(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2023 205 395 A1** 2024.12.12

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 205 395.0**
(22) Anmeldetag: **09.06.2023**
(43) Offenlegungstag: **12.12.2024**

(51) Int Cl.: ***G06F 9/50*** (2006.01)
H04L 47/783 (2022.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Marchenko, Nikolaj, 71111 Waldenbuch, DE;
Guillaume, Rene, 71032 Böblingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

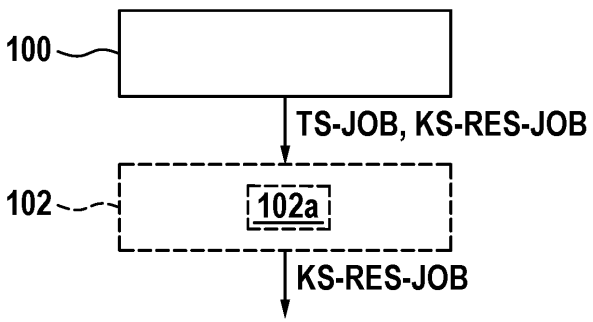
DE	**10 2016 204 680**	**A1**
DE	**10 2020 205 720**	**A1**
DE	**10 2021 111 950**	**A1**
US	**2021 / 0 373 521**	**A1**
US	**2022 / 0 147 401**	**A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Verarbeiten von mit einem technischen System assoziierten Daten**

(57) Zusammenfassung: Verfahren, beispielsweise computerimplementiertes Verfahren, zum Verarbeiten von mit einem technischen System assoziierten Daten, wobei das technische System dazu ausgebildet ist, zumindest zeitweise ein Kommunikationssystem für einen Informationsaustausch mit wenigstens einer anderen Einheit zu verwenden, wobei das Verfahren aufweist: Zuordnen einer mit dem technischen System assoziierten, beispielsweise durch das technische System auszuführenden, Aufgabe zu mit der Aufgabe assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgabe erforderlichen, Ressourcen des Kommunikationssystems, und, optional, Verwenden der mit der Aufgabe assoziierten Ressourcen.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Offenbarung betrifft ein Verfahren zum Verarbeiten von mit einem technischen System assoziierten Daten.

[0002] Die Offenbarung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Verarbeiten von mit einem technischen System assoziierten Daten.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Verfahren, beispielsweise ein computerimplementiertes Verfahren, zum Verarbeiten von mit einem technischen System assoziierten Daten, wobei das technische System dazu ausgebildet ist, zumindest zeitweise ein Kommunikationssystem für einen Informationsaustausch mit wenigstens einer anderen Einheit zu verwenden, wobei das Verfahren aufweist: Zuordnen einer mit dem technischen System assoziierten, beispielsweise durch das technische System auszuführenden, Aufgabe („Job“) zu mit der Aufgabe assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgabe erforderlichen, Ressourcen des Kommunikationssystems, und, optional, Verwenden der mit der Aufgabe assoziierten Ressourcen, beispielsweise Ermitteln, ob das Kommunikationssystem ausreichend freie Ressourcen zur Ausführung der Aufgabe aufweist, basierend auf den mit der Aufgabe assoziierten Ressourcen.

[0004] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weist das technische System wenigstens eines der folgenden Elemente auf und/oder charakterisiert bzw. repräsentiert wenigstens eines der folgenden Elemente: a) eine Maschine, b) einen Roboter, c) ein, beispielsweise fahrerloses, Transportsystem.

[0005] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist das Kommunikationssystem beispielsweise ein drahtloses Kommunikationssystem, beispielsweise ein zelluläres Mobilfunksystem, beispielsweise kompatibel zu bzw. basierend auf wenigstens einem der folgenden Standards: 4G-Standard, 5G-Standard, 6G-Standard.

[0006] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist vorgesehen, dass das Verfahren aufweist: Bereitstellen, beispielsweise Bilden, eines Ressourcenplans, der Ressourcen des Kommunikationssystems für die Ausführung wenigstens der mit dem technischen System assoziierten Aufgabe charakterisiert, beispielsweise beschreibt, und, optional, Verwenden des Ressourcenplans, beispielsweise für eine Steuerung wenigstens des technischen Systems.

[0007] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weisen die Ressourcen des Kommunikationssystems beispielsweise wenigstens eines der folgenden Elemente auf: a) Zeitressourcen, b) Frequenzressourcen, c) Coderessourcen.

[0008] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen sind mehrere technische Systeme vorgesehen, die dazu ausgebildet sind, zumindest zeitweise das Kommunikationssystem für einen Informationsaustausch mit der wenigstens einen anderen Einheit zu verwenden, und das Verfahren weist auf: Zuordnen einer mit einem jeweiligen technischen System der mehreren technischen Systeme assoziierten, beispielsweise durch das jeweilige technische System auszuführenden, Aufgabe zu mit der jeweiligen Aufgabe assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der jeweiligen Aufgabe erforderlichen, Ressourcen des Kommunikationssystems, und, optional, Bilden und/oder Verändern eines bzw. des Ressourcenplans basierend auf den mit der jeweiligen Aufgabe assoziierten Ressourcen des Kommunikationssystems.

[0009] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist vorgesehen, dass das Verfahren wenigstens eines der folgenden Elemente aufweist: a) Bereitstellen und/oder Aktualisieren wenigstens eines der Elemente: a1) Menge vorhandener, beispielsweise verfügbarer, technischer Systeme, a2) jeweilige Aufgabe der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, a3) mit der jeweiligen Aufgabe assoziierte Ressourcen des Kommunikationssystems, a4) Ressourcenplan, b) Priorisieren der Aufgaben, c) Zuweisen wenigstens einer der jeweiligen Aufgaben zu wenigstens einem technischen System der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, d) Zuordnen der zugewiesenen Aufgaben zu Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan, e) Starten der zugewiesenen Aufgaben, beispielsweise basierend auf den Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise basierend auf dem Ressourcenplan.

[0010] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist vorgesehen, dass das Verfahren wenigstens eines der folgenden Elemente aufweist: a) Orchestrieren, beispielsweise Steuern eines Betriebs, des technischen Systems und wenigstens eines weiteren technischen Systems, basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan des Kommunikationssystems, b) Ermitteln, beispielsweise Prädizieren, einer Menge von, beispielsweise insgesamt, verfügbaren Ressourcen des Kommunikationssystems, c) Ermitteln einer Priorität einer Aufgabe, beispielsweise basierend auf Kontextinformationen, d) Zuweisen von Aufgaben zu, beispielsweise verfügbaren, technischen

Systemen so, dass eine, beispielsweise gesamte, Ausführungszeit der Aufgaben minimal ist.

[0011] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens gemäß den Ausführungsformen.

[0012] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Transportsystem, beispielsweise ein fahrerloses Transportsystem, aufweisend wenigstens eine Vorrichtung gemäß den Ausführungsformen.

[0013] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren gemäß den Ausführungsformen auszuführen.

[0014] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren gemäß den Ausführungsformen auszuführen.

[0015] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Datenträgersignal, das das Computerprogramm gemäß den Ausführungsformen überträgt und/oder charakterisiert.

[0016] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf eine Verwendung des Verfahrens gemäß den Ausführungsformen und/oder der Vorrichtung gemäß den Ausführungsformen und/oder des Transportsystems gemäß den Ausführungsformen und/oder des computerlesbaren Speichermediums gemäß den Ausführungsformen und/oder des Computerprogramms gemäß den Ausführungsformen und/oder des Datenträgersignals gemäß den Ausführungsformen für wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Verwalten von Aufgaben für ein technisches System unter Berücksichtigung von mit den Aufgaben assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgaben erforderlichen, Ressourcen eines Kommunikationssystems, b) Orchestrieren, beispielsweise Steuern eines Betriebs, des technischen Systems und wenigstens eines weiteren technischen Systems, basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems, c) Aufteilen von Ressourcen des Kommunikationssystems unter Berücksichtigung von Aufgaben wenigstens eines technischen Systems, d) Reduzieren, beispielsweise Vermeiden, von Engpässen bezüglich Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise für einen Betrieb des wenigstens einen technischen Systems, e) Steigern einer Effizienz bezüglich der Nutzung des Kommunikationssystems durch das wenigstens eine technische System.

[0017] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

[0018] In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 2 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 3 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 4 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 5 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 6 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 7 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 8 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 9 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 10 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 11 schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen,

Fig. 12 schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß beispielhaften Ausführungsformen, und

Fig. 13 schematisch Aspekte von Verwendungen gemäß beispielhaften Ausführungsformen.

[0019] Beispielhafte Ausführungsformen, vgl. **Fig.** 1, 2, beziehen sich auf ein Verfahren, beispielsweise ein computerimplementiertes Verfahren, zum Verarbeiten von mit einem technischen System TS (**Fig.** 2) assoziierten Daten, wobei das technische System TS dazu ausgebildet ist, zumindest zeitweise ein Kommunikationssystem KS für einen Informationsaustausch mit wenigstens einer anderen Einheit 1 zu verwenden, wobei das Verfahren aufweist: Zuordnen 100 (**Fig.** 1) einer mit dem technischen System TS assoziierten, beispielsweise durch das technische System TS auszuführenden, Aufgabe TS-JOB zu mit der Aufgabe TS-JOB assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgabe TS-JOB verwendbaren, beispielsweise erforderlichen, Ressourcen KS-RES-JOB des Kommunikationssystems KS, und, optional, Verwenden 102 der mit der Aufgabe TS-JOB assoziierten Ressourcen KS-RES-JOB, beispielsweise Ermitteln 102a, ob das Kommunikationssystem KS ausreichend freie Ressourcen zur Ausführung der Aufgabe TS-JOB aufweist, basierend auf den mit der Aufgabe TS-JOB assoziierten Ressourcen KS-RES-JOB.

[0020] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weist das technische System TS wenigstens eines der folgenden Elemente auf und/oder charakterisiert bzw. repräsentiert wenigstens eines der folgenden Elemente: a) eine Maschine, b) einen Roboter, c) ein, beispielsweise fahrerloses, Transportsystem.

[0021] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist das Kommunikationssystem KS beispielsweise ein drahtloses Kommunikationssystem, beispielsweise ein zelluläres Mobilfunksystem, beispielsweise kompatibel zu bzw. basierend auf wenigstens einem der folgenden Standards: 4G-Standard, 5G-Standard, 6G-Standard.

[0022] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen, **Fig.** 3, ist vorgesehen, dass das Verfahren aufweist: Bereitstellen 110, beispielsweise Bilden 110a, eines Ressourcenplans RES-PLAN, der Ressourcen des Kommunikationssystems KS (**Fig.** 2) für die Ausführung wenigstens der mit dem technischen System TS assoziierten Aufgabe TS-JOB charakterisiert, beispielsweise beschreibt, und, optional, Verwenden 112 des Ressourcenplans RES-PLAN, beispielsweise für eine Steuerung wenigstens des technischen Systems TS.

[0023] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weisen die Ressourcen des Kommunikationssystems beispielsweise wenigstens eines der folgenden Elemente auf: a) Zeitressourcen, b) Frequenzressourcen, c) Coderessourcen.

