

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Juni 2022 (30.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/136703 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06Q 10/06 (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/087645

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Dezember 2021 (24.12.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
LU 102362 24. Dezember 2020 (24.12.2020) LU

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder: **STUTH, André** [DE/DE]; Tschemyschewski-
straße 12, 04357 Leipzig (DE).

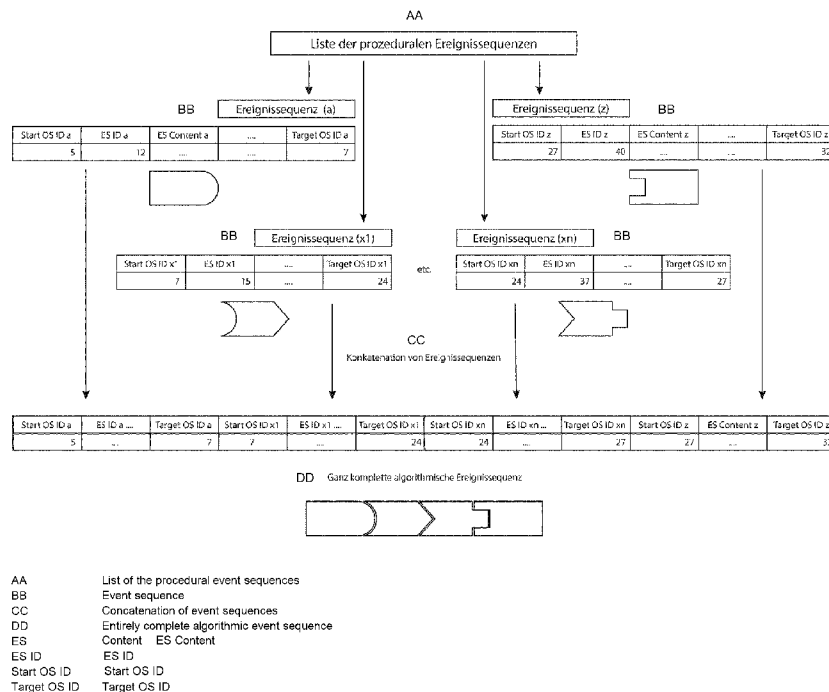
(74) Anwalt: **GRUNER, Leopold Joachim**; white ip | patent &
legal, Königstraße 7, 01097 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR TRANSFORMING A START OBJECT SITUATION INTO A TARGET OBJECT SI-
TUATION (INTUITIVE TACIT SOLUTION FINDING)

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUM ÜBERFÜHREN EINER START-OBJEKTSITUATION IN EINE ZIEL-
OBJEKTSITUATION (INTUITIVE TACIT SOLUTION FINDING)



(57) Abstract: Automatically finding the solution to a problem by gathering and utilizing procedural event knowledge, comprising: defining a task statement, consisting in transforming a start object situation into a target object situation by means of an event sequence; searching a database for a suitable solution in the form of an event sequence, in accordance with an association of the at least the following variables with each other: identifiers of possible start and target object situation and of the object types involved and information regarding an event sequence, the event sequence being suitable for transforming the possible start object situation into the possible target

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

object situation; selecting a suitable procedural event sequence in the database or forming a new event sequence, as an n-concatentation from the available event sequences.

(57) Zusammenfassung: Automatisiertes Auffinden der Lösung eines Problems unter Erhebung oder Nutzung von prozeduralem Ereigniswissen, umfassend: Definieren einer Aufgabenstellung, darin bestehend, eine Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine Ziel-Objektsituation zu überführen, Suchen einer Datenbank für eine passende Lösung in Form einer Ereignissequenz, nach einer Zuordnung mindestens folgender Größen zueinander: Bezeichner möglicher Start- und Ziel-Objektsituation und der beteiligten Objektarten, eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen, Auswählen einer passenden prozeduralen Ereignissequenz in der Datenbank oder Bilden einer neuen Ereignissequenz, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen.

Verfahren und System zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation (Intuitive Tacit Solution Finding)

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerverfahren zum Ansteuern eines Aktors, um eine Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation zu überführen, wobei dieser Prozess durch erzeugbare Ereignissequenzen abbildbar ist, die aus einer Datenbank abrufbar sind, um diesen zu optimieren. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Steuerungssystem, umfassend ein Computerprogrammprodukt, zum Ansteuern eines Aktors, um das Steuerverfahren zu implementieren, ein das Steuerungssystem umfassendes Industrierobotersystem, ein das Steuerungssystem umfassendes Fahrzeugführungssystem, ein Verkehrssteuerungssystem, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, ein Verfahren zur Normalisierung von Objektarten sowie ein Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen, wobei alle der aufgeführten Systeme oder Vorrichtungen das erfindungsgemäße Steuerverfahren implementieren.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind Steuerungssysteme, insbesondere auch sogenannte adaptive Steuerungssysteme, bekannt. Diese werden umgangssprachlich auch als Steuerungen bezeichnet. Im Folgenden wird der Begriff Steuerungssystem aus Gründen der Lesbarkeit durch „Steuerung“ ersetzt. Steuerungen und Regelungen können Prozesse verschiedenster Art überwachen und, wenn erforderlich, anpassen.

So ist eine adaptive Steuerung bekannt, welche dazu eingerichtet ist, gewisse operative Parameter ständig an sich verändernde Bedingungen anzupassen, um eine beste Leistung des Prozesses zu erzielen. Für diese Anpassung ist eine endliche Kette von Handlungen in einem Zeitabschnitt notwendig, die aus den erhaltenen Sensordaten der analysierten IST-Objektsituation in einem bestimmten Raumabschnitt die gewünschte bzw. geforderte SOLL-Objektsituation mit Hilfe der zu steuernden Größen der adaptiven Steuerung herstellt.

Jede n-te Handlung überführt den n-ten Start-Objektzustand S_n in den n-ten Ziel-Objektzustand Z_n . Durch eine Aneinanderreihung (Konkatenation) von m Handlungen wird der erste Start-Objektzustand S_1

in den m -ten Zielobjektzustand Z_m überführt. Da die Ziel-Objektsituation nicht notwendigerweise ausschließlich über die Steuerung verändert wird, also nicht notwendigerweise ein Handeln vorausgesetzt ist, wird im Folgenden der Begriff Ereignis statt des Begriffs der Handlung genutzt. Also überführt ein n -tes Ereignis den n -ten Start-Objektzustand S_n in den n -ten Ziel-Objektzustand Z_n .

Für die Anpassung wird eine Zielgröße kontinuierlich gemessen, also der aktuelle Objektzustand (die IST-Objektsituation) erhoben, während der Steuerung ein Zielzustand (SOLL-Objektsituation) vorgegeben ist. So beobachtet die Steuerung die durch eine Änderung der Eingangssignale erfolgenden Änderungen der Zielgröße und passt in der Folge das eigene Verhalten entsprechend an.

Solche Steuerungen verbrauchen jedoch häufig viel Energie, arbeiten nicht maximal effizient und wertvolle Prozesszeit wird nicht maximal ausgeschöpft bzw. für umfangreiche und komplexe Berechnungen vergeudet.

Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn mitunter sehr komplexe, nicht lineare, Systeme gesteuert werden, so dass im Falle einer Instabilität des komplexen Systems bereits kleinste Veränderungen der Eingangsparameter mit erheblichen Veränderungen in der Zielgröße einhergehen können. Zudem weisen komplexe Systeme mitunter statt erreichbaren Fixpunkten sogenannte Grenzyklen, Bifurkationen oder ein chaotisches Verhalten auf.

Daher verfügen einige adaptive Steuerungen über Referenzmodelle des von der adaptiven Steuerung gesteuerten Systems, anhand derer sie Vorhersagen über das gesteuerte System treffen. Entsprechend fallen diesen Steuerungen entsprechende Reaktionen auf Zustände außerhalb des Referenzmodells schwer. Des Weiteren werden während einer Optimierung in der Folge häufig nur lokale Minima gefunden. Dabei ist zu beachten, dass es verschiedene Arten von Steuerungen gibt. Insbesondere für komplexe Systeme werden zunehmend adaptive Steuerungen, gestützt durch Machine Learning (engl. Maschinelles Lernen, ML) oder statistische Methoden, entwickelt. Diese Methoden der Steuerung werden auch als „intelligent control“, (engl.: intelligente Steuerung) bezeichnet.

Adaptive Steuerungen auf Basis statistischer Methoden, wie Bayes'schen Wahrscheinlichkeiten benötigen wenig Hintergrundinformationen über das gesteuerte System, sind aber ineffizient, was bedeutet, dass sie nicht zwingend optimale Lösungen finden und dabei viel Zeit und Energie benötigen.

Adaptive Steuerungen, welche durch ML gestützt werden, sind in der Ausführung dagegen schnell und auch effizient. Am Beispiel eines neuronalen Netzes lässt sich dies gut illustrieren: Ein neuronales Netz verwendet eine Zahl an Input-Parametern (Eingabe) und einen oder mehrere Zielparameter (Ausgabe).

Zwischen der Eingabe- und der Ausgabeschicht befinden sich miteinander verbundene Schichten von „Neuronen“. Diese stellen eine nichtlineare Funktion da, in der die Eingabewerte auf den vorhergehenden Schichten verarbeitet und zu einem Ausgabewert kombiniert werden. Das System wird dann mit einer Vielzahl von möglichen Eingabedaten trainiert, die korrekte Ausgabe zu erzeugen. Dies erfordert eine entsprechende Menge an initialen Trainingsdaten, die zum einen ausreichen müssen, um den relevanten Teil des Phasenraums (n -dimensionaler Raum aller möglichen Zustände des Systems, wobei n der Zahl der gemessenen Parameter entspricht) abzudecken und zudem möglichst keine statistische Verzerrung aufweisen dürfen. Während des Online- oder Offline-Trainings werden die sogenannten Gewichtungen, also die Stärken der Verbindungen zwischen den einzelnen Neuronen variiert, bis das neuronale Netz die erwarteten Ergebnisse liefert. Das „Wissen“ zur Domäne, in der das neuronale Netz angewendet wird, liegt somit implizit in der Struktur des neuronalen Netzes vor. Während das Training sehr rechenintensiv ist und somit neben einer großen Menge an Trainingsdaten sehr viel Energie und Zeit sowie leistungsfähige Hardware benötigt, ist die Anwendung des erzeugten neuronalen Netzes für die Zuordnung einer Menge von Eingabewerten zur einer Zahl an Ausgabewerten vergleichsweise wenig rechenintensiv und kann somit auch auf weniger leistungsfähiger Hardware mit einem überschaubaren Aufwand von Energie und Zeit erfolgen.

In beiden letztgenannten Fällen fehlt es den bekannten adaptiven Steuerungen an der Anpassungsfähigkeit, wenn sich Randbedingungen des kontrollierten Systems ändern, sodass sich auch der Phasenraum bzw. die Stabilitäten im System ändern.

Beiden Möglichkeiten ist außerdem gemein, dass nach es nach dem initialen Aufsetzen des Systems nur unter großem Aufwand möglich ist, eine Veränderung an der Steuerung vorzunehmen, insbesondere wenn sich diese im laufenden Betrieb befindet.

Bei einer adaptiven Steuerung (adaptive control) ist bekannt, dass Kenngrößen an den Prozess angepasst werden können. Die Komplexität der Struktur wächst jedoch nicht. Nachteilig ist, dass neue komplexere Probleme deshalb häufig nicht bzw. nicht optimal oder nur unzureichend gelöst werden können. Auch nach längeren Wartezeiten (z.B. Berechnungs- und Suchzeiten) mit hohem Zeitaufwand und Energieverbrauch gibt es in vielen Fällen keine ausreichende neue und optimale Problemlösung.

Häufig wiederkehrende Probleme werden – ohne Rücksicht auf eventuelle Komplexität – lediglich unter dem bisher bekannten konstantem Aufwand und Energieverbrauch ständig wiederholt. Nachteilig im Stand der Technik ist, dass die Steuerungen eine mangelnde Lernfähigkeit aufweisen.

Klassische Steuerungen, beispielsweise adaptive Steuerungen, sind sehr verbreitet. Ein vollständiger Ersatz dieser ist in vielen Fällen sehr kostspielig. Zudem sind klassische Steuerungen in ihrer konkreten Ausgestaltung häufig nur ihrem jeweiligen Einsatzzweck angepasst.

Aufgabe

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, ein optimiertes, also effizienteres, energiesparsameres, schnelleres und/oder besser strukturiertes Steuerverfahren bereitzustellen und dieses so zu gestalten, dass das Steuerverfahren auch auf vorhandenen Steuerungssystemen „nachgerüstet“ bzw. „aufgesetzt“ werden kann.

Insbesondere erkennt die Erfindung die Notwendigkeit eines hohen Abstraktionsgrades, sodass die erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen für sämtliche Einsatzzwecke, insbesondere für ein Zusammenspiel mit sämtlichen klassischen Steuerungen, d.h. einsatzzweckunabhängig, geeignet sind.

Lösung

Gelöst wird die Aufgabe im Wesentlichen dadurch, dass einem Steuerverfahren ein Knowledge Management System hinzugefügt wird, welches Ereignissequenzen umfasst, um eine Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation zu überführen.

Die vorliegende Aufgabe wird insbesondere gelöst durch ein Steuerverfahren zum Ansteuern eines Aktors zum Überführen, insbesondere zum Überführen des Aktors von einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation (d.h. Erreichen einer Ziel-Objektsituation ausgehend von einer Start-Objektsituation) mittels einer Steuerung, bevorzugt einer adaptiven Steuerung, umfassend

- a) Ermitteln (S01) einer Start-Objektsituation mittels eines Sensors,
- b) Definieren (S02) einer Ziel-Objektsituation,
- c) Ermitteln (S03) einer Ereignissequenz, die geeignet ist, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen, insbesondere Teilereignissequenzen (d.h. Teilprozeduren; einzelnen Prozessschritten), zu überführen, durch
 - Iteratives Suchen (S03a) von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen, insbesondere Teil-Ereignissequenzen, umfassend die Start- und/oder Ziel-Objektsituation

und/oder Objektsituationen aus Teil-Ereignissequenzen vorhergehender Iterationsschritte,

- Auswählen (S03b1) mindestens einer Ereignissequenz zum Erreichen der Ziel-Objektsituation ausgehend von der Start-Objektsituation oder Bilden (S03b2) einer neuen Ereignissequenz zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation auf Basis der iterativen Suche des Verfahrens gefundenen Teil-Ereignissequenzen und deren Konkatenationen,

d) Ansteuern (S04) des Aktors basierend auf der ermittelten Ereignissequenz durch die Steuerung.

Es erschließt sich für den Fachmann hierin, dass zum Definieren (S01) einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine konkrete Ziel-Objektsituation zu überführen voraussetzt, dass zunächst eine Start-Objektsituation mittels eines Sensors ermittelt wird und anschließend eine (gewünschte) Ziel-Objektsituation vorgeben wird und basierend auf diesen eine Aufgabenstellung zur Überführung des Objektes von der konkreten Start-Objektsituation in die konkrete Ziel-Objektsituation abgeleitet wird.

Erfindungsgemäß erfolgt anschließend das Ermitteln aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen einer Ereignissequenz, die geeignet ist, um die Ziel-Objektsituation ausgehend von der Start-Objektsituation zu erreichen. Hierzu wird bevorzugt auf eine Datenbank zurückgegriffen, welche zwecks Suche einer passenden Lösung in Form einer Ereignissequenz, welche geeignet ist, die Aufgabenstellung zu lösen, gelesen wird. Vorzugsweise ist die Datenbank hierbei dazu geeignet, mindestens folgende Größen einander zuzuordnen, insbesondere auch auf eine gewichtete Kombination dieser Größen einzugehen:

- einen Bezeichner einer möglichen Start-Objektsituation,
- Bezeichner der beteiligten Objektarten,
- Bezeichner einer möglichen Ziel-Objektsituation,
- Bezeichner der beteiligten Objektarten,
- eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen.

Das Auswählen (S03b1) der mindestens einen Ereignissequenz zum Erreichen der Ziel-Objektsituation ausgehend von der Start-Objektsituation ist dabei bevorzugt eine zur Aufgabenstellung passende

Lösung. Hierbei werden vorzugsweise die in einer Datenbank hinterlegten Lösungen in Form einer Ereignissequenz bzgl. der vorgenannten Größen quantifiziert und eine zur Aufgabenstellung passende Lösung in der Datenbank ausgewählt, wenn entsprechend eine zur Aufgabenstellung passende Lösung gelesen (S02) wurde.

Alternativ erfolgt das Bilden (S03b2) einer neuen Ereignissequenz, insbesondere einer Verkettung von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur zum Erreichen einer Ziel-Objektsituation ausgehend von einer Start-Objektsituation auf Basis der in Schritt S03a gefundenen Teil-Ereignissequenzen und deren Konkatenationen. Hierzu erfolgt das Bilden (S03b) einer neuen Ereignissequenz, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung nicht gelesen (S02) wurde, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen, umfassend vorzugsweise die folgenden Schritte:

- Lesen (S03b-01) der Datenbank zwecks Suche mindestens einer ersten und einer n-ten Ereignissequenz, insbesondere Suche von Ereignissequenzen von einer ersten bis zu einer n-ten Ereignissequenz, wobei n eine natürliche Zahl bezeichnet und
 - die erste Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in eine erste Intermediär-Objektsituation zu überführen und
 - für alle natürlichen Zahlen, für die gilt $1 < k < n$, die k-te Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, eine (k-1)-te Intermediär-Objektsituation in eine k-te Intermediär-Objektsituation zu überführen, und
 - die n-te Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, eine (n-1)-te Intermediär-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen

Erfindungsgemäß kann ein Schritt des Iterierens (B02a) über mögliche Intermediär-Objektsituationen sowie Verkettungen von Intermediär-Objektsituationen, insbesondere ein Schritt des rekursiven Iterierens vorgesehen sein, wobei diese Intermediär-Objektsituationen vorzugsweise in einer Datenbank gespeichert sind, sodass zum Auffinden ein Schritt des Lesens (B02b) einer Datenbank zwecks Suche passender Ereignisprozeduren vorgesehen ist.

Dabei ist eine Zahl n für jede mögliche Verkettung der Intermediär-Objektsituationen die Länge der jeweiligen Verkettung der Prozeduren bezeichnet und durch eine natürliche Zahl größer oder gleich 2 gegeben. Beim Schritt des Auswählens und Verkettens von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur ist vorzugsweise eine jede Ereignisprozedur geeignet, entweder,

- die mögliche Start-Objektsituation in die erste Intermediär-Objektsituation zu überführen, oder

- für ein k mit $1 < k < n$, die $(k-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in die k -te Intermediär-Objektsituation zu überführen, oder
- $(n-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen

Hierzu erfolgt vorzugsweise zunächst in einem ersten Schritt das Errechnen (B03) mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums der Verkettung der Prozeduren ((Teil-) Ereignissequenzen) für eine jede durch die Iteration hervorgerufene Verkettung von Prozeduren. Sodass das der Schritt des Auswählens von einer oder mehreren Verkettungen auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums/Merkmals erfolgt.

Analog hierzu kann vorgesehen sein, dass der Schritt des Auswählens einer Ereignissequenz aus einer Menge an geeigneten Ereignissequenzen in Schritt S03b1 auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums/Merkmals (wie hierin definiert) erfolgt.

Es versteht sich, dass die Ereignissequenzen zwischen zwei Objektsituationen bspw. innerhalb einer Datenbank dabei in jeder beliebigen Programmier- oder Beschreibungssprache initial erhoben und gespeichert werden können, insbesondere in einer beliebigen, aber einheitlichen Programmier- oder Beschreibungssprache.

Vorzugsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner einen Schritt zum Speichern (S05) der ermittelten Ereignissequenz umfassen. Handelt es sich bei der ermittelten Ereignissequenz um eine neu entstandene Ereignissequenz, so kann diese ggfs. als n -Konkatenation in einer Datenbank abgelegt werden, wobei diese neu konkatenierte Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen. Dies hat den Vorteil, dass bei der Durchführung einer späteren Ereignissequenz, die identisch oder zumindest ähnlich ist, auf diese in Schritt (c) des erfindungsgemäßen Verfahrens, nämlich dem Ermitteln (S03) einer Ereignissequenz zurückgegriffen werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren einen ersten Teilschritt zum Ermitteln einer Ereignissequenz aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen in einem ersten Speicher, in dem Erfolge hinterlegt sind, d.h. Ereignissequenzen, die dazu geeignet sind, die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen, wobei durch iteratives Suchen von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen und Auswählen einer bekannten Ereignissequenz oder Bilden einer neuen Ereignissequenz, insbesondere Bilden einer neuen Ereignissequenz, eine (grundsätzlich) geeignete Ereignissequenz ermittelt wird, und einen

zweiten Teilschritt zum Ermitteln einer Ereignissequenz aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen in einem zweiten Speicher, in dem Misserfolge hinterlegt sind, d.h. Ereignissequenzen, die nicht oder nur ungenügend geeignet sind, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen, durch das Suchen/Ermitteln der im ersten Teilschritt ermittelten Ereignissequenz in dem zweiten Speicher oder durch das Abgleichen der im ersten Teilschritt ermittelten Ereignissequenzen mit den im zweiten Teilschritt ermittelten Ereignissequenzen, wobei die in dem zweiten Teilschritt ermittelten (Teil-)Ereignissequenzen verworfen werden (Gegenprüfen).

