



(10) **DE 10 2012 218 297 B4** 2015.07.16

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 218 297.7**
(22) Anmeldetag: **08.10.2012**
(43) Offenlegungstag: **18.04.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.07.2015**

(51) Int Cl.: **B25J 9/16 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
13/272,442 **13.10.2011** **US**

(72) Erfinder:
Sanders, Adam M., Holly, Mich., US; Reiland, Matthew J., Oxford, Mich., US; Linn, Douglas Martin, White Lake, Mich., US; Quillin, Nathaniel, League City, Texas, US

(73) Patentinhaber:
GM Global Technology Operations, LLC (n.d. Ges. d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US; The U.S.A. as Represented by the Administrator of the National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

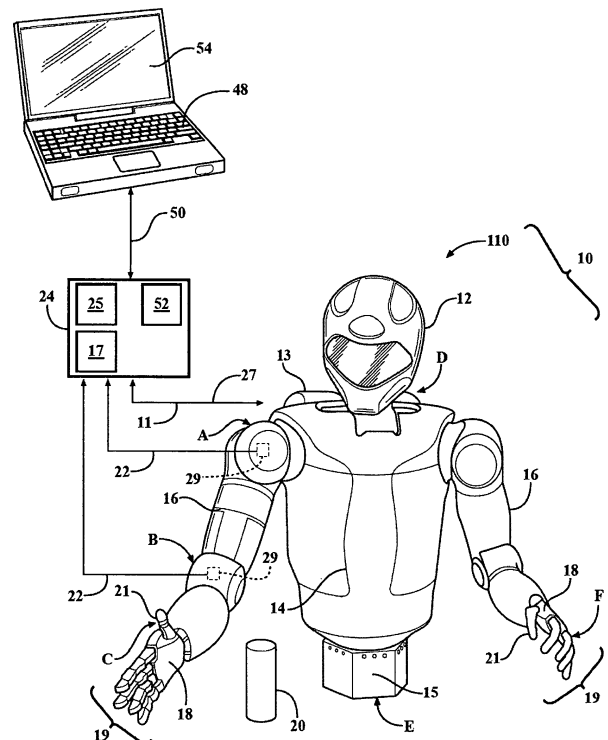
DE	10 2010 045 529	A1
US	7 266 595	B1
US	7 272 458	B2
US	7 962 659	B2
US	2004 / 0 098 148	A1
US	2011 / 0 153 034	A1

(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur dynamischen Optimierung einer Robotersteuerschnittstelle**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Optimieren der Steuerung einer Maschine (110), wobei das Verfahren umfasst, dass:

eine Vielzahl von Steuerungsschnittstellen definiert wird, wobei jede der Vielzahl von Steuerungsschnittstellen ausgestaltet ist, um eine Interaktion zwischen einem Anwender und einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) für eine spezielle auszuführende Aufgabe und für spezielle Kapazitäten der Maschine (110) und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) zu optimieren; die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) mit der Maschine (110) verbunden wird; eine auszuführende Aufgabe gewählt wird; die Kapazitäten der Maschine (110) und die Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) bestimmt werden; und eine der Vielzahl der vordefinierten Steuerungsschnittstellen auf der Grundlage der gewählten auszuführenden Aufgabe, der bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) und der bestimmten Kapazitäten der Maschine (110) angezeigt wird, um die Steuerung der Maschine (110) zu optimieren; wobei das Bestimmen der Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (48) das Bestimmen von Kapazitäten einer visuellen Anzeige, von Eingabe/Ausgabe-Kapazitäten, von Audio-Kapazitäten, einer Bildschirmanzeigegröße oder einer Bildschirmauflösung umfasst.



BeschreibungAUSSAGE HINSICHTLICH
STAATLICH GEFÖRDERTER
FORSCHUNG ODER ENTWICKLUNG

[0001] Diese Erfindung wurde mit Regierungsunterstützung unter dem NASA Space Act Agreement mit der Nummer SAA-AT-07-003 durchgeführt. Die hier beschriebene Erfindung kann von der oder für die US-Regierung zu Zwecken der US-Regierung (d. h. nicht kommerzielle Zwecke) hergestellt und verwendet werden, ohne dass darauf oder dafür Gebühren zu entrichten sind.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die Erfindung betrifft allgemein die Steuerung eines Robotersystems und insbesondere ein Verfahren zum Optimieren einer Steuerungsschnittstelle zwischen einer geschickten Robotermaschine und einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung.

HINTERGRUND

[0003] Roboter sind elektromechanische Vorrichtungen, die verwendet werden können, um Objekte über eine Reihe von Gliedern zu manipulieren. Die Glieder sind durch Gelenkverbindungen oder stellgliedgetriebene Robotergelenke miteinander verbunden. Jedes Gelenk in einem typischen Roboter stellt eine unabhängige Steuervariable oder einen Freiheitsgrad (DOF) dar. Greiforgane sind die speziellen Glieder, die verwendet werden, um eine gegebene Arbeitsaufgabe durchzuführen, etwa das Ergreifen eines Arbeitswerkzeugs oder ein anderweitiges Einwirken auf ein Objekt. Eine präzise Bewegungssteuerung eines Roboters durch seine verschiedenen Freiheitsgrade hindurch kann durch eine Ebene der Aufgabe organisiert sein: eine Steuerung auf Objektebene, d. h. die Fähigkeit zum Steuern des Verhaltens eines Objekts, das in einem einzelnen oder zusammenwirkenden Griff des Roboters gehalten wird, eine Steuerung des Greiforgans und eine Steuerung auf Gelenkebene. Die verschiedenen Steuerungsebenen arbeiten zusammen, um gemeinsam die benötigte Geschicklichkeit und arbeitsaufgabenbezogene Funktionalität des Roboters zu erreichen.

