

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU102362

12

BREVET D'INVENTION**B1**

21

N° de dépôt: LU102362

51

Int. Cl.:
G06Q 10/06

22

Date de dépôt: 24/12/2020

30

Priorité:

72

Inventeur(s):
STUTH André - Allemagne

43

Date de mise à disposition du public:

74

Mandataire(s):
White IP Patentanwaltskanzlei - 01069
Dresden (Allemagne)

47

Date de délivrance: 27/06/2022

73

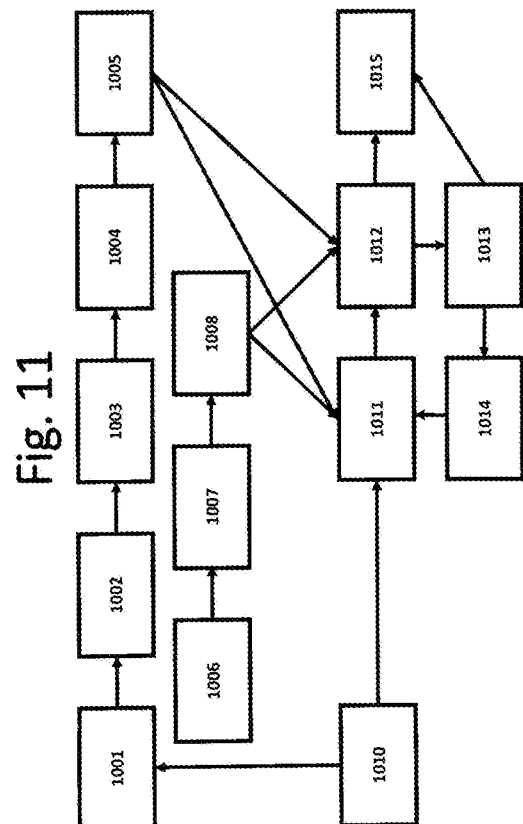
Titulaire(s):
André Stuth - 04357 Leipzig (Allemagne)

54

Verfahren und Vorrichtungen zur intuitiv-unbewussten Lösungsfindung.

57

Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses oder eines Steuerungssystems, insbesondere zum automatisierten Auffinden der Lösung eines Problems oder einer Aufgabenstellung, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung von prozeduralem Ereigniswissen, vorgesehen, umfassend: Definieren einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine konkrete Ziel-Objekt Situation zu überführen, Lesen einer Datenbank 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: einen Bezeichner einer möglichen Start-Objektsituation, Bezeichner der beteiligten Objektarteneinen, 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, Auswählen einer Ereignissequenz als eine zur Aufgabenstellung passende Lösung in der Datenbank, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung gelesen wurde, oder Bilden einer neuen Ereignissequenz, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung nicht gelesen wurde, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen, umfassend die folgenden Schritte: Lesen 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 einheitlichen Programmier- oder Beschreibungssprache. Die Erfindung betrifft des Weiteren entsprechenden Vorrichtungen. Die Erfindung erstreckt sich zudem auf entsprechende Computerprogramme und Datenträger, welche solche Computerprogramme enthalten, sowie die Übertragung solcher Computerprogramme über ein Computernetzwerk wie beispielsweise das Internet.

Verfahren und Vorrichtungen zur intuitiv-unbewussten Lösungsfindung**(Intuitive Tacit Solution Finding)****– Patentanmeldung –**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein neuartiges Verfahren und sowie entsprechende Vorrichtungen zur intuitiv-unbewussten Lösungsfindung. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung dabei ein Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses oder eines Steuerungssystems sowie die entsprechenden Vorrichtungen. Die Erfindung erstreckt sich zudem auf entsprechende Computerprogramme und Datenträger, welche solche Computerprogramme enthalten, sowie die Übertragung solcher Computerprogramme über ein Computernetzwerk wie beispielsweise das Internet.

Zum Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind Steuerungssysteme, insbesondere auch sogenannte adaptive Steuerungen, bekannt. Steuerungen und Regelungen können Prozesse und Industrieprozesse 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.

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

Probleme des Standes der Technik und erste Leistungen der Erfindung

Bei einer adaptiven Steuerung (adaptive control) ist bekannt, dass Kenngrößen an den Prozess angepasst werden können. Eine Komplexität der Struktur wächst jedoch nicht. Neue komplexere Probleme können deshalb häufig nicht gelöst werden.

Auch nach längeren Wartezeiten (z.B. Berechnungs- und Suchzeiten) mit hohem Zeitaufwand und Energieverbrauch gibt es in vielen Fällen keine Problemlösung.

Häufig wiederkehrende Probleme werden – ohne Rücksicht auf eventuelle Komplexität – lediglich unter konstantem Aufwand und Energieverbrauch wiederholt.

Die vorliegende Erfindung leistet zunächst die Erkenntnis, dass die genannten Probleme insbesondere in einer mangelnden Lernfähigkeit des Standes der Technik zu suchen sind.

Die Erfindung löst dabei das zugrundeliegende Problem, eine effizientere, energiesparsamere, schnellere und/oder besser strukturierte Steuerung zu schaffen.

Die vorliegende Erfindung leistet ebenfalls die zusätzliche Erkenntnis, dass klassische Steuerungen, beispielsweise adaptive Steuerungen, sehr verbreitet sind. Eine vollständige Ersetzung ist in vielen Fällen sehr kostspielig. Zudem sind klassische Steuerungen häufig in ihrer konkreten Ausgestaltung ihrem jeweiligen Einsatzzweck angepasst.

Die Erfindung versucht daher, eine schnellere, kosteneffiziente, nachrüstbare Lösung zu schaffen, welche auch auf vorhandenen Steuerungssystemen „nachgerüstet“ bzw. „aufgesetzt“ werden kann.

