



(10) **DE 10 2019 217 568 A1** 2020.06.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 217 568.6**

(22) Anmeldetag: **14.11.2019**

(43) Offenlegungstag: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **B25J 13/08 (2006.01)**

B25J 9/18 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

B65G 49/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2018-223859

29.11.2018

JP

(74) Vertreter:

MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann

Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

(71) Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Moriya, Toshio, Tokyo, JP; Watanabe, Takashi,

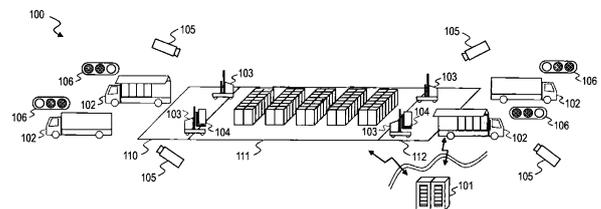
Tokyo, JP; Kimura, Nobutaka, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SYSTEM VON AUTONOMEN EINRICHTUNGEN UND STEUERUNGSVERFAHREN DAVON**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein System autonomer Einrichtungen bereitgestellt, umfassend eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen umfasst, wobei jede von der Vielzahl von autonomen Einrichtungen eine Situationserfassungseinheit, die die Situation erfasst, eine Betriebsbestimmungseinheit, die einen Betriebsvorgang basierend auf der erfassten Situation bestimmt, und eine Betriebsausführungseinheit, die den bestimmten Betriebsvorgang ausführt, umfasst, die Vielzahl der in dem System autonomer Einrichtungen umfassten autonomen Einrichtungen eine oder mehrere autonome Einrichtungen und zwei oder mehrere zweite autonome Einrichtungen umfasst, die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der ersten autonomen Einrichtung erfasst wird, die Situation der zweiten autonomen Einrichtung umfasst, die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung erfasst wird, ein Ergebnis eines von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführten Betriebsvorgangs umfasst und die Betriebsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung einen Betriebsvorgang basierend auf dem Ergebnis des von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführten Betriebsvorgangs bestimmt.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System autonomer Einrichtungen, das eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen umfasst.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Als eine Technik zum Steuern eines eine Vielzahl von Robotern umfassenden Systems gibt es beispielsweise eine in JP-A-2006-000954 oder JP-A-2015-208811 offenbarte Technik.

[0003] In Bezug auf ein Multi-Robotersystem, in dem eine Vielzahl von Robotern kooperativ arbeiten, um als Ganzes ein bestimmtes Ziel zu erreichen, offenbart JP-A-2006-000954, dass „Ein Multi-Robotersystem eine Vielzahl von Robotern, die auf einer Plattform aktiv sind, ein Überwachungssystem, das den Betrieb der Roboter auf der Plattform überwacht, und eine allgemeine Steuerung, die die Vielzahl von Robotern steuert, umfasst. Die allgemeine Steuerung führt eine Anweisung zum Betreiben der Roboter, eine Anweisung zum Korrigieren der Position und Richtung der Roboter und eine Anweisung zum Betreiben der Roboter, wenn eine Abnormalität auftritt (oder vorhergesagt wird), basierend auf dem Zustand des Roboters und der überwachten Position und Richtung in Echtzeit über ein drahtloses LAN aus.“

[0004] Bezüglich der Optimierung eines Betriebsprogramms eines Robotersystems, das eine Vielzahl von Robotern umfasst, offenbart JP-A-2015-208811, dass „Eine Simulationsvorrichtung eine Simulationseinheit, die ein Betriebsprogramm mit einer Sollgeschwindigkeit einer Antriebsachse, einer Sollbeschleunigung und einen Betriebswartebefehl durch Simulation ausführt, umfasst, eine Speichereinheit, die eine Zeilennummer eines Betriebsprogramms und die Sollgeschwindigkeit und die Befehlsbeschleunigung an der Zeilennummer in Zuordnung zueinander in Zeitreihen speichert, eine Ausführungszeitberechnungseinheit, die die Ausführungszeit des Betriebsprogramms für jede in der Speichereinheit gespeicherte Zeilennummer basierend auf einem von der Simulationseinheit ausgeführten Simulationsergebnis berechnet, und eine Wartezeitberechnungseinheit, die die Betriebswartezeit gemäß einem Betriebswartebefehl basierend auf der von der Ausführungszeitberechnungseinheit berechneten Ausführungszeit berechnet, umfasst“.

