

**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 717 682 B1**

(51) Int. Cl.: **B25J 13/08** (2006.01)  
**B25J 9/00** (2006.01)  
**A61B 5/29** (2021.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 000897/2020

(22) Anmeldedatum: 21.07.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.01.2022

(24) Patent erteilt: 15.05.2023

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.05.2023

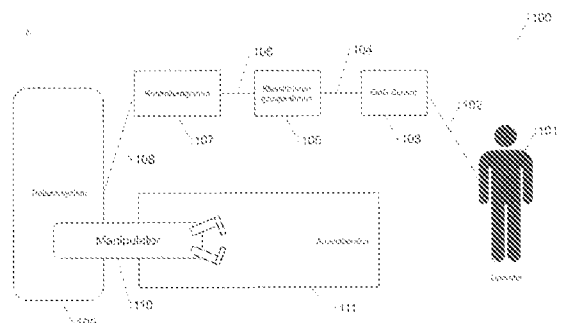
(73) Inhaber:  
Universität St. Gallen,  
Generalsekretariat Dufourstrasse 50  
9000 St. Gallen (CH)

(72) Erfinder:  
Felix Wohlgemuth, 8212 Neuhausen (CH)  
Simon Mayer, 9000 St. Gallen (CH)

(54) **Vorrichtung zur Konfiguration von Robotersystemen mittels elektromyographischen Signalen.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Konfiguration von Robotersystemen, insbesondere von kollaborativen Robotern, die gemeinsam mit Menschen arbeiten und nicht von diesen getrennt sind. Die Konfiguration erfasst hierbei vor allem das Vermitteln von Pfaden bzw. Wegpunkten, die von einem Robotersystem nach der Konfiguration autonom abgefahren werden sollen. Sie nutzt einen elektromyographischen (EMG) Sensor (103), welcher die elektrische Muskelaktivität eines Operators (101) anhand von Aktionsströmen der Muskeln misst (102). Der Sensor (103) kann am Unterarm des Operators oder auch an anderen Körperteilen angebracht werden. Die electromyographischen Signale kodieren beispielsweise den Vorgang, dass der Operator das Robotersystem oder Teile davon mit der Hand greift. Die elektromyographischen Signale werden drahtlos oder drahtgebunden übertragen (104) an einen Klassifizierungsalgorithmus (105), welcher auf die elektromyographischen Aktionsströme des Operators trainiert ist und diese Signale einer von zumindest zwei Kategorien zuordnet. Der Klassifizierungsalgorithmus (105) verwendet hierfür bekannte Klassifizierungsmethoden der Signale (104), beispielsweise nichtparametrische Methoden zur Schätzung von Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen (k-Nächste-Nachbarn-Algorithmen) und überträgt die geschätzte Kategorie (106) an das Kontrollprogramm des Roboters (107). In der Erfindung ist eine dieser Kategorien dem Trainingsmodus des Robotersystems zugeordnet. Bei Empfang der Kategorie (106) welche dem Trainingsmodus zugeordnet ist, versetzt (108) das Kontrollprogramm des Robotersystems (107) das Ro-

botersystem (109) in den Trainingsmodus, wodurch der Manipulator (110) des Robotersystems (109) durch den Operator (101) direkt manipuliert werden kann und bezüglich des Arbeitsbereichs des Robotersystems (111) konfiguriert werden kann.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Konfiguration von Robotersystemen, insbesondere von kollaborativen Robotern, die gemeinsam mit Menschen arbeiten und nicht von diesen getrennt sind. Die Konfiguration erfasst hierbei vor allem das Vermitteln von Pfaden bzw. Wegpunkten, die von einem Robotersystem nach der Konfiguration autonom abgefahren werden sollen.

[0002] Solche Robotersysteme werden heute mittels dedizierter Schnittstellen (z.B. mittels berührungsempfindlicher Bildschirme oder einfacher Programmierwerkzeuge), oder auch mittels direkter Manipulation bzw. Demonstration (US 9,821,457 B1), mittels visueller Erfassung der Bewegungen eines Operators (Guang-Long Du, et al: „Robot manipulator using a vision-based human-manipulator Interface“; JATIT 50(1): 96-103; 2013) und neuerdings mittels direkter Manipulation von Hologrammen des Robotersystems (US20200030979A1) konfiguriert. In heute verfügbaren Konfigurationsschnittstellen, insbesondere bei der direkten Manipulation, muss hierbei durch einen expliziten Software- oder Hardwareschalter zwischen verschiedenen Modi des Robotersystems gewechselt werden, wobei das Robotersystem nur in einem dieser Modi von Hand bewegt werden kann. Oft bedeutet dies, dass der Operator in Konfigurationaufgaben beide Hände einsetzen muss, oder dass sogar mehrere Operatoren notwendig sind, die gemeinsam ein Robotersystem konfigurieren.