Dadurch, dass Misserfolge nicht verworfen werden, können diese zusätzlich zu den hierin definierten Größen, insbesondere quantitativen Eignungskriterien zum Auffinden einer geeigneten Ereignissequenz herangezogen werden. Das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren bzw. das System zum Ansteuern eines Aktors ist somit zumindest quasi lernfähig, vorzugsweise lernfähig, ausgebildet, sodass zumindest in einem ersten vorgelagerten Schritt, ganz besonders bevorzugt völlig auf einen Abgleich der (gesamten) ermittelten Menge an potentiell geeigneten Ereignissequenzen auf Basis mindestens einer Größe bzw. eines quantitativen Eignungskriteriums (wie hierin definiert) verzichtet werden kann. Dies spart Zeit und reduziert den Energiebedarf bei der Ermittlung einer geeigneten (Teil-)Ereignissequenz.

Ein erster Speicher, in dem Erfolge hinterlegt sind, ist bspw. eine sogenannte Erfolgsdatenbank, d.h. ein Speicher bzw. eine Datenbank, in dem/der (Teil-)Ereignissequenzen gespeichert sind, die bei derselben oder ähnlichen Kombination von Start-Objektsituation und Ziel-Objektsituation zum Erfolg geführt haben. Ein zweiter Speicher, in dem Misserfolge gespeichert sind, ist bspw. eine sog. Misserfolgsdatenbank, d.h. ein Speicher bzw. eine Datenbank, in dem/der (Teil-)Ereignissequenzen gespeichert sind, die bei derselben oder ähnlichen Kombination von Start-Objektsituation und Ziel-Objektsituation nicht zum Erfolg geführt haben.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner einen Schritt zum Ermitteln von verbotenen oder unerlaubten Ereigniseigenschaften (Constraints) innerhalb der zu ermittelnden Ereignissequenz, die (grundsätzlich) geeignet ist, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen zu überführen, insbesondere durch das Ansteuern eines Aktors basierend auf der ermittelten Ereignissequenz durch die Steuerung. Beispiele für solche verbotenen oder unerlaubten

Ereigniseigenschaften umfassen einen unerwünschten Vorgang wie bspw. das Schwenken, Drehen oder Ruckeln eines Objektes aufgrund der Trägheit des Objektes, Luftbewegungen, oder Vibrationen. Das Ermitteln solcher verbotenen oder unerlaubten Ereigniseigenschaften kann für einzelne bzw. innerhalb einzelner (Teil-)Ereignissequenzen separat erfolgen. Somit können bereits im Vorfeld (Teil-)Ereignissequenzen ausgeschlossen werden, die zwar potenziell geeignet erscheinen, eine Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation zu überführen, die jedoch aufgrund des Vorliegens einer ermittelten verbotenen bzw. unerlaubten Ereigniseigenschaft ungeeignet sind. Vorteilhaft kann so auf einen Abgleich der ermittelten Menge an geeigneten Ereignissequenzen auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums (wie hierin definiert) verzichtet werden.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner einen Schritt zum Überwachen eines laufenden oder eines sich wiederholenden Prozesses bzw. einer (Teil-)Ereignissequenz, insbesondere einen Schritt zum Überwachen der wiederkehrenden Start-Objektsituation. Ein Beispiel hierfür ist die Tätigkeit eines Roboters an einem Fließband, der wiederholt denselben Vorgang vornimmt). Hierdurch können trotz des (ursprünglichen) Ermitteln einer (Teil-)Ereignissequenz, die (grundsätzlich) geeignet ist/war, um eine sich wiederholende Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen, und diese (Teil-)Ereignissequenz somit (bspw. mehrfach hintereinandergeschaltet) wiederholt durchgeführt wird, spontane Änderungen innerhalb eines laufenden Prozesses, insbesondere an wiederkehrenden Start-Objektsituation ermittelt werden und somit das Steuerverfahren (selbstständig) angepasst werden. Dies hat den Vorteil, dass dem Auftreten von Fehlern, die bspw. durch eine (leicht) veränderte Start-Objektsituation hervorgerufen werden, vorgebeugt werden kann und dass auf das externe Eingreifen, bspw. durch einen Nutzer oder ein anderes Verfahren verzichtet werden kann. Wird beispielsweise eine solche spontane Änderung innerhalb eines laufenden Prozesses, insbesondere an einer wiederkehrenden Start-Objektsituation ermittelt, so kann das System zum Ansteuern eines Aktors in einem Schritt des Bewertens dieser Änderung entscheiden, ob das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren, erneut durchlaufen werden muss, um eine neue (alternative oder angepasste) Ereignissequenz zu ermitteln, die geeignet ist, um die veränderte Start-Objektsituation in die gewünschte Ziel-Objektsituation zu überführen.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner zumindest einen Schritt des wiederholten Ermitteln einer Ereignissequenz oder

einen Schritt des wiederholten Durchlaufens des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere des Steuerverfahrens (gemäß der hierin definierten Schritte, insbesondere unter Ausschluss der Ereignissequenz, die nicht geeignet war, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen), wenn die zuvor ermittelte und/oder durchgeführte Ereignissequenz nicht geeignet war, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen. Dies hat den Vorteil, dass das System, insbesondere das System zum Ansteuern eines Aktors den Vorgang des Überführens der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation nicht abbricht (und bspw. in einen Fehlermodus übergeht), sodass auf ein externes Eingreifen, bspw. durch einen Nutzer oder ein anderes Verfahren verzichtet werden kann. Beispielsweise umfasst der Schritt des wiederholten Ermitteln einer Ereignissequenz einen vorgelagerten Teilschritt, bei dem der Aktor, vor dem erneuten Durchlaufen des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere des Steuerverfahrens in seine Ausgangsposition zurückkehrt.

Gemäß einer Weiterbildung wird das Ermitteln einer Ereignissequenz gemäß Schritt (c) des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere des Steuerverfahrens lediglich teilweise abgeschlossen, bevor mit dem Überführen einer Start-Objektsituation in die letztendliche Ziel-Objektsituation begonnen wird. Dies bedeutet, dass mit dem Beginn des Überführens einer Start-Objektsituation in die letztendliche Ziel-Objektsituation noch nicht die Ermittlung der gesamten Ereignissequenz abgeschlossen ist, sondern die einzelnen Teil-Ereignissequenzen sukzessive ermittelt und Schritt für Schritt zur (gesamten) Ereignissequenz aus einzelnen Teil-Ereignissequenzen (des prozeduralen Ereigniswissens, einem Speicher, einer Datenbank) konkateniert (miteinander verkettet) werden. Dies hat den Vorteil, dass nach Auswählen zumindest einer, vorzugsweise zumindest zwei, ganz besonders bevorzugt zumindest 30%, insbesondere zumindest 50% der (Teil-)Ereignissequenz(en) oder Bilden einer, vorzugsweise zumindest zwei, ganz besonders bevorzugt zumindest 30%, insbesondere zumindest 50% der neuen (Teil-)Ereignissequenz(en) bereits mit der Überführung einer Start-Objektsituation in die letztendliche Ziel-Objektsituation über Zwischen-Ziel-Objektsituationen (d.h. das Ziel-Objektsituationen, die noch nicht das Ende der gesamten erforderlichen Ereignissequenz darstellen) begonnen werden kann, was eine Zeit- und/oder Ressourcen-Einsparung (bspw. erforderliche Rechenleistung) zur Folge hat.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass nach Vollendung jeder Teil-Ereignissequenz, vorzugsweise zumindest nach Vollendung jeder zweiten Teil-Ereignissequenz, ganz besonders bevorzugt nach

Vollendung von zumindest 30%, insbesondere von zumindest 50% der Teil-Ereignissequenzen der gesamten Ereignissequenz die (entsprechend) zu erwartende Zwischen-Ziel-Objektsituation mit der tatsächlichen Zwischen-Ziel-Objektsituation abgeglichen wird. Hierzu umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren vorzugsweise einen Schritt des Ermitteln einer tatsächlichen Zwischen-Ziel-Objektsituation (d.h. das einer Objektsituation, welche einen Zustand zwischen einer Start-Objektsituation und einer Ziel-Objektsituation beschreibt und die noch nicht das Ende der gesamten erforderlichen Ereignissequenz darstellt), die wiederum als Start-Objektsituation für eine weitere oder eigenständige (Teil-)Ereignissequenz dienen kann, mittels eines Sensors und das Abgleichen dieser ermittelten tatsächlichen Zwischen-Ziel-Objektsituation mit der ermittelten zu erwarteten Zwischen-Ziel-Objektsituation einer ausgewählten (Teil-)Ereignissequenz oder neu gebildeten (Teil-)Ereignissequenz. Dies hat den Vorteil, dass bei der Konkatenation einer Vielzahl von Teil-Ereignissequenzen zum Erreichen der letztendlich (gewünschten/angestrebten) Ziel-Objektsituation Abweichungen von der angestrebten Ereignissequenz ermittelt und durch die Vornahme geeigneter Anpassungen kompensiert/ausgeglichen werden können. So kann bei der Feststellung einer entsprechenden Abweichung durch die Steuerung, der Schritt des Ermitteln einer Ereignissequenz auf Basis der festgestellten Abweichung angepasst werden (bspw. bei sukzessiver/teilweisen Ermittlung der gesamten Ereignissequenz, wie vorweg definiert) oder es erfolgt ein Abbrechen des Schritts des Ansteuerns des Aktors, der basierend auf der ursprünglich ermittelten Ereignissequenz angesteuert wird. Derartige Abweichungen der tatsächlichen Zwischen-Ziel-Objektsituation von der ermittelten zu erwarteten Zwischen-Ziel-Objektsituation basierend auf der angestrebten Ereignissequenz können bspw. durch Störfaktoren, wie Reibungsverluste, Verschleiß, äußere Umweltfaktoren, aber auch nach der Wartung/Reparatur einer Vorrichtung und einer damit bspw. verbundenen Leichtgängigkeit von Bauteilen erfolgen. Derartige Störfaktoren können im Anschluss bei dem Schritt des Ermitteln weiterer Ereignissequenzen als ein Ereigniskriterium berücksichtigt werden.

Allgemeine Vorteile

Das erfindungsgemäße Steuerverfahren ermöglicht durch den Zugriff auf in einem Speicher, insbesondere einer Datenbank hinterlegte Ereignissequenzen ein optimiertes Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation.

Darüber hinaus werden Fehler, die durch eine im Wesentlichen manuelle Vorgabe einer Ereignissequenz auftreten können, minimiert.

Das erfindungsgemäße Steuerverfahren erlaubt es überdies, auf spontane Änderungen innerhalb eines kontinuierlichen oder sich wiederholenden Prozesses zu reagieren und eine neue (alternative bzw. abgeänderte) Ereignissequenz bereitzustellen.

Letztlich ist das erfindungsgemäße Steuerverfahren lernfähig ausgestaltet.

Weitere Vorteile sind der Beschreibung und den Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

Beschreibung der Erfindung

ITSF (Intuitive Tacit Solution Finding) ist ein neues Verfahren zur Erhebung, strukturierten Speicherung, leichten Auffindbarkeit und Konkatenation von Bausteinen des prozeduralen Ereigniswissens. Diese Wissensart ist das meist gesuchte „Know How“ für vielfältige Prozesse. Der Vorteil ist, dass die Ereignissequenz hierbei nicht expliziert werden muss. D.h. die Ereignisprozedur kann in der vorhandenen Programmier- oder Beschreibungssprache belassen werden, in der sie von einer technischen Einrichtung erhoben wird. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst das Folgende (a-g):

- a) Erhebung und Speicherung von Ereignissequenzen: Verfahren zur Erhebung und strukturierten Speicherung von prozeduralen Ereignissequenzen als die Verbindung einer Start- mit einer Ziel- Objektsituation. Jede dieser gespeicherten Ereignissequenzen ist dabei ein kleiner Baustein des prozeduralen Ereigniswissens.
- b) Schnelle Wiederauffindbarkeit von Ereignissequenzen: Die initial erhobenen Ereignissequenzen werden in der Liste der Ereignisprozeduren strukturiert gespeichert und können über ihre Start- und ihre Ziel-Objektsituation sehr schnell und einfach wieder aufgefunden werden.
- c) Normalisierung von Objektsituationen: Konkrete Objekte werden zuerst allgemeineren Objektarten zugeordnet (Normalisierung von Objektarten). Anschließend werden diese Objektarten innerhalb eines begrenzten Raumabschnitts zu einer Objektsituation zusammengefasst und mit Hilfe der Liste der Objektsituationen normalisiert.

Bevorzugt erfolgt das Zuordnen der konkreten Objekte zu Objektarten auf Basis mittels Sensoren erhobener Informationen. Besonders bevorzugt erfolgt das Zuordnen der konkreten Objekte zu Objektarten auf Basis der Sensoren und der Verarbeitung der Daten in einer adaptiven Steuerung.

d) Prozedurale Ereignissequenzen: Zwischen der aktuell analysierten Start-Objektsituation und der geforderten Ziel-Objektsituation liegt immer die gesuchte Ereignissequenz als Verbindung dieser beiden Objektsituationen und wird in der Liste der prozeduralen Ereignissequenzen abgespeichert.

e) Konkatenation von Ereignissequenzen: Gibt es für die Anforderung einer Start- und Ziel-Objektsituation noch keinen Eintrag in der Liste der bekannten Ereignisprozeduren, wird nach einer Konkatenation von Ereignissequenzen gesucht, die an ihrem Anfang die Start- und ganz an ihrem Ende die gesuchte Ziel-Objektsituation enthält. Jedes Glied dieser Konkatenationskette wird verbunden über seine normalisierte Ziel-Objektsituation gleich der Start-Objektsituation der nächstfolgenden Sequenz, die in diese Verbindung passt. Wird diese Konkatenation innerhalb der vom Einsatzzweck der Steuerung abhängigen Sicherheitszeitspanne nicht gefunden, muss die alte adaptive Steuerung oder eine manuelle Prozedur aufgerufen werden, um die bisher unbekannte Ereignissequenz erstmalig und initial zu erheben. Wie bereits beschrieben, stellt ein Ereignis einen Übergang von einer Start-Objektsituation zu einer Ziel-Objektsituation in einem bestimmten Raumabschnitt dar. Diese Zustände lassen sich als Knoten in einem Graphen interpretieren, die Ereignisse können somit als Kanten zwischen den Zuständen interpretiert werden. Dementsprechend lassen sich alle ineinander überführbaren Zustände als ein Graph zusammenfassen. Je nachdem, ob Ereignisse reversibel sind, können diese durch gerichtete oder ungerichtete Kanten repräsentiert werden. Wird nun eine Ereignissequenz gesucht, die geeignet ist, um einen Startzustand in einen Zielzustand zu überführen, können simple Routing-Algorithmen wie A* oder Dijkstra verwendet werden. Der Graph kann regelmäßig für ein schnelleres Routing optimiert werden. Aus dem Stand der Technik sind bereits verschiedene Graphendatenbanken, die Informationen in Graphen speichern, bekannt. Diese sind nach technischen Kriterien optimiert. Weitere Optimierungen lassen sich bspw. Vornehmen, indem sogenannte Contraction Hierarchies gebildet werden. Dafür wird der gesamte Graph analysiert und virtuelle Kanten, die die Informationen zu den schnellsten Wegen zwischen zwei Punkten speichern, generiert. Somit kann die Suche einer Ereignissequenz von einem Startzustand zu einem Zielzustand äußerst schnell von statten gehen. Hierin werden die Begriffe „Prozedur“ und „Ereignis“ äquivalent verwendet.

f) Laufender ITSF-Betrieb in einer Datenbank: Intuitive Tacit Solution Finding ist eine sinnvolle Ergänzung und wirkungsvolle Entlastung bekannter adaptiver Steuerungen. Die alte Steuerung läuft im Hintergrund mit und nimmt ggfs. Feinkorrekturen von ITSF-Prozeduren vor. Ebenfalls kommt sie bei völlig unbekannten Objektsituationen und zur Erhebung von ganz neuen Ereignissequenzen zum Einsatz.

g) Ständige vollautomatische Weiterentwicklung: Durch die laufende Konkatenation von Ereignissequenzen auch im Ruhe- oder Schlafzustand entstehen automatisch immer komplexere Ereignisprozeduren in der Liste der prozeduralen Ereignissequenzen. Damit wächst die Komplexität und es können immer größere, eher strategische Aufgaben übernommen werden. Die ersten Prozeduren mit ihrer feineren Granularität bleiben aber trotzdem weiterhin erhalten. Beides dient der umfangreichen Entlastung und Beschleunigung der alten adaptiven Steuerung. Im Ruhe- oder Schlafzustand von ITSF werden außerdem alle bisher in der Liste der prozeduralen Ereignissequenzen möglichen Konkatenationen generiert.

ITSF – Intuitive Tacit Solution Finding ist eine neue Methode zur Erhebung, strukturierten Speicherung und leichten Auffindbarkeit von prozeduralem Ereigniswissen. Dieses Wissen ist nicht so leicht explizit zu beschreiben, meist unbewusst (tacit) und bedarf deshalb einer besonderen Behandlung bei seiner Verarbeitung. Mit dieser neuen Art des Umgangs können die alten Probleme der Behandlung des wichtigsten Bestandteils von implizitem Wissen gründlich behoben werden. Was unterscheidet aber nun allgemein Wissen von Information oder Daten?

Daten sind zuerst einmal nur rein syntaktische Aufzeichnungen von Sachverhalten oder Ereignissen. Sie sind in der Lage, gewissermaßen an einem anderen Punkt der Verarbeitungskette neue Schalter umzulegen. Zu Information werden diese Daten mit ihren semantischen Aspekten aber erst, wenn wir sie in Beziehung zu unserem bereits vorhandenen semantischen Wissensgebäude setzen. Erst dabei bekommen Daten dann einen Sinn und werden zu richtiger Information für uns. Sie können das bereits vorhandene semantische Wissen verifizieren, falsifizieren oder auch erweitern. Zu Wissen wird diese Information jedoch erst dann, wenn wir sie anschließend richtig in unser semantisches Wissensgebäude einordnen und vielfach semantisch verknüpfen.

Die grundlegendsten beiden Kategorien der physischen Realität um uns herum sind Objekte im Raum sowie Ereignisse in der Zeit. Diese wohl bedeutendste Unterscheidung bedingt so immer auch die beiden

tatsächlichen Grundarten unseres Wissens gemäß ihrer direkten Beziehung zur physischen Realität um uns herum und ist deshalb die grundlegende Untergliederung in: deklaratives Objektwissen und prozedurales Ereigniswissen.

Ausführlich beschrieben von Theo Mulder 2006 (Mulder, Theo (2006)): Das adaptive Gehirn: über Bewegung, Bewusstsein und Verhalten. Thieme, Verlag C.H. Beck). Deklaratives Objektwissen bezieht sich dabei auf lokale Objekte im Raum, die sich sehr umfangreich und eindeutig explizit mit all ihren Eigenschaften beschreiben lassen. Sie befinden sich immer in lokalen Objektsituationen mit vielfachen, mitunter sehr umfangreichen Beziehungen dieser Objekte in einem Raumabschnitt untereinander. Prozedurales Ereigniswissen bezieht sich dagegen auf sequenzielle oder parallele Ereignisse in einem Zeitabschnitt, die in ihren vielen sequenziellen oder parallelen Schritten schon wesentlich schwieriger explizit zu beschreiben sind und sehr oft unbewusst (tacit), also implizit in ihrer Art und Abfolge im Gehirn gespeichert werden. Diese Unbewusstheit bezieht sich besonders auch auf deren Zeitdauer und ihren Energieaufwand.

Die deutliche Unbewusstheit geht trotzdem oft mit einer völligen Selbstverständlichkeit dieses impliziten Wissens einher, die uns eigentlich immer erst dann voll bewusst wird, wenn ein Prozess oder ein Mitarbeiter auf einer entsprechenden Position ausfällt und dann die notwendige Tätigkeit aufgrund des fehlenden prozeduralen Wissens nicht mehr richtig ausgeübt werden kann. Grundlegende Beispiele für implizites Wissen sind solch eigentlich sehr einfachen und trotzdem schwer zu beschreibenden Tätigkeiten wie das richtige Gleichgewicht halten beim Fahrradfahren, die ganz spezielle Werkzeughandhabung im Kunsthandwerk oder aber auch ganze sequentielle Arbeitsprozesse. Insbesondere die Explikation, Gliederung und anschließende Wiederauffindbarkeit von prozeduralem Ereigniswissen ist bis heute für viele Unternehmen und technische Einrichtungen immer noch ein wirklich ernsthaftes Problem.

Um nicht nur reagieren, sondern in einer wechselnden Realität auch sinnvoll agieren zu können, benötigt jede intelligente, adaptive Steuerung heute ein gut strukturiertes Wissensmanagementsystem, mit dem sie aus Erkenntnissen und Erfahrungen der Vergangenheit lernen kann. Es geht nicht mehr nur um das Sammeln von Daten, es geht um die Analyse, Einordnung und die gute Auffindbarkeit von Wissensbausteinen. Das bedeutet, Steuerungstechnik und Wissensmanagement müssen immer enger zusammenarbeiten. Dazu ist es notwendig, die beiden wichtigsten Arten des Wissens getrennt zu erheben, strukturiert zu speichern und somit beide einfach, schnell und korrekt wieder auffinden zu

können. Die schnelle und korrekte Wiederauffindbarkeit von Wissensbausteinen des prozeduralen Ereigniswissens ist dabei das Hauptziel von Intuitive Tacit Solution Finding - ITSF.

