

Beschreibung

**Handgerät zum Trainieren mindestens einer Bewegung und
mindestens einer Tätigkeit einer Maschine, System und
5 Verfahren.**

Verschiedene Ausführungsbeispiele betreffen ein Handgerät zum
Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer
Tätigkeit einer Maschine, ein entsprechendes System und ein
10 entsprechendes Verfahren.

Sowohl die Programmierung eines Industrieroboters als auch
die Programmierung der zugehörigen Anlagensteuerung und/oder
Werkzeugbestückung (auch als „Tooling“ bezeichnet) ist
15 herkömmlicherweise hersteller- und roboterabhängig. Die
Programmierung erfolgt in der Regel in Form von Programmcode
durch einen oder mehr als einen speziell ausgebildete
Experten. Dies trifft derzeit noch für mehr als 96% der
Anwendungen zu. Dabei schreibt ein Programmierer manuell den
20 Programmcode, der den Roboter die Tätigkeit autonom
durchführen lässt. Daher ist die Programmierung insbesondere
für eine bahn-basierte oder punk-basierte Anwendung (z.B.
Schweißen, Kleben, Lackieren) aufwändig und teuer.

25 Die Kosten machen eine Automatisierung mittels eines
Industrieroboters (vereinfacht auch als Roboter bezeichnet)
für kleine- und mittelständische Unternehmen wirtschaftlich
unattraktiv, da diese üblicherweise keine Fertigung hoher
Stückzahlen bei geringer Fertigungsvariabilität unterhalten,
30 welche die Kosten aufwiegen könnte. Ähnliches gilt für andere
Robotertypen. Für große Unternehmen kann hingegen die geringe
Flexibilität der Programmierung unattraktiv sein. Eine
Umrüstung der Programmierung ist zeitaufwändig, wodurch
kürzere und unwirtschaftliche Produktionszyklen entstehen.

35 Die Komplexität der Programmierung erhöht sich aufgrund der
Integration des Industrieroboters mit seinen vielfältigen

Bestandteilen, wie etwa einem Endeffektor (z.B. einer Klebepistole), einem Sensorsystem (z.B. einer Kamera) und einem Steuersystem (z.B. einer speicherprogrammierbaren Steuerung - SPS).

5

Die Programmierung eines Industrieroboters kann alternativ oder zusätzlich mittels einer CAD-basierten Codegenerierung durch den Experten erfolgen. Dabei wird eine virtuelle Repräsentation der Realität (auch als virtuelle Welt bezeichnet) geschaffen und der Roboter in der virtuellen Welt programmiert. Dies ermöglicht neben der Simulation auch die einfachere Zugänglichkeit. Jedoch kann diese CAD-basierte Codegenerierung nicht ohne weiteres von einem technischen Laien umgesetzt werden. Darüber hinaus weicht die virtuelle Welt oft signifikant von der Realität ab. Bereits kleine Abweichungen können zu erheblichen Diskrepanzen bei der Arbeit des Roboters in der Realität führen. Aus diesem Grund wird der Programmcode, der mittels der Codegenerierung generiert wird, üblicherweise zusätzlich von einem Programmierer angepasst.

20

Als Alternative zur vollständig manuellen Programmierung wird herkömmlicherweise ein Anlernverfahren (auch als Trainieren bezeichnet) eingesetzt.

25

Für das Anlernverfahren kann der Roboter beispielsweise manuell gesteuert werden. Ein sensitiver Roboter (auch als Co-Bot bezeichnet) kann beispielsweise auch handgeführt werden. Mit beiden Mechanismen kann die Trajektorie (d.h. die Bahn auf der sich der Roboter bewegen soll) gezeigt werden. Über die Trajektorie hinausgehende Tätigkeiten, die der Roboter durchführen soll, bleiben allerdings weiterhin komplex und daher herkömmlicherweise von dem Anlernverfahren unberücksichtigt. Die Komplexität besteht beispielsweise in der Integration der vielfältigen Bestandteile des Roboters, wie des Endeffektors, der Sensoren und dem Steuerungssystem,

35

in den auszuführenden Prozess, welche daher manuell programmiert werden muss.

Das Anlernverfahren kann alternativ oder zusätzlich über ein
5 interaktives Eingabegerät erfolgen. Dazu wird
herkömmlicherweise ein herstellerspezifisches Eingabegerät,
wie beispielsweise eine 6d-Maus, verwendet. Analog zur
manuellen Steuerung oder handgeführten Steuerung kann in
diesem Fall ebenso nur die Trajektorie angelernt werden. Die
10 Integration der verschiedenen Bestandteile des Roboters
erfolgt daher manuell über Programmierung.

Das Anlernverfahren kann alternativ oder zusätzlich mittels
einer Sensordatenverarbeitung erfolgen. Dazu werden
15 verschiedene Erweiterungen für den Endeffektor eines dafür
ausgerüsteten Roboters vorgesehen, die ein Sensorsystem (z.B.
eine Kamera) direkt in die Robotersteuerung integrieren.
Aufgrund der technischen Limitierungen ist dies bisher nur
für eine Bestückungsanwendung (auch als Pick-and-Place
20 Applikationen bezeichnet) anwendbar.

Im Allgemeinen ist herkömmlicherweise immer ein Anteil
manueller Programmierung vorhanden. Daher haben diese
herkömmlichen Methoden gemeinsam, dass die Umsetzung nicht
25 vollständig von einem technischen Laien vorgenommen werden
kann, wenn der manuelle Programmieranteil über dessen
Fähigkeiten hinausgeht. Das liegt darin begründet, dass die
Gesamtanwendung ein Zusammenspiel vielfältiger Teilprobleme
ist (wie beispielsweise der Trajektorie, der Endeffektor-
30 Ansteuerung, der Sensordatenverarbeitung und der Integration
in die Prozesssteuerung). Einfache Anlernverfahren
konzentrieren sich daher auf die Spezifikation der
Trajektorie bzw. das Aufzeichnen von Bahnpunkten. Das
Anlernverfahren mit Sensordatenverarbeitung basiert auf
35 Sensoren, die direkt am Roboter angebracht sind. Jedoch ist
der Sichtbereich durch den Endeffektor und Roboter häufig
eingeschränkt. Darüber hinaus beeinträchtigen wechselnde

Lichtverhältnisse oder Luftpartikel (z.B. beim Lackieren) die Sensoren am Roboter.

5 Gemäß verschiedenen Ausführungsformen werden ein Handgerät
zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer
Tätigkeit einer Maschine, ein entsprechendes System und ein
entsprechendes Verfahren bereitgestellt, welche die
Automatisierung eines Prozessablaufs (z.B. einer oder mehr
als einer Tätigkeit dessen) erleichtern.

10 Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann ein Handgerät zum
Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer
Tätigkeit (auch als Prozesstätigkeit bezeichnet) einer
Maschine aufweisen: einen Griff; eine Eingabeeinheit,
15 eingerrichtet zum Eingeben von Aktivierungsinformation für das
Aktivieren des Trainierens der Maschine; eine Ausgabeeinheit,
eingerrichtet zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das
Aktivieren des Trainierens der Maschine an eine Handgerät-
externe Vorrichtung; und eine (z.B. stirnseitige)
20 Kupplungsstruktur zum lösbaren Kuppeln eines
Wechselaufsatzes, der eingerrichtet ist gemäß der mindestens
einen Tätigkeit.

Es zeigen
25 Figur 1 ein Handgerät gemäß verschiedenen Ausführungsformen
in einer schematischen Seitenansicht oder
Querschnittsansicht;

30 Figuren 2, 5, 7 bis 9 jeweils ein System gemäß verschiedenen
Ausführungsformen in verschiedenen schematischen
Ansichten;

35 Figuren 3 und 4 jeweils ein Verfahren gemäß verschiedenen
Ausführungsformen in verschiedenen schematischen
Ansichten;

Figur 6 eine Maschine gemäß verschiedenen Ausführungsformen
in einem schematischen Aufbaudiagramm;

Figur 10 ein Handgerät gemäß verschiedenen Ausführungsformen
5 in einem schematischen Aufbaudiagramm;

Figur 11 ein Verfahren gemäß verschiedenen Ausführungsformen
in einen schematischen Ablaufdiagramm;

10 Figur 12 ein System in einem Verfahren gemäß verschiedenen
Ausführungsformen in einen Kommunikationsdiagramm; und

Figur 13 einen Trajektorie-Ermittlungsmechanismus des Systems
in einem schematischen Kommunikationsdiagramm.

15

In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die
beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die Teil dieser
bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische
Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung
20 ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird
Richtungsterminologie wie etwa „oben“, „unten“, „vorne“,
„hinten“, „vorderes“, „hinteres“, usw. mit Bezug auf die
Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da
Komponenten von Ausführungsformen in einer Anzahl
25 verschiedener Orientierungen positioniert werden können,
dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist
auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass
andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder
logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem
30 Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es
versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen
verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander
kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders
angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb
35 nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der
Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die
angefügten Ansprüche definiert.

Im Rahmen dieser Beschreibung werden die Begriffe "verbunden", "angeschlossen" sowie "gekoppelt" verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten
5 Verbindung (z.B. ohmsch und/oder elektrisch leitfähig, z.B. einer elektrisch leitfähigen Verbindung), eines direkten oder indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies
10 zweckmäßig ist.

Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann der Begriff "gekoppelt" oder "Kopplung" im Sinne einer (z.B. mechanischen, hydrostatischen, thermischen und/oder
15 elektrischen), z.B. direkten oder indirekten, Verbindung und/oder Wechselwirkung verstanden werden. Mehrere Elemente können beispielsweise entlang einer Wechselwirkungskette miteinander gekoppelt sein, entlang welcher die Wechselwirkung (z.B. ein Signal) übertragen werden kann.
20 Beispielsweise können zwei miteinander gekoppelte Elemente eine Wechselwirkung miteinander austauschen, z.B. eine mechanische, hydrostatische, thermische und/oder elektrische Wechselwirkung. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann "gekuppelt" im Sinne einer mechanischen (z.B. körperlichen
25 bzw. physikalischen) Kopplung verstanden werden, z.B. mittels eines direkten körperlichen Kontakts. Eine Kupplung kann eingerichtet sein, eine mechanische Wechselwirkung (z.B. Kraft, Drehmoment, etc.) zu übertragen.

30 Ein hierin beschriebenes Netzwerk kann beispielsweise, nach Reichweite unterschieden, ein lokales Netzwerk (beispielsweise ein Local Area Network (LAN), ein Wireless LAN (WLAN), oder ein Personal Area Network (PAN), wie z.B. ein drahtloses PAN (WPAN), wie z.B. ein Bluetooth-Netzwerk)
35 oder ein nichtlokale Netzwerk (wie beispielsweise ein Metropolitan Area Network (MAN), ein Wide Area Network (WAN) oder ein Global Area Network (GAN)) aufweisen oder daraus

gebildet sein. Das Netzwerk kann beispielsweise nach Übertragungstyp unterschieden ein Funknetzwerk (z.B. Mobilfunknetz) oder ein kabelgebundenes Netzwerk aufweisen oder daraus gebildet sein. Das Netzwerk kann beispielsweise

5 auch ein zelluläres Funknetzwerk (z.B. ein WLAN vom Typ IEEE 802.11 im Ad-hoc-Modus, ein Bluetooth-Netzwerk oder ein anderes zelluläres Mobilfunknetzwerk) aufweisen oder daraus gebildet sein. Das Netzwerk kann auch mehrere miteinander verbundene Sub-Netzwerke verschiedenen Typs aufweisen.

10 Die Übertragung einer Information (Informationsübertragung) kann gemäß verschiedenen Ausführungsformen gemäß einem Kommunikationsprotokoll (KP) erfolgen. Die Informationsübertragung kann aufweisen, eine Nachricht,

15 welche die Information aufweist, gemäß dem Kommunikationsprotokoll zu erzeugen und/oder zu übermitteln. Das Kommunikationsprotokoll kann anschaulich eine Vereinbarung, nach der die Informationsübertragung zwischen zwei oder mehreren Parteien abläuft bezeichnen. In seiner

20 einfachsten Form kann das Kommunikationsprotokoll definiert werden als eine Menge von Regeln, welche die Syntax, Semantik und Synchronisation der Informationsübertragung festlegen. Das oder die eingesetzten Kommunikationsprotokolle (z.B. ein oder mehrere Netzwerkprotokolle) können grundsätzlich

25 beliebig ausgewählt werden und können (müssen aber nicht) gemäß dem OSI (Open System Interconnect)-Referenzmodell konfiguriert sein. In den jeweiligen Protokollschichten können ebenfalls beliebige Protokolle eingesetzt werden. So können beispielsweise die Protokolle gemäß Bluetooth oder

30 anderen funkbasierten Kommunikationsprotokollen verwendet werden. So kann die Übermittlung einer Information mittels Bluetooth hierin aufweisen, eine Nachricht, die die Information aufweist, gemäß einem Bluetooth-Kommunikationsprotokollstapel zu erzeugen und/oder zu

35 übermitteln. Die Bluetooth-Kommunikationsprotokollstapel können optional gemäß einem niedrig-Energie-Kommunikationsprotokollstapel (Low-Energy-Protokollstapel)

eingerrichtet sein, d.h. die Information kann über niedrig-Energie-Bluetooth übermittlelt werden.

Im Folgenden werden verschiedene Schritte und Einzelheiten zu
5 einem Verfahren beschrieben. Es kann verstanden werden, dass
das Beschriebene (z.B. einzelne Schritte des Verfahrens) in
Analogie mittels Hardware (wie z.B. eines hartverschalteten
Schaltkreises) und/oder Software (z.B. Codesegmente oder
einer ganzen Anwendung) implementiert werden kann.
10 Beispielsweise kann eine Anwendung (auch als Programm
bezeichnet) bereitgestellt sein oder werden, die
entsprechende Codesegmente (z.B. Programmcode) aufweist, und
die auf einem Prozessor und/oder mittels eines Schaltkreises,
der den Prozessor aufweist, ausgeführt sein oder werden kann.
15 Der Prozessor (oder der Schaltkreis) kann beispielsweise Teil
eines Mobilfunkgeräts oder einer Rechenvorrichtung sein. Die
Rechenvorrichtung kann beispielsweise eine Vielzahl von
Prozessoren aufweisen, die zentral innerhalb eines physisch
zusammenhängenden Verbunds angeordnet oder auch dezentral
20 untereinander mittels eines (beispielsweise zellularen oder
kabelgebundenen) Netzwerks verbunden sind. Auf dieselbe Weise
können Codesegmente oder die Anwendung auf demselben
Prozessor ausgeführt werden oder Teile davon auf mehrere
Prozessoren verteilt werden, welche mittels des
25 (beispielsweise zellularen oder kabelgebundenen) Netzwerks
miteinander kommunizieren.

Der Begriff "Prozessor" kann als jede Art von Entität
verstanden werden, die die Verarbeitung von Daten oder
30 Signalen erlaubt. Die Daten oder Signale können
beispielsweise gemäß zumindest einer (d.h. einer oder mehr
als einer) spezifischen Funktion behandelt werden, die vom
Prozessor ausgeführt wird. Ein Prozessor kann eine analoge
Schaltung, eine digitale Schaltung, eine
35 Mischsignalschaltung, eine Logikschaltung, einen
Mikroprozessor, eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU),
eine Grafikverarbeitungseinheit (GPU), einen digitalen

Signalprozessor (DSP), eine programmierbare Gatter-Anordnung (FPGA), eine integrierte Schaltung oder eine beliebige Kombination davon aufweisen oder daraus gebildet sein. Jede andere Art der Implementierung der jeweiligen Funktionen, die
5 nachstehend ausführlicher beschrieben werden, kann auch als Prozessor oder Logikschaltung verstanden werden, beispielsweise auch virtuelle Prozessoren (oder eine virtuelle Maschine) oder eine Vielzahl dezentraler Prozessoren, die beispielsweise mittels eines Netzwerks
10 miteinander verbunden sind, beliebig räumlich verteilt sind und/oder beliebige Anteile an der Implementierung der jeweiligen Funktionen haben (z.B. Rechenlastverteilung unter den Prozessoren). Dasselbe gilt im Allgemeinen für eine anders implementierte Logik zur Implementierung der
15 jeweiligen Funktionen. Es versteht sich, dass einer oder mehrere der hierin detailliert beschriebenen Verfahrensschritte von einem Prozessor ausgeführt (z.B. realisiert) werden können, durch eine oder mehrere spezifische Funktionen, die von dem Prozessor ausgeführt
20 werden.

Der Begriff "System" kann als ein Satz interagierender Entitäten verstanden werden. Der Satz interagierender Entitäten kann beispielsweise zumindest eine mechanische
25 Komponente, zumindest einen elektromechanischen Wandler (oder andere Arten von Stellgliedern), zumindest eine elektrische Komponente, zumindest eine Anweisung (z.B. in einem Speichermedium codiert), und/oder zumindest eine Steuervorrichtung aufweisen oder daraus gebildet sein.
30 Mehrere kommunikativ miteinander verbundene Entitäten des Systems können beispielsweise mittels einer gemeinsamen Systemverwaltung des Systems verwaltet werden. Beispielsweise können die Entitäten (z.B. das Handgerät und/oder eine Handgerät-externe Vorrichtung) des Systems im System
35 registriert sein oder werden, z.B. mittels der Systemverwaltung.

Der Begriff "Stellglied" (auch als Aktuator oder Aktor bezeichnet) kann als eine Komponente verstanden werden, die zum Beeinflussen eines Mechanismus oder eines Prozesses in Antwort auf ein Ansteuern eingerichtet ist. Der Aktuator kann von der Steuervorrichtung ausgegebene Anweisungen (das sogenannte Ansteuern) in mechanische Bewegungen bzw. Veränderungen physikalischer Größen wie Druck oder Temperatur umsetzen. Der Aktuator, z.B. ein elektromechanischer Umsetzer, kann zum Beispiel eingerichtet sein, in Antwort auf ein Ansteuern elektrische Energie in mechanische Energie (z.B. durch Bewegung) zu überführen.

Der Begriff "Steuervorrichtung" kann als jede Art einer Logik implementierenden Entität verstanden werden, die beispielsweise eine Verschaltung und/oder einen Prozessor aufweisen kann, welche Software ausführen kann, die in einem Speichermedium, in einer Firmware oder in einer Kombination davon gespeichert ist, und darauf basierend Anweisungen ausgeben kann. Die Steuervorrichtung kann beispielsweise mittels Codesegmenten (z.B. Software) konfiguriert sein, um den Betrieb eines Systems (z.B. seines Arbeitspunkts), z.B. einer Maschine oder einer Anlage, z.B. zumindest seiner kinematischen Kette, zu steuern. Der Arbeitspunkt kann den Punkt im Kennfeld oder auf der Kennlinie eines technischen Gerätes beschreiben, der aufgrund der Systemeigenschaften und einwirkenden äußeren Einflüsse und Parameter des Gerätes eingenommen wird. Der Arbeitspunkt kann anschaulich beschreiben, welchen Betriebszustand (d.h. Ist-Zustand) das Gerät aufweist. Der Arbeitspunkt ist zu unterscheiden von dem Arbeitsort (d.h. dem räumlichen Ort, an dem beispielsweise die Wirkung durch die Maschine eintritt).

Das Steuern kann verstanden werden als eine beabsichtigte Beeinflussung eines Systems. Dabei kann der Zustand des Systems gemäß einer Vorgabe verändert werden unter Verwendung eines Stellglieds. Regeln kann als Steuern verstanden werden, wobei zusätzlich einer Zustandsänderung des Systems durch

Störungen entgegengewirkt wird. Anschaulich kann die Steuerung eine nach vorn gerichtete Steuerstrecke aufweisen und somit anschaulich eine Ablaufsteuerung implementieren, welche eine Eingangsgröße in eine Ausgangsgröße umsetzt. Die Steuerstrecke kann aber auch Teil eines Regelkreises sein, so dass eine Regelung implementiert wird. Die Regelung weist im Gegensatz zu der reinen Vorwärts-Ablaufsteuerung eine fortlaufende Einflussnahme der Ausgangsgröße auf die Eingangsgröße auf, welche durch den Regelkreis bewirkt wird (Rückführung).

Als Prozesstätigkeit (vereinfacht auch als Tätigkeit bezeichnet) kann die Summe aller Vorgänge (z.B. eine zeitliche Folge von gesteuerten Ereignissen) verstanden werden, die eine vordefinierte Prozessaufgabe erfüllen. Die Prozesstätigkeit kann optional in Teilprozesse zerlegt werden, von denen jeder Teilprozess zumindest einen der Vorgänge berücksichtigt. Ein Teilprozess der Prozesstätigkeit kann eine Teilaufgabe (d.h. einen Teil der Prozessaufgabe) oder die ganze Prozessaufgabe erfüllen. Mehrere Teilprozesse können, je nach Art der Prozesstätigkeit, ineinandergreifen und/oder aufeinander aufbauen, z.B. in einer strikten Reihenfolge erfolgen, und/oder unabhängig voneinander sein, z.B. vertauschbar sein.

Anschaulich kann für jeden der Teilprozesse ein Vorgang (z.B. ein Schleifvorgang) und ein Ort des Vorgangs berücksichtigt werden, welche zusammen den Teilprozess beschreiben. Somit kann berücksichtigt werden, welche Handlung an welcher Stelle des Werkstücks (dem sogenannten Arbeitsort) durchzuführen ist, z.B. wo das Werkstück auf welche Weise bearbeitet werden soll. Zum Erfüllen der Prozessaufgabe kann eine Bewegung der Maschine erfolgen, beispielsweise mittels Stellens der kinematischen Kette der Maschine und/oder Verlagerns der Maschine. Es können beispielsweise auch kleinere Bewegungen der Maschine erfolgen, bei denen die Position des Endeffektors und/oder der Roboterarm selbst ortsfest

verbleiben und nur das Werkzeug der Maschine bewegt wird.
Beispielsweise kann ein Bohrer als Werkzeug der Maschine dem
fortschreitenden Materialabtrag am Arbeitsort nachgeführt
werden, so dass der Bohrer der Maschine in das Bohrloch
5 hinein bewegt wird.

Einem Teilprozess kann dazu zumindest ein Vektor des Vorgangs
(z.B. eines Schleifvorgangs) zugeordnet sein. Dasselbe kann
in Analogie für eine Vielzahl Teilprozesse bzw. mehrere
10 Vorgänge pro Teilprozess gelten. Als Vektor kann allgemein
ein Element eines Vektorraumes verstanden werden, der nicht
notwendigerweise nur räumlich oder nur dreidimensional sein
muss. Der Vektor kann im Allgemeinen einander zugeordnete
Parameter eines Parametersatzes der Prozesstätigkeit
15 aufweisen, z.B. Prozessparameter, Ortsparameter oder
Eingabedaten. Die Parameter des Parametersatzes können aber
auch anders als mittels eines Vektors formuliert sein.
Allgemeiner gesprochen kann das für den Vektor (bzw. dessen
Komponenten) Beschriebene in Analogie für einen allgemeiner
20 formulierten Parametersatzes gelten.

