

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50777/2018 (51) Int. Cl.: **G05B 19/042** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 11.09.2018 **G05B 19/418** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2020 **G06F 17/50** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2011085799 A1
US 2008141220 A1
DE 102008027475 A1
DE 10011661 A1
EP 1970783 A2

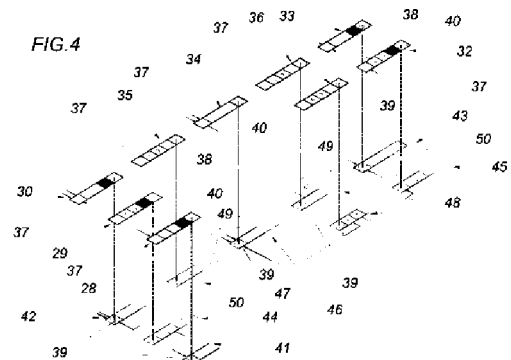
(71) Patentanmelder:
Hübscher Gerd
1180 Wien (AT)
Puchberger Georg
1180 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Hübscher Gerd
1180 Wien (AT)
Puchberger Georg
1180 Wien (AT)
Auer Dagmar
4232 Hagenberg (AT)
Geist Verena
4407 Steyr-Gleink (AT)
Küng Josef
4232 Hagenberg (AT)
Nadschläger Stefan
4111 Walding (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH
4020 Linz (AT)

(54) **Verfahren zur Ermittlung von Prozessabläufen**

(57) Es wird ein Verfahren zur Ermittlung von Prozessabläufen aus einzelnen in aufeinanderfolgenden Prozessschritten wiederholt anfallenden, einen variablen Wert (22) und einen konstanten Bezugsinhalt (23) aufweisenden Prozessdaten (21) beschrieben, wobei für aufeinanderfolgende Prozessschritte die Prozessdaten (21) anhand ihres erfassten Wertes (22) und anhand ihres Bezugsinhaltes (23) eindeutigen bestehenden oder neu zu erstellenden wertbehafteten Objektdatensätzen (28) zugeordnet werden. Um Prozessdaten mit hoher Integrität aufzuzeichnen und Prozessabläufe ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass die wertbehafteten Objektdatensätze (28) über Objektrelationsdatensätze (29, 32) entsprechend ihrem Bezugsinhalt (23) mit wertunbehafteten Objektdatensätzen (30, 33) verknüpft werden, wobei die bestehenden Objektdatensätze (28) über einen Prozesseingangsdatensatz und die neu erstellten Objektdatensätze (30, 33) sowie Objektrelationsdatensätze (29, 32) über einen Prozessausgangsdatensatz mit einem, dem jeweiligen Prozessschritt zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft werden.



Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Ermittlung von Prozessabläufen aus einzelnen in aufeinanderfolgenden Prozessschritten wiederholt anfallenden, einen variablen Wert (22) und einen konstanten Bezugsinhalt (23) aufweisenden Prozessdaten (21) beschrieben, wobei für aufeinanderfolgende Prozessschritte die Prozessdaten (21) anhand ihres erfassten Wertes (22) und anhand ihres Bezugsinhaltes (23) eindeutigen bestehenden oder neu zu erstellenden wertbehafteten Objektdatensätzen (28) zugeordnet werden. Um Prozessdaten mit hoher Integrität aufzuzeichnen und Prozessabläufe ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass die wertbehafteten Objektdatensätze (28) über Objektrelationsdatensätze (29, 32) entsprechend ihrem Bezugsinhalt (23) mit wertunbehafteten Objektdatensätzen (30, 33) verknüpft werden, wobei die bestehenden Objektdatensätze (28) über einen Prozesseingangsdatensatz und die neu erstellten Objektdatensätze (30, 33) sowie Objektrelationsdatensätze (29, 32) über einen Prozessausgangsdatensatz mit einem, dem jeweiligen Prozessschritt zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft werden.

(Fig. 4)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung von Prozessabläufen aus einzelnen in aufeinanderfolgenden Prozessschritten wiederholt anfallenden, einen variablen Wert und einen konstanten Bezugsinhalt aufweisenden Prozessdaten, wobei für aufeinanderfolgende Prozessschritte die Prozessdaten anhand ihres erfassten Wertes und anhand ihres Bezugsinhaltes eindeutigen bestehenden oder neu zu erstellenden wertbehafteten Objektdatensätzen zugeordnet werden.

Um ablaufende Prozesse in Industrieanlagen oder anderen Informationsverarbeitungsanlagen überwachen und steuern zu können, sind Verfahren bekannt, bei denen Prozessdaten aufeinanderfolgender Prozessschritte erfasst und abgespeichert werden. Diese Prozessdaten enthalten in der Regel einen variablen Wert, wie beispielsweise eine Zahl, einen Text und einen im Kontext des Prozesses konstanten Bezugsinhalt. Der Bezugsinhalt kann dabei beispielsweise die Temperatur einer bestimmten Anlagenkomponente, Auftragsdaten oder Seriennummer des bearbeiteten Erzeugnisses oder dessen Abmessungen sein, die gemäß einem vorgegebenen Speicherschema abgelegt werden. Insbesondere bei Prozessen mit sehr vielen unterschiedlichen Ablaufmöglichkeiten, die abwechselnd vollautomatisierte, teilautomatisierte und von einem Benutzer durchgeführte manuelle Prozessschritte umfassen, ergibt sich daraus der Nachteil, dass der tatsächliche Prozessablauf nicht oder nur mit großem Aufwand nachvollzogen werden kann, obwohl einzelne Prozessdaten in mehreren aufeinanderfolgenden Prozessschritten auftreten und/oder benötigt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Prozessdaten ablauffrelevante Information in Form von nicht-maschinenlesbaren Daten enthalten, wie beispielsweise Auftragsinformationen, Hinweise, oder Notizen von Benutzern, weil der

Informationsinhalt dieser Daten nur unzulänglich maschinell erfasst und ausgewertet werden kann.

Es wurde daher bereits vorgeschlagen, mehrere unterschiedliche Prozessabläufe vorzudefinieren, um die anfallenden Prozessdaten den einzelnen vordefinierten Prozessabläufen zuordnen zu können. Bei vielen unterschiedlichen Prozessabläufen ist eine solche Konfiguration allerdings äußerst aufwendig bzw. bei im Vorhinein nicht bekannten Prozessschritten oder Prozessabläufen nicht möglich, was dazu führt, dass Prozessdaten entweder nicht vollständig oder mehrfach erfasst werden, was die Integrität, insbesondere die Konsistenz und die temporale Korrektheit der verarbeiteten Prozessdaten gefährdet. So kann beispielsweise unklar sein, wann ein Prozessdatum tatsächlich das erste Mal aufgetreten ist und wann lediglich darauf Bezug genommen wird. Eine Ermittlung von Prozessabläufen ist daher in solchen Systemen nicht oder nur unvollständig möglich.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass anfallende Prozessdaten und tatsächliche Prozessabläufe sicherheitskritischer Prozesse mit mannigfaltigen Ablaufvarianten und a priori unbekanntem Prozessabläufen zwischen vollautomatisierten, teilautomatisierten und von einem Benutzer durchgeführten manuellen Prozessschritten bei hoher Integrität der aufgezeichneten Prozessdaten und rascher Verarbeitungsgeschwindigkeit ermittelt und zur Steuerung und Regelung herangezogen werden können.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die wertbehafteten Objektdatensätze über Objektrelationsdatensätze entsprechend ihrem Bezugsinhalt mit wertunbehafteten Objektdatensätzen verknüpft werden, wobei die bestehenden Objektdatensätze über einen Prozesseingangsdatensatz und die neu erstellten Objektdatensätze sowie Objektrelationsdatensätze über einen Prozessausgangsdatensatz mit einem, dem jeweiligen Prozessschritt zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft werden.

Dadurch, dass die Prozessdaten anhand ihres erfassten Wertes und anhand ihres Bezugsinhaltes eindeutig bestehenden oder neu zu erstellenden wertbehafteten Objektdatensätzen zugeordnet werden, bildet sich aus den wertbehafteten Objektdatensätzen ein Zeichenvorrat möglicher erfassbarer Werte, während der sich aus den wertbehafteten und den wertunbehafteten Objektdatensätzen als Knoten und den die Objektdatensätze miteinander verknüpfenden Objektrelationsdatensätzen als Kanten ergebende Pfad einerseits den unmittelbaren Bezugsinhalt dieser Werte und andererseits hinsichtlich des Informationsgehaltes höherwertige semantische Einheiten repräsentiert. Dies bedeutet, dass beispielsweise eine Zahlenfolge als Wert einem wertbehafteten Objektdatensatz zugeordnet ist, während sich der Umstand, dass es sich bei dieser Zahlenfolge um eine Seriennummer handelt aus der Verknüpfung dieses wertbehafteten Objektdatensatzes mit einem der Seriennummer entsprechenden, wertunbehafteten Objektdatensatz ergibt. Der wertunbehaftete Objektdatensatz beschreibt damit nicht nur den Typ der Zahlenfolge in diesem Beispiel, sondern die konkrete Seriennummer als solche, die diese Zahlenfolge aufweist. Die wertunbehafteten Objektdatensätze können beim Erfassen eines neuen Prozessdatums nur anhand des, den Bezugsinhalt der Werte repräsentierenden Pfades identifiziert werden, sodass für den Fall eines einzelnen erfassten Wertes sichergestellt ist, dass auch die wertunbehafteten Objektdatensätze innerhalb des Datenspeichers eindeutig sind. Werden mehrere Werte gleichzeitig erfasst, so können unter der Annahme, dass sich alle Werte auf denselben Bezugsinhalt beziehen, eindeutige Objektdatensätze dadurch erreicht werden, dass die Einzelpfade zueinander ausgerichtet und aufeinander projiziert werden. Der gemeinsame Bezugsinhalt der einzelnen Werte wird dann durch jene Objektdatensätze repräsentiert, die allen Einzelpfaden gemein sind. Beispielsweise kann eine Seriennummer nicht nur aus einer Zahlenfolge, sondern auch aus einer Produktkennung bestehen, die wiederum eine Buchstabenfolge ist. In diesem Fall ergeben sich für die Zuordnung zu der entsprechenden Seriennummer zwei Einzelpfade, nämlich einmal der sich von der Zahlenfolge und einmal der sich von der Buchstabenfolge erstreckende Pfad, die das der Seriennummer entsprechende wertunbehaftete Datenobjekt gemein haben. Werden erfindungsgemäß die bestehenden Objektdatensätze über einen Prozesseingangsdatensatz und die neu erstellten Objektdatensätze sowie Objektrelati-