[0024] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen, **Fig.** 4 sind mehrere technische Systeme vorgesehen, die dazu ausgebildet sind, zumindest zeitweise das Kommunikationssystem KS für einen Informationsaustausch mit der wenigstens einen anderen Einheit 1 zu verwenden, und das Verfahren weist auf: Zuordnen 120 einer mit einem jeweiligen technischen System der mehreren technischen Systeme assoziierten, beispielsweise durch das jeweilige technische System auszuführenden, Aufgabe TS-1-JOB, TS-2-JOB, ... zu mit der jeweiligen Aufgabe TS-1-JOB, TS-2-JOB, ... assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der jeweiligen Aufgabe TS-1-JOB, TS-2-JOB, ... erforderlichen, Ressourcen RES-TS-1-JOB, RES-TS-2-JOB, ... des Kommunikationssystems KS, und, optional, Bilden 122a und/oder Verändern 122b eines bzw. des Ressourcenplans RES-PLAN basierend auf den mit der jeweiligen Aufgabe TS-1-JOB, TS-2-JOB, ... assoziierten Ressourcen RES-TS-1-JOB, RES-TS-2-JOB, ... des Kommunikationssystems KS. Auf diese Weise können beispielsweise für mehrere technische Systeme, z.B. fahrerlose Transportsysteme, für eine Ausführung der jeweiligen Aufgabe verwendbare, beispielsweise erforderliche, Ressourcen des Kommunikationssystems KS gemeinsam betrachtet und damit beispielsweise ein Betrieb der mehreren technischen System unter Verwendung des Kommunikationssystems KS orchestriert werden.

[0025] **Fig.** 5 zeigt schematisch ein vereinfachtes Blockdiagramm gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen. Element E1 symbolisiert ein Kernnetz, beispielsweise Core Network, beispielsweise eines 5G-Kommunikationssystems. Element E2 symbolisiert eine zentrale Einheit, z.B. Central Unit (CU), die Elemente E3a, E3b symbolisieren der CU E2 zugeordnete verteilte Einheiten, z.B. Distributed Units (DU), die Elemente E4a, E4b symbolisieren einer jeweiligen DU E3a, E3b zugeordnete Funkeinheiten, z.B. Radio Units, die eine jeweilige Funkzelle E4a', E4b' bereitstellen.

[0026] Die Elemente E5, E6, E7 symbolisieren beispielhaft drei z.B. als fahrerlose Transportsysteme (FTS bzw. englisch AGV) ausgebildete mobile technische Systeme, die z.B. zumindest zeitweise innerhalb wenigstens einer der Funkzellen E4a', E4b' betreibbar sind.

[0027] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist ein Server E8, z.B. Edge-Server, vorgesehen, der beispielsweise mit dem Core Network E1 verbunden ist.

[0028] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen führt der Server E8 eine zentrale Steuerung der AGVs E5, E6, E7 aus, vgl. Element E8a, beispielsweise für eine Orchestrierung eines Betriebs der AGVs E5, E6, E7. Element E8b symbolisiert bei-

spielhaft ein oder mehrere Instanzen einer weiteren Steuerung für die individuellen AGVs E5, E6, E7.

[0029] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen empfängt die weitere Steuerung E8b beispielsweise Sensordaten von wenigstens einem AGV E5, E6, E7 und sendet Steuerbefehle an das wenigstens eine AGV E5, E6, E7, beispielsweise für wenigstens einen Aktor des wenigstens einen AGV E5, E6, E7.

[0030] **Fig.** 6 zeigt beispielhaft ein schematisches Blockdiagramm zur Illustration von Aspekten eines AGV E10 gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen. Beispielsweise kann wenigstens eines der AGVs E5, E6, E7 gemäß **Fig.** 5 die beispielhafte Konfiguration E10 gemäß **Fig.** 6 aufweisen.

[0031] Das AGV E10 weist z.B. eine Kommunikationssteuerung, z.B. Connectivity Control Unit (CCU), E11 auf, die bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen einen Datenaustausch zwischen Sensoren und/oder Aktoren E12, E13, E14 des AGV E10 und wenigstens einer externen (bezüglich des AGV E10) Einheit ermöglicht. Beispielsweise umfassen die Sensoren Bildsensoren wie z.B. Kameras und/oder LIDAR-Sensoren, usw..

[0032] Ein Betrieb der Sensoren und/oder Aktoren E12, E13, E14 bedingt Anforderungen an das Kommunikationssystem KS (z.B. hinsichtlich Bandbreite und/oder Latenz usw.), die z.B. von dem Typ der Sensoren und/oder Aktoren abhängen, beispielsweise von einer Datenmenge, die von den Sensoren (z.B. je Zeiteinheit) geliefert wird und/oder eine Periode, mit der ggf. Daten ausgetauscht werden. Somit kann bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ein Bedarf nach Ressourcen des Kommunikationssystems KS, z.B. für einen Datenaustausch zwischen dem AGV E10 und wenigstens einer externen Einheit, abhängen von einem aktuellen Zustand bzw. Betriebsmodus des AGV E10.

[0033] Obwohl sich die nachfolgenden beispielhaften Ausführungen aus Gründen der Übersichtlichkeit primär auf AGVs beziehen, sind die beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen nicht auf AGVs beschränkt sondern auf alle technischen Systeme TS anwendbar, die z.B. für ihren Betrieb zumindest zeitweise das Kommunikationssystem KS verwenden. Ebenso ist das Prinzip gemäß den Ausführungsformen nicht auf mobile Systeme wie z.B. AGV oder sonstige mobile technische Systeme beschränkt, sondern bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. auch auf (zumindest zeitweise) stationäre technische Systeme anwendbar. Beispielhaft sind die genannten technischen Systeme z.B. fernsteuerbar und/oder aus der Ferne verwaltbar, z.B. durch eine, z.B. zentrale, Einheit 1 (**Fig.** 2).

[0034] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen sind z.B. wenigstens manche der folgenden Konzepte A), B), C) zumindest zeitweise verwendbar.

A) Aufgaben

[0035] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird unter einer „Aufgabe“ (siehe z.B. Bezugszeichen TS-JOB aus **Fig.** 1) für ein technisches System TS ein Zuweisung einer, beispielsweise high-level-, Aufgabe an das technische System TS verstanden. Mit anderen Worten kann sich eine „Aufgabe“ somit z.B. auf eine übergeordnete Aufgabenzuweisung beziehen.

[0036] Beispielsweise könnte im Falle der Ausbildung des technischen Systems TS als AGV eine Aufgabe eine Anforderung sein, Material von einem ersten Ort zu einem zweiten Ort zu transportieren. Beispielsweise kann ein Administrator eine Aufgabe manuell, z.B. unter Verwendung der zentralen Steuerung E8a (**Fig.** 5) oder einem ähnlichen Tool erstellen, oder eine Aufgabe wird, z.B. automatisch, von entsprechenden Transport- und Logistikplattformen erstellt. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird ein Satz aktiver Jobs verschiedenen AGVs durch die zentrale Steuerung E8a z.B. in Abhängigkeit von verschiedenen Metriken zugewiesen, beispielsweise basierend auf ihrem aktuellen Standort, Batteriestatus, usw.

[0037] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen charakterisiert eine Aufgabe eine Anzahl (z.B. > = 1) von Manövern, die z.B. erfolgreich durchgeführt werden müssen, um die Aufgabe abzuschließen.

B) Manöver

[0038] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird unter einem „Manöver“, z.B. eines AGV, eine bestimmte Low-Level-Aufgabe oder Sammlung vergleichsweise ähnlicher Bewegungen des AGV, z.B. mit vorhersehbar ähnlichem Datenaustausch z.B. zwischen Sensoren des AGV und einer externen Einheit 1 wie z.B. einem Edge-Server verstanden.

[0039] Ein Manöver kann beispielsweise ein Parkmanöver, Wenden, Last Aufnehmen oder Absetzen, geradeaus Fahren, Hindernis Umfahren, Nothalt usw. sein.

[0040] Für jedes derartige Manöver kann z.B. ein bestimmter Datenaustausch (z.B. charakterisierbar durch eine bestimmte Datenmenge, z. B. 100 - 150 Megabyte) erwartet werden. Diese Datenaustauschmengen können z.B. auf historischen Daten basieren, die während vorangehender AGV-Fahrten gesammelt wurden. Bei weiteren beispielhaften Aus-

führungsformen kann die Datenmenge z.B. auch vergleichsweise spezifisch für bestimmte AGV-Modelle, Softwareversionen, AGV-Standorte usw. sein.

[0041] Außerdem hängen die zum Übertragen solcher Daten erforderlichen Netzwerkressourcen bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. von einem Standort des AGV, seinen Fähigkeiten zur drahtlosen Datenkommunikation mit dem Kommunikationssystem KS und z.B. von einer aktuellen Konfiguration des Kommunikationssystem KS ab.

C) Verfügbare Ressourcen des Kommunikationssystem KS

[0042] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen werden z.B. Zeit/Frequenz-Ressourcenblöcke des Kommunikationssystems KS, das z.B. ein zelluläres drahtloses 3GPP-Netzwerk vom Typ 5G sein kann (z.B. 5G New Radio), z.B. zentral, also z.B. für alle Endgeräte, z.B. Benutzergeräte (user equipment, UE), geplant, beispielsweise durch eine Basisstation, z.B. gNodeB.

[0043] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weist ein für die Funkübertragung in dem Kommunikationssystem KS verwendbarer Datenrahmen („Funkdatenrahmen“) eine begrenzte Anzahl zuzuweisender Ressourcenblöcke (z.B. Zeit und/oder Frequenzressourcen) auf. Abhängig von der Funkverbindungsqualität an einem Endgerät kann ein Ressourcenblock z.B. eine unterschiedliche Anzahl von Bits (z.B. charakterisierend Nutzdaten) tragen.

[0044] Wenn z.B. eine Qualität der Funkverbindung hoch ist, können Modulations- und Codierungsschemata (modulation and coding scheme, MCS) höherer Ordnung verwendet werden, so dass mehr Bits je Zeit empfangen und/oder gesendet werden können. Wenn z.B. die Qualität der Funkverbindung niedrig ist, ist i.d.R. auch das resultierende Modulationsschema von niedriger Ordnung, ermöglicht mithin eine vergleichsweise geringe Datenrate.

[0045] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen kann der Ressourcenplan RES-PLAN (s. z.B. auch **Fig.** 3), z.B. Netzwerkressourcenplan, als eine Anzahl geplanter und freier Ressourcenblöcke (z.B. charakterisierend entsprechende Zeit- und/oder Frequenzressourcen), z.B. für eine bestimmte Zeit in der Zukunft, angesehen werden.

[0046] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird der Ressourcenplan RES-PLAN z.B. von der zentralen Steuerung E8a (**Fig.** 5) erstellt und/oder verändert und/oder verwaltet.

[0047] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird der Ressourcenplan RES-PLAN z.B. mit einer, z.B. integralen, Ressourcenzuweisungsfunktion RES-FKT (**Fig.** 2) des Kommunikationssystems KS verbunden.

[0048] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen werden wenigstens manche der nachfolgenden genannten drei Aspekte A., B., C. durch die zentrale Steuerung E8a berücksichtigt.