Der Vektor kann zumindest eine Position, deren Änderung, eine
räumliche Verteilung und/oder zumindest eine Richtung des
Vorgangs definieren. Die hierin vereinfacht mittels eines
25 Vektors beschriebenen räumlichen Angaben (z.B. über die
Prozesstätigkeit) können auch komplexer oder detaillierter
sein und werden hierin allgemeiner als räumliche Information
bezeichnet. Optional kann der räumlichen Information eine
zeitliche Information (z.B. über die Prozesstätigkeit)
30 zugeordnet sein, welche z.B. die Dauer, den Beginn, die
Beendigung und/oder einen Takt des Vorgangs definiert. Die
zeitliche Information kann in einem einfachen Beispiel auch
nur die Vorgänge chronologisch ordnen, insofern dies
erwünscht ist.

35

Wird die Prozesstätigkeit von einem handgeführten
Arbeitsgerät durchgeführt, kann die Prozesstätigkeit die

Summe an Arbeitsvorgängen, die räumliche Information die räumliche Abfolge der Arbeitsvorgänge und die optionale zeitliche Information die Chronologie der Arbeitsvorgänge beschreiben, die mittels des Arbeitsgeräts durchgeführt werden, um die entsprechende Wirkung auf ein Werkstück zur Erreichung der Prozessaufgabe bereitzustellen. Die entsprechende räumliche Information kann beschreiben, wo (d.h. mit welcher räumlichen Verteilung) und/oder mit welcher Richtung die Wirkung bereitgestellt werden soll, d.h. in welcher dazu korrespondierenden räumlichen Lage (d.h. Position und/oder Ausrichtung) sich das Arbeitsgerät dazu befindet.

Diese Informationen über die Prozesstätigkeit (auch als Prozessinformationen bezeichnet), d.h. der Typ der Tätigkeit, die räumliche Information und die optionale zeitliche Information, können ebenso mittels des hierin beschriebenen Handgeräts bereitgestellt und/oder aufgezeichnet werden. An das Handgerät wird dazu ein Wechselaufsatz angekuppelt, der gemäß dem Typ der Tätigkeit eingerichtet ist. Das Handgerät kann dabei in analoger Weise zu dem Arbeitsgerät handgeführt (d.h. von einer Person händisch) geführt werden, so als würde der Arbeitsvorgang tatsächlich mittels des Wechselaufsatzes stattfinden. Im Unterschied zu dem Arbeitsgerät ist das Handgerät allerdings mit elektrischen Bauteilen (z.B. Sensoren, Schnittstellen, Transmitter, usw.) ausgestattet, die es ermöglichen, die Prozessinformationen aufzuzeichnen und als Trainingsdaten bereitzustellen. Die Handhabung des Handgeräts kann dabei reflektieren, auf welche Weise das Arbeitsgerät beim Durchführen eines Prozessablaufs geführt und/oder betätigt wird, z.B. wie es gehalten, wie stark angepresst, und/oder wie lange ein Arbeitsvorgang durchgeführt wird. Das Aufzeichnen der Trainingsdaten kann beispielsweise mittels einer lokalen Rechananlage oder delokalisiert (z.B. in einer Cloud) erfolgen.

Als Modell kann eine datenbasierte (z.B. digitale und/oder virtuelle) Repräsentation eines Originals verstanden werden, z.B. eines körperlichen Objekts (z.B. einer Maschine) oder eines Vorgangs (z.B. eines Steuervorgangs oder eines Prozessablaufs). Zum Bilden des Modells (die sogenannte Modellbildung, d.h. die Abbildung des Originals auf das Modell) kann das Original abstrahiert, parametrisiert und/oder vereinfacht werden. Das Modell kann beispielsweise körperliche Informationen (z.B. Länge, Abstand, Gewicht, Volumen, Zusammensetzung, usw.), bewegungsbezogene Informationen (z.B. Position, Ausrichtung, Bewegungsrichtung, Beschleunigung, Bewegungsgeschwindigkeit, usw.), logische Informationen (Verknüpfungen, Reihenfolge, Kopplungen, Wechselbeziehungen, Abhängigkeiten, usw.), zeitbezogene Informationen (z.B. Zeit, Gesamtdauer, Häufigkeit, Periodendauer, usw.) und/oder funktionelle Informationen (z.B. Stromstärke, Wirkung, Kennfeld oder Kennlinie, Arbeitspunkt-Raum, Kraft, Freiheitsgrad, usw.) über das Original aufweisen.

Ein Steuerungsmodell kann dementsprechend eine formale Darstellung einer automatisierten Ansteuerung bezeichnen. Das Steuerungsmodell kann eine Vielzahl von Anweisungen zur Ansteuerung (z.B. um die Maschine in einen Arbeitspunkt zu bringen) aufweisen und ferner Kriterien, deren Erfüllung die diesen zugeordnete Anweisung auslöst, beendet oder aufrechterhält. Ferner kann das Steuerungsmodell eine Steuerungslogik aufweisen, welche mehrere Kriterien und/oder mehrere Anweisungen logisch miteinander verknüpft, und/oder welche einen Ablauf (z.B. einen Ablaufplan) implementiert, gemäß dem die Ansteuerung erfolgt. Aus dem Weg zu dem Steuerungsmodell kann optional als Zwischenschritt ein maschinentypspezifisches Modell ermittelt werden, welches einen Maschinentyp (d.h. einen Typ baugleicher Maschinen) repräsentiert. Bei der Abbildung des maschinentypspezifischen Modells auf das Steuerungsmodell können typspezifische

Abweichungen der Maschinen eines Typs untereinander berücksichtigt werden (auch als Deltabildung bezeichnet).

In analoger Weise kann ein Prozessmodell eine formale
5 Darstellung eines Prozessablaufs bezeichnen. Das Prozessmodell kann eine Vielzahl von Verknüpfungen zwischen einer Prozesstätigkeit und der entsprechenden räumlichen Information aufweisen und den Prozesstätigkeiten optional entsprechende Prozesssituationen zuordnen, welche
10 beispielsweise bei der Prozesstätigkeit vorliegen, diese bedingen oder beenden. Ferner kann das Prozessmodell eine Prozesslogik aufweisen, welche mehrere Prozesssituationen und/oder mehrere Teilprozesse logisch miteinander verknüpft, und/oder welche einen Ablauf (z.B. einen Ablaufplan)
15 implementiert, gemäß dem die Prozesstätigkeit erfolgt. Im Allgemeinen kann ein Ablaufplan zumindest Verzweigungen, Sprünge und/oder Schleifen aufweisen. Das Vorliegen oder Fehlen einer Prozesssituation kann im Allgemeinen mittels zumindest eines Kriteriums repräsentiert werden, welches
20 beispielsweise bei Vorliegen bzw. Fehlen der Prozesssituation erfüllt ist.

Ein Abbilden kann das Überführen von Elementen einer Ausgangsmenge (auch als Urbild bezeichnet) in eine Zielmenge
25 aufweisen, wobei die Elemente der Zielmenge dann das Abbild (Abbildung) des Urbilds sind. Das Abbilden kann jedem Element des Urbilds zumindest ein Element der Abbildung zuordnen. Das Urbild muss nicht notwendigerweise alle verfügbaren Elemente aufweisen, sondern kann auch eine anwendungsspezifische
30 Auswahl daraus sein. Das Abbilden kann aufweisen, auf die Elemente der Ausgangsmenge beispielsweise Operatoren, Transformationen und/oder Verknüpfungen anzuwenden. Die Elemente können im Allgemeinen aufweisen: logische Zusammenhänge, Verknüpfungen, Informationen, Eigenschaften,
35 Koordinaten oder das zugehörige Koordinatensystem, mathematische Objekte (wie Formeln oder Zahlen), Vorgänge, Tätigkeiten, usw.

Ein Codegenerator kann als Computerprogramm verstanden werden, welches eingerichtet ist, ein Modell, das z.B. in einer Modellierungssprache vorliegt, in eine
5 Programmiersprache zu überführen, z.B. der Programmiersprache der Steuervorrichtung der Maschine. Alternativ oder zusätzlich zu der Modellierungssprache, z.B. einer vereinheitlichten Modellierungssprache (UML), kann das Modell aber auch in einer Auszeichnungssprache, einem Struktogramm,
10 einer Entscheidungstabelle oder einer anderen formalen Sprache vorliegen. Der Codegenerator erzeugt Codesegmente (auch als Codegenerierung bezeichnet), die mit anderen optionalen Programmteilen zu einem Programm verbunden werden können.

15
Als räumliche Lage kann hierin eine räumliche Information über eine Ausrichtung und/oder Position eines Objekts verstanden werden. Die Position kann anschaulich den Ort (z.B. einen Punkt) im Raum und die Ausrichtung die jeweilige
20 Orientierung (z.B. eine Richtung) eines Objekts relativ zu dem Raum beschreiben. Als Trajektorie kann eine Aneinanderreihung von räumlichen Lagen verstanden werden, die nacheinander von einem Objekt eingenommenen werden. Die räumliche Lage kann optional zeitabhängig (d.h.
25 bewegungsbezogen, dann auch als Bewegung bezeichnet) sein, gemäß einer Taktung oder Geschwindigkeit, so dass eine Bewegung entlang der Trajektorie berücksichtigt wird. In Analogie kann die Bewegung optional zeitabhängig sein, so dass eine Beschleunigung entlang der Trajektorie
30 berücksichtigt wird. Im Allgemeinen kann die räumliche Lage oder eine andere räumliche Information im dreidimensionalen Raum mittels kartesischer Koordinaten beschrieben werden. Es kann aber auch jedes andere Koordinatensystem verwendet werden, z.B. Zylinderkoordinaten oder auch der sogenannte
35 Jointspace (auch als maschinenspezifisches Koordinatensystem bezeichnet), welches zum eindeutigen Beschreiben der räumlichen Information geeignet ist. Das maschinenspezifische

Koordinatensystem kann auf die kinematische Kette der Maschine bezogen sein und für jeden Freiheitsgrad der kinematischen Kette eine Dimension aufweisen. Dies ermöglicht es, nicht nur die Position des Endeffektors im Raum sondern
5 darüber hinaus auch den Zustand jedes Glieds (z.B. Gelenks oder eines anderen Verbindungsglieds) der kinematischen Kette darzustellen, so dass eine präzisere Ansteuerung der Maschine ermöglicht wird. Anschaulich kann das maschinenspezifische Koordinatensystem eine Vielzahl ineinander verschachtelter
10 Koordinatensysteme aufweisen, von denen jedes der verschachtelten Koordinatensysteme die Freiheitsgrade (z.B. bis zu 6 Freiheitsgrade, aufweisend bis zu 3 Rotationsfreiheitsgrade und/oder bis zu 3 Translationsfreiheitsgrade) eines Glieds der kinematischen
15 Kette berücksichtigt.

Gemäß verschiedenen Ausführungsformen werden ein Handgerät (zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit) einer Maschine, ein entsprechendes System
20 und ein entsprechendes Verfahren bereitgestellt, welche das Anlernen (auch als Trainieren bezeichnet) einer Maschine erleichtern. Beispielsweise kann die Erzeugung eines vollintegrierten Programmcodes erfolgen, der eingerichtet ist, wenn von einem Prozessor der Maschine ausgeführt, die
25 Tätigkeit mittels der Maschine autark auszuführen. Beispielsweise kann das Trainieren (bis hin zur Erzeugung des Programmcodes) besonders schnell erfolgen, z.B. indem die Tätigkeit manuell (d.h. von einer Person) mittels des Handgeräts vorgeführt wird. Beispielsweise kann unkompliziert
30 und schnell zwischen verschiedenen Tätigkeiten gewechselt werden, z.B. indem der an das Handgerät gekuppelte Wechselaufsatz ausgetauscht wird oder zwischen den Werkzeugen eines Wechselaufsatzes gewechselt wird. Beispielsweise können verschiedene Typen von Maschinen mittels desselben Systems
35 angelernt werden, z.B. indem als Zwischenschritt ein plattformunabhängiges Prozessmodell ermittelt wird. Beispielsweise kann das Anlernen besonders kostensparend

sein, z.B. da weniger Programmierer benötigt werden, um den
Programmcode zu bilden. Beispielsweise können verschiedene
Wechselaufsätze derselben Tätigkeit zugeordnet sein. Es
können aber auch mehrere Tätigkeiten genau einem
5 Wechselaufsatz zugeordnet sein.

Gemäß verschiedenen Ausführungsformen kann das Handgerät das
Aufzeichnen von Daten, welche die Bewegung und/oder die
mindestens einer Tätigkeit der Maschine repräsentieren, frei
10 im Raum ermöglichen, z.B. ohne einen (z.B. physischen oder
virtuellen) Fixpunkt und/oder lagernde Achsen. Beispielsweise
kann sich das Handgerät frei im Raum bewegen lassen, um so
die anzulernende Tätigkeit, beispielsweise an einem Werkstück,
durchzuführen. Die kann beispielsweise erreicht werden, indem
15 das Handgerät frei ist von einer Aufhängung (d.h. Lagerung)
an einen oder mehr als einer physischen Achse.

Dies ermöglicht es, den Trainingsraum, in dem das Handgerät
zum Trainieren bewegt werden kann, zu vergrößern, so dass
20 beispielsweise kaum oder keine Einschränkung des
Trainingsraums (zumindest durch das Handgerät selbst)
verbleibt. Beispielsweise kann das Handgerät über-Kopf,
liegend oder in andere Positionen einer Person von dieser
gehandhabt werden (z.B. nur einhändig oder zweihändig). Dies
25 erleichtert beispielsweise dessen Handhabung in verbauten
Arbeitsräumen.

Beispielsweise kann das Handgerät unabhängig von der Maschine
bewegt werden, d.h. beispielsweise frei sein von einer
30 Kupplung mit der Maschine (z.B. nicht mit dieser gekuppelt
sein). Eine kommunikative Kopplung zwischen der Maschine und
dem Handgerät kann optional vorhanden sein, z.B. mittels
eines austauschbaren Kabels oder drahtlos. Alternativ oder
zusätzlich kann das Handgerät frei sein von einer
35 Gelenkkupplung oder einem anderen Lager, welches
beispielsweise mit der Maschine gekuppelt ist.

Das Aufzeichnen von Daten, welche die Bewegung und/oder die mindestens einer Tätigkeit der Maschine repräsentieren, kann beispielsweise in einem Koordinatensystem erfolgen, welches unabhängig ist von der Maschine, die beispielsweise trainiert werden soll. Das Handgerät und/oder dessen Bewegung bzw. das Aufzeichnen der Daten können beispielsweise unabhängig sein von der Maschine (z.B. deren Arbeitsbereich, deren Referenzpunkt bzw. Maschinenkoordinatensystem und/oder deren Basis). Der Referenzpunkt (auch als Tool Center Point, TCP, bezeichnet) kann beispielsweise eine fest definierte Koordinate im Maschinenkoordinatensystem sein.

Mittels des Systems sind Trajektorien mit beliebiger Anzahl von Wegpunkten ermittelbar. Für jeden Wegpunkt kann eine oder mehr als eine der folgenden Eigenschaften parametrisiert sein oder werden: eine Bewegungsart (Punkt-zu-Punkt, Linear, kreisförmig und polynom), die Trajektorie, eine Geschwindigkeit bzw. deren Änderung (d.h. die Beschleunigung), eine Kraft (z.B. deren Moment, d.h. ein Drehmoment), eine oder mehr als eine Information über das Werkzeug, und/oder ein Überschleifradius. Alternativ oder zusätzlich kann für jeden Wegpunkt eine oder mehr als eine der folgenden Eigenschaften parametrisiert sein oder werden: ein Zustand der Funktion des Wechselaufsatzes und/oder Sensordaten (z.B. des Wechselaufsatzes und/oder des Handgeräts).

Beispielsweise kann die Trajektorie stückweise aus Polynomen zusammengesetzt sein oder werden. Der sich daraus ergebende Polynomzug kann beispielsweise aus Polynomen höchstens n-ten Grades bestehen, so dass ein Polynomzug n-ten Grades (auch als Spline n-ten Grades bezeichnet) bereitgestellt wird. Die Stellen der Trajektorie, an denen zwei Polynome aneinandergrenzen (die sogenannten Knoten), können optional (n-1)-mal stetig differenzierbar sein. Beispielsweise kann mittels des Polynomzugs eine punkt-basierte Trajektorie (deren Punkte die Knoten definieren) in eine bahn-basierte

Trajektorie konvertiert werden, indem Polynome gesucht werden, die die Punkte der punkt-basierten Trajektorie miteinander verbinden.

- 5 Es können unterschiedliche Werkzeug- und/oder
Werkstückkoordinatensysteme konfigurierbar sein. Die
Trajektorie kann beispielsweise beschrieben werden mittels
der Angabe der nacheinander angefahrenen Wegpunkte (dann auch
als punkt-basierte Trajektorie bezeichnet), mittels der
10 Angabe der abgefahrenen Bahnkurve (dann auch als bahn-
basierte Trajektorie bezeichnet) oder mittels einer Mischung
dieser Angaben.

- Die punkt-basierte Trajektorie kann beispielsweise offen
15 lassen, auf welchem Wege die Wegpunkte nacheinander
eingenommen werden, d.h. diese kann das Ermitteln der
konkreten Bahnkurve, welche die Wegpunkte miteinander
verbindet, der Steuervorrichtung bzw. den Möglichkeiten der
Maschine überlassen. Die punkt-basierte Trajektorie eignet
20 sich beispielsweise, wenn die Tätigkeit diskrete
Arbeitsschritte an diskreten Orten aufweist (beispielsweise
Pick-and-Place).

- Die bahn-basierte Trajektorie ermöglicht eine eindeutige
25 Wegpunkt-Zeitpunkt-Zuordnung und beschreibt damit im Detail,
welcher Wegpunkt zu welchem Zeitpunkt eingenommen wird. Die
bahn-basierte Trajektorie eignet sich beispielsweise, wenn
die Tätigkeit entlang eines bestimmten Pfades oder mit einer
bestimmten Geschwindigkeit erfolgen soll (beispielsweise das
30 Verteilen von Klebstoff oder das Lackieren).

- Gemäß verschiedenen Ausführungsformen erfolgt das Trainieren
der Maschine unter Verwendung der Trainingsdaten. Dazu können
die Trainingsdaten aufgezeichnet werden. Beispielsweise kann
35 das Aufzeichnen der Trainingsdaten mittels Eingebens der
Aktivierungsinformation gestartet werden. Grundsätzlich kann
das Aufzeichnen von Daten allerdings auch schon vor dem

eigentlichen Trainieren erfolgen, z.B. sobald das Handgerät angeschaltet und/oder im System registriert ist. In dem Fall kann die Aktivierungsinformation angeben, welcher Teil der aufgezeichneten Daten als Trainingsdaten verwendet wird. Mit
5 anderen Worten können von den aufgezeichneten Daten diejenigen, die als Trainingsdaten verwendet werden, herausgefiltert werden mittels der Aktivierungsinformation (z.B. zeitaufgelöst). Dazu kann die Aktivierungsinformation beispielsweise einen Zeitstempel aufweisen, der mit der
10 zeitabhängigen Aufzeichnung der Daten abgeglichen wird. Alternativ kann das Filtern der aufgezeichneten Daten auch nach dem Beenden des Aufzeichnens erfolgen, z.B. manuell anhand einer grafischen Darstellung der aufgezeichneten Daten. In dem Fall können diejenigen Daten von dem Nutzer
15 markiert werden mittels der Aktivierungsinformation, die als Trainingsdaten dem Trainieren der Maschine zugeführt werden sollen (z.B. ein Anfang und ein Ende einer Datensequenz). In analoger Weise können den bereits vorhandenen Trainingsdaten weitere Daten hinzugefügt werden oder aus den bereits
20 vorhandenen Trainingsdaten können Teile entfernt werden. Das Filtern kann beispielsweise mittels einer Handgerät-externen Vorrichtung erfolgen.

Das Herausfiltern der Trainingsdaten (kurz auch als Filtern
25 bezeichnet) kann beispielsweise aufweisen, den gesamten aufgezeichneten Bewegungsablauf mithilfe der Handgerät-externen Vorrichtung abzuspielen und dessen Bewegungen zu untersuchen. Das Abspielen des aufgezeichneten Bewegungsablaufs kann mittels des physischen Roboters
30 und/oder mittels einer virtuellen Repräsentation des Roboters erfolgen. Die aufgezeichneten Daten können beispielsweise auf dem Roboter mittels eines Fernzugriffs (z.B. einem Anwendungsprogramm, wie beispielsweise einer iOS Anwendung) einmal oder mehr als einmal abgespielt werden und die
35 Bewegungen untersucht werden. Einzelne Punkte im Raum, so genannte Keyframes, welche als Trainingsdaten erhalten bleiben sollen, können dabei in den Daten markiert und

- gegebenenfalls feinjustiert werden, z.B. durch Funktionen in den verschiedenen Koordinatensystemen. Zusätzlich oder alternativ dazu können mithilfe von Machine Learning (maschinelles Lernen) und mathematischen Optimierungen
- 5 markierbare Punkte und/oder die gesamten oder Teile der gesamten für das Training genutzten Daten vorhergesagt und gefiltert werden. Das Filtern kann beispielsweise aufweisen, Anomalien, Bewegungsqualität und Ausdruckstärke, redundante Informationen und/oder Datenreduktion zu berücksichtigen.
- 10 Zusätzlich oder alternativ dazu kann die Verfahrenart des Roboters (auch als Bewegungsart bezeichnet) zwischen zwei Punkten definiert werden, zum Beispiel Punkt-zu-Punkt-, Linear- oder Halbkreis-Verfahrenart. Das Filtern kann ein oder
- 15 mehr als einmal mittels durch den Nutzer vorgegebener Informationen wiederholt werden, z.B. bis die zum Training zu verwendenden Daten ermittelt sind.
- Die Summe aller markierten Punkte (Keyframes) des
- 20 aufgezeichneten Bewegungsablaufs und dessen Verfahrenart können als Trainingsdaten oder zumindest als Teil dessen verwendet werden. Optional können die markierten Punkte im Raum kartesisch verschoben werden und/oder es kann der Endeffektor des Roboters um einen solchen Punkt rotiert werden.
- 25 Beispiele für das Filtern bzw. für Komponenten des Filterns können somit aufweisen: Ermitteln und Entfernen von Anomalien aus den Trainingsdaten, Glätten der Trainingsdaten (z.B. zur Verbesserung von der Bewegungsqualität und ihre
- 30 Ausdrucksstärke), Ermitteln und Entfernen von redundanten Teilen der Trainingsdaten (die beispielsweise identisch sind oder zumindest kaum Mehrwert bieten), Datenreduktion bei Erhaltung des Inhaltes.
- 35 Alternativ oder zusätzlich zu dem Filtern können Teile der Trainingsdaten gruppiert werden, z.B. als Repräsentation

einzelner Operationen bzw. Aktivitäten des komplexeren Gesamtprozesses.