onsdatensätze über einen Prozessausgangsdatensatz mit einem, dem jeweiligen Prozessschritt zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft, so ergibt sich aufgrund der Eindeutigkeit der Objektdatensätze eine zusammenhängende Abbildung des erfassten Prozesses, solange wenigstens ein übereinstimmender Objektdatensatz oder Objektrelationsdatensatz in zwei aufeinanderfolgenden Prozessschritten erfasst wird. Dies ist immer dann der Fall, wenn Prozessdaten eines Prozessschrittes in einem darauffolgenden Prozessschritt weiterverarbeitet werden. Aufgrund der erfindungsgemäßen Merkmale ergibt sich somit einerseits ein statisches semantisches Modell der anfallenden Prozessdaten, das aus durch Objektrelationsdatensätzen verknüpften Objektdatensätzen aufgebaut ist, und andererseits ein dynamisches Modell der tatsächlich ablaufenden Prozesse, das durch Objektdatensätze gebildet wird, die über Prozessausgangsdatensätze mit den Prozessschrittdatensätzen jener Prozessschritte verknüpft sind, in denen die zugehörigen Prozessdaten erstmals aufgetreten sind, und die über Prozesseingangsdatensätze mit Prozessschrittdatensätzen jener Prozessschritte verknüpft sind, in denen diese Prozessdaten weiterverarbeitet werden. Beide Modelle können getrennt ausgegeben und zur Steuerung und Regelung der Prozessabläufe herangezogen werden. Zur Sicherstellung der Datenintegrität sind die beiden Modelle aber über die Objektdatensätze und Objektrelationsdatensätze miteinander verschränkt, was zusammen mit der Eindeutigkeit der Objektdatensätze eine sichere Ermittlung von Prozessabläufen ermöglicht.

Um Prozessdaten besonders rasch eindeutigen bestehenden wertbehafteten und wertunbehafteten Objektdatensätzen zuordnen zu können, wird vorgeschlagen, dass der variable Wert und der Bezugsinhalt eines Prozessdatums gemeinsam mit einer Prozessschrittinformation erfasst werden, wonach der Bezugsinhalt ausgehend von einem, mit dem Wert behafteten Objektdatensatz in ein Datenpfadmuster für Objekt- und Objektrelationsdatensätze umgewandelt wird, und dass anhand des Datenpfadmusters zunächst Datenpfadmusterabschnitten entsprechende Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze aus einem Datenspeicher abgefragt und über Prozesseingangsdatensätze mit dem der Prozessschrittinformation entsprechenden Prozessschrittdatensatz verknüpft werden, wonach für fehlende Datenpfadmuster-

abschnitte Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze neu erstellt und über Prozessausgangsdatensätze mit dem Prozessschrittdatensatz verknüpft werden. Dieses Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass einerseits bereits höhere semantische Einheiten über Prozesseingangsdatensätze mit den jeweiligen Prozessschritt- datensätzen verknüpft werden können, ohne dass die zur Erzeugung des Daten- pfadmusters erforderlichen, teilweise wertbehafteten Objektdatensätze ebenfalls mit den Prozessschritt- datensätzen verknüpft werden müssten, um einen vollständigen Prozess abzubilden. Andererseits wird auf diese Weise sichergestellt, dass bereits bestehende Datenobjekte weiterverwendet und nicht etwa doppelt angelegt werden.

Um eine nachträgliche Manipulation der aufgezeichneten Prozessdaten zu verhindern, wird vorgeschlagen, dass die Objektdatensätze und/oder Objektrelations- datensätze nach Abschluss des sie erstellenden Prozessschrittes ausgenommen ei- nes Gültigkeitsdatenfeldes mit einem Schreibschutz und/oder einem Prüfwert ver- sehen werden. Die nachträgliche Änderung der Gültigkeit eines Objektdatensatzes oder eines Objektrelationsdatensatzes ist aufgrund der Eindeutigkeit der Objektda- tensätze für den Fall erforderlich, dass Objektdatensätze in aufeinanderfolgenden Prozessschritten ungültig bzw. gültig werden. In Anbetracht dessen, dass die Ob- jektdatensätze wie oben beschrieben einen Zeichenvorrat möglicher erfassbarer Werte mit deren Bezugsinhalt bilden, wird es aber nur in Ausnahmefällen erforder- lich sein, Objektdatensätze gültig oder ungültig zu setzen. Vielmehr werden die Ob- jektrelationsdatensätze, die die einzelnen Objektdatensätze zu höheren semanti- schen Einheiten verknüpfen, gültig oder ungültig gesetzt. Um Manipulationen zu- sätzlich zu erschweren, kann alternativ oder ergänzend zu einem Schreibschutz ein Prüfwert vorgesehen werden, wobei die Prüfwerte einzelner Objektdatensätze und Objektrelationsdatensätze aufeinander im Sinne eines Block-Hash-Verfahrens ba- sieren. Die Prüfwerte können dabei entweder auf zeitlich früher erstellten Prüfwer- ten und/oder auf Prüfwerten basieren, die für verknüpfte Objektdatensätze bzw. Ob- jektrelationsdatensätze erstellt wurden. Zusätzlich können in einer bevorzugten Aus- führungsform auch die Prozessschritt- datensätze und die zugehörigen Prozessein- gangsdatsätze und Prozessausgangsdatensätze nach Abschluss des zugehöri- gen Prozessschrittes mit einem vollständigen Schreibschutz versehen und gegebe-

nenfalls ebenfalls mit einem Prüfwert im Sinne eines Block-Hash-Verfahrens gegen Manipulationen abgesichert werden.

Um aus einzelnen Prozessabläufen Aussagen über regelmäßig ablaufende Prozesse zu erhalten, kann erfindungsgemäß jeder Objektdatensatz, Objektrelationsdatensatz, Prozessschrittdatensatz, Prozesseingangsdatensatz und Prozessausgangsdatensatz einem Typdatensatz zugeordnet werden, wobei die über Prozesseingangstyp- und Prozessausgangstypdatensätze mit Prozessschritttypdatensätzen verknüpften Objekttypdatensätze und Objektrelationstypdatensätze ein die ablaufenden Prozesse beschreibendes Modell bilden. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass dynamische Modelle möglicher Prozessabläufe und semantische Modelle möglicher Objektdatensätze rasch abgefragt werden können. Eine rasche Abfrage wird dabei schon allein dadurch ermöglicht, dass die Typdatensätze bei zumindest zeitweise wiederkehrenden Prozessabläufen eine deutlich geringere Anzahl als die Prozessdaten aufweisen, sodass der Modellspeicher entsprechend schnell abgefragt werden kann. Die Zuordnung zu einem Typdatensatz kann beispielsweise über ein Typdatenfeld in den Objektdatensätzen, Objektrelationsdatensätzen, Prozessschrittdatensätzen, Prozesseingangsdatensätzen und Prozessausgangsdatensätzen erfolgen. In diesem Fall kann dieses Feld ebenfalls von einem Schreibschutz und/oder einem Prüfwert ausgeschlossen werden, um eine nachträgliche Verfeinerung des Modells zu ermöglichen. So können beispielsweise aus einer Gruppe von Objektdatensätzen und Objektrelationsdatensätzen mit Hilfe von für den Fachmann bekannte Verfahren zur Gruppierung ähnlicher Muster neue Objekttypen und Objektrelationstypen abgeleitet werden, für die iterativ neue Objekttypdatensätze und Objektrelationstypdatensätze erzeugt und verknüpft werden.

Diese Maßnahmen können darüber hinaus die gerade bei Echtzeitanwendungen kritische Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöhen, indem der Bezugsinhalt ausgehend von einem Objekttypdatensatz des mit dem Wert behafteten Objektdatensatzes zunächst in ein Modellpfadmuster für Objekttyp- und Objektrelationstypdatensätze umgewandelt wird, wonach bestehende Modellpfade oder Modellpfadabschnitte aus einem Modellspeicher abgerufen und anhand dieser Modellpfade oder

Modellpfadabschnitte Datenpfadmuster zur Abfrage des Datenspeichers erzeugt werden. Eine Geschwindigkeitssteigerung ergibt sich zufolge dieser Merkmale wie oben erwähnt deshalb, weil die Anzahl der im Datenspeicher vorhandenen Objekt- und Objektrelationsdatensätze um ein Vielfaches höher als die Anzahl der im Modellspeicher abgespeicherten Objekttyp- und Objektrelationstypdatensätze ist, so dass die benötigte Abfragezeit für Modellpfade aus Objekttyp- und Objektrelationstypdatensätzen wesentlich geringer ist als für Datenpfade aus Objekt- und Objektrelationsdatensätzen. Nachdem allerdings jeder Objekt- und Objektrelationsdatensatz genau einem Objekttyp- bzw. Objektrelationstypdatensatz zugeordnet ist, kann bei Kenntnis des Modellpfades aus dem Modellspeicher die Abfrage im Datenspeicher deutlich schneller erfolgen. Daneben ergibt sich der wesentliche Vorteil, dass der Bezugsinhalt nicht vollständig bekannt sein muss, sondern durch Informationen aus dem Modellspeicher ohne Verzögerungen ergänzt werden kann. Der Bezugsinhalt muss lediglich für noch nicht vorhandene Objekttyp- bzw. Objektrelationstypdatensätze vollständig sein. Beispielsweise würde es bei einer Zahlenfolge als Wert ausreichen, als Bezugsinhalt ein Bauteil anzugeben, ohne dass der im Modellspeicher zwischenliegende Objekttyp einer Seriennummer sowie dessen Objekttyprelation zum Objekttyp der Zahlenfolge und dessen Objekttyprelation zum Objekttyp des Bauteiles bekannt sein und angegeben werden müsste. Es zeigt sich somit, dass zufolge der erfindungsgemäßen Merkmale die Integrität der aufgezeichneten Prozessdaten trotz unvollständig angegebener Bezugsinhalte erhalten werden kann.