[0004] Robotersysteme enthalten viele Konfigurationsparameter, die zur Steuerung des Betriebs des Roboters gesteuert und/oder programmiert werden müssen. Eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung wird verwendet, um diese verschiedenen Konfigurationsparameter einzugeben und/oder zu verwalten. Wenn die Komplexität des Robotersystems jedoch zunimmt, nehmen auch die Komplexität und die Anzahl der Konfigurationsparameter zu. Zum Beispiel kann ein herkömmlicher Industrieroboterarm 6 Freiheitsgrade umfassen und kann mit ei-

nem gebräuchlichen Programmierhandgerät gesteuert werden. Ein humanoider Roboter kann jedoch 42 oder mehr Freiheitsgrade umfassen. Die Konfigurationsparameter, die zur Steuerung und/oder Programmierung eines derartigen humanoiden Roboters benötigt werden, liegen jedoch jenseits der Kapazitäten verfügbarer Programmierhandgeräte. Das Robotersystem zeigt diese Konfigurationsparameter einem Anwender durch eine Steuerschnittstelle an, die auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung angezeigt wird.

[0005] Die Darstellung der riesigen Anzahl von Konfigurationsparametern für den Anwender erfordert eine komplexe Schnittstelle, wobei viele der Konfigurationsparameter für spezielle Anwenderaufgaben nicht notwendig sind.

[0006] Die Druckschrift DE 10 2010 045 529 A1 offenbart ein interaktives Robotersteuersystem mit einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung, auf der Status- und Betriebsinformationen über den Roboter angezeigt werden und in Echtzeit verändert werden können sowie eine parametrisierte Aktionssequenz zur Ausführung durch den Roboter erzeugt und ausgeführt werden kann.

[0007] In der Druckschrift US 7 266 595 B1 sind Verfahren und Vorrichtungen für einen Zugriff auf Daten von Netzwerkgeräten durch Anwenderprofile offenbart, welche von Netzwerkadministratoren erzeugt und in einer zentralen Datenbank gespeichert werden. Wenn sich ein Benutzer anmeldet, erhält er entsprechend seiner im zugehörigen Profil gespeicherten Berechtigungen Zugriff auf die Daten.

[0008] Die Druckschrift US 7 272 458 B2 offenbart eine Einrichtungsvorrichtung für ein Steuerungssystem, das mehrere durch ein Netzwerk verbundene Vorrichtungen umfasst. Die Einrichtungsvorrichtung greift auf Profildaten zu, die für die Vorrichtungen des Netzwerks individuell vorbereitet wurden und Programmteile für die Vorrichtungen enthalten können, extrahiert diese Programmteile und bietet sie einem Anwender zur Erstellung eines Programms auf einer grafischen Benutzeroberfläche an.

[0009] In der Druckschrift US 2011/0 153 034 A1 ist eine universale Mensch-Maschine-Schnittstellenapplikation für eine Automatisierungsanlage offenbart, die an verschiedenen Stellen in der Automatisierungsanlage angeschlossen werden kann, um eine Verbindung zu einer Steuerungsvorrichtung der Automatisierungsanlage herzustellen. Anhand eines Anwenderschnittstellenparameters, der von der Steuerungsvorrichtung an die Applikation übertragen wird, zeigt die Applikation eine für diese Steuerungsvorrichtung geeignete Anzeigeseite an.

[0010] Die Druckschrift US 2004/0 098 148 A1 offenbart eine Technik zur Integration von Mensch-Maschine-Schnittstellen in Steuerungssysteme von Industrieanlagen, um einen Zugriff auf verschiedene Netzwerkkomponenten, programmierbare Komponenten und Datenbanken durch die Mensch-Maschine-Schnittstellen zu ermöglichen. Durch die Ausführung eines in die Mensch-Maschine-Schnittstelle eingebauten Programms werden Daten für eine gewählte Komponente bereitgestellt, die zur Anzeige auf der Mensch-Maschine-Schnittstelle verwendet werden.

[0011] In der Druckschrift US 7 962 659 B2 ist eine konfigurierbare Mensch-Maschine-Schnittstelle offenbart, die mit einer Konfigurationsstation und Netzwerkkomponenten gekoppelt ist. Durch Abfrage der Netzwerkkomponenten stellt die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine Liste verfügbarer Verbindungen für die Konfigurationsstation bereit. Diese kann eine der Verbindungen wählen, um die Programmierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle so zu verändern, dass die Verbindung hergestellt wird.

[0012] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine bzw. Roboter so zu optimieren, dass einem Benutzer der Schnittstelle unter Berücksichtigung der Kapazitäten der Maschine und der Schnittstelle nur diejenigen Daten und Parameter dargeboten werden, die für eine gewählte Aufgabe benötigt werden.