Fig.1 veranschaulicht ein Handgerät 100 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Seitenansicht oder Querschnittsansicht. Das Handgerät 100 kann eine Längserstreckung 101 (Ausdehnung in Längsrichtung 711a) aufweisen, die beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 cm (Zentimeter) bis ungefähr 50 cm ist, z.B. in einem Bereich von ungefähr 15 cm bis ungefähr 30 cm. Entlang der Längsrichtung 711a kann das Handgerät 100 von zwei Stirnseiten 101a, 101b begrenzt sein, von denen eine erste Stirnseite 101a die Kupplungsstruktur 102 aufweist. Die Kupplungsstruktur 102 (z.B. ein Kupplungsmechanismus) kann eingerichtet sein zum lösbaren Kuppeln eines Wechselaufsatzes, wie er später noch genauer beschrieben wird.

Der Griff 104 kann sich von der Kupplungsstruktur 102 weg entlang der Längsrichtung 711a erstrecken. Der Griff 104 kann beispielsweise ergonomisch geformt sein, z.B. abgerundet, sich verjüngend und/oder anderweitig an der Form einer Hand angepasst sein. Im Allgemeinen kann der Griff 104 eingerichtet sein, von einer oder mehr als einer Hand eines Benutzers ergriffen und/oder gehalten zu werden. Beispielsweise müssen verschiedene Ausführungsformen nicht notwendigerweise einen separaten Griff (Extragriff) aufweisen, sondern können diesen integriert haben. Dazu kann der Griff 104 beispielsweise eine Längserstreckung 101 aufweisen, die beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 5 cm (Zentimeter) bis ungefähr 30 cm ist, z.B. in einem Bereich von ungefähr 10 cm bis ungefähr 20 cm. Alternativ oder zusätzlich kann der Griff 104 einen Umfang (z.B. entlang eines in sich geschlossenen Pfades, der quer zur Längsrichtung 711a verläuft), aufweisen, der in einem Bereich von ungefähr 10 cm bis ungefähr 30 cm ist.

Der Griff 104 kann auch anders relativ zu der Kupplungsstruktur 102 ausgerichtet sein, z.B. sich schräg zu Ankupplungsrichtung erstreckend, so dass das Handgerät 100 abgewinkelt ist. Dies kann für manche Tätigkeiten intuitiver
5 sein. Das hierin für das längererstreckte Handgerät 100 Beschriebene kann selbstverständlich in Analogie für eine andere Konfiguration oder Ausrichtung des Griffs 104 gelten. Ebenso kann das Handgerät 100 mehrere (z.B. voneinander weg oder quer zueinander ersteckte) Griffe aufweisen, die ein
10 sicheres Handhaben des Handgeräts 100 ermöglichen. In Analogie kann der oder jeder Griff mehrere Griffpunkte aufweisen für mehrere Hände. Einer oder mehr als einer der Griffe kann der Griff des Handgeräts sein. Einer oder mehr als einer der Griffe kann lösbar an dem Handgerät befestigt
15 sein oder werden, beispielsweise als Komponente des Wechselaufsatzes oder als separater Griff bereitgestellt. Einer oder mehr als einer der Griffe des Handgeräts kann persistent (dauerhaft) oder nicht persistent sein.

20 Optional kann das Handgerät 100 eine oder mehr als eine Benutzerschnittstelle (z.B. Benutzer-Eingabeschnittstelle und/oder Benutzer-Ausgabeschnittstelle) aufweisen. Beispiele für die eine oder mehr als eine Benutzerschnittstelle des Handgeräts 100 können einen Bildschirm (auch als
25 Anzeigevorrichtung bezeichnet), eine physische Tastatur, einen Lautsprecher, eine Vibrationsvorrichtung, einen oder mehr als einen physischen Schalter (z.B. Taster), eine oder mehr als eine Lichtquelle oder Ähnliches aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann das Handgerät 100 einen oder
30 mehr als einen Sensor aufweisen, wie später noch genauer beschrieben wird. Die Vibrationsvorrichtung kann im Allgemeinen einen Schwingungserreger aufweisen, z.B. eine Membran oder ein Piezoelement. Der Schwingungserreger kann eingerichtet sein, ein diesem eingekoppeltes elektrisches
35 Signal in eine mechanische Schwingung, die haptisch erfassbar ist (auch als Vibration bezeichnet), umzuwandeln (z.B. die Frequenz des Signals aufweisend).

Die Eingabeeinheit 108 kann beispielsweise mittels einer Benutzerschnittstelle (dann auch als Benutzer-Eingabeschnittstelle bezeichnet) bereitgestellt sein, welche
5 zum Betätigen durch einen Benutzer eingerichtet ist, so dass die Aktivierungsinformation eingegeben werden kann mittels des Betätigens der Benutzerschnittstelle. Die Aktivierungsinformation kann im Allgemeinen mittels eines Sensors erfasst werden, z.B. mittels eines
10 berührungsempfindlichen Sensors (was eine berührungsempfindliche Eingabeeinheit 108 bereitstellt). Alternativ oder zusätzlich kann die Eingabeeinheit auch einen anderen Sensor aufweisen, welcher ein Betätigen der Eingabeeinheit erfassen kann. Der Sensor der Eingabeeinheit
15 108 kann beispielsweise ein Annäherungssensor, ein Berührungssensor, ein physischer Schalter (z.B. Taster) oder Ähnliches sein.

Die Eingabeeinheit 108 kann beispielsweise Teil des Griffes
20 104 sein oder an diesen angrenzen. Dies erleichtert die Bedienung.

Die Aktivierungsinformation kann im Allgemeinen das Aktivieren des Trainierens der Maschine auslösen. In einem
25 wenig komplexen Beispiel, kann das Trainieren aktiviert werden, wenn mittels der Eingabeeinheit 108 eine Benutzereingabe (z.B. eine Kraft und/oder eine Berührung aufweisend) erfasst wird. Beispielsweise kann der Schalter mittels der Kraft betätigt werden, so dass das Trainieren
30 aktiviert wird. In ähnlicher Weise kann das Trainieren deaktiviert werden, zum Beispiel wenn erfasst wird, dass eine andere Benutzereingabe erfolgt oder die Benutzereingabe unterbrochen wird. Es können allerdings auch komplexere Benutzereingaben implementiert werden. Beispielsweise kann
35 eine erste Eingabesequenz (beispielsweise ein langer oder wiederholter Tastendruck) das Trainieren aktivieren und/oder kann eine zweite Eingabesequenz das Trainieren deaktivieren.

Die Eingabeeinheit 108 ermöglicht beispielsweise die Aufzeichnung von Informationen über die Tätigkeit zu starten und/oder zu beenden. Die mittels der Eingabeeinheit 108 bereitgestellten Funktionen können aber auch ganz oder
5 teilweise mittels einer anderen Handgerät-externen Vorrichtung bereitgestellt werden, z.B. mittels eines Funkschalters und/oder mittels einer mobilen Rechenvorrichtung (z.B. eines Tablets), auf welcher beispielsweise eine Anwendung ausgeführt wird, welche die
10 Funktionen der Eingabeeinheit 108 emuliert.

Allgemeiner gesprochen kann eine mittels der Eingabeeinheit 108 eingegebene erste Aktivierungsinformation repräsentieren, dass das Trainieren aktiviert und/oder fortgesetzt werden
15 soll. Alternativ oder zusätzlich kann eine mittels der Eingabeeinheit eingegebene zweite Aktivierungsinformation repräsentieren, dass das Trainieren deaktiviert und/oder unterbrochen werden soll.

20 Die Eingabeeinheit 108 kann optional gemäß einem Nahfeld-Kommunikationsprotokoll eingerichtet sein, gemäß welchem die Aktivierungsinformation eingegeben wird. Beispielsweise kann NFC verwendet werden, um die Aktivierungsinformation
25 einzugeben.

Die Aktivierungsinformation kann mittels der Ausgabeeinheit 110 ausgegeben (z.B. kommuniziert) werden. Die Ausgabeeinheit 110 kann beispielsweise eingerichtet sein, die Aktivierungsinformation gemäß einem Kommunikationsprotokoll
30 auszugeben, z.B. gemäß einem Netzwerk-Kommunikationsprotokoll. Die Aktivierungsinformation kann beispielsweise drahtgebunden (auch als kabelgebunden bezeichnet) oder drahtlos übertragen werden. Grundsätzlich können beliebige Kommunikationsprotokolle verwendet werden,
35 standardisierte oder auch proprietäre Kommunikationsprotokolle. Im Folgenden wird zum einfacheren Verständnis auf eine drahtlose Kommunikation der

Ausgabeeinheit 110 (z.B. mittels Funk) Bezug genommen. Das Beschriebene kann allerdings in Analogie auch für eine drahtgebundene Kommunikation der Ausgabeeinheit 110 gelten.

- 5 Die Ausgabeeinheit 110 kann beispielsweise eine Datenübertragungsschnittstelle aufweisen, z.B. einen Signalgenerator und eine Antenne. Der Signalgenerator kann beispielsweise eingerichtet sein, die Aktivierungsinformation zu codieren, z.B. gemäß dem Kommunikationsprotokoll, und ein
10 Signal gemäß der codierten Aktivierungsinformation der Antenne zuführen.

- Der Griff 104, die Eingabeeinheit 108 und/oder die Kupplungsstruktur 102 können beispielsweise Teil eines
15 Gehäuses 136 des Handgeräts 100 sein oder von dem Gehäuse 136 gehalten werden. Das Gehäuse 136 kann einen Hohlkörper aufweisen, in welchem eine oder mehr als eine elektrische Komponente des Handgeräts 100 angeordnet ist, z.B. die Ausgabeeinheit 110, zumindest ein Sensor, eine Batterie, usw.

- 20 Um das Handgerät 100 einfacher handhaben (z.B. bewegen) zu können, kann das Handgerät 100 leicht sein, z.B. ein Gewicht aufweisen von weniger als ungefähr 5 kg (Kilogramm), z.B. als ungefähr 2,5 kg, z.B. als ungefähr 1 kg, z.B. als ungefähr
25 0,5 kg. Alternativ oder zusätzlich kann das Handgerät 100 aus einem leichten Material gefertigt sein. Beispielsweise kann ein Gehäuse 136 des Handgeräts 100 einen Kunststoff und/oder Leichtmetall aufweisen oder daraus gebildet sein.

- 30 Im Allgemeinen muss die Kupplungsstruktur 102 nicht notwendigerweise stirnseitig angeordnet sein. Beispielsweise kann die Kupplungsstruktur 102 auch an jeder Position des Endabschnitts des Handgeräts 100 angeordnet sein, der von dem Griff 104 weg erstreckt ist, z.B. auch seitlich. Eine
35 stirnseitige Kupplungsstruktur 102 kann intuitiver und einfacher zu benutzen sein. Eine seitliche Kupplungsstruktur 102 kann eine komplexere Kupplungsmechanik ermöglichen.

Beispielsweise können mehrere Magneten entlang eines ringförmigen Pfades an der Außenseite des Endabschnitts angeordnet sein.

- 5 Im Folgenden wird zum leichteren Verständnis auf eine stirnseitige Kupplungsstruktur 102 Bezug genommen. Das Beschriebene kann in Analogie für eine anders angeordnete Kupplungsstruktur 102 gelten, z.B. für eine seitlich angeordnete Kupplungsstruktur 102.

10

- Fig.2** veranschaulicht ein System 200 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Seitenansicht oder Querschnittsansicht, wobei das System 200 das Handgerät 100 und einen Wechselaufsatz 210 aufweist, der mit der
15 Kupplungsstruktur 102 lösbar gekuppelt ist.

- Das lösbare Kuppeln kann verstanden werden, als dass der Wechselaufsatz mittels der Kupplungsstruktur 102 zerstörungsfrei an dem Handgerät 200 befestigt werden kann
20 und/oder von diesem gelöst werden kann, beispielsweise wiederholt und/oder ohne Werkzeug zu benötigen. Beispielsweise können zwei Wechselaufsätze gegeneinander ausgetauscht werden.

- 25 Dazu können die Kupplungsstruktur 102 und der oder jeder Wechselaufsatz 210 zueinander korrespondierend eingerichtet sein, so dass diese, wenn in physischem Kontakt miteinander gebracht sind, miteinander verbunden werden können, z.B. mittels einer Relativbewegung dieser zueinander. In analoger
30 Weise können diese wieder voneinander getrennt werden, so dass der Wechselaufsatz 210 in einen Abstand von der Kupplungsstruktur 102 gebracht oder ausgewechselt werden kann.

- 35 Beispielsweise kann der oder jeder Wechselaufsatz 210 eine zu der Kupplungsstruktur 102 korrespondierende Gegen-Kupplungsstruktur 212 aufweisen, die miteinander verbunden

- werden können. Beispielsweise kann das Verbinden mittels eines Formschlusses und/oder eines Kraftschlusses erfolgen. Weist die Kupplungsstruktur 102 ein Bajonett oder Gewinde auf, kann dies einen Formschluss bereitstellen. Weist die
- 5 Kupplungsstruktur 102 einen Einsteckabschnitt auf, kann dies einen Kraftschluss mittels Ineinandersteckens bereitstellen. Ein solcher ist kostengünstig umzusetzen und einfach zu handhaben.
- 10 Beispielsweise kann das Verbinden mittels eines magnetischen Feldes erfolgen, z.B. indem die Kupplungsstruktur 102 und/oder der Wechselaufsatz 210 einen Magneten aufweist, der das magnetische Feld bereitstellt. Der Magnet kann ein
- 15 Dauermagnet oder Elektromagnet sein. Das magnetische Feld kann eine Anziehungskraft zwischen der Kupplungsstruktur 102 und dem Wechselaufsatz 210 bereitstellen, z.B. mittels eines ferromagnetischen Materials des Wechselaufsatzes 210.
- Der Wechselaufsatz 210 kann gemäß der anzutrainierenden
- 20 Tätigkeit eingerichtet sein. Beispielsweise kann der Wechselaufsatz 210 ein Werkzeug 214 zum Durchführen der Tätigkeit aufweisen. Das Werkzeug 214 kann allgemein eine der Tätigkeit gemäß Funktion repräsentieren, mittels welcher auf ein Werkstück eingewirkt wird. Das Werkzeug 214 kann
- 25 beispielsweise ein Urformen-Werkzeug, Inspizieren-Werkzeug, ein Fügen-Werkzeug (z.B. Schrauber, Klebepistole oder Schweißgerät), ein Verlagerung-Werkzeug (z.B. Greifer), ein Trennen-Werkzeug oder Ähnliches repräsentieren. Das Fügen-Werkzeug kann beispielsweise ein Beschichten-Werkzeug (z.B.
- 30 eine Lackierpistole, einen Pulverbeschichtung-Pistole) aufweisen oder daraus gebildet sein. Das Werkzeug 214 des Wechselaufsatzes 210 muss allerdings nicht oder nicht vollständig funktionstüchtig sein, sondern es kann
- 35 ausreichen, wenn das Werkzeug 214 des Wechselaufsatzes 210 die Form und/oder Kontur des realen Prozesswerkzeugs und/oder zumindest ein Abbild dessen aufweist (beispielsweise analog zu einem Blindelement).

Das System 200 kann beispielsweise mehrere (z.B. mindestens 2, 3, 4, 5, 10 oder mindestens 20) solcher Wechselaufsätze 210 aufweisen, welche sich in ihrem Werkzeug 214 voneinander unterscheiden. Von den mehreren Wechselaufsätzen 210 kann ein Wechselaufsatz mit dem Handgerät 100 gekuppelt sein oder werden. Soll das Werkzeug verändert werden, kann ein an das Handgerät gekuppelter erster Wechselaufsatz 210, der ein erstes Werkzeug 214 aufweist, gegen einen zweiten Wechselaufsatz, der ein davon verschiedenes zweites Werkzeug 214 aufweist, ausgetauscht werden.

Das System 200 kann noch weitere Komponenten aufweisen, wie später genauer beschrieben wird.

Das Paar aus Handgerät 100 und daran angekuppelten Wechselaufsatz 210 wird im Folgenden auch als Trainiergerät 302 und das Werkzeug des Wechselaufsatzes 210 als Trainierwerkzeug 214 bezeichnet. Im Allgemeinen kann ein Wechselaufsatz 210 auch mehrere Trainierwerkzeuge 214 aufweisen, die sich beispielsweise in der Tätigkeit unterscheiden, gemäß welcher diese eingerichtet sind. Die mehreren Trainierwerkzeuge 214 des Wechselaufsatzes 210 können beispielsweise drehbar an der Gegen-Kupplungsstruktur 212 gelagert sein.

Eine elektrische Leistung des oder jedes Trainierwerkzeugs 214 kann beispielsweise kleiner sein als des Handgeräts 100. Dies erleichtert es, das Trainierwerkzeug 214 mittels des Handgeräts 100 elektrisch zu versorgen und/oder ermöglicht ein passives Trainierwerkzeug 214.

In verschiedenen Ausführungsformen kann das Trainierwerkzeug 214 beispielsweise als nicht voll-funktionsfähiges Werkzeug bereitgestellt sein oder werden.

Ein Gewicht des oder jedes Trainierwerkzeugs 214 kann beispielsweise kleiner sein als des Handgeräts 100. Dies erleichtert es, das Trainierwerkzeug 214 mittels des Handgeräts 100 zu tragen und vereinfacht dessen Befestigung.

5

Ein Material des oder jedes Trainierwerkzeugs 214 kann beispielsweise Kunststoff und/oder Leichtmetall (z.B. Aluminium) sein. Dies reduziert dessen Gewicht.

10 Eine Größe (z.B. Volumen und/oder Ausdehnung entlang der Längsrichtung) des oder jedes Trainierwerkzeugs 214 kann beispielsweise kleiner sein als des Handgeräts 100. Dies erleichtert es, das Trainierwerkzeug 214 mittels des Handgeräts 100 zu tragen und vereinfacht dessen Befestigung.

15 Wenn eine geringere oder keine Erleichterung in Kauf genommen werden kann, kann das Trainierwerkzeug 214 auch gleich groß sein oder größer sein als das Handgerät 100.

Die Kupplungsstruktur 102 kann ein Auswechseln des
20 Wechselaufsatzes 210 erleichtern, wie im Folgenden genauer beschrieben wird. Alternativ zu der Kupplungsstruktur 102 kann das Trainierwerkzeug 214 auch fest (d.h. unlösbar) an dem Handgerät 100 angebracht sein (so dass dieses nicht zerstörungsfrei, ohne Werkzeug, d.h. montagefrei, gewechselt
25 werden kann). Das Trainierwerkzeug 214 kann beispielsweise mittels Schrauben anderweitig befestigt an der Stirnseite befestigt sein, z.B. damit verschweißt oder verklebt. Das Trainierwerkzeug 214 kann beispielsweise in die Stirnseite eingebettet sein. Ein solches Handgerät 100 mit fest
30 installiertem Trainierwerkzeug 214 kann dann zum Trainieren genau der einen Tätigkeit eingerichtet sein, gemäß welcher das Trainierwerkzeug 214 eingerichtet ist. Das im Folgenden für das Handgerät 200 mit Kupplungsstruktur 102 Beschriebene kann sinngemäß auch für das Handgerät mit fest installiertem
35 Trainierwerkzeug 214 gelten. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Tätigkeit Allgemein über die von ihr zu erfüllende Prozessaufgabe definiert sein und nicht

(z.B. nur) über den spezifischen Vorgang zur Erfüllung der Prozessaufgabe. Dies ermöglicht beispielsweise Variationen beim Erfüllen derselben Prozessaufgabe zu berücksichtigen und somit mehr Freiraum bei der Gestaltung des Trainierens der Maschine. Beispielsweise kann die Tätigkeit auch Variationen bzw. Abwandlungen von Vorgängen sowie ähnliche oder gleichartige Vorgänge umfassen, welche dieselbe Prozessaufgabe erfüllen.

10 **Fig.3** veranschaulicht ein Verfahren 300 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in verschiedenen schematischen Ansichten.

Weiterhin ist in Fig.3 eine zu trainierende Maschine 114 dargestellt. Die zu programmierende Maschine 114 kann ein Roboter sein, z.B. ein Industrieroboter, zur Handhabung, Montage oder Bearbeitung eines Werkstücks, ein kollaborativer Roboter (auch als Cobot bezeichnet) bzw. ein Serviceroboter (z.B. eine Kochmaschine oder eine Pflegemaschine). Das Verfahren 300 ermöglicht beispielsweise das Endnutzerprogrammieren der vollständigen Automatisierungsapplikation (inklusive Prozessparameter und Integration) durch einen technischen Laien. Die zu trainierende Maschine 114 kann eine physische Maschine sein. Das für diese hierin Beschriebene kann in Analogie auch für eine virtuelle zu trainierende Maschine 114 gelten.

Beispielsweise kann bei der Verwendung mehrerer physischer Maschinen 114 gleichen Typs (beispielsweise mittels Ausmitteln der Fertigungsungenauigkeiten jeder der Maschinen) ein idealisiertes virtuelles Modell des Typs (das maschinentypspezifische Modell) verwendet werden, welches antrainiert wird. Auf Grundlage der antrainierten virtuellen Maschine 114 können die Steuerinformationen ermittelt werden (anschaulich ein Mapping der physischen Maschine), z.B. automatisiert.

Die zu trainierende Maschine 114 kann im Allgemeinen einen Manipulator und ein Gestell 114u aufweisen, an welchem der Manipulator abgestützt ist. Der Begriff Manipulator fasst die Gesamtheit der beweglichen Glieder 114v, 114g, 114w der

5 Maschine 114 zusammen, deren Ansteuerung eine physikalische Interaktion mit der Umgebung ermöglicht, um z.B. eine Prozesstätigkeit durchzuführen. Zur Ansteuerung kann die Maschine 114 eine Steuervorrichtung 702 (auch als Maschinensteuerung 702 bezeichnet) aufweisen, welche

10 eingerichtet ist, die Interaktion mit der Umgebung gemäß einem Steuerprogramm zu implementieren. Das letzte Glied 114w des Manipulators (auch als Endeffektor 114w bezeichnet) kann ein oder mehr als ein Werkzeug 124w (auch als Prozesswerkzeug 124w bezeichnet) aufweisen, welches gemäß der zu

15 trainierenden Tätigkeit eingerichtet ist, z.B. die Tätigkeit auszuführen. Das Prozesswerkzeug 124w kann beispielsweise ein einen Schweißbrenner, ein Greifinstrument, eine Klebepistole, eine Lackiereinrichtung oder dergleichen aufweisen.

20 Der Manipulator kann zumindest eine Positionierungsvorrichtung 114p, beispielsweise einen Roboterarm 114p (allgemeiner auch als Gelenkarm bezeichnet), aufweisen, an welchem der Endeffektor 114w befestigt ist. Der Roboterarm 114p stellt anschaulich einen mechanischen Arm

25 bereit, welcher ähnliche Funktionen wie ein menschlicher Arm oder sogar darüber hinaus (z.B. mehrachsige Bewegungen pro Gelenk oder kombinierte Drehung und Schwenkung pro Gelenk) bereitstellen kann. Der Roboterarm 114p kann beispielsweise mehrere (z.B. mindestens 2, 3, 4, 5, 10 oder mindestens 20)

30 Gelenke aufweisen, von denen jedes Gelenk mindestens einen (z.B. 2, 3, 4, 5 oder 6) Freiheitsgrad bereitstellen kann.

Der Manipulator kann selbstverständlich auch anders eingerichtet sein, z.B. bei einer Portalmaschine, dem

35 allgemeinen Typ der Mehrgelenk-Roboter oder einem Deltaroboter. Die Maschine kann beispielsweise eine offene oder eine geschlossene kinematische Kette aufweisen. Im

Folgenden wird auf den einfacher verständlicheren Roboterarm 114p Bezug genommen. Das für den Roboterarm 114p Beschriebene kann in Analogie auch für eine anders eingerichtete Maschine bzw. einen anders eingerichteten Manipulator gelten.