Um darüber hinaus auf Basis eines bisherigen Prozessablaufes oder anhand einzelner Prozessdaten Vorhersagen über mögliche nächste Prozessschritte oder über mögliche verknüpfte Prozessdaten treffen zu können, wird vorgeschlagen, dass für jeden Prozesseingangstyp- und Prozessausgangstypdatensatz Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze des zugehörigen Objekttypdatensatzes in vorgegebener Anzahl mit einem Prozessschrittdatensatz des zugehörigen Prozessschrittypdatensatzes verknüpft sind und Wahrscheinlichkeitswerte, dass Prozessschrittdatensätze des zugehörigen Prozessschrittypdatensatzes in vorgegebener Anzahl mit einem Objektdatensatz des zugehörigen Objekttypdatensatzes verknüpft sind, berechnet und dem Prozesseingangstyp- und Prozessausgangstypdatensatz zuge-

wiesen werden. Ausgehend von einem vorgegebenen Objektdatensatz kann zufolge dieser Maßnahmen der zugehörige Objekttypdatensatz ermittelt werden, wonach über die nach den zugehörigen Wahrscheinlichkeitswerten sortieren, mit dem ermittelten Objekttypdatensatz verknüpften Prozesseingangstyp- und Prozessausgangstypdatensätze jene Prozessschritttypdatensätze ermittelt werden können, die jene Prozessschritte repräsentieren, in denen der Typ des vorgegebenen Objektdatensatzes mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit und in vorgegebener Anzahl auftritt. Umgekehrt kann auf diese Weise auch ermittelt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Objektdatensatz in vorgegebener Anzahl in einem Prozessschritttypdatensatz zugeordneten Prozessschritt auftritt.

Es wird daher vorgeschlagen, dass für jeden innerhalb eines Prozessschrittes einem Prozessdatum zugeordneten Objektdatensatz zunächst der zugehörige Objekttypdatensatz und dann jene Prozesseingangstyp- und/oder Prozessausgangstypdatensätze ermittelt werden, die den Objekttypdatensatz mit dem, dem Prozessdatensatz des Prozessschrittes zugeordneten Prozessschritttypdatensatz verknüpfen, wonach ein Warnsignal ausgegeben wird oder der überwachte Prozess unterbrochen wird, wenn die den Prozesseingangstyp- und/oder Prozessausgangstypdatensätzen zugeordneten Wahrscheinlichkeitswerte außerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegen.

Um alternativ oder ergänzend dazu auch die Integrität des statischen semantischen Modells der Objektdatensätze überwachen zu können, wird vorgeschlagen, dass für jeden einen ersten Objekttypdatensatz mit einem zweiten Objekttypdatensatz verknüpfenden Objektrelationstypdatensatz Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze des ersten Objekttypdatensatzes mit Objektdatensätzen des zweiten Objekttypdatensatzes in vorgegebener Anzahl verknüpft sind und Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze des zweiten Objekttypdatensatzes mit Objektdatensätzen des ersten Objekttypdatensatzes in vorgegebener Anzahl verknüpft sind, berechnet und dem Objektrelationstypdatensatz zugewiesen werden. Anhand dieser Wahrscheinlichkeitswerte kann überprüft werden, ob die Verknüpfung zweier Datenobjekte über eine Datenobjektrelation eines bestimmten Datenobjektrelations-

typs innerhalb oder außerhalb gewöhnlicher Prozessparameter liegt, wobei dies auch über mehrere Prozessschritte hinweg erfolgen kann. Kann beispielsweise ein Objektdatensatz entweder in einem ersten oder in einem zweiten Prozessschritt das erste Mal auftreten, insgesamt aber nur einmal einem anderen Objektdatensatz untergeordnet werden, so ermöglichen die erfindungsgemäßen Merkmale auch für diesen Fall eine zuverlässige Integritätsprüfung.

Der Bezugsinhalt der Werte einzelner Prozessdaten kann beispielsweise anhand der Position und der physikalischen Einheit eines Sensors fest vorgegeben werden. Die Werte der Prozessdaten können aber auch über dem Bezugsinhalt zugeordnete Eingabefelder eines Eingabeterminals erfasst werden. Dies hat den Vorteil, dass auch komplexe Bezugsinhalte in einfacher Weise erfasst werden können, weil beispielsweise ganze Bedienabfolgen des Benutzers am Eingabeterminal, wie beispielsweise die Navigation durch einzelne Menüpunkte, als Bezugsinhalt herangezogen werden können. In diesem Zusammenhang kann der Benutzer in einer korrekten Bedienung unterstützt werden, indem nach dem Erfassen einzelner Prozessdaten anhand der den Prozesseingangstyp- und den Prozessausgangstypdatensätzen zugewiesenen Wahrscheinlichkeiten und/oder anhand der den Objektrelations- typdatensätzen zugewiesenen Wahrscheinlichkeiten Objekttypdatensätze für mögliche Objektdatensätze ermittelt werden, die im aktuellen Prozessschritt und in Anbetracht der den bereits erfassten Prozessdaten zugeordneten Datenobjekte mit diesen oder mit dem zugehörigen Prozessschrittdatensatz mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit verknüpft werden können, und indem für die ermittelten Objekttypdatensätze Eingabefelder zur Erfassung wertbehafteter Objektdatensätze dieser Typen am Eingabeterminal angezeigt werden. Darüber hinaus kann der Benutzer für erfasste Prozessdaten Warnungen erhalten, für die die Auftrittswahrscheinlichkeit der zugeordneten Objektdatensätze außerhalb eines vorgegebenen Grenz- bereiches liegt.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, und zwar mit einem graphbasierten Datenspeicher für Objektdatensätze und Prozessschrittdatensätze als Knoten, für Prozesseingangsdatsätze und Prozess-

ausgangsdatensätze als Kanten sowie für Objektrelationsdatensätze als Knoten und Kanten und mit einem graphbasierten Modellspeicher für Objekttypdatensätze und Prozessschritttypdatensätze als Knoten, für Prozesseingangstypdatensätze und Prozessausgangstypdatensätze als Kanten, sowie für Objektrelationstypdatensätze als Knoten und Kanten, wobei Datenspeicher und Modellspeicher mit je einer, von einer Erfassungseinrichtung angesteuerten Pfadabfrageeinheit und einer Pfaderzeugungseinheit verbunden sind.

Die Erfassungseinrichtung empfängt dabei in einem ersten Schritt einen variablen Wert und einen konstanten Bezugsinhalt aufweisende Prozessdaten sowie Prozessschrittinformationen von Fremdsystemen wie beispielsweise Eingabeterminals, wobei der Bezugsinhalt ausgehend von einem den Wert umfassenden wertbehafteten Objektdatensatz in ein Datenpfadmuster für Objektrelationsdatensätze und Objektdatensätze umgewandelt und an die Pfaderzeugungseinheit übergeben wird. In einem nächsten Schritt wird sodann mittels der Pfadabfrageeinheit der Datenspeicher auf bereits existierende Datenpfade des Datenpfadmusters überprüft. Ist diese Prüfung erfolgreich, so wird der dem Datenpfadmuster entsprechende Objektdatensatz über einen neu erstellten Prozesseingangsdatsatz mit einem den Prozessschrittinformationen zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft. Schlägt diese Prüfung fehl, so wird die Prüfung ausgehend vom wertbehafteten Objektdatensatz mit um jeweils eine Objektdatensatzbeschreibung erweitertem Datenpfadmusterabschnitt solange wiederholt, bis die Prüfung fehlschlägt. Daraufhin werden ausgehend von dem der letzten erfolgreichen Prüfung entsprechenden Objektdatensatz dem Datenpfadmusterabschnitt entsprechende Objektdatensätze und Objektrelationsdatensätze mittels der Pfaderzeugungseinheit neu erstellt und über Prozessausgangsdatensätze mit einem den Prozessschrittinformationen zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft. Sollte der Prozessschrittdatensatz noch nicht existieren, so kann er im Rahmen der Prüfung neu erstellt werden.