[0049] Aspekt A.: erforderliche Ressourcen des Kommunikationssystems KS für Aufgabe, beispielsweise für jede Aufgabe. Um eine Aufgabe auszuführen, sendet und/oder empfängt ein technisches System TS wie z.B. ein AGV eine gewisse Datenmenge, z.B. mit einer oder mehreren Datenraten und/oder Verlässlichkeitsstufen. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen wird vorgeschlagen, eine Liste zu erstellen, in der wenigstens eine Aufgabe, beispielsweise für ein AGV, einer entsprechenden Menge von Ressourcen des Kommunikationssystems KS zugeordnet wird, die zur Ausführung der wenigstens einen Aufgabe verwendbar, beispielsweise erforderlich, sind. Die Liste kann z.B. auch mehrere Aufgaben mit jeweilig zugeordneten Ressourcen des Kommunikationssystems KS aufweisen. Die Erstellung der Liste kann z.B. auf geeigneten Methoden des maschinellen Lernens (ML) basieren, und die Liste kann z.B. auch Kontextinformationen enthalten, wie z. B. den Standort und damit die von dem AGV beobachtbaren Kanalbedingungen eines Funkkanals des Kommunikationssystems KS.

[0050] Aspekt B.: Ressourcenplan RES-PLAN, beispielsweise für das Kommunikationssystem KS. Beispielsweise enthält der Ressourcenplan RES-PLAN einen Plan von Ressourcen des Kommunikationssystems KS, die für einzelne Aufgaben geplant sind, die z.B. zugewiesen und ausgeführt werden. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen sind die maximal verfügbaren Ressourcen, z.B. Netzwerkressourcen (z. B. in Ressourcenblöcken, wie sie in 3GPP standardisiert sind), für eine gegebene Netzwerkkonfiguration und Bandbreite bekannt. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist eine zeitliche Auflösung des Netzwerkressourcenplans vergleichsweise lang - z.B. in Dimensionen von Sekunden bis Minuten, und ein Zeithorizont kann z.B. mehrere Aufgaben umfassen, z.B. für 0,5 Stunden bis 2 Stunden.

[0051] Aspekt C.: Planer (z.B. Scheduler), der Aspekte (beispielsweise verfügbare Ressourcen) des Kommunikationssystems KS berücksichtigt. Der Scheduler überprüft z.B., ob genügend Ressourcen in dem Ressourcenplan vorhanden sind, um die Aufgaben für die technischen Systeme TS, TS' gemäß den für die Aufgaben erforderlichen Ressourcen z.B. gemäß Aspekt A. auszuführen. Z.B. ist der Scheduler dazu ausgebildet, den Netzwerkressourcenplan mit der berechneten Ressourcenzuweisung zu aktualisieren.

[0052] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen, **Fig.** 7, ist vorgesehen, dass das Verfahren wenigstens eines der folgenden Elemente aufweist: a) Bereitstellen E20 und/oder Aktualisieren E20a wenigstens eines der Elemente: a1) Menge vorhandener, beispielsweise verfügbarer, technischer Systeme TS, a2) jeweilige Aufgabe TS-JOB der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, a3) mit der jeweiligen Aufgabe TS-JOB assoziierte Ressourcen KS-RES-JOB des Kommunikationssystems KS, a4) Ressourcenplan RES-PLAN, b) Priorisieren E21 der Aufgaben, c) Zuweisen E22 wenigstens einer der jeweiligen Aufgaben zu wenigstens einem technischen System der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, beispielsweise basierend auf Prioritäten, wie sie in Block E21 ermittelbar sind, d) Zuordnen E23 der zugewiesenen Aufgaben zu Ressourcen des Kommunikationssystems KS, beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan RES-PLAN, e) Starten E24 der zugewiesenen Aufgaben, beispielsweise basierend auf den Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise basierend auf dem Ressourcenplan. Optional wird der beispielhafte Ablauf der Blöcke E20, E20a, E21, E22, E23, E24 wiederholt, s. Element E25.

[0053] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist wenigstens einer der folgenden beispielhaften Aspekte, z.B. im Rahmen des Bereitstellens E20 und/oder des Aktualisierens E20a, berücksichtigbar und/oder ausführbar: Aktualisieren wenigstens einer Liste der verfügbaren technischen Systeme, z.B. AGVs, Öffnen, z.B. Ermitteln, von Aufgaben und/oder von für die Erledigung der Aufgaben erforderlichen Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise basierend auf dem Ressourcenplan. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist der Ressourcenplan anfangs z.B. leer, da noch keine Aufgaben vergeben worden sind. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist zu jedem Zeitpunkt des Ressourcenplans bekannt, wie viele Ressourcen insgesamt zur Verfügung stehen. Diese Informationen sind z.B. aus einer Konfiguration des Kommunikationssystems KS bekannt, also z.B. wie viele Ressourcen das Kommunikationssystem KS einer oder mehreren, beispielsweise allen, Aufgaben bereitstellt. Da jedoch die Menge verfügbarer Ressourcen in drahtlosen Systemen typischerweise mit den Funkkanalbedingungen variiert, kann bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen eine Ressourcenschätzung und/oder -vorhersage vorhanden sein. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist zu erwarten, dass kurzfristige Vorhersagen zuverlässiger sind als langfristige Vorhersagen, sodass es z.B. vorteilhaft sein kann, wenn die prognostizierte Verfügbarkeit von Ressourcen regelmäßig aktualisiert wird. Darüber hinaus können Aktualisierungen ausgeführt werden, wenn es einige Änderungen in den Ausführungsplänen, einige unvorhergesehene Verzögerungen oder Neuberechnungen von Zuordnungen von Ressourcen zu Aufgaben gibt.

[0054] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist wenigstens einer der folgenden beispielhaften Aspekte, z.B. im Rahmen des Priorisierens E21, berücksichtigbar und/oder ausführbar. Beispielsweise kann die zentrale Steuerung E8a (**Fig.** 5) eine Priorität und/oder Dringlichkeit der Aufgaben, die z.B. in einer Warteschlange organisiert sein können, identifizieren. Dies kann z.B. entweder durch zuvor zugewiesene Prioritätsindikatoren erfolgen, die z.B. als Teil einer z.B. in einer Datenbank gespeicherten Aufgabenbeschreibung bereitgestellt werden. Oder die zentrale Steuerung E8a ermittelt die Priorität einer Aufgabe, z.B. basierend auf verfügbaren Kontextinformationen, die z.B. von einem Transport- und Logistiksystem bereitgestellt werden und/oder direkt von Sensoren gelesen werden. Weitere mögliche Kontextinformationen sind z.B. ein Materialbestand und/oder Alarme und/oder andere Ereignisse. Beispielhaft bezieht sich die Priorität einer Aufgabe auf mit der Aufgabe assoziierte geschäftliche Anforderungen, z.B. eine Relevanz für einen kontinuierlichen Produktionsprozess.

[0055] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist wenigstens einer der folgenden beispielhaften Aspekte, z.B. im Rahmen des Zuweisens E22, berücksichtigbar und/oder ausführbar. Beispielsweise kann ein, z.B. separater, Algorithmus offene Aufgaben verfügbaren technischen Systemen TS, z.B. AGVs, zuweisen, beispielsweise mit dem Ziel, eine Gesamt-Ausführungszeit aller Aufgaben zu minimieren, beispielsweise basierend auf einem aktuellen Zustand wenigstens eines technischen Systems und/oder auf einem Ort usw. Alternativ oder ergänzend können auch andere Aspekte als die beispielhaft genannte Gesamt-Ausführungszeit berücksichtigt werden, z.B. eine Energieeffizienz.

[0056] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist wenigstens einer der folgenden beispielhaften Aspekte, z.B. im Rahmen des Zuordnens E23, berücksichtigbar und/oder ausführbar. Es kann z.B. ein Planer, z.B. Scheduler, vorgesehen sein, der bestehende Aufgaben verfügbaren Ressourcen z.B. des Ressourcenplans zuordnet. Beispielsweise ermittelt der Scheduler eine Reihenfolge der Abarbeitung verschiedener Aufgaben. Beispielhaft können Ausgangsdaten des Schedulers einen aktualisierten Ressourcenplan aufweisen, der zugeordnete Aufgaben enthält. Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen können Aufgaben, beispielsweise Gruppen von Aufgaben, auf verschiedene Weise orchestriert werden, beispielsweise mit unterschiedlichen Optimierungszielen wie z.B.: - vorrangiges Bearbeiten von Aufgaben mit höchster Priorität, - Bearbeiten von möglichst vielen Aufgaben, - Erzielen einer maximalen Ressourcenausnutzung, -

vorrangiges Bearbeiten von Aufgaben mit kürzester Fertigstellungszeit, usw.. Bei der Formulierung eines Optimierungsproblems kann bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. auch eine Teilmenge dieser Ziele gemeinsam betrachtet werden.

[0057] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist wenigstens einer der folgenden beispielhaften Aspekte, z.B. im Rahmen des Startens E24, berücksichtigbar und/oder ausführbar: Starten, beispielsweise Initiieren, der Aufgaben basierend auf dem Ressourcenplan, beispielsweise mittels der zentralen Steuerung E8a (**Fig.** 5).

[0058] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen, **Fig.** 8, ist vorgesehen, dass das Verfahren wenigstens eines der folgenden Elemente aufweist: a) Orchestrieren 130, beispielsweise Steuern eines Betriebs, des technischen Systems TS und wenigstens eines weiteren technischen Systems TS' (z.B. Orchestrieren mehrerer AGVs), basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems KS, beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan des Kommunikationssystems, b) Ermitteln 131, beispielsweise Prädizieren 132, einer Menge KS-RES-GES von, beispielsweise insgesamt, verfügbaren Ressourcen des Kommunikationssystems KS, c) Ermitteln 133 einer Priorität TS-JOB-PRIO einer Aufgabe (oder z.B. mehrere Aufgaben), beispielsweise basierend auf Kontextinformationen, d) Zuweisen 134 von Aufgaben zu, beispielsweise verfügbaren, technischen Systemen so, dass eine, beispielsweise gesamte, Ausführungszeit der Aufgaben minimal ist.

[0059] Fig. 9 zeigt schematisch ein vereinfachtes Flussdiagramm gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen, das z.B. Aspekte eines Planers, z.B. Schedulers, gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen veranschaulicht, beispielsweise im Sinne einer Orchestrierung mehrerer AGVs, die auf einer Priorität von Aufgaben basiert, die den jeweiligen AGVs zugeordnet sind. Beispielhaft entsprechen die Elemente E30, E31, E32 gemäß **Fig.** 9 den Elementen E20, E20a, E21, E22 gemäß **Fig.** 7.

[0060] Element E33 gemäß **Fig.** 9 symbolisiert das Ermitteln bzw. Auswählen einer Aufgabe mit der höchsten Priorität, z.B. von einer Liste von Aufgaben, und, optional, das Ermitteln einer Information, die einen zeitlichen Verlauf von Ressourcenanforderungen für die jeweilige Aufgabe charakterisiert. Element E34 gemäß **Fig.** 9 symbolisiert das Ausführen wenigstens eines der folgenden Aspekte: Prüfung: Sind gemäß dem Ressourcenplan genügend Ressourcen des Kommunikationssystems vorhanden? Z.B. ermittelt der Scheduler (beispielsweise charakterisierbar durch die Komponenten des Blocks E40), ob genügend Ressourcen des Kommunikationssystems für die Ausführung der ausgewählten Aufgabe gemäß den (für die Aufgabe) erforderlichen Netzwerkressourcen (die sich z.B. auch auf Anwendungsanforderungen für die Aufgabe übertragen) zur Verfügung stehen.

[0061] Falls die Prüfung gemäß Element E34 positiv ausfällt, wird zu Element E35 übergegangen, das ein Aktualisieren des Ressourcenplans vorsieht. Z.B. werden Ressourcen im Ressourcenplan als gebucht markiert, wenn sie für eine ausgewählte Aufgabe (s. Element E33) verfügbar sind. Element E36 symbolisiert einen Start der ausgewählten Aufgabe, und danach wird z.B. erneut zu Element E30 verzweigt.