5

Die Glieder der Positionierungsvorrichtung 114p können beispielsweise Verbindungsglieder 114v und Gelenkglieder 114g sein, wobei die Verbindungsglieder 114v mittels der Gelenkglieder 114g untereinander verbunden sind. Ein
10 Gelenkglied 114g kann beispielsweise ein oder mehrere Gelenke aufweisen, von denen jedes Gelenk den damit verbundenen Verbindungsgliedern 114v relativ zueinander eine rotatorische Bewegung (d.h. Drehbewegung) und/oder eine translatorische Bewegung (d.h. Verschiebung) bereitstellen kann. Die Bewegung
15 der Gelenkglieder 114g kann mittels Aktoren in Gang gesetzt werden, welche von der Steuervorrichtung 702 angesteuert werden. Ein oder mehr als ein Gelenk kann auch ein Kugelgelenk aufweisen oder daraus gebildet sein.

20 In 301 kann ein Trainiergerät 302 (das Handgerät 100 und daran angekuppelten Wechsellaufsatz 210 aufweisend) bereitgestellt sein oder werden. Zum Trainieren (beispielsweise sobald bzw. solange das Trainieren aktiviert ist) kann eine Person 106 (auch als Benutzer bezeichnet) eine
25 Tätigkeit zur Erledigung der Prozessaufgabe mittels des Trainiergeräts 302 vorführen (z.B. Lackieren, Fertigen und/oder Montieren eines Bauteils). Das Trainierwerkzeug 214 kann beispielsweise ein beliebiges Prozesswerkzeug 124w repräsentieren, dass eine Maschine 114 führen kann. Dazu kann
30 das Prozesswerkzeug 124w mit dem Werkstück in Wechselwirkung treten.

Zum Trainieren kann das Trainiergerät 302 Daten an eine Handgerät-externe Vorrichtung übermitteln, z.B. zumindest die
35 Trainingsdaten. Die Trainingsdaten können die Aktivierungsinformation und optional eine räumliche Information aufweisen oder daraus gebildet sein. Optional

- können die Trainingsdaten eine oder mehr als eine der folgenden Informationen aufweisen: Ein oder mehrere Kalibrierungswerte, Qualitätsinformationen, Sensordaten, (z.B. aggregierte, fusionierte und/oder optimierte)
- 5 Informationen, Aktivierungsinformationen. Eine Qualitätsinformation kann beispielsweise eine Zuverlässigkeit eines Datenpunkt des Trainierens angeben, beispielsweise anschaulich, wie gut der Datenpunkt ist. Die Qualitätsinformation kann jedem Datenpunkt des Trainierens
- 10 zugeordnet sein oder werden, z.B. mittels der handgerät-externen Vorrichtung. Die Aktivierungsinformationen können beispielsweise auf den Endeffektor der Maschine bezogen sein, z.B. deren Greifersystem und/oder Schweißgerät.
- 15 Die räumliche Information kann beispielsweise eine Lage und/oder deren Veränderung (d.h. eine Bewegung) des Trainiergeräts 302 im Raum repräsentieren. Die Aktivierungsinformation kann eine Eingabe an der Eingabeeinheit 108 repräsentieren. Die Bewegung kann
- 20 beispielsweise eine Translation und/oder Rotation des Trainiergeräts 302 aufweisen und beispielsweise durch Messung der Beschleunigung und/oder der Geschwindigkeit ermittelt werden.
- 25 Die Handgerät-externe Vorrichtung erhält beispielsweise die zeitabhängige Lage 111 (d.h. Ort und/oder Orientierung) des Trainiergeräts 302 bzw. dessen Koordinatensystem 711 im Raum 701, 703, 705 (z.B. innerhalb eines Gebäudes 511). Darauf basierend kann die zeitabhängige Lage 111 des
- 30 Trainierwerkzeugs 214 ermittelt werden. Eine Vielzahl von Positionen, die ein Objekt (z.B. das Handgerät 100, dessen Koordinatensystem 711 und/oder das Trainingswerkzeug 210) einnehmen kann, kann mittels einer Trajektorie 111 (auch als Trainiertrajektorie bezeichnet) repräsentiert werden. Jedem
- 35 Punkt der Trajektorie 111 können optional eine Zeit und/oder eine Ausrichtung des Objekts zugeordnet sein. Jeder Punkt der Trajektorie 111 und/oder der Ausrichtung kann mittels

- entsprechender Koordinaten angegeben werden. In analoger Weise kann die Trajektorie 111 alternativ oder zusätzlich auf das Koordinatensystem des Handgeräts 100 und/oder auf einen Arbeitsort bezogen sein. Der Raum 701, 703, 705 (auch als
- 5 Arbeitsraum bezeichnet), in welchem die Trajektorie 111 angegeben wird, kann von einem Koordinatensystem aufgespannt werden, welches ortsfest ist, d.h. eine invariante Lage zur Erdoberfläche aufweist.
- 10 Jedem Punkt (z.B. Vektor) der Trajektorie 111 kann optional ein oder mehr als ein tätigkeitsspezifischer und/oder werkzeugspezifischer Prozessparameter zugeordnet sein, z.B. eine Durchflussmenge, eine Durchflussrate, eine Intensität, eine elektrisch Leistung, ein Tastendruck, usw.
- 15 Dazu kann beispielsweise eine Ortungsvorrichtung 112 ortsfest eingerichtet sein und das Koordinatensystem 711 definieren (z.B. aufspannen). Die Ortungsvorrichtung 112 kann beispielsweise einen oder mehr als einen Sensor und/oder
- 20 einen oder mehr als einen Emitter aufweisen, wie später noch genauer beschrieben wird. Der Teil der Trainingsdaten, der von der Ortungsvorrichtung 112 bereitgestellt wird, kann mittels eines Zeitstempels synchronisiert in Beziehung zu dem Teil der Trainingsdaten, der von dem Trainiergerät 302
- 25 bereitgestellt wird, gesetzt werden.
- Die Trainingsdaten können optional tätigkeitsspezifische Prozessparameter aufweisen, wie später noch genauer beschrieben wird. Tätigkeitsspezifische Prozessparameter
- 30 können die Parameter der jeweiligen Funktion und/oder des Arbeitspunktes des Prozesswerkzeugs repräsentieren, z.B. einen Volumenstrom der Lackierpistole.
- Auf Grundlage der Trainingsdaten und der optionalen
- 35 tätigkeitsspezifischen Prozessparameter kann in 303 ein Modell 104m der Prozesstätigkeit (auch als Prozessmodell 104m bezeichnet) ermittelt werden. Dieses Prozessmodell 104m

beschreibt anschaulich die durchzuführende Bewegung des Prozesswerkzeugs 124w zum Erledigen der Prozessaufgabe. Das Prozessmodell 104m kann optional von einer Person 106 untersucht und angepasst werden.

5

In einem Beispiel weisen die eingehenden Trainingsdaten zeitbasierte Bewegungsdaten des von der Person 106 geführten Trainiergeräts 302 und Aktivierungsdaten der Eingabevorrichtung 108 auf. Anschließend wird die Zeitfolge
10 der Trainingsdaten, beispielsweise über Stützpunkte und/oder über aufgabenspezifische analytische Algorithmen, in Teilprozesse zerlegt (z.B. Anfahrt zum Startpunkt der Trajektorie, Einnehmen der Startposition, Beginn des Lackiervorgangs, Lackieren, Abschließen des Prozesses,
15 Abfahren vom Endpunkt der Trajektorie). Optional kann eine manuelle Nachbearbeitung der Trainingsdaten durch den Nutzer erfolgen. Anschließend wird eine Instanz eines Prozessmodells 104m, z.B. in Form eines Metamodells, erzeugt. Das Metamodell beschreibt dabei die Datentypen der Modellinstanz sowie deren
20 mögliche Relationen. Ein Modell ist in diesem Fall beispielhaft ein gerichteter Graph mit typisierten Knoten. Knoten haben einen Datentyp (Knoten des Metamodells), der die Parameter des Modells und deren Wertebereiche beschreibt. Die Erzeugung der Modellinstanz auf Basis der Trainingsdaten
25 erfolgt mit Hilfe von beispielsweise künstlichen neuronalen Netzen. Die künstlichen neuronalen Netze (kNN) können mit herkömmlichen Trainingsverfahren, beispielsweise dem sogenannten Backpropagation-Verfahren, trainiert werden. Alternativ oder zusätzlich können die Trainingsdaten mittels
30 mathematischer Optimierung und/oder maschineller Lernverfahren optimiert werden. Im Training werden die Trainingsvektoren gemäß den jeweils gewünschten Eingangsparametern gewählt, wie beispielsweise Raumkoordinaten des Trainiergeräts 302 (bzw. deren zeitliche
35 Veränderung), zugehörige Zeitangabe, Eingaben am Trainiergerät 302, die beispielsweise Arbeitspunkte und/oder Steuerpunkte des Prozesswerkzeugs repräsentieren können,

räumliche Ausrichtung des Trainiergeräts 302, usw. Es ist darauf hinzuweisen, dass sowohl die im Eingangsvektor des kNN enthaltenen Parameter als auch die im Ausgangsvektor des kNN enthaltenen Parameter stark anwendungsabhängig bzw.
5 prozessabhängig sind und entsprechend ausgewählt werden.

Ferner kann eine konkrete Hardwareplattform 114 (allgemeiner auch als Maschine 114 bezeichnet) ausgewählt (z.B. ein konkreter Robotertyp oder Endeffektor, etc.) werden. Die
10 Maschinenspezifik (z.B. Aufbau) der Maschine 114 kann mittels eines Modells 114m der Maschine 114 berücksichtigt werden. Das Modell 114m der Maschine 114 kann maschinenspezifische Informationen eines oder mehrerer verschiedener Maschinen 114 aufweisen. Die maschinenspezifischen Informationen können
15 maschinenspezifische Kenngrößen aufweisen, wie beispielsweise Positionier- und Wiederholgenauigkeiten, maximaler Bewegungsraum, Geschwindigkeiten, Beschleunigung, usw.. Alternativ oder zusätzlich können die maschinenspezifischen Informationen zumindest das Prozesswerkzeug 124w (auch als
20 Maschinenwerkzeug 124w bezeichnet) repräsentieren, die beispielsweise an der Positionierungsvorrichtung 114p der Maschine 114 befestigt sind.

Basierend auf dem Modell 114m der Maschine 114 und dem
25 Prozessmodell 104m kann in 305 ein plattformspezifisches Modell 116m (auch als Steuerungsmodell 116m bezeichnet) für die Maschinensteuerung 702 generiert werden. Das Steuerungsmodell 116m kann die jeweiligen Steuerinformationen aufweisen, welche die Bewegung und/oder Tätigkeit der
30 Maschine 114 steuern. Beispielsweise können dabei die maschinenspezifischen Steuerinformationen (z.B. Volumenstrom am Lackierendeffektor und/oder Bewegungsabläufe) ermittelt werden, welche zu den tätigkeitsspezifischen Prozessparametern korrespondieren.

35 Das Prozessmodell 104m muss aber nicht notwendigerweise separat ermittelt werden. Auf Grundlage der Trainingsdaten

und der optionalen tätigkeitsspezifischen Prozessparameter kann in 305 auch direkt das Steuerungsmodell 116m ermittelt werden, indem beispielsweise die Trajektorie 111 des Trainierwerkzeugs 214 auf eine Trajektorie 113 des
5 Prozesswerkzeugs 124w abgebildet wird.

In 307 kann optional auf Grundlage des Steuerungsmodells 116m mittels eines Codegenerators 412 ein Programmcode 116 (z.B. Quellcode) generiert werden. Der Programmcode 116 kann den
10 jeweiligen Code bezeichnen, in welchem das Steuerungsprogramm 116 geschrieben ist. Je nach Prozessaufgabe, Informationstechnik-Infrastruktur und den konkreten Anforderungen können verschiedene Zielplattformen, auf denen der Programmcode 116 aufgeführt werden soll, bedient werden.
15 Dabei kann der Programmcode 116 für ein kommunizierendes Gesamtsystem generiert (z.B. die Robotersteuerung und die SPS-Steuerung) werden. Der Programmcode 116 kann optional vordefinierte Teile aufweisen, an denen der Programmcode 116 von einem Entwickler angepasst werden kann.

20 Das Bilden des Programmcodes 116 muss nicht notwendigerweise erfolgen, wie später noch genauer beschrieben wird. Die Steuerinformationen des Steuerungsmodells 116m können beispielsweise direkt umgesetzt werden von der
25 Steuervorrichtung 702 der Maschine 114.

In Analoger Weise muss nicht notwendigerweise das Bilden des Steuerungsmodells 116m und/oder des Prozessmodells 104m erfolgen. Beispielsweise können der Steuervorrichtung 702 der
30 Maschine 114 auch aufgearbeitete Trainingsdaten als Steuerinformationen zugeführt werden, welche dann von der Steuervorrichtung 702 der Maschine 114 interpretiert und in Steuersignale zum Ansteuern der kinematischen Kette der Maschine umgesetzt werden.

35 Die Codegenerierung 107 kann anschaulich aufweisen, eine Transformation vom abhängigen Modell in die Steuerungssprache

einer konkreten herstellerspezifischen Maschinensteuerung zu finden. In einem Beispiel erfolgt die Codegenerierung 107 in Form von Templates, die für eine Zielsprache existieren. Diese Templates haben Instanzen des plattformabhängigen Modells 116m als Eingabe und beschreiben auf Metamodellebene, wie daraus Textfragmente generiert werden. Darüber hinaus besitzen diese Templates neben einer reinen Textausgabe auch Kontrollstrukturen (z.B. Verzweigungen). Eine Template-Engine hat wiederum ein Template und eine Instanz des plattformunabhängigen Modells als Eingabe und erzeugt daraus eine oder mehrere Textdateien, die dem Programmcode 116 hinzugefügt werden können. Es versteht sich, dass auch jede andere Form der Codegenerierung 107 verwendet werden kann, z.B. ohne Templates zu verwenden und/oder nur auf Grundlage mathematischer Abbildungen.

Mittels der Codegenerierung 107 kann ein Steuerungsprogramm 116 gebildet werden, welches von der entsprechenden Maschine 114 ausführbar ist.

Die Codegenerierung 107 kann beispielsweise für eine Maschinensteuerung 702 und/oder eine SPS-Steuerung 702 erfolgen. Die Codegenerierung 107 kann beispielsweise menschenlesbare Codesegmente (d.h. Quellcode) und/oder maschinenlesbare Codesegmente (d.h. Maschinencode) erzeugen. Der Quellcode kann für verschiedene Zielsprachen generiert werden, z.B. je nachdem, welche Zielsprache sich für die entsprechende Maschine eignet. Optional kann der Quellcode, z.B. durch einen Entwickler, nachträglich angepasst und bearbeitet werden.

Das Erzeugen 305 des Steuermodells 116m kann somit auf Grundlage der Trainingsdaten und einem Model 114m der Maschine 114 erfolgen.

Fig.4 veranschaulicht das Verfahren 300 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Seitenansicht 400.

Das Verfahren 300 kann in 401 ferner aufweisen: Kalibrieren 403 des Systems 200. Das Kalibrieren kann aufweisen, eine Kalibrierungssequenz durchzuführen, wenn das Handgerät 100 an
5 der Maschine 114 befestigt ist, z.B. an dessen Manipulator. Dazu kann das System 200 eine Befestigungsvorrichtung 402 aufweisen, mittels welcher das Handgerät 100 lösbar an die Maschine 114 gekuppelt werden kann. Die Befestigungsvorrichtung 402 kann beispielsweise eingerichtet
10 sein zum magnetischen Befestigen, zum formschlüssigen und/oder kraftschlüssigen Befestigen, z.B. mittels eines Clips mittels eines Klettbands oder mittels eines andren Formschlusselements (z.B. Schrauben).

15 Die Kalibrierungssequenz kann aufweisen: Bewegen des Endeffektors 114w der Maschine 114, z.B. indem ein oder mehr als ein (z.B. jedes) Stellglied der kinematischen Kette der Maschine 114 angesteuert wird; und Erfassen der räumlichen Information des Handgeräts 100 (z.B. analog zu 301).

20 Beispielsweise können die Position und/oder Bewegung des Handgeräts 100 in Bezug auf das Koordinatensystem der Maschine und/oder ein globales Koordinatensystem kalibriert werden. Auf Grundlage der dadurch erhaltenen Informationen kann das Modell 114m der Maschine 114 (beispielsweise das
25 Steuerungsmodell, beispielsweise ein maschinentypspezifische Modell bzw. die Deltabildung) aktualisiert 401 werden.

Optional kann nachfolgend der Programmcode 116 generiert werden. Der Programmcode 116 kann dann auf Grundlage des
30 aktualisierten Modells 114m der Maschine 114 erzeugt 107 werden. Der Programmcode 116 muss aber nicht notwendigerweise erzeugt werden. Beispielsweise kann das Angelernte direkt auf der Steuervorrichtung der Datenverarbeitungsanlage 502 (vgl. Fig.5) ausgeführt werden, um die Maschine anzusteuern, wie
35 nachfolgend genauer beschrieben wird.

Die Kalibrierungssequenz kann anschaulich ein Einmessen des Roboters 114 im globalen Koordinatensystem ermöglichen.

- Das Verfahren 300 kann alternativ oder zusätzlich zu dem
- 5 Kalibrieren 403 des Systems 200 Folgendes aufweisen:
Ausführen der an die Maschine 114 zu übermittelnden
Steuerinformationen (z.B. in Form des Programmcodes, in Form
des Prozessmodells 104m und/oder in Form der Trainingsdaten)
mittels des Modells 114m der Maschine 114. In dem kann das
- 10 Modell 114m der Maschine 114 eingerichtet sein, die
Arbeitsweise der Maschine 114 zu emulieren. Das Modell 114m
der Maschine 114 kann beispielsweise ein virtuelles Abbild
der Maschine 114 aufweisen.
- 15 Anschaulich kann das mittels des Modells 114m der Maschine
114 eine Testinstanz bereitgestellt werden, auf welcher die
Steuerinformationen auf den Grad ihrer Integrität, ihrer
Aufgabenerfüllung und/oder ihrer Konfliktfreiheit getestet
werden können.
- 20 Optional kann auf einer Grundlage eines Ergebnisses des
Ausführens der Steuerinformationen mittels des Modells 114m
der Maschine 114 ein Anpassen der Steuerinformationen
erfolgen, z.B. manuell und/oder automatisch. Dies ermöglicht
- 25 es, den Grad der Integrität, den Grad der Aufgabenerfüllung
und/oder den Grad der Konfliktfreiheit zu vergrößern.

- Fig.5** veranschaulicht das System 200 gemäß verschiedenen
Ausführungsformen in einer schematischen Perspektivansicht
- 30 500, das ferner eine Handgerät-externe Vorrichtung aufweist.
Die Handgerät-externe Vorrichtung kann eine
Datenverarbeitungsanlage 502 aufweisen, welche eingerichtet
ist, den Programmcode 116 zu generieren 107 bzw. allgemeiner
Steuerungsinformationen zu generieren 107, wie später noch
- 35 genauer beschrieben wird. Dazu können der
Datenverarbeitungsanlage 502 die Trainingsdaten
bereitgestellt werden, z.B. indem diese von der

Ortungsvorrichtung 112 und/oder von dem Handgerät 100 an die Datenverarbeitungsanlage 502 übermittelt werden. Das Übermitteln kann beispielsweise gemäß einem drahtlos-Kommunikationsprotokoll erfolgen.

5

Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann von der Maschine 114 separat sein oder aber auch Teil dieser sein. Die Datenverarbeitungsanlage 502 der Maschine 114 kann beispielsweise deren Steuervorrichtung aufweisen oder daraus gebildet sein, z.B. eine speicherprogrammierbares System aufweisend. Anschaulich können die Trainingsdaten auf einer von der Maschine separaten Datenverarbeitungsanlage 502 verarbeitet und später auf die Robotersteuerung übertragen werden. Alternativ oder zusätzlich können die Trainingsdaten (z.B. teilweise oder vollständig) auf der Robotersteuerung selbst verarbeitet werden. Ebenso kann, z.B. wenn das Generieren des Programmcodes 116 weggelassen wird, die Maschine mittels der von der Maschine separaten Datenverarbeitungsanlage 502 direkt angesteuert werden. Im letzteren Fall kann die Datenverarbeitungsanlage 502 einen oder mehr als einen Steuerbefehl ermitteln auf Grundlage der Steuerinformationen und die Maschine ansteuern mittels des Steuerbefehls, z.B. über eine Programmierschnittstelle und/oder mittels eines Programmierkommunikationsprotokolls (API). Dann können die im Folgenden näher beschriebenen Schritte 305, 307, 316 weggelassen werden.

Im Folgenden wird auf eine von der Maschine separate Datenverarbeitungsanlage 502 Bezug genommen. Das Beschriebene kann in Analogie auch für eine Datenverarbeitungsanlage 502 gelten, die in die Maschine 114 integriert ist und/oder der Maschine die Steuerbefehle direkt bereitstellt.

Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann optional kommunikativ mit der Maschine 114 gekoppelt 502k sein, z.B. mit der Maschinensteuerung 702, z.B. wenn diese von der Maschine 114 separat ist, oder eine Komponente der Maschine 114 sein. Die

kommunikative Kopplung 502k kann beispielsweise mittels eines Kabels 502k bereitgestellt sein oder alternativ auch drahtlos. Mittels der Kopplung 502k kann das Ansteuern der Maschine 114 erfolgen, z.B. gemäß der Kalibrierungssequenz.

5 Alternativ oder zusätzlich kann mittels der Kopplung 502k der erzeugte Programmcode 116 zu der Maschine 114 übertragen werden. Das Kommunizieren mit der Maschine 114 kann gemäß einem Kommunikationsprotokoll der Maschine erfolgen, z.B. gemäß einem Programmier- Kommunikationsprotokoll, einem

10 Netzwerk- Kommunikationsprotokoll und/oder einem Feldbus- Kommunikationsprotokoll. Die Codegenerierung 107 und/oder das Kommunizieren mit der Maschine 114 können somit für eine oder mehr als eine Maschine 114, optional unterschiedlichen Typs, optional mit der Berücksichtigung möglicher verschiedener

15 SPS-Steuerungssysteme, bereitgestellt werden.

Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann, wenn diese eine erste Aktivierungsinformation empfängt, beginnen, die Trainingsdaten aufzuzeichnen (auch als Aktivieren des

20 Trainierens bezeichnet). Das Aufzeichnen von Daten durch die Datenverarbeitungsanlage 502 kann selbstverständlich auch schon vorher beginnen. Die Trainingsdaten bezeichnen dann denjenigen Teil der Daten, der zum Trainieren auch verwendet wird. Dazu kann ein Filtern der aufgezeichneten Daten

25 erfolgen, beispielsweise manuell oder an einem Tablet.

Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann, wenn diese eine zweite Aktivierungsinformation empfängt, das Aufzeichnen der Trainingsdaten zu beenden (auch als Deaktivieren des

30 Trainierens bezeichnet). Das Aktivieren und Deaktivieren können wiederholt werden und die so aufgezeichneten Trainingsdaten konsolidiert werden. Auf Grundlage der Trainingsdaten kann dann der Programmcode 116 erzeugt 107 werden.

35 Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann beispielsweise ein softwaregestütztes Verfahren 300 zum Anlernen eines

Industrieroboters 114 ermöglichen, welches auch einem technischen Laien 106 zugänglich ist. So kann beispielsweise ein nicht-Programmierer 106 in die Lage versetzt werden, einen Industrieroboter 114 voll integriert anzulernen.

5

Mittels des Verfahrens 300 kann zumindest ein Aufgabenexperte 106 (z.B. ein Mechaniker oder ein Schweißer) eine oder mehr als eine Tätigkeit des Prozessablaufs beispielhaft mittels des Trainiergeräts 302 demonstrieren. Darauf basierend kann
10 die notwendige Steuerungssoftware 116 des Roboters 114, inklusive sämtlicher benötigten Softwarekomponenten, vollständig automatisiert generiert werden.

Das Verfahren 300 kann in 301 aufweisen: Erfassen der
15 Trainingsdaten mittels eines oder mehr als eines Sensors der Ortungsvorrichtung 112 und/oder des Trainiergeräts 302 (z.B. dessen Handgeräts 100). Beispielsweise kann das Handgerät 100 seine Lage und/oder Beschleunigung als Teil der Trainingsdaten bereitstellen. Alternativ oder zusätzlich kann
20 zumindest ein Sensor der Ortungsvorrichtung 112 (auch als externer Sensor bezeichnet) die Lage und/oder die Beschleunigung des Trainierwerkzeugs 214 und/oder des Handgeräts 100 als Teil der Trainingsdaten bereitstellen. Es können auch andere Messgrößen erfasst werden, welche einen
25 Ist-Zustand des Trainierwerkzeugs 214 und/oder des Handgeräts 100 repräsentieren, z.B. deren Trajektorie 111 (z.B. Lage und/oder Bewegung). Optional kann die Eingabeeinheit 108 zumindest einen Sensor aufweisen, der eine Handhabung gemäß der Tätigkeit als Teil der Trainingsdaten erfasst. Die
30 Trainingsdaten können an die Datenverarbeitungsanlage 502 (z.B. ein PC, ein Laptop, usw.) übertragen werden, welche mittels ihrer Kommunikationseinheit (z.B. per Funk) mit der Ortungsvorrichtung 112 und/oder mit dem Handgerät 100 (z.B. dessen Ausgabeeinheit 110) kommunikativ verbunden ist.

35

Die Ortungsvorrichtung 122 kann optional ein Ortungssignal emittieren mittels einer Ortungssignalquelle 1308 (z.B. einem Infrarotlaser), wie später noch genauer beschrieben wird.

- 5 Optional kann die Datenverarbeitungsanlage 502 eine Systemverwaltung implementieren, mittels welcher die Komponenten des Systems verwaltet und/oder registriert werden können. Beispielsweise kann eine Komponente, dies sich im System anmeldet, als Komponente des Systems registriert sein
10 oder werden, z.B. das Handgerät 100 und/oder der Wechselaufsatz 210. So können auch mehrere Wechselaufsätze 210 und/oder mehrere Handgeräte 100 pro System verwaltet werden.
- 15 Hierin wird darauf Bezug genommen, dass die Eingabeeinheit 108 eine Komponente des Handgeräts 100 ist (auch als Handgerät-interne Eingabeeinheit 108 bezeichnet). Das Beschriebene kann in Analogie für eine Handgerät-externe Eingabeeinheit gelten. Die Handgerät-externe Eingabeeinheit
20 kann beispielsweise alternativ oder zusätzlich zu der Handgerät-internen Eingabeeinheit 108 bereitgestellt sein oder werden. Beispielsweise kann die Handgerät-externe Eingabeeinheit mittels einer Handgerät-externen Vorrichtung (auch als Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung
25 bezeichnet) bereitgestellt sein. Die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung kann beispielsweise ein Smartphone, ein Funkschalter, ein Wechselaufsatz (wie später noch genauer beschrieben wird), oder die oder eine zusätzliche Rechenanlage 502 aufweisen oder daraus gebildet sein. Die
30 Handgerät-externe Eingabeeinheit kann anschaulich dieselbe Funktion wie die Handgerät-interne Eingabeeinheit 108 bereitstellen, so dass das Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine mittels der Handgerät-externen Eingabeeinheit
35 erfolgt. Die Handgerät-externe Eingabeeinheit muss nicht notwendigerweise eine physische Eingabeeinheit sein, sondern kann auch eine emulierte oder virtuelle Eingabeeinheit sein.

Die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung kann beispielsweise im System registriert sein und optional mit derjenigen Komponente des Systems (auch als

5 Verarbeitungskomponente bezeichnet) Daten austauschen, welche die Trainingsinformationen aufzeichnet und/oder verarbeitet, z.B. drahtlos. Die Verarbeitungskomponente des Systems kann beispielsweise die Steuervorrichtung des Handgeräts 100, wenn diese die Datenverarbeitungsanlage 502 aufweist, oder die

10 Steuervorrichtung der Maschine, wenn diese die Datenverarbeitungsanlage 502 aufweist. Alternativ kann die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung die Trainingsinformationen selber aufzeichnen und/oder verarbeiten.

15 Im Allgemeinen kann das System eine oder mehr als eine Handgerät-externe Vorrichtung aufweisen, von denen zumindest eine Handgerät-externe Vorrichtung die Trainingsdaten verarbeitet (d.h. die Verarbeitungskomponente bereitstellt)

20 und zumindest eine oder die Handgerät-externe Vorrichtung optional die Eingabeeinheit bereitstellt.

Die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung kann beispielsweise ein beidhändiges Trainieren der Maschine

25 ermöglichen.

In Analogie dazu kann die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung eine Handgerät-externe Ausgabeeinheit aufweisen, welche alternativ oder zusätzlich zu der

30 Ausgabeeinheit 110 des Handgeräts 100 (auch als Handgerät-interne Ausgabeeinheit bezeichnet) bereitgestellt sein oder werden kann. Die Handgerät-externe Ausgabeeinheit kann eingerichtet sein zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine 114 an.

35 Die (Handgerät-interne und/oder Handgerät-externe) Eingabeeinheit kann optional eine Sprachsteuerung oder

Gestensteuerung implementieren zum Eingeben von Aktivierungsinformation. Alternativ oder zusätzlich können das Handgerät 100 und/oder die Handgerät-externe Aktivierungsvorrichtung eine Sprachsteuerung oder

5 Gestensteuerung implementieren zum Eingeben von Trainingsdaten. Beispielsweise kann ermöglicht werden, dass der Nutzer sprachbasiert oder gestenbasiert einen oder mehr als einen Parameter der zu trainierenden Tätigkeit (z.B. tätigkeitsspezifischen und/oder werkzeugspezifischen

10 Prozessparameter) eingibt. Beispielsweise kann der Nutzer sprachbasiert oder gestenbasiert einen Durchflussrate angeben.

Alternativ oder zusätzlich zu der Gestensteuerung kann

15 beispielsweise eine Muskelspannungssteuerung implementiert werden. Dies kann beispielsweise ein Erfassen von Gesten oder des Parameters ermöglichen auf Grundlage der Muskelspannung des Nutzers. Die Gestensteuerung kann beispielsweise mittels der Muskelspannungssteuerung und/oder auch mittels einer

20 Videokamera implementiert werden, welche das Verhalten des Nutzers erfassen.

Allgemeiner gesprochen können die Aktivierungsinformation und/oder der eine oder mehr als eine Parameter der

25 anzutrainierenden Tätigkeit auf Grundlage eines (z.B. berührungslos) erfassten Nutzerverhaltens (z.B. Sprache, Mimik, Gestik, Bewegung, usw.) ermittelt werden. Beispielsweise kann mittels des Nutzerverhaltens ermittelt werden, dass das Trainieren gestartet, unterbrochen und/oder

30 beendet werden soll.

Fig.6 veranschaulicht eine Maschine 114 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einem schematischen Aufbaudiagramm 600.

35 Die Maschine 114 kann hierin eine mittels eines Steuerungsprogramms 116 programmierbare Maschine sein. Einmal programmiert, kann die Maschine 114 eingerichtet sein, eine

oder mehr als eine Prozesstätigkeit autonom durchzuführen, und optional die Prozesstätigkeit (d.h. die Ausführung der Aufgabe) abhängig von Sensorinformationen in Grenzen zu variieren. Die Steuervorrichtung 702 kann beispielsweise ein
5 speicherprogrammierbares System (SPS) aufweisen.

Die Maschine 114 kann eine Steuervorrichtung 702 aufweisen, welche eingerichtet ist, zumindest ein Stellglied 704 (auch als Aktor bezeichnet) der Maschine 114 anzusteuern gemäß dem
10 Steuerungsprogram 116. Die Steuervorrichtung 702 kann beispielsweise einen oder mehr als einen Prozessor und/oder ein Speichermedium aufweisen. Der Manipulator der Maschine 114 kann eine kinematische Kette 706 aufweisen, entlang welcher eine Wirkung des zumindest einen Stellglieds 704
15 übertragen wird, z.B. entlang der Kopplung der Glieder der kinematischen Kette 706 untereinander.

Die kinematische Kette 706 kann eine Positionierungsvorrichtung 114p und einen mittels der
20 Positionierungsvorrichtung 114p positionierbaren Endeffektor 114w aufweisen. Als Endeffektor 114w kann das letzte Glied der kinematischen Kette 706 der Maschine 114 verstanden werden, welches eingerichtet ist, unmittelbar auf ein Werkstück einzuwirken, z.B. dieses zu bearbeiten (d.h. dieses
25 zu prozessieren). Die Summe aller Vorgänge, wie beispielsweise das Einwirken auf das Werkstück, beispielsweise ein Vorbereitungsschritt dazu oder beispielsweise ein Nachbereitungsschritt dazu, kann Teil der Prozesstätigkeit sein. Die Prozesstätigkeit kann
30 beispielsweise ein Urformen, ein Inspizieren, Fügen (z.B. Schweißen, Beschichten, Verschrauben, Einstecken, Kontaktieren, Kleben oder anderweitig Montieren bzw. Zusammensetzen), Trennen (z.B. Schleifen, Fräsen, Sägen oder anderweitig Zerspanen, Stanzen oder Zerlegen), Umformen,
35 Erwärmen, Verlagern (z.B. Greifen, Bestücken, Drehen oder Verschieben), oder Ähnliches aufweisen. Die Prozesstätigkeit kann bahn-basiert sein, d.h. mittels Bewegens des

Endeffektors 114w entlang einer Trajektorie 113 abgebildet werden.

Die Positionierungsvorrichtung 114p kann zumindest ein
5 Stellglied 704 aufweisen, welches eingerichtet ist, den
Endeffektor 114w zu verlagern zu einer Position (auch als
Positionieren bezeichnet). Der Endeffektor 114w kann
zumindest ein Stellglied 704 aufweisen, welches eingerichtet
ist, die Prozesstätigkeit auszuführen, z.B. mittels eines
10 Werkzeugs 124w des Endeffektor 114w. Das Werkzeug 124w kann
allgemein eine der Prozesstätigkeit gemäße Funktion
bereitstellen, mittels welcher auf das Werkstück eingewirkt
wird. Das Werkzeug kann beispielsweise ein Urformen-Werkzeug,
ein Fügen-Werkzeug (z.B. Schrauber, Klebepistole oder
15 Schweißgerät), ein Verlagerung-Werkzeug (z.B. Greifer), ein
Trennen-Werkzeug oder Ähnliches aufweisen. Das Fügen-Werkzeug
kann beispielsweise ein Beschichten-Werkzeug (z.B. eine
Lackierpistole, einen Pulverbeschichtung-Pistole) aufweisen
oder daraus gebildet sein.

20 Optional kann die Maschine 114 zumindest einen internen
Sensor 114i aufweisen, welcher eingerichtet ist, einen
Arbeitspunkt der kinematischen Kette 706 zu erfassen, z.B. um
eine Regelung zu implementieren. Der interne Sensor 114i kann
25 beispielsweise Bestandteil eines Schrittmotors sein, der
seinen aktuellen Arbeitspunkt (z.B. seine Position) erfasst.
Alternativ oder zusätzlich zu dem zumindest einen internen
Sensor 114i kann die Maschine 114 auch von ihrem Gestell
und/oder ihrem Endeffektor externen Sensor 114i aufweisen,
30 z.B. eine Kamera, welche die Maschine 114 visuell erfasst.

Wird die Prozesstätigkeit von der programmierbaren Maschine
114 nachempfunden, kann die Maschine 114 als Ganze in einen
Arbeitspunkt gebracht werden, welcher der Prozesstätigkeit
35 gemäß der räumlichen Information möglichst nahe kommt. Der
Arbeitspunkt kann beispielsweise definieren, auf welche
Position der Endeffektor 114w gebracht (mittels Bewegens

dieser) und welche Wirkung dieser dort bereitstellen soll. Der Arbeitspunkt kann beispielsweise die Summe an Zuständen der einzelnen Stellglieder 704 der Maschine 114 beschreiben.

- 5 Das Speichermedium kann Teil der Steuervorrichtung 702 und/oder separat davon bereitgestellt sein oder werden. Das Speichermedium kann beispielsweise ein elektronisches Halbleiter-Speichermedium aufweisen, z.B. ein Festwertspeicher (ROM) oder ein Direktzugriffsspeicher (RAM),
10 eine Speicherkarte aufweisen, einen Flash-Speicher aufweisen, einen Stick aufweisen für einen universellen seriellen Bus (USB-Stick), ein Festkörperlaufwerk (SSD) aufweisen, ein Festplattenlaufwerk (HDD) aufweisen, eine Speicherplatte (MD) aufweisen, ein holographisches Speichermedium aufweisen, ein
15 optisches Speichermedium aufweisen, eine Compact-Disc aufweisen, eine Digital-versatile-Disc (DCV) aufweisen, und/oder eine magneto-optische Platte aufweisen.

- Vorstehend wurde das Trainieren unter Bezugnahme auf eine
20 Maschine 114 beschrieben. In Analogie kann das Beschriebene für eine Vielzahl von separaten, z.B. untereinander kommunizierenden, Maschinen 114 (z.B. eine Verfahrensstraße) gelten, wie auch für eine Maschine, die mehrere Positionierungsvorrichtungen und/oder Endeffektoren aufweist.
25

- Fig.7** veranschaulicht ein System 700 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Perspektivansicht, z.B. eingerichtet wie das System 200, wobei das System 700 das Handgerät 100 und eine Ortungsvorrichtung 112 aufweist,
30 wobei die Ortungsvorrichtung 112 mehrere Ortungseinheiten 112a, 112b aufweist. Jede der Ortungseinheiten 112a, 112b kann eingerichtet sein, eine Lagebestimmung des Handgeräts 100 durchzuführen, z.B. mittels einer Nachverfolgung (das sogenannte „tracking“). Alternativ oder zusätzlich kann das
35 Handgerät 100 selbst eingerichtet sein, eine Lagebestimmung durchzuführen. Beispielsweise können die Ortungseinheiten 112a, 112b eingerichtet sein, ein optisches Muster in den

Raum zu projizieren (z.B. mittels eines Infrarotlasers), welches von einem oder mehr als einem optoelektronischen Sensor des Handgeräts 100 erfasst werden kann.

5 **Fig.8** veranschaulicht ein System 800, z.B. eingerichtet wie das System 200 oder 700, gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Perspektivansicht. Entlang der Längsrichtung 711a kann das Handgerät 104 von zwei Stirnseiten 101a, 101b begrenzt sein, von denen eine
10 zweite Stirnseite 101b der Kupplungsstruktur 102 gegenüberliegt und einen Sensorabschnitt 802 (allgemeiner auch als Ortungsabschnitt 802 bezeichnet) aufweist. Die Längsrichtung 711a des Handgeräts 100 kann von der zweiten Stirnseite zu der ersten Stirnseite 101a hin gerichtet sein.
15 Der Sensorabschnitt 802 kann einen oder mehr als einen (z.B. optoelektronischen) Sensor aufweisen, wie vorstehend beschrieben ist, die zur Ermittlung der Trainiertrajektorie 111 verwendet werden können, z.B. mindestens 3 (4, 5 oder mindestens 10) Sensoren.

20 Alternativ oder zusätzlich zu den Sensoren kann in dem Ortungsabschnitt 802 einen oder mehr als einen Emitter angeordnet sein (auch dann auch als Emitterabschnitt 802 als bezeichnet), welcher mit der Ortungsvorrichtung 112
25 kommuniziert. Die Ortungsvorrichtung 112 kann dann die von den Emittlern empfangenen Signale dem Erfassen der räumlichen Information des Handgeräts 100 zuführen. Im Folgenden wird auf die Sensoren des Abschnitts 802 Bezug genommen. Das für die Sensoren des Abschnitts 802 Beschriebene kann in Analogie
30 auch für die Emitter des Emitterabschnitts 802 gelten, wobei beispielsweise dann die Signalrichtung umgekehrt wäre.

Je mehr Sensoren der Sensorabschnitt 802 aufweist, desto größer kann die Genauigkeit der Positionsbestimmung. Optional
35 können sich zumindest zwei (oder mehrere jeweils paarweise) Sensoren des Sensorabschnitts 802 in ihrer Ausrichtung

voneinander unterschieden. Dies erleichtert eine rundum-Erfassung.

Der Griff 104 kann einen kleineren Umfang (z.B. entlang eines
5 in sich geschlossenen Pfades, der quer zur Längsrichtung 711a
verläuft), aufweisen als der Sensorabschnitt 802. Mit anderen
Worten kann der Sensorabschnitt 802 aufgeweitet sein.
Alternativ oder zusätzlich können zumindest zwei Sensoren des
Sensorabschnitts 802 einen Abstand (auch als Sensorabstand
10 bezeichnet) voneinander aufweisen, welcher größer ist als
eine Ausdehnung des Griffs 104 (auch als Querausdehnung
bezeichnet). Die Querausdehnung und/oder der Sensorabstand
können quer zu der Längsrichtung 711a und/oder parallel
zueinander sein. Dies erhöht die Genauigkeit der
15 Positionsbestimmung. Anschaulich kann die Genauigkeit
zunehmen, je größer die Abstände zwischen den Sensoren
untereinander sind und/oder je größer die von den Sensoren
aufgespannte Fläche (auch als Sensorbereich bezeichnet) ist.

20 Optional kann ein oder mehr als ein Sensor des Handgeräts,
der zur Ermittlung der Trainiertrajektorie 111 verwendet
wird, innerhalb des Griffs 104 angeordnet sein, z.B. ein
Rotationssensor 812 und/oder ein Lagesensor 814. Die erhöht
die Genauigkeit des Ermitteln der Trainiertrajektorie 111,
25 z.B. aufgrund des Abstandes zu dem Sensorabschnitt 802.

Die Anordnung des Sensorabschnitts (z.B. mit
optoelektronischen Sensoren) an der zweiten Stirnseite 101b
und/oder entfernt vom Griff minimiert eine Verdeckung der
30 Sensoren des Sensorabschnitts und erleichtert damit das
Ermitteln der räumlichen Information.

Das Handgerät 100 kann eine oder mehr als eine
Rückmeldeeinheit (auch als Signalgeber bezeichnet) aufweisen,
35 z.B. eine optische Rückmeldeeinheit 822 (z.B. eine
Lichtquelle aufweisend), z.B. eine haptische Rückmeldeeinheit
824 (z.B. eine Vibrationsquelle aufweisend, z.B. einen

Unwuchtmotor aufweisend), und/oder eine akustische Rückmeldeeinheit (z.B. einen Lautsprecher aufweisend).

- Der Wechselaufsatz 210 kann optional einen Schaltkreis 852 aufweisen, der eingerichtet ist eine Funktion zu implementieren. Die Funktion des Wechselaufsatzes 210 kann gemäß der anzutrainierenden Tätigkeit eingerichtet sein und/oder mittels einer Handhabung des Handgeräts 100 (z.B. dessen Eingabeeinheit 108) angesteuert werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Wechselaufsatz eine Eingabeeinheit aufweisen, mittels welcher beispielsweise eine Handhabung gemäß der Tätigkeit erfasst werden kann oder die Funktion des Wechselaufsatzes bedient werden kann.
- Die Funktion des Wechselaufsatzes 210 kann beispielsweise mittels der Eingabeeinheit des Wechselaufsatzes 210 und/oder des Handgeräts 100 (allgemeiner des Trainiergeräts 302) angesteuert werden. Beispielsweise kann mittels der Eingabeeinheit eine Greifbewegung eines Greifers ausgelöst und/oder gesteuert werden.

- Beispiele für die Funktion des Wechselaufsatzes 210 können aufweisen: Erfassen einer auf den Wechselaufsatz 210 wirkenden physikalischen Größe (dazu kann der Schaltkreis zumindest einen Sensor aufweisen), Emittieren von Strahlung (dazu kann der Schaltkreis zumindest eine Strahlungsquelle aufweisen, z.B. eine Lichtquelle), Austauschen von Daten (dazu kann der Schaltkreis zumindest eine Zusatzschnittstelle aufweisen), Bewegen einer oder mehr als einer Komponente des Wechselaufsatzes 210. Die Funktion kann beispielsweise gemäß der Prozesstätigkeit eingerichtet sein.