Für den Fall, dass jedem Objektdatensatz und Objektrelationsdatensatz ein Typdatensatz zugeordnet ist, kann das Pfadmuster auch als Modellpfadmuster aus Objekttypdatensätzen und Objektrelationstypdatensätzen aufgebaut werden. Dabei

kann die Abfragegeschwindigkeit erhöht werden, wenn die Pfadabfrageeinheit zunächst den Modellspeicher auf existierende Modellpfadmuster überprüft und aus den aufgefundenen Modellpfaden in einem zweiten Schritt ein Datenpfadmuster zur Abfrage des Datenspeichers bildet. Dadurch, dass die Anzahl der Datensätze im Modellspeicher deutlich geringer ausfällt als im Datenspeicher, kann trotz der zusätzlichen Prüfung des Modellspeichers die Prüfung des Datenspeichers anhand der Typinformationen aus dem Modellspeicher nicht nur rascher durchgeführt werden, sondern auch für den Fall ohne Geschwindigkeitseinbuße erfolgen, dass das Modellpfadmuster nicht vollständig zur Verfügung steht.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockschema einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Ablaufschema zur Erfassung von Prozessdaten gemäß dieses Verfahrens,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Datenpfadmusters,

Fig. 4 eine schematische Darstellung der durch das erfindungsgemäße Verfahren erzeugten Datensätze und

Fig. 5 ein Beispiel für den Inhalt des Datenspeichers nach dem Ablauf mehrerer Prozessschritte.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst eine Erfassungseinrichtung 1, die über Datenleitungen mit beispielsweise Eingabeterminals 2 und Bearbeitungsanlagen 3 verbunden ist. Diesen Eingabeterminals 2 und Bearbeitungsanlagen 3 sind einzelne, aufeinanderfolgende Prozessschritte eines Bearbeitungsprozesses zugeordnet. Zur Ermittlung von Prozessabläufen werden über die Erfassungseinrichtung 1 Prozessdaten aufgezeichnet, die über eine Pfaderzeugungseinheit 4 in einen Datenspeicher 5 geschrieben werden. Zur Abfrage des Datenspeichers 5 ist eine Pfadabfrageeinheit 6 vorgesehen, die ebenfalls mit der Erfassungseinrichtung 1 verbunden ist.

Der Datenspeicher 5 ist bevorzugt graphbasiert aufgebaut und umfasst einen Objektdatensatzspeicherbereich 7, einen Prozessschrittdatensatzspeicherbereich 8, einen Prozesseingangsdatensatzspeicherbereich 9, einen Prozessausgangsdatensatzspeicherbereich 10 sowie einen Objektrelationsdatensatzspeicherbereich 11. Graphbasiert bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Objektdatensätze und die Prozessschrittdatensätze Knoten, während die Prozesseingangs-, Prozessausgangs- und Objektrelationsdatensätze Kanten eines vorzugsweise gerichteten Graphs bilden. Der Objektdatensatzspeicher 7 kann vorzugsweise in einen Speicherbereich 12 für wertbehaftete Objektdatensätze und einen Speicherbereich 13 für wertunbehaftete Objektdatensätze unterteilt werden.

Neben dem Datenspeicher 5 kann in einer bevorzugten Ausführungsform auch ein Modellspeicher 14 vorgesehen sein, der ebenfalls über die Pfadabfrageeinheit 6 und die Pfaderzeugungseinheit 4 angesprochen wird. Dieser Modellspeicher 14 umfasst einen Objekttypdatensatzspeicherbereich 15, einen Prozessschritttypdatensatzspeicherbereich 16 sowie einen Prozesseingangstypdatensatzspeicherbereich 17, einen Prozessausgangstypdatensatzspeicherbereich 18 und einen Objektrelationstypdatensatzspeicherbereich 19. Auch dieser Modellspeicher 14 ist graphbasiert aufgebaut, wobei die Objekttypdatensätze und Prozessschritttypdatensätze Knoten, während die Prozesseingangs-, Prozessausgangs- und Objektrelationstypdatensätze Kanten eines ebenfalls vorzugsweise gerichteten Graphs bilden.

Sowohl im Datenspeicher 5 als auch im Modellspeicher 14 nehmen die Objektrelations- sowie die Objektrelationstypdatensätze eine Doppelfunktion als Knoten und Kanten des Graphs ein.

Zur Prüfung und Vorhersage möglicher Prozessdaten kann darüber hinaus eine Auswerteeinheit 20 vorgesehen werden, die entweder über die Pfadabfrageeinheit 6 oder wie in der Fig. 1 dargestellt direkt auf die beiden Speicher 5, 14 zugreift.

In der Fig. 2 ist der Ablauf des Erfassens neu eingehender Prozessdaten mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt. Ein eingehendes Prozessdatum 21 weist dabei einen variablen Wert 22 und einen konstanten Bezugsin-

halt 23 auf. Ein konstanter Bezugsinhalt 23 kann beispielsweise die Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung in mm sein. Der Wert 22 eines solchen Bezugsinhaltes 23 könnte beispielsweise „14“ sein. Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung wird in einem ersten Schritt 24 der Bezugsinhalt 23 von der Erfassungseinheit 1 ausgehend vom Wert 22 in ein in der Fig. 3 gezeigtes Datenpfadmuster 25 für Objekt- und Objektrelationsdatensätze umgewandelt. Anhand dieses Datenpfadmusters 25 werden zunächst in einem Schritt 26 Datenpfadmusterabschnitten entsprechende Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze aus dem Datenspeicher 5 abgefragt, wonach in einem Schritt 27 für fehlende Datenpfadmusterabschnitte Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze neu erstellt werden. Die bereits existierenden Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze werden dabei über Prozesseingangsdatensätze mit einem dem zugehörigen Prozessschritt entsprechenden Prozessschrittdatensatz verknüpft, während die neu erstellten Objekt- und/oder Objektrelationsdatensätze über Prozessausgangsdatensätze mit diesem Prozessschrittdatensatz verknüpft werden.

Anhand des in der Fig. 3 dargestellten Datenpfadmusters 25 wird dieses Verfahren nun näher erläutert. Dieses Datenpfadmuster 25 kann beispielsweise das oben herangezogene Beispiel für ein Prozessdatum 21 repräsentieren, wobei der variable Wert 22 einem wertbehafteten Objektdatensatz 28 zugeordnet ist, der über einen Objektrelationsdatensatz 29 mit einem wertunbehafteten Objektdatensatz 30 verknüpft ist. Dieser wertunbehaftete Objektdatensatz 30 repräsentiert dabei die höherwertige semantische Einheit „14 mm“. Der wertbehaftete Objektdatensatz 28 weist ein Wertdatenfeld 31 auf, in dem der Wert „14“ gespeichert wird. Um den Bezugsinhalt des Prozessdatums 21 vollständig abzubilden ist im Datenpfadmuster 25 der Objektdatensatz 30 über einen weiteren Objektrelationsdatensatz 32 mit dem ebenfalls wertunbehafteten Objektdatensatz 33 verknüpft, der die höherwertige semantische Einheit „14 mm als Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung“ repräsentiert. Wie in der Fig. 3 durch strichlierte Linien angedeutet wird, existieren vor Ablauf des beschriebenen Verfahrens beispielsweise nur die Objektdatensätze 28 und 30 sowie der Objektrelationsdatensatz 29. Dies bedeutet, dass offenbar „14 mm“ schon in anderen Bezugsinhalten als Prozessda-

tum aufgetreten sind. Um nun anhand des Datenpfadmusters 25 Objektdatensätze zuzuordnen bzw. neu zu erstellen, kann zunächst mittels der Pfadabfrageeinheit 6 der Datenspeicher 5 auf bereits existierende Datenpfade des gesamten Datenpfadmusters 25 überprüft werden. Im vorliegenden Beispiel schlägt diese Prüfung fehl, da der Objektdatensatz 33 und der Objektrelationsdatensatz 32 noch nicht im Datenspeicher 5 vorhanden sind. Daher wird die Prüfung ausgehend vom wertbehafteten Objektdatensatz 28 mit um jeweils eine Objektdatensatzbeschreibung erweitertem Datenpfadmusterabschnitt solange wiederholt, bis die Prüfung fehlschlägt. Im vorliegenden Beispiel wird daher zunächst der wertbehaftete Objektdatensatz 28 erfolgreich abgefragt. Daraufhin wird der Objektdatensatz 28 um die Objektdatensatzbeschreibung für den Objektdatensatz 30 ergänzt, wobei die zugehörige Prüfung ebenfalls positiv den Objektdatensatz 30 zurückgibt. Der um die Objektdatensatzbeschreibung für den Objektdatensatz 33 erweiterte Datenpfadmusterabschnitt, der im Übrigen dem gesamten Datenpfad 25 entspricht, kann daraufhin nicht mehr erfolgreich abgefragt werden. Der Objektdatensatz 33 wird daher neu erstellt und über einen neu erstellten Objektrelationsdatensatz 32 mit dem zuletzt erfolgreich abgefragten Objektdatensatz 30 verknüpft.

Das Datenpfadmuster 25 kann dabei aber nicht nur Beschreibungen von Objektdatensätzen, sondern auch von Objektrelationsdatensätzen enthalten, die dann zur Erstellung neuer Objektrelationsdatensätze herangezogen werden können.

Erfindungsgemäß werden aber nicht nur Objektdatensätze und Objektrelationsdatensätze erstellt, sondern diese auch mit den jeweils ablaufenden Prozessschritten entsprechenden Prozessschritt datensätzen verknüpft, was insbesondere der Fig. 4 im Detail entnommen werden kann. Ausgegangen wird dabei wieder von dem in den Fig. 2 und 3 erläuterten Beispiel, wobei das Prozessdatum 21 der Fig. 2 erstmals erfasst und gemäß dem oben beschriebenen Verfahren in einem Prozessschritt bestehenden oder neu zu erstellenden Objektdatensätzen zugeordnet wird. Dazu wird eine in der Fig. 2 nicht näher dargestellte Prozessschrittinformation von der Erfassungseinheit 1 in ein Datenpfadmuster umgewandelt, das eine Prozessschritt datensatzbeschreibung umfasst. Dieses wird an die Pfaderzeugungseinheit 4

weitergegeben, die im Datenspeicher 5 einen entsprechenden Prozessschritt Datensatz 34 erzeugt, sofern dieser nicht bereits existiert. Läuft daraufhin das oben beschriebene Verfahren ab, werden mit diesem Prozessschritt Datensatz 34 der bereits existierende Objektdatensatz 30 über einen Prozesseingangsdatensatz 35 und der neu erstellte Objektdatensatz 33 sowie der neu erstellte Objektrelationsdatensatz 32 über Prozessausgangsdatensätze 36 verknüpft. Damit ergibt sich im Datenspeicher 5 die in der Fig. 4 dargestellte Datensatzstruktur. Die Verknüpfung der einzelnen Datensätze ergibt sich dabei dadurch, dass jeder Datensatz mit einer eindeutigen Kennung 37 versehen ist, wobei die Relationsdatensätze 29, 32, 35, 36 je ein Datenfeld für die Kennung 37 des Ursprungsdatensatzes und ein Datenfeld für die Kennung 37 des Zieldatensatzes aufweisen.