[0013] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

ZUSAMMENFASSUNG

[0014] Es wird ein Verfahren zum Optimieren der Steuerung einer Maschine bereitgestellt. Das Verfahren umfasst, dass eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung mit der Maschine verbunden wird und eine auszuführende Aufgabe gewählt wird. Es werden die Kapazitäten bzw. Fähigkeiten der Maschine und die Kapazitäten bzw. Fähigkeiten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung bestimmt und es wird eine vordefinierte Steuerungsschnittstelle angezeigt. Die angezeigte vordefinierte Steuerungsschnittstelle beruht auf der gewählten auszuführenden Aufgabe, den bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung und den bestimmten Kapazitäten der Maschine. Die vordefinierte Steuerungsschnittstelle wird auf der Grundlage der vorstehenden Kriterien gewählt, um eine Steuerung der Maschine zu optimieren.

[0015] Es wird auch ein Verfahren zum Steuern einer Robotermaschine bereitgestellt. Das Verfahren umfasst, dass eine Vielzahl von Steuerungsschnittstellen definiert wird. Jede der Vielzahl von Steuerungsschnittstellen ist ausgestaltet, um eine Interak-

tion zwischen einem Anwender und einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung für eine spezielle auszuführende Aufgabe, für ein spezielles Kompetenzniveau des Anwenders und für spezielle Kapazitäten der Robotermaschine und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung zu optimieren. Die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung wird mit der Maschine verbunden. Ein autorisierter Anwender mit einem voreingestellten Kompetenzniveau zum Betreiben der Robotermaschine wird authentisiert. Eine auszuführende Aufgabe wird gewählt. Die Kapazitäten der Maschine und die Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung werden bestimmt und eine der Vielzahl von Steuerungsschnittstellen wird auf der Grundlage der gewählten auszuführenden Aufgabe, der bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung, der bestimmten Kapazitäten der Maschine und des Kompetenzniveaus des Anwenders zum Betreiben der Robotermaschine angezeigt.

[0016] Es wird auch ein Robotersystem bereitgestellt. Das Robotersystem umfasst einen geschickten Roboter mit einer Vielzahl von Robotergelenken, Stellgliedern, die zum Bewegen der Robotergelenke ausgestaltet sind, und Sensoren, die zum Messen einer Kapazität eines entsprechenden der Robotergelenke und zum Übertragen der Kapazitäten als Sensorsignale ausgestaltet sind. Ein Controller ist mit dem geschickten Roboter gekoppelt. Der Controller ist ausgestaltet, um den Betrieb des geschickten Roboters zu steuern. Eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung ist mit dem Controller gekoppelt und ist zur Kopplung mit dem Controller zur Eingabe von Daten in den Controller ausgestaltet, um den Betrieb des geschickten Roboters zu steuern. Der Controller enthält einen konkreten nicht vorübergehenden Speicher, in dem computerausführbare Anweisungen aufgezeichnet sind, die ein Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle enthalten, und einen Prozessor. Der Prozessor ist ausgestaltet, um das Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle auszuführen. Das Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle umfasst das Bestimmen der Kapazitäten des geschickten Roboters, das Bestimmen der Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung, das Authentisieren eines autorisierten Anwenders des geschickten Roboters und das Anzeigen einer vordefinierten Steuerungsschnittstelle auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung. Jeder autorisierte Anwender umfasst ein voreingestelltes Kompetenzniveau zum Betreiben des geschickten Roboters, und das Anzeigen einer vordefinierten Steuerungsschnittstelle auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung beruht auf einer gewählten auszuführenden Aufgabe, den bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung, den bestimmten Kapazitäten der Maschine und dem Kompetenzniveau des Anwenders zum Betreiben der Robotermaschine.

[0017] Folglich wird die Steuerungsschnittstelle, die auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung angezeigt wird, für die spezielle Situation optimiert, um die Komplexität der Steuerungsschnittstelle zu reduzieren und die Effizienz der Steuerung der Maschine zu erhöhen. Die angezeigte Steuerungsschnittstelle stellt nur diejenigen Steuerungsparameter dar, die notwendig sind, damit die spezielle Aufgabe ausgeführt werden kann, und verbirgt diejenigen Steuerungsparameter, die für die Aufgabe nicht benötigt werden oder jenseits des Kompetenzniveaus des gegenwärtig authentisierten Anwenders liegen.

[0018] Die vorstehenden Merkmale und Vorteile und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich leicht aus der folgenden genauen Beschreibung der besten Arten, um die Erfindung auszuführen, wenn sie in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen gelesen wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Robotersystems mit einem Controller und einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung.

[0020] Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Optimieren einer auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung angezeigten Steuerungsschnittstelle zeigt.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0021] Mit Bezug auf die Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Komponenten in den mehreren Ansichten bezeichnen, ist in Fig. 1 ein beispielhaftes Robotersystem **10** gezeigt. Das Robotersystem **10** umfasst eine Maschine wie etwa einen geschickten Roboter **110**, einen Controller **24** und eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48**. Der Controller **24** ist zum Steuern des Verhaltens des Roboters **110** ausgestaltet, wenn der Roboter eine gegebene Arbeitsaufgabe oder Sequenz ausführt. Der Controller **24** erledigt dies teilweise, indem er Zustandsklassifizierungsdaten verwendet, die unter Verwendung von Informationen und/oder Daten erzeugt werden, die in den Controller von einem Anwender durch die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** eingegeben werden.

[0022] Der in Fig. 1 gezeigte Roboter **110** kann bei einer möglichen Ausführungsform als ein Humanoid ausgestaltet sein. Die Verwendung von Humanoiden kann dort vorteilhaft sein, wo eine direkte Interaktion zwischen dem Roboter **110** und beliebigen Vorrichtungen oder Systemen benötigt wird, welche speziell zur menschlichen Verwendung oder Steuerung gedacht sind. Derartige Roboter weisen typischerweise in Abhängigkeit von den benötigten Arbeitsaufgaben eine annähernd menschliche Struktur oder ein annä-

hernd menschliche Erscheinungsbild in der Form eines vollständigen Körpers oder eines Torsos, eines Arms und/oder einer Hand auf.