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

Beschreibung der Erfindung: Allgemeiner Teil

a) Übersicht

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.

- **Erhebung und Speicherung von Ereignissequenzen:** Verfahren zur Erhebung und strukturierten Speicherung von prozeduralen Ereignissequenzen als die Verbindung einer Start- mit einer Zielobjektsituation. Jede dieser gespeicherten Ereignissequenzen ist ein kleiner Baustein des prozeduralen Ereigniswissens.
- **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.
- **Normalisierung von Objektsituationen:** Konkrete Objekte werden zuerst allgemeineren Objektarten zugeordnet (Normalisierung von Objektarten). Anschließend werden diese Objektarten innerhalb eines Raumabschnitts zu einer Objektsituation zusammengefasst und mit Hilfe der Liste der Objektsituationen normalisiert.
- **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.

- 4 -

- **Konkatenation von Ereignissequenzen:** Gibt es für die Anforderung einer Start- und Ziel-Objektsituation noch keinen Eintrag in der Liste der Ereignisprozeduren, wird nach einer Konkatenation von Ereignissequenzen gesucht, die an ihrem Anfang die Start- und ganz an ihrem Ende die 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.

- **Laufender ITSF-Betrieb in einer Datenbank:** Intuitive Tacit Solution Finding ist eine sinnvolle Ergänzung und wirkungsvolle Entlastung adaptiver Steuerungen. Die alte Steuerung läuft im Hintergrund mit und nimmt ggfs. Feinkorrekturen von ITSF-Prozeduren vor. Ebenfalls kommt sie bei völlig unbekanntem Objektsituationen zum Einsatz.

- **Ständige vollautomatische Weiterentwicklung:** Durch die Konkatenation von Ereignissequenzen 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 weiterhin erhalten. Beides dient der umfangreichen Entlastung und Beschleunigung der alten adaptiven Steuerung.

- 5 -

b) Einleitung

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. Zu Information werden diese Daten mit ihren semantischen Aspekten 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.

c) Die beiden wichtigsten Wissensarten

Die wichtigsten beiden Kategorien der physischen Realität um uns herum sind Objekte im Raum sowie Ereignisse in der Zeit. Diese wohl bedeutendste Unterscheidung bedingt 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

- 6 -

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 auch auf deren Zeitdauer und Energieaufwand.

Die deutliche Unbewusstheit geht trotzdem oft mit einer völligen Selbstverständlichkeit dieses impliziten Wissens einher, die uns eigentlich 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 ist dabei das Hauptziel von Intuitive Tacit Solution Finding - ITSF.

Die wichtigste Unterteilung der bekannten Wissensarten

Explicit Knowledge	Tacit or implicit Knowledge
<u>Main part:</u> declarative Object Knowledge	<u>Main part:</u> procedural Event Knowledge
Furthermore: extensive descriptions of situations and business processes	Furthermore: naturally thinking mentally models, personal skills and handicrafts
<ul style="list-style-type: none"> - Not only personal - Absolute and not relative - Easy to explicate - Documentable - Easy to discuss about 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal in head only - Relative and subjective - Not so easy to explicate - Often unknown and invisible - Not so easy to talk about
<p>„The management of tacit (or implicit) knowledge is relatively unexplored - Particular when compared to the work on explicit knowledge.“</p>	
<p>Citation: Leonard/Sensiper (1998) „The role of tacit knowledge in Group Innovation“ in: <i>California Management Review</i>, Vol. 40, No. 3, S. 112 - 132</p>	

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 sequentiellen 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 sequentiellen 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.

d) Die Erhebung von deklarativem Objektwissen

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

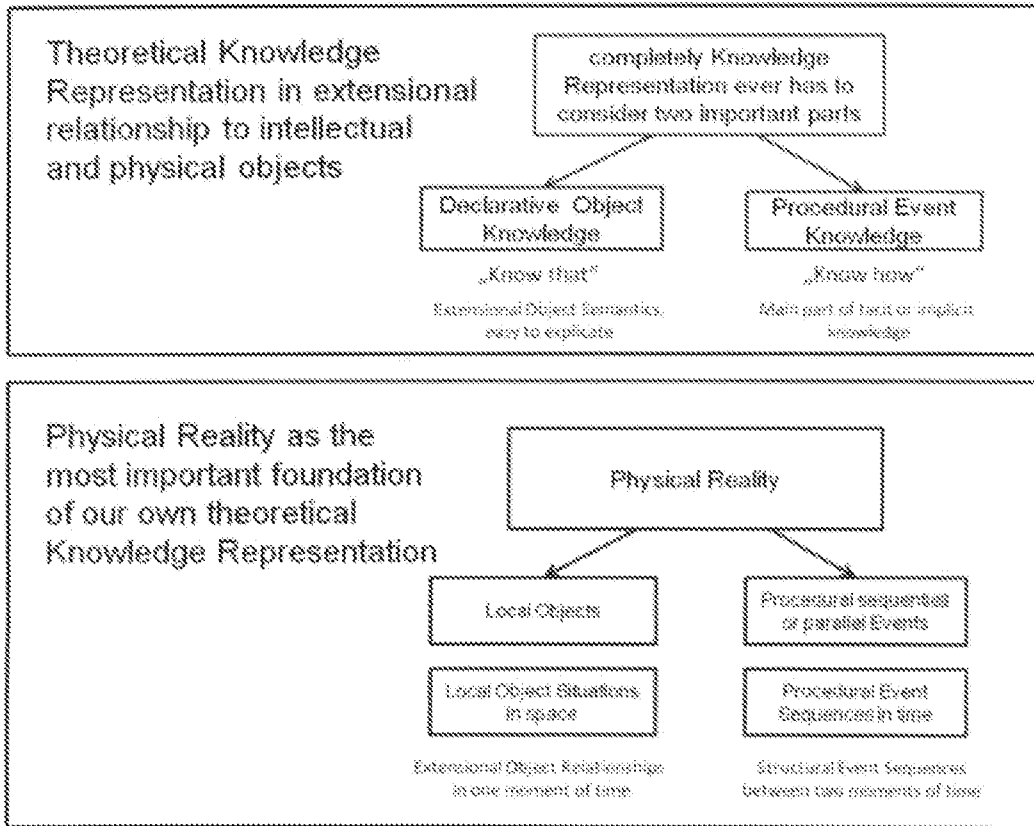
- 9 -

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.