[0062] Sofern jedoch die Prüfung gemäß Element E34 negativ ausfällt, wird von Element E34 zu Element E37 übergegangen, in dem geprüft wird, ob es eine nächste priorisierte Aufgabe gibt. Falls z.B. die Ressourcen für die ausgewählte Aufgabe nicht ausreichen, ist es sinnvoll, zur nächsten priorisierten Aufgabe zu gehen, s. Element E38, und zu prüfen, ob im Ressourcenplan noch Ressourcen zur Verfügung stehen, um diese nächste priorisierte Aufgabe zu planen. Ist dies nicht der Fall, wird z.B. mit der Aufgabe mit der nächsthöheren Priorität fortgefahren, und so weiter. Wenn es keine Aufgaben mehr zu prüfen gibt, kann z.B. gewartet werden, z.B. bis (wieder) Ressourcen und/oder technische Systeme wie z.B. AGV und/oder andere Aufgabe verfügbar werden bzw. eintreffen. Pfeil E39 symbolisiert einen Übergang von Element E37 zu Element E30. Beispielsweise können die Elemente E33, E34, E35, E37 wenigstens Teilaspekte einer Funktionalität eines Schedulers E40 ausführen.

[0063] Mit anderen Worten kann bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen Folgendes vorgesehen sein: Falls im Ressourcenplan nicht genügend freie Ressourcen vorhanden sind, wählt der Scheduler eine Aufgabe mit der nächsthöheren Priorität aus und versucht, die erforderlichen Ressourcen zuzuweisen. Dies geschieht z.B. so lange, bis genügend Ressourcen für eine Aufgabe im Ressourcenplan vorhanden sind oder keine der in der Warteschlange stehenden Aufgaben in der aktuellen Iteration des Gesamtprozesses eingeplant werden kann.

[0064] Nachfolgend sind weitere beispielhafte Aspekte und Ausführungsformen beschrieben, die bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination miteinander mit wenigstens einem der vorstehend beispielhaft beschriebenen Aspekte kombinierbar sind.

1) Manöver

[0065] Bei manchen Ausführungsformen kann eine zugewiesene Aufgabe, beispielsweise jede zugewie-

sene Aufgabe, durch eine Abfolge von Manövern geplant werden, die zur Ausführung der Aufgabe erforderlich sind. Beispielhaft kann man, z.B. anstelle eine Aufgabe, z.B. für ein AGV, zu betrachten, die benötigten Ressourcen des Kommunikationssystems KS je Manöver abschätzen, sie priorisieren, entsprechend in den Ressourcenplan einfügen und die Manöver entsprechend ausführen. Dies kann z.B. eine flexiblere und feingranulare Ressourcenzuteilung ermöglichen und kann bei manchen Ausführungsformen besonders sinnvoll sein, da die Manöver mit individuellen Ressourcenbedarfen und Prioritäten einhergehen können.

[0066] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen erlaubt das Gesamtverfahren zwei Scheduling-Varianten: a) Scheduling einer kompletten Sequenz von Manövern (z.B. zu einer Aufgabe gehörend) oder b) Scheduling einzelner Manöver. Bei Option a) kann z.B. davon ausgegangen werden, dass die Manöver die Priorität der Aufgabe, zu der sie gehören, erben. Bei Option b) könnte es möglich sein, die Priorität eines Manövers auf einer individuelleren Ebene festzulegen.

[0067] Eine andere Möglichkeit gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist, zwei Prioritäten pro Manöver zu berücksichtigen: Eine Priorität, die von der Aufgabe geerbt wird, und eine, die z.B. individuell aus Kontextinformationen wie z.B. Sensorwerten bestimmt wird. Im Falle eines Gleichstands beim Vergleich der ersten Priorität zweier Manöver könnte die zweite Priorität bestimmen, welches Manöver dringender eingeplant werden muss.

[0068] Ein Beispiel für Option a) gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen könnte sein, dass, z.B. in einer Fertigungseinrichtung, ein bestimmtes Material dringend an eine Maschine geliefert werden muss, um eine kontinuierliche Produktion zu ermöglichen. Diese Aufgabe ist von großer Bedeutung für den Produktionsprozess, so dass die erforderlichen Ressourcen für die gesamte Aufgabe reserviert werden, um einen angemessenen Zeitplan für die Lieferung zu gewährleisten.

[0069] Ein Beispiel für Option b) gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen könnte sein, dass zwei AGVs gleichzeitig ein Einparkmanöver durchführen müssen, was z.B. einen Einsatz von Kameras (on-board oder infrastrukturbasiert) mit hoher Auflösung und Bildrate erfordert. Da der entsprechende Ressourcenbedarf z.B. die Möglichkeiten des Kommunikationssystems KS übersteigt, kann die zentrale Steuerung E8a (**Fig.** 5) entscheiden, eines der Einparkmanöver zu verschieben und sie somit nacheinander auszuführen.

[0070] In einem anderen Szenario gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen kann z.B. ein Alarmereignis eintreten, z.B. um eine potenziell gefährliche Situation zu vermeiden (z. B. ein erhöhtes Risiko eines Zusammenstoßes von Geräten). Erforderliche Manöver zur Lösung dieser Situation können kurzfristig priorisiert werden, einschließlich der entsprechenden Zuweisung von Ressourcen.

[0071] Beide Optionen a), b) können gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. So ist Option a) in Bezug auf eine Orchestrierung weniger komplex, da die entsprechenden Vorgänge weniger häufig durchgeführt werden müssen. Außerdem ist Option a) z.B. im Hinblick auf die Fertigstellungszeit einer Aufgabe deterministischer. Bei Aufgaben mit langen Laufzeiten kann bei Option a) gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen eine vorhergesagte Verfügbarkeit von Ressourcen jedoch zu ungenau sein, so dass z.B. eine Überversorgung bis zu einem gewissen Grad erforderlich werden kann.

[0072] Option b) ist gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen rechenintensiver, aber die Verfügbarkeit von Ressourcen muss z.B. nur kurzfristig vorhergesagt werden, und sie bietet den Vorteil einer viel größeren Flexibilität und einer höheren Ressourceneffizienz. Es wird erwartet, dass mit Option b) gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen mehr Aufgaben gleichzeitig bedient werden können, da typischerweise nur wenige Manöver einer Aufgabe einen relativ hohen Ressourcenbedarf haben und eine aufgabenbezogene Reservierung diese Ressourcen blockieren muss, bis die gesamte Aufgabe erledigt ist. Daher ist es gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen statistisch gesehen wahrscheinlich, dass nur wenige dieser Manöver mit hohem Bedarf gleichzeitig ausgeführt werden.

[0073] Aus den vorstehend genannten Beispielen geht hervor, dass gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen auch ein kombinierter Ansatz aus Optionen a), b) anwendbar sein kann. Beispielsweise ist gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen für einige Aufgaben die Option a) verwendbar, während für einige Aufgaben/Manöver z.B. die Option b) besser geeignet ist.

2) Erweiterungen des Schedulers

2a) Erweiterung 1 des Schedulers

[0074] Gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen werden, z.B. in der Praxis, Aufgaben iterativ erstellt. Daher kann es gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen vorteilhaft sein, die Ressourcenanforderung für alle Aufgaben nach einem bestimmten Zeitraum nicht zu aktualisieren (und somit alle Zuweisungen im Ressourcenplan neu zu berechnen), sondern die Aufgaben in der Menge der angeforderten Ressourcen weiterlaufen

zu lassen, z.B. bis sie abgeschlossen sind, und den Anteil der angeforderten Ressourcen z.B. nur für neue/aktualisierte Aufgaben zu aktualisieren. Dies vereinfacht gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen das Orchestrierungsproblem, aber laufende Aufgaben können z.B. Ressourcen für neue Aufgaben mit höherer Priorität blockieren. Um dieses Problem zu lösen, berücksichtigt das Orchestrierungsverfahren gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. Ausnahmeregeln (z.B. für Aufgaben mit der höchsten Priorität, z.B. Alarme), die z.B. eine Unterbrechung laufender Aufgaben ermöglichen. In diesem Fall würde ein AGV Steuerungscenter, ACC (AGV Control Center), eine laufende Aufgabe aus der Menge der angeforderten Ressourcen entfernen und sie durch die Anforderung einer solchen Notfallaufgabe ersetzen. Dieses Verfahren könnte z.B. relevant sein, wenn alle Ressourcen durch laufende Aufgaben belegt sind.

2b) Erweiterung 2 des Schedulers

[0075] Gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen kann die zentrale Steuerung E8a (**Fig.** 5) Aufgaben für technische Systeme wie z.B. AGVs z.B. auf der Grundlage zuvor erfasster Informationen planen. Dabei sind gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. zwei Konzepte berücksichtigbar, die mit Aspekten der beispielhaften Darstellungen aus **Fig.** 7, 9 assoziiert sind: Konzept 1): Planung von, beispielsweise nur, einer Aufgabe für ein technisches System TS pro Iteration; Konzept 2): Planung einer Reihe von mehreren Aufgaben für ein technisches System TS pro Iteration.

[0076] Beispielsweise kann das Konzept 1) gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen weniger komplex sein, da typischerweise keine Optimierungsberechnungen für mehrere Varianten erforderlich sind. Das Ergebnis wird z.B. in erster Linie durch die Priorität einer Aufgabe und die Verfügbarkeit ausreichender Ressourcen bestimmt.

[0077] Bei Option 2) hingegen wäre es gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen möglich, optimale Kompromisse zu berechnen und beispielsweise eine maximale Ressourcenauslastung zu erreichen. Wie bereits beschrieben, sind die Möglichkeiten der Orchestrierung und Optimierung gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen sehr vielfältig.

3) Integration, beispielsweise enge Integration, mit dem Kommunikationssystem

[0078] Gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist ein Vorschlag für einen z.B. von der zentralen Steuerung E8a verwalteten Ressourcenplan vorgesehen, der z.B. unabhängig von einer Low-Level-Ressourcenreservierung des Kommunikationssystems KS sein kann und der z.B. auch in Kommunikationssystemen bzw. Netzwerken mit Best-Effort-Scheduling funktioniert, da die zentrale Steuerung E8a die Kontrolle über die Anwendung übernehmen, um die Verkehrsnachfrage zu regulieren. Außerdem unterstützen manchen konventionellen aktuellen 4G/5G-Kommunikationssysteme z.B. keine angemessene Ressourcenreservierung durch eine Anwendung.

[0079] Gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen ist vorgeschlagen, dass das Kommunikationssystem KS (**Fig.** 2) z.B. garantierte Bitraten und/oder Ressourcenreservierungen unterstützt, die z.B. durch die zentrale Steuerung E8a gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen verwendbar sind.