Der Fachmann weiß beispielsweise aus „The role of tacit knowledge in Group Innovation“, California Management Review, Vol. 40, Nr. 3, Seite 112 - 132, dass „das Management unterbewusster Informationen kaum erforscht ist, insbesondere wenn man es mit den Arbeiten hinsichtlich des expliziten Wissens vergleicht (siehe Fig. 13).

Oberflächlich betrachtet halten wir es eigentlich für selbstverständlich alles Wissen, das wir zu besitzen glauben, auch artikulieren zu können. Erst bei näherer Überlegung fällt uns dann auf, dass für all das Wissen und seine Artikulierung zumindest eine ganze Menge unbewusst genutztes Grundlagenwissen, gemeinsame Denkmodelle, Fähigkeiten und Fertigkeiten wie z.B. auch die des Sprechens notwendig sind, deren wir uns aber leider nur selten wirklich vollständig bewusstwerden und die wir also auch nur schwer oder gar nicht artikulieren können.

Polanyi formulierte das bereits 1966 so: „(...) dass wir mehr wissen, als wir zu sagen wissen.“ (Polanyi, Michael (1966): Implizites Wissen. (The tacit dimension.). Deutsch Suhrkamp 1985).

Es existiert ein sehr großer Bereich schwer artikulierbaren Wissens, der sich auf mitunter sehr komplexe Abläufe wie z.B. unsere Bewegungen oder auf hochkomplexe äußere Ereignisse bezieht. Im logischen Gegensatz zu lokalen Objekten im Raum stehen immer die sequenziellen oder parallelen Ereignisse in der Zeit. Diese Unterscheidung ist die wesentlichste Gliederung in unserer physischen Realität und aus diesem Grund auch die wesentlichste Gliederung unserer Wissensarten über diese physische Realität. Trotzdem spricht kein Mensch heute ernsthaft darüber, so selbstverständlich kommt uns dieser Sachverhalt einfach vor. Interessant wird aber erst die Untersuchung der inneren Beziehung dieser beiden grundlegenden Wissensarten zueinander und deren sinnvolle Verknüpfung.

In alle sequenziellen Ereignisse sind immer auch viele lokale Objekte eingebunden und nur in unserer rein theoretischen Erkenntnis und Erfahrung dieser Vorgänge lässt sich beides trennen. Diese Gliederung ist eine unserer größten Geistesleistungen, die aber leider heute kaum gewürdigt wird. Es bleibt jedoch in jedem Fall die Tatsache übrig, dass sich sequentielle Ereignisse in der Zeit viel schwerer beschreiben lassen, als lokale Objekte im Raum. Ereignisse sind außerdem immer mit einem bestimmten Kraft- oder Energieeinsatz in der Zeit verbunden, den wir quantitativ verbal sehr schwer beschreiben und weitervermitteln können.

Alles beginnt mit der Erkennung und Beschreibung von lokalen Objekten in einem Raumabschnitt, ihrer vielfältigen Eigenschaften, ihrer Lage und vielfältigen räumlichen Beziehungen zueinander. Die konkreten Objekte werden zuerst einmal allgemeineren Objektarten zugeordnet, die vom Zweck unserer räumlichen Betrachtung abhängig sind. Ein solcher Zweck kann zum Beispiel das Autonome Fahren im Straßenverkehr sein oder im Unterschied dazu die Erkennung von Werkstücken und ihrer Lage zueinander beim Einsatz von Industrierobotern. Aus der Zuordnung erkannter Objekte zu Objektarten und der Lage dieser Objektarten in einem Raumabschnitt zueinander entstehen dann definierte Objektsituationen.

Im Straßenverkehr können z.B. Objektarten auftreten wie Fußgänger, Radfahrer, PKW, LKW, Verkehrsschilder, Straßenbegrenzungen, Mauern oder auch die eigene Lage in einem Raumabschnitt. Bei der Arbeit von Industrierobotern treten eher Objektarten auf wie Zylinder, Quader, Würfel, Rohlinge oder das fertige Produkt. Nach der Erkennung der lokalen Objekte, der Zuordnung zu Objektarten und ihrer Lage folgt die Erkennung der gesamten Objektsituation in einem Raumabschnitt. Sowohl die erkannte Objektart wie auch die erkannte Objektsituation werden mit allen bereits gespeicherten Objektarten und Objektsituationen verglichen und können diese beiden Listen verifizieren oder auch erweitern. Treten bekannte Objektarten oder Objektsituationen auf, werden diese einfach den bereits bekannten Einträgen beider Listen zugeordnet. Für bisher unbekannte Objektarten oder Objektsituationen werden neue Einträge in den beiden Listen angelegt (Normalisierung von Objektwissen). Dieses wird bereits seit Langem mit den heute vorhandenen Technologien der KI sehr gut erhoben, deklarativ beschrieben und gespeichert. Meist werden heute die erhobenen Daten dann in große Datalakes gepumpt, aus denen sehr mühevoll eine Analyse der unstrukturierten Daten erfolgen muss.

Viel schwieriger ist es mit der Erhebung von prozeduralem Ereigniswissen. Hier können wir eine hinreichende Beschreibung und gute Wiederauffindbarkeit nur durch die Beziehung zum deklarativen Objektwissen herstellen. In der Realität verbinden Ereignisse immer eine Ist- mit einer Soll- Objektsituation, d.h. wir speichern prozedurales Ereigniswissen als Verbindung einer Start- Objektsituation mit einer Ziel- Objektsituation als Ereignissequenz. Für das verbindende Ereignis muss die notwendige Beschreibung immer mit der notwendigen Lageänderung und der dafür notwendigen Energie und Zeit festgehalten werden. Dies ist uns quantitativ meist unbewusst (tacit). Zusätzlich zur erkannten Ist- Objektsituation muss der Steuerung immer auch eine geforderte Soll- Objektsituation vorliegen. Diese besteht beim Autonomen Fahren z.B. aus solchen Parametern wie den geforderten

Mindestabständen zu anderen Objektarten oder einer Soll-Geschwindigkeit, Richtung und Fahrtziels auf der Straße.

Die wichtigsten beiden Kategorien der physischen Realität sind in Figur 14 dargestellt.

Beim Einsatz von Industrierobotern besteht die Soll-Objektsituation z.B. aus der richtigen Lage eines Werkstücks, das vorher einer Objektart und einer Ist-Objektsituation in einem bestimmten Raumabschnitt zugeordnet wurde. Vereinfachungen lassen sich hier z.B. erzielen, wenn jede Objektart vorher eine bestimmte Farbe erhält. Aus der erkannten Ist-Objektsituation stellt dann der Industrieroboter die geforderte Soll-Objektsituation her. Dies kann durch Umsortierung sowie durch die richtige Bearbeitung erfolgen. Zwischen der Ist-Objektsituation und der Soll-Objektsituation liegt immer eine bestimmte prozedurale Ereignissequenz mit einer bestimmten Zeitdauer und einem bestimmten Energieaufwand. Nach der Speicherung der Objektsituationen können dann diese Ereignissequenzen durch einmaliges Vorexerzieren und Abspeichern erstmalig erhoben werden. Am Anfang muss also immer die Liste sequenzieller Ereignisprozeduren initial befüllt werden. Die Start-ID ist die erkannte Ist-Objektsituation und die Ziel-ID die geforderte Soll-Objektsituation. Über beide wird dann die prozedurale Ereignissequenz korrekt und einwandfrei strukturiert in der neuen Liste von prozeduralen Ereignissen als Content aufgezeichnet und so auch wieder auffindbar. Dieser Content kann in einer beliebigen Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen. Zu den Ereignissequenzen lassen sich aber auch noch eine Menge weiterer nützlicher Informationen erheben und abspeichern.

Neben der Start- und Ziel-ID von Objektsituationen muss für die Liste prozeduraler Ereignisse auch der Content der Ereignissequenz und die notwendige Energie des Antriebs eines Autos oder des Zugriffs der Werkzeuge eines Industrieroboters gespeichert werden. Neben diesen Grunddaten eines prozeduralen Ereignisses interessiert uns natürlich unbedingt auch die Zeitdauer und ganz besonders der Grad des Erfolgs einer Prozedur zum Erreichen einer Soll-Objektsituation. Der Grad des Erfolgs sollte immer in Stufen der Bewertung gegliedert sein und sowohl den Erfolg wie auch den Misserfolg eindeutig widerspiegeln. So kann für künftige Anwendungen dieser Ereignisprozedur zur Erreichung einer Soll-Objektsituation diese Sequenz ganz besonders präferiert oder aber auch grundsätzlich vermieden werden. Die Verbindung von prozeduralem Ereignis- und deklarativem Objektwissen ist in der Figur 15 dargestellt.

So strukturiert wie das prozedurale Ereigniswissen hier aufgezeichnet wird, kann es auch leicht, blitzschnell und korrekt wiederaufgefunden werden. Es sind keine unstrukturierten Datalakes und keine

Big-Data-Scientisten für die Auswertung notwendig, die es ja beim Autonomen Fahren oder beim Einsatz von Industrierobotern im Produktionsprozess vor Ort ohnehin nicht gibt. Im einfachsten Fall existiert bereits ein Eintrag in der Liste prozeduraler Ereignissequenzen, der die korrekte Ist- und Soll-ID der Objektsituationen mit einer hohen Bewertung der Erfolgswahrscheinlichkeit sowie der notwendigen Zeitdauer und Energie enthält. Diese wird dann anhand des Vergleichs dieser Parameter ausgewählt und durchgeführt. Ist das nicht der Fall, muss eine Verkettung mehrerer Ereignisprozeduren in der Ereignisliste gesucht werden. Dabei wird die erkannte Ist-ID(a) einer Objektsituation a zum Startpunkt und es werden solange x_1 bis x_n weitere Prozeduren mit Ziel-ID(a bis x_n) = Start-ID(x_1 bis z) verknüpft, bis die gewünschte Soll-ID(z) der erforderlichen Soll-Objektsituation z erreicht ist. Für die Auswahl der Ereignissequenzen werden neben dem wichtigen Rating des Erfolgs die kürzeste Zeitdauer und der geringste Energieaufwand als weitere Kriterien herangezogen. Dies geschieht natürlich nur so lange, bis irgendwann eine spezifische, für die jeweilige Anwendung ganz wichtige Sicherheitszeitspanne überschritten wird. Diese ist vom Zweck der Anwendung abhängig.

Die verfügbare Sicherheitszeitspanne kann natürlich beim Autonomen Fahren ganz anders aussehen als bei der Arbeit von Industrierobotern. Wird innerhalb dieser Zeitspanne eine geeignete Verkettung gefunden, die an ihrem Anfang die Ist-ID(a) einer erkannten Start-Objektsituation und ganz an ihrem Ende die Soll-ID(z) der Soll- oder Ziel-Objektsituation enthält, wird diese verkettete Ereignisprozedur ausgewählt und durchgeführt. Bei allen Teil-Prozeduren davon sollte natürlich eine möglichst hohe Erfolgswahrscheinlichkeit vorliegen. Außerdem wird in die Bewertung und Auswahl von ähnlichen passenden Prozeduren natürlich immer der Vergleich der gespeicherten Zeitdauer und ihr Energieaufwand einbezogen. Wird eine solche verkettete Prozedur gefunden, wird diese durchgeführt und dann ein neuer Eintrag für diese Prozedur in der Liste der Ereignissequenzen erstellt. Durch die Verkettung entsteht im Laufe der Zeit eine immer höhere Komplexität und Weiterentwicklung von neuen Ereignisprozeduren, während die feine Granularität der ersten Prozeduren erhalten bleibt.

Wird keine solche verkettete Ereignisprozedur gefunden, muss eine neue Prozedur erhoben werden. Diese muss natürlich erst noch manuell oder durch die alte adaptive Steuerung vorexerziert werden, d.h. sowohl beim Autonomen Fahren wie auch beim Einsatz von Industrierobotern muss kurzzeitig die manuelle oder die alte maschinelle Steuerung übernommen werden. Diese ergänzt dann sinnvoll die Liste der vorhandenen Ereignisprozeduren. Die feine Granularität der alten Prozeduren bleibt erhalten, aber die Komplexität neuer konkatenierter Prozeduren steigt dagegen ständig vollautomatisch weiter. Das schnelle und korrekte Wiederauffinden von prozeduralem Ereigniswissen möchte ich für künftige

Anwendungen sehr gern als „Intuitive Tacit Solution Finding - ITSF“ bezeichnen. Intuitiv deshalb, weil die Lösungsfindung nicht durch Berechnung, sondern intuitiv durch die Suche im Speicher vorhandener sequenzieller Ereignisprozeduren erfolgt und Tacit deshalb, weil uns diese Suche unbewusst ist. Es geht hier nicht mehr nur um das auf die Eigenschaften von Objekten, Objektarten und Objektsituationen bezogene deklarative Objektwissen als das „Know That“. Es geht um das schwer zu explizierende, meist völlig unbewusste prozedurale Ereigniswissen als das oft gesuchte „Know How“ für ganz viele Arten technischer und organisatorischer Anwendungen.

Mit dieser Art der Verarbeitung von prozeduralem Ereigniswissen wird es uns möglich, intuitiv und unbewusst (tacit) prozedurale Ereignisse zu erheben, wieder aufzufinden und in der Verarbeitung einer Steuerung einzusetzen, ohne dass wir diese Ereignisse kompliziert explizit beschreiben müssen. Durch den Aufruf einer erkannten Ist-Objektsituation und einer geforderten Soll-Objektsituation können wir aus der Einrichtung ein definiertes prozedurales Ereignis bestimmter Granularität zurückerhalten, das in der Vergangenheit bereits als Verbindung dieser beiden Objektsituationen möglichst erfolgreich und in der geforderten Zeit durchgeführt wurde. Innerhalb der bekannten Welt dieser Steuerungseinrichtung werden somit auch Voraussagen über den Erfolg, die Zeitdauer und den Energieaufwand einer einzusetzenden Prozedur in der Zukunft möglich.

Diese können mit der verfügbaren Sicherheitszeitspanne, bis eine Aktion notwendig ist und dem verfügbaren Energievorrat einer technischen Einrichtung verglichen werden. Genau das fehlt im Detail bisher noch allen heute bekannten adaptiven Steuerungseinrichtungen. Ebenso kann natürlich auch ein Einsatz in ganz neuen Knowledge Management Systemen eines Unternehmens erfolgen, bei denen es z.B. um die korrekte Speicherung und Wiederauffindung von organisationalem prozeduralem Ereigniswissen als „Know How“ geht. Der Vorteil liegt eindeutig in der nicht mehr notwendigen Explikation von prozeduralem Ereigniswissen (tacit) und der extrem kurzen Reaktionszeit durch die neue intuitive Wiederauffindung, die langwierige Berechnungen einer neuen Prozedur unnötig macht. Statt der Ereignissequenzen können natürlich auch vielfältige Algorithmen für die Weiterverarbeitung in modernen Computereinrichtungen erhoben, gespeichert und konkateniert werden. Der Vorteil liegt weiterhin eindeutig darin, dass jede beliebige verschiedene Programmier- oder Beschreibungssprache für die Prozeduren oder für die Algorithmen als Content der Ereignisprozedurliste verwendet werden kann. Sie muss natürlich in jeder separaten Einrichtung einheitlich sein.

Intuitiv Tacit Solution Finding (ITSF, siehe Fig. 16) ist somit eine neue Entwicklung, die bisher bekannte Steuerungen z.B. beim Autonomen Fahren in der Autoindustrie oder beim Einsatz von Industrierobotern

in ganz vielen Industriezweigen sinnvoll ergänzt. Sie kann direkt auf bekannte Steuerungsprozesse aufgesetzt werden und erweitert diese im Laufe der Zeit besonders bei eher strategischen Entscheidungsfindungsprozessen, ohne dass der Mensch hier eingreifen muss. Durch die richtige Verbindung von lokalem Objektwissen und prozeduralem Ereigniswissen ermöglichen wir uns eine sehr flüssige Verarbeitung der wichtigsten beiden Wissensarten zur besseren Steuerung vielfältiger technischer Einrichtungen. Außerdem bedingt die intuitive und nichtexplizite Behandlung von prozeduralem Ereigniswissen einen hohen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber all den bestehenden Verarbeitungen, wie bisherigen Berechnungen, Kalkulationen und den alten geradezu verzweifelten Explikationsversuchen dieser Wissensart.

Prozedurales Ereigniswissen ist die wichtigste für Steuerungen genutzte Wissensart, die bisher aber nicht ausreichend korrekt behandelt werden konnte. Durch ihre sinnvolle und richtige Verbindung mit dem bereits bekannten deklarativen Objektwissen erhalten wir erstmalig die Möglichkeit, beide korrekt zu erheben, zu verarbeiten und wieder aufzufinden. Insbesondere die neuentwickelte Verkettung von vielen bereits bekannten Ereignisprozeduren lässt uns hier auch ganz neue und strategische Lösungen für plötzlich auftretende Anforderungen oder blitzschnell zu lösende Probleme finden, die es bisher so noch nicht gab. Diese Verarbeitung kann deshalb auch zurecht als kreativ bei der Generierung neuer Lösungswege bezeichnet werden. Intuitives Wiederauffinden bedingt außerdem immer einen wesentlich geringeren Zeitaufwand als das komplizierte, ausführliche Berechnen und Kalkulieren einer erforderlichen Lösung. Die für uns verborgene (tacit) Behandlung von prozeduralem Ereigniswissen erspart außerdem dessen komplizierte Explikation. Mit dieser wesentlichen Ergänzung durch ITSF werden adaptive Steuerungseinrichtungen entscheidend intelligenter, schneller und effizienter.

Für die Verarbeitung von prozeduralem Ereigniswissen müssen mindestens die folgenden Informationen als Wissensbausteine aufgezeichnet, gespeichert und verknüpft werden. Erst dann wird eine vollautomatisierte Behandlung der beiden wichtigsten Wissensarten und ein schnelles Wiederauffinden möglich.

Liste prozeduraler Ereignissequenzen in einem Zeitabschnitt

Start OS ID	Ist OS-ID der analysierten Start-Objektsituation im Jetzt
ES ID	ID der gespeicherten Ereignissequenz, wird maschinell vergeben
Event Sequence	Bezeichnung der Ereignissequenz, wird maschinell vergeben

ES Content	Inhalt der Ereignissequenz, kann in beliebiger Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen, über die Zeit entsteht automatisch ein höherer Komplexitätsgrad, die feine Granularität der alten Prozeduren bleibt aber erhalten. Muss aber einheitlich sein.
Success Rating	Grad des Erfolgs der Ereignissequenz bei bisheriger Durchführung
Duration	Dauer der prozeduralen Ereignissequenz
Effort	Kraft- oder Energieaufwand der prozeduralen Ereignissequenz
Target OS ID	Soll OS-ID der geforderten Ziel-Objektsituation im nächsten Moment
Timestamp	Datum und Uhrzeit der ersten Aufzeichnung

Liste normalisierter lokaler Objektsituationen in einem Raumabschnitt

Object Kind IDs	Beteiligte Objektarten-IDs an der lokalen Objektsituation
Object Situation	Bezeichnung der Objektsituation, wird maschinell vergeben
OS Content	Inhalt der lokalen Objektsituation, kann in beliebiger Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen, muss aber einheitlich sein
OS ID	ID der lokalen Objektsituation, wird maschinell vergeben
Timestamp	Datum und Uhrzeit der ersten Aufzeichnung

Liste der bisher zugeordneten Objektarten (Normalisierung von Objektarten)

Object Kind ID	Bezeichnung der Objektart, wird maschinell befüllt
Object Kind Content	Inhalt der Objektart, kann in beliebiger Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen, muss aber einheitlich sein
Object Kind ID	ID der Objektart, wird maschinell vergeben
Timestamp	Datum und Uhrzeit der ersten Aufzeichnung

Die Suche nach den beteiligten Objektarten erfolgt über den Object Kind Content. Die Verknüpfung der beteiligten Objektarten mit den Objektsituationen erfolgt durch die Object Kind IDs. Die Suche nach der richtigen Objektsituation erfolgt zuerst über die beteiligten Object Kind IDs und dann über den Object Situation Content. Von dort aus wird die richtige Event Sequence mit Hilfe der Start und der Target Object Situation IDs aufgerufen.

Die bisher eingesetzte alte adaptive Steuerung läuft im Hintergrund mit und nimmt ggfs. Feinkorrekturen vor. Während die alte Steuerung im Takt von 1 - 12 Millisekunden Lösungen generiert, genügt es für die eher strategischen oder ganz neuen Entscheidungen von ITSF, einmal pro Zehntelsekunde eine Entscheidung für eine oder mehrere Ereignissequenzen zu treffen, die dann mit einer bestimmten Dauer laufen. Diese aufgerufenen bekannten Ereignissequenzen entlasten damit wiederum die alte adaptive Steuerung wesentlich. Die dabei verfügbare Sicherheitsspanne zur Lösungsfindung ist hier ein Beispiel und immer abhängig vom Zweck des Einsatzes von ITSF. Im Ruhe- oder Schlafzustand von ITSF werden alle möglichen noch fehlenden Konkatenationen von prozeduralen Ereignissequenzen erzeugt und in der Liste prozeduraler Ereignissequenzen nachgetragen.