- Das Handgerät 100 kann eingerichtet sein, den Schaltkreis 852 mit Energie zu versorgen und/oder mit diesem Daten auszutauschen. Beispielsweise kann der Sensor des Schaltkreises 852 ausgelesen werden und die ausgelesenen Daten können mittels der Ausgabeeinheit 110 an die

- Datenverarbeitungsanlage übermittelt werden. Beispielsweise kann die Strahlungsquelle angepasst werden (z.B. deren Strahlungsintensität, deren Öffnungswinkel, deren Strahlungswellenlänge, usw.). Beispielsweise kann die
- 5 Strahlungsquelle eine Lichtquelle, eine Ultraviolettstrahlungsquelle (z.B. zum Härten von Klebstoff) oder Wärmestrahlungsquelle (z.B. einen Strahlungsheizer) aufweisen. Mittels der Lichtquelle (anschaulich sichtbares Licht emittierend) kann beispielsweise ein ausgeleuchteter
- 10 Bereich auf das Werkstück projiziert werden, der beispielsweise zum Inspizieren des Werkstücks dient oder eine Stelle des Werkstücks markiert, der bearbeitet werden soll.
- 15 Das Versorgen des Schaltkreises 852 mit Energie und/oder das Austauschen von Daten mit dem Schaltkreis 852 können beispielsweise kabelgebunden (mittels einer kontakt-Wechselaufsatzschnittstelle) erfolgen. Dazu kann das Handgerät 100 beispielsweise eine Energieleitung aufweisen,
- 20 deren Ausgang 842a an der ersten Stirnseite 101a des Handgeräts einen ersten Kontakt bereitstellt. Dazu korrespondierend kann der Schaltkreis 852 eine Energieleitung aufweisen, deren Eingang 842e einen zweiten Kontakt bereitstellt. Der erste Kontakt und der zweite Kontakt
- 25 können, wenn der Wechselaufsatz 210 an dem Handgerät 100 angekuppelt ist, elektrisch und/oder physisch miteinander verbunden sein (auch als Energieversorgungsverbindung bezeichnet). In analoger Weise kann eine Datenaustauschverbindung mittels Kontakten 843 bereitgestellt
- 30 sein. Der Wechselaufsatzes 210 kann alternativ oder zusätzlich eine elektrische Energiequelle (z.B. eine Batterie) aufweisen, welche zum Versorgen des Schaltkreises 852 mit Energie eingerichtet ist.
- 35 Allgemeiner gesprochen können der Wechselaufsatzes 210 und das Handgerät 100 (z.B. deren Batterien) elektrische Energie zum Versorgen austauschen, z.B. von dem Wechselaufsatzes 210

zu dem Handgerät 100 oder andersherum. Beispielsweise kann der Wechselaufsatzes 210 auch genutzt werden, um die Batterie des Handgeräts 100 aufzuladen oder autark von der Batterie des Handgeräts 100 betrieben werden.

5

Auf dieselbe Weise können der Wechselaufsatzes 210 und das Handgerät 100 Daten austauschen, z.B. von dem Wechselaufsatzes 210 zu dem Handgerät 100 oder andersherum. Beispielsweise kann die Funktion der Eingabeeinheit 108 des Handgeräts 100 auf eine Eingabeeinheit des Wechselaufsatzes 210 übertragen werden, so dass das Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine (beispielsweise wahlweise oder nur) an dem Wechselaufsatz 210 erfolgen kann. Die Eingabeeinheit des Wechselaufsatzes 210 kann beispielsweise mittels der Kontakte 843 mit der Steuervorrichtung des Handgeräts 100 Daten austauschen.

Beispielsweise kann der Wechselaufsatz 210 auch eine Hülse aufweisen, in welche den Griff und/oder die Eingabeeinheit 108 des Handgeräts 100 zumindest teilweise (d.h. teilweise oder vollständig) eingesteckt werden kann und/oder welche diese zumindest teilweise verdeckt (vgl. beispielsweise Wechselaufsatz 210f in Fig.9). Beispielsweise kann die Hülse eine Aussparung aufweisen, in welcher der Griff und/oder die Eingabeeinheit 108 des Handgeräts 100 eingesteckt werden kann. Dies ermöglicht eine individuellere Anpassung des Trainiergeräts 302 an die zu trainierende Tätigkeit. Optional kann ein solcher Wechselaufsatz 210 eingerichtet sein, beim Ankuppeln an das Handgerät 100, die Funktion der Eingabeeinheit 108 zu übernehmen, so dass das Eingeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine an dem Wechselaufsatz 210 erfolgen kann.

Die Datenaustauschverbindung und/oder Energieversorgungsverbindung kann aber auch drahtlos (mittels einer drahtlos-Wechselaufsatzschnittstelle) erfolgen.

Beispielsweise kann die Energie drahtlos mittels Induktion in den Schaltkreis 852 eingekoppelt werden. Beispielsweise können die Daten per Funk ausgetauscht werden, z.B. per Bluetooth und/oder RFID. Alternativ oder zusätzlich können
5 die Daten (z.B. in Form eines Datensignals) einem Signal (z.B. dem Strom und/oder der Spannung) der Energieversorgungsverbindung aufmoduliert sein (auch als Trägerfrequenztechnik bezeichnet). Das Datensignal kann beispielsweise auf ein oder mehr als ein Trägersignal der
10 Energieversorgungsverbindung aufmoduliert werden.

Die Kupplungsstruktur 102 und die Gegen-Kupplungsstruktur 212 können beispielsweise eine Einsteckkupplung bereitstellen.

15 **Fig.9** veranschaulicht ein System 900, z.B. eingerichtet wie eines der Systeme 200, 700 oder 800, gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einer schematischen Perspektivansicht, wobei das System 900 das Handgerät 100 und mehrere Wechselaufsätze 210a bis 210g aufweist. Aus den mehreren
20 Wechselaufsätzen 210a bis 210g kann wahlweise (z.B. immer genau) ein Wechselaufsatz mit der Kupplungsstruktur 102 gekuppelt sein oder werden.

Die mehreren Wechselaufsätze 210a bis 210g können
25 beispielsweise einen Wechselaufsatz 210b mit Verlagerung-Werkzeug (auch als Pick-and-Place-Werkzeug bezeichnet) aufweisen, z.B. einen Greifer. Das Verlagerung-Werkzeug kann beispielsweise auswechselbare Greiferbacken aufweisen, zwei oder mehr Greiferbacken aufweisen und/oder eine angetriebene
30 Greiffunktion aufweisen. Dazu kann dessen Schaltkreis 852 beispielsweise einen Aktor aufweisen, der die Greiffunktion (z.B. eine Greifereinstellung) antreibt.

Die mehreren Wechselaufsätze 210a bis 210g können
35 beispielsweise einen Wechselaufsatz 210c mit Beschichten-Werkzeug aufweisen. Dieser kann beispielsweise einen Sensor

aufweisen, der eine anzutrainierende Durchflussregulierung erfasst.

Die mehrere Wechselaufsätze 210a bis 210g können
5 beispielsweise einen Wechselaufsatz 210d mit Inspizieren-
Werkzeug aufweisen. Das Inspizieren-Werkzeug kann
beispielsweise eine optische Qualitätssicherung als Tätigkeit
repräsentieren. Beispielsweise kann der zu inspizierende
Bereich mittels des Inspizieren-Werkzeugs auf das Werksstück
10 projiziert werden.

Die mehreren Wechselaufsätze 210a bis 210g können
beispielsweise einen Wechselaufsatz 210e mit Trennen-Werkzeug
aufweisen, z.B. ein Entgraten-Werkzeug. Dessen Schaltkreis
15 852 kann beispielsweise einen Mehrachskraftsensor, eine
veränderbare Steifigkeit und/oder eine auswechselbare
Entgratspitze aufweisen. Der Mehrachskraftsensor kann
beispielsweise eine auf die Entgratspitze wirkende Kraft
erfassen. Die Steifigkeit kann beispielsweise eine Kraft
20 repräsentieren, die einer Auslenkung der Entgratspitze
gegenüber dem Mehrachskraftsensor entgegenwirkt. Das
Entgraten-Werkzeug kann beispielsweise ein Entgraten als
Tätigkeit repräsentieren.

25 Die mehreren Wechselaufsätze 210a bis 210g können
beispielsweise einen Wechselaufsatz 210f mit Schraub-Werkzeug
aufweisen. Dessen Schaltkreis 852 kann beispielsweise einen
Sensor (z.B. einen Ein- oder Mehrachskraftsensor) aufweisen,
der eine auf die Schraubspitze einwirkende Kraft erfassen
30 kann. Das Schraub-Werkzeug kann beispielsweise eine
auswechselbare Schraubspitze (der Schraub-Endeffektor, z.B.
ein Schraubbit) aufweisen.

Die mehrere Wechselaufsätze 210a bis 210g können
35 beispielsweise einen Wechselaufsatz 210g mit Klebe-Werkzeug
aufweisen. Das Klebe-Werkzeug kann beispielsweise eine
auswechselbare Klebspitze aufweisen. Der Schaltkreis 852 des

Wechselaufsatzes 210g kann beispielsweise einen Sensor aufweisen, der einen mittels der Klebespitze überstrichenen Arbeitsbereich erfassen kann, und/oder einen Sensor (z.B. einen Ein- oder Mehrachskraftsensor) aufweisen, der eine auf
5 die Klebespitze einwirkende Kraft erfassen kann.

Der Schaltkreis 852 des Wechselaufsatzes mit Beschichten-Werkzeug und/oder Inspizieren-Werkzeug können beispielsweise eine Arbeitsbereich-Anzeigeeinheit aufweisen, welche den
10 Arbeitsbereich 812 anzeigt, z.B. indem dieser mittels einer Lichtquelle der Arbeitsbereich-Anzeigeeinheit angestrahlt wird. Die Größe des angezeigten Arbeitsbereichs kann optional verändert werden, wobei der tatsächlich eingestellte
Arbeitsbereich bzw. Arbeitspunkt beim Trainieren zum Bilden
15 des Steuerungsmodell 116m berücksichtigt werden kann.

Der Schaltkreis 852 des Wechselaufsatzes mit Beschichten-Werkzeug, Schraub-Werkzeug, Verlagerung-Werkzeug, und/oder mit Inspizieren-Werkzeug kann beispielsweise die
20 Zusatzschnittstelle aufweisen.

Die Zusatzschnittstelle kann beispielsweise eine zusätzliche Eingabeeinheit aufweisen, die eingerichtet ist zum Eingeben eine Information über einen Arbeitspunkt des Werkzeugs (auch
25 als Arbeitspunktinformationen bezeichnet). Die Arbeitspunktinformation kann beispielsweise einen Beginn, eine Dauer und/oder eine Stärke der Tätigkeit repräsentieren, z.B. einer Beschichtung (z.B. den dafür verwendeten Durchfluss). Die zusätzliche Eingabeeinheit kann
30 beispielsweise einen oder mehr als einen Schalter, Schieberegler, Kraftsensor oder Ähnliches aufweisen. Die Zusatzschnittstelle kann alternativ oder zusätzlich eine zusätzliche Rückmeldeeinheit aufweisen, die eingerichtet ist, eine Rückmeldung auszugeben. Die zusätzliche Rückmeldeeinheit
35 kann beispielsweise eine optische Rückmeldeeinheit (z.B. eine Lichtquelle aufweisend), z.B. eine haptische Rückmeldeeinheit (z.B. eine Vibrationsquelle aufweisend, z.B. einen

Unwuchtmotor aufweisend), und/oder eine akustische Rückmeldeeinheit (z.B. einen Lautsprecher aufweisend) aufweisen. Die Rückmeldung kann beispielsweise einen Status des Arbeitspunktes angeben, dessen Änderung quittieren, das Erfassen einer Benutzereingabe quittieren, das (physische, elektrische und/oder kommunikative) Ankuppeln und/oder Abkuppeln des Wechselaufsatzes quittieren, das Erfassen einer mechanischen Einwirkung auf den Wechselaufsatz quittieren. Die optische Rückmeldeeinheit kann beispielsweise ein Display oder eine andere Anzeige aufweisen.

Fig.10 veranschaulicht das Handgerät 100 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einem schematischen Aufbaudiagramm 1000.

Das Handgerät 100 kann hierin ein mittels eines Steuerungsprogramms programmierbares mobiles Gerät sein. Einmal programmiert, kann das Handgerät 100 eingerichtet sein, zumindest Teile einer mittels des Handgeräts 100 vorggeführten Prozesstätigkeit autonom zu erfassen und als Trainingsdaten mittels der Ausgabeeinheit 110 zu senden. Die Trainingsdaten können die Aktivierungsinformation und/oder die räumliche Information aufweisen oder daraus gebildet sein. Die räumliche Information kann beispielsweise ein Position, Bewegung und/oder Ausrichtung des Handgeräts 100 aufweisen.

Alternativ oder zusätzlich kann das Handgerät 100 eingerichtet sein, selbst erfasst zu werden, z.B. dessen Position, Bewegung und/oder Ausrichtung.

Das Handgerät 100 kann eine Steuervorrichtung 1702 aufweisen, welche eingerichtet ist, zumindest die Eingabeeinheit 108 auszulesen und/oder die Ausgabeeinheit 110 anzusteuern. Beispielsweise kann die Steuervorrichtung 1702 eingerichtet sein, die oder jede mittels der Eingabeeinheit 108 erfasste Aktivierungsinformation zu senden gemäß einem Kommunikationsprotokoll mittels der Ausgabeeinheit 110 (z.B.

an die Datenverarbeitungsanlage und/oder ein Netzwerk).
Beispiele für die Eingabeeinheit 108 können aufweisen: einen
oder mehr als einen Schalter (z.B. Taster), z.B. einen
berührungslosen Schalter, eine berührungsempfindliche
5 Oberfläche (z.B. resistiv und/oder kapazitiv), einen
virtuellen Schalter (z.B. mittels eines Display
implementiert).

Die Ausgabeeinheit 110 kann beispielsweise eine drahtlos-
10 Ausgabeeinheit 110 sein und optional auch einen Transceiver
zum Empfangen von Daten aufweisen. Beispielsweise kann die
Steuervorrichtung 1702 mittels des Transceivers der
Ausgabeeinheit 110 Daten mit der Datenverarbeitungsanlage
und/oder dem Netzwerk austauschen. Beispielsweise für die
15 Ausgabeeinheit 110 können aufweisen: einen Bluetooth-
Transceiver, einen WLAN-Transceiver, einen Mobilfunk-
Transceiver.

Optional kann die Ausgabeeinheit 110 auch eingerichtet sein,
20 das Handgerät 100 im System zu registrieren. Das Registrieren
kann beispielsweise erfolgen, sobald das Handgerät 100
eingeschaltet wird. Somit kann das System erkennen, ob oder
wann das Handgerät 100 bereitgemacht ist zum Trainieren
mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit der
25 Maschine. Ist die Eingabeeinheit eine Komponente einer
Handgerät-externen Vorrichtung, kann die Handgerät-externe
Vorrichtung in Analogie dazu eingerichtet sein, sich selbst
im System zu registrieren oder die Registrierung des
Handgeräts 100 zu verwalten (z.B. wenn die Handgerät-externe
30 Vorrichtung eine Systemverwaltung implementiert).

Die Steuervorrichtung 1702 kann beispielsweise einen oder
mehr als einen Prozessor und/oder ein Speichermedium
aufweisen.

35

Die Steuervorrichtung 1702 kann beispielsweise eingerichtet
sein, mittels eines oder mehr als eines Sensors 802s (sofern

- vorhanden) des Handgeräts 100 die räumliche Information zu erfassen. Beispielsweise für Sensoren des Handgeräts 100 können aufweisen: einen GPS-Sensor, einen Lagesensor (z.B. einen Ausrichtungssensor und/oder einen Positionssensor
- 5 aufweisend), einen Beschleunigungssensor, einen Rotationssensor, einen Geschwindigkeitssensor, einen Luftdrucksensor, einen optoelektronischen Sensor, einen Radarsensor.
- 10 Die Steuervorrichtung 1702 kann beispielsweise eingerichtet sein, mittels einer Schnittstelle 843 (sofern vorhanden) des Handgeräts 100 Daten mit einem an das Handgerät 100 gekuppelten Wechselaufsatz 210 auszutauschen.
- 15 Beispielsweise kann auf der Steuervorrichtung 1702 eine Software ausgeführt werden, welche eine oder mehr als eine der vorstehenden Funktionen bereitstellt, eine Programmierschnittstelle aufweist und/oder zyklisch den Status der Komponenten des Handgeräts 100 ausliest.
- 20 Das Handgerät 100 kann eine Batterie 1704 (z.B. einen Akkumulator) aufweisen, welcher eingerichtet ist, die elektrischen Komponenten 108, 110, 822, 824, 802s des Handgeräts 100 mit elektrischer Energie zu versorgen.
- 25 Optional kann das Handgerät 100 einen Ladeanschluss aufweisen, über welchen der Batterie 1704 von außen elektrische Energie zugeführt werden kann zum Aufladen der Batterie 1704.
- 30 Die Batterie 1704 kann beispielsweise eingerichtet sein, mittels einer Schnittstelle 842a (sofern vorhanden) des Handgeräts 100 Energie mit einem an das Handgerät 100 gekuppelten Wechselaufsatz 210 auszutauschen. Das Austauschen von Energie kann beispielsweise mittels der Steuervorrichtung
- 35 702 gesteuert werden.

Anhand einer mittels der Eingabeeinheit 108 erfassten Benutzereingabe (z.B. Kraft, Wiederholung, Geschwindigkeit, Ort, usw.) kann beispielsweise ermittelt werden, ob die Benutzereingabe ein Kriterium erfüllt. Ist das Kriterium gemäß dem Typ der Eingabeeinheit 108 parametrisiert (d.h. auf eine von der Eingabeeinheit 108 erfassbare Eigenschaft abgebildet), kann die von der Eingabeeinheit 108 erfasste Eigenschaft mit dem parametrisierten Kriterium verglichen werden, um zu ermitteln, ob das Kriterium erfüllt ist.

Erfüllt die Benutzereingabe ein erstes Kriterium, kann die erste Aktivierungsinformation erfasst werden. Erfüllt die Benutzereingabe ein zweites Kriterium, kann die zweite Aktivierungsinformation erfasst werden. Die mittels der Eingabeeinheit 108 bereitgestellten Funktionen können aber auch ganz oder teilweise mittels der anderen Handgerät-externen Vorrichtung bereitgestellt werden, z.B. mittels eines Funkschalters und/oder mittels einer mobilen Rechenvorrichtung (z.B. eines Tablets), auf welcher beispielsweise eine Anwendung ausgeführt wird, welche die Funktionen der Eingabeeinheit 108 emuliert.

Das Handgerät 100 kann optional eine oder mehr als eine Rückmeldeeinheit 822, 824 aufweisen. Die Steuervorrichtung 1702 des Handgeräts 100 kann beispielsweise eingerichtet sein, mittels der einen oder mehr als einen Rückmeldeeinheit 822, 824 eine (z.B. haptische und/oder optische) Rückmeldung auszugeben. Die Rückmeldung kann beispielsweise einen Status des Trainierens repräsentieren, dessen Änderung (z.B. Aktivieren bzw. Deaktivieren) quittieren, das Erfassen einer Benutzereingabe quittieren, das (physische, elektrische und/oder kommunikative) Ankuppeln und/oder Abkuppeln eines Wechselaufsatzes quittieren, einen Status des Handgeräts 100 (z.B. dessen Batterieladung) repräsentieren, und/oder das Erfassen einer mechanischen Einwirkung auf den Wechselaufsatz quittieren. Beispiele für die Rückmeldeeinheit 822, 824 weisen auf: eine Lichtquelle (z.B. eine Leuchtdiode), eine

Schallquelle (z.B. einen Lautsprecher), eine Vibrationsquelle (z.B. einen Unwuchtmotor).

Fig.11 veranschaulicht das Verfahren 300 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einem schematischen Ablaufdiagramm 1100. Das Verfahren 300 kann aufweisen: in 1101, erstes kommunikatives Verbinden der mehrerer Komponenten des Systems miteinander; und in 1103, zweites kommunikatives Verbinden des Systems mit der Maschine. Das erste Verbinden kann beispielsweise drahtlos erfolgen. Das zweite Verbinden kann beispielsweise mittels eines Kabels erfolgen, z.B. eines Netzkabels, das die Maschine mit der Datenverarbeitungsanlage verbindet. Optional kann die Datenverarbeitungsanlage mittels des Netzkabels von der Maschine mit Energie versorgt werden.

Das Verfahren 300 kann optional aufweisen: Kalibrieren 1103 des Systems. Mittels der Ortungsvorrichtung 112 (z.B. deren Ortungssignal) kann eine Lage und/oder Bewegung des Handgeräts erfasst werden (beispielsweise dessen exakte Position im Raum ermittelt werden). Dafür kann das Handgerät mithilfe der Befestigungsvorrichtung an der Maschine befestigt werden. Je nach Typ der Maschine können beispielsweise verschiedene Typen der Befestigungsvorrichtungen verwendet werden. Das Erfassen des Handgeräts kann beispielsweise mittels Infrarotlichts (zum Beispiel eines Lichtmusters) erfolgen, welches von der Ortungsvorrichtung 112 emittiert wird. Das Kalibrieren 1103 kann beispielsweise vollautomatisch erfolgen, beispielsweise wenn eine Eingabe ein vorgegebenes Kriterium erfüllt.

Das Verfahren 300 kann in 1101 aufweisen: Trainieren der Maschine mittels des Systems. Die Person kann einen passenden Wechselaufsatz an das Handgerät kuppeln und die Tätigkeit mittels des so gebildeten Trainiergeräts ausführen. Optional kann die Person eine Anwendung mittels der Datenverarbeitungsanlage ausführen, mittels welcher

verschiedene Einstellungen und/oder Informationen zu der auszuführenden Tätigkeit eingestellt werden können. Das Trainieren kann ferner aufweisen, dass die Trainingsdaten aufgezeichnet werden. Die Trainingsdaten können

5 beispielsweise räumliche Informationen mit einer Genauigkeit von Millimetern (oder Zehntel Millimetern) aufweisen. Die Trainingsdaten können optional eine erfasste mechanische Wechselwirkung (z.B. eine Kraft) mit dem Wechselaufsatz beim Ausführen der Tätigkeit ausweisen. Beispielsweise kann

10 mittels eines Kraftsensors des Handgeräts ein auf den Wechselaufsatz einwirkender Druck der Tätigkeit erfasst werden. Die Druckstärke kann beispielsweise beim Trainieren eines Schleifprozesses als Parameter der Tätigkeit berücksichtigt werden. Das Trainieren kann ferner aufweisen,

15 dass auf Grundlage der Trainingsdaten das Steuermodell gebildet wird. Das Steuermodell kann mehrere Steuerinformationen aufweisen, die zeitlich nacheinander ausgeführt werden. Eine Steuerinformation kann beispielsweise repräsentieren, in welchen Arbeitspunkt die Maschine gebracht

20 werden soll.

Das Trainieren kann optional aufweisen, die Trainingsdaten, das Steuermodell, und/oder das Prozessmodell nachzubearbeiten. Das Nacharbeiten kann beispielsweise von

25 einem Benutzer durchgeführt werden, der mit der Datenverarbeitungsanlage interagiert. Alternativ oder zusätzlich kann das Nacharbeiten mittels einer künstlichen Intelligenz erfolgen. Dies erleichtert es komplexere Prozesse zu trainieren.

30 Das Trainieren kann ferner aufweisen, den Programmcode zu generieren. Dazu kann beispielsweise der Programmcode in einer Programmiersprache der Maschine generiert werden. In welcher Programmiersprache der Programmcode verfasst wird

35 kann beispielsweise von der Datenverarbeitungsanlage ermittelt werden, indem diese beispielsweise den Typ der Maschine ermittelt.

Die mehrerer Komponenten des Systems können das Handgerät,
die Datenverarbeitungsanlage, die Ortungsvorrichtung 112
und/oder (z.B. sofern kommunikationsfähig) den Wechselaufsatz
5 210 aufweisen.

Fig.12 veranschaulicht ein System 1200, z.B. eingerichtet wie
eines der Systeme 200, 200, 700, 800 oder 900, in einem
Verfahren 300 gemäß verschiedenen Ausführungsformen in einen
10 schematischen Kommunikationsdiagramm 1200.