[0080] Gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen kann die zentrale Steuerung E8a in dieser Hinsicht z.B. auf verschiedene Weise mit dem Kommunikationssystem KS interagieren:

a) Initialisierung: Die zentrale Steuerung E8a fordert vom Kommunikationssystem KS z.B. eine bestimmte Standardbandbreite an, wobei es sich z.B. um eine Worst-Case-Annahme oder einen anderen vordefinierten Wert handeln kann, der für den Betrieb z.B. einer Flotte von AGVs als angemessen erachtet wird. Es wird davon ausgegangen, dass diese Menge an Ressourcen für eine bestimmte Betriebsdauer feststeht und vom Kommunikationssystem KS während dieser Zeit garantiert werden muss.

b) Informationsanforderung: Wenn die zentrale Steuerung E8a eine weitere Aufgabe z.B. für wenigstens ein AGV planen will, sollte es gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen die derzeit verfügbaren Netzwerkressourcen des Kommunikationssystems KS kennen. In drahtlosen Netzwerken hängt die Verfügbarkeit von Netzwerkressourcen von der tatsächlichen Kanalqualität ab, die in der Regel häufiger schwankt, als die zentrale Steuerung E8a für die Planung von Manövern benötigt. Daher kann gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen die zentrale Steuerung E8a z.B. kurz vor der Aktualisierung des Zeitplans bzw. Ressourcenplans der Aufgaben aktiv eine Aktualisierung der verfügbaren Netzwerkressourcen vom Kommunikationssystem KS anfordern. Auch wenn die zentrale Steuerung E8a gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen keine aktive Anfrage nach Ressourcen stellt, kann das Kommunikationssystem KS z.B. regelmäßig die Verfügbarkeit von Kommunikationsressourcen prüfen und die zentrale Steuerung E8a entsprechend informieren.

c) Ressourcen-Reservierung: Falls eine entsprechende Schnittstelle zur Ressourcen-

Reservierungsfunktion des Kommunikationssystems KS vorhanden ist, erfolgt die Zuweisung der Ressourcen gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen durch das Kommunikationssystem KS selbst. So könnte z.B. die zentrale Steuerung E8a die Ressourcen für die Aufgaben der AGVs direkt beim Kommunikationssystem KS anfordern, das die Ressourcen entsprechend reserviert und die Ergebnisse dieses Zuordnungsprozesses z.B. an die zentrale Steuerung zurücksendet.

[0081] Nachfolgend ist ein weiteres Beispiel gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen beschrieben. Der beispielhafte, vereinfachte Ablauf ist in **Fig.** 10 dargestellt. In Element E50 wird eine Anwendung initialisiert. Die zentrale Steuerung E8a (**Fig.** 5) fordert vom Kommunikationssystem KS (**Fig.** 2) eine bestimmte Standardbandbreite an, wobei es sich um eine Worst-Case-Annahme, also z.B. eine Mindestannahme für die Ermöglichung grundlegender Konnektivitätsdienste, z.B. ohne besondere Erwägungen oder einen anderen vordefinierten Wert, handeln kann, der gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen als angemessen angesehen wird.

[0082] Die Elemente E51, E52, E53 gemäß **Fig.** 10 entsprechen z.B. den Elementen E20, E20a, E21, E22 gemäß **Fig.** 7. In Element E54 meldet die zentrale Steuerung E8a dem Kommunikationssystem KS einen aktuellen Ressourcenbedarf für die entsprechende Aufgabe oder das jeweilige Manöver, z.B. auf individueller Basis. In Element E55 führt das Kommunikationssystem KS seine eigene Scheduler-Funktion (nicht gezeigt) aus, um die Kommunikationsressourcen für die Aufgaben entsprechend ihren individuellen Anforderungen zuzuweisen. Element E56 gemäß **Fig.** 10 entspricht Element E23 gemäß **Fig.** 7. Optional ist der Ablauf wiederholbar, s. Element E57 von **Fig.** 10.

[0083] Die weitere Steuerung E8b (**Fig.** 5) kann bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen die technischen Systeme wie z.B. AGV bzw. Roboter über das Kommunikationssystem KS steuern, z.B. bis der Roboter in einen neuen Betriebszustand eintritt oder eine neue Aufgabe von der zentralen Steuerung E8a zugewiesen bekommt.

[0084] **Fig.** 11 zeigt schematisch einen vereinfachten alternativen Ablauf für einen Betrieb technischer Systeme wie z.B. AGV, bei dem z.B. ein fester Anteil der verfügbaren Ressourcen, z.B. Ressourcenblöcke, des Kommunikationssystems KS für jedes technische System, z.B. auf der Grundlage seines jeweiligen maximalen Bedarfs (Worst-Case-Schätzung) reserviert wird. Element E60 symbolisiert die Anforderung der Reservierung der Ressourcen basierend auf dem jeweiligen maximalen Bedarf, Element E61 symbolisiert die Reservierung der Ressourcen durch das Kommunikationssystem KS, z.B. je technischem System, basierend auf der Anforderung E60. Element E62 symbolisiert das Zuweisen von Aufgaben z.B. durch die zentrale Steuerung E8a zu den technischen Systemen, Element E63 symbolisiert ein Starten der Aufgaben, und Element E64 symbolisiert ein Übergehen zu Element E62 von Element E63.

[0085] Weitere beispielhafte Ausführungsformen, **Fig.** 12, beziehen sich auf eine Vorrichtung 200 zur Ausführung wenigstens mancher Aspekte des Verfahrens gemäß den Ausführungsformen. Beispielsweise kann die Vorrichtung 200 bzw. ihre Funktionalität in der zentralen Steuerung E8a (**Fig.** 5) und/oder in wenigstens einem technischen System TS, TS', E5, E6, E7 vorgesehen sein.

[0086] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen, **Fig.** 12, ist vorgesehen, dass die Vorrichtung 200 aufweist: eine wenigstens einen Rechenkern aufweisende Recheneinrichtung („Computer“) 202, eine der Recheneinrichtung 202 zugeordnete Speichereinrichtung 204 zur zumindest zeitweisen Speicherung wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Daten DAT (z.B. mit dem wenigstens einen technischen System TS, TS' assoziierte Daten), b) Computerprogramm PRG, beispielsweise zur Ausführung des Verfahrens gemäß den Ausführungsformen.

[0087] Bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen weist die Speichereinrichtung 204 einen flüchtigen Speicher (z.B. Arbeitsspeicher (RAM)) 204a auf, und/oder einen nichtflüchtigen (NVM-) Speicher (z.B. Flash-EEPROM) 204b, oder eine Kombination hieraus oder mit anderen, nicht explizit genannten Speichertypen.

[0088] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein computerlesbares Speichermedium SM, umfassend Befehle PRG', die bei der Ausführung durch einen Computer 202 diesen veranlassen, das Verfahren gemäß den Ausführungsformen auszuführen.

[0089] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Computerprogramm PRG, PRG', umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms PRG, PRG' durch einen Computer 202 diesen veranlassen, das Verfahren gemäß den Ausführungsformen auszuführen.

[0090] Weitere beispielhafte Ausführungsformen beziehen sich auf ein Datenträgersignal DCS, das das Computerprogramm PRG, PRG' gemäß den Ausführungsformen charakterisiert und/oder überträgt. Das Datenträgersignal DCS ist beispielsweise über eine optionale Datenschnittstelle 206 der Vorrichtung 200 empfangbar.

[0091] Weitere beispielhafte Ausführungsformen, **Fig.** 2, beziehen sich auf ein technisches System TS, AGV, beispielsweise Transportsystem, beispielsweise ein fahrerloses Transportsystem, (FTS bzw. englisch AGV) aufweisend wenigstens eine Vorrichtung 200 gemäß den Ausführungsformen.

[0092] Weitere beispielhafte Ausführungsformen, **Fig.** 2, beziehen sich auf eine, beispielsweise zentrale, Steuerung E8a für technische Systeme, beispielsweise Transportsysteme, beispielsweise fahrerlose Transportsysteme, aufweisend wenigstens eine Vorrichtung 200 gemäß den Ausführungsformen.

[0093] Weitere beispielhafte Ausführungsformen, **Fig.** 2, beziehen sich auf ein Kommunikationssystem KS für technische Systeme, beispielsweise Transportsysteme, beispielsweise fahrerlose Transportsysteme, aufweisend wenigstens eine Vorrichtung 200 gemäß den Ausführungsformen.

[0094] Weitere beispielhafte Ausführungsformen, **Fig.** 13, beziehen sich auf eine Verwendung 300 des Verfahrens gemäß den Ausführungsformen und/oder der Vorrichtung 200 gemäß den Ausführungsformen und/oder des Transportsystems TS, AGV gemäß den Ausführungsformen und/oder des computerlesbaren Speichermediums SM gemäß den Ausführungsformen und/oder des Computerprogramms PRG, PRG' gemäß den Ausführungsformen und/oder des Datenträgersignals DCS gemäß den Ausführungsformen für wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Verwalten 301 von Aufgaben für ein technisches System unter Berücksichtigung von mit den Aufgaben assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgaben erforderlichen, Ressourcen eines Kommunikationssystems, b) Orchestrieren 302, beispielsweise Steuern eines Betriebs, des technischen Systems und wenigstens eines weiteren technischen Systems, basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems, c) Aufteilen 303 von Ressourcen des Kommunikationssystems unter Berücksichtigung von Aufgaben wenigstens eines technischen Systems, d) Reduzieren 304, beispielsweise Vermeiden 305, von Engpässen bezüglich Ressourcen des Kommunikationssystems, beispielsweise für einen Betrieb des wenigstens einen technischen Systems, e) Steigern 306 einer Effizienz bezüglich der Nutzung des Kommunikationssystems durch das wenigstens eine technische System.

[0095] Das Prinzip gemäß den Ausführungsformen kann vorteilhaft z.B. verwendet werden für technische Systeme wie z.B. mobile Roboter, wie z. B. fahrerlose Transportfahrzeuge (AGVs), und andere Maschinen, die z.B. für ihre Steuerung bordeigene Sensoren wie Kameras, LIDAR, RADAR oder Bewegungssensoren aufweisen können. Darüber hinaus können gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen z.B. auch andere, z.B. Off-Board-, Sensoren verwendet werden, z. B. externe Kameras oder LIDAR, die z.B. an bestimmten Orten fest installiert oder mobil und an anderen technischen Systemen wie z.B. Gabelstaplern usw. angebracht sein können.

[0096] Aufgrund der Komplexität der Verarbeitung solcher Sensorinformationen kann es bei weiteren beispielhaften Ausführungsformen von Vorteil sein, wenigstens einen Teil der Sensordaten z.B. an einen Edge-Cloud-Computer zu übertragen, z. B. über das Kommunikationssystem KS, z.B. ein 5G-Funknetz, wobei in dem Edge-Cloud-Computer z.B. eine effizientere Berechnung und Datenfusion stattfinden kann als z.B. lokal in einer lokalen Steuerungseinrichtung des technischen Systems. Die Ressourcen des Kommunikationssystem KS für solche Datenübertragungen können beispielsweise unter Verwendung des Prinzips gemäß den Ausführungsformen angefordert und/oder geplant und/oder bereitgestellt werden. Dadurch können, z.B. bei mehreren AGVs in einem Kommunikationssystem KS, die begrenzten drahtlosen Ressourcen des Kommunikationssystems KS zwischen den betreffenden Teilnehmern aufgeteilt werden.