[0005] In einem in JP-A-2006-000954 beschriebenen Robotersystem muss jeder Roboter eine Schnittstelle umfassen, die für die Kommunikation mit einer Steuerung geeignet ist, um Anweisungen von der

Steuerung zu empfangen. Damit die Steuerung jeden Roboter steuern kann, ist es notwendig, Information zu integrieren, Beständigkeit zu gewährleisten und bei Bedarf die Synchronisation zu gewährleisten. Wenn sich die Roboterspezifikation ändert oder ein Roboter mit einer neuen Spezifikation hinzugefügt wird, kann es notwendig sein, die Information auf der Steuerungsseite oder der Schnittstelle entsprechend zu ändern.

[0006] In einer Simulationsvorrichtung, die in der obengenannten JP-A-2015-208811 beschrieben wird, ist es notwendig, die Spezifikationen jedes Roboters im Voraus zu erfassen, um ein Betriebsprogramm eines Robotersystems zu simulieren, und wenn die Spezifikationen geändert werden oder ein Roboter mit einer anderen Spezifikation hinzugefügt wird, ist es notwendig, die Information einer Simulationsvorrichtung entsprechend zu aktualisieren.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Um mindestens eines der oben genannten Probleme zu lösen, ist ein repräsentatives Beispiel für die in der vorliegenden Anmeldung offenbarte Erfindung ein System von autonomen Einrichtungen, das eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen umfasst, wobei jede von der Vielzahl von autonomen Einrichtungen eine Situationserfassungseinheit, die die Situation erfasst, eine Betriebsbestimmungseinheit, die einen Betriebsvorgang basierend auf der erfassten Situation bestimmt, und eine Betriebsausführungseinheit, die den bestimmten Betriebsvorgang ausführt, umfasst, wobei die Vielzahl von in dem System von autonomen Einrichtungen umfassten autonomen Einrichtungen eine oder mehr erste autonome Einrichtungen und zwei oder mehr zweite autonome Einrichtungen umfasst, wobei die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der ersten autonomen Einrichtung erfasst wird, die Situation der zweiten autonomen Einrichtung umfasst, die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung erfasst wird, ein Ergebnis eines Betriebsvorgangs, der von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, umfasst und die Betriebsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung einen Betriebsvorgang basierend auf dem Ergebnis des von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführten Betriebsvorgangs bestimmt.

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es nicht notwendig, dass jede untergeordnete autonome Einrichtung (zweite autonome Einrichtung) explizit eine Schnittstelle gegenüber einer übergeordneten autonomen Einrichtung (erste autonome Einrichtung) umfassen muss. Daher wird die Verbindung zwischen der untergeordneten autonomen Einrichtung und der übergeordneten autonomen Einrich-

tung unabhängig von Modell und Hersteller der autonomen Einrichtungen einfach. Da es nicht notwendig ist, Information über jede autonome Einrichtung im Voraus zu integrieren oder deren Beständigkeit und Synchronisation zu gewährleisten, wird die Robustheit des Betriebs erhöht. Wenn sich die Spezifikationen der untergeordneten autonomen Einrichtungen ändern oder wenn untergeordnete autonome Einrichtungen mit neuen Spezifikationen hinzugefügt werden, kann das System autonomer Einrichtungen kontinuierlich aktualisiert werden, da sich die übergeordneten autonomen Einrichtungen ohne Durchführen besonderer Arbeiten anpassen können.

[0009] Andere Probleme, Konfigurationen und Auswirkungen als die oben beschriebenen werden aus der folgenden Beschreibung von Beispielen ersichtlich.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration eines Steuerungssystems in dem System autonomer Einrichtungen darstellt;

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration eines Flügelfahrzeugs in dem System autonomer Einrichtungen darstellt;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration eines Gabelstaplers in dem System autonomer Einrichtungen darstellt;

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das einen von der Steuerung ausgeführten Prozess darstellt;

Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das einen von dem Flügelfahrzeug ausgeführten Prozess darstellt;

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das einen von dem Gabelstapler ausgeführten Prozess darstellt;

Fig. 8 ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen gemäß Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 9 ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen gemäß Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 10 ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen gemäß Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung darstellt; und

Fig. 11 ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen gemäß Beispiel 5 der vorliegenden Erfindung darstellt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

Beispiel 1

[0010] **Fig. 1** ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen **100** gemäß Beispiel 1 der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0011] Das System autonomer Einrichtungen **100** gemäß Beispiel 1 ist ein automatisches Palettenladensystem aus einem Flügelfahrzeug durch einen autonomen Gabelstapler in einem Auslieferungslager. Das System von autonomen Einrichtungen **100** umfasst ein oder mehrere Flügelfahrzeuge **102**, einen oder mehrere Gabelstapler **103** und ein Steuerungssystem **101** als autonome Einrichtungen.