Die Datenverarbeitungsanlage 502 kann optional ein mobiles
Terminal 1212 (z.B. ein Mobilfunkgerät, z.B. ein Tablet)
aufweisen, auf welchem ein Benutzungsschnittstelle 1202 (auch
15 als Front-End bezeichnet) der Anwendung ausgeführt wird. Die
Datenverarbeitungsanlage 502 kann alternativ oder zusätzlich
ein stationäres Terminal 1214 (z.B. eine
Datenverarbeitungsanlage, z.B. einen Server) aufweisen, auf
welchem ein Unterbau 1204 (auch als Back-End bezeichnet) der
20 Anwendung (z.B. als Verarbeitungskomponente) ausgeführt wird.

Das stationäre Terminal 1214 kann beispielsweise verkabelt
502k sein mit der Maschine 114, z.B. mittels eines Netzwerks
302n. Das stationäre Terminal 1214 kann beispielsweise
25 drahtlos 502d (z.B. mittels WLAN 302w) und/oder drahtgebunden
(z.B. mittels eines langen Kabels des Terminals 1214) mit dem
mobilen Terminal 1212 verbunden sein. Das stationäre Terminal
1214 kann beispielsweise drahtlos (z.B. mittels Bluetooth
302b) mit einer Verarbeitungssoftware 1206 verbunden sein,
30 welche beispielsweise auf dem Handgerät 100 und/oder der
Ortungsvorrichtung 112 ausgeführt wird. Die
Verarbeitungssoftware 1206 kann eingerichtet sein, die
Trainingsdaten (oder eine bereits vorverarbeitete Version
dessen) an das Back-End 1204 zu übermitteln. Eine oder mehr
35 als eine (z.B. jede) der drahtlosen Verbindungen 302w, 302b,
302n kann alternativ oder zusätzlich mittels einer

drahtgebunden Verbindung bereitgestellt sein oder werden und andersherum.

Alternativ oder zusätzlich zu dem Terminal 1214 kann auch
5 eine nicht-lokale Logik (z.B. eine Cloud) verwendet werden,
um die Verarbeitungskomponente bereitzustellen.
Beispielsweise kann ein zentraler Server eingerichtet sein,
jedem System einer Vielzahl von Systemen eine
Verarbeitungskomponente bereitzustellen. Dies spart
10 Ressourcen. Beispielsweise kann in diesem Fall die
Übertragung der Trainingsdaten und/oder der
Steuerinformationen an die bzw. von der
Verarbeitungskomponente über das Internet oder netzwerk-
interne Ressourcen (z.B. EdgeClouds) erfolgen.
15
Das Front-End 1202 (z.B. dessen Benutzeroberfläche) kann eine
Konfigurations- und Kalibrierungsverwaltung 1202a, eine
Trainingsdatenvisualisierung 1202b und einen
Prozessstätigkeit-Planer 1202c aufweisen.
20
Das Back-End 1204 kann eine Verarbeitungskomponente 1402a
aufweisen, welche die Trainingsdaten sammelt und/oder die
Ortung vornimmt, z.B. auf Grundlage der Trainingsdaten die
Trainiertrajektorie 111 und/oder die zugehörigen
25 Arbeitspunkte entlang der Trainiertrajektorie 111 ermittelt.
Das Back-End 1204 kann eine Prozessmodel-Erzeugungskomponente
1402b aufweisen, welche auf Grundlage der Trainiertrajektorie
111 und/oder der zugehörigen Arbeitspunkte entlang der
Trainiertrajektorie 111 das Prozessmodell 104m ermittelt. Das
30 Back-End 1204 kann eine optionale Prozessmodel-
Justierungskomponente 1402c aufweisen, welche auf Grundlage
von Instruktionen, die von dem Prozessstätigkeit-Planer 1202c
stammen, das ermittelte Prozessmodell 104m verändert. Das
Back-End 1204 kann eine Steuerungsmodell-Erzeugungskomponente
35 1402d aufweisen, welche auf Grundlage des Prozessmodells 104m
das Steuerungsmodell 116m ermittelt.

Das Back-End 1204 kann den Codegenerator 412 aufweisen, welcher auf Grundlage des Steuerungsmodells 116m den Programmcode 116 generiert und auf einem Speichermedium 702m (z.B. Datenspeicher) der Maschine 114 abspeichert. Ein

5 Prozessor 702p der Steuerungsvorrichtung 702 kann das Speichermedium 702m auslesen, um den Programmcode 116 auszuführen. Wie oben schon beschrieben, kann der Codegenerator 412 weggelassen werden, z.B. wenn die Steuerbefehle direkt an die Maschine übertragen werden ohne

10 den Programmcode zu generieren.

Fig.13 veranschaulicht einen Trajektorie-Ermittlungsmechanismus 1300 des Systems 200 in einen schematischen Kommunikationsdiagramm.

15 Der Trajektorie-Ermittlungsmechanismus 1300 kann eingerichtet sein, die Trainiertrajektorie 111 zu ermitteln, z.B. zumindest teilweise auf Grundlage der räumlichen Information 1301 über das Handgerät 100. Der Trajektorie-

20 Ermittlungsmechanismus 1300 kann zumindest eine Messkettenkomponente 1304 und eine Auswertungskomponente 1306 aufweisen. Die Messkettenkomponente 1304 kann eine Sensoranordnung 1302 und einen oder mehr als einen Messwertgeber 1304a, 1304b aufweisen.

25 Die Sensoranordnung 1302 (z.B. jeder ihrer Sensoren) kann eingerichtet sein, eine oder mehr als eine Messgröße zu erfassen, welche die räumliche Information über das Handgerät 100 repräsentiert (z.B. aus der sich die räumliche

30 Information herleiten lässt). Die Sensoren der Sensoranordnung 1302 können beispielsweise interne oder auch externe Sensoren aufweisen, die (beispielsweise mittels einer Kommunikationsverbindung) in dem System registriert sind.

35 Als Sensor (auch als Detektor bezeichnet), kann ein Wandler verstanden werden, der eingerichtet ist, eine zu dem Sensortyp korrespondierende Eigenschaft seiner Umgebung

qualitativ oder als Messgröße quantitativ zu erfassen, z.B. eine physikalische oder chemische Eigenschaft und/oder eine stoffliche Beschaffenheit. Die Messgröße ist diejenige physikalische Größe, der die Messung mittels des Sensors
5 gilt.

Der oder jeder Messwertgeber 1304a, 1304b kann mit zumindest einem Sensor der Sensoranordnung 1302 gekoppelt sein und eingerichtet sein, einen Messwert als Abbild der erfassten
10 Messgröße des zumindest einen Sensors bereitzustellen. Die bereitgestellten Messwerte (anschaulich Messdaten) können als Teil der Trainingsdaten der Auswertungskomponente 1306 zugeführt werden. Die Messdaten können konkrete Werte zu der räumlichen Information aufweisen, z.B. über eine Bewegung
15 (z.B. Rotation und/oder Translation) im Raum, eine Position im Raum, und/oder eine Ausrichtung im Raum.

Es können beispielsweise verschiedene physikalische Größen erfasst werden, z.B. eine Kraft, welche von der Bewegung
20 bewirkt wird, oder die Veränderung eines optischen Signals, welche von der Bewegung bewirkt wird. Es kann beispielsweise eine Kamera verwendet werden, die einen Strom aus Bilddaten des Raums erfasst, in dem das Handgerät angeordnet ist, wobei anhand der Bilddaten die räumliche Information über das
25 Handgerät ermittelt werden kann. Es kann aber auch beispielsweise ein Abstand zwischen einem Referenzpunkt der Ortungsvorrichtung 112 (z.B. deren Ortungseinheit 112a) und dem Handgerät gemessen werden, z.B. mittels Radar, Lidar oder Sonar. Es kann aber auch beispielsweise eine Ausrichtung des
30 Handgeräts mittels eines Neigungssensors des Handgeräts erfasst werden. Es kann aber auch beispielsweise ein Photosensor des Handgeräts verwendet werden, um eine Bewegung relativ zu einem optischen Ortungssignal (z.B. einem optischen Muster) zu erfassen. Ein Inertialsensor des
35 Handgeräts kann beispielsweise den aktuellen Bewegungszustand des Handgeräts erfassen.

Gemäß verschiedenen Ausführungsformen können die Komponenten des Trajektorie-Ermittlungsmechanismus 1300 (z.B. Sensoren bzw. Messwertgeber), auf verschiedene Komponenten des Systems verteilt sein. Beispielsweise kann das Trainingsgerät 302 (z.B. das Handgerät 100) einen oder mehr als einen Sensor 802s (auch als Handgerät-interner Trajektoriesensor bezeichnet) der Sensoranordnung 1302 und/oder einen oder mehr als einen Messwertgeber 1304a aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die Handgerät-externe Vorrichtung (z.B. deren Ortungsvorrichtung 112) einen oder mehr als einen Sensor 112s der Sensoranordnung 1302 (auch als Handgerät-externer Trajektoriesensor bezeichnet) und/oder einen oder mehr als einen Messwertgeber 1304a aufweisen. Die Auswertungskomponente 1306 kann beispielsweise Teil der Datenverarbeitungsanlage 502 sein, z.B. als Komponente der Anwendung (z.B. als Verarbeitungskomponente 1402a) von der Datenverarbeitungsanlage 502 ausgeführt werden, oder der Datenverarbeitungsanlage 502 die ermittelte Trainingstrajektorie 111 übermitteln.

Die Auswertungskomponente 1306 kann eingerichtet sein, auf Grundlage die zugeführten Messdaten 1301 die Trainiertrajektorie 111 zu ermitteln. Dazu kann die Auswertungskomponente 1306 eingerichtet sein, die Messdaten in Zusammenhang zueinander zu bringen, diese zu interpretieren, deren Ursprung zu berücksichtigen, deren Verknüpfung mit der räumlichen Information über das Handgerät zu berücksichtigen, usw. Beispielsweise können Ergebnisse aus Messwerten unterschiedlicher Sensoren einander überlagert werden und so eine genauere Trainingstrajektorie 111 ergeben. Unter Kenntnis der Verknüpfung der Messgröße mit der räumlichen Information kann der Messwert auf einen Wert der räumlichen Information abgebildet werden, z.B. auf eine Ortskoordinate und/oder deren zeitliche Veränderung. Je mehr Sensoren verwendet werden, desto genauer kann die Trajektorie 111 sein.

- Optional kann der Trajektorie-Ermittlungsmechanismus 1300 eine oder mehr als eine Handgerät-externe Ortungssignalquelle 1308 aufweisen. Die oder jede Ortungssignalquelle 1308 kann eingerichtet ein Ortungssignal 1308s zu emittieren, z.B. zu
- 5 dem Handgerät hin und/oder zumindest in den Raum hinein, in dem das Handgerät angeordnet ist. Mehrere Ortungssignale 1308s können beispielsweise einander überlagert werden (vgl. beispielsweise Fig. 7).
- 10 Das Ortungssignal 1308s kann beispielsweise ein Infrarotsignal (Licht im Infrarotbereich aufweisend), ein Ultraschall-Signal, ein Radiosignal und/oder ein sichtbares Lichtsignal (Licht im sichtbaren Bereich aufweisend) aufweisen. Das Ultraschall-Signal kann beispielsweise eine
- 15 hohe Genauigkeit ermöglichen (beispielsweise bei einer Laufzeitmessung). Das Infrarot-Signal ermöglicht eine preisgünstige Umsetzung. Ferner ist beim Infrarot-Signal keine direkte Verbindung zwischen Sender und Empfänger nötig, da das Infrarot-Signal durch Reflexionen zum Empfänger
- 20 gelangen kann. Somit kann zumindest ermittelt werden, ob in einem Raum ein Infrarot-Signal vorhanden ist. Auf ein elektromagnetisches Ortungssignal (z.B. Lichtsignal, Radiosignal, Infrarotsignal) kann optional eine Senderidentifikation aufmoduliert sein, wodurch verschiedene
- 25 Ortungssignalquellen 1303 anhand ihres Ortungssignals unterschieden werden können. Im Gegensatz zum Infrarotsignal und sichtbarem Lichtsignal kann ein Radiosignal Wände und andere Hindernisse durchdringen, wodurch ein Empfang erleichtert wird. Das Lichtsignal kann selbst mit einem
- 30 technisch wenig komplexen ladungsgekoppelten Sensor erfasst werden. Die oder jede Ortungssignalquelle 1308 kann beispielsweise einen Laserscanner aufweisen.

- Mittels eines oder mehr als eines Ortungssignals 1308s kann
- 35 die räumliche Information ermittelt werden, z.B. basierend auf einem oder mehr als einem der folgenden Messungsmechanismen: Reichweite-Mechanismus, Laufzeit-

- Mechanismus, Laufzeitdifferenz-Mechanismus, Einfallswinkel-Mechanismus, und/oder Signalstärke-Mechanismus. Die oder jede Ortungssignalquelle 1308 kann unter Kenntnis ihrer Position im Raum als Referenzpunkt für den Messungsmechanismus dienen.
- 5 Beispielsweise kann eine geometrische Relation (z.B. Abstand, Winkel, usw.) bezüglich des Referenzpunkts ermittelt werden und darauf basierend die räumliche Information über das Handgerät. Anhand eines Abstands zu einer oder mehr als einer Ortungssignalquelle kann dann eine Position des Handgeräts
- 10 ermittelt werden. Optional kann anhand des jeweiligen Abstands zweier Sensoren des Handgeräts auch dessen Ausrichtung bezüglich einer Ortungssignalquelle ermittelt werden.
- 15 Beim Reichweite-Mechanismus kann jede Ortungssignalquelle 1308 eine Zelle in der Größe der Reichweite des Ortungssignals 1308s bereitstellen. Die erfasste Zelle kann beispielsweise über die Senderidentifikation einer Ortungssignalquelle und deren Position zugeordnet werden,
- 20 wobei die Größe der Zelle den Abstand des Sensors 802 von der Ortungssignalquelle 1308 nach oben begrenzt. Beim Laufzeit-Mechanismus kann die Zeitdifferenz zwischen dem Senden und Empfangen des Ortungssignals 1308s (auch als Laufzeit bezeichnet) gemessen werden. Die Zeitdifferenz kann
- 25 beispielsweise über die Senderidentifikation einer Ortungssignalquelle und deren Position zugeordnet und in einen Abstand zu dieser umgerechnet werden. Beim Laufzeitdifferenz-Mechanismus kann die Laufzeit zweier Ortungssignale miteinander verglichen werden und darauf
- 30 basierend der Abstand zu den entsprechenden Ortungssignalquellen ermittelt werden. Beim Einfallswinkel-Mechanismus kann der Einfallswinkel des Ortungssignals 1308s ermittelt werden, der beispielsweise in eine Ausrichtung umgerechnet werden kann. Auf Grundlage mehrerer
- 35 Einfallswinkel kann beispielsweise auch eine Position ermittelt werden. Beim Signalstärke-Mechanismus kann die

Signalstärke des Ortungssignals in einen Abstand zur Ortungssignalquelle umgerechnet werden.

Es kann alternativ oder zusätzlich eine visuelle Erfassung
5 des Handgeräts und/oder dessen Umgebung mittels der Kamera
erfolgen und darauf basierend die räumliche Information
ermittelt werden. Es kann auch eine Überlagerung der Daten
verschiedener Sensoren (z.B. Bilddaten und Lagedaten oder
10 Bilddaten und Beschleunigungsdaten) erfolgen, um die
Genauigkeit zu verbessern.

Die oder jede Ortungssignalquelle 1308 kann beispielsweise
als Teil einer Ortungseinheit 112a, 112b bereitgestellt sein.
Die oder jede Ortungseinheit 112a, 112b kann alternativ oder
15 zusätzlich auch zumindest einen Trajektoriesensor 112s der
Handgerät-externen Vorrichtung (auch als Handgerät-externer
Trajektoriesensor 112s bezeichnet) aufweisen.

Im Ergebnis werden mittels der Trajektoriesensoren 802s, 112s
20 des Trainiergeräts 302 und/oder der Ortungsvorrichtung 112
zeitbasierte Trainingsdaten, beispielsweise in hoher
Frequenz, erfasst und aufgezeichnet, die die komplette
Prozesstätigkeit beschreiben.

Beispiele für einen Handgerät-externen Trajektoriesensor 112s
weisen auf: eine Kamera 112, einen Abstandssensor 112, einen
Sonarsensors 112 und/oder einen Radarsensor 112. Beispiele
für einen Handgerät-internen Trajektoriesensor 802s weisen
auf: eine Kamera 112, einen Bewegungssensor (z.B. einen
30 Rotationssensor, einen Geschwindigkeitssensor und/oder einen
Beschleunigungssensor), einen Inertialsensor, einen
Lagesensor (z.B. einen Ausrichtungssensor und/oder einen
Positionssensor), einen Infrarotsensor, und/oder einen
Luftdrucksensor. Der Positionssensor kann beispielsweise auch
35 einen GPS-Sensor aufweisen. Der Ausrichtungssensor kann
beispielsweise einen Gyrosensor, einen Schwerkraftsensor
und/oder einen Magnetfeldsensor (z.B. zum Ermitteln der

Ausrichtung im Erdmagnetfeld) aufweisen. Der Luftdrucksensor kann beispielsweise ermöglichen, eine Information zu einer vertikalen Position des Handgeräts 100 zu ermitteln, was es ermöglicht, eine genauere Triangulation durchzuführen.

5

Das Ermitteln der Trainingstrajektorie 111 kann beispielsweise erfolgen: mittels Lasertrackings (z.B. im Infrarotbereich und/oder mittels eines Infrarotlasers), mittels optischen Trackings (z.B. mittels einer Kamera und/oder Mustererkennung), mittels Radars (z.B. mittels eines Radar-Transceivers), mittels Ultraschalls (z.B. mittels eines Ultraschall-Transceivers), mittels eines globalen Positionsbestimmungssystems (GPS), mittels einer inertialen Messeinheit (IMU) des Handgeräts. Eine IMU des Handgeräts kann beispielsweise mehrere verschiedene Inertialsensoren aufweisen, wie beispielsweise einen oder mehr als einen Beschleunigungssensor und/oder einen oder mehr als einen Drehratensensor.

Die Trainingstrajektorie 111 kann beispielsweise eine räumliche Verteilung des Arbeitsortes repräsentieren. Der Arbeitsort kann denjenigen Ort im Raum 701, 703, 705 bezeichnen, an welchem eine Wirkung des Prozesswerkzeugs erfolgen soll. Beispielsweise kann der Arbeitsort ortsfest bezüglich des Trainiergeräts 302 (z.B. des Koordinatensystems 711) sein. Beispielsweise kann der Arbeitsort an der Spitze des Trainierwerkzeugs 210 angeordnet sein und/oder dessen Position zumindest jeweils von dem Trainierwerkzeug 210 des Trainingsgeräts 302 abhängig sein oder werden.

30

Das System kann beispielsweise ein Model des Trainiergeräts 302 aufweisen, welches das an dem Handgerät 100 angekuppelte Trainierwerkzeug 214 (z.B. dessen Typ) repräsentiert, wobei das Model des Trainiergeräts 302 beim Ermitteln der Trainingstrajektorie 111 berücksichtigt werden kann. Das Model des Trainiergeräts 302 kann beispielsweise eine Position des Arbeitspunkts in dem Koordinatensystem 711 des

35

Trainiergeräts 302 angeben. Alternativ oder zusätzlich kann das Model des Trainiergeräts 302 beispielsweise eine Lage der Längsrichtung 711a des Handgeräts in dem Koordinatensystem 711 des Trainiergeräts 302 festlegen.

5

In einer Ausführungsform weist das System mehrere separate Ortungseinheiten 112a, 112b auf, von denen jede Ortungseinheit eingerichtet ist, ein gepulstes Infrarotsignal als Ortungssignal zu emittieren. Das oder jedes gepulste Infrarotsignal wird von mehreren separaten optoelektronischen Sensoren des Sensorabschnitts erfasst. Die auf dem erfassten Infrarotsignal ermittelten Messdaten werden zusammen mit Daten, die eine oder mehr als eine Eingabe an dem Trainingsgerät (z.B. der Eingabeeinheit des Handgeräts und/oder des Wechselaufsatzes) repräsentieren, als Trainingsdaten an das stationäre Terminal übermittelt. Das stationäre Terminal ermittelt auf Grundlage der Daten und unter Berücksichtigung des Wechselaufsatzes des Trainingsgeräts, die Trainingstrajektorie und optional für jeden Punkt der Trainingstrajektorie einen Arbeitspunkt. Der Arbeitspunkt wird beispielsweise auf Grundlage der Handhabung der Funktion des Wechselaufsatzes ermittelt. Das Aufzeichnen der Messdaten wird beispielsweise gestartet in Antwort auf das Betätigen der Eingabeeinheit des Handgeräts.

25

In einer Ausführungsform kann von dem Handgerät ermittelt werden, welchen Wechselaufsatz das Trainingsgerät aufweist (auch als Wechselaufsatz-Identifikation bezeichnet), d.h. der Typ des Wechselaufsatzes ermittelt werden. Die Wechselaufsatz-Identifikation erfolgt beispielsweise mittels RFID, z.B. indem ein Funketikett des Wechselaufsatzes ausgelesen wird. Das Funketikett kann beispielsweise einen abgespeicherten Wechselaufsatz-Identifikator aufweisen und/oder übermitteln, z.B. eine Nummer. Die Wechselaufsatz-Identifikation erfolgt alternativ oder zusätzlich mittels Erfassens eines resistiven Widerstands der Energieversorgungsverbindung, in welchem sich die mehreren

35

- Wechselaufsätze voneinander unterscheiden. Die Wechselaufsatz-Identifikation erfolgt alternativ oder zusätzlich mittels Erfassens der Funktion des Schaltkreises des Wechselaufsatzes. Welchen Wechselaufsatz das Trainingsgerät aufweist, kann auch mittels einer Benutzereingabe an der Rechenanlage angegeben werden. Das Ergebnis der Wechselaufsatz-Identifikation kann beim Ermitteln des Steuermodells (z.B. der Trainingstrajektorie) berücksichtigt werden.
- Im Folgenden werden verschiedene Beispiele beschrieben, die sich auf vorangehend Beschriebene und in den Figuren Dargestellte beziehen.
- Beispiel 1 ist ein Handgerät zum Trainieren mindestens einer Bewegung (z.B. einer Prozessbewegung) und mindestens einer Tätigkeit (z.B. einer Prozesstätigkeit) einer Maschine (z.B. zumindest deren Endeffektors), z.B. einer Prozessiermaschine, das Handgerät aufweisend: einen Griff; eine (z.B. optionale) Eingabeeinheit, eingerichtet zum Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine; eine (z.B. optionale) Ausgabeeinheit, eingerichtet zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine an eine Handgerät-externe Vorrichtung (z.B. eine datenverarbeitende und/oder drahtlos datenübermittelnde Vorrichtung); wobei: das Handgerät ferner eine (z.B. stirnseitige) Kupplungsstruktur zum lösbaren Kuppeln eines Wechselaufsatzes, der eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit, aufweist, und/oder das Handgerät ferner ein (z.B. stirnseitiges) Werkzeug (z.B. eines Prozessierwerkzeugs), das eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit, aufweist.
- Beispiel 2 ist das Handgerät gemäß Beispiel 1 oder 52, wobei die Ausgabeeinheit zum drahtlosen Kommunizieren mit der Handgerät-externen Vorrichtung eingerichtet ist (z.B. gemäß einem drahtlos-Kommunikationsprotokoll), z.B. eine drahtlos-

Kommunikationsvorrichtung zum Kommunizieren mit der Handgerät-externen Vorrichtung aufweist.