e) Die Erhebung von prozeduralem Ereigniswissen

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 Fahrtziel auf der Straße.

Die wichtigsten beiden Kategorien der physischen Realität

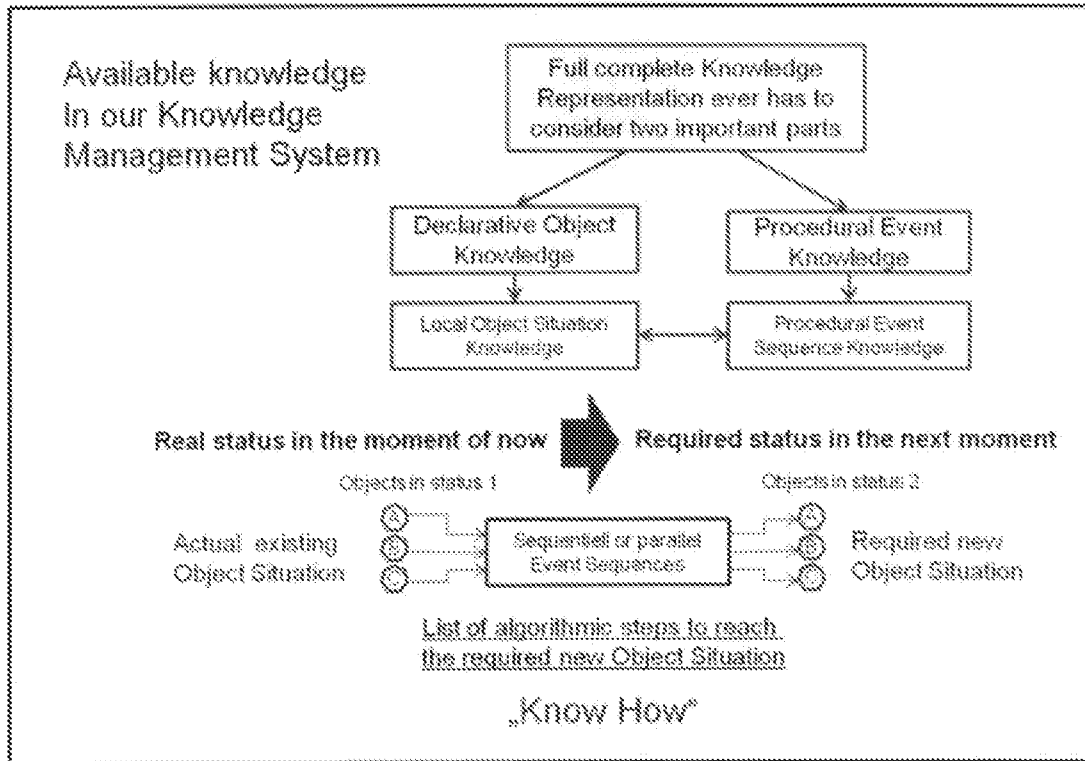


Beim Einsatz von Industrierobotern besteht die Soll-Objektsituation z.B. aus der richtigen Lage eines Werkstücks, das vorher einer Objektart und einer Ist-Objektsituation in einem bestimmten Raumabschnitt zugeordnet wurde. Vereinfachungen lassen sich hier z.B. erzielen, wenn jede Objektart vorher eine 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 sequentieller 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.

Verbindung von prozeduralem Ereignis- und deklarativem Objektwissen 6. Wiederauffindbarkeit von prozeduralem Ereigniswissen



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 x1 bis xn weitere Prozeduren mit Ziel-ID(a bis xn) = Start-ID(x1 bis z) verknüpft, bis die gewünschte Soll-ID(z) der erforderlichen 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 solange, 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.