Einsatzmöglichkeiten ergeben sich auf allen Feldern, wo bereits adaptive Steuerungen im Einsatz sind wie Industrieroboter, Autonomes Fahren oder Robotic Process Automation für Computereinrichtungen. Der Fachmann erkennt hieraus zudem, dass zumindest ein Mittel vorgesehen ist, das dazu eingerichtet ist, zumindest ein Ereignis der ermittelten Ereignissequenz auszuführen.

Im Folgenden soll ein Industrieroboter als mögliches Anwendungsbeispiel beschrieben werden. Definiert sind Industrieroboter „als universell einsetzbare (flexible) Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei programmierbar sind.“ Bei älteren Industrierobotern wird eine fixe Programmierung ohne jede Sensorik eingesetzt. Für adaptive Steuerungen ist es dagegen wichtig, dass neben dem programmierbaren Manipulator auch eine gute Sensorik und lernfähige Steuerung zur Ermittlung der aktuellen Ist-Objektsituation(a) und der Überprüfung des Handlungsergebnisses in einer neuen Soll-Objektsituation(z) zum Einsatz kommt. Bisher wurde diese Lernfähigkeit nur auf der Ebene der erhobenen Positionsdaten hergestellt. Immer komplexere Aufgaben im Produktionsprozess erfordern heute, dass hier auf einer höheren Ebene der Abstraktion und Verarbeitung statt den einfachen Positions- und Bewegungsdaten ganz neue prozedurale Wissensbausteine erhoben, verarbeitet und dann auch praktisch eingesetzt werden. Der wichtigste Unterschied liegt in der Semantik der Prozeduren, die nicht mehr expliziert werden müssen sowie in der Komplexität der Verarbeitung von ITSF.

Bei der Programmierung von Industrierobotern unterscheiden wir die Online- und die Offline-Programmierung. Während die Offline-Programmierung unabhängig vom realen Roboter in einer passenden Entwicklungsumgebung stattfindet, ist die Online-Programmierung direkt mit der realen Roboterumgebung verbunden. ITSF, insbesondere eine ITSF-Ereignissequenzliste, lässt sich ganz

besonders gut bei der Online-Programmierung einer adaptiven Robotereinrichtung einsetzen. Dabei gibt es die 3 Varianten bei der Online-Programmierung: Teach-In, Master-Slave und Play-Back. Allen 3 Varianten ist gemeinsam, dass die Programmierung durch Vorexerzieren der gewünschten Bewegungen und Manipulationen erfolgt. Damit kann parallel zur adaptiven Steuerung mit einer passenden Sensorik auch die Ereignisprozedurliste von ITSF initial befüllt werden. Diese erweitert sich dann im Laufe des Einsatzes dieses lernfähigen Industrieroboters völlig selbständig. Außerdem steigt die Komplexität neuer Ereignissequenzen in dieser Liste durch die Konkatenation vorhandener Ereignisprozeduren mit der Zeit vollautomatisch. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird. Wird diese nicht lokal, sondern in der Cloud gespeichert, stehen allen den beteiligten Automaten extrem umfangreiche Informationen des gesamten in ITSF eingebundenen Systems zur Verfügung. Je nach Standardisierungsgrad können dann alle Steuerungen eines Typs, eines Herstellers oder einer Branche auf diese Datenbank des prozeduralen Ereigniswissens zugreifen. Es entsteht so eine Suchmaschine des prozeduralen Ereigniswissens.

Intuitive Tacit Solution Finding lässt sich als zusätzliche Funktion in jede adaptive Steuerung von bspw. Industrierobotern integrieren und nachträglich implementieren. Es übernimmt durch die ständig laufende Konkatenation bereits vorhandener Ereignissequenzen dabei im Laufe der Zeit immer komplexere, später eher strategische oder auch ganz neue kreative Funktionen bei der Lösungsfindung für aktuelle und mitunter völlig neue Aufgaben. Während die alte adaptive Steuerung im Bereich von 1 - 12 Millisekunden läuft, genügt es für ITSF ca. einmal pro zehntel Sekunde eine Entscheidung zu treffen. Der gewählte Prozess läuft dann erst einmal für die gesamte bekannte Dauer der betreffenden Ereignissequenz. ITSF entlastet somit ganz besonders die alte adaptive Steuerungseinrichtung mit der Zeit immer stärker. Die adaptive Steuerung läuft natürlich immer noch weiter im Hintergrund mit und wird für völlig neue und unbekannte Abläufe zum einmaligen Vorexerzieren ganz neuer Prozeduren oder ggfs. auch für wichtige Feinkorrekturen während der gesamten Arbeit und Laufzeit von ITSF-Ereignisprozeduren genutzt.

Als ein weiteres Anwendungsbeispiel soll autonomes Fahren beschrieben werden. Autonomes Fahren im Straßenverkehr untergliedert sich nach den Vorgaben von SAE (Society of Automotive Engineers) und denen des Marktführers Bosch in 5 verschiedene Level der Automatisierung dieses Autonomen Fahrprozesses: SAE-L1 Fahrerassistenzsysteme, SAE-L2 Teilautomatisiertes Fahren, SAE-L3 Bedingt automatisiertes Fahren, SAE-L4 Hochautomatisiertes Fahren, SAE-L5 Vollautomatisiertes Fahren.

All diese 5 Level benötigen neben dem Einsatz einer umfangreichen Sensorik im Fahrprozess (z.B. Multifunktionskameras und Radar), eine sehr schnelle adaptive Steuerung, welche die notwendige richtige Ereignissequenz als Verbindung der aktuellen Objektsituation(a) mit der erforderlichen Ziel-Objektsituation(z) ermittelt. Der Unterschied liegt im Umfang der Ereignisprozeduren, die zwischen den beiden neuen Objektsituationen liegen. Für den reibungslosen automatischen Ablauf dieser adaptiven Steuerung benötigt es deshalb die drei Handlungskomponenten Sense, Think, Act. „Die heutigen Assistenz- und teilautomatisierten Systeme unterstützen den Fahrer, aber sie ersetzen ihn nicht. Dazu gehören beispielsweise der Stop&Go Pilot oder der Aktive Spurwechsel-Assistent. Autonome Systeme gehen dagegen in zukünftigen Autos einen Schritt weiter: Der Fahrer wird künftig zum reinen Passagier. Der Unterschied zwischen automatisiertem und Autonomem Fahren ist auch juristisch von Bedeutung.“ Durch einen Einsatz von ITSF Prozeduren in der Cloud und ihrer Nutzung für alle Verkehrsteilnehmer kann hier ein riesiges neues Feld erschlossen werden.

Beim Autonomen Fahren findet eine Online-Programmierung von ITSF, bzw. die Erhebung der ITSF-Ereignissequenzliste, durch die manuelle oder durch die adaptive Steuerung des Fahrzeugs statt, d.h. es werden Ereignissequenzen erhoben, verarbeitet und gespeichert, die in der Vergangenheit bereits schon erfolgreich im Autonomen Fahrprozess eingesetzt wurden. Diese können auf allen 5 Leveln des Autonomen Fahrens zu immer komplexeren Ereignissequenzen konkateniert werden und entwickeln sich so vollautomatisch weiter. Daraus entsteht dann ein höheres Level des Autonomen Fahrens. Über die Cloud stehen diese Informationen allen Verkehrsteilnehmern vollumfänglich zur Verfügung und es findet eine riesige Sammlung von wichtigen Wissensbausteinen über alle Verkehrsteilnehmer statt.

Im Gegensatz zur Berechnung und Kalkulation der notwendigen Ereignisprozeduren durch die adaptive Steuerung ermittelt ITSF die nächste Ereignissequenz durch intuitive Suche in der aus der vergangenen Arbeit der alten Steuerung entstandenen prozeduralen Ereignisliste. Neben der ständig steigenden Entlastung der adaptiven Steuerung werden hier immer komplexere Ereignissequenzen angelegt und ermöglichen durch ihre Konkatenation im Laufe der Zeit eher strategische oder auch ganz neue und kreative Lösungen für plötzlich auftretende Probleme. Eventuelle Redundanzen müssen eliminiert werden. Die Komplexität steigt ständig und muss von Anfang an unbedingt mit geodätischen Daten zum Autonomen Fahren verknüpft werden. Am Schluss genügt es, den Start- und den Ziel-Punkt einer bereits bekannten Fahrt einzugeben und es wird eine weitestgehende Autonome Fahrt zur Ziel-Objektsituation vorgenommen. Durch die Cloud ergeben sich hier riesige Möglichkeiten für alle Verkehrsteilnehmer.

Als ein weiteres Anwendungsbeispiel soll hier die Robotic Process Automation beschrieben werden. Von der Übernahme monotoner Dateneingaben bis hin zur automatisierten Beantwortung von Kundendienstanfragen wird Robotic Process Automation (RPA) es den Mitarbeitern z.B. im Finanzbereich ermöglichen, viel Zeit für sich wiederholende, arbeitsintensive Aufgaben einzusparen und die Wertsteigerung innerhalb der Banken im industriellen Maßstab zu ermöglichen. RPA hat den Bankensektor revolutioniert, indem es den Banken ermöglicht hat, Back-End-Aufgaben genauer, schneller und effizienter zu erledigen, ohne die bestehenden Betriebssysteme und Prozesse vollständig zu überholen. Auch hier können alle RPA-Teilnehmer durch die Cloud verbunden werden.

Im einfachsten Fall ist die Objektsituation(a) der nach dem Start verfügbare Schreibtisch eines Desktop-PC's. Die Ereignissequenzen werden durch die Mensch-Maschine-Schnittstellen mit Maus und Tastatur erzeugt. RPA zeichnet diese auf und prüft die entstandene Objektsituation durch Vergleich mit der bekannten Soll-Objektsituation(z) am Ende der RPA-Prozedur. Mit ITSF können diese dann in einer ITSF-Ereignissequenzliste konkateniert und somit größeren Automatisierungsprozeduren zugeführt werden. ITSF lässt sich dabei einfach und unaufdringlich auf der gleichen PC-Umgebung installieren, ohne dass alte Anwendungen ausgetauscht werden müssten. ITSF lernt aus den gespeicherten Abläufen von RPA und bildet ständig neue größere Prozessketten. Am Ende genügt der Aufruf einer Ziel- oder Soll-Objektsituation, um eine Prozesskette vollautomatisch ablaufen zu lassen. Die Sensorik liegt hier in der Prüfung des Erreichungsgrades der Ziel- oder Soll-Objektsituation. Ohne diese Prüfung ist RPA blind und muss manuell kontrolliert werden. Diese Prozessketten können in der Cloud für alle Teilnehmer eines Unternehmens gespeichert werden.

Die ITSF kann für die Robotiv Process Automation genutzt werden. Im Gegensatz zu anderen herkömmlichen IT-Lösungen können Unternehmen mit RPA zu einem Bruchteil der zuvor anfallenden Kosten und Zeit automatisieren. RPA ist auch nicht aufdringlich und nutzt die vorhandene Infrastruktur, ohne die zugrunde liegenden Systeme zu stören, deren Austausch schwierig und kostspielig wäre. Mit RPA sind Kosteneffizienz und Compliance keine Betriebskosten mehr, sondern ein Nebenprodukt der Automatisierung.“

Wird RPA um ITSF ergänzt, können aus einer Vielzahl von RPA-Prozeduren neue und immer komplexere Lösungen vollautomatisch geschaffen werden. ITSF benötigt hierbei keine andere Umgebung, sondern kann problemlos zusätzlich auf der PC-Umgebung ablaufen. Neben dem PC-Einsatz sind hier künftig auch Einsätze in der Cloud, auf Smartphones und Tablets vorgesehen. RPA automatisiert Abläufe am PC. ITSF ermöglicht immer komplexer werdende Prozessabläufe auf allen Endgeräten für alle Nutzer

eines Unternehmens. Die aktuelle Start- oder Ist-Objektsituation(a) wird automatisch analysiert. Es muss innerhalb der bekannten Welt der Steuerung nur noch die gewünschte Ziel- oder Soll-Objektsituation(z) angefordert werden. Als Ergebnis wird die verbindende und mitunter sehr komplexe ITSF-Ereignisprozedur aufgerufen und durchgeführt. Am Schluss erfolgt ein Vergleich der erreichten Soll-Objektsituation mit dem gewünschten Ergebnis und die Speicherung von Erfolgsgrad, Zeitdauer und Energieaufwand für den nächsten Aufruf dieser Ereignisprozedur am besten in einer unternehmenseigenen Cloud. Durch die Konkatenation von Prozeduren steigt der Automatisierungsgrad ständig und vollautomatisch immer weiter.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst ein Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere des Steuerverfahrens das Auswählen einer Ereignissequenz aus einer Menge an geeigneten Ereignissequenzen auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums. Dabei kann in einem zusätzlichen Teilschritt eine (Teil-)Ereignissequenz vorteilhaft mit einem quantitativen Eignungskriterium verknüpft werden, während eine weitere (Teil-)Ereignissequenz mit demselben oder einem weiteren quantitativen Eignungskriterium verknüpft werden kann. Besonders bevorzugt sind (Teil-)Ereignissequenzen, die in der Vergangenheit bereits geeignet waren, um eine identische oder zumindest ähnliche Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation zu überführen, in einem Speicher, insbesondere einem ersten Speicher, bspw. in einer (Erfolgs-)Datenbank hinterlegt. Somit kann bei der Konkatenation an (Teil-)Ereignissequenzen zum Ermitteln einer geeigneten Ereignissequenz vorteilhaft auf (Teil-)Ereignissequenzen, insbesondere auf Teilereignissequenzen zurückgegriffen werden, die bereits geeignet waren, um eine identische oder ähnliche Start-Objektsituation in eine identische oder ähnliche Ziel-Objektsituation zu überführen. Dabei können die quantitativen Eignungskriterien unterschiedlich gewichtet sein. Vorteilhaft können hierdurch – in Abhängigkeit des gewünschten zu optimierenden Eignungskriteriums – optimierte, insbesondere zeit-, energie-, aufwands- und/oder erfolgsoptimierte (Teil-)Ereignissequenzen ausgewählt werden.

In einer Weiterbildung wird als quantitatives Eignungskriterium ein Aufwands- und/oder Kostenindikator verwendet. Vorteilhaft kann hierdurch ein Prozess bzw. eine (Teil-)Ereignissequenz hinsichtlich des einzusetzenden Aufwands optimiert werden.

In einer weiteren Ausführungsform wird als quantitatives Eignungskriterium der Energieaufwand genutzt. Somit kann das Steuerverfahren bzw. die Steuerung vorteilhaft dahingehend optimiert werden,

so dass diese möglichst energieeffizient durchgeführt werden kann. Dies ist insbesondere für Prozesse relevant, die sich durch das Auftreten einer sog. Peakleistung (eine innerhalb eines Prozesses maximal benötigte Leistung) gekennzeichnet sind, da somit eine (Teil-)Ereignissequenz ermittelt werden kann, bei der die Peakleistung reduziert ist und/oder eine gleichmäßige Verteilung der Leistung eingestellt werden kann.

In einer Weiterbildung wird ein Erfolgsindikator als ein quantitatives Eignungskriterium genutzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden die ermittelten Sensordaten vor deren Nutzung zum Ermitteln der Start-Objektsituation normalisiert. Ein wesentliches Ziel der Normalisierung ist die Beseitigung von redundanten Informationen. So existieren nach der Normalisierung vorteilhaft keine Datendopplungen mehr und jede Information ist nur an einer Stelle der Datenbank abgelegt. Durch die Beseitigung der Doppelungen erhöht sich die Konsistenz der Datenbank.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt zum Speichern der ermittelten Ereignissequenz. Dadurch können ermittelte Ereignissequenzen in einer Datenbank gepoolt werden. Je mehr ermittelte Ereignissequenzen in dem Pool sind, umso einfacher ist es für die Überführung einer (neuen) Start-Objektsituation in eine (neue) Ziel-Objektsituation, da bereits eine geeignete Ereignissequenz gefunden werden kann, die entweder identisch ist oder ähnlich einer optimalen neuen (Teil-)Ereignissequenz ist. Hierdurch kann der Rechenaufwand minimiert werden, wodurch das Verfahren effizienter ablaufen kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren einen Schritt zum Abbrechen der Ermittlung einer Ereignissequenz, wenn keine passende Ereignissequenz zum Erreichen des Ziels/ zum Erreichen der Ziel-Objektsituation ermittelt werden kann und/oder wenn die Steuerung den Schritt zum Ermitteln einer Ereignissequenz nicht durchführen kann. Die Steuerung kann den Schritt zum Ermitteln einer Ereignissequenz bspw. dann nicht durchführen, wenn keine identische oder ähnliche (Teil-)Ereignissequenz vorliegt oder zumindest zwei (Teil-)Ereignissequenzen hinsichtlich der Berücksichtigung und Gewichtung mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums vorliegen, der die geeignet sind, eine Objektsituation in eine (Zwischen-)Ziel-Objektsituation zu überführen. Dies hat bspw. den Vorteil, dass das Verfahren nicht im Schritt des iterativen Suchens „gefangen“ bleibt und/oder ein Schritt des Signalgebens einem Nutzer oder einem anderen Verfahren bzw. System zum Steuern anzeigt, dass es eines externen Eingriffes bedarf.

In einer Weiterbildung wird der Schritt des Abbrechens nach einem Verstreichen einer vordefinierten Zeitspanne, die vom Fachmann frei gewählt werden kann, automatisch abgebrochen. Vorteilhaft wird so verhindert, dass die Stillstands- oder Leerlaufzeit nicht zu lang ist. Um dennoch eine Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation zu überführen, kann mit dem Abbruch eine Ereignissequenz gewählt werden, die zumindest ähnlich zu einer gesuchten optimalen Ereignissequenz ist. Somit kann vorteilhaft erreicht werden, dass keine zu lange Stillstands- oder Leerlaufzeit eintritt.

Eine Weiterbildung umfasst einen Schritt des Hinzufügens einer durch die Steuerung neu ermittelten (Teil-)Ereignissequenz zur Menge der bekannten (Teil-)Ereignissequenzen, insbesondere in einem Speicher. Hierdurch wird der oben genannte Speicher (Pool) an verfügbaren (Teil-)Ereignissequenzen, insbesondere in einer Erfolgsdatenbank erweitert, wodurch vorteilhaft eine höhere Wahrscheinlichkeit gegeben ist, dass eine passende (Teil-)Ereignissequenz gefunden wird, die eine Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation überführt.

In einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des automatischen Ergänzens der bekannten Ereignissequenzen um mögliche weitere Ereignissequenzen, während das Verfahren nicht zum Erreichen einer Ziel-Objektsituation genutzt wird.

Weiterhin umfasst die Erfindung ein System zum Ansteuern eines Aktors zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation mittels einer Steuerung, insbesondere zum Überführen des Aktors von einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation mittels einer Steuerung, bevorzugt einer adaptiven Steuerung, umfassend:

- a) Eingangsmittel zum Empfangen (S01) einer Start-Objektsituation von einem Sensor,
- b) Eingangsmittel zum Empfangen (S02) einer Ziel-Objektsituation,
- c) Rechenmittel zum Ermitteln (S03) einer Ereignissequenz, die geeignet ist, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen zu überführen, durch
 - Iteratives Suchen (S03a), vorzugsweise in einer Datenbank, von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen umfassend die Start- und/oder Ziel-Objektsituation und/oder Objektsituationen aus Teil-Ereignissequenzen vorhergehender Iterationsschritte,

- Auswählen (S03b1) mindestens einer Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation oder Bilden (S03b2) einer optimierten Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation auf Basis der im Teilschritt der iterativen Suche gefundenen (Teil-)Ereignissequenzen und deren Konkatenationen,
- d) Ausgabemittel zum Ausgeben eines Steuersignals zum Ansteuern (S04) eines Aktors basierend auf der ermittelten Ereignissequenz durch die Steuerung.

In einer Weiterbildung umfasst das System ein Mittel zum Erfassen bekannter Ereignissequenzen und/oder bekannter Objektsituationen und/oder Zuordnungen zwischen diesen.