[0012] Hierbei ist die autonome Einrichtung ein Oberbegriff für Objekte, die die Situation erfassen, bestimmen und aus eigener Kraft arbeiten. So sind beispielsweise das Flügelfahrzeug **102** und der Gabelstapler **103**, die basierend auf Sensorinformation und dergleichen autonom arbeiten, und das Steuerungssystem **101**, das eine autonome Bestimmung basierend auf der Sensorinformation durchführt und das Ergebnis ausgibt, autonome Einrichtungen. In Beispiel 1 wird hauptsächlich eine solche autonome Einrichtung beschrieben. Allerdings können auch das Flügelfahrzeug **102** und der Gabelstapler **103**, die von einer Person gefahren werden, als autonome Einrichtung behandelt werden, die entsprechend dem Ergebnis des eigenen Verständnisses und der eigenen Bestimmung der Person arbeitet. Wenn sich beispielsweise eine Person in dem Warenlager befindet, die Artikel trägt und sortiert, kann die Person selbst auch als autonome Einrichtung behandelt werden, die autonom handelt, indem sie die Situation basierend auf einem Ergebnisses des Wahrnehmens durch visuelle und auditive Sinne erfasst und eine Bestimmung durch die Nutzung der Intelligenz der Person trifft.

[0013] Das Warenlager umfasst einen Wareneingangsbereich **110**, einen Lagerbereich **111** und einen Versandbereich **112**. Wenn das Flügelfahrzeug **102** in dem Wareneingangsbereich **110** ankommt, senkt der Gabelstapler **103** eine mit Artikeln beladene Palette **104** ab und der Gabelstapler **103** fährt in den Lagerbereich **111**. Die in den Lagerbereich **111** beförderten Artikel können während der Verladung auf der Palette **104** gelagert oder von der Palette **104** herabgesetzt und in einem Regal gelagert werden. Ein Regal zur Lagerung von Artikeln kann in dem Lagerbereich **111** fest angebracht sein oder kann durch

ein automatisches Transportfahrzeug verfahrbar sein (nicht dargestellt).

[0014] Der Gabelstapler **103** trägt die erforderliche Palette **104** aus dem Lagerbereich **111** zum Versandbereich **112** gemäß einem Versandauftrag und lädt die Palette **104** auf das im Versandbereich **112** angekommene Flügelfahrzeug **102**. Nach dem Beladen der Palette **104** verlässt das Flügelfahrzeug **102** den Versandbereich **112** und transportiert die Artikel zu einer nächsten Anlieferungsstelle.

[0015] Obwohl in **Fig. 1** aus Gründen der Einfachheit der Beschreibung weggelassen, umfasst ein tatsächliches Warenlager im Allgemeinen einen Bereich zum vorübergehenden Abstellen der von dem Flügelfahrzeug **102** herabgesetzten Palette **104** (oder der Palette, die von nun an auf das Flügelfahrzeug **102** geladen werden soll), einen Bereich zum Entladen von auf der Palette **104** geladenen Artikeln, einen Bereich zum Kommissionieren, Sortieren und Prüfen von Artikeln gemäß einem Versandauftrag, und einen Bereich zum Laden der zu versendenden Artikel auf die Palette und dergleichen.