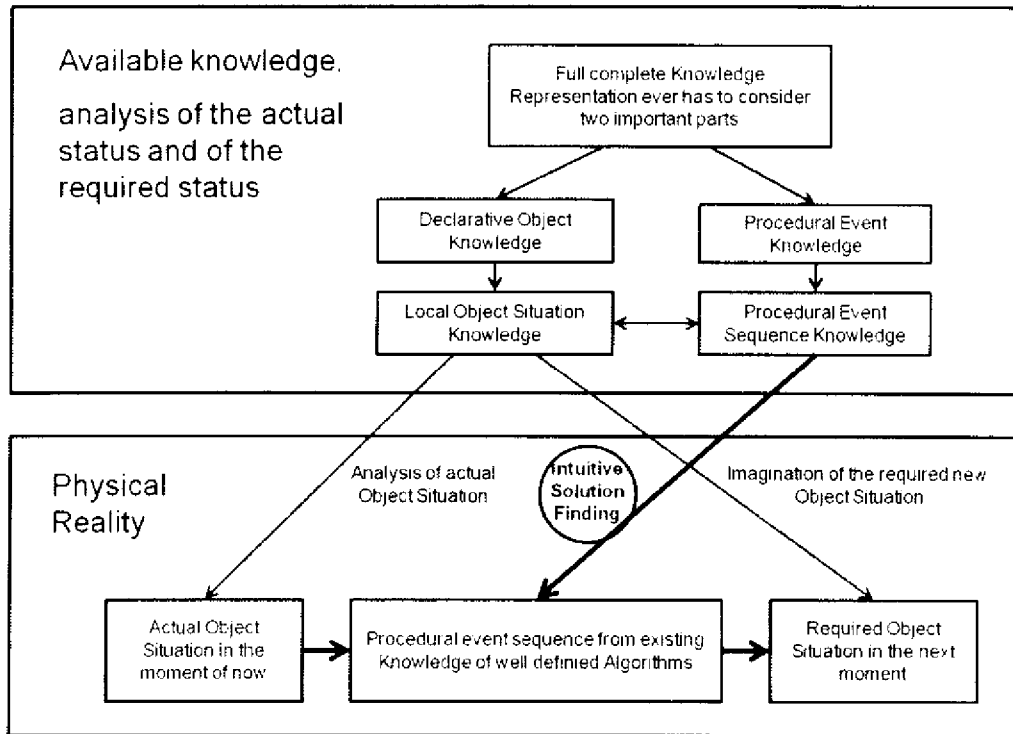
Wird keine solche verkettete Ereignisprozedur gefunden, muss eine neue Prozedur erhoben werden. Diese muss natürlich erst noch manuell oder durch eine adaptive Steuerung vorexerziert werden, d.h. sowohl beim Autonomen Fahren wie auch beim Einsatz von Industrierobotern muss kurzzeitig die manuelle oder 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. 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 sequentieller 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 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 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 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 Programmier- oder Beschreibungssprache für die Prozeduren oder für die Algorithmen als Content der Ereignisprozedurliste verwendet werden kann.

Intuitive Tacit Solution Finding – ITSF



Intuitiv Tacit Solution Finding 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.

f) Überblick der Verarbeitung der beiden wichtigsten Wissensarten

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 DS ID	Ist DS 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

- 17 -

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	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.

- 18 -

Die bisher eingesetzte alte adaptive Steuerung läuft im Hintergrund und nimmt ggfs. Feinkorrekturen vor. Während die alte Steuerung im Takt von 1 - 12 Millisekunden funktioniert, 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 Ereignissequenzen entlasten damit wiederum die alte adaptive Steuerung wesentlich. Die dabei verfügbare Sicherheitsspanne ist hier ein Beispiel und immer abhängig vom Zweck des Einsatzes von ITSF.

Einsatzmöglichkeiten ergeben sich auf allen Feldern, wo bereits adaptive Steuerungen im Einsatz sind wie Industrieroboter, Autonomes Fahren oder Robotic für Computereinrichtungen.

Beschreibung der Erfindung: Konkrete Anwendung

a) Anwendungsbeispiel Industrieroboter

Ausgangslage Industrieroboter

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 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 und in der Komplexität der Verarbeitung von ITSF.

Erhebung der ITSF-Ereignissequenzliste

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 lässt sich ganz besonders gut bei der Online-Programmierung einer adaptiven Robotereinrichtung einsetzen. Dabei gibt es die die 3 Varianten bei der Online-Programmierung: Teach-In, Master-Slave und Play-Back⁴. 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

- 20 -

Industrieroboters völlig selbständig. Außerdem steigt die Komplexität neuer Ereignissequenzen in dieser Liste durch die Konkatenation vorhandener Ereignisprozeduren mit der Zeit vollautomatisch.

Nutzen von Intuitive Tacit Solution Finding bei Industrierobotern

Intuitive Tacit Solution Finding lässt sich als zusätzliche Funktion in jede adaptive Steuerung integrieren und 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 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.

b) Anwendungsbeispiel Autonomes Fahren

Ausgangslage Autonomes Fahren

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 Autonomes Fahrprozesses:

- SAE-L1 Fahrerassistenzsysteme,
- SAE-L2 Teilautomatisiertes Fahren,
- SAE-L3 Bedingt automatisiertes Fahren,

- 21 -

- 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(s) mit der erforderlichen Ziel-Objektsituation(z) ermittelt. Der Unterschied liegt im Umfang der Ereignisprozeduren, die zwischen den beiden 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.“

Erhebung der ITSF-Ereignissequenzlätze

Beim Autonomem Fahren findet eine Online-Programmierung von ITSF 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 Autonomem Fahrprozess eingesetzt wurden. Diese können auf allen 5 Levels des Autonomem Fahrens zu immer komplexeren Ereignissequenzen konkateniert werden und entwickeln sich so vollautomatisch weiter. Daraus entsteht dann ein höheres Level des Autonomem Fahrens.

Nutzen von Intuitive Tacit Solution Finding beim Autonomem Fahren

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 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

- 22 -

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.

c) Anwendungsbeispiel Robotic Process Automation (RPA)

Ausgangslage Robotic Process Automation

„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-EndAufgaben genauer, schneller und effizienter zu erledigen, ohne die bestehenden Betriebssysteme und Prozesse vollständig zu überholen.“

Erhebung der ITSF-Ereignissequenzliste

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 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 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.

Nutzen von intuitive Tacit Solution Finding bei Robotic Process Automation

„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 auf Smartphones und Tablets vorgesehen. RPA automatisiert Abläufe am PC. ITSF ermöglicht immer komplexer werdende Prozessabläufe auf allen Endgeräten. 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(x) 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. Durch die Konkatenation von Prozeduren steigt der Automatisierungsgrad ständig und vollautomatisch immer weiter.