In einer alternativen Ausführungsform umfasst das System ein Mittel zum Speichern mindestens eines Erfolgsindikators und/oder mindestens eines Zeitdauerindikators und/oder eines Aufwandsindikators und/oder mindestens eines Kostenindikators und/oder mindestens eines relevanten Zeitpunkts für Ereignissequenzen.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das System zum Ansteuern eines Aktors ferner ein Mittel zum Überwachen eines laufenden oder eines sich wiederholenden Prozesses bzw. einer (Teil-)Ereignissequenz. Hierdurch können trotz des (ursprünglich) erfolgreichen Ermitteln einer (Teil-)Ereignissequenzen, die (grundsätzlich) geeignet ist/war, um eine sich wiederholende Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation zu überführen, und diese (Teil-)Ereignissequenz somit (bspw. mehrfach hintereinandergeschaltet) wiederholt durchgeführt wird, spontane Änderungen innerhalb eines laufenden Prozesses ermittelt werden und somit das Steuerverfahren angepasst werden kann. Dies hat den Vorteil, dass das Auftreten von Fehlern, die durch eine (leicht) veränderte Start-Objektsituation auftreten können, vorgebeugt werden kann und auf das externe Eingreifen, bspw. durch einen Nutzer oder ein anderes Verfahren verzichtet werden kann. Wird beispielsweise eine solche spontane Änderungen innerhalb eines laufenden Prozesses ermittelt, so kann ein System zum Ansteuern eines Aktors in einem Schritt des Bewertens dieser Änderung entscheiden, ob das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren erneut durchlaufen wird, um eine neue bzw. angepasste Ereignissequenz zu ermitteln, die geeignet ist, um die veränderte Start-Objektsituation in die gewünschte Ziel-Objektsituation zu überführen.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Erfindung ein Computerprogrammprodukt, welches Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das

Ermitteln einer Ereignissequenz zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation umzusetzen. Dabei kann das Computerprogrammprodukt eine iterative Suche durchführen und/oder eine Ereignissequenz auswählen und/oder eine (Teil-)Ereignissequenz zu Konkatenationen zusammenfügen. Ein Computerprogrammprodukt ermöglicht vorteilhaft eine schnelle Realisierung dieser Schritte, vorzugsweise im Bereich von Millisekunden bis Sekunden. Weiterhin vorteilhaft kann das Computerprogrammprodukt schnell an unterschiedliche Gegebenheiten (unterschiedliche Start-/ Ziel-Objektsituationen) angepasst werden. Bevorzugt wird das Computerprogrammprodukt auf einem computerlesbaren Medium gespeichert, welches weiterhin bevorzugt entweder von einem Computer umfasst ist und/oder zwischen Computern ausgetauscht werden kann.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine adaptive Steuerung, welche einen oben beschriebenen Computer umfasst.

In einer Weiterbildung umfasst ein Computerprogrammprodukt Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, Ergebnisse eines Computerprogramms menschenlesbar darzustellen, bzw. die Ergebnisse in ein anderes (Daten-)Format zu überführen, das von einem weiteren Computerprogrammprodukt menschenlesbar dargestellt werden kann und/oder das Computerprogrammprodukt entsprechend einem der vier vorhergehenden Ansprüche zur Umsetzung des Verfahrens zu veranlassen.

Weiterhin betrifft die Erfindung zumindest ein Industrierobotersystem, welches ein oben definiertes Steuerungssystem, einen Sensor zum Ermitteln einer Start-Objektsituation und einen Aktor zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation umfasst.

Zudem betrifft die Erfindung ein Fahrzeugführungssystem, welches bevorzugt an ein Kraftfahrzeug angepasst ist, insbesondere ein Fahrerassistenzsystem oder System zum teilautomatisierten oder autonomen Fahren, umfassend ein oben beschriebenes Steuerungssystem, einen Sensor zum Ermitteln einer Start-Objektsituation und einen Aktor zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation.

Weiterhin ist von der Erfindung ein Verkehrssteuerungssystem umfasst, welches dazu geeignet ist das erfindungsgemäße Steuerverfahren umzusetzen, wobei das Verkehrssteuerungssystem umfasst:

- eine Vielzahl an Kraftfahrzeugen, sowie je Kraftfahrzeug:

- 32 -

- eine erste Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, welche dazu eingerichtet ist, mit anderen Kraftfahrzeugen in einer ersten unmittelbaren Umgebung des Kraftfahrzeugs zu kommunizieren,
- eine zweite Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, zur Kommunikation aller Fahrzeuge mit einem Server.

Weiterhin umfasst die Erfindung eine Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend:

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, bevorzugt eine Desktop-Umgebung, bevorzugt eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- einen Sensor oder eine Sensorik, welche dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- eine Vergleichseinheit, welche dazu eingerichtet ist, mindestens zwei Objektsituationen zu vergleichen,
- einen Speicher und eine CPU, welche dazu eingerichtet sind, das erfindungsgemäße Steuerverfahren auszuführen,

wobei der Speicher insbesondere auch in einer Cloud bereitgestellt werden kann und eine für die genannten Verfahren eingerichtete Datenbank umfasst, wobei ein Roboter über eine Datenschnittstelle, insbesondere drahtlose Datenschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, mit der Cloud kommunizieren kann. Die Kommunikation über eine Mobilfunkverbindung, bzw. einen Funkstandard wie bspw. WLAN, Bluetooth erlaubt vorteilhaft ein Übertragen von Daten, insbesondere Ereignissequenzen, ohne dass eine Kabelverbindung notwendig ist.

Zudem betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, welches das oben beschriebene Steuerverfahren sowie ein oben beschriebenes System umfasst, wobei

insbesondere die Start- und Ziel-Objektsituationen virtuelle Situationen bezeichnen können, wobei ein System bereitgestellt ist, mindestens umfassend

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere eine Desktop-Umgebung, insbesondere eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- eine Sensorik, welche dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation aus der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- einen Speicher und eine CPU für die Verarbeitung, und wobei das Verfahren ferner mindestens einen Schritt eines Vergleichens umfasst, bei dem zwei notwendige Objektsituationen miteinander verglichen werden.

wobei das Verfahren ferner mindestens einen Schritt eines Vergleichens umfasst, bei dem zwei notwendige Objektsituationen miteinander verglichen werden.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Normalisierung von Objektarten zur Unterstützung des oben definierten Steuerverfahrens sowie eines oben definierten Systems, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- Einleiten einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,
- Zuordnen eines konkreten Objektes zu einer Objektart, insbesondere einer allgemeineren Objektart, in Abhängigkeit von mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung, und
- Speichern der Zuordnung des konkreten Objektes und der Objektart unter Nutzung einer Datenbank.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen zur Unterstützung des oben definierten Steuerverfahrens, eines oben definierten Systems und/oder unter

Nutzung eines Verfahrens zur Normalisierung von Objektarten, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- Einleiten (D01) einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen (D02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen (D03) mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,
- Zuordnen (D04) des konkreten Objektes zu einer Objektart, welcher das konkrete Objekt angehört, insbesondere Zuordnen durch Auslesen der Objektart aus einer Datenbank,
- Erfassen (D05) einer ersten Information über eine Lage/Position, insbesondere relative Lage/Position, des mindestens eines konkreten Objektes im Raum, und
- Ermitteln (D06) einer normalisierten Objektsituation für den Raumabschnitt unter Verwendung der Objektarten und der ersten Information.

Die Aufgabe wird im Spezifischen auch gelöst durch das Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses oder eines Steuerungssystems, hierin auch als Steuerverfahren bezeichnet. Demgemäß ist ein Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems, insbesondere zum Ansteuern eines Aktors zum Überführen des Aktors von einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation mittels einer Steuerung, bevorzugt einer adaptiven Steuerung bzw. zum automatisierten Auffinden der Lösung eines Problems oder einer Aufgabenstellung, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung von prozeduralem Ereigniswissen, vorgesehen, umfassend:

- Definieren (S01) einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine konkrete geforderte Ziel-Objektsituation zu überführen (Da die Start-Objektsituation vorgegeben ist, entspricht dies der Definition der gewünschten Ziel-Objektsituation),
- Lesen (S02) einer Datenbank ggfs. auf einem Server (des Unternehmens und/oder eines Dienstleisters) zwecks Suche einer passenden Lösung in Form einer Ereignissequenz, welche geeignet ist, die Aufgabenstellung zu lösen, wobei die Datenbank geeignet ist, mindestens folgende Größen einander zuzuordnen:

- 35 -

- einen Bezeichner einer möglichen Start-Objektsituation,
 - Bezeichner der beteiligten Objektarten,
 - Bezeichner einer möglichen Ziel-Objektsituation,
 - Bezeichner der beteiligten Objektarten,
 - eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen,
- Auswählen (S03a) einer Ereignissequenz als eine zur Aufgabenstellung passenden Lösung in der Datenbank, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung gelesen (S02) wurde, oder
- Bilden (S03b) einer neuen Ereignissequenz, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung nicht gelesen wurde, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen, umfassend die folgenden Schritte:
- Lesen (S03b-01) der Datenbank zwecks Suche mindestens einer ersten und einer n-ten Ereignissequenz, insbesondere Suche von Ereignissequenzen von einer ersten bis zu einer n-ten Ereignissequenz, wobei n eine natürliche Zahl bezeichnet und
 - die erste Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in eine erste Intermediär-Objektsituation zu überführen, und
 - für alle natürlichen Zahlen, für die gilt $1 < k < n$, die k-te Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, eine (k-1)-te Intermediär-Objektsituation in eine k-te Intermediär-Objektsituation zu überführen, und
 - die n-te Ereignis-Sequenz dazu geeignet ist, eine (n-1)-te Intermediär-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen,
 - ggfs. Ablegen einer neu entstandenen Ereignissequenz als n-Konkatenation in der Datenbank, wobei die neue konkatenierte Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen,

wobei die Ereignissequenzen zwischen zwei Objektsituationen dabei in jeder beliebigen Programmier- oder Beschreibungssprache initial erhoben und gespeichert werden

können, insbesondere in einer beliebigen, aber immer einheitlichen Programmier- oder Beschreibungssprache.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus obigen Ausführungen. Insbesondere wird ein Verfahren bereitgestellt, welches in dynamischer Weise aus einfacheren Bausteinen komplexe Prozeduren zur Lösung hochkomplexer Probleme bereitstellen kann. Durch die erfindungsgemäße Nutzung und Pflege der Datenbank ggfs. in der Cloud wird das prozedurale Ereigniswissen dabei immer umfangreicher. Die Steuerung lernt und wird mit zunehmender Komplexität immer effizienter.

Durch die bereitgestellte Abstraktion lässt sich die Erfindung in sämtlichen industriellen Anwendungsbereichen verwenden, beispielsweise bei Industrierobotern, dem autonomen oder teilautonomen Steuern von Fahrzeugen oder der robotergesteuerten Prozessautomatisierung. Allen Anwendungsgebieten des erfindungsgemäßen Verfahrens gemein ist aber, dass mindestens ein Mittel umfasst ist, das mindestens zur Umsetzung mindestens eines Ereignisses aus einer Ereigniskette gebracht werden kann.

Eine hohe Abstraktion wird auch seitens der Ereignissequenzen bereitgestellt. Diese können in beliebiger Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen. Hierdurch werden die bereitgestellte Kompatibilität und die Integration der Erfindung in bereits existierende Systeme abermals erhöht und unterstützt. Teilsequenzen können so bspw. in völlig unterschiedlichen Beschreibungen, u.a. auch beliebigen Programmier- und Beschreibungssprachen vorliegen, müssen aber beim jeweiligen Einsatzzweck in einer technischen Einrichtung immer einheitlich sein.

Es versteht sich, dass eine Start-Objektsituation hierin den Zustand (z.B. Lage/Position) eines Objektes oder Subjektes zu einem Start-Zeitpunkt in einem Raum oder Raumabschnitt beschreibt. Beispielsweise kann der Greifarm eines Roboters zum Start-Zeitpunkt eine bestimmte Position innehaben. Dahingegen beschreibt die Ziel-Objektsituation einen Zustand eines Objektes oder Subjektes zu einem End-Zeitpunkt. Beispielsweise führt ein Greifarm eines Roboters von der Start-Objektsituation ausgehend eine Bewegung aus, bis die Ziel-Objektsituation erreicht ist.

Der Fachmann versteht unter einem Sensor ein technisches Bauteil, das bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften (physikalisch z. B. Wärmemenge, Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Schallfeldgrößen, Helligkeit, Beschleunigung oder chemisch z. B. pH-Wert, Ionenstärke, elektrochemisches Potential) und/oder die stoffliche Beschaffenheit seiner Umgebung qualitativ oder

als Messgröße quantitativ erfassen kann. Diese Größen werden mittels physikalischer, chemischer oder biologischer Effekte erfasst und in ein weiterverarbeitbares elektrisches Signal (Daten) umgeformt.

Unter einer Iteration (lat. Wiederholung) versteht man allgemein die mehrfache Ausführung einer oder mehrerer Anweisungen. Die Iteration realisiert man durch Schleifen. Mittels einer Abbruchbedingung wird die Schleife beendet. Im mathematischen Sinn beschreibt eine Iteration ein Verfahren zur schrittweisen Annäherung an die Lösung einer Gleichung unter Anwendung eines sich wiederholenden Rechengangs. Eine iterative Suche funktioniert wie die Tiefensuche, vermeidet jedoch durch Begrenzung der Suchtiefe deren Nachteile bezüglich Vollständigkeit. Bei der iterativen Suche wird iterativ eine beschränkte Tiefensuche durchgeführt, und dabei das Level, bis zu welchem die beschränkte Tiefensuche den Graphen erkundet, bei jeder Iteration um eins erhöht.

Bei einem Eingangsmittel handelt es sich um ein Mittel zur Übertragung von Daten, wobei diese Daten direkt von einem Sensor, einer Datenübertragungsschnittstelle, einem Computer, oder aus einem Speicher stammen können. Ein Eingangsmittel kann ein stromführendes Element (bspw. eine elektrische Leitung), eine Funkverbindung etablierende Drahtlosschnittstelle (bspw. LTE, WLAN, Bluetooth, LoRaWAN), eine optoelektronische Übertragung (bspw. Laser), oder ein anderes Mittel umfassen, welches dazu geeignet ist Daten zu übertragen und/oder zu empfangen.

Ein erfindungsgemäßes Rechenmittel umfasst bevorzugt ein elektronisches Rechenhilfsmittel (z.B. einen Computer), welches dazu eingerichtet ist anhand einer Befehlsfolge eine Berechnung zu tätigen. Ein Rechenmittel dient erfindungsgemäß insbesondere dazu, eine Ereignissequenz entweder zu ermitteln oder eine (Teil-)Ereignissequenz sowie Konkatenationen aus (Teil-)Ereignissequenzen zu erzeugen.

Unter einer Cloud oder Cloud Computing wird hierin die internetbasierte Bereitstellung von Speicherplatz, Rechenleistung oder Anwendungssoftware als Dienstleistung verstanden. Die Nutzung dieser Infrastrukturen erfolgt vorwiegend über Programme (Computerprogrammprodukte) auf den zugreifenden Geräten (Clients) sowie über den Webbrowser.

Ein Server umfasst ein Programm, das auf die Kontaktaufnahme eines Clients wartet, um eine bestimmte informationstechnische Dienstleistung (Dienst) für den Client zu erfüllen. Die Dienstleistung des Servers ist spezifisch für den Server, so dass für jede Dienstleistung ein eigener Server existiert. Der Datenaustausch zwischen Client und Server ist durch ein dienstspezifisches Protokoll festgelegt.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren, insbesondere Steuerverfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur (Ereignissequenz). Demgemäß ist ein Verfahren, insbesondere Steuerverfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren bzw. (Teil-) Ereignissequenzen zum Bilden einer komplexeren Prozedur vorgesehen, mindestens umfassend die folgenden Schritte:

- Definieren (B01) einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation in eine konkrete Ziel-Objektsituation zu überführen,
- Iterieren (B02a) über mögliche Intermediär-Objektsituationen sowie Verkettungen von Intermediär-Objektsituationen, insbesondere rekursives Iterieren, sowie Lesen (B02b) einer Datenbank zwecks Suche passender Ereignisprozeduren,
- wobei eine Zahl n für jede mögliche Verkettung der Intermediär-Objektsituationen die Länge der jeweiligen Verkettung der Prozeduren bezeichnet und durch eine natürliche Zahl größer oder gleich 2 gegeben ist und

die erste Ereignissequenz dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in eine erste Intermediär-Objektsituation zu überführen und

für alle natürlichen Zahlen, für die gilt $1 < k < n$, die k -te Ereignissequenz dazu geeignet ist, eine $(k-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in eine k -te Intermediär-Objektsituation zu überführen, und

die n -te Ereignissequenz dazu geeignet ist, eine $(n-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen,

wobei eine jede Ereignisprozedur geeignet ist, entweder

- o die mögliche Start-Objektsituation in die erste Intermediär-Objektsituation zu überführen, oder
- o für ein k mit $1 < k < n$, die $(k-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in die k -te Intermediär-Objektsituation zu überführen, oder
- o die $(n-1)$ -te Intermediär-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen und

wobei die Verkettung der Ereignisprozeduren im Ergebnis geeignet ist, die Aufgabenstellung zu lösen, wobei die Datenbank geeignet ist, mindestens folgende Größen einander zuzuordnen:

- o einen ersten Bezeichner einer möglichen ersten Objektsituation,
 - o einen zweiten Bezeichner einer möglichen zweiten Objektsituation,
 - o eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignissequenz insbesondere dazu geeignet ist, die mögliche ersten Objektsituation in die mögliche zweiten Objektsituation zu überführen,
- Errechnen (B03) mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums der Verkettung der Prozeduren für eine jede durch die Iteration hervorgerufene Verkettung,
- Auswählen (B04) von einer oder mehreren Verkettungen auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus obigen Ausführungen. Insbesondere wird ein Verfahren bereitgestellt, welches in dynamischer Weise aus einfacheren Bausteinen komplexe Prozeduren zur Lösung komplexer Probleme ggfs. In der Cloud für mehrere Teilnehmer bereitstellen kann. Durch die erfindungsgemäße Nutzung, Aktualisierung und Pflege der Datenbank wird das prozedurale Ereigniswissen dabei immer umfangreicher. Die Steuerung lernt und wird zunehmend effizienter.

Durch die bereitgestellte Abstraktion prozeduralen Ereigniswissens lässt sich die Erfindung in sämtlichen industriellen Anwendungsbereichen verwenden, beispielsweise bei Industrierobotern, dem autonomen oder teilautonomen Steuern von Fahrzeugen oder der robotergesteuerten Prozessautomatisierung.

Eine hohe Abstraktion wird auch seitens der Ereignissequenzen bereitgestellt. Diese können in beliebiger Programmier- oder Beschreibungssprache vorliegen. Hierdurch werden die bereitgestellte Kompatibilität und die mögliche Integration der Erfindung in bereits existierende Systeme abermals erhöht und unterstützt. Teilsequenzen können so bspw. in völlig unterschiedlichen Beschreibungen, u.a. auch völlig unterschiedlichen Programmiersprachen vorliegen, müssen aber einheitlich sein.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Industrierobotersystem. Demgemäß ist ein Industrierobotersystem vorgesehen, welches dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur auszuführen, wobei das Industrierobotersystem ferner umfasst:

- mindestens einen Industrieroboter, insbesondere zur Online-Programmierung geeigneten Industrieroboter, insbesondere zu Teach-In und/oder Master-Slave und/oder Play-Back geeigneten Industrieroboter,
- eine Robotersteuerung zur Steuerung des Industrieroboters, insbesondere adaptive Steuerung zur Steuerung des Industrieroboters,
- einen Speicher und eine CPU, welche dazu eingerichtet sind, dass das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur für den Industrieroboter bereitzustellen, wobei der Speicher insbesondere auch in einer Cloud bereitgestellt werden kann und eine für die genannten Verfahren eingerichtete Datenbank umfasst,

wobei insbesondere nach einer Einlaufzeit die Datenbank Ereignissequenzen von derart hoher Komplexität umfasst, dass lediglich weniger als zwei komplexe Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Volllastbetrieb des Industrieroboters benötigt werden, weiterhin insbesondere weniger als die Entscheidung für eine Ereignissequenz pro Zehntelsekunde, weiterhin insbesondere weniger als drei Ereignissequenzen pro Sekunde. Die Cloud könnte damit Informationen mehrerer Einrichtungen sammeln. Der Fachmann weiß, dass die Ereignissequenzen pro Zeiteinheit vom Einsatzgebiet abhängt und variabel ist.

Die adaptive Steuerung wird so stark entlastet, was diese schont sowie Zeit und Energie spart. Das Gesamtsystem wird effizienter, da zunehmend komplexere Ereignissequenzen als Prozeduren für alle Teilnehmer zum Einsatz kommen. Teil der Lösung ist außerdem im Ruhe- oder Schlafzustand der Einrichtung alle bisher möglichen Konkatenationen von prozeduralen Ereignissequenzen zu erzeugen und zu speichern. Dies ergänzt die Liste komplexer prozeduraler Ereignissequenzen ständig sinnvoll.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das System für ein Fahrzeug. Demgemäß ist ein System für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, insbesondere Fahrerassistenzsystem oder System zum teilautomatisierten oder autonomen Fahren, vorgesehen, welches dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur auszuführen und/oder von einer solchen Ausführung, beispielsweise in einer Cloud, zu profitieren, wobei das System ferner umfasst:

- eine klassische Steuerung des Fahrzeugs, insbesondere eine manuelle und/oder adaptive Steuerung des Fahrzeugs oder eine Kombination aus solchen, einen Speicher und eine CPU, welche dazu eingerichtet sind, das das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur für das Kraftfahrzeug bereitzustellen, wobei der Speicher insbesondere auch in einer Cloud bereitgestellt werden kann und eine für die genannten Verfahren eingerichtete Datenbank umfasst, wobei das Kraftfahrzeug über eine Datenschnittstelle, insbesondere drahtlose Datenschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G oder weitere neue Standards, mit der Cloud kommunizieren kann,

wobei insbesondere nach einer initialen Einlaufzeit die Datenbank Ereignissequenzen von derart hoher Komplexität umfasst, dass lediglich weniger als zwei Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Verkehrsbetrieb des Kraftfahrzeugs benötigt werden, weiterhin insbesondere weniger als eine Ereignissequenz pro Zehntelsekunde, weiterhin insbesondere weniger als zehn Ereignissequenzen pro Sekunde.