Aufgrund dessen, dass die Objektdatensätze zufolge des beschriebenen Verfahrens innerhalb des Datenspeichers 5 eindeutig sind können diese mit einem Gültigkeitsdatenfeld 38 versehen sein. Objektdatensätze 28, 30, 33 können damit genauso wie Objektrelationsdatensätze 29, 32 zu vorgegebenen Zeitintervallen gültig oder ungültig sein, wobei das Gültigkeitsdatenfeld 38 in bevorzugter Weise so ausgebildet ist, dass bestimmten Zeitbereichen Gültigkeitswerte zugeordnet werden können.

Damit eine nachträgliche Manipulation der Objektdatensätze 28, 30, 33 bzw. der Objektrelationsdatensätze 29, 32 wirksam verhindert werden kann, wird vorgeschlagen, dass diese mit einem nicht näher dargestellten Prüfwert versehen werden, der beispielsweise aus einer Prüfsumme der Datenfelder der Datensätze gebildet werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform werden in diese Prüfsumme auch die Prüfsummen vorhergehend erstellter Objektdatensätze bzw. Objektrelationsdatensätze aufgenommen, wodurch sich eine Art Block-Hash ergibt, der einen besonders wirksamen Manipulationsschutz darstellt.

Um aus einzelnen Prozessabläufen Aussagen über regelmäßig ablaufende Prozesse zu erhalten und darüber hinaus die Abfragegeschwindigkeit gerade für echtzeitkritische Anwendungen zu erhöhen, wird vorgeschlagen, dass jedem der beschriebenen Datensätze ein Typdatensatz zugeordnet wird. Diese Typdatensätze werden

im Modellspeicher 14 abgelegt und sind mit einer Typkennung 39 versehen, wobei die Zuordnung über ein Typdatenfeld 40 in den Datensätzen des Datenspeichers 5 hergestellt wird. Unter Fortführung des obigen Beispiels wird damit dem wertbehafteten Objektdatensatz 28 „14“ der Objekttypdatensatz 41 „Zahl“, dem wertunbehafteten Objektdatensatz 30 „14 mm“ der Objekttypdatensatz 42 „Längenangabe“ und dem ebenfalls wertunbehafteten Objektdatensatz 33 „14 mm als Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung“ der Objekttypdatensatz 43 „Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung“ zugeordnet. In ähnlicher Weise werden auch den Objektrelationsdatensätzen 29, 32 Objektrelationstypdatensätze 44, 45 zugeordnet.

Nachdem darüber hinaus dem Prozessschritt datensatz 34 ein Prozessschritttypdatensatz 46 zugeordnet wird, der über einen Prozesseingangstypdatensatz 47 mit dem Objekttypdatensatz 42 und über Prozessausgangstypdatensätze 48 mit dem Objekttypdatensatz 43 und dem Objektrelationstypdatensatz 45 verknüpft ist, ergibt sich im Modellspeicher 14 ein den ablaufenden Prozess beschreibendes Modell, dessen Bestandteile unabhängig von konkreten Prozessdaten im Einzelfall sind. Damit kann beispielsweise über die Pfadabfrageeinheit 6 abgefragt werden, ob Objektdatensätze 28, 30, 33 eines bestimmten Objektdatensatztyps 41, 42, 43 innerhalb eines Prozessschritts zugeordnet oder neu erstellt werden und wie diese Objektdatensätze 28, 30, 33 miteinander über Objektrelationsdatensätze 29, 32 verknüpft werden. In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn insbesondere den Prozesseingangstyp- und den Prozessausgangstypdatensätzen 47, 48 Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze 28, 30, 33 des zugehörigen Objekttypdatensatzes 41, 42, 43 in vorgegebener Anzahl mit einem Prozessschritt datensatz 34 des zugehörigen Prozessschritttypdatensatzes 46 verknüpft sind und Wahrscheinlichkeitswerte, dass Prozessschritt datensätze 34 des zugehörigen Prozessschritttypdatensatzes 46 in vorgegebener Anzahl mit einem Objektdatensatz 28, 30, 33 des zugehörigen Objekttypdatensatzes 41, 42, 43 verknüpft sind, in Übergangswahrscheinlichkeitsdatenfeldern 49 zugeordnet werden. Ausgehend von einem Objektdatensatz 28, 30, 33 kann damit über den zugehörigen Objekttypdatensatz 41, 42, 43 in einfacher Weise über die Auswerteeinheit 20 abgefragt werden, Prozess-

schritte welchen Typs auf diesen Objektdatensätzen 28, 30, 33 beruhen oder diese erzeugen.

In gleicher Weise können auch die Objektrelationstypdatensätze 44, 45 mit Übergangswahrscheinlichkeitsdatenfeldern 50 versehen werden, die dann zur Abfrage der Wahrscheinlichkeit, dass bestimmte Objektdatensatztypen im Rahmen eines gemeinsamen Bezugsinhaltes miteinander verknüpft sind herangezogen werden können.

Auf dieser Basis können die ablaufenden Prozesse über die Auswerteeinheit 20 laufend überwacht werden und bei auftretenden Prozessdaten 21, deren Zuordnung zu Objektdatensätzen 28, 30, 33 und Objektrelationsdatensätzen 29, 32 im Rahmen eines Prozessschrittdatensatzes 34 einen vorgegebenen Wahrscheinlichkeits-schwellwertebereich überschreiten würden Warnsignale ausgegeben oder die ablaufenden Prozesse unterbrochen werden.

Die Auswerteeinheit 20 kann darüber hinaus mit den Eingabeterminals 2 direkt verbunden sein, um nicht nur Warnsignale ausgeben zu können, sondern auch wie oben beschrieben in Abhängigkeit der in einem Prozessschritt bereits erfassten Prozessdaten 21 Eingabefelder für mit hoher Wahrscheinlichkeit zusätzlich anfallende Prozessdaten an den Eingabeterminals 2 anzuzeigen.

Der Modellspeicher 14 bietet aber auch den Vorteil, dass der Bezugsinhalt von Prozessdaten 21 anhand von Objekttypdatensätzen und Objektrelationstypdatensätzen einfacher abstrakt angegeben werden kann. Beispielsweise kann im obigen Beispiel für den Wert „14“ angegeben werden, dass dies eine Zahl (Objekttypdatensatz 41) ist, die eine Längenangabe (Objekttypdatensatz 42) und weiter die Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung (Objekttypdatensatz 43) darstellt. Aufgrund dieser Angabe kann zunächst ein Modellpfadmuster erzeugt werden mit Hilfe dessen zunächst der Modellspeicher 14 abgefragt wird, wonach die erhaltenen Modellpfade und/oder Modellpfadabschnitte von der Erfassungseinrichtung 1 in Datenpfadmuster zur Abfrage des Datenspeichers 5 in der oben beschriebenen Weise umgewandelt werden können. Abgesehen davon, dass die Abfrage der

Modellpfade aufgrund der geringeren Datenmenge im Modellspeicher 14 deutlich schneller erfolgen kann, erlaubt dieses Verfahren auch unvollständige Angaben des Bezugsinhaltes. Beispielsweise kann die Angabe, dass der Wert „14“ eine Zahl (Objektypdatensatz 41) ist, die die Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugsrichtung (Objektypdatensatz 43) angibt über den Modellspeicher 14 um den Objektypdatensatz 42 ergänzt werden, der die Information berücksichtigt, dass es sich bei dieser Positionsangabe üblicherweise um eine Längenangabe in mm handelt. Eine solche Vervollständigung ist freilich nur dann möglich, wenn die Typdatensätze für den angegebenen Bezugsinhalt bereits vollständig vorhanden sind.

Es zeigt sich, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung damit die Datenintegrität bei aufgezeichneten Prozessdaten auch im Fall von unvollständigen Prozessdaten erhalten werden kann.