[0097] Durch eine Planung der Aufgaben und/oder Ressourcen basierend auf dem Prinzip gemäß den Ausführungsformen können z.B. Engpässe bei der Datenübertragung vermieden werden. Mit anderen Worten ermöglicht das Prinzip gemäß den Ausführungsformen z.B. eine Bereitstellung einer Verwaltung von technischen Systemen wie z.B. AGVs unter Berücksichtigung von Aspekten (z.B. einer Ressourcenverfügbarkeit und/oder Ressourcenplanung) eines Kommunikationssystems KS. Damit können z.B. Roboterplanungsalgorithmen, die gemeinsam mit der Vorhersage der Verbindungsqualität, der Vorhersage des Bedarfs an Netzressourcen des Kommunikationssystems KS und der Planung von Roboteraufgaben arbeiten sollen, bereitgestellt werden. Das Prinzip gemäß den Ausführungsformen ermöglicht z.B. auch die Bereitstellung von Automatisierungsprodukten, bei denen Steuerungsfunktionen zwischen einem Endgerät und einer Fernsteuerung aufgeteilt sind und bei denen eine Kommunikation über ein drahtloses Kommunikationssystem KS erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren, beispielsweise computerimplementiertes Verfahren, zum Verarbeiten von mit einem technischen System (TS) assoziierten Daten, wobei das technische System (TS) dazu ausgebildet ist, zumindest zeitweise ein Kommunikationssystem (KS) für einen Informationsaustausch mit wenigstens einer anderen Einheit (1) zu verwenden, wobei das Verfahren aufweist: Zuordnen (100)

einer mit dem technischen System (TS) assoziierten, beispielsweise durch das technische System (TS) auszuführenden, Aufgabe (TS-JOB) zu mit der Aufgabe (TS-JOB) assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgabe (TS-JOB) erforderlichen, Ressourcen (KS-RES-JOB) des Kommunikationssystems (KS), und, optional, Verwenden (102) der mit der Aufgabe (TS-JOB) assoziierten Ressourcen (KS-RES-JOB), beispielsweise Ermitteln (102a), ob das Kommunikationssystem (KS) ausreichend freie Ressourcen zur Ausführung der Aufgabe (TS-JOB) aufweist, basierend auf den mit der Aufgabe (TS-JOB) assoziierten Ressourcen (KS-RES-JOB).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das technische System (TS) wenigstens eines der folgenden Elemente aufweist und/oder wenigstens eines der folgenden Elemente charakterisiert: a) eine Maschine, b) einen Roboter, c) ein, beispielsweise fahrerloses, Transportsystem.

3. Verfahren nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, aufweisend: Bereitstellen (110), beispielsweise Bilden (110a), eines Ressourcenplans (RES-PLAN), der Ressourcen des Kommunikationssystems (KS) für die Ausführung wenigstens der mit dem technischen System (TS) assoziierten Aufgabe (TS-JOB) charakterisiert, beispielsweise beschreibt, und, optional, Verwenden (112) des Ressourcenplans (RES-PLAN), beispielsweise für eine Steuerung wenigstens des technischen Systems (TS).

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, wobei mehrere technische Systeme (TS-1, TS-2, ...; E5, E6, E7) vorgesehen sind, die dazu ausgebildet sind, zumindest zeitweise das Kommunikationssystem (KS) für einen Informationsaustausch mit der wenigstens einen anderen Einheit (1) zu verwenden, wobei das Verfahren aufweist: Zuordnen (120) einer mit einem jeweiligen technischen System der mehreren technischen Systeme (TS-1, TS-2, ...) assoziierten, beispielsweise durch das jeweilige technische System auszuführenden, Aufgabe (TS-1-JOB, TS-2-JOB, ...) zu mit der jeweiligen Aufgabe (TS-1-JOB, TS-2-JOB, ...) assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der jeweiligen Aufgabe (TS-1-JOB, TS-2-JOB, ...) erforderlichen, Ressourcen (RES-TS-1-JOB, RES-TS-2-JOB, ...) des Kommunikationssystems (KS), und, optional, Bilden (122a) und/oder Verändern (122b) eines bzw. des Ressourcenplans (RES-PLAN) basierend auf den mit der jeweiligen Aufgabe (TS-1-JOB, TS-2-JOB, ...) assoziierten Ressourcen (RES-TS-1-JOB, RES-TS-2-JOB, ...) des Kommunikationssystems (KS).

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, aufweisend wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Bereitstellen (E20) und/oder Aktualisieren (E20a) wenigstens eines der Elemente: a1) Menge vorhandener, beispielsweise verfügbarer, technischer Systeme, a2) jeweilige Aufgabe der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, a3) mit der jeweiligen Aufgabe assoziierte Ressourcen des Kommunikationssystems, a4) Ressourcenplan (RES-PLAN), b) Priorisieren (E21) der Aufgaben, c) Zuweisen (E22) wenigstens einer der jeweiligen Aufgaben zu wenigstens einem technischen System der vorhandenen, beispielsweise verfügbaren, technischen Systeme, d) Zuordnen (E23) der zugewiesenen Aufgaben zu Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan (RES-PLAN), e) Starten (E24) der zugewiesenen Aufgaben, beispielsweise basierend auf den Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), beispielsweise basierend auf dem Ressourcenplan (RES-PLAN).

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, aufweisend wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Orchestrieren (130), beispielsweise Steuern, eines Betriebs, des technischen Systems (TS) und wenigstens eines weiteren technischen Systems (TS'), basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), beispielsweise basierend auf einem bzw. dem Ressourcenplan (RES-PLAN) des Kommunikationssystems (KS), b) Ermitteln (131), beispielsweise Prädizieren (132), einer Menge (KS-RES-GES) von, beispielsweise insgesamt, verfügbaren Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), c) Ermitteln (133) einer Priorität (TS-JOB-PRIO) einer Aufgabe (TS-JOB), beispielsweise basierend auf Kontextinformationen, d) Zuweisen (134) von Aufgaben zu, beispielsweise verfügbaren, technischen Systemen (TS) so, dass eine, beispielsweise gesamte, Ausführungszeit der Aufgaben minimal ist.

7. Vorrichtung (200) zur Ausführung des Verfahrens nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche.

8. Transportsystem, beispielsweise fahrerloses Transportsystem, (AGV) aufweisend wenigstens eine Vorrichtung (200) nach Anspruch 7.

9. Computerlesbares Speichermedium (SM), umfassend Befehle (PRG), die bei der Ausführung durch einen Computer (202) diesen veranlassen, das Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

10. Computerprogramm (PRG), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms (PRG) durch einen Computer (202) diesen veranlas-

sen, das Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

11. Datenträgersignal (DCS), das das Computerprogramm (PRG) nach Anspruch 10 überträgt und/oder charakterisiert.

12. Verwendung (300) des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 und/oder der Vorrichtung (200) nach Anspruch 7 und/oder des Transportsystems (AGV) nach Anspruch 8 und/oder des computerlesbaren Speichermediums (SM) nach Anspruch 9 und/oder des Computerprogramms (PRG) nach Anspruch 10 und/oder des Datenträgersignals (DCS) nach Anspruch 11 für wenigstens eines der folgenden Elemente: a) Verwalten (301) von Aufgaben (TS-JOB) für ein technisches System (TS) unter Berücksichtigung von mit den Aufgaben (TS-JOB) assoziierten, beispielsweise für eine Ausführung der Aufgaben (TS-JOB) erforderlichen, Ressourcen (KS-RES-JOB) eines Kommunikationssystems (KS), b) Orchestrieren (302), beispielsweise Steuern eines Betriebs, des technischen Systems (TS) und wenigstens eines weiteren technischen System (TS'), basierend auf, beispielsweise verfügbaren, Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), c) Aufteilen (303) von Ressourcen des Kommunikationssystems (KS) unter Berücksichtigung von Aufgaben (TS-JOB) wenigstens eines technischen Systems (TS, TS'), d) Reduzieren (304), beispielsweise Vermeiden (305), von Engpässen bezüglich Ressourcen des Kommunikationssystems (KS), beispielsweise für einen Betrieb des wenigstens einen technischen Systems (TS, TS'), e) Steigern (306) einer Effizienz bezüglich der Nutzung des Kommunikationssystems (KS) durch das wenigstens eine technische System (TS, TS').