Weitere Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses oder eines Steuerungssystems nach Anspruch 1. Demgemäß ist ein Verfahren zur lernfähigen Steuerung eines Prozesses oder eines Steuerungssystems, insbesondere zum automatisierten Auffinden der Lösung eines Problems oder einer Aufgabenstellung, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung von prozeduralem Ereigniswissen, vorgesehen, umfassend: Definieren einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine konkrete Ziel-Objektsituation zu überführen, Lesen einer Datenbank 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: 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 einer Ereignissequenz als eine zur Aufgabenstellung passende Lösung in der Datenbank, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung gelesen wurde, oder Bilden einer neuen Ereignissequenz, wenn eine zur Aufgabenstellung passende Lösung nicht gelesen wurde, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen, umfassend die folgenden Schritte: Lesen 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 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 komplexer Probleme bereitstellen kann. Durch die erfindungsgemäße Nutzung und Pflege der Datenbank wird das prozedurale Ereigniswissen dabei immer umfangreicher. Die Steuerung lernt und wird zunehmend 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.

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 völlig unterschiedlichen Programmiersprachen vorliegen, müssen aber einheitlich sein.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur nach Anspruch 12. Demgemäß ist ein Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur vorgesehen, mindestens umfassend die folgenden Schritte: Definieren einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation in eine konkrete Ziel-Objektsituation zu überführen, Iterieren über mögliche Intermediär-Objektsituationen sowie Verkettungen von Intermediär-Objektsituationen, insbesondere rekursives Iterieren, sowie Lesen 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

- 26 -

geeignet ist, 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 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: einen ersten Bezeichner einer möglichen ersten Objektsituation, einen zweiten Bezeichner einer möglichen zweiten Objektsituation, eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignissequenz insbesondere dazu geeignet ist, die mögliche ersten Objektsituation in die mögliche zweiten Objektsituation zu überführen, Errechnen mindestens eines quantitativen Eignungskriteriums der Verkettung der Prozeduren für eine jede durch die Iteration hervorgerufene Verkettung, Auswählen 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 bereitstellen kann. Durch die erfindungsgemäße Nutzung und Pflege der Datenbank wird das prozedurale Ereigniswissen dabei immer umfangreicher. Die Steuerung lernt und wird zunehmend 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.

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 völlig unterschiedlichen Programmiersprachen vorliegen, müssen aber einheitlich sein.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Industrierobotersystem nach Anspruch 21. Demgemäß ist ein Industrierobotersystem vorgesehen, welches dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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 Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Vollastbetrieb des Industrieroboters benötigt werden, weiterhin insbesondere weniger als eine Ereignissequenz pro Zehntelsekunde, weiterhin insbesondere weniger als drei Ereignissequenzen pro Sekunde.

Die adaptive Steuerung wird so entlastet, was diese schont sowie Zeit und Energie spart. Das Gesamtsystem wird effizienter, da zunehmend komplexere Ereignissequenzen als Prozeduren zum Einsatz kommen.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das System für ein Fahrzeug nach Anspruch 23. Demgemäß ist ein System für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, insbesondere Fahrerassistenzsystem oder System zum teilautomatisierten oder autonomen Fahren, vorgesehen, welches dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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, dass das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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, mit der Cloud kommunizieren kann, wobei insbesondere nach einer 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 drei Ereignissequenzen pro Sekunde.

- 28 -

Die Steuerung des Fahrzeugs wird so entlastet, was diese schont sowie 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.

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verkehrssteuerungssystem nach Anspruch 24. Demgemäß ist ein Verkehrssteuerungssystem vorgesehen, 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 mit einer Cloud, wobei das Verkehrssteuerungssystem dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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 schont 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 nach Anspruch 25. Demgemäß ist eine Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend

- 29 -

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 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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 zunehmend komplexere Prozeduren wird Energie eingespart und Effizienz und Verlässlichkeit werden weiter erhöht.

ITSF kann insbesondere auf einer handelsüblichen PC-Lösung ablaufen.

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

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung nach Anspruch 26. Demgemäß ist ein Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19, 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 zwei notwendige Objektsituationen miteinander verglichen werden.

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

- 30 -

ITSF kann insbesondere auf einer handelsüblichen PC-Lösung ablaufen.

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

Die Aufgabe wird zudem gelöst durch das Verfahren zur Normalisierung von Objektarten nach Anspruch 27. Demgemäß ist ein Verfahren zur Normalisierung von Objektarten zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems nach einem der Ansprüche 1 – 26, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, vorgesehen, 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, Speichern 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 nach Anspruch 28. Demgemäß ist ein Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems nach einem der Ansprüche 1 – 26 und/oder unter Nutzung eines Verfahrens zur Normalisierung von Objektarten nach Anspruch 27, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, vorgesehen, 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,

- 31 -

Zuordnen des konkreten Objektes zu einer Objektart, welcher das konkrete Objekt angehört, insbesondere Zuordnen durch Auslesen der Objektart aus einer Datenbank, Erfassen einer ersten Information über eine Lage/Position, insbesondere relative Lage/Position, des mindestens eines konkreten Objektes im Raum, Ermitteln 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.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

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

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

Gemäß einer Weiterbildung umfasst das Verfahren ferner einen Schritt eines Ergänzens 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

- 32 -

und/oder eine oder mehrere Informationen, die auf einer Observation der Ereignisse einer Steuerung durch das Steuerungssystem, insbesondere das konventionelle adaptive 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 zu erhalten als auch diese durch Konkatenation weiter zu komplexieren.

Gemäß einer Weiterbildung ist die Datenbank ferner geeignet, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen: einen Erfolgsindikator, welcher einen Grad der erfolgreichen Durchführung einer Ereignissequenz quantifiziert, insbesondere einen Grad des Erfolgs bei der bisherigen versuchten und/oder 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, 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.

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 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.