Die Ausbildung eines vollständigen Prozessablaufes mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann schließlich anhand der Fig. 5 erläutert werden, wobei in einem ersten Prozessschritt über ein Terminal 2 eine Seriennummer erfasst wird. Diesem Prozessschritt wird ein Prozessschrittdatensatz 51 zugeordnet, der über Prozessausgangsdatensätze 52 mit einem wertbehafteten Objektdatensatz 53, der der Zahlenfolge der Seriennummer entspricht, sowie dem wertunbehafteten Objektdatensatz 54, der die Seriennummer selbst repräsentiert. Im Rahmen dieses Prozessschrittes wird auch der Objektdatensatz 53 über einen Objektrelationsdatensatz 55 mit dem Objektdatensatz 54 verknüpft. Daraufhin wird die Seriennummer an eine Bearbeitungsanlage 3 übergeben, die die Seriennummer auf ein Werkstück prägt. Dabei werden die Seriennummer sowie die Position der Prägung an die Erfassungseinrichtung 1 übermittelt und entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitet. Der Prozessschritt wurde daher einem Prozessschrittdatensatz 56 zugeordnet, der über einen Prozesseingangsdatensatz 57 mit dem Objektdatensatz 54 der Seriennummer verknüpft wurde. Dieser Prozessschrittdatensatz 56 ist über Prozessschrittausgangsdatensätze 58 mit dem neu erstellten Objektdatensatz 33 „14 mm als Position einer geprägten Seriennummer entlang einer ersten Bezugs-

richtung“ sowie dem im Rahmen des Prozessschrittes neu erstellten Objektdatensatz 30 „14 mm“ verknüpft. Über den der Seriennummer entsprechenden Objektdatensatz 54 werden damit die Prozessschrittdatensätze 51 und 56 bereits zu einem Prozessabschnitt verbunden. In der Darstellung der Fig. 5 folgt auf die Prägung der Seriennummer gemäß dem Prozessschrittdatensatz 56 noch eine abschließende Qualitätsprüfung über eines der Eingabeterminals 2. Diesem Prozessschritt der Qualitätsprüfung wird der Prozessschrittdatensatz 59 zugeordnet. Der Benutzer überprüft dabei die dem Objektdatensatz 54 entsprechende Seriennummer auf der einen und die dem Objektdatensatz 33 entsprechende Prägeposition dieser Seriennummer auf der anderen Seite. Dementsprechend ist sowohl der Objektdatensatz 54 als auch der Objektdatensatz 33 über Prozesseingangsdatensätze 60 mit dem Prozessschrittdatensatz 59 verbunden. Insgesamt ergibt sich damit ein dem Prozessablauf entsprechendes Datensatzmuster zu dem in einer bevorzugten Ausführungsform auch entsprechende Typdatensätze erstellt werden, die allerdings aus Übersichtlichkeitsgründen in der Fig. 5 weggelassen wurden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Prozessabläufen aus einzelnen in aufeinanderfolgenden Prozessschritten wiederholt anfallenden, einen variablen Wert (22) und einen konstanten Bezugsinhalt (23) aufweisenden Prozessdaten (21), wobei für aufeinanderfolgende Prozessschritte die Prozessdaten (21) anhand ihres erfassten Wertes (22) und anhand ihres Bezugsinhaltes (23) eindeutigen bestehenden oder neu zu erstellenden wertbehafteten Objektdatensätzen (28) zugeordnet werden, dadurch gekennzeichnet, dass die wertbehafteten Objektdatensätze (28) über Objektrelationsdatensätze (29, 32) entsprechend ihrem Bezugsinhalt (23) mit wertunbehafteten Objektdatensätzen (30, 33) verknüpft werden, wobei die bestehenden Objektdatensätze (28) über einen Prozesseingangsdatensatz und die neu erstellten Objektdatensätze (30, 33) sowie Objektrelationsdatensätze (29, 32) über einen Prozessausgangsdatensatz mit einem, dem jeweiligen Prozessschritt zugeordneten Prozessschrittdatensatz verknüpft werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der variable Wert (22) und der Bezugsinhalt (23) eines Prozessdatums (21) gemeinsam mit einer Prozessschrittinformation erfasst werden, wonach der Bezugsinhalt (23) ausgehend von einem, mit dem Wert (22) behafteten Objektdatensatz (28) in ein Datenpfadmuster (25) für Objektdatensätze (28, 30, 33) und Objektrelationsdatensätze (29, 32) umgewandelt wird, und dass anhand des Datenpfadmusters (25) zunächst Datenpfadmusterabschnitten entsprechende Objektdatensätze (28, 30, 33) und/oder Objektrelationsdatensätze (29, 32) aus einem Datenspeicher (5) abgefragt und über Prozesseingangsdatensätze (35) mit

dem der Prozessschrittinformation entsprechenden Prozessschrittdatensatz (34) verknüpft werden, wonach für fehlende Datenpfadmusterabschnitte Objektdatensätze (28, 30, 33) und/oder Objektrelationsdatensätze (29, 32) neu erstellt und über Prozessausgangsdatsätze (36) mit dem Prozessschrittdatensatz (34) verknüpft werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Objektdatensätze (28, 30, 33) und/oder Objektrelationsdatensätze (29, 32) nach Abschluss des sie erstellenden Prozessschrittes ausgenommen eines Gültigkeitsdatenfeldes (38) mit einem Schreibschutz und/oder einem Prüfwert versehen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Objektdatensatz (28, 30, 33), Objektrelationsdatensatz (29, 32), Prozessschrittdatensatz (34), Prozesseingangsdatsatz (35) und Prozessausgangsdatsatz (36) einem Typdatensatz zugeordnet wird und dass die über Prozesseingangstyp- (47) und Prozessausgangstypdatensätze (48) mit Prozessschritttypdatensätzen (46) verknüpften Objekttypdatensätze (41, 42, 43) und Objektrelationstypdatensätze (44, 45) ein die ablaufenden Prozesse beschreibendes Modell bilden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Bezugsinhalt (23) ausgehend von einem Objekttypdatensatz (41) des mit dem Wert behafteten Objektdatensatzes (28) zunächst in ein Modellpfadmuster für Objekttypdatensätze (41, 42, 43) und Objektrelationstypdatensätze (44, 45) umgewandelt wird, wonach bestehende Modellpfade oder Modellpfadabschnitte aus einem Modellspeicher (14) abgerufen und anhand dieser Modellpfade oder Modellpfadabschnitte Datenpfadmuster (25) zur Abfrage des Datenspeichers (5) erzeugt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Prozesseingangstyp- (47) und Prozessausgangstypdatensatz (48) Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze (28, 30, 33) des zugehörigen Objekttypdatensatzes (41, 42, 43) in vorgegebener Anzahl mit einem

Prozessschrittdatensatz (34) des zugehörigen Prozessschrittypdatensatzes (46) verknüpft sind und Wahrscheinlichkeitswerte, dass Prozessschrittdatensätze (34) des zugehörigen Prozessschrittypdatensatzes (46) in vorgegebener Anzahl mit einem Objektdatensatz (28, 30, 33) des zugehörigen Objekttypdatensatzes (41, 42, 43) verknüpft sind, berechnet und dem Prozesseingangstyp- (47) und Prozessausgangstypdatensatz (48) zugewiesen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden innerhalb eines Prozessschrittes einem Prozessdatum (21) zugeordneten Objektdatensatz (28, 30, 33) zunächst der zugehörige Objekttypdatensatz (41, 42, 43) und dann jene Prozesseingangstyp- (47) und/oder Prozessausgangstypdatensätze (48) ermittelt werden, die den Objekttypdatensatz (41, 42, 43) mit dem, dem Prozessschrittdatensatz (34) des Prozessschrittes zugeordneten Prozessschrittypdatensatz (46) verknüpfen, wonach ein Warnsignal ausgegeben oder der überwachte Prozess unterbrochen wird, wenn die den Prozesseingangstyp- (47) und/oder Prozessausgangstypdatensätzen (48) zugeordneten Wahrscheinlichkeitswerte außerhalb eines vorgegebenen Wertebereiches liegen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden einen ersten Objekttypdatensatz (42) mit einem zweiten Objekttypdatensatz (41) verknüpfenden Objektrelationstypdatensatz (44) Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze (30) des ersten Objekttypdatensatzes (42) mit Objektdatensätzen (28) des zweiten Objekttypdatensatzes (41) in vorgegebener Anzahl verknüpft sind und Wahrscheinlichkeitswerte, dass Objektdatensätze (28) des zweiten Objekttypdatensatzes (41) mit Objektdatensätzen (30) des ersten Objekttypdatensatzes (42) in vorgegebener Anzahl verknüpft sind, berechnet und dem Objektrelationstypdatensatz (44) zugewiesen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte der Prozessdaten (21) über dem Bezugsinhalt (23) zugeordnete Eingabefelder eines Eingabeterminals (2) erfasst werden, dass nach dem Erfassen einzelner

Prozessdaten (21) anhand der den Prozesseingangstyp- (47) und den Prozessausgangstypdatensätzen (48) zugewiesenen Wahrscheinlichkeitswerten und / oder anhand der den Objektrelationstypdatensätzen (44, 45) zugewiesenen Wahrscheinlichkeitswerten Objekttypdatensätze (41, 42, 43) für mögliche Objekttypdatensätze (28, 30, 33) ermittelt werden, die im aktuellen Prozessschritt und in Anbetracht der den bereits erfassten Prozessdaten (21) zugeordneten Datenobjekte mit diesen oder mit dem zugehörigen Prozessschritttypdatensatz (34) mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit verknüpft werden können, und dass für die ermittelten Objekttypdatensätze (41, 42, 43) Eingabefelder am Eingabeterminal (2) angezeigt werden.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch einen graphbasierten Datenspeicher (5) für Objekttypdatensätze (28, 30, 33) und Prozessschritttypdatensätze (34) als Knoten, für Prozesseingangstypdatensätze (35) und Prozessausgangstypdatensätze (36) als Kanten sowie für Objektrelationsdatensätze (29, 32) als Knoten und Kanten und durch einen graphbasierten Modellspeicher (14) für Objekttypdatensätze (41, 42, 43) und Prozessschritttypdatensätze (46) als Knoten, für Prozesseingangstypdatensätze (47) und Prozessausgangstypdatensätze (48) als Kanten, sowie für Objektrelationstypdatensätze (44, 45) als Knoten und Kanten, wobei Datenspeicher (5) und Modellspeicher (14) mit je einer, von einer Erfassungseinrichtung (1) angesteuerten Pfadabfrageeinheit (6) und einer Pfaderzeugungseinheit (4) verbunden sind.