[0016] Das Steuerungssystem **101** ist eine übergeordnete (oder erste Art) autonome Einrichtung, die den Status jedes Flügelfahrzeugs **102** und jedes Gabelstaplers **103** in dem Warenlager erfasst und Information zur Steuerung der Flügelfahrzeuge **102** und der Gabelstapler **103** ausgibt. Dies ist ein Prozess zum Erfassen von Information in Bezug auf das gesamte System autonomer Einrichtungen und zum Optimieren des gesamten Systems, und dies kann als globales Wissen bezeichnet werden. Andererseits sind jedes Flügelfahrzeug **102** und jeder Gabelstapler **103** untergeordnete autonome Einrichtungen, die einen Betriebsvorgang derselben autonom bestimmen und dabei bei Bedarf Information aus dem Steuerungssystem **101** verwenden. Die Flügelfahrzeuge **102** und die Gabelstapler **103** erfassen jeweils Information über ihre Umgebung und arbeiten autonom und können als ein autonomer Teil bezeichnet werden.

[0017] In dem Beispiel von **Fig. 1** sind eine oder mehrere Kameras **105**, die mit dem Steuerungssystem **101** kommunizieren können, und eine oder mehrere Ampeln **106**, die mit dem Steuerungssystem **101** kommunizieren können, in dem Warenlager vorgesehen. Jede Kamera **105** erfasst ein Bild des Inneren des Warenlagers und sendet die Daten des erfassten Bildes an das Steuerungssystem **101**. Jede Ampel **106** wird beispielsweise im Wareneingangsbereich **110** oder im Versandbereich bereitgestellt und gibt ein Signal entsprechend der von dem Steuerungssystem **101** gesendeten Information aus. Das Steuerungssystem **101** kann mit jedem Gabelstapler **103** kommunizieren.

[0018] Das Steuerungssystem **101** kann entweder innerhalb oder außerhalb des Warenlagers (einschließlich abgelegener Bereiche) vorgesehen werden, solange das Steuerungssystem **101** mit der Kamera **105**, einer Ampel **106**, dem Gabelstapler **103** und dergleichen kommunizieren kann.

[0019] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration des Steuerungssystems **101** in dem System autonomer Einrichtungen **100** darstellt.

[0020] Das Steuerungssystem **101** ist ein Computer mit einem Prozessor **201**, einer Kommunikationsschnittstelle (I/F) **202** und einer Speichervorrichtung **203**.

[0021] Der Prozessor **201** führt verschiedene Arten von Prozessen gemäß dem in der Speichervorrichtung **203** gespeicherten Programm aus. Die Kommunikationsschnittstelle **202** ist mit einem Netzwerk **210** verbunden und kommuniziert über das Netzwerk **210** mit der Kamera **105**, der Ampel **106**, dem Gabelstapler **103** und dergleichen (sowie dem Flügelfahrzeug **102**, wenn das Flügelfahrzeug **102** eine Kommunikationsfunktion mit dem Steuerungssystem **101** aufweist).

[0022] Die Speichervorrichtung **203** kann beispielsweise eine Kombination aus einer Hauptspeichervorrichtung, wie einem dynamischen Direktzugriffsspeicher (DRAM), und einer Zusatzspeichervorrichtung, wie einer Festplatte oder einem Flash-Speicher, sein. Die Speichervorrichtung **203** speichert eine Situationserfassungseinheit **204**, eine Betriebsbestimmungseinheit **205**, eine Betriebsausführungseinheit **206** und Aufgabeninformation **208**.

[0023] Die Situationserfassungseinheit **204**, die Betriebsbestimmungseinheit **205** und die Betriebsausführungseinheit **206** sind Programme, die von dem Prozessor **201** ausgeführt werden. In der folgenden Beschreibung werden die von jeder der obigen Einheiten ausgeführten Prozesse tatsächlich von dem Prozessor **201** ausgeführt, der die Kommunikationsschnittstelle **202**, die Kamera **105**, die Ampel **106** und dergleichen je nach Bedarf gemäß dem in der Speichervorrichtung **203** gespeicherten Programm steuert.

[0024] So kann beispielsweise die Bildgebungsfunktion der Kamera **105** und die Funktion des Prozessors **201**, der die Situation aus dem von der Kamera **105** gemäß dem Programm der Situationsgreifeinheit **204** aufgenommenen Bild erfasst, als Funktion der Situationserfassungseinheit **204** behandelt werden. Mit anderen Worten, die Kamera **105** kann als Teil der Situationserfassungseinheit **204** betrachtet werden. Gleichermaßen kann die Ampel **106** als Teil der Betriebsausführungseinheit **206** betrachtet werden. Die

Prozesse einer jeden Einheit werden später beschrieben.