[0023] Der Roboter **110** kann eine Vielzahl unabhängiger und voneinander abhängig bewegbarer nachgiebiger Robotergelenke enthalten, wie etwa ohne Einschränkung ein Schultergelenk (allgemein durch Pfeil A angezeigt), ein Ellenbogengelenk (Pfeil B), ein Handgelenk (Pfeil C), ein Nackengelenk (Pfeil D) und ein Taillengelenk (Pfeil E) sowie die verschiedenen Fingergelenke (Pfeil F), die zwischen den Fingergliedern jedes Roboterfingers **19** positioniert sind. Jedes Robotergelenk kann einen oder mehrere Freiheitsgrade (DOF) aufweisen.

[0024] Beispielsweise können bestimmte Gelenke wie etwa das Schultergelenk (Pfeil A), das Ellenbogengelenk (Pfeil B) und das Handgelenk (Pfeil C) mindestens zwei (2) Freiheitsgrade in der Form von Nicken und Rollen aufweisen. Auf ähnliche Weise kann das Nackengelenk (Pfeil D) mindestens drei (3) Freiheitsgrade aufweisen, während die Taille und das Handgelenk (Pfeile E bzw. C) einen oder mehrere Freiheitsgrade aufweisen können. Abhängig vom Niveau der Komplexität der Aufgabe kann sich der Roboter **110** mit mehr als 42 Freiheitsgraden bewegen, wie es bei der in Fig. 1 gezeigten beispielhaften Ausführungsform möglich ist. Eine derart hohe Anzahl von Freiheitsgraden ist für einen geschickten Roboter charakteristisch, was bei der Verwendung hierin einen Roboter meint, der menschenähnliche Geschicklichkeitsniveaus aufweist, zum Beispiel hinsichtlich der menschenähnlichen Geschicklichkeitsniveaus in den Fingern **19** und den Händen **18**.

[0025] Obwohl es zur Klarheit der Darstellung in Fig. 1 nicht gezeigt ist, enthält jedes Robotergelenk ein oder mehrere Gelenkstellglieder und wird von diesen angetrieben, z. B. Motoren, lineare Stellglieder, rotatorische Stellglieder, elektrisch gesteuerte einander entgegenwirkende Sehnen und dergleichen. Jedes Gelenk enthält außerdem einen oder mehrere Sensoren **29**, wobei der Einfachheit halber in Fig. 1 nur die Schulter- und Ellenbogensensoren gezeigt sind. Die Sensoren **29** messen Sensorsignale und übertragen diese (Pfeile **22**) an den Controller **24**, wo sie in einem computerlesbaren Speicher **25** aufgezeichnet werden und beim Überwachen und/oder Verfolgen der Kapazitäten des jeweiligen Robotergelenks verwendet werden.

[0026] Der Roboter **110** kann, wenn er als ein Humanoid ausgestaltet ist, einen Kopf **12**, einen Torso **14**, eine Taille **15**, Arme **16**, Hände **18**, Finger **19** und Daumen **21** enthalten. Der Roboter **110** kann außerdem eine für die Aufgabe geeignete Halterung oder Basis (nicht gezeigt) enthalten, wie etwa Beine, Laufflächen oder eine andere bewegliche oder stationäre Basis in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung

oder der beabsichtigten Verwendung des Roboters **110**. Eine Stromversorgung **13** kann bezüglich des Roboters **110** einstückig montiert sein, z. B. ein auf dem Torso **14** getragener oder mitgeführter wieder-aufladbarer Batteriestapel oder eine andere geeignete Energieversorgung, und kann verwendet werden, um genügend elektrische Energie für die verschiedenen Gelenke bereitzustellen, um beliebige darin verwendete elektrisch angetriebene Stellglieder mit Leistung zu versorgen. Die Stromversorgung **13** kann über einen Satz von Leistungssteuerungs- und Rückmeldesignalen (Pfeil **27**) gesteuert werden.

[0027] Immer noch mit Bezug auf **Fig. 1** stellt der Controller **24** eine präzise Bewegungs- und Systemebenensteuerung der verschiedenen integrierten Systemkomponenten des Roboters **110** über Steuerungs- und Rückmeldesignale (Pfeil **11**) bereit, entweder mit einem geschlossenen oder einem offenen Regelkreis. Diese Komponenten können die verschiedenen nachgiebigen Gelenke, Relais, Laser, Leuchten, elektromagnetische Greifer und/oder andere Komponenten umfassen, die verwendet werden, um eine präzise Steuerung des Verhaltens des Roboters **110** herzustellen, welche eine Steuerung der feinen und groben Bewegungen umfasst, die benötigt werden, um ein Objekt **20** zu manipulieren, das von den Fingern **19** und dem Daumen **21** einer oder mehrerer Hände **18** ergriffen ist. Der Controller **24** ist ausgestaltet, um jedes Robotergelenk isoliert von den anderen Gelenken zu steuern, sowie um die Aktionen mehrerer Gelenke bei der Durchführung einer komplexeren Arbeitsaufgabe vollständig zu koordinieren.