FIG. 1

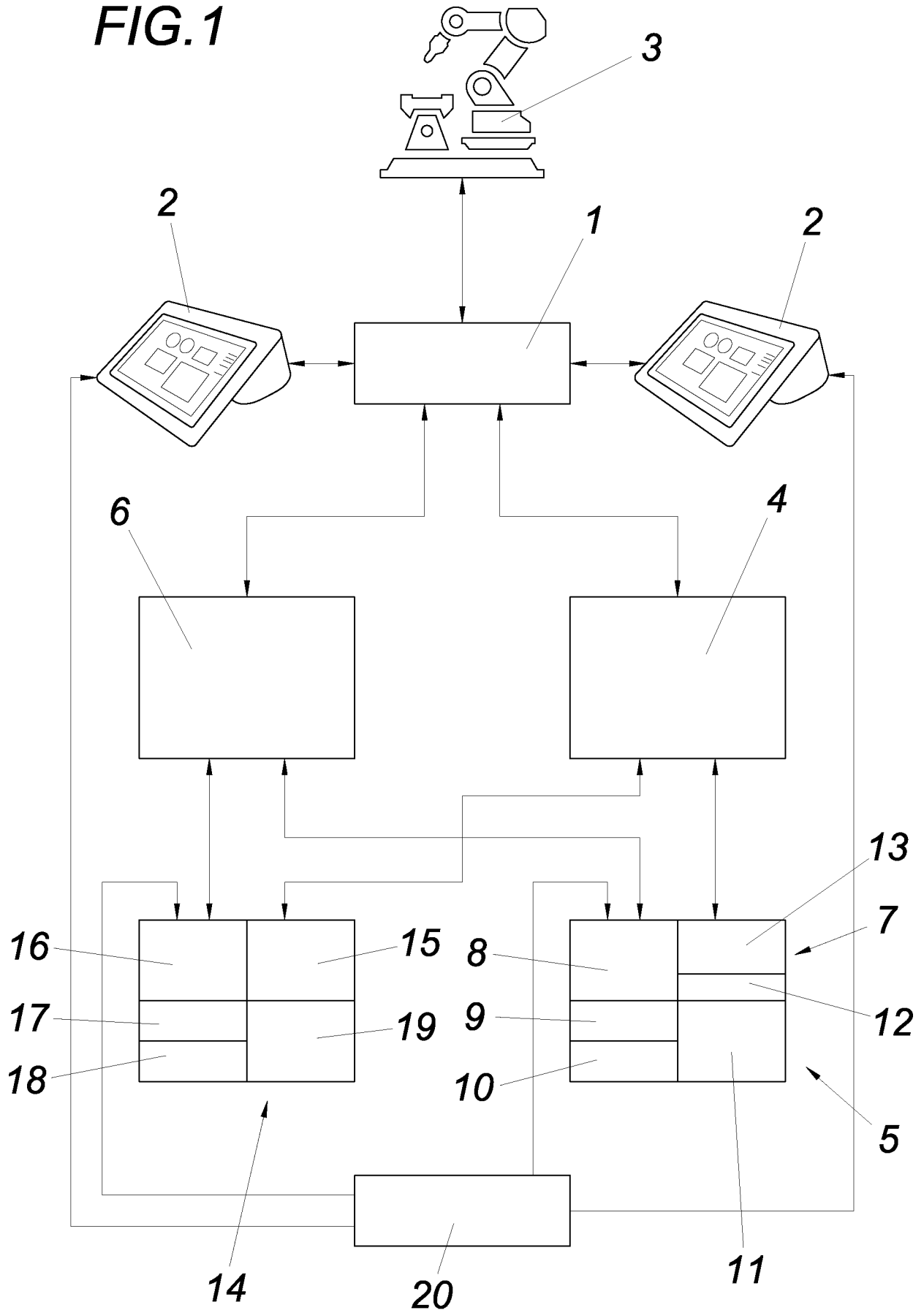


FIG.2

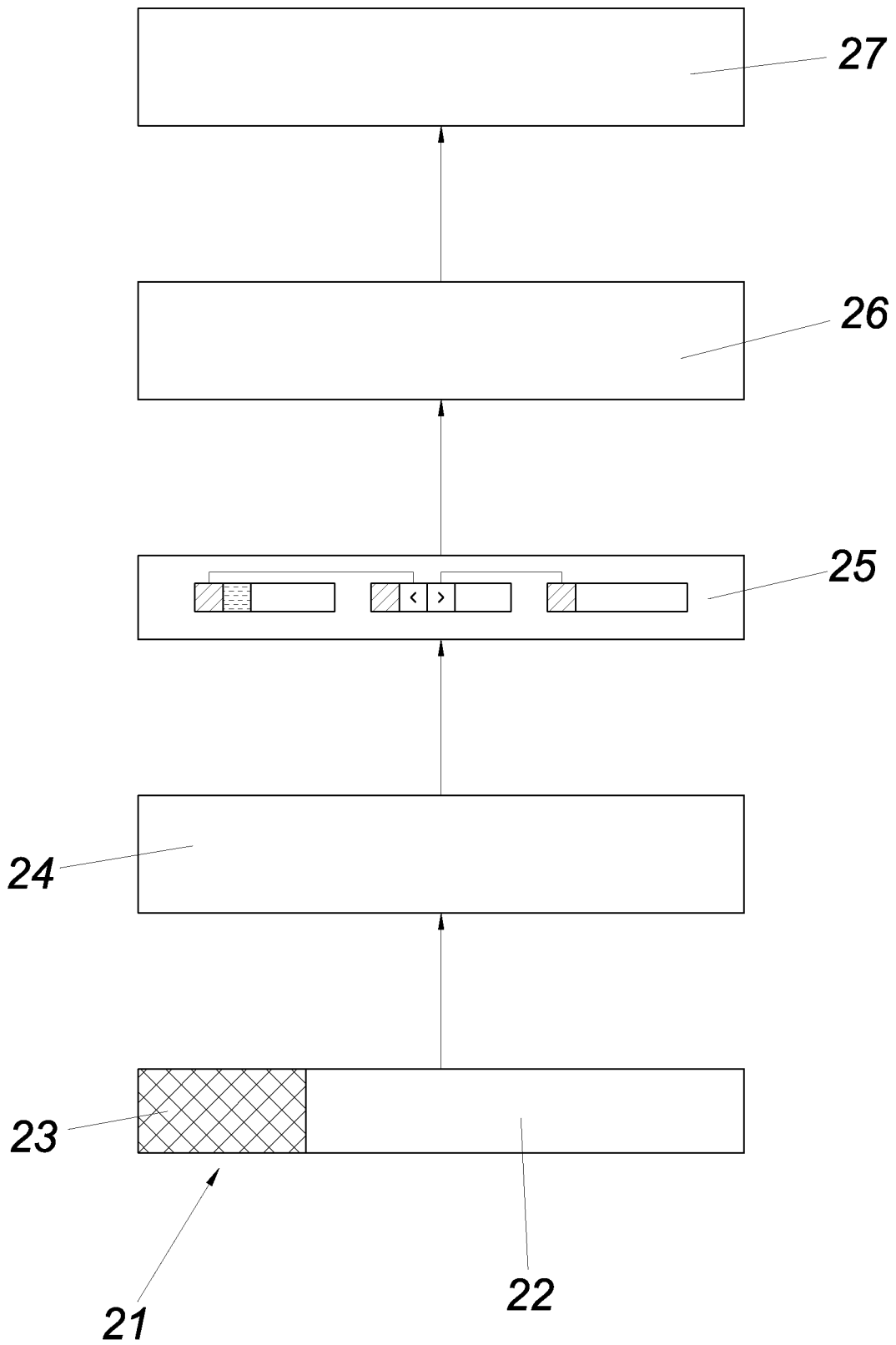
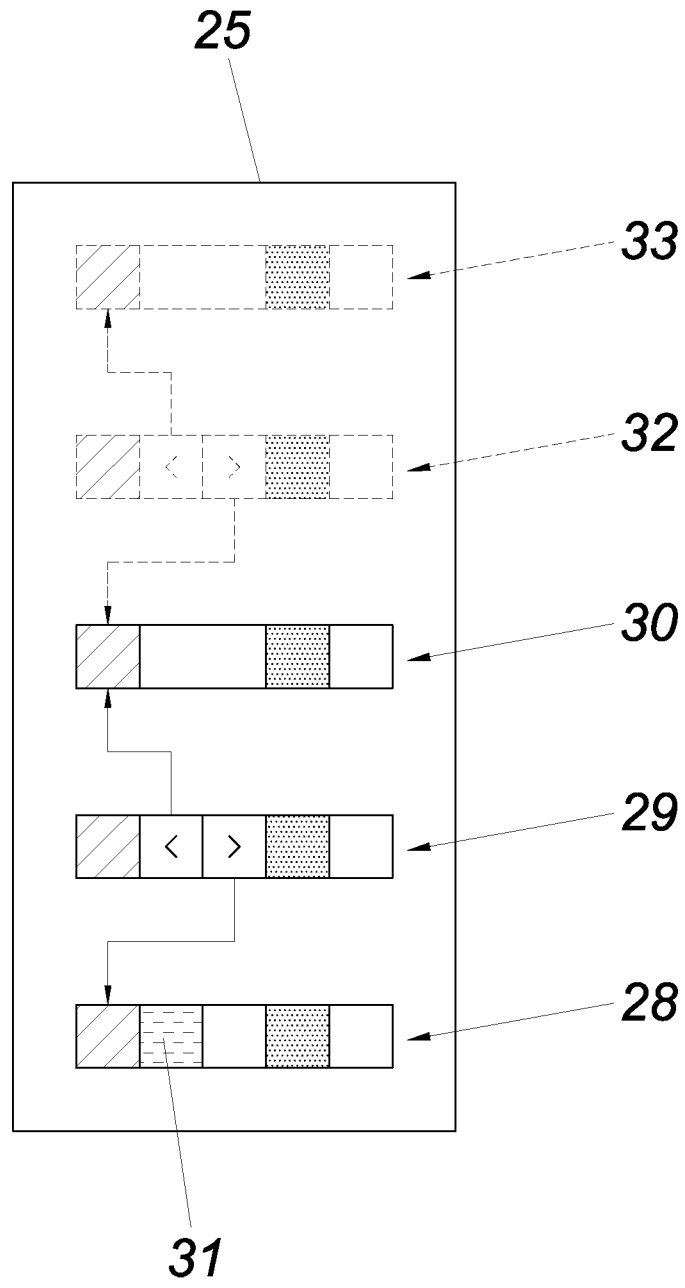