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/oder 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 umfasst das Verfahren ferner einen Schritt eines vorzeitigen Abbrechens einer Suche nach passenden Ereignis-Sequenzen, welcher ausgeführt wird, wenn mindestens eine

- 34 -

vorbestimmte Sicherheitszeitspanne seit Beginn der Suche 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 einem 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 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 Verfahren ferner einen Schritt eines Durchführens einer vollständigen oder teilweisen Übergabe 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 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, sowie 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.

- 35 -

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 zugeteilten 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 Vollastbetrieb 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.

Natürlich kann es – zu Demonstrationszwecken – auch sinnvoll sein, ITSF „von der Pike an“ lernen zu lassen, um dem Kunden zu demonstrieren, wie schnell es lernt und neue komplexere Prozeduren schafft, um die Prozesse zu übernehmen und zunehmend effizienter durchzuführen – mit einer steilen Lernkurve, insbesondere am Anfang.

Figurenliste

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.

Beschreibung der Figuren

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 der selben 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

- 41 -

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 Konkatenation 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.

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

- 44 -

- 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. Verfahren zur fernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems, insbesondere zum automatisierten Auffinden der Lösung eines Problems oder einer Aufgabenstellung, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung von prozeduralem Ereigniswissen, umfassend:
- Definieren (S01) einer Aufgabenstellung, welche darin besteht, eine konkrete Start-Objektsituation mithilfe einer Ereignissequenz in eine konkrete Ziel-Objektsituation zu überführen,
 - Lesen (S02) einer Datenbank 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:
 - o einen Bezeichner einer möglichen Start-Objektsituation
 - o Bezeichner der beteiligten Objektarten
 - o Bezeichner einer möglichen Ziel-Objektsituation
 - o Bezeichner der beteiligten Objektarten
 - o eine Information zu einer Ereignissequenz, wobei die Ereignis-Sequenz 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 (S02) wurde, als n-Konkatenation aus den vorhandenen Ereignissequenzen, umfassend die folgenden Schritte:
 - o 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

- 46 -

- 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 (S03b-02) 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 einheitlichen Programmier- oder Beschreibungssprache.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren ferner umfasst: 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 Ereignissequenz nicht gebildet (S03b) werden konnte.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Verfahren ferner umfasst: 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

- 47 -

mehrere Informationen, die auf einer Observation der Ereignisse einer Steuerung durch das Steuerungssystem, insbesondere das konventionelle adaptives Steuerungssystem, beruhen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenbank geeignet ist, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:
 - Einen Erfolgsindikator, welcher einen Grad der erfolgreichen Durchführung einer Ereignissequenz quantifiziert, insbesondere einen Grad des Erfolgs bei der bisherigen versuchten und/oder erfolgten Durchführung der Ereignissequenz.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenbank geeignet ist, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:
 - Einen Zeitdauerindikator, 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.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenbank geeignet ist, 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.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Datenbank geeignet ist, auch folgende Größen zu umfassen und/oder in der Datenbank insbesondere den anderen Größen zuzuordnen:
- Einen Zeitpunktindikator und/oder 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.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend einen Schritt eines vorzeitigen Abbrechens (S03c) einer Suche (S03b-01) nach passenden Ereignissequenzen, 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 einem 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.
9. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend 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 (S03c) ausgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend die folgenden Schritte:

- 49 -

- 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
 - 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.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend 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 zugewiesenen und/oder in dem System oder dem Steuerungssystem vorhandenen Energievorrat.
12. Verfahren zum Auswählen und Verketteten von Prozeduren zum Bilden einer komplexeren Prozedur, 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

- 50 -

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 (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.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das mindestens eine quantitative Eignungskriterium, insbesondere als dynamisch errechnetes und/oder in der Datenbank abgelegtes Eignungskriterium, umfasst:

- Einen Erfolgsindikator, welcher einen Grad der erfolgreichen Durchführung einer Ereignissequenz quantifiziert, insbesondere einen Grad des Erfolgs bei der bisherigen versuchten und/oder erfolgten Durchführung der Ereignissequenz

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei das mindestens eine quantitative Eignungskriterium, insbesondere als dynamisch errechnetes und/oder in der Datenbank abgelegtes Eignungskriterium, umfasst:
- Einen Zeitdauerindikator, 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.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 14, wobei das mindestens eine quantitative Eignungskriterium, insbesondere als dynamisch errechnetes und/oder in der Datenbank abgelegtes Eignungskriterium, umfasst:
- 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
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 15, wobei das mindestens eine quantitative Eignungskriterium, insbesondere als dynamisch errechnetes und/oder in der Datenbank abgelegtes Eignungskriterium, umfasst:
- 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.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Datenbank ferner eine Erfolgskorrelationstabelle und/oder Ereignissequenzen-/Teilprozeduren-Synergie-Tabelle umfasst, 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 Energieaufwandkorrelatoren von Ereignis-Sequenzen/Teilprozeduren.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 17, ferner umfassend einen Schritt eines vorzeitigen Abbrechens (S03c) einer Suche (S03b-01) nach passenden Ereignissequenzen, welcher ausgeführt wird, wenn mindestens eine vorbestimmte Sicherheitszeitpanne 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 Sicherheitszeitpanne von einem Zweck der Anwendung und/oder der Art des zu steuernden Systems und/oder der adaptiven Steuerung abhängt, wobei die Sicherheitszeitpanne 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.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 18, ferner umfassend 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 zugewiesenen und/oder in dem System oder dem Steuerungssystem vorhandenen Energievorrat.
20. **Knowledge-Management-System**, welches dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 auszuführen.