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

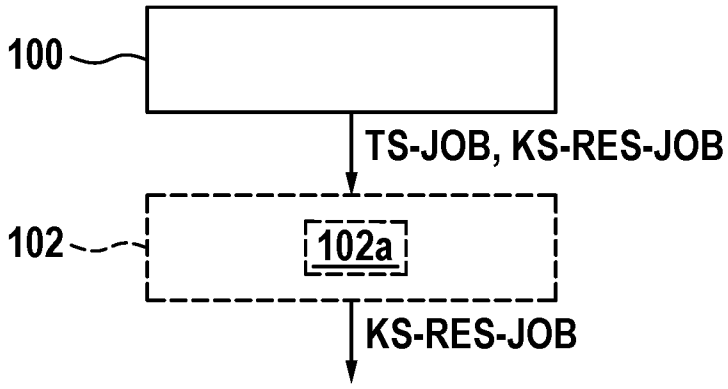


Fig. 2

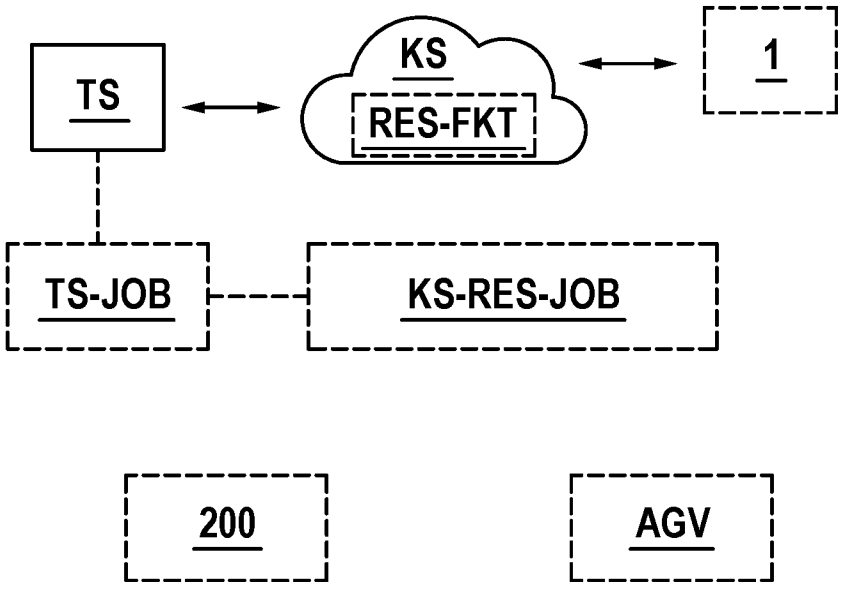


Fig. 3

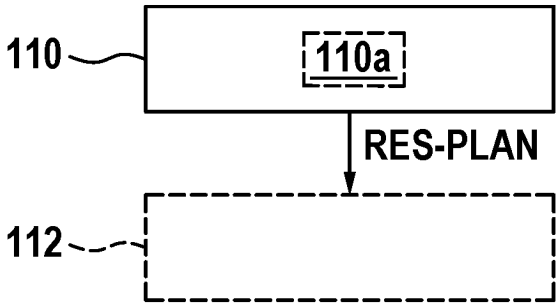

110
110a
RES-PLAN
112

Fig. 4

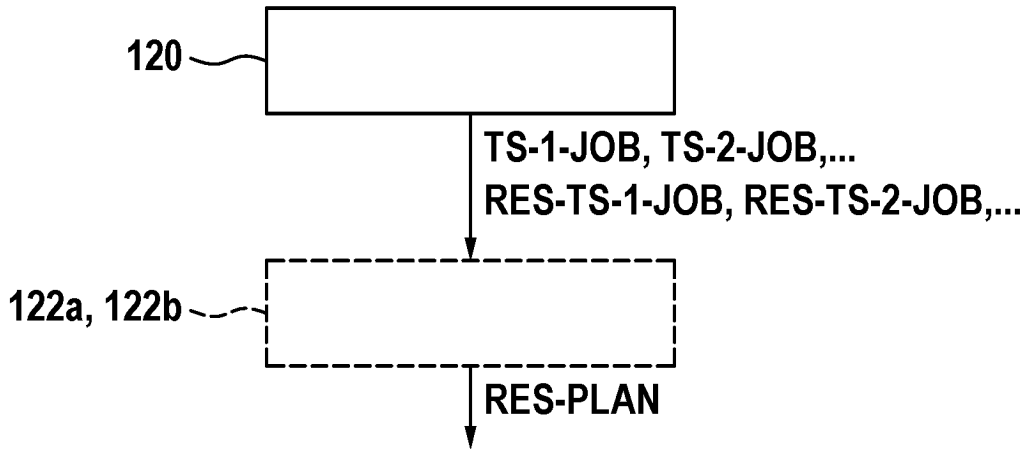

120
TS-1-JOB, TS-2-JOB,...
RES-TS-1-JOB, RES-TS-2-JOB,...
122a, 122b
RES-PLAN

Fig. 5

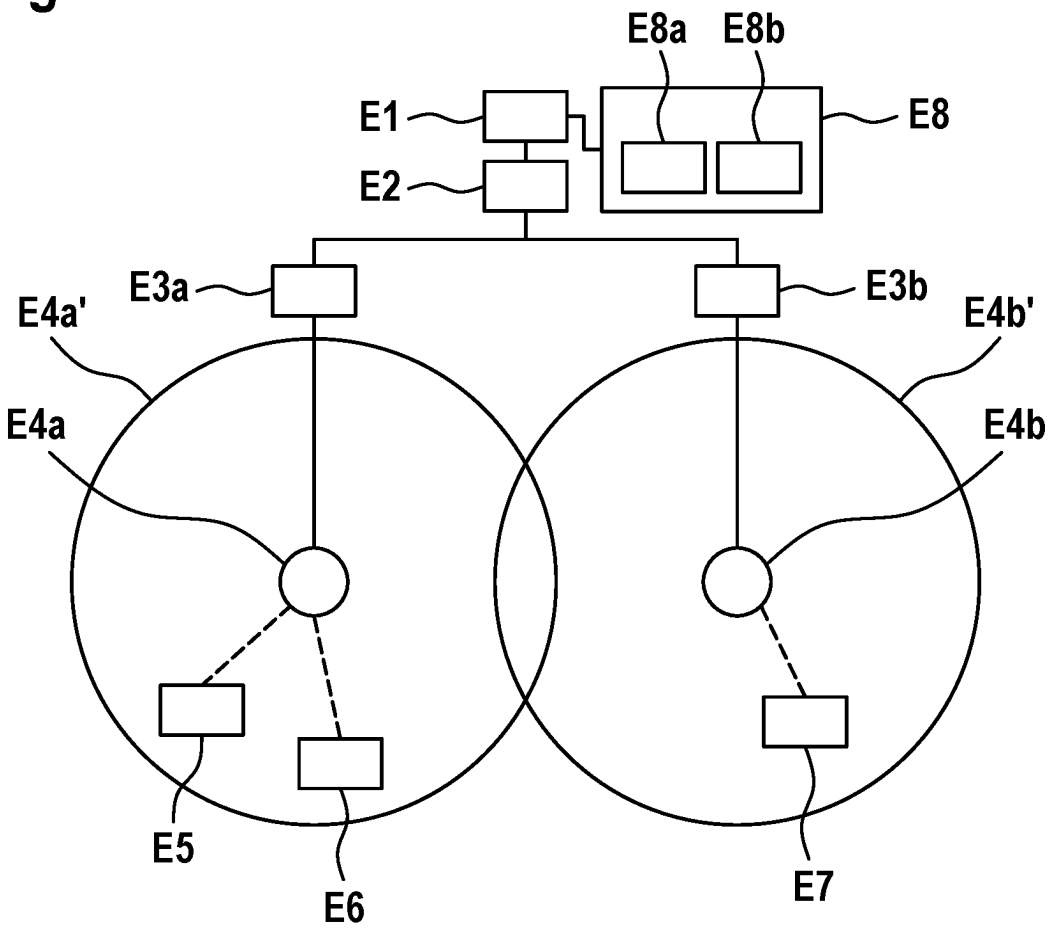

E8a
E8b
E1
E8
E2
E3a
E3b
E4a'
E4b'
E4a
E4b
E5
E6
E7

Fig. 6