Die Steuerung des Fahrzeugs wird so entlastet, was diese schonst sowie Energie und Zeit spart. Das Gesamtsystem wird so effizienter, da zunehmend komplexere Ereignissequenzen als Prozeduren zum Einsatz kommen. Durch die Auslagerung in die Cloud („connected cars“) wird schnelle Kommunikation und hohe Rechenleistung bzw. verteiltes Rechnen bereitgestellt. Außerdem können Hinweise auf Gefahren im Verkehr berücksichtigt werden und es kann zwischen Fahrzeugen koordiniert werden.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verkehrssteuerungssystem. Demgemäß ist ein Verkehrssteuerungssystem vorgesehen, umfassend

- eine Vielzahl an Kraftfahrzeugen, sowie je Kraftfahrzeug:
 - o eine erste Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, welche dazu eingerichtet ist, mit anderen Kraftfahrzeugen in einer ersten unmittelbaren Umgebung des Kraftfahrzeugs zu kommunizieren,
 - o eine zweite Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, zur Kommunikation mit einer Cloud,

wobei das Verkehrssteuerungssystem dazu eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur für mindestens eines der Kraftfahrzeuge bereitzustellen, insbesondere für zwei oder mehrere Kraftfahrzeuge in einer zwischen den beteiligten Kraftfahrzeugen koordinierten Weise.

Die Steuerung der Fahrzeuge wird so entlastet, was diese schonst sowie Zeit und Energie spart. Das Gesamtsystem wird effizienter, da zunehmend komplexere Ereignissequenzen als Prozeduren zum Einsatz kommen. Die Auslagerung in die Cloud („connected cars“) wird schnelle Kommunikation und hohe Rechenleistung bzw. verteiltes Rechnen bereitgestellt. Außerdem können Hinweise auf Gefahren im Verkehr berücksichtigt werden und es kann zwischen Fahrzeugen koordiniert werden. Eine direkte, noch schnellere Koordination kann zwischen den Fahrzeugen direkt stattfinden, was abermals die reibungslose und sichere Gesamtdynamik der Steuerung und des Ablaufs des Verkehrs fördert und sicherstellt.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch die Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung. Demgemäß ist eine Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere eine Desktop-Umgebung, insbesondere eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- eine Sensorik, welche dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- eine Vergleichseinheit, welche dazu eingerichtet ist, mindestens zwei Objektsituationen zu vergleichen,
- einen Speicher und eine CPU, welche dazu eingerichtet sind, das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren und/oder das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur auszuführen, wobei der Speicher insbesondere auch in einer Cloud bereitgestellt werden kann und eine für die genannten Verfahren eingerichtete Datenbank umfasst, wobei das Kraftfahrzeug über eine Datenschnittstelle, insbesondere drahtlose Datenschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, mit der Cloud kommunizieren kann.

Hierdurch wird RPA noch automatisierter und effizienter. Durch die zunehmend komplexeren Prozeduren wird Energie und Zeit eingespart sowie Effizienz und Verlässlichkeit werden weiter erhöht.

ITSF kann insbesondere auf einer handelsüblichen PC- oder Prozessorlösung ablaufen.

In einem weiteren Beispiel werden Kundendienstanfragen automatisch beantwortet. Dies wird mit ITSF noch schneller, präziser und genauer. Durch die zunehmend höhere Komplexität verbessert sich der „virtuelle Kundendienstbetreuer“ in seiner „Lebenszeit“ kontinuierlich und auf strukturierte Weise.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung. Demgemäß ist ein Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend ein erfindungsgemäßes Verfahren, insbesondere ein erfindungsgemäßes Steuerverfahren und/oder das Verfahren nach zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur, wobei insbesondere die Start- und Ziel-Objektsituationen virtuelle Situationen bezeichnen können, wobei ein System bereitgestellt ist, mindestens umfassend

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere eine Desktop-Umgebung, insbesondere eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- eine Sensorik, welche dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation aus der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- einen Speicher und eine CPU für die Verarbeitung, und

das Verfahren ferner mindestens einen Schritt eines Vergleichens umfasst, bei dem die vorhandene Ist- und die notwendige Ziel-Objektsituation miteinander verglichen werden.

Hierdurch wird RPA noch automatisierter und effizienter. Durch die zunehmend komplexeren Prozeduren wird Zeit und Energie eingespart und Effizienz und Verlässlichkeit werden weiter erhöht.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zur Normalisierung von Objektarten. Demgemäß ist ein Verfahren zur Normalisierung von Objektarten zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems (jeweils wie hierin definiert), insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, vorgesehen, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- Einleiten (C01) einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen (C02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen (C03) mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,

- 44 -

- Zuordnen (C04) eines konkreten Objektes zu einer Objektart, insbesondere einer allgemeineren Objektart, in Abhängigkeit von mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Speichern (C05) der Zuordnung des konkreten Objektes und der Objektart unter Nutzung einer Datenbank.

Durch die Normalisierung der Objektarten wird zusätzliches prozedurales Ereigniswissen für eine bestimmte Problemlösung verfügbar gemacht. Hierdurch kann, insbesondere durch die zusätzlich durch die Normalisierung gewonnene Abstraktion, eine Problemlösung für ansonsten unlösbare oder nur ineffizient und umständlich lösbare Probleme geschaffen werden.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen. Demgemäß ist ein Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems (jeweils wie hierin definiert) und/oder unter Nutzung eines Verfahrens zur Normalisierung von Objektarten wie hierin definiert, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, vorgesehen, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- Einleiten (D01) einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen (D02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen (D03) mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,
- Zuordnen (D04) des konkreten Objektes zu einer Objektart, welcher das konkrete Objekt angehört, insbesondere Zuordnen durch Auslesen der Objektart aus einer Datenbank,
- Erfassen (D05) einer ersten Information über eine Lage/Position, insbesondere relative Lage/Position, des mindestens eines konkreten Objektes im Raum,
- Ermitteln (D06) einer normalisierten Objektsituation für den Raumabschnitt unter Verwendung der Objektarten und der ersten Information.

Durch die Normalisierung der Objektsituationen wird zusätzliches prozedurales Ereigniswissen für eine bestimmte Problemlösung, bezogen auf komplexere Situationen, in der Regel umfassend mehrere Objekte und/oder Objektarten, verfügbar gemacht. Hierdurch kann, insbesondere durch die zusätzlich durch die Normalisierung gewonnene Abstraktion, eine Problemlösung für ansonsten unlösbare oder nur ineffizient und umständlich lösbare Probleme geschaffen werden.

Gemäß einer Weiterentwicklung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner einen Schritt eines Durchführens einer vollständigen oder teilweisen Übergabe (S03c-1) der Kontrolle über den Prozess und/oder das System an ein Steuerungssystem, insbesondere konventionelles adaptives Steuerungssystem, wenn eine passende neue Ereignis-Sequenz nicht gebildet (S03b) werden konnte.

So ergänzt ITSF lediglich die adaptive Steuerung, und es gibt kein unnötiges Zögern bei Fällen, in denen die klassische/adaptive Steuerung zur Problemlösung in der Lage ist, ITSF aber leider (noch) nicht.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren ferner einen Schritt eines Ergänzens (S03c-2) der Datenbank um einen oder mehrere Einträge, welche geeignet sind, mindestens folgende Größen einander zuzuordnen:

- einen Bezeichner der möglichen Start-Objektsituation,
- Bezeichner der beteiligten Objektarten,
- einen Bezeichner der möglichen Ziel-Objektsituation,
- Bezeichner der beteiligten Objektarten,
- eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignissequenz insbesondere dazu geeignet ist, die mögliche Start-Objektsituation in die mögliche Ziel-Objektsituation zu überführen, und wobei die Information einen Bezeichner umfasst, welcher erlaubt, die Ereignissequenz zu identifizieren und/oder eine oder mehrere Informationen, die auf einer Observation der Ereignisse einer Steuerung durch das Steuerungssystem, insbesondere das konventionelle adaptives Steuerungssystem, beruhen.

So lernt ITSF dazu. ITSF lernt also nicht nur durch neue, komplexere Ereignissequenzen dazu, die es selbst gebildet hat, sondern lernt auch direkt von der adaptiven und/oder klassischen Steuerung. Die so gelernten Prozeduren werden in der Datenbank abgelegt, und ITSF kann später eigenständig komplexere Ereignissequenzen bilden, indem es die neu aufgezeichnete Sequenz als Baustein hierfür betrachtet und nutzt.

ITSF ermöglicht also parallel neue Grundbausteine von Ereignissequenzen zu erhalten als auch diese durch fortlaufende Konkatenation weiter zu komplexieren.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung erfolgt das Auswählen einer Ereignissequenz aus einer Menge an geeigneten Ereignissequenzen in Schritt S03b1 auf Basis mindestens eines quantitativen Merkmals bzw. Eignungskriteriums, insbesondere als dynamisch errechnetes und/oder in der Datenbank abgelegtes Eignungskriterium. Beispiele für derartige quantitativen Merkmale sind wie hierin nachstehend aufgeführt ein Erfolgsindikator, ein Zeitdauerindikator, ein Aufwandsindikator und/oder ein Kostenindikator, ein Zeitpunktindikator und/oder ein Zeitstempel (hierin auch als Timestamp bezeichnet).

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank daher ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:

- einen Erfolgsindikator (hierin auch als Success Rating bezeichnet), welcher einen Grad der erfolgreichen Durchführung einer Ereignissequenz quantifiziert, insbesondere einen Grad des Erfolgs, bei der bisherigen versuchten und/oder bereits erfolgten Durchführung der Ereignissequenz.

Der Erfolg ist ein wesentlicher Entscheidungsfaktor für oder gegen eine Ereignissequenz. Insbesondere ist dies der Fall, wenn es mehrere mögliche Wege gibt, ein Problem zu lösen. So kann die Erfolgswahrscheinlichkeit und im Ergebnis die Effizienz mit ITSF maximiert werden.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:

- einen Zeitdauerindikator (hierin auch als Duration bezeichnet), welche eine Zeitdauer, und/oder eine einer Zeitdauer entsprechende Größe, einer Durchführung einer Ereignissequenz, insbesondere einer erfolgreichen Durchführung einer Ereignissequenz, quantifiziert, insbesondere einen Grad des Erfolgs bei der bisherigen versuchten und/oder ausgeführten Durchführung der Ereignissequenz. Ein Beispiel für einen Zeitindikator ist die Klassifizierung nach der kürzesten Wegstrecke und wenigste Anzahl an Teilereignissequenzen (Prozessschritten).

Die Zeitdauer/Ausführungsgeschwindigkeit ist ein weiterer wesentlicher Entscheidungsfaktor für oder gegen eine Ereignissequenz. Insbesondere ist dies der Fall, wenn es mehrere mögliche Wege gibt, ein Problem zu lösen. So kann die Gesamtzeitdauer und im Ergebnis die Effizienz mit ITSF maximiert werden.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:

- einen Aufwandsindikator und/oder Kostenindikator, welcher einen Aufwand, insbesondere Energieaufwand oder Gesamtaufwand einer Durchführung, einer Durchführung einer Ereignissequenz, insbesondere einer erfolgreichen Durchführung, quantifiziert, insbesondere eine berechnete Größe aus einem oder mehreren aus Energieaufwand, Rechenaufwand, organisatorischem Aufwand, Zeitaufwand, Kosten, Koordinationsaufwand, Risikokosten.

Ein spezifizierter Aufwand, insbesondere aber nicht notwendigerweise ein Energieaufwand oder Kostenaufwand, ist ein weiterer wesentlicher Entscheidungsfaktor für oder gegen eine Ereignissequenz. Insbesondere ist dies der Fall, wenn es mehrere mögliche Wege gibt ein Problem zu lösen. So können bspw. die Gesamtkosten bzw. die benötigte Gesamtenergie minimiert und im Ergebnis die Effizienz durch ITSF maximiert werden. Daher wird vorzugsweise ein Aufwands- und/oder Kostenindikator als ein quantitatives Merkmal genutzt.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:

- einen Zeitpunktindikator und einen Zeitstempel/Timestamp, welcher einen Zeitpunkt einer Aufzeichnung einer Sequenz indiziert, insbesondere einen Zeitpunkt einer ersten Aufzeichnung einer Sequenz, und/oder einen Zeitpunkt einer ersten erfolgreichen Durchführung/Reproduktion der Ereignissequenz.

Hierdurch kann insbesondere beurteilt werden, wie solide und/oder langfristig etabliert eine Prozedur bereits ist. Durch die Referenz auf die erste erfolgreiche Durchführung/Reproduktion wird zudem sichergestellt, dass erfolglose Versuche das Ergebnis nicht verfälschen.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch den Energieaufwand (hierin auch als Effort bezeichnet) als ein quantitatives Merkmal zu nutzen.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:

- Einen Korrelator von mindestens zwei, insbesondere jedoch drei oder mehr, Ereignissequenzen,

insbesondere einen Korrelator, welcher eine Korrelation quantifiziert für einen oder mehrere aus: Erfolgswahrscheinlichkeit und/oder Erfolgsindikator, Zeitaufwand, Energieaufwand, insbesondere einen Erfolgskorrelator und/oder einen Energieaufwandskorrelator.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren, besonders bevorzugt innerhalb von Schritt (c) des Steuerverfahrens das Abgleichen der ermittelten Ereignissequenzen mit und/oder die Datenbank ferner eine(r) Erfolgskorrelationstabelle und/oder Ereignissequenzen-/Teilprozeduren-Synergie-Tabelle, welche geeignet ist zur Aufnahme und/oder Verwaltung von Korrelatoren, insbesondere von solchen, welcher eine Korrelation quantifizieren für einen oder mehrere aus: Erfolgswahrscheinlichkeit und/oder Erfolgsindikator, Zeitaufwand, Energieaufwand, insbesondere Erfolgskorrelatoren und/oder einen Energieaufwandskorrelatoren von Ereignis-Sequenzen/Teilprozeduren.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt eines vorzeitigen Abbrechens (S03c) einer Suche (S03b-01) nach passenden Ereignis-Sequenzen, welcher ausgeführt wird, wenn mindestens eine vorbestimmte Sicherheitszeitspanne seit Beginn der Suche (S03b-01) verstrichen ist und bisher kein passendes Ergebnis gefunden wurde, insbesondere kein Ergebnis, welches zudem ein vorbestimmtes Eignungskriterium erfüllt, gefunden wurde, wobei insbesondere die vorbestimmte Sicherheitszeitspanne von dem Zweck der Anwendung und/oder der Art des zu steuernden Systems und/oder der adaptiven Steuerung abhängt, wobei die Sicherheitszeitspanne insbesondere ferner dazu geeignet ist, einen Zeitraum zu quantifizieren, bis zu dem eine Aktion für einen reibungslosen Ablauf eines Prozesses und/oder der Ereignis-Sequenz erforderlich ist.

Hierdurch wird ein in dynamischen Systemen unter Umständen schadhaftes Zögern vermieden (beispielsweise in einem Automotive-Verkehrssteuerungssystem). Durch die gewünschte Wahl als anwendungsspezifische Sicherheitszeitspanne kann auf die besonderen Bedürfnisse der jeweiligen Anwendung gezielt eingegangen werden (s. hierzu insbesondere auch bei den jeweiligen spezifischen Anwendungen).

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere das Steuerverfahren, besonders bevorzugt innerhalb von Schritt (c) des Steuerverfahrens ferner einen Schritt eines Vergleichens eines Aufwandsindikators und/oder Kostenindikators, insbesondere eines

Energieaufwands, der Ereignissequenz mit einem Energievorrat einer technischen Einrichtung, insbesondere mit einem dem Prozess, dem System oder dem Steuerungssystem zugeteilten und/oder in dem System oder dem Steuerungssystem vorhandenen Energievorrat.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt eines Durchführens einer vollständigen oder teilweisen Übergabe (S03c-1) der Kontrolle über den Prozess und/oder das System an ein Steuerungssystem, insbesondere konventionelles adaptives Steuerungssystem, welcher nach dem Ausführen des Schrittes eines vorzeitigen Abbrechens ausgeführt wird.

Hierdurch wird die Problemlösung durchgeführt und sichergestellt, dass nicht schadhaft gezögert wird. Außerdem wird ITSF die Problemlösung einmalig vorexerziert, wodurch ITSF weiter lernt.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner folgende Schritte:

- einen Schritt eines Aufzeichnens der Vorgänge (Ereignissequenzen) des klassischen Steuerungssystems, insbesondere des konventionellen adaptiven Steuerungssystems, welche das System von einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation überführen, und/oder
- einen Schritt eines Ablegens mindestens einer neuen Eintragung in der Datenbank zu den aufgezeichneten Vorgängen, unter Angabe mindestens eines Indikators der Start-Objektsituation sowie eines Indikators der Ziel-Objektsituation.

Hierdurch sichert ITSF die vorexerzierte Problemlösung und sichert diese aufrufbereit in der Datenbank. Durch die Ablage in der Datenbank steht ITSF diese Ereignissequenz in Zukunft als Problemlösung oder als Lösung eines Teilproblems zur Verfügung. So kann ITSF in Zukunft die Lösung des Problems übernehmen, was die adaptive Steuerung zukünftig entlasten wird. Zudem kann ITSF die Problemlösung als Baustein für die Lösung noch komplexerer Probleme benutzen.

So können durch die Ablage eines wertvollen einzelnen Bausteins unter Umständen große Bereiche neuer komplexer Prozeduren von ITSF erschlossen werden.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt eines Vergleichens eines Aufwandsindikators und/oder Kostenindikators, insbesondere des Energieaufwands, der Ereignissequenz mit einem Energievorrat einer technischen Einrichtung, insbesondere mit einem dem

Prozess, dem System oder dem Steuerungssystem zugeteilt und/oder in dem System oder dem Steuerungssystem vorhandenen Energievorrat.

Hierdurch kann Effizienz optimiert werden. Insbesondere kann ganz auf Nutzerwünsche/vorhandene Ressourcen/externe Constraints und/oder eine Kombination hieraus, insbesondere auch auf eine gewichtete Kombination dieser Faktoren, eingegangen werden. So bringt ITSF das auf die konkrete Situation und die konkreten Verhältnisse optimal abgestimmte Ergebnis.

Gemäß einer Weiterbildung umfasst der Speicher des Industrieroboters ferner Anweisungen für ein Befüllen, insbesondere initiales Befüllen, der Datenbank durch Nutzung der klassischen Steuerung, insbesondere einer adaptiven Steuerung,

wobei insbesondere nach einem initialen Befüllen der Industrieroboter dazu eingerichtet ist, dass lediglich weniger als zwei Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Volllastbetrieb des Industrieroboters benötigt werden, weiterhin insbesondere weniger als eine Ereignissequenz pro Zehntelsekunde, weiterhin insbesondere weniger als drei Ereignissequenzen pro Sekunde, und/oder eine Entlastung der klassischen Steuerung, insbesondere der adaptiven Steuerung, erfolgt.

Durch das initiale Befüllen wird ITSF bereits aktiviert und der Industrieroboter wird in einen Zustand versetzt, wo er bereits höchst effizient mit ITSF zusammenarbeitet und einen Großteil der Kontrolle an ITSF abgegeben kann. So ist ein anfängliches Training, beispielsweise beim Kunden vor Ort, nicht mehr erforderlich und ein direkt effizienter und voll funktionstüchtiger Start wird sichergestellt.

Ausführungsbeispiele

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei wie folgt:

Fig. 1a eine schematische Darstellung zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung, welche schematisch ein System zeigt, das sich zum Einsatz mit der vorliegenden Erfindung eignet,

Fig. 1b eine schematische Darstellung zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung, welche schematisch ein weiteres System zeigt, das sich zum Einsatz mit der vorliegenden Erfindung eignet,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste der Objektarten) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste der Objektsituationen) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste von prozeduralen Ereignissequenzen) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung,

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Knowledge Process Flows zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung.

Die Figuren illustrieren lediglich Beispiele für mögliche Ausführungsformen und Aspekte der vorliegenden Erfindung.

Die **Figur 1a** zeigt eine schematische Darstellung zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung, welche schematisch ein System zeigt, das sich zum Einsatz mit der vorliegenden Erfindung eignet. Ein Computer

100 mit einem Speicher 101 für eine Datenbank ist prinzipiell dazu geeignet, die Verfahren der Erfindung zum Einsatz zu bringen.

Die **Figur 1b** zeigt eine weitere schematische Darstellung zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung, welche schematisch ein weiteres System zeigt, das sich zum Einsatz mit der vorliegenden Erfindung eignet. In diesem Beispiel ist die Datenbank in einer Cloud oder einem verteilten System, wie einem verteilten Computernetzwerk. Auch Berechnungsschritte der Verfahren können in diesem verteilten System durchgeführt werden.

Es kann auch ein erfindungsgemäßes Computerprogramm, drahtgebunden oder drahtlos, über ein solches Computernetzwerk übertragen werden.

Die **Figur 2** zeigt eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste der Objektarten) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt.

In einem Beispiel wird eine Liste der Objektarten, beispielsweise in Form einer Datenbanktabelle, zum Einsatz gebracht. Zugeordnet wird so beispielsweise eine Objektart 110 zu einem Inhalt 111 der Objektart, zudem wird ein Identifier 112 vergeben. In diesem Beispiel sind die Identifier 112 fortlaufend numerisch vergeben, dies muss jedoch keineswegs so sein.