[0025] Die Aufgabeninformation **208** ist eine Information, die sich auf eine Aufgabe bezieht, die von der Steuerung **101** ausgeführt werden soll. Wenn beispielsweise das Steuerungssystem **101** gemäß Beispiel 1 das Flügelfahrzeug **102** und den Gabelstapler **103** in dem Warenlager steuert, kann die Aufgabeninformation **208** einen Versandauftrag umfassen, der Art, Menge, Anlieferungsart und dergleichen von aus dem Warenlager zu versendenden Artikeln umfasst.

[0026] Die Kamera **105** ist eine optische Kamera, die ein Bild des Inneren des Warenlagers aufnimmt. Wenn es für das Erfassen der Situation des Warenlagers erforderlich ist, kann die Kamera **105** zum Aufnehmen eines Bildes der Außenseite des Warenlagers installiert werden. Die Kamera **105** nimmt ein Bild vom Inneren des Warenlagers auf und sendet die Bilddaten über das Netzwerk **210** an das Steuerungssystem **101**. Die Situationserfassungseinheit **204** erfasst die Situation des Warenlagers (z.B. die Position der Palette **104** in jedem Bereich in dem Warenlager, die Position und den Zustand jedes Flügelfahrzeugs **102** und jedes Gabelstaplers **103** und dergleichen) basierend auf den Bilddaten.

[0027] Die Kamera **105** ist ein Beispiel für einen Sensor, der Information für das Steuerungssystem **101** erfasst, um die Situation im Warenlager zu erfassen. Als Sensor, anstelle der Kamera **105** (oder zusätzlich zur Kamera **105**), kann ein Radar oder ein Laser-Detektions- und Entfernungsmessungssystem (LIDAR) verwendet werden. So kann beispielsweise eine Bake für das Steuerungssystem **101** verwendet werden, um die Position jedes Flügelfahrzeugs **102** und jedes Gabelstaplers **103** zu erfassen. Hierzu werden an verschiedenen Stellen in dem Warenlager Bakensignalempfänger installiert und mit dem Netzwerk **210** verbunden. Eine Vielzahl von Kameras **105** kann im Warenlager installiert werden, oder eine Vielzahl von Arten von Sensoren kann installiert werden.

[0028] So kann beispielsweise die Ampel **106** ein blaues Farbsignal ausgeben, um eine Vorwärtsbewegung zu ermöglichen, und ein gelbes oder rotes Farbsignal, um, wie bei einer Verkehrsampel, einen Halt anzuweisen. Die Ampel **106** ist beispielsweise im Wareneingangsbereich **110** und im Versandbereich **112** installiert und dient der Darstellung von Information, wie Erlaubnis oder Stopp der Vorwärtsbewegung, für das Flügelfahrzeug **102**. Die Ampel **106** kann jedes beliebige Farbsignal entsprechend dem von der Steuerung **101** über das Netzwerk **210** gesendeten Signal ausgeben. Alternativ kann die Ampel **106** Information, wie Vorwärtsbewegung und Halt, durch ein Signal anzeigen, das eine Zahl, ein Symbol oder ein Zeichen anstelle des Farbsignals umfasst. Die Am-

pel **106** kann Information anzeigen, die das Öffnen und Schließen der Flügel des Flügelfahrzeugs **102** anweist. Alternativ kann anstelle (oder zusätzlich zur) der Ampel **106** eine Vorrichtung verwendet werden, die ein Audiosignal mit der oben genannten Information ausgibt.

[0029] Das Netzwerk **210** kann von einem beliebigen Typ sein, solange das Netzwerk **210** die Kommunikation zwischen dem Steuerungssystem **101** und dem Flügelfahrzeug **102**, dem Gabelstapler **103**, der Kamera **105** und der Ampel **106** ermöglicht. So kann beispielsweise das Netzwerk **210** ein Weitverkehrsnetzwerk umfassen, wenn sich das Steuerungssystem **101** an einem entfernten Ort befindet, oder kann ein drahtloses Netzwerk umfassen, um mit dem fahrenden Gabelstapler **103** oder dergleichen zu kommunizieren.

[0030] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration des Flügelfahrzeugs **102** darstellt.

[0031] Das Flügelfahrzeug **102** ist ein Fahrzeug, das die mit Artikeln beladene Palette **104** befördert. Obwohl hier ein Flügelfahrzeug (d.h. eine Lastkraftwagentyp, bei dem die Seitenwand und die Decke des Ladeflächenanteils aufspringt) dargestellt ist, bei dem eine Palette einfach mit dem Gabelstapler **103** beladen und entladen werden kann, können auch andere Fahrzeugtypen verwendet werden.