[0028] Der Controller **24** kann als ein oder mehrere digitale Computer oder Trägermaschinen ausgeführt sein, die jeweils einen oder mehrere Prozessoren **17**, einen Festwertspeicher (ROM), einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM), einen elektrisch programmierbaren Festwertspeicher (EPROM), optische Laufwerke, magnetische Laufwerke usw., einen Hochgeschwindigkeitstaktgeber, Analog/Digital-Schaltungen (A/D-Schaltungen), Digital/Analog-Schaltungen (D/A-Schaltungen) und beliebige benötigte Eingabe/Ausgabe-Schaltungen (I/O-Schaltungen), I/O-Vorrichtungen und Kommunikationsschnittstellen sowie Signalaufbereitungs- und Pufferelektronik aufweisen.

[0029] Der computerlesbare Speicher **25** kann ein beliebiges nicht vorübergehendes/konkretes Medium umfassen, das an der Bereitstellung von Daten oder computerlesbaren Anweisungen teilnimmt. Der Speicher **25** kann nicht flüchtig oder flüchtig sein. Nicht flüchtige Medien können beispielsweise optische oder magnetische Platten und anderen dauerhaften Speicher umfassen. Beispielhafte flüchtige Medien können einen dynamischen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (DRAM), der einen Hauptspeicher

bilden kann, umfassen. Andere Beispiele von Ausführungsformen für den Speicher **25** umfassen eine Diskette, eine flexible Platte oder eine Festplatte, ein Magnetband oder ein anderes magnetisches Medium, eine CD-ROM, eine DVD und/oder ein beliebiges anderes optisches Medium sowie andere mögliche Speichervorrichtungen, etwa einen Flashspeicher.

[0030] Die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** ist mit dem Controller **24** gekoppelt und steht mit dem Controller **24** in Verbindung, um Daten, d. h. Konfigurationsparameter, in den Controller **24** einzugeben (Pfeil **50**), welche verwendet werden, um den Betrieb der Robotermaschine zu steuern. Die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** kann einen Standard-Industrierobotercontroller **24**; ein Tablet, ein elektronisches Notebook oder einen Laptopcomputer; einen Desktopcomputer mit einer Maus, einer Tastatur usw., oder eine andere ähnliche Vorrichtung umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt. Die spezielle Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** wird oft durch die Art der auszuführenden Aufgabe festgelegt. Wenn der Anwender beispielsweise eine vollständig neue Operation programmieren will, dann kann der Anwender einen Desktopcomputer oder eine andere ähnliche Vorrichtung als Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** verwenden. Wenn der Anwender eine existierende Operation abstimmen und/oder von Fehlern befreien will, dann kann der Anwender einen Notebookcomputer verwenden. Wenn der Anwender einfach eine existierende Operation wieder ablaufen lassen will, dann kann ein Standard-Industrierobotercontroller **24** verwendet werden. Die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung stellt eine Steuerungsschnittstelle, durch welche der Anwender die Dateninformationen in den Controller **24** eingibt, dar oder zeigt diese an.

[0031] Der Controller **24** enthält einen konkreten nicht vorübergehenden Speicher **25**, in welchem von einem Computer ausführbare Anweisungen aufgezeichnet sind, die ein Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle **52** enthalten. Der Prozessor **17** des Controllers **24** ist ausgestaltet, um das Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle **52** auszuführen. Das Modul zur Optimierung einer Steuerungsschnittstelle **52** implementiert ein Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** zum Steuern der Maschine. Wie vorstehend erwähnt wurde, kann die Maschine den hier gezeigten und beschriebenen geschickten Roboter **110** umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt. Es ist jedoch festzustellen, dass das nachstehend beschriebene Verfahren auf andere Robotermaschinen mit variierender Komplexität angewendet werden kann.

[0032] Mit Bezug auf **Fig. 2** umfasst das Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle, dass ei-

ne Vielzahl verschiedener Steuerungsschnittstellen definiert wird, was durch Block **60** angezeigt ist. Jede der verschiedenen Steuerungsschnittstellen ist ausgestaltet, um eine Interaktion zwischen dem Anwender und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** für eine spezielle auszuführende Aufgabe, für spezielle Kapazitäten der Maschine, für spezielle Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** und für ein spezielles Kompetenzniveau des Anwenders zu optimieren.

[0033] Wie vorstehend angemerkt wurde, kann der Anwender für verschiedene auszuführende Aufgaben unterschiedliche Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtungen **48** verwenden. Folglich umfasst das Verfahren, dass die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit der Maschine verbunden wird und insbesondere, dass die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit dem Controller **24** verbunden wird, was durch Block **62** angezeigt ist. Die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** kann auf eine beliebige geeignete Weise angeschlossen werden, die ermöglicht, dass Daten an den Controller **24** übertragen werden, welche umfasst, dass die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** durch ein drahtloses Netz oder eine drahtgebundene Verbindung mit dem Controller **24** verbunden wird, aber nicht darauf beschränkt ist. Das Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle kann unterschiedliche Konfigurationsparameter für verschiedene Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtungen **48** anzeigen. Zum Beispiel kann eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit einem hohen Niveau an Eingabe- und/oder Anzeigekapazitäten, etwa ein Desktopcomputer, mit einer Steuerungsschnittstelle dargestellt werden, die mehr Konfigurationsparameter darstellt als eine Mensch-Maschinen-Schnittstelle mit einem niedrigeren Niveau an Eingabe- und/oder Anzeigekapazitäten, wie etwa einem Standard-Industrierobotercontroller **24**.