Die **Figur 3** zeigt eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste der Objektsituationen) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt.

In einem Beispiel wird eine Liste der Objektsituationen, beispielsweise in Form einer Datenbanktabelle, zum Einsatz gebracht. Zugeordnet wird so beispielsweise zu den Objektsituationen 114, die IDs 113 der Objektarten der Objekte, welche in der jeweiligen Objektsituation 114 enthalten sind und/oder erkannt wurden. Ein Inhalt 115 der Objektsituation kann zudem zugeordnet sein. Zudem können Identifier 112 vergeben. In diesem Beispiel sind die Identifier 112 fortlaufend numerisch vergeben, dies muss jedoch keineswegs so sein.

Wie in der folgenden Diskussion weiter klar werden wird, erleichtert eine solche Datenbanktabelle das Handling und die Verwaltung von einschlägigem prozeduralem Ereigniswissen. Zudem wird durch die Objektarten gegenüber den konkreten Objekten eine weitere gewinnbringende Abstraktionsebene geschaffen. Hierdurch wird die Wiederverwendbarkeit von prozeduralem Ereigniswissen weiter erhöht.

Beispielsweise kann so eine vorhandene Prozedur auf ein anderes konkretes Objekt, jedoch derselben Objektart, angewandt werden.

Die Effizienz des Gesamtsystems erhöht sich hierdurch. Ein größerer Anteil von Aufgaben kann direkt von ITSF übernommen werden und die Lernkurve, insbesondere bereits die anfängliche Lernkurve, ist steiler.

Die **Figur 4** zeigt eine schematische Darstellung einer Tabelle (Liste von prozeduralen Ereignissequenzen) zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung im Rahmen eines Ausführungsbeispiels, welches ein Entity-Relationship-Modell zum Einsatz bringt.

In einem Beispiel wird eine Liste mit prozeduralen Ereignissequenzen, beispielsweise in Form einer Datenbanktabelle, zum Einsatz gebracht. Zugeordnet wird so beispielsweise zu einer Ereignissequenz 119 eine ID 118, eine Information zu einer Start-Objektsituation, zum Beispiel eine entsprechende ID 117, und eine Information zu einer Ziel-Objektsituation, zum Beispiel eine entsprechende ID 124, sowie ein entsprechender Inhalt 120.

Dabei kann die Ereignissequenz mittels ihres Inhalts 120 die Start-Objektsituation (ID 117) in die Ziel-Objektsituation (ID 124) überführen. Beispielsweise enthält der Inhalt Anweisungen in einer Programmier- und/oder Beschreibungssprache. In diesem oder auch einem anderen Beispiel enthält der Inhalt weitere Verweise und Bezüge auf andere Inhalte.

Es können weitere Größen und Bezeichner zugeordnet werden. Beispielsweise sind so ein Erfolgsindikator 121, ein Zeitdauerindikator 122 und ein Aufwandsindikator 123 zugeordnet.

Die **Figur 5** zeigt eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung. (Target OS ID a = Start OS ID z).

Durch die hier gezeigte Konkatination zweier Ereignissequenzen entsteht eine neue Ereignissequenz. Gezeigt ist lediglich ein Beispiel. Es wird die Sequenz F, welche die Objektsituation „7“ in die Objektsituation „6“ überführt, mit der Sequenz G verbunden, welche die Objektsituation „6“ in die Objektsituation „8“ überführt. Hierdurch entsteht eine neue Ereignissequenz, welche geeignet ist, die Objektsituation „7“ in die Objektsituation „8“ zu überführen.

Eine solche Ereignissequenz kann auch in der Liste (vgl. Fig. 4) abgelegt werden.

Die **Figur 6** zeigt eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung. Die **Figur 7** zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung. Die **Figur 8** zeigt noch eine weitere schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung. Die **Figur 9** zeigt abermals eine weitere schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung.

Die Sequenzen der Figuren 6 – 9 können erfindungsgemäß konkateniert werden, da Target OS ID a = Start OS ID x1, Target OS ID x1 = Start OS ID xn, Target OS ID xn = Start OS ID z.

Die **Figur 10** zeigt eine schematische Darstellung eines Datenbankeintrages zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung. (Target OS ID a = Start OS ID x1, Target OS ID x1 = Start OS ID xn, Target OS ID xn = Start OS ID z)

Durch die Konkatenation entsteht eine neue Ereignissequenz, welche geeignet ist, die Objektsituation „5“ in die Objektsituation „32“ zu überführen. Hierzu werden die Sequenzen der Figuren 6 – 9 erfindungsgemäß konkateniert.

Eine solche Ereignissequenz kann auch in der Liste (vgl. Fig. 4) abgelegt werden.

Die **Figur 11** zeigt eine schematische Darstellung eines Knowledge Process Flows zwecks Illustration der vorliegenden Erfindung.

Die oberen fünf Schritte bzw. Einheiten 1001 – 1005 beziehen sich auf die Start-Objektsituation. Die drei Schritte bzw. Einheiten 1006 – 1008 beziehen sich auf die Ziel-Objektsituation. Die Schritte bzw. Einheiten 1010 – 1015 beziehen sich auf die Ereignissequenzen, d.h. das prozedurale Ereigniswissen.

Hier werden nach Bedarf neue Prozeduren aufgenommen, als auch neue Konkatenationen erzeugt und zur weiteren direkten Verwendbarkeit gesichert.

Besonders wichtig ist das Zurückschreiben der gefundenen Konkatenationen von Ereignissequenzen in die Liste der erhobenen Ereignissequenzen (1014). Über diese entwickelt sich damit vollautomatisch eine immer höhere Komplexität in der Liste von Ereignissequenzen.

Figur 12 zeigt ein Beispiel für eine Konkatenation von Ereignissequenzen. Die Sequenzen a, x1, xn und z sind in einer Datenbank gespeichert. Jede Ereignissequenz umfasst ein identifizierendes Merkmal (Start OS ID) einer Start-Objektsituation sowie ein identifizierendes Merkmal einer Ziel-Objektsituation (Target

OS ID). Die Sequenzen sind jeweils durch ein Puzzle-Teil dargestellt, deren linke und rechte Seite verschiedene Formen darstellen, die jeweils eine bestimmte Start- bzw. Zielobjektsituation darstellen. Bspw. weist die Ereignissequenz x1 eine Ziel-Objektsituation mit der ID 24 auf, während die Ereignissequenz eine Start-Objektsituation mit einer ID von 24 aufweist. Daher können diese beiden Objektsituationen aufeinander folgen. Zuletzt ist eine Konkatenation der Ereignissequenzen gezeigt, wodurch eine Ereignissequenz gebildet wurde, die geeignet ist, um von der Start-Objektsituation der Ereignissequenz a mit der ID 5 ausgehend die Ziel-Objektsituation mit der ID 32 zu erreichen. Darunter sind die Puzzleteile der Ereignissequenzen gezeigt, deren Start- und Ziel-Objektsituationen auf Grund der gleichen Start- und Objektsituationen zusammenpassen.

Bezugszeichenliste

100	Computersystem
101	Speicher mit Datenbank
110	Object Kind (OK, Objektart)
111	Object Kind Content
112	Object Kind ID
113	Object Kind IDs
114	Object Situation (OS, Objektsituation)
115	Object Situation Content
116	Object Situation ID
117	Start OS ID
118	Event Sequence ID
119	Event Sequence (ES, Event Sequence)
120	Event Sequence Content
121	Success Rating
122	Duration/Dauer
123	Effort/Aufwand
124	Target OS ID
1001	Object Analysis and Identification
1002	Object Kind Identification for all Objects in Space Section
1003	Analyse Object Situation in Space Section
1004	Object Situation already in List or add a new Object Situation

- 57 -

- 1005 Defined Start Object Situation in Space Section, moment of now
- 1006 Defined Parameters for Target Object Situation
- 1007 Calculated Target Object Situation for the next moment
- 1008 Defined Target Object Situation in space section, next moment
- 1010 Start Transcribing Procedural Event Sequences
- 1011 Storing new Procedural Event Sequence only for the first one time
- 1012 Calling stored Event Sequence by using Start- and Target-Object Situations
- 1013 Concatenation of more than one Procedural Event Sequences with Target-OSa = Start-OSz
- 1014 Storing a new Concatenation of more than one Procedural Event Sequences
- 1015 Well-defined Procedural Event Sequences from Start-OS to Target-OS

Patentansprüche

1. **Steuerverfahren** zum Ansteuern eines Aktors zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation mittels einer Steuerung, bevorzugt einer adaptiven Steuerung, umfassend:
 - a) Ermitteln (S01) einer Start-Objektsituation mittels eines Sensors,
 - b) Definieren (S02) einer Ziel-Objektsituation,
 - c) Ermitteln (S03) einer Ereignissequenz, die geeignet ist, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen zu überführen, durch
 - Iteratives Suchen (S03a) von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen umfassend die Start- und/oder Ziel-Objektsituation und/oder Objektsituationen aus Teil-Ereignissequenzen vorhergehender Iterationsschritte,
 - Auswählen (S03b1) mindestens einer Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation oder Bilden (S03b2) einer neuen Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation auf Basis der im Teilschritt der iterativen Suche gefundenen Teil-Ereignissequenzen und deren Konkatenationen,
 - d) Ansteuern (S04) des Aktors basierend auf der ermittelten Ereignissequenz durch die Steuerung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Auswählens (S03b1) der Ereignissequenz aus einer Menge an geeigneten Ereignissequenzen auf Basis mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei ein Aufwands- und/oder Kostenindikator als ein quantitatives Eignungskriterium genutzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Energieaufwand als ein quantitatives Eignungskriterium genutzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei ein Erfolgsindikator als ein quantitatives Eignungskriterium genutzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die in Schritt (a) ermittelten Sensordaten vor deren Nutzung zum Ermitteln der Start-Objektsituation normalisiert werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt zum Speichern (S05) der ermittelten Ereignissequenz.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt zum Abbrechen von Schritt (c) des Verfahrens, wenn keine passende Ereignissequenz zum Erreichen des Ziels ermittelt werden kann und/oder die Steuerung den Schritt zum Ermitteln einer Ereignissequenz zum Erreichen der Ziel-Objektsituation nicht durchführen kann.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei Schritt (c) des Verfahrens automatisch nach dem Verstreichen einer vorherdefinierten Zeitspanne abgebrochen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, ferner umfassend einen Schritt des Hinzufügens einer durch die Steuerung neu ermittelten (Teil-)Ereignissequenz zur Menge der bekannten (Teil-)Ereignissequenzen.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt des automatischen Ergänzens der bekannten Ereignissequenzen um mögliche weitere Ereignissequenzen, während das Verfahren nicht zum Erreichen einer Ziel-Objektsituation genutzt wird.
12. **System** zum Ansteuern eines Aktors zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation mittels einer Steuerung, bevorzugt einer adaptiven Steuerung, umfassend:
 - a) Eingangsmittel zum Empfangen (S01) einer Start-Objektsituation von einem Sensor,
 - b) Eingangsmittel zum Empfangen (S02) einer Ziel-Objektsituation,

- c) Rechenmittel zum Ermitteln (S03) einer Ereignissequenz, die geeignet ist, um die Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation aus einer Menge von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen zu überführen, durch
- Iteratives Suchen (S03a) von bekannten (Teil-)Ereignissequenzen umfassend die Start- und/oder Ziel-Objektsituation und/oder Objektsituationen aus Teil-Ereignissequenzen vorhergehender Iterationsschritte,
 - Auswählen (S03b1) mindestens einer Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation oder Bilden (S03b2) einer optimierten Ereignissequenz zum Überführen der Start-Objektsituation in die Ziel-Objektsituation auf Basis der im Teilschritt der iterativen Suche gefundenen (Teil-)Ereignissequenzen und deren Konkatenationen,
- d) Ausgabemittel zum Ausgeben eines Steuersignals zum Ansteuern (S04) des Aktors basierend auf der ermittelten Ereignissequenz durch die Steuerung.
13. System nach Anspruch 12, ferner umfassend ein Mittel zum Erfassen bekannter Ereignissequenzen und/oder bekannter Objektsituationen und/oder Zuordnungen zwischen diesen.
14. System nach Anspruch 12 oder 13, ferner umfassend ein Mittel zum Speichern mindestens eines Erfolgsindikators und/oder mindestens eines Zeitdauerindikators und/oder eines Aufwandsindikators und/oder mindestens eines Kostenindikators und/oder mindestens eines relevanten Zeitpunkts für Ereignissequenzen.
15. **Computerprogrammprodukt**, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, Schritt (c) des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 umzusetzen.
16. **Computerlesbares Medium**, auf dem das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 15 gespeichert ist.
17. **Computer**, umfassend mindestens ein computerlesbares Medium nach Anspruch 16.

18. **Steuerung**, bevorzugt eine adaptive Steuerung, umfassend einen Computer nach dem vorhergehenden Anspruch.
19. **Computerprogrammprodukt**, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, Ergebnisse eines Computerprogramms entsprechend Anspruch 15 menschenlesbar darzustellen, bzw. die Ergebnisse in ein anderes (Daten-)Format zu überführen, das von einem weiteren Computerprogrammprodukt menschenlesbar dargestellt werden kann und/oder das Computerprogrammprodukt entsprechend einem der vier vorhergehenden Ansprüche zur Umsetzung des Verfahrens zu veranlassen.
20. **Industrierobotersystem**, umfassend mindestens einen Industrieroboter, mindestens ein Steuerungssystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, einen Sensor zum Ermitteln einer Start-Objektsituation und einen Aktor zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation.
21. **Fahrzeugführungssystem**, bevorzugt für ein Kraftfahrzeug, insbesondere Fahrerassistenzsystem oder System zum teilautomatisierten oder autonomen Fahren, umfassend ein Steuerungssystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, einen Sensor zum Ermitteln einer Start-Objektsituation und einen Aktor zum Überführen einer Start-Objektsituation in eine Ziel-Objektsituation.
22. **Verkehrssteuerungssystem**, geeignet zur Umsetzung des Verfahrens entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 11, umfassend:
- eine Vielzahl an Kraftfahrzeugen, sowie je Kraftfahrzeug:
 - eine erste Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, welche dazu eingerichtet ist, mit anderen Kraftfahrzeugen in einer ersten unmittelbaren Umgebung des Kraftfahrzeugs zu kommunizieren,
 - eine zweite Kommunikationsschnittstelle, insbesondere Drahtlosschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, zur Kommunikation aller Fahrzeuge mit einem Server.
23. **Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung**, umfassend:

- 62 -

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, bevorzugt eine Desktop-Umgebung, bevorzugt eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- einen Sensor, welcher dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- eine Vergleichseinheit, welche dazu eingerichtet ist, mindestens zwei Objektsituationen zu vergleichen,
- einen Speicher und eine CPU, welche dazu eingerichtet sind, das Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11 auszuführen,
wobei der Speicher insbesondere auch in einer Cloud bereitgestellt werden kann und eine für die genannten Verfahren eingerichtete Datenbank umfasst,
wobei ein Roboter über eine Datenschnittstelle, insbesondere drahtlose Datenschnittstelle, insbesondere mittels einer Mobilfunkverbindung, insbesondere 5G, mit der Cloud kommunizieren kann.

24. Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 11 und/oder das System nach einem der Ansprüche 12 - 14, wobei insbesondere die Start- und Ziel-Objektsituationen virtuelle Situationen bezeichnen können, wobei ein System bereitgestellt ist, mindestens umfassend

- eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere eine Desktop-Umgebung, insbesondere eine Desktop-Umgebung eines Arbeitsplatz-PCs umfassend Maus und/oder Tastatur,
- eine Sensorik, welche dazu eingerichtet ist, eine Objektsituation aus der Mensch-Maschine-Schnittstelle aufzunehmen,
- einen Speicher und eine CPU für die Verarbeitung, und

wobei das Verfahren ferner mindestens einen Schritt eines Vergleichens umfasst, bei dem zwei notwendige Objektsituationen miteinander verglichen werden.

25. Verfahren zur Normalisierung von Objektarten zur Unterstützung des Steuerverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, eines Systems nach einem der Ansprüche 12 bis 14, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- 63 -

- Einleiten (C01) einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen (C02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen (C03) mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,
- Zuordnen (C04) eines konkreten Objektes zu einer Objektart, insbesondere einer allgemeineren Objektart, in Abhängigkeit von mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung, und
- Speichern (C05) der Zuordnung des konkreten Objektes und der Objektart unter Nutzung einer Datenbank.

26. **Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen** zur Unterstützung des Steuerverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, eines Systems nach einem der Ansprüche 12 bis 14 und/oder unter Nutzung eines Verfahrens zur Normalisierung von Objektarten nach Anspruch 25, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- Einleiten (D01) einer räumlichen Betrachtung,
- Feststellen (D02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe der räumlichen Betrachtung,
- Erfassen (D03) mindestens eines konkreten Objektes in einem Raumabschnitt,
- Zuordnen (D04) des konkreten Objektes zu einer Objektart, welcher das konkrete Objekt angehört, insbesondere Zuordnen durch Auslesen der Objektart aus einer Datenbank,
- Erfassen (D05) einer ersten Information über eine Lage/Position, insbesondere relative Lage/Position, des mindestens eines konkreten Objektes im Raum, und
- Ermitteln (D06) einer normalisierten Objektsituation für den Raumabschnitt unter Verwendung der Objektarten und der ersten Information.

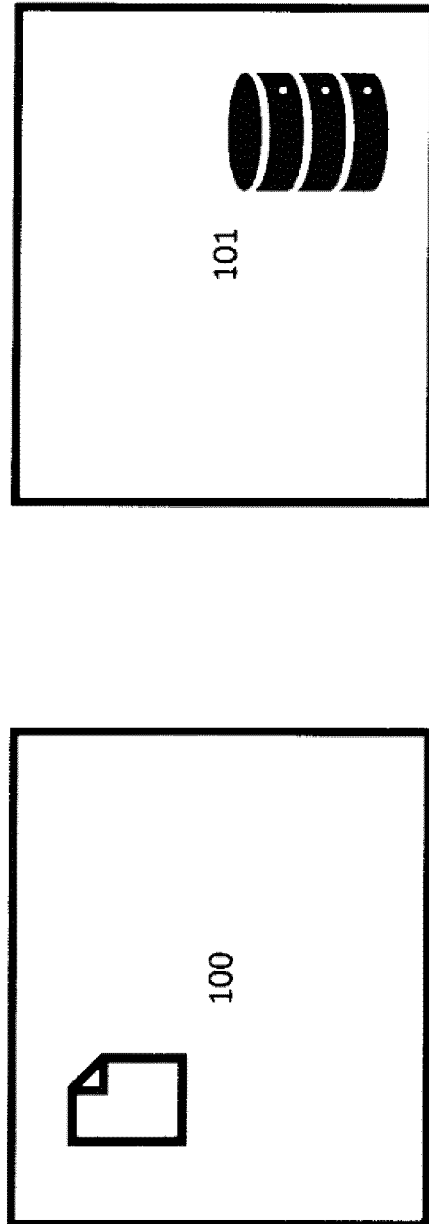


Fig. 1a

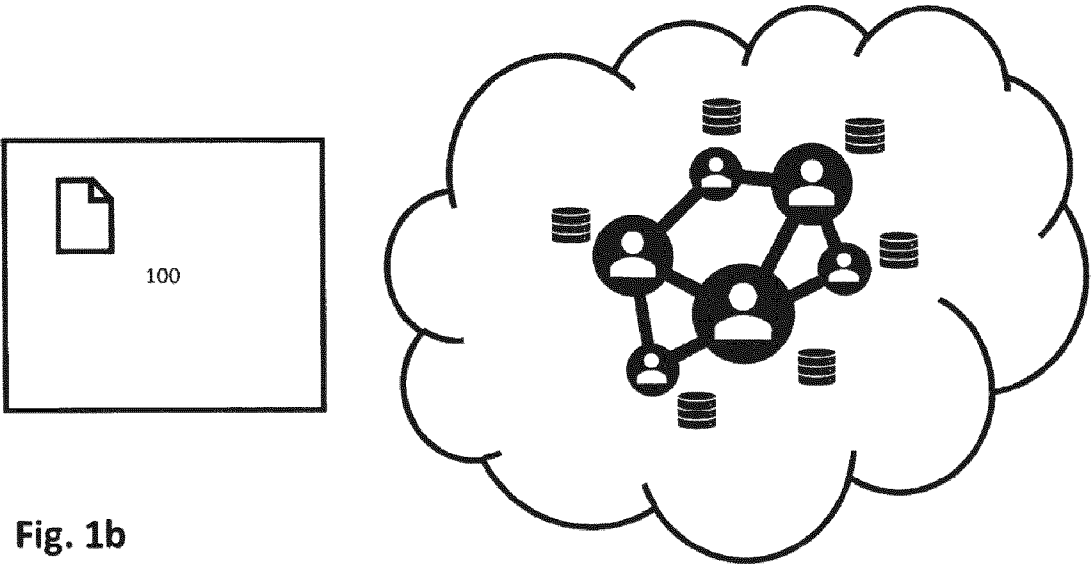


Fig. 2

Objektart (OK)	110	OK Content	111	OK ID	112
Objekt A		xxx			1
Objekt B		xxx			2
Objekt C		xxx			3
Objekt D		xxx			4
Objekt E		xxx			5
Objekt F		xxx			6
Objekt G		xxx			7
Objekt H		xxx			8