[0032] Das Flügelfahrzeug **102** umfasst einen Prozessor **301**, eine Kommunikationsschnittstelle **302**, eine Sensoreinheit **303**, eine Antriebseinheit **304** und eine Speichervorrichtung **305**.

[0033] Der Prozessor **301** führt verschiedene Arten von Prozessen gemäß dem in der Speichervorrichtung **305** gespeicherten Programm aus. Die Kommunikationsschnittstelle **302** ist mit dem Netzwerk **210** verbunden und kommuniziert mit dem Steuerungssystem **101**. Das Flügelfahrzeug **102** kann jedoch möglicherweise keine Kommunikationsfunktion mit dem Steuerungssystem **101** besitzen. Hierbei kann das Flügelfahrzeug **102** möglicherweise die Kommunikationsschnittstelle **302** nicht umfassen.

[0034] Die Sensoreinheit **303** erfasst Information zum Erfassen der Situation um das Flügelfahrzeug **102** herum. Die Sensoreinheit **303** kann beispielsweise eine optische Kamera, ein Radar, ein LIDAR oder dergleichen umfassen oder kann einen Audiosensor, wie beispielsweise ein Mikrofon, umfassen. Das Flügelfahrzeug **102** kann eine Vielzahl von Sensoreinheiten **303** umfassen oder kann eine Vielzahl von Typen von Sensoreinheiten **303** umfassen.

[0035] Die Antriebseinheit **304** hat Funktionen, wie das Verfahren des Flügelfahrzeugs **102** und das Öffnen und Schließen der Flügel. Die Antriebsein-

heit **304** umfasst beispielsweise einen Motor, wie beispielsweise einen Verbrennungsmotor oder einen Elektromotor, eine Getriebevorrichtung, die die vom Motor erzeugte Leistung auf Räder oder Flügel überträgt, eine Lenkeinrichtung, um zu bewirken, dass das Flügelfahrzeug **102** in eine gewünschte Richtung fährt, und dergleichen.

[0036] Die Speichervorrichtung **305** kann eine Kombination aus einer Hauptspeichervorrichtung, wie ein DRAM, und einer Zusatzspeichervorrichtung, wie einer Festplatte oder einem Flash-Speicher, sein. Die Speichervorrichtung **305** speichert eine Situationserfassungseinheit **306**, eine Betriebsbestimmungseinheit **307**, eine Betriebsausführungseinheit **308** und Aufgabeninformation **310**.

[0037] Die Situationserfassungseinheit **306**, die Betriebsbestimmungseinheit **307** und die Betriebsausführungseinheit **308** sind Programme, die von dem Prozessor **301** ausgeführt werden. In der folgenden Beschreibung werden die von jeder der obigen Einheiten ausgeführten Prozesse tatsächlich von dem Prozessor **301** ausgeführt, der die Kommunikationsschnittstelle **302**, die Sensoreinheit **303**, die Antriebseinheit **304** und dergleichen je nach Bedarf gemäß dem in der Speichervorrichtung **305** gespeicherten Programm steuert.

[0038] So werden beispielsweise die Sensorfunktion der Sensoreinheit **303** und die Funktion des Prozessors **301**, der die Situation gemäß dem Programm der Situationserfassungseinheit **306** basierend auf der von der Sensoreinheit **303** erfassten Information erfasst, als Funktion der Situationserfassungseinheit **306** behandelt. Mit anderen Worten, die Sensoreinheit **303** kann als Teil der Situationserfassungseinheit **306** betrachtet werden. Wenn die von der Kommunikationsschnittstelle **302** empfangene Information zum Erfassen der Situation verwendet wird, kann die Kommunikationsschnittstelle **302** als Teil der Situationserfassungseinheit **306** betrachtet werden. Gleichmaßen kann die Antriebseinheit **304** als Teil der Betriebsausführungseinheit **308** betrachtet werden.