21. Industrierobotersystem, welches dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 auszuführen, ferner umfassend:

- 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 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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 Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Vollastbetrieb des Industrieroboters benötigt werden, weiterhin insbesondere weniger als eine Ereignissequenz pro Zehntelsekunde, weiterhin insbesondere weniger als drei Ereignissequenzen pro Sekunde.

22. Industrierobotersystem nach Anspruch 21, wobei der Speicher ferner Anweisungen für ein Befüllen, insbesondere initiales Befüllen, der Datenbank durch Nutzung der klassischen Steuerung, insbesondere einer adaptiven Steuerung, umfasst,

wobei insbesondere nach einem initialen Befüllen der Industrieroboter dazu eingerichtet ist, dass lediglich weniger als zwei Ereignissequenzen pro Zehntelsekunde für den Vollastbetrieb 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.

- 54 -

23. System für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, insbesondere Fahrerassistenzsystem oder System zum teilautomatisierten oder autonomen Fahren, welches dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 auszuführen und/oder von einer solchen Ausführung, beispielsweise in einer Cloud, zu profitieren, ferner umfassend:

- 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 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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, mit der Cloud kommunizieren kann,

wobei insbesondere nach einer 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 drei Ereignissequenzen pro Sekunde.

24. Verkehrssteuerungssystem, umfassend

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

wobei das Verkehrssteuerungssystem dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 für mindestens

eines der Kraftfahrzeuge bereitzustellen, insbesondere für zwei oder mehrere Kraftfahrzeuge in einer zwischen den beteiligten Kraftfahrzeugen koordinierten Weise.

25. 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 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 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.

26. Verfahren zur robotergesteuerten Prozessoptimierung, umfassend ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11 und/oder das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19, 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 zwei notwendige Objektsituationen miteinander verglichen werden.

27. Verfahren zur Normalisierung von Objektarten zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems nach einem der Ansprüche 1 – 26, insbesondere unter Erhebung und/oder Nutzung deklarativen Objektwissens, ferner umfassend die folgenden Schritte:

Einleiten (C01) einer räumlichen Betrachtung

Feststellen (C02) eines Zwecks der räumlichen Betrachtung in Form mindestens einer Zweckangabe (Z) 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 (Z) der räumlichen Betrachtung

Speichern (C05) der Zuordnung des konkreten Objektes und der Objektart unter Nutzung einer Datenbank

28. Verfahren zur Normalisierung von Objektsituationen zur Unterstützung einer lernfähigen Steuerung eines Prozesses, eines Systems oder eines Steuerungssystems nach einem der Ansprüche 1 – 26 und/oder unter Nutzung eines Verfahrens zur Normalisierung von Objektarten nach Anspruch 27, 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 (Z) 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.

29. **Datenverarbeitungsanlage**, insbesondere Datenverarbeitungsanlage umfassend einen oder mehrere Computer, welche dazu eingerichtet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 – 11, 27 oder 28 und/oder ein Verfahren nach einem der Ansprüche 12 - 19 auszuführen.
30. **Computerprogramm**, umfassend maschinenlesbare Anweisungen, welche geeignet sind zu bewirken, dass ein oder mehrere Computer
31. **Computerlesbares Speichermedium**, umfassend das Computerprogramm nach Anspruch 18.
32. **Verfahren zum Übertragen und/oder Einrichten des Computerprogrammes** nach Anspruch 18 über ein Netzwerk, insbesondere das Internet.
33. **Verwendung eines Knowledge-Management-Systems** nach Anspruch 20, eines Industrierobotersystems nach Anspruch 21 oder 22, eines Systems für ein Fahrzeug nach Anspruch 23, eines Verkehrssteuerungssystems nach Anspruch 24, einer Vorrichtung zur robotergesteuerten Prozessoptimierung nach Anspruch 25, einer Datenverarbeitungsanlage nach Anspruch 29, eines Computerprogrammes nach Anspruch 30 und/oder eines computerlesbaren Speichermediums nach Anspruch 31.