OK IDs 113	Objektsituation (OS) 114	OS Content 115	Objektsituations-ID 116
1,2,3	Objektsituation 1	xxx	1
2,3,5	Objektsituation 2	xxx	2
1,2,3	Objektsituation 3	xxx	3
2,3,4	Objektsituation 4	xxx	4
2,3,4	Objektsituation 5	xxx	5
2,4	Objektsituation 6	xxx	6
1,2,4	Objektsituation 7	xxx	7
1,2,4	Objektsituation 8	xxx	8
1,2	Objektsituation 9	xxx	9
2,3,4	Objektsituation 10	xxx	10
1,3,4	Objektsituation 11	xxx	11
1,2,3	Objektsituation 12	xxx	12
1,2	Objektsituation 13	xxx	13
1,2	Objektsituation 14	xxx	14
2,3,4	Objektsituation 15	xxx	15
4	Objektsituation 16	xxx	16
4,5	Objektsituation 17	xxx	17

Fig. 3

Start-OS ID 117	Ereignissequenz (ES) ID 118	Ereignissequenz (ES) 119	ES Content 120	Erfolgsbewertung 121	Dauer 122	Aufwand 123	Ziel-OS ID 124
1	1	Ereignissequenz A	xxx	10	0,2	4,1	12
4	2	Ereignissequenz B	xxx	8	0,5	6,6	5
3	3	Ereignissequenz C	xxx	9	0,3	7,2	14
4	4	Ereignissequenz D	xxx	6	0,7	5,3	15
5	5	Ereignissequenz E	xxx	7	0,1	2,4	10
7	6	Ereignissequenz F	xxx	10	0,3	3,6	6
6	7	Ereignissequenz G	xxx	9	1,1	6,3	8
15	8	Ereignissequenz H	xxx	8	0,9	8,2	5
17	9	Ereignissequenz I	xxx	6	0,8	4,5	8
16	10	Ereignissequenz J	xxx	7	1,2	7,3	7
6	11	Ereignissequenz K	xxx	5	0,4	8,4	10
5	12	Ereignissequenz L	xxx	0	2,4	6,1	16
12	13	Ereignissequenz M	xxx	1	2,1	5,5	8
13	14	Ereignissequenz N	xxx	4	1,9	4,2	6
15	15	Ereignissequenz O	xxx	0	1,7	3,7	1
15	16	Ereignissequenz P	xxx	8	0,3	0,9	4
17	17	Ereignissequenz Q	xxx	7	0,9	1,2	8

Fig. 4

Fig. 5

Start-OS ID a	ES ID a	Ereignis- sequenz a	Ziel-OS ID a	Start-OS ID z	ES ID z	Ereignis- sequenz z	Ziel- OS ID z
7	6	Ereignis- sequenz F	6	6	7	Ereignis- Sequenz G	8

Fig. 6

Ereignissequenz (a)

Start-OS ID a	ES ID a	ES Content a	...	Ziel-OS ID a
5	12	...	...	7

Fig. 7

Ereignissequenz (x1)

Start-OS ID x1	ES ID x1	...	Ziel-OS ID x1
7	15	...	24

Fig. 8

Ereignissequenz (xn)

Start-OS ID xn	ES ID xn	...	Ziel-OS ID xn
24	37	...	27

Fig. 9

Ereignissequenz (z)

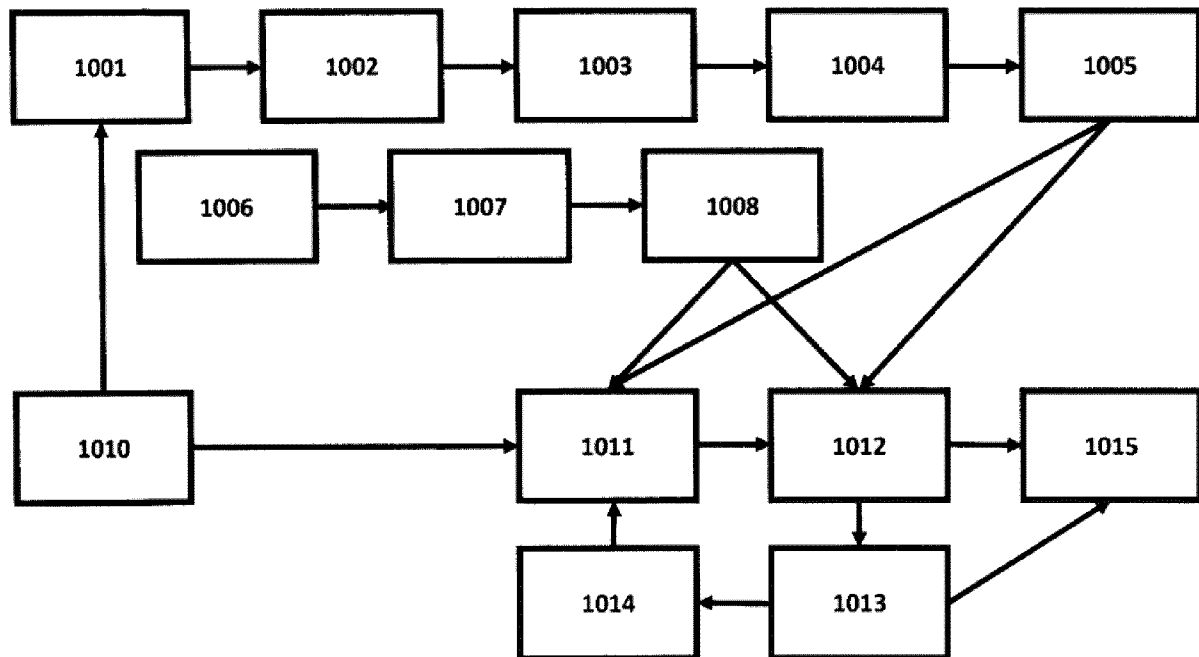
Start-OS ID z	ES ID z	ES Content z	...	Ziel-OS ID z
27	40	...	...	32

Fig. 10

Konkationen von Ereignissequenzen

Start-OS ID a	ES ID a	Ziel-OS ID a	Start-OS ID x1	ES ID x1	Ziel-OS ID x1	Start- OS ID xn	ES ID xn	Ziel- OS ID xn	Start-OS ID z	ES ID z	Ziel- OS ID z
5	...	7	7	...	24	24	...	27	27	...	32

Fig. 11



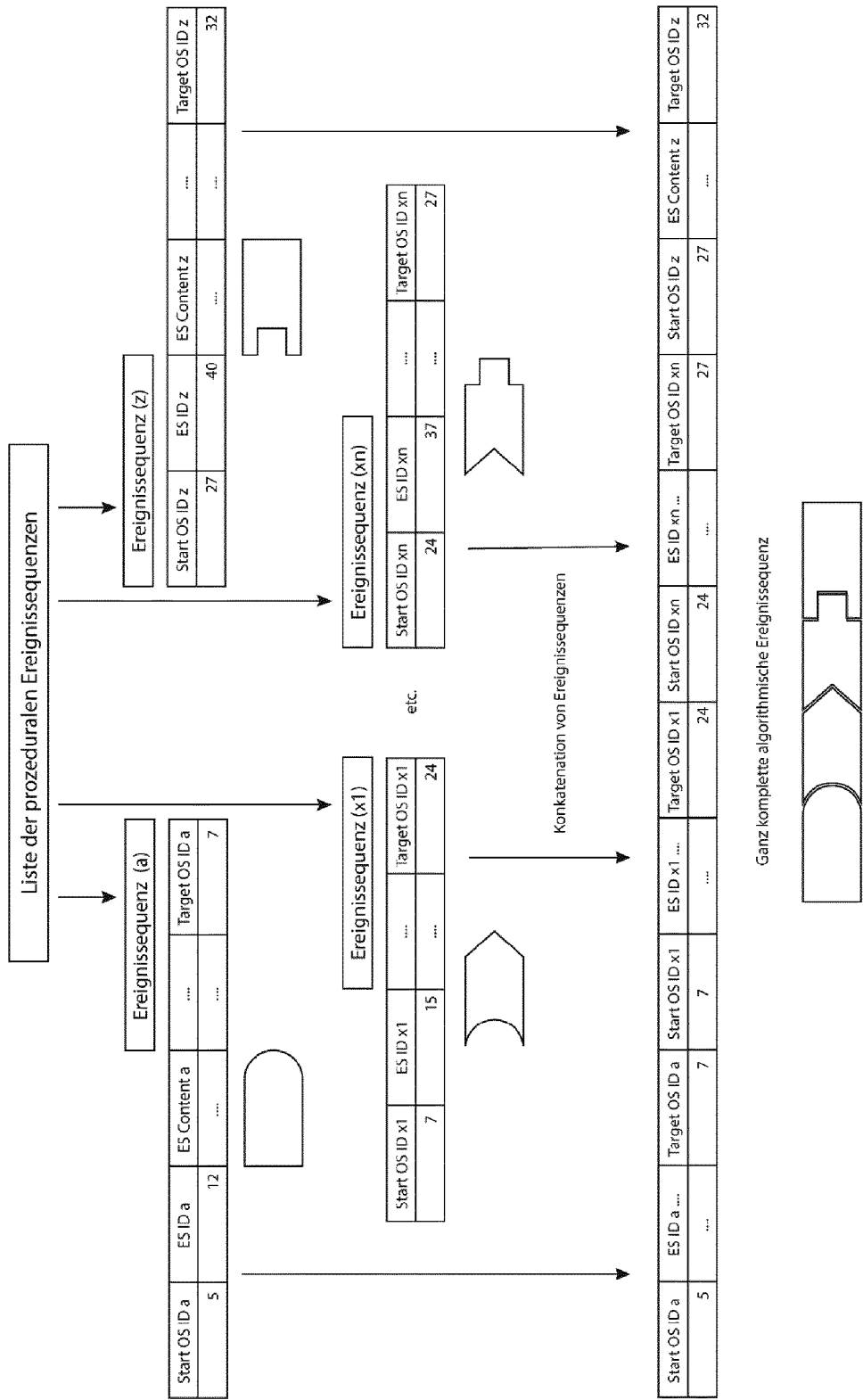


Fig. 12

Explicit Knowledge

Main part: declarative Object Knowledge of
Situations and business processes

- not only personal
- absolute and not relative
- easy to explicate
- documentable
- easy to discuss about

Tacit or implicit Knowledge

Main part: procedural event Knowledge

- personal in head only
- relative and subjective
- not so easy to explicate
- often unknown and unvisil
- not so easy to talk about

**"The management of tacit (or implicit) knowledge is relatively unexplored -
particulare when compared to the work on explicite Knowledge"**

Leonard/Sensiper (1998): "The role of tacit knowledge in Group Innovation"
Califonia Management Review, Vol. 40, Nr. 3, Seite 112 - 132

Fig. 13

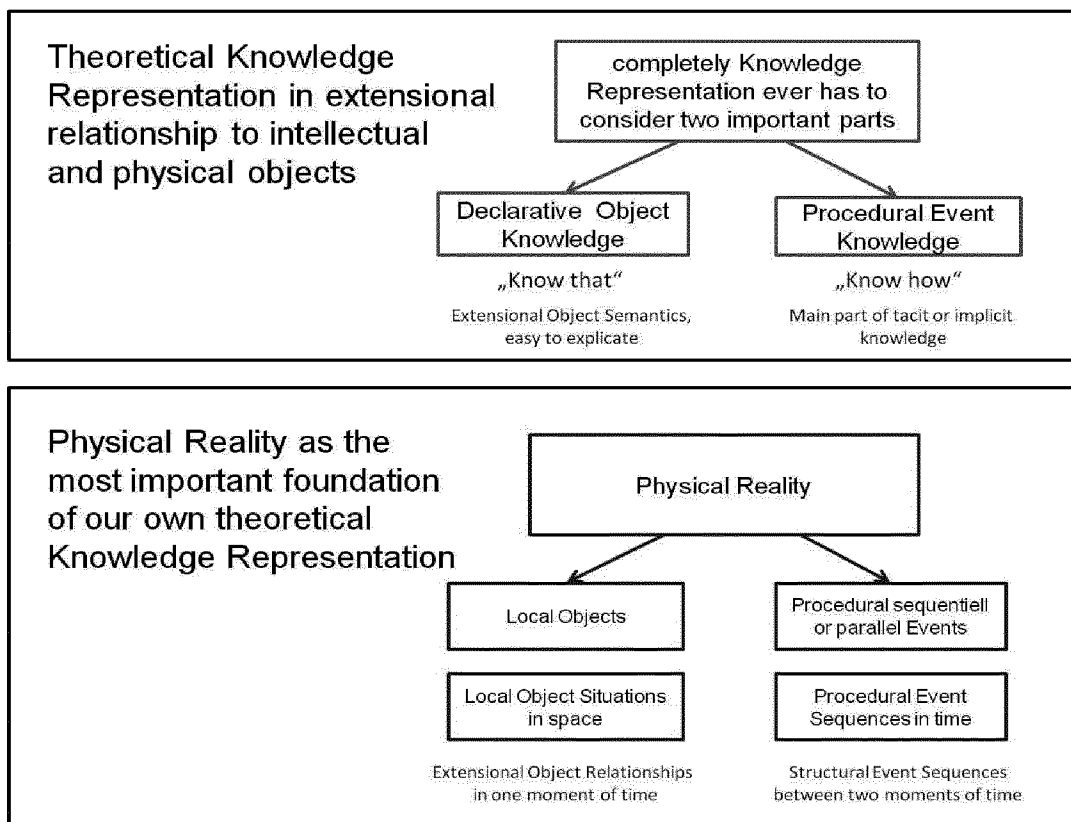


Fig. 14

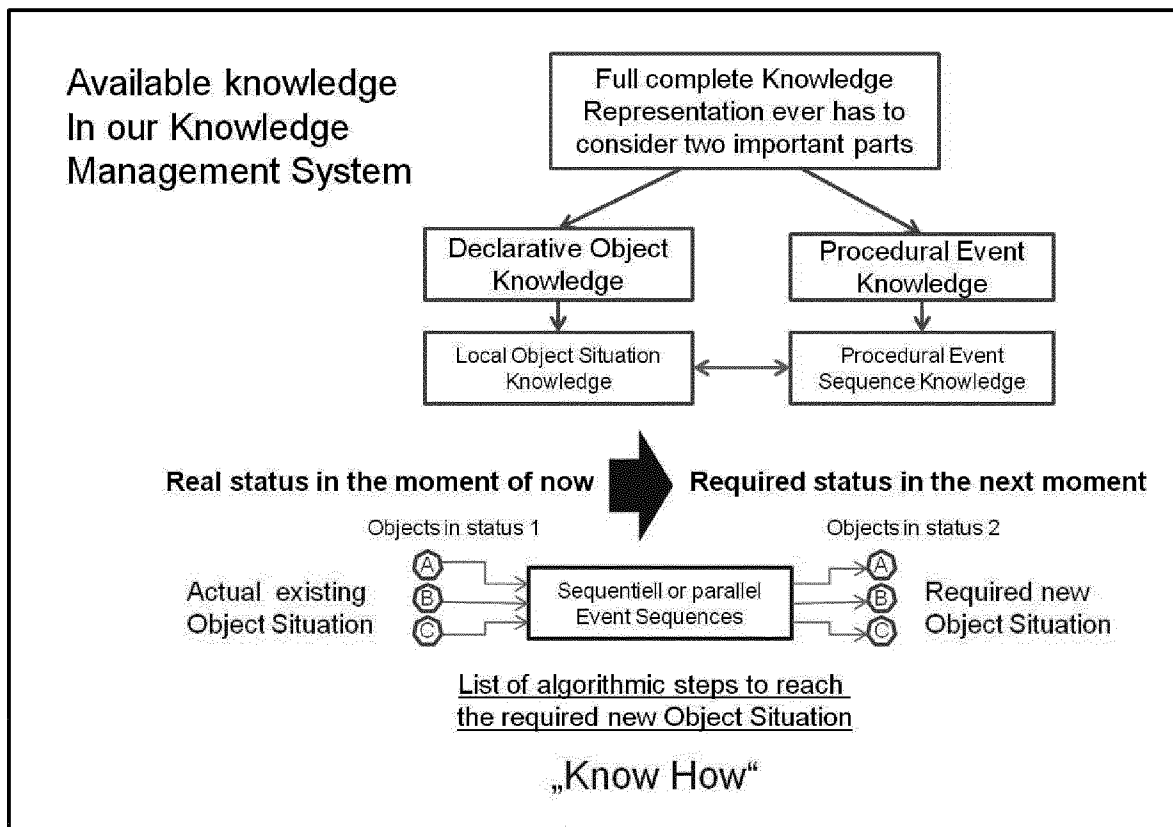
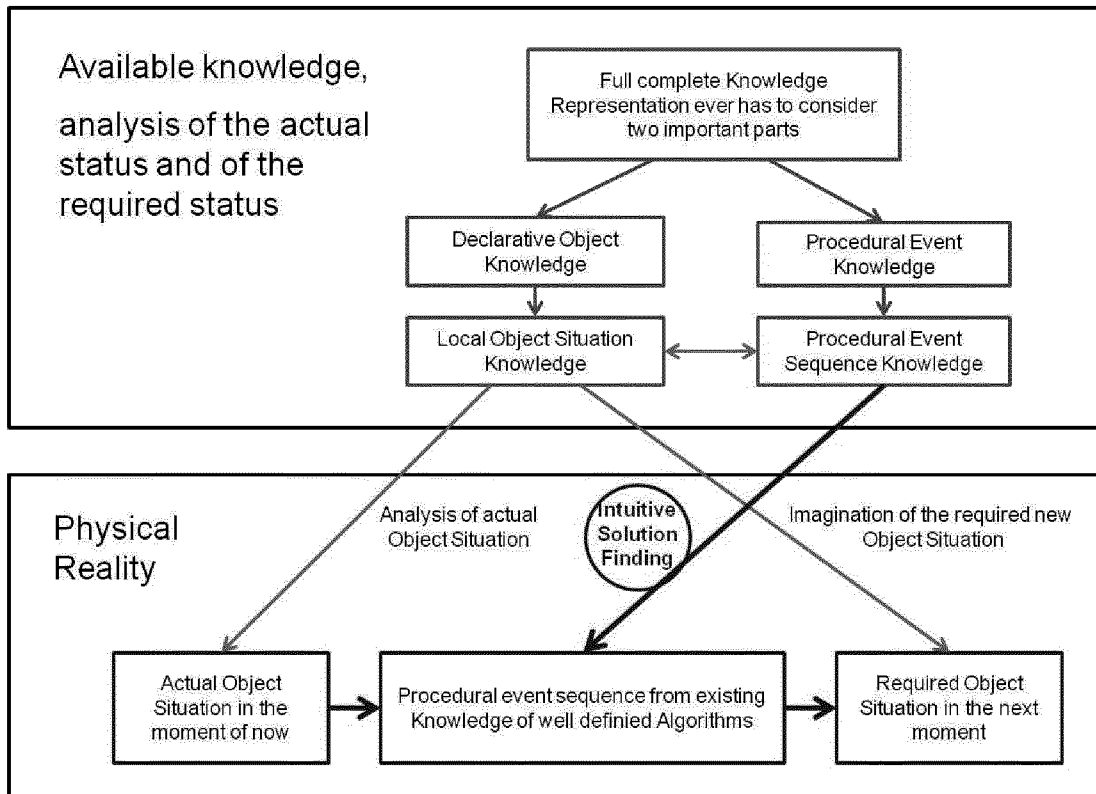


Fig. 15

**Fig. 16**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/087645**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06Q 10/06**(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018304858 A1 (NEFF ALBRECHT [DE] ET AL) 25 October 2018 (2018-10-25) abstract	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2022

Date of mailing of the international search report

08 April 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Krawaritis, Achilles

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/087645

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018304858	A1	25 October 2018	CN	108290533	A	17 July 2018
				CN	108367731	A	03 August 2018
				DE	102016225425	A1	22 June 2017
				EP	3393859	A1	31 October 2018
				EP	3393865	A1	31 October 2018
				JP	6864006	B2	21 April 2021
				JP	6928613	B2	01 September 2021
				JP	2019509216	A	04 April 2019
				JP	2019511416	A	25 April 2019
				US	2018297610	A1	18 October 2018
				US	2018304858	A1	25 October 2018
				WO	2017108407	A1	29 June 2017
				WO	2017108675	A1	29 June 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. G06Q10/06****ADD.**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G06Q

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2018/304858 A1 (NEFF ALBRECHT [DE] ET AL) 25. Oktober 2018 (2018-10-25) Zusammenfassung -----	1-26



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. März 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/04/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2

NL - 2280 HV Rijswijk

Tel. (+31-70) 340-2040,

Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krawaritis, Achilles

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/087645

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018304858 A1	25-10-2018	CN 108290533 A	17-07-2018
		CN 108367731 A	03-08-2018
		DE 102016225425 A1	22-06-2017
		EP 3393859 A1	31-10-2018
		EP 3393865 A1	31-10-2018
		JP 6864006 B2	21-04-2021
		JP 6928613 B2	01-09-2021
		JP 2019509216 A	04-04-2019
		JP 2019511416 A	25-04-2019
		US 2018297610 A1	18-10-2018
		US 2018304858 A1	25-10-2018
		WO 2017108407 A1	29-06-2017
		WO 2017108675 A1	29-06-2017