[0039] Das Flügelfahrzeug **102** des vorliegenden Beispiels weist eine Selbstfahrfunktion zum Durchführen des Selbstfahrens ohne Fahrer oder eine Fahrunterstützungsfunktion zum Unterstützen einer Fahrt des Fahrers auf. Mindestens ein Teil der Situationserfassungseinheit **306**, der Betriebsbestimmungseinheit **307** und der Betriebsausführungseinheit **308** können als mindestens ein Teil der Selbstfahrfunktion oder der Fahrunterstützungsfunktion implementiert sein.

[0040] Obwohl in **Fig. 3** weggelassen, kann die Speichervorrichtung **305** weiterhin Kartendaten oder der-

gleichen speichern, auf die sich die Selbstfahrfunktion oder die Fahrunterstützung bezieht.

[0041] Die Aufgabeninformation **310** ist eine Information bezüglich einer Aufgabe, die von dem Flügelfahrzeug **102** auszuführen ist. So kann beispielsweise die Aufgabeninformation **310** Information über ein Warenlager oder ein Versandziel umfassen, zu dem das Flügelfahrzeug **102** als nächstes gehen soll.

[0042] **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration des Gabelstaplers **103** darstellt.

[0043] Der Gabelstapler **103** ist ein Fahrzeug, das die Palette **104** aus dem Flügelfahrzeug **102** entlädt, die Palette **104** zwischen dem Wareneingangsbereich **110**, dem Lagerbereich **111** und dem Versandbereich **112** transportiert und die Palette **104** in das Flügelfahrzeug **102** lädt.

[0044] Der Gabelstapler **103** umfasst einen Prozessor **401**, eine Kommunikationsschnittstelle **402**, eine Sensoreinheit **403**, eine Antriebseinheit **404** und eine Speichervorrichtung **405**.

[0045] Der Prozessor **401** führt verschiedene Arten von Prozessen gemäß dem in der Speichervorrichtung **405** gespeicherten Programm aus. Die Kommunikationsschnittstelle **402** ist mit dem Netzwerk **210** verbunden und kommuniziert mit der Steuerung **101**.

[0046] Die Sensoreinheit **403** erfasst Information zum Erfassen der Situation um den Gabelstapler **103** herum. Die Sensoreinheit **403** kann beispielsweise eine optische Kamera, ein Radar, ein LIDAR oder dergleichen umfassen oder kann einen Audiosensor, wie beispielsweise ein Mikrofon, umfassen. Der Gabelstapler **103** kann eine Vielzahl von Sensoreinheiten **403** umfassen oder kann eine Vielzahl von Typen von Sensoreinheiten **403** umfassen. Insbesondere kann die Sensoreinheit **403** einen Sensor zum Erkennen von umliegenden Objekten für das Fahren des Gabelstaplers **103**, einen Sensor zum Messen der Positionsbeziehung zwischen dem Gabelstapler und der Palette **104** und dergleichen umfassen.

[0047] Die Antriebseinheit **404** hat die Funktion, den Gabelstapler **103** zu verfahren und die Palette **104** durch die Gabel anzuheben und abzusenken. Die Antriebseinheit **404** umfasst beispielsweise einen Motor, wie beispielsweise einen Verbrennungsmotor oder einen Elektromotor, eine Getriebevorrichtung, die die vom Motor erzeugte Leistung auf Räder oder die Gabel überträgt, eine Lenkeinrichtung, um zu bewirken, dass der Gabelstapler **103** in eine gewünschte Richtung fährt, und dergleichen.

[0048] Die Speichervorrichtung **405** kann beispielsweise eine Kombination aus einer Hauptspeichervorrichtung, wie einem DRAM, und einer Zusatz-

speichervorrichtung, wie einer Festplatte oder einem Flash-Speicher, sein. Die Speichervorrichtung **405** speichert eine Situationserfassungseinheit **406**, eine Betriebsbestimmungseinheit **407**, eine Betriebsausführungseinheit **408** und Aufgabeninformation **410**.

[0049] Die Situationserfassungseinheit **406**, die Betriebserfassungseinheit **407** und die Betriebsausführungseinheit **408** sind Programme, die von dem Prozessor **401** ausgeführt werden. In der folgenden Beschreibung werden die von jeder der obigen Einheiten ausgeführten Prozesse tatsächlich von dem Prozessor **401** ausgeführt, der die Kommunikationsschnittstelle **402**, die Sensoreinheit **403**, die Antriebseinheit **404** und dergleichen je nach Bedarf gemäß dem in der Speichervorrichtung **405** gespeicherten Programm steuert.