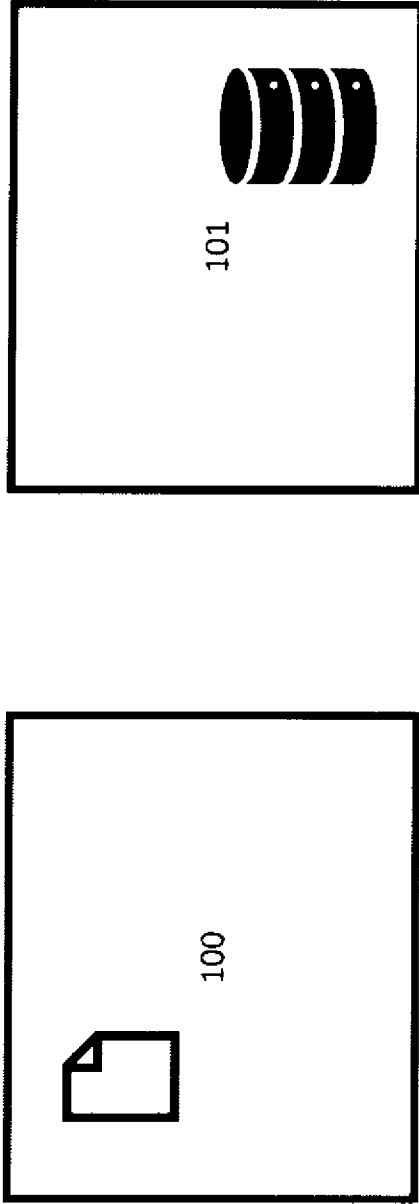


Fig. 1a

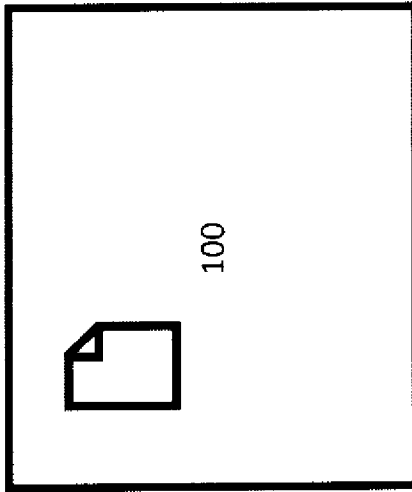
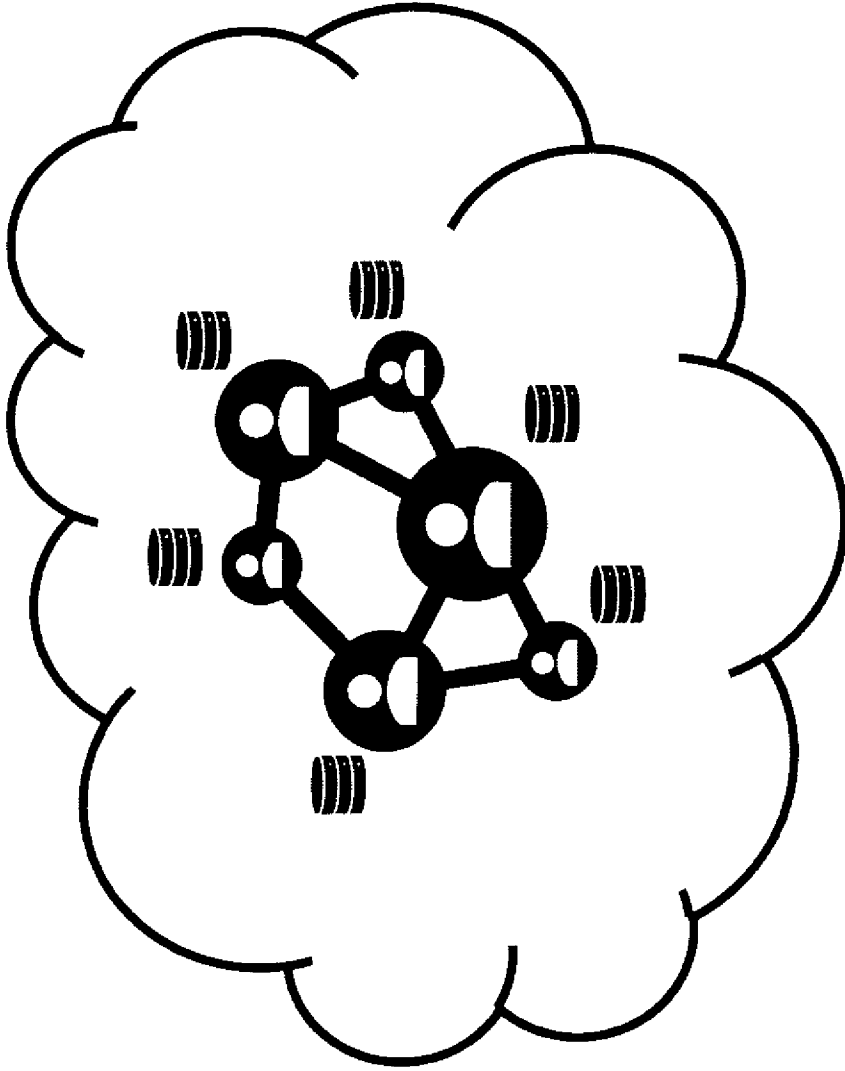


Fig. 1b

Fig. 2

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

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

Fig. 3

Fig. 4

Start OS ID	Event Sequence (ES) ID	Event Sequence (ES)	E5 Content	Success Rating	Duration	Effort	Target OS ID
117	118	119	120	121	122	123	124
1	1	Event Sequence A	xxx		100,2	4,1	12
4	2	Event Sequence B	xxx		80,5	6,6	5
3	3	Event Sequence C	xxx		90,3	7,2	14
4	4	Event Sequence D	xxx		60,7	5,3	15
5	5	Event Sequence E	xxx		70,1	2,4	10
7	6	Event Sequence F	xxx		100,3	3,6	6
6	7	Event Sequence G	xxx		91,1	5,3	8
15	8	Event Sequence H	xxx		80,9	8,2	5
17	9	Event Sequence I	xxx		60,8	4,5	8
16	10	Event Sequence J	xxx		71,2	7,3	7
6	11	Event Sequence K	xxx		50,4	8,4	10
5	12	Event Sequence L	xxx		02,4	6,1	16
12	13	Event Sequence M	xxx		12,1	5,5	8
13	14	Event Sequence N	xxx		41,9	4,2	6
15	15	Event Sequence O	xxx		01,7	3,7	1
15	16	Event Sequence P	xxx		80,3	0,9	4
17	17	Event Sequence Q	xxx		70,9	1,2	8

Fig. 5

Start OS ID a	Event Sequence a	Target OS ID a	Start OS ID z	ES ID z	Event Sequence z	Target OS ID z
7	Event Sequence F	6	6	7	Event Sequence G	8

Fig. 6

Event Sequence(a)

Start OS ID a	ES ID a	ES Content a	...	Target OS ID a
5	12...		...	7

Fig. 7

Event Sequence(x1)

Start OS ID x1	ES ID x1 ...	Target OS ID x1
7	15...	24

Fig. 8

Event Sequence(xn)

Start OS ID xn	ES ID xn	...	Target OS ID xn
24	37	...	27

Fig. 9

Event Sequence(z)

Start OS ID z	ES ID z	ES Content z	...	Target OS ID z
27	40...		...	32

Fig. 10

Concatenation of Event Sequences

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

Fig. 11