Beispiel 3 ist das Handgerät gemäß Beispiel 1 oder 2, ferner
5 aufweisend: einen mechanischen Sensor, der eingerichtet ist, eine mechanische Einwirkung auf die Kupplungsstruktur zu erfassen, wobei die Ausgabeeinheit eingerichtet ist zum Ausgeben einer Einwirkungsinformation über die erfasste mechanische Einwirkung an die Handgerät-externe Vorrichtung.

10

Beispiel 4 ist das Handgerät gemäß Beispiel 3, wobei der mechanische Sensor einen Kraftsensor und/oder einen Drehmomentsensor aufweist.

15 Beispiel 5 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 4 oder 52, ferner eine Batterie und/oder einen Energieversorgungsanschluss aufweisend, welche(r) beispielsweise zum Versorgen der Ausgabeeinheit, des Wechselaufsatzes und/oder der Eingabeeinheit mit elektrischer
20 Energie eingerichtet sind, wobei optional die Batterie mittels des Energieversorgungsanschlusses aufgeladen werden kann.

Beispiel 6 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis
25 5, welches ferner eingerichtet ist, den Wechselaufsatz zu identifizieren, wobei beispielsweise die Ausgabeeinheit eingerichtet ist, ein Ergebnis des Identifizierens an eine Handgerät-externe Vorrichtung zu übermitteln; das Handgerät beispielsweise einen Sensor aufweisend, welcher eingerichtet
30 ist, eine (z.B. physische) Eigenschaft und/oder (z.B. digitale) Signatur des Wechselaufsatzes zu erfassen, das Handgerät beispielsweise einen Prozessor aufweisend, der eingerichtet ist, basierend auf der Eigenschaft bzw. Signatur des Wechselaufsatzes diesen zu identifizieren (d.h. diesen
35 unter anderen Wechselaufsätzen erkennt).

Beispiel 7 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 6 oder 52, wobei die Eingabeeinheit eingerichtet ist, eine Handhabung des Handgeräts beim Durchführen der Tätigkeit zu erfassen.

5

Beispiel 8 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 7 oder 52, wobei die Eingabeeinheit einen Schalter aufweist.

10 Beispiel 9 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 8 oder 52, ferner aufweisend: eine Rückmeldeeinheit, welche eingerichtet ist, eine Rückmeldung an einen Benutzer des Handgeräts auszugeben.

15 Beispiel 10 ist das Handgerät gemäß Beispiel 9 oder 52, wobei die Rückmeldung ein haptisches und/oder optisches Signal aufweist.

20 Beispiel 11 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 10 oder 52, ferner aufweisend: einen oder mehr als einen ersten Sensor, welcher eingerichtet ist, ein (z.B. elektromagnetisches) Handgerät-externes Ortungssignal zu erfassen; und/oder einen oder mehr als einen zusätzlichen ersten Sensor, welcher eingerichtet ist, eine räumliche Information zu erfassen über: eine Bewegung des Handgeräts im Raum, eine Position des Handgeräts im Raum, und/oder eine Ausrichtung des Handgeräts im Raum.

30 Beispiel 12 ist das Handgerät gemäß Beispiel 11, wobei der eine oder mehr als eine erste Sensor zum Erfassen des Ortungssignals zumindest einen der folgenden Sensoren aufweist: einen optoelektronischen Sensor (z.B. einen Lidar-Sensor, Lichtsensor oder Infrarotsensor); und/oder einen Radiowellensensor (z.B. einen Radar-Sensor) zum Erfassen des Ortungssignals; wobei der eine oder mehr als eine zusätzliche erste Sensor zumindest einen der folgenden Sensoren aufweist: einen Bewegungssensor; einen Lagesensor; und/oder einen Luftdrucksensor; wobei beispielsweise das Handgerät

eingerrichtet ist, auf Grundlage des Ortungssignals die räumliche Information zu ermitteln.

Beispiel 13 ist das Handgerät gemäß Beispiel 12, wobei der
5 Bewegungssensor einen Beschleunigungssensor, Rotationssensor
und/oder Geschwindigkeitssensor aufweist; wobei der
Lagesensor einen Ausrichtungssensor (z.B. Neigungssensor
und/oder Gyrosensor) und/oder einen Positionssensor aufweist;
wobei der optoelektronische Sensor einen Infrarotsensor
10 aufweist.

Beispiel 14 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis
13, ferner aufweisend: einen Endabschnitt, welcher von dem
Griff weg erstreckt ist, wobei der Endabschnitt die
15 Kupplungsstruktur aufweist, wobei beispielsweise die
Kupplungsstruktur an einer Stirnseite des Endabschnitts
angeordnet ist; wobei beispielsweise die Kupplungsstruktur
auf einer dem Griff gegenüberliegenden Seite des
Endabschnitts angeordnet ist.

20 Beispiel 15 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis
14, wobei die Kupplungsstruktur eingerichtet ist, den
Wechselaufsatz formschlüssig und/oder kraftschlüssig (z.B.
mittels Aufsteckens) anzukuppeln; und/oder wobei die
25 Kupplungsstruktur eingerichtet ist, den Wechselaufsatz
magnetisch anzukuppeln.

Beispiel 16 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis
15 oder 52, ferner aufweisend: eine Schnittstelle, die
30 eingerichtet ist, zusammen mit einem Schaltkreis des
Wechselaufsatzes eine Funktion (z.B. Prozessierfunktion) zu
implementieren, wobei beispielsweise die Funktion bei der
Tätigkeit ausgeführt wird (beispielsweise Teil dieser ist),
wobei beispielsweise die Funktion: eine mechanische Funktion
35 (z.B. eine mechanische Beeinflussung bewirkend, z.B.
materialhinzufügend, materialentfernend und/oder
materialumformed) aufweist, eine chemische Funktion (z.B.

eine chemische Beeinflussung bewirkend, chemisch verändernd bzw. umwandelnd) aufweist, eine elektrodynamische Funktion (z.B. eine elektrische und/oder magnetische Funktion aufweisend, z.B. eine elektrodynamische Beeinflussung bewirkend) aufweist, eine kinematische Funktion (z.B. eine kinematische Beeinflussung bewirkend) aufweist, eine thermodynamische Funktion (z.B. eine thermodynamische Beeinflussung bewirkend, z.B. thermische Energie entziehend und/oder zuführend) aufweist, und/oder eine radiometrische Funktion (z.B. eine radiometrische Beeinflussung bewirkend, z.B. Strahlungsenergie entziehend und/oder zuführend) aufweist, wobei die radiometrische Funktion beispielsweise eine photometrische Funktion (z.B. eine photometrische Beeinflussung bewirkend, z.B. Strahlungsenergie entziehend und/oder zuführend) aufweist.

Beispiel 17 ist das Handgerät gemäß Beispiel 16, wobei die Schnittstelle eingerichtet ist, den Schaltkreis mit elektrischer Energie zu versorgen und/oder mit dem Schaltkreis zu kommunizieren.

Beispiel 18 ist das Handgerät gemäß Beispiel 17, wobei die Schnittstelle eingerichtet ist, die elektrische Energie einer Batterie des Handgeräts zu entnehmen.

Beispiel 19 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 15 bis 18, wobei die Schnittstelle eingerichtet ist, gemäß einem drahtlos-Kommunikationsprotokoll mit dem Schaltkreis zu kommunizieren.

Beispiel 20 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 19 oder 52, wobei das drahtlos-Kommunikationsprotokoll (der Ausgabeeinheit und/oder der Schnittstelle) gemäß einem von NFC (Nahfeldkommunikation), RFID (Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen), WLAN (drahtloses lokales Netzwerk), oder Bluetooth eingerichtet ist, wobei beispielsweise das drahtlos-Kommunikationsprotokoll der

Ausgabeeinheit Bluetooth ist, wobei beispielsweise das drahtlos-Kommunikationsprotokoll der Schnittstelle NFC ist.

Beispiel 21 ist das Handgerät gemäß einem der Beispiele 15
5 bis 20 oder 52, wobei die Schnittstelle eingerichtet ist, gemäß einem drahtgebunden-Kommunikationsprotokoll mit dem mit dem Schaltkreis zu kommunizieren.

Beispiel 22 ist das Handgerät gemäß Beispiel 21, wobei gemäß
10 dem drahtgebunden-Kommunikationsprotokoll eine Trägerfrequenztechnik implementiert wird.

Beispiel 23 ist ein System, aufweisend: ein Handgerät gemäß einem der Beispiele 1 bis 22 oder gemäß Beispiel 52; und die
15 Handgerät-externe Vorrichtung und/oder den Wechselaufsatz; wobei beispielsweise das Handgerät gemäß Beispiel 52 (z.B. stirnseitig) einen oder mehr als einen Endabschnitt in Form eines Werkzeugs (z.B. mehrere gegeneinander wechselbare Werkzeuge) aufweist, welcher die Tätigkeit der Maschine
20 repräsentiert; das System optional aufweisend: eine zusätzliche Handgerät-externe Vorrichtung, aufweisend: eine zusätzliche Eingabeeinheit (z.B. alternativ oder zusätzlich zu der Eingabeeinheit des Handgeräts), eingerichtet zum Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des
25 Trainierens der Maschine; und eine zusätzliche Ausgabeeinheit (z.B. alternativ oder zusätzlich zu der Ausgabeeinheit des Handgeräts), eingerichtet zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine (z.B. an die oder die zusätzliche Handgerät-
30 externe Vorrichtung).

Beispiel 24 ist das System gemäß Beispiel 23, wobei beispielsweise der Wechselaufsatz einen oder mehr als einen Endabschnitt in Form eines Werkzeugs (z.B. mehrere
35 gegeneinander wechselbare Werkzeuge) aufweist, welches die Tätigkeit der Maschine repräsentiert; wobei beispielsweise der Wechselaufsatz ein geringeres Gewicht aufweist als das

- Handgerät, wobei beispielsweise der Wechselaufsatz eine geringere elektrische Leistungsaufnahme aufweist als das Handgerät, wobei beispielsweise der Wechselaufsatz eine geringere Größe aufweist als das Handgerät, wobei
- 5 beispielsweise der Wechselaufsatz einen Kunststoff und/oder ein Leichtmetall aufweist oder daraus gebildet ist, wobei beispielsweise das Werkzeug einen Kunststoff und/oder ein Leichtmetall aufweist oder daraus gebildet ist.
- 10 Beispiel 25 ist das System gemäß Beispiel 23 oder 24, wobei das Werkzeug in Form eines: Urformen-Werkzeugs ist, welches ein Urformen als Tätigkeit repräsentiert; Fügen-Werkzeugs ist, welches ein Fügen als Tätigkeit repräsentiert; Verlagerung-Werkzeugs ist, welches ein Verlagern als
- 15 Tätigkeit repräsentiert; Inspizieren-Werkzeugs ist, welches ein optisches Inspizieren als Tätigkeit repräsentiert, oder Trennen-Werkzeugs ist, welches ein Trennen als Tätigkeit repräsentiert.
- 20 Beispiel 26 ist das System gemäß Beispiel 25, wobei das Fügen-Werkzeug ein Beschichtungswerkzeug ist, welches ein Beschichten als Tätigkeit repräsentiert.
- Beispiel 27 ist das System gemäß einem der Beispiele 23 bis
- 25 26, ferner aufweisend: zumindest einen zusätzlichen Wechselaufsatz (zum lösbaren Kuppeln mit der Kupplungsstruktur), wobei der zusätzlichen Wechselaufsatz gemäß einer anderen Tätigkeit eingerichtet ist, welche sich von Tätigkeit unterscheidet.
- 30 Beispiel 28 ist das System gemäß Beispiel 27, wobei der oder jeder Wechselaufsatz und der oder jeder zusätzliche Wechselaufsatz derart (z.B. paarweise zueinander) eingerichtet sind, dass diese gegeneinander ausgetauscht
- 35 werden können, beispielsweise mittels Abkuppelns des Wechselaufsatzes von der Kupplungsstruktur und Ankuppeln des zusätzlichen Wechselaufsatzes an die Kupplungsstruktur.

Beispiel 29 ist das System gemäß einem der Beispiele 23 bis 28, wobei der Wechselaufsatz bzw. der Endabschnitt (z.B. des Wechselaufsatzes bzw. des Handgeräts) und/oder der oder jeder
5 zusätzliche Wechselaufsatz einen Schaltkreis aufweist, welcher eingerichtet ist, eine Funktion bereitzustellen.

Beispiel 30 ist das System gemäß Beispiel 29, wobei der Schaltkreis eingerichtet ist, die Funktion gemäß der
10 Tätigkeit bereitzustellen.

Beispiel 31 ist das System gemäß Beispiel 29 oder 30, wobei der Schaltkreis einen Sensor aufweist, der die Funktion implementiert.
15

Beispiel 32 ist das System gemäß einem der Beispiele 29 bis 31, wobei der Schaltkreis einen Aktor aufweist, der die Funktion implementiert.

20 Beispiel 33 ist das System gemäß einem der Beispiele 29 bis 32, wobei der Schaltkreis eine Strahlungsquelle aufweist, welche die Funktion implementiert.

Beispiel 34 ist das System gemäß einem der Beispiele 23 bis
25 33, wobei die Handgerät-externe Vorrichtung eine Datenverarbeitungsanlage aufweist, welche eingerichtet ist, Steuerinformationen für die Maschine zu ermitteln basierend auf der Aktivierungsinformation und der Tätigkeit.

30 Beispiel 35 ist das System gemäß Beispiel 34, wobei die Datenverarbeitungsanlage eingerichtet ist, beim Ermitteln der Steuerinformationen eine erfasste mechanische Einwirkung auf das Werkzeug, die Kupplungsstruktur und/oder den Wechselaufsatz zu berücksichtigen.

35 Beispiel 36 ist das System gemäß Beispiel 34 oder 35, wobei die Datenverarbeitungsanlage eingerichtet ist, beim Ermitteln

der Steuerinformationen eine erfasste und/oder ermittelte räumliche Information zu berücksichtigen über: eine Bewegung des Handgeräts im Raum, eine Position des Handgeräts im Raum, und/oder eine Ausrichtung des Handgeräts im Raum.

5

Beispiel 37 ist das System gemäß einem der Beispiele 34 bis 36, wobei die Datenverarbeitungsanlage eingerichtet ist, beim Ermitteln der Steuerinformationen eine erfasste Handhabung des Handgeräts zu berücksichtigen, wobei die Handhabung
10 beispielsweise eine Eingabe an der Eingabeeinheit aufweist.

Beispiel 38 ist das System gemäß Beispiel 37, wobei die Handhabung zumindest eine Handhabung einer Funktion, die mittels des Wechselaufsatzes bzw. des Werkzeugs,
15 bereitgestellt wird, aufweist.

Beispiel 39 ist das System gemäß Beispiel 38, wobei die Handhabung zumindest eine räumliche und/oder zeitliche Verteilung aufweist.

20

Beispiel 40 ist das System gemäß einem der Beispiele 34 bis 39, wobei die Datenverarbeitungsanlage eine Kommunikationsschnittstelle aufweist die gemäß einem Kommunikationsprotokoll der Maschine (z.B. deren
25 Steuervorrichtung) eingerichtet ist.

Beispiel 41 ist das System gemäß Beispiel 40, wobei die Datenverarbeitungsanlage eingerichtet ist, mittels der Kommunikationsschnittstelle mit der Maschine zu kommunizieren
30 (z.B. mittels der Kommunikationsschnittstelle die Steuerinformationen oder Steuerbefehle an die Maschine zu übertragen), oder wobei die Datenverarbeitungsanlage eine Steuervorrichtung zum Steuern der Maschine aufweist (und beispielsweise eingerichtet ist, die Aktivierungsinformation
35 zu empfangen und/oder zu verarbeiten).

- Beispiel 42 ist das System gemäß Beispiel 40 oder 41, ferner aufweisend: eine optionale Befestigungsvorrichtung, welche eingerichtet ist, das Handgerät an der Maschine zu befestigen, wobei die Datenverarbeitungsanlage ferner
- 5 eingerichtet ist, eine Kalibrierungssequenz durchzuführen (z.B. wenn das Handgerät an der Maschine befestigt ist), indem die Maschine mittels der Kommunikationsschnittstelle angesteuert wird.
- 10 Beispiel 43 ist das System gemäß Beispiel 42, wobei die Kalibrierungssequenz aufweist, ein abgespeichertes Model der Maschine zu aktualisieren, beispielsweise auf Grundlage der erfassten und/oder ermittelten räumlichen Information beim Durchführen der Kalibrierungssequenz.
- 15 Beispiel 44 ist das System gemäß einem der Beispiele 23 bis 43, wobei die Handgerät-externe Vorrichtung eine Ortungsvorrichtung aufweist, welche eingerichtet ist, eine räumliche Information zu ermitteln über: eine Bewegung des
- 20 Handgeräts im Raum, eine Position des Handgeräts im Raum, und/oder eine Ausrichtung des Handgeräts im Raum
- Steuerinformationen; und/oder eingerichtet ist, ein (z.B. elektromagnetisches) Ortungssignal auszusenden, wobei das Ortungssignal vorzugsweise ein optisches Signal ist (z.B. ein
- 25 Infrarotsignal) und/oder ein räumliches Muster aufweist.
- Beispiel 45 ist das System gemäß einem der Beispiele 23 bis 44, wobei die Ortungsvorrichtung und/oder das Handgerät eingerichtet ist, eine Veränderung der Position und/oder
- 30 Ausrichtung des Handgeräts zu erfassen, welche kleiner ist als eine kleinste räumliche Ausdehnung des Handgeräts und/oder als ein Millimeter.
- Beispiel 46 ist das System gemäß Beispiel 43 oder 45, wobei
- 35 die Ortungsvorrichtung einen oder mehr als einen zweiten Sensor zum Erfassen der räumlichen Information aufweist; und/oder wobei die Ortungsvorrichtung einen oder mehr als

einen Sender zum Senden des Ortungssignals aufweist; und/oder wobei das Handgerät eingerichtet ist, eine die räumliche Information zu ermitteln auf Grundlage des Ortungssignals zu ermitteln (z.B. eine Standortbestimmung vorzunehmen).

5

Beispiel 47 ist das System gemäß Beispiel 46, wobei der eine oder mehr als eine zweite Sensor einen der folgenden Sensoren aufweist: einen optoelektronischen Sensor; einen elektromagnetischen Sensor; und/oder einen akustischen

10 Sensor; und/oder wobei der eine oder mehr als eine Sender einen der folgenden Sender aufweist: einen Laser (z.B. zum Bereitstellen von Lidar), z.B. einen Infrarotlaser, einen Radiowellensender (z.B. zum Bereitstellen von Radar), und/oder einen Ultraschallsender.

15

Beispiel 48 ist das System gemäß Beispiel 47, wobei der optoelektronische Sensor eine Kamera oder einen Lidar-Sensor aufweist; wobei der elektromagnetische Sensor einen Radarsensor oder Peilungssensor aufweist; wobei der
20 akustische Sensor einen Sonarsensor aufweist.

Beispiel 49 ist ein System zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit einer Maschine (z.B. zumindest deren Endeffektors), das System aufweisend: ein
25 Handgerät (z.B. gemäß einem der Beispiele 1 bis 21), das einen Griff und eine (z.B. stirnseitige) Kupplungsstruktur zum lösbaren Kuppeln eines Wechselaufsatzes aufweist; den Wechselaufsatz (z.B. gemäß einem der Beispiele 1 bis 17), der eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit; eine
30 Datenverarbeitungsanlage (z.B. gemäß einem der Beispiele 1 bis 17), welche eingerichtet ist, Steuerinformationen für die Maschine zu ermitteln basierend auf einer räumlichen Information über das Handgerät und der Tätigkeit.

35 Beispiel 50 ist ein Verfahren (z.B. zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit einer Maschine), aufweisend: Erfassen einer räumlichen Information

- eines Handgeräts (z.B. des Handgeräts gemäß einem der Beispiele 1 bis 21) wenn die Aktivierungsinformation eingegeben wurde (z.B. in Antwort auf das Eingeben der Aktivierungsinformation); Ermitteln von Steuerinformationen für die Maschine basierend auf der räumlichen Information (optional einem Handhaben des Handgeräts) und der Tätigkeit; wobei beim Erfassen einer räumlichen Information das Handhaben eines Handgeräts gemäß der mindestens einen Tätigkeit erfolgt, wobei an einer (z.B. stirnseitigen) Kupplungsstruktur zum lösbaren Kuppeln eines Wechselaufsatzes des Handgeräts der Wechselaufsatz angekuppelt ist, der eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit; wobei die Steuerinformationen der Maschine optional bereitgestellt (z.B. auf dieser abgespeichert) werden.
- Beispiel 51 ist ein nichtflüchtiges Speichermedium, aufweisend Codesegmente, die eingerichtet sind, wenn von einem Prozessor ausgeführt, das Verfahren gemäß Beispiel 50 durchzuführen.
- Beispiel 52 ist ein Handgerät zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit einer Maschine (z.B. zumindest deren Endeffektors), das Handgerät aufweisend: einen Griff; eine Eingabeeinheit, eingerichtet zum Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine; eine Ausgabeeinheit, eingerichtet zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine an eine Handgerät-externe Vorrichtung; und ein (z.B. stirnseitig und/oder stoffschlüssig befestigtes) Werkzeug, das eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit; eine optionale Schnittstelle, die eingerichtet ist, zusammen mit einem Schaltkreis des Werkzeugs bzw. des Wechselaufsatzes eine Funktion zu implementieren.
- Beispiel 53 ist ein System (z.B. gemäß einem der Beispiele bis 23 bis 49), aufweisend: ein Handgerät (z.B. gemäß einem

der Beispiele 1 bis 22 oder 52) zum Trainieren mindestens einer Bewegung und mindestens einer Tätigkeit einer Maschine, und eine Befestigungsvorrichtung, mittels welcher das Handgerät zum Kalibrieren des Systems lösbar an die Maschine gekuppelt werden kann; das Handgerät beispielsweise aufweisend: einen Griff; eine Eingabeeinheit, eingerichtet zum Eingeben von Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine; eine Ausgabereinheit, eingerichtet zum Ausgeben der Aktivierungsinformation für das Aktivieren des Trainierens der Maschine an eine Handgerät-externe Vorrichtung; und ein Werkzeug oder eine Kupplungsstruktur zum lösbaren Kuppeln eines Wechselaufsatzes, wobei das Werkzeug bzw. der Wechselaufsatz eingerichtet ist gemäß der mindestens einen Tätigkeit.

Beispiel 54 ist eines der Beispiele 1 bis 49, oder 51 bis 53, ferner aufweisend (z.B. als Bestandteil des Handgeräts): eine Steuervorrichtung, welche eingerichtet ist zum Ermitteln räumlicher Informationen mittels einer oder mehr als eines Sensors des Handgeräts.