[0034] Sobald die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit dem Controller **24** verbunden ist, kann der Anwender dann eine auszuführende Aufgabe wählen, was durch Block **64** angezeigt ist. Die auszuführende Aufgabe kann das Entwickeln einer neuen von der Maschine auszuführenden Operation, das Abstimmen und/oder von Fehlern befreien einer existierenden Operation, oder das Steuern eines Abspielens einer existierenden Operation umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt. Das Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle kann verschiedene Konfigurationsparameter für jede verschiedene auszuführende Aufgabe anzeigen. Zum Beispiel kann eine Aufgabe zum Entwickeln einer neuen Operation erfordern, dass eine große Anzahl von Konfigurationsparametern definiert wird. Folglich kann eine Steuerungsschnittstelle angezeigt werden, welche die Konfigurationsparameter anzeigt, die zum Entwickeln einer neuen Aufgabe benötigt

werden. Das Abstimmen einer existierenden Operation jedoch kann weniger Konfigurationsparameter erfordern, wobei die Steuerungsschnittstelle in diesem Fall nur diejenigen Konfigurationsparameter anzeigen kann, die zum Abstimmen der existierenden Operation notwendig sind.

[0035] Das Robotersystem **10** kann erfordern, dass der Anwender authentisiert ist, was durch Block **66** angezeigt ist, bevor die vordefinierte Steuerungsschnittstelle angezeigt wird. Ein Anwenderkonto kann für jeden Anwender der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** festgelegt sein. Jedes Anwenderkonto definiert ein Kompetenzniveau für diesen Anwender. Das Kompetenzniveau ist eine Einstellung, welche das Wissensniveau definiert, das jeder spezielle Anwender über das Robotersystem **10** aufweist. Das Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle kann verschiedene Konfigurationsparameter für Anwender mit verschiedenen Kompetenzniveaus anzeigen. Zum Beispiel kann einem Anwender, der ein hohes Kompetenzniveau aufweist, eine Steuerungsschnittstelle angezeigt werden, die mehr Konfigurationsparameter anzeigt, als einem Anwender, der ein niedrigeres Kompetenzniveau aufweist.

[0036] Die Kapazitäten der Maschine und die Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** werden bestimmt, was durch Block **68** angezeigt ist. Der Roboter **10** kann so viele Erfassungen enthalten, dass es unermesslich sein kann, viele der Sensoren anzuzeigen, die nicht verwendet werden, wie etwa die Fingergliedsensoren mit 6 Freiheitsgraden. Auch ist der Roboter **110** dahingehend einstellbar, wie viele dieser Sensoren in dem speziellen Roboter **110** enthalten sind, pro Hand von 0–14. Andere fortschrittliche Sensoren umfassen Sensoren wie etwa einen 3D-Swiss-Ranger. Der Roboter **110** kann außerdem die Daten, die er benötigt, dynamisch verändern, wenn er in andere Modi versetzt wird, beispielsweise können die Arm- und Taillengelenke in einem Modus mit Drehmomentsteuerung, Positionssteuerung, Impedanzsteuerung oder Geschwindigkeitssteuerung betrieben werden. Jeder dieser Modi benötigt einen anderen Befehlsstil, um den Roboter **110** korrekt zu betreiben.

[0037] Einige der Kapazitäten der Schnittstellenvorrichtung **48** sind durch die Eingabevorrichtung begrenzt. Da der Roboter anfänglich auf graphische Weise im Stil eines Ablaufdiagramms programmiert wird, kann ein größerer Bildschirm mit hoher Auflösung verwendet werden, um den Ablauf des Programms zu sehen und außerdem, wie die Blöcke verbunden sind. Bei einer allgemeinen Nachbesserung wird ein kleinerer Computer in der Art eines Netbook den Inhalt der graphischen Schnittstelle auf wichtigere Objekte mit Bezug auf den Betrieb des Roboters reduzieren, sodass nicht einfach alles auf ei-

ne unleserliche Größe geschrumpft wird. Schließlich wird zum allgemeinen Laufenlassen eines fertiggestellten Programms die Schnittstelle noch weiter reduziert, auf nur die grundlegenden Befehle und Rückmeldungen, um den Roboter mit einer sehr begrenzten Anwenderinteraktion des Programms zu betreiben. Die Schnittstellenvorrichtung **48** kann auch eine Funktionalität zeigen, wenn externe Schnittstellen angeschlossen sind, etwa Produktionsausrüstung vom PLC-Typ, Sichtsystemdaten, Hardware zur Bedienung aus der Ferne und externe Algorithmen, etwa zum Lernen und zur dynamischen Streckenplanung.