FIG.3



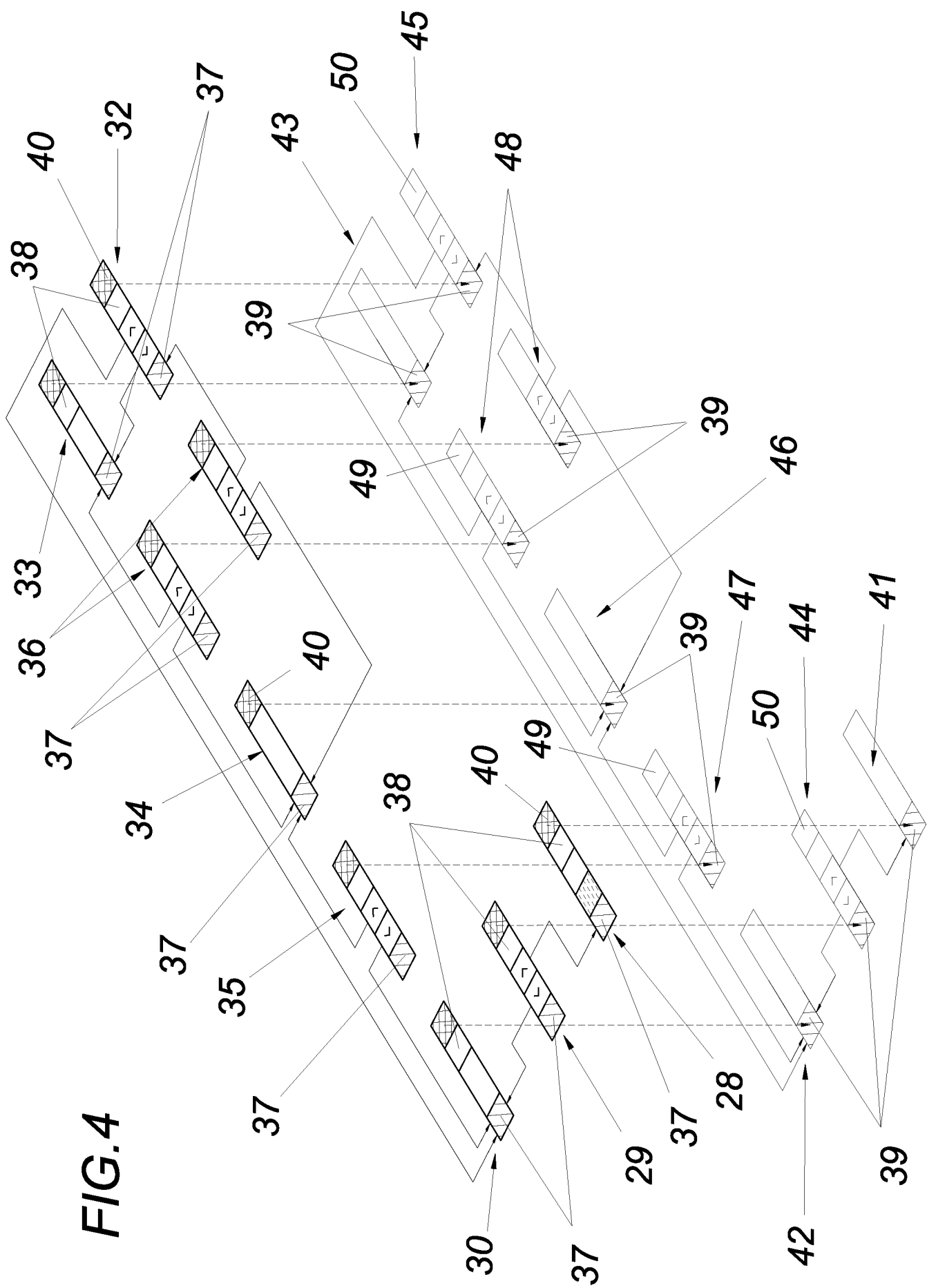
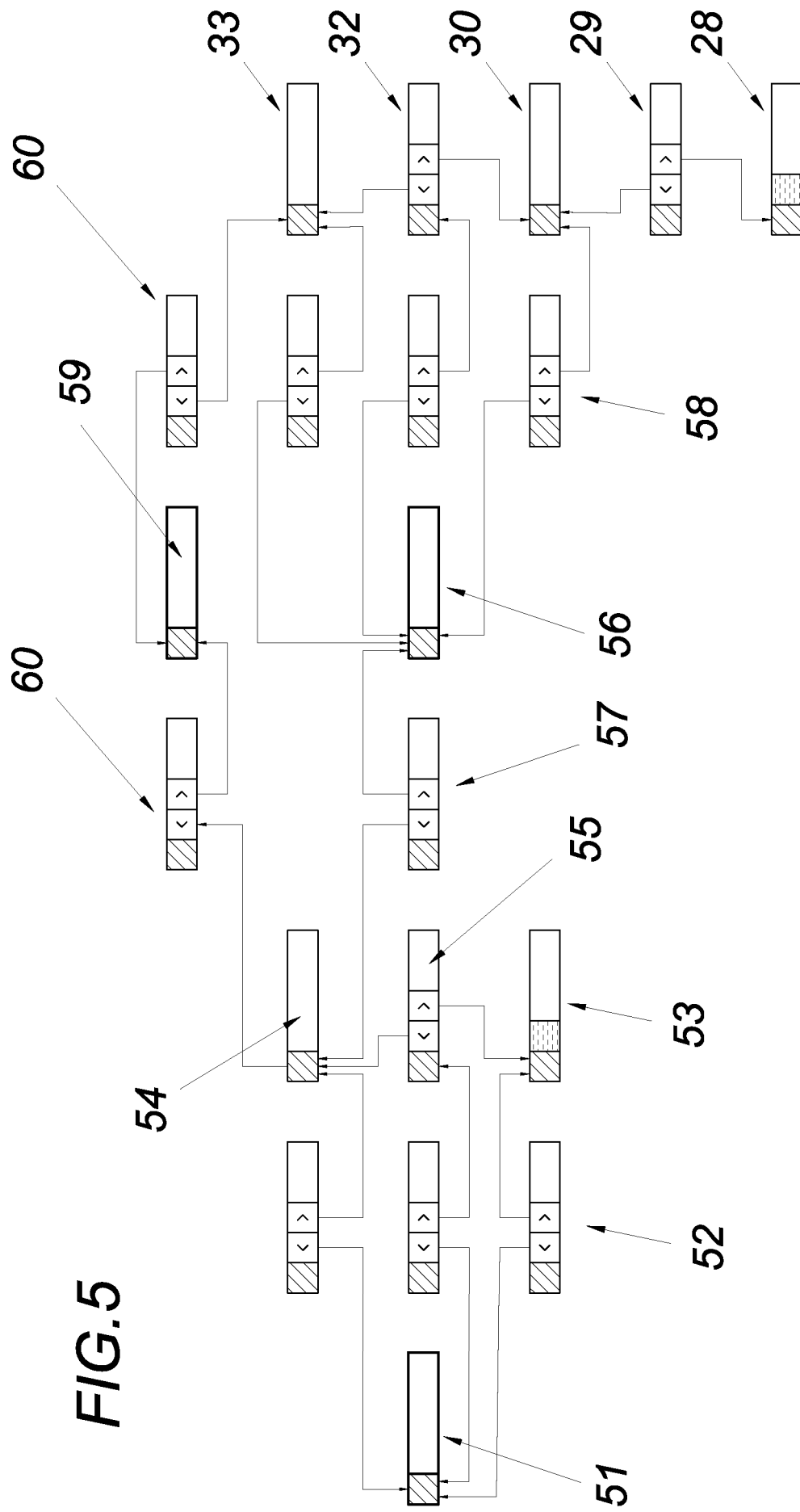


FIG. 4

FIG.5



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: G05B 19/042 (2006.01); G05B 19/418 (2006.01); G06F 17/50 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: G05B 19/042 (2013.01); G05B 19/41885 (2013.01); G06F 17/50 (2013.01); G05B 2219/35263 (2013.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G05B, G06F		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPIAP, PATDEW, PATENW, Internet: Google Patents, Scholar, Espacenet		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11.09.2018 eingereichten Ansprüchen 1 - 10 erstellt.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2011085799 A1 (KUKA LAB GMBH, KEIBEL ANDREAS, GOROLL TORSTEN) 21. Juli 2011 (21.07.2011) Zusammenfassung; Seite 2, Zeile 13 - Seite 13, Zeile 28; Figur 1 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10
A	US 2008141220 A1 (KIM HONG-RYEOL, KIM DAE-WON, PARK HONG-SEONG, KIM HONG-SEOK, LEE HO-GIL) 12. Juni 2008 (12.06.2008) Zusammenfassung; Figuren 1 - 4, 7 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10
A	DE 102008027475 A1 (KUKA ROBOTER GMBH) 10. Dezember 2009 (10.12.2009) Zusammenfassung; Paragraphen [0011] - [0055]; Figuren 1 - 3 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10
A	DE 10011661 A1 (FISHER ROSEMOUNT SYSTEMS) 14. September 2000 (14.09.2000) Zusammenfassung; Seite 3, Zeile 32 - Seite 11, Zeile 56; Figuren 1 - 3.	1 - 10
A	EP 1970783 A2 (PHOENIX CONTACT GMBH & CO) 17. September 2008 (17.09.2008) Zusammenfassung; Paragraphen [0006] - [0027], Figuren 2, 3, 5 - 7 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10
Datum der Beendigung der Recherche: 12.08.2019		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): WALTER Peter
*) Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.