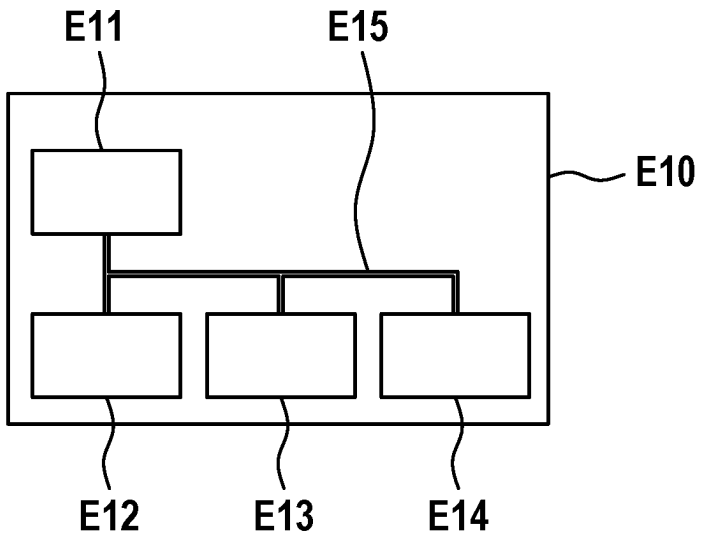

E11
E15
E10
E12
E13
E14

Fig. 7

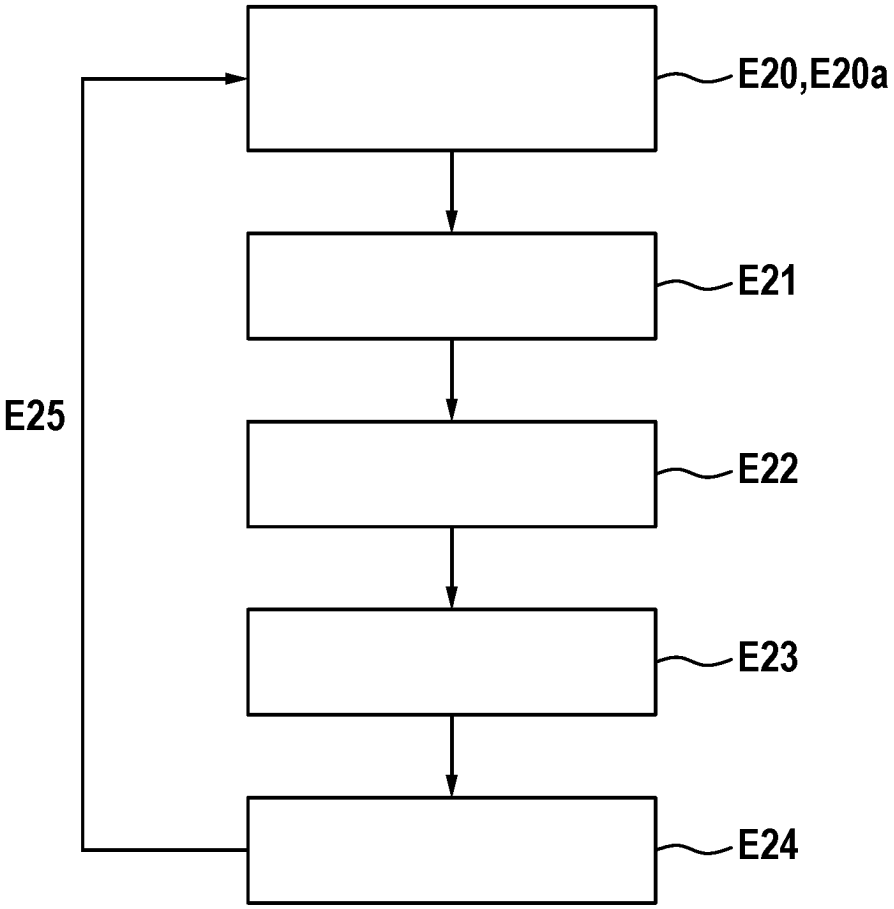


Fig. 8

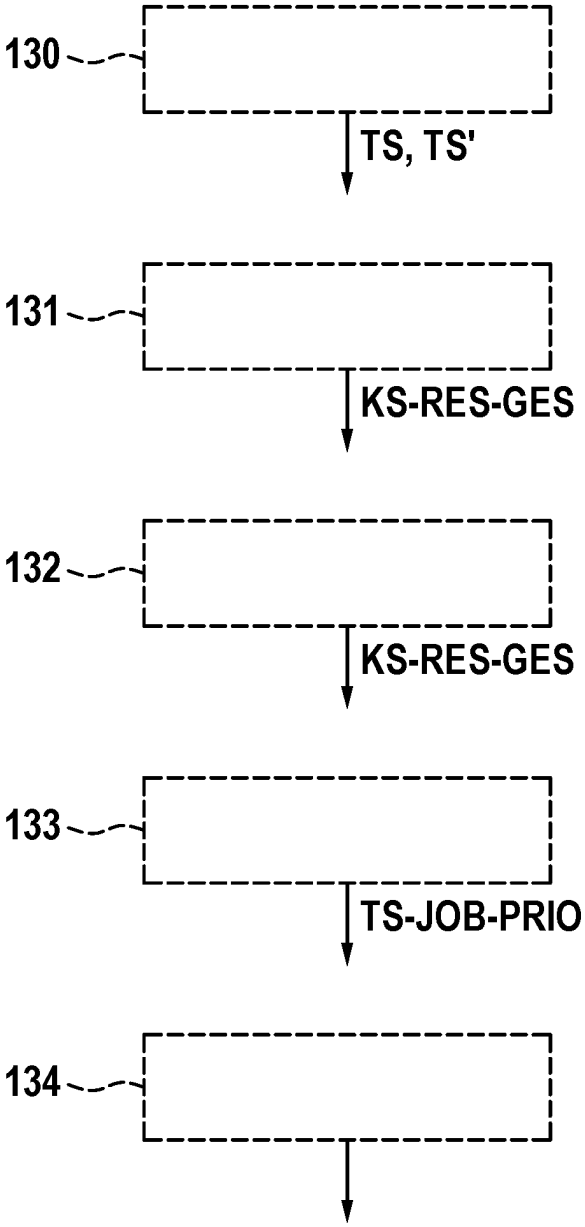


Fig. 9

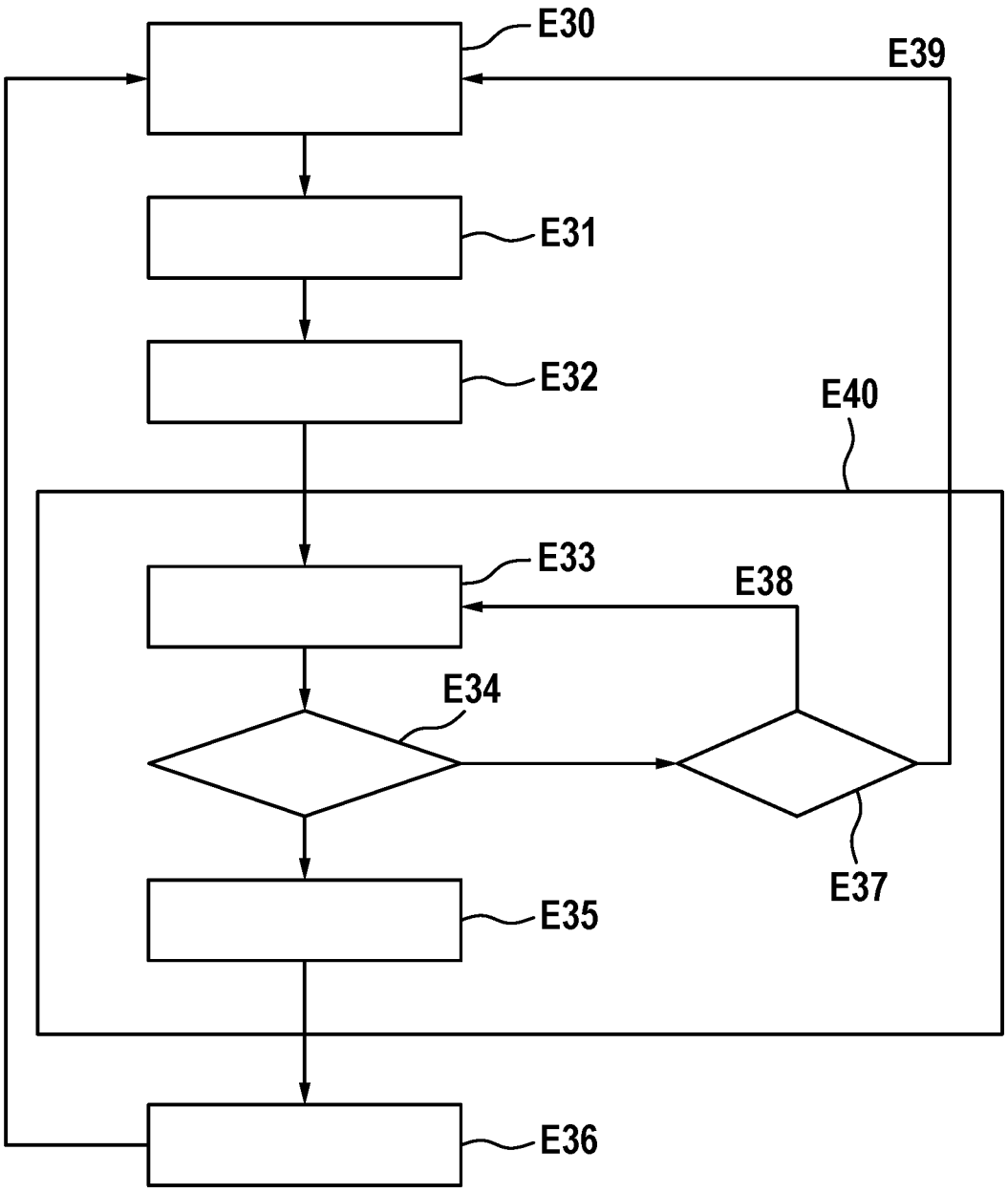


Fig. 10

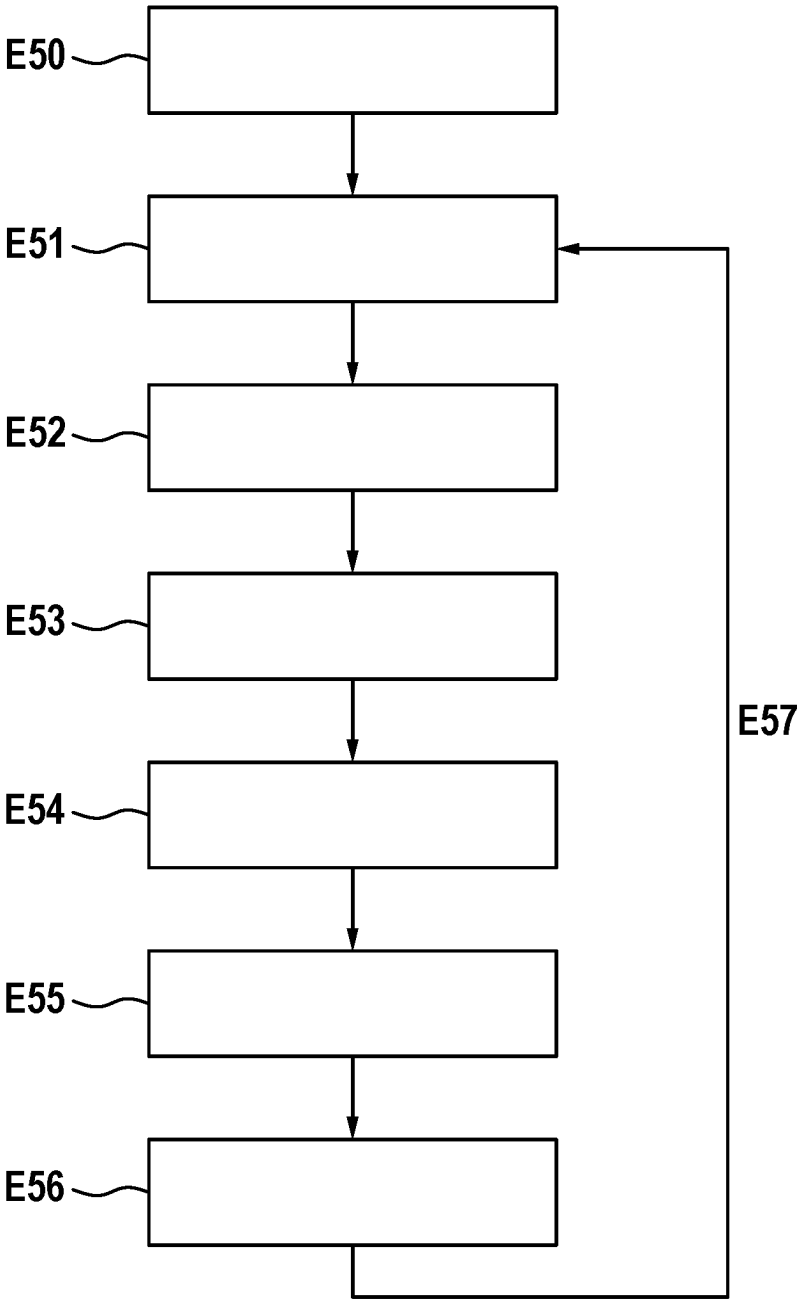


Fig. 11

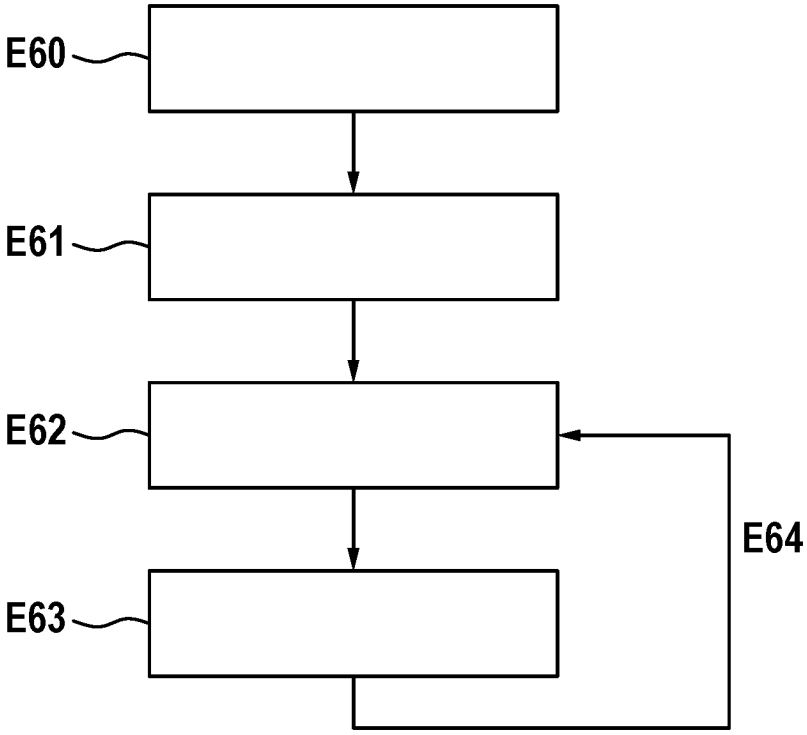


Fig. 12

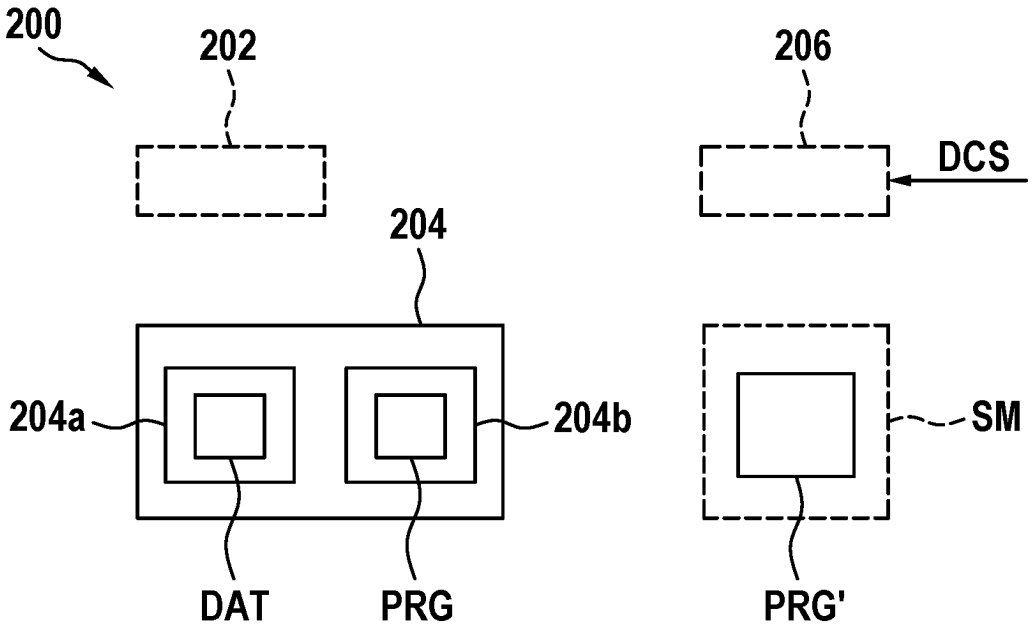
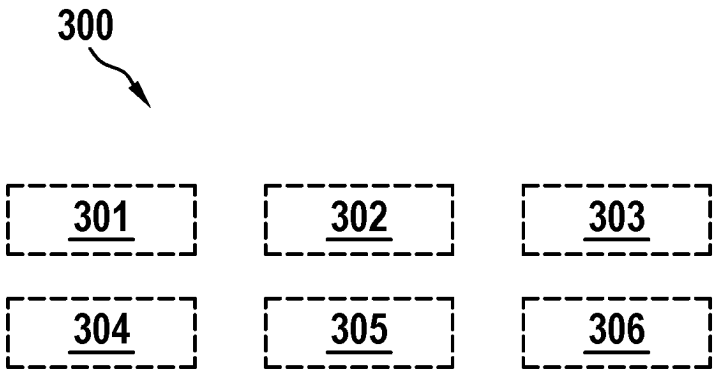


Fig. 13



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.