[0038] Das Bestimmen der Kapazitäten der Maschine kann z. B. umfassen, dass eine Gesamtanzahl von Freiheitsgraden der Maschine, eine Bewegungsgeschwindigkeit der Maschine und/oder jedes Robotergetriebes, Sensorkapazitäten der Maschine oder Betriebsmodi der Maschine bestimmt werden. Das Bestimmen der Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** kann beispielsweise das Bestimmen der Kapazitäten der visuellen Anzeige, von Eingabe/Ausgabe-Kapazitäten, Audio-Kapazitäten oder der Größe und Auflösung eines Anzeigebildschirms umfassen. Die Kapazitäten der Robotermaschine und die Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** können auf eine beliebige geeignete Weise bestimmt werden. Zum Beispiel kann der Controller **24** die Robotermaschine und/oder die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** fragen, um die verschiedenen Komponenten von jeder und die physikalischen und/oder elektronischen Kapazitäten derselben zu bestimmen. Alternativ können die Robotermaschine und/oder die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** Signale an den Controller **24** senden oder mit diesem austauschen, um die verschiedenen Komponenten einer jeden und die verschiedenen Kapazitäten derselben zu bestimmen. In Übereinstimmung mit dem Verfahren zum Optimieren der Steuerungsschnittstelle kann der Controller **24** verschiedene Konfigurationsparameter für verschiedene Kapazitäten der Robotermaschine und/oder der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** anzeigen. Zum Beispiel kann eine Robotermaschine mit einem hohen Kapazitätsniveau mit einer Steuerungsschnittstelle dargestellt werden, die mehr Konfigurationsparameter darstellt als eine Robotermaschine mit beschränkten Kapazitäten. Auf ähnliche Weise kann eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit einem hohen Kapazitätsniveau mit einer Steuerungsschnittstelle dargestellt werden, die mehr Konfigurationsparameter anzeigt als eine Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** mit begrenzten Kapazitäten.

[0039] Nachdem die Kapazitäten der Robotermaschine und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** bestimmt worden sind, die auszuführende Aufgabe gewählt worden ist und der Anwender

authentifiziert wurde, wodurch ein Kompetenzniveau des Anwenders mit Bezug auf das Robotersystem **10** bereitgestellt wird, bestimmt der Controller **24** dann, wie durch Block **69** angezeigt, welche der vordefinierten Steuerungsschnittstellen die Interaktion zwischen dem Anwender und dem Controller für die gegebenen Kriterien optimiert. Sobald der Controller **24** bestimmt hat, welche der Steuerungsschnittstellen die optimale ist, wird die gewählte Steuerungsschnittstelle dann, was durch Block **70** angegeben ist, auf der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** angezeigt. Die spezielle Steuerungsschnittstelle, die angezeigt wird, welche in **Fig. 1** bei **54** allgemein angezeigt ist, beruht auf der gewählten auszuführenden Aufgabe, den bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48**, den bestimmten Kapazitäten der Maschine zum Optimieren der Steuerung der Maschine und dem Kompetenzniveau des authentifizierten Anwenders. Die angezeigte Steuerungsschnittstelle zeigt nur die Konfigurationsparameter an, die für die auszuführende Aufgabe benötigt werden, und verbirgt unnötige Konfigurationsparameter, die nicht notwendig sind und/oder jenseits des Kompetenzniveaus liegen, d. h. jenseits des Verständnisses des aktuellen Anwenders. Darüber hinaus wird die angezeigte Steuerungsschnittstelle für die speziellen Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** sowie die Kapazitäten der Robotermaschine optimiert. Diese Optimierung verbessert die Effizienz beim Betreiben der Maschine, indem die Komplexität der Steuerungsschnittstelle reduziert wird. Die reduzierte Komplexität der Steuerungsschnittstelle reduziert ferner eine Trainingszeit zum Trainieren neuer Anwender. Durch Begrenzen der angezeigten Konfigurationsparameter auf der Grundlage des Kompetenzniveaus des Anwenders verhindert die angezeigte Steuerungsschnittstelle, dass ein unerfahrener Anwender auf potentiell gefährliche und/oder schädigende Befehle zugreift.

[0040] Wenn eine neue auszuführende Aufgabe gewählt wird, was allgemein durch Block **72** angezeigt ist, die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung **48** verändert wird, was allgemein durch Block **74** angezeigt ist, oder ein anderer Anwender mit einem anderen Kompetenzniveau authentifiziert ist, was allgemein durch Block **76** angezeigt ist, dann kann eine neue Steuerungsschnittstelle **54** angezeigt werden, um dadurch die Steuerungsschnittstelle für die neuen Kriterien zu optimieren.

[0041] Obwohl die besten Arten zum Ausführen der Erfindung im Detail beschrieben wurden, werden Fachleute auf dem Gebiet, das diese Erfindung betrifft, verschiedene alternative Konstruktionen und Ausführungsformen erkennen, um die Erfindung im Umfang der beigefügten Ansprüche in die Praxis umzusetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren der Steuerung einer Maschine (**110**), wobei das Verfahren umfasst, dass: eine Vielzahl von Steuerungsschnittstellen definiert wird, wobei jede der Vielzahl von Steuerungsschnittstellen ausgestaltet ist, um eine Interaktion zwischen einem Anwender und einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) für eine spezielle auszuführende Aufgabe und für spezielle Kapazitäten der Maschine (**110**) und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) zu optimieren; die Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) mit der Maschine (**110**) verbunden wird; eine auszuführende Aufgabe gewählt wird; die Kapazitäten der Maschine (**110**) und die Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) bestimmt werden; und eine der Vielzahl der vordefinierten Steuerungsschnittstellen auf der Grundlage der gewählten auszuführenden Aufgabe, der bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) und der bestimmten Kapazitäten der Maschine (**110**) angezeigt wird, um die Steuerung der Maschine (**110**) zu optimieren; wobei das Bestimmen der Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) das Bestimmen von Kapazitäten einer visuellen Anzeige, von Eingabe/Ausgabe-Kapazitäten, von Audio-Kapazitäten, einer Bildschirmanzeigegröße oder einer Bildschirmauflösung umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Wählen einer auszuführenden Aufgabe umfasst, dass eine Aufgabe aus einer Gruppe von Aufgaben gewählt wird, die umfasst, dass eine neue von der Maschine (**110**) auszuführende Operation entwickelt wird, eine existierende Operation abgestimmt wird oder das Abspielen einer existierenden Operation gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen der Kapazitäten der Maschine (**110**) umfasst, dass eine Gesamtanzahl von Freiheitsgraden der Maschine (**110**), eine Bewegungsgeschwindigkeit der Maschine (**110**), die Sensoren der Maschine (**110**) oder die verfügbaren Betriebsmodi der Maschine (**110**) bestimmt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner umfasst, dass ein autorisierter Anwender authentisiert wird, bevor die vordefinierte Steuerungsschnittstelle angezeigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, das ferner umfasst, dass ein Anwenderkonto für jeden Anwender der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) geschaffen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner umfasst, dass ein Kompetenzniveau für jedes Anwenderkonto definiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Anzeigen einer vordefinierten Steuerungsschnittstelle auf der Grundlage der gewählten auszuführenden Aufgabe, der bestimmten Kapazitäten der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) und der bestimmten Kapazitäten der Maschine (**110**) ferner umfasst, dass die vordefinierte Steuerungsschnittstelle auf der Grundlage des Kompetenzniveaus des authentisierten Anwenders angezeigt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das ferner umfasst, dass eine Vielzahl von Steuerungsschnittstellen definiert wird, wobei jede der Vielzahl von Steuerungsschnittstellen ausgestaltet ist, um eine Interaktion zwischen einem Anwender und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) für eine spezielle auszuführende Aufgabe, für die speziellen Kapazitäten der Maschine (**110**) und der Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung (**48**) und für das Kompetenzniveau des authentisierten Anwenders zu optimieren.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