[0003] US 2020/0097081 A1, US 2012/0221177 A1, CN 107553499 A und DE 10 2018 213 511 A1 offenbaren gattungsgemäße, zumindest teilweise elektromyographisch-basierte Kontrolltechniken, um nachgelagerte Vorrichtungen zu steuern.

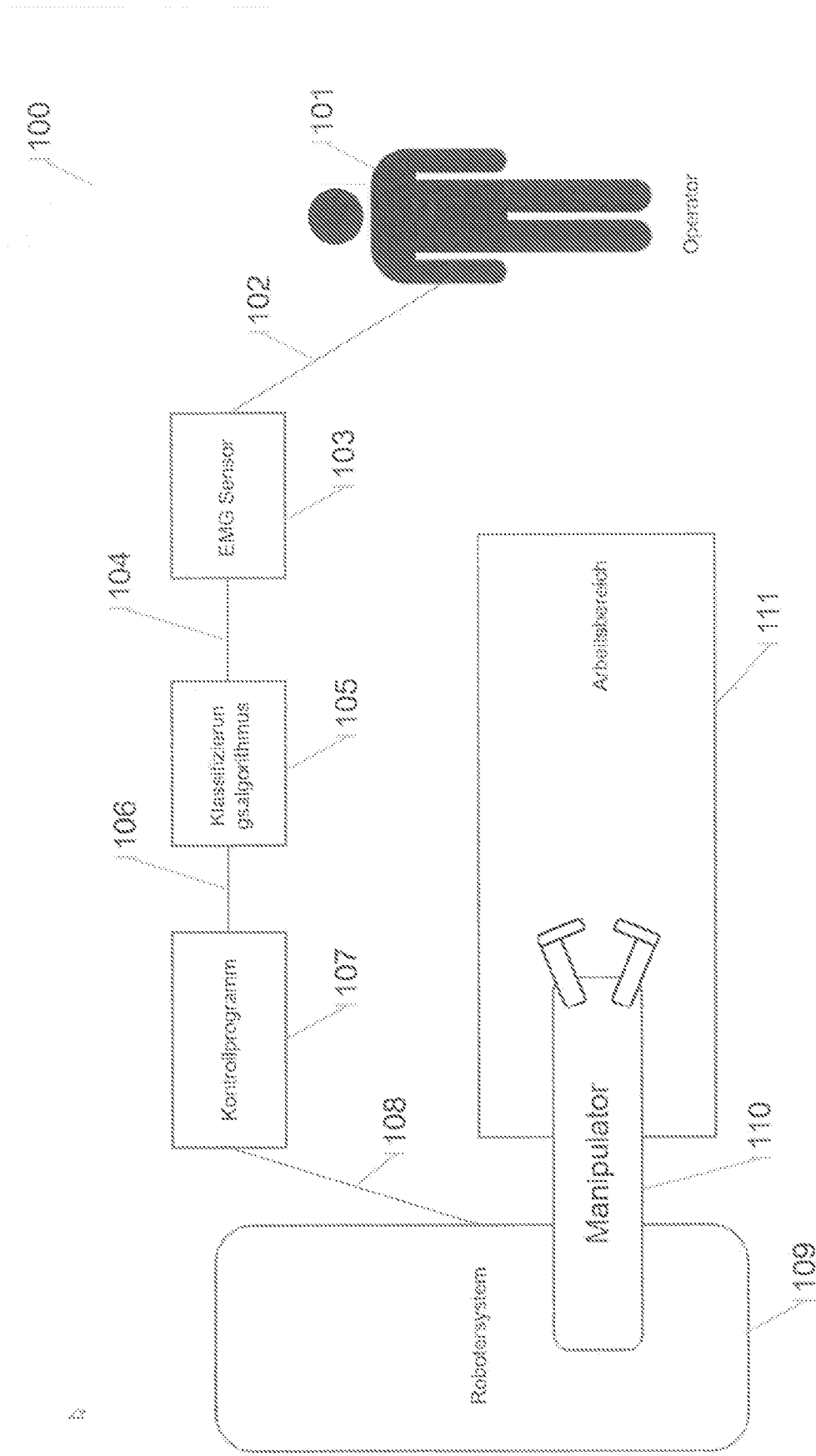
[0004] Mit der Erfindung wird das Umschalten zwischen diesen Modi vereinfacht und auf intuitive Weise mit der interaktiven Manipulation des Robotersystems verknüpft. Das Robotersystem selbst oder seine Manipulatoren werden bei der Erfindung nicht verändert. Durch die Erfindung können Robotersysteme, insbesondere kollaborative Roboter, mit weniger Arbeitsaufwand konfiguriert werden.

