datensatzes an die Länge des ersten Datensatzes angeglichen wird, sodass der erste Datensatz und der zweite Datensatz eine gleiche Anzahl von diskreten Bahnpunkten aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
35 wobei der erste Datensatz die erste Bahn (11) und der zweite Datensatz die zweite Bahn (22) jeweils vektorisiert abspeichern.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste Referenzpunkt und/oder der zweite Referenzpunkt jeweils ein
vorgegebener Punkt an einem jeweiligen Endeffektor (13,23) des jeweiligen
Roboter manipulators (10,20) ist.
- 5
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste Roboter manipulator (10) während des manuellen Führens des
ersten Roboter manipulators (10) schwerkraftkompensiert angesteuert wird und/oder
wobei der zweite Roboter manipulator (20) während des manuellen Führens des
zweiten Roboter manipulators (20) schwerkraftkompensiert angesteuert wird.
- 10
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der erste Roboter manipulator (10) und/oder der zweite Roboter manipulator
(20) jeweils durch Gelenke mit zumindest teilweise zueinander redundanten
Freiheitsgraden miteinander verbundene Glieder aufweist, sodass zumindest eine
Teilmenge der Glieder des ersten Roboter manipulators (10) und/oder des zweiten
Roboter manipulators (20) jeweils in einem Nullraum bewegbar sind, und wobei der
erste Datensatz und/oder der zweite Datensatz zusätzlich zu der jeweiligen Bahn
(11,22) des jeweiligen Referenzpunktes Informationen über eine jeweilige Pose des
jeweiligen Roboter manipulators (10,20) in seinem Nullraum aufweist.
- 15
- 20
7. System (100) zum Einlernen und Ausführen von zueinander koordinierten Bahnen
(11,22) eines ersten Roboter manipulators (10) und eines zweiten
Roboter manipulators (20), aufweisend einen ersten Roboter manipulator (10) mit
einer ersten Steuereinheit (14) und einen zweiten Roboter manipulator (20) mit einer
zweiten Steuereinheit (24), wobei der erste Roboter manipulator (10) eine erste
Bahnerfassungseinheit (15) aufweist und wobei der zweite Roboter manipulator (20)
eine zweite Bahnerfassungseinheit (25) aufweist, wobei die erste
Bahnerfassungseinheit (15) dazu ausgeführt ist, eine gewünschte erste Bahn (11)
eines ersten Referenzpunktes des ersten Roboter manipulators (10) oder einen
ersten Posensatz für die erste Bahn (11) bei einem manuellen Führen des ersten
Roboter manipulators (10) zu erfassen und in einem ersten Datensatz
abzuspeichern, wobei die erste Steuereinheit (14) dazu ausgeführt ist, den ersten
Roboter manipulator (10) zum Abfahren der ersten Bahn (11) gemäß dem ersten
Datensatz anzusteuern, und wobei die zweite Bahnerfassungseinheit (25) dazu
ausgeführt ist, eine gewünschte zweite Bahn (22) eines zweiten Referenzpunktes
des zweiten Roboter manipulators (20) oder einen zweiten Posensatz für die zweite
- 25
- 30
- 35

- 5 Bahn (22) bei einem manuellen Führen des zweiten Roboter manipulators (20) während des Abfahrens der ersten Bahn (11) durch den ersten Roboter manipulator (10) zu erfassen und in einem zweiten Datensatz abzuspeichern, wobei der zweite Datensatz zum ersten Datensatz so zugeordnet ist, dass jedem Ort der zweiten Bahn (22) ein Ort der ersten Bahn (11) zumindest näherungsweise zugeordnet ist.
8. System (100) nach Anspruch 7,
wobei die erste Steuereinheit (14) und/oder die zweite Steuereinheit (24) jeweils dazu ausgeführt sind, den ersten Roboter manipulator (10) zum Abfahren der ersten Bahn (11) gemäß dem ersten Datensatz und synchronisiert dazu den zweiten Roboter manipulator (20) zum Abfahren der zweiten Bahn (22) gemäß dem zweiten Datensatz anzusteuern.
- 10