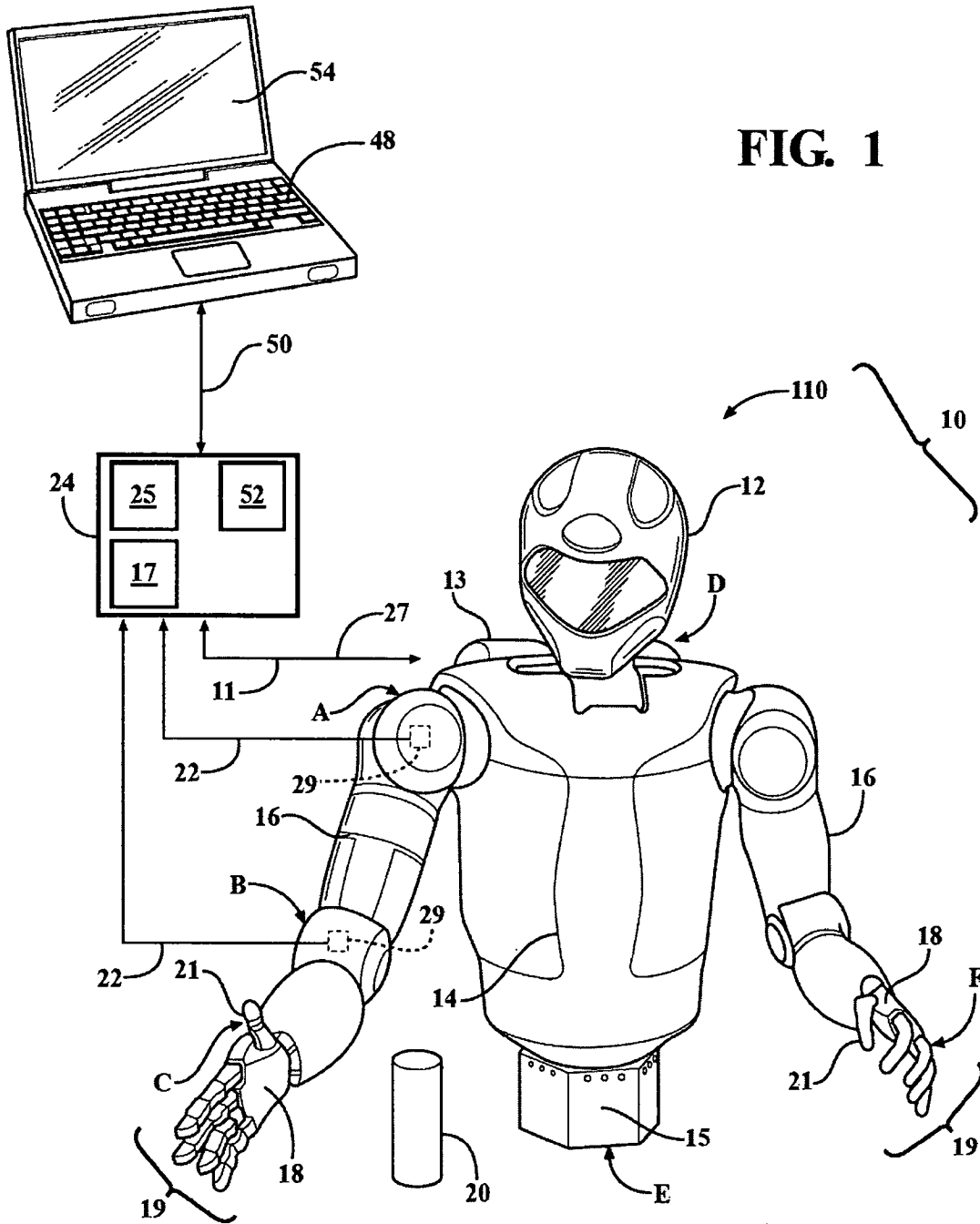


FIG. 1

FIG. 2