[0005] Der Anmeldung liegt eine Zeichnung bei, welche die Funktionsweise der Erfindung darstellt und im folgenden erläutert wird.

[0006] Die Erfindung nutzt einen elektromyographischen (EMG) Sensor (103), welcher die elektrische Muskelaktivität eines Operators (101) anhand von Aktionsströmen der Muskeln misst (102). Der Sensor (103) kann am Unterarm des Operators oder auch an anderen Körperteilen angebracht werden. Diese Signale kodieren beispielsweise den Vorgang, dass der Operator das Robotersystem oder Teile davon mit der Hand greift. Die elektromyographischen Signale werden drahtlos oder drahtgebunden übertragen (104) an einen Klassifizierungsalgorithmus (105), welcher auf die elektromyographischen Aktionsströme des Operators trainiert ist und diese Signale einer von zumindest zwei Kategorien zuordnet. Der Klassifizierungsalgorithmus (105) verwendet hierfür bekannte Klassifizierungsmethoden der Signale (104), beispielsweise nichtparametrische Methoden zur Schätzung von Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen (k-Nächste-Nachbarn-Algorithmen) und überträgt die geschätzte Kategorie (106) an das Kontrollprogramm des Roboters (107). In der Erfindung ist eine dieser Kategorien (das „feste Zugreifen“) dem Trainingsmodus des Robotersystems zugeordnet. Bei Empfang der Kategorie (106) welche dem Trainingsmodus zugeordnet ist, versetzt (108) das Kontrollprogramm des Robotersystems (107) das Robotersystem (109) in den Trainingsmodus, wodurch der Manipulator (110) des Robotersystems (109) durch den Operator (101) direkt manipuliert werden kann und bezüglich des Arbeitsbereichs des Robotersystems (111) konfiguriert werden kann.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem elektromyographischen Sensor (103), Klassifikationsalgorithmus (105), Kontrollprogramm (107), Robotersystem (109) und einem oder mehreren Manipulatoren (110), wobei das Robotersystem (109) und seine Manipulatoren (110) durch einen Operator (101) und über den elektromyographischen Sensor (103) durch Veränderung der elektrischen Muskelaktivität in einen Trainingsmodus versetzt werden kann, wobei durch den Sensor (103) erfasste Messsignale eine Geste des Operators (101) kodieren, wobei der Klassifizierungsalgorithmus (105) eingerichtet ist, die Messsignale zumindest zwei voneinander abweichenden Kategorien zuzuordnen, wobei die von dem Klassifizierungsalgorithmus (105) bestimmte Kategorie an das Kontrollprogramm (107) des Robotersystems (107) übertragen wird, dadurch gekennzeichnet ist, dass Messsignale, die einem festen Zugreifen entsprechen, der Kategorie des Trainingsmodus des Robotersystems (109) zugeordnet sind in welchem die Manipulatoren (110) des Robotersystems (109) vom Operator (101) direkt von Hand manipuliert werden können.
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (103) an einem Unterarm des Operators (101) anbringbar ist, und wobei das Robotersystem (109) und seine Manipulatoren (110) durch den Operator (101) basierend auf dem Sensor (103) in den Trainingsmodus umschaltbar ist.
3. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale des Sensors (103) drahtlos an den Algorithmus (105) übertragen werden.
4. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Klassifikationsalgorithmus (105) zur Bestimmung der Kategorie nichtparametrische Methoden zur Schätzung von Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen anwendet, insbesondere k-Nächste-Nachbarn-Algorithmen.



b

c