[0050] So kann beispielsweise die Sensorfunktion der Sensoreinheit **403** und die Funktion des Prozessors **401**, der die Situation gemäß dem Programm der Situationserfassungseinheit **406** basierend auf der von der Sensoreinheit **403** erfassten Information erfasst, als Funktion der Situationserfassungseinheit **406** behandelt werden. Mit anderen Worten, die Sensoreinheit **403** kann als Teil der Situationserfassungseinheit **406** betrachtet werden. Wenn die von der Kommunikationsschnittstelle **402** empfangene Information zum Erfassen der Situation verwendet wird, kann die Kommunikationsschnittstelle **402** als Teil der Situationserfassungseinheit **406** betrachtet werden. Gleichermaßen kann die Antriebseinheit **404** als Teil der Betriebsausführungseinheit **408** betrachtet werden.

[0051] Der Gabelstapler **103** gemäß dem vorliegenden Beispiel besitzt eine Selbstfahrfunktion, die das Selbstfahren ohne Fahrer durchführt, oder eine Fahrerunterstützungsfunktion, die das Fahren des Fahrers unterstützt. Mindestens ein Teil der Situationserfassungseinheit **406**, der Betriebsbestimmungseinheit **407** und der Betriebsausführungseinheit **408** kann als mindestens ein Teil der Selbstfahrfunktion oder der Fahrerunterstützungsfunktion implementiert sein.

[0052] Obwohl in **Fig. 4** weggelassen, kann die Speichervorrichtung **405** weiterhin Kartendaten des Warenlagers oder dergleichen speichern, auf die sich die Selbstfahrfunktion oder die Fahrerunterstützungsfunktion bezieht.

[0053] Die Aufgabeninformation **410** ist eine Information in Bezug auf Aufgaben, die der Gabelstapler **103** ausführen soll. Die Aufgabeninformation **410** kann beispielsweise Information umfassen, die die mit dem Gabelstapler **103** zu transportierende Palette **104** und deren Transportziel angibt.

[0054] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess darstellt, der von der Steuerung **101** ausgeführt wird.

[0055] Zunächst erfasst die Situationserfassungseinheit **204** des Steuerungssystems **101** die Situation des Warenlagers (Schritt **501**). So kann beispielsweise die Situationserfassungseinheit **204** die Anordnung der Palette **104**, die Position und den Zustand jedes Flügelfahrzeugs **102** (z.B. ob es fährt, wo sich der geparkte Standort befindet, ob die Flügel geöffnet sind und dergleichen) und die Position und den Zustand jedes Gabelstaplers **103** (z.B. ob er fährt, ob die Palette **104** geladen ist und dergleichen) in jedem Bereich in dem Warenlager erfassen, indem eine Bilderkennung der von jeder Kamera **105** gesendeten Bilddaten durchgeführt wird.

[0056] Als Nächstes bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **205** des Steuerungssystems **101** den Betriebsvorgang des Steuerungssystems **101** (Schritt **502**). Insbesondere dann, wenn die von der Situationserfassungseinheit **204** erfasste Situation eingegeben wird, bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **205** den Betriebsvorgang des Steuerungssystems **101** basierend auf der eingegebenen Situation. Hierbei ist der Betriebsvorgang des Steuerungssystems **101** beispielsweise das Senden eines Signals an jede Ampel **106** und das Senden einer Anweisung an jeden Gabelstapler **103**. So kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **205** das Eintreffen des Flügelfahrzeugs **102** im Wareneingangsbereich oder im Versandbereich erfassen oder vorhersagen, und die Flügel basierend auf der Situation, die von der Situationserfassungseinheit **204** erfasst wird, öffnen und schließen, und basierend auf ihrem Erfassen und Vorhersagen den Zeitpunkt bestimmen, zu dem der Gabelstapler **103** die Palette **104** aufnimmt (oder auflädt). Alternativ kann die Betriebsbestimmungseinheit **205** die Situation erfassen, in der das Entladen der Artikel aus dem Flügelfahrzeug **102** oder das Laden der Artikel in das Flügelfahrzeug **102** abgeschlossen wird und der Gabelstapler **103** von der Ladefläche entfernt wird, und den Zeitpunkt bestimmen, zu dem das Flügelfahrzeug **102** die Flügel schließt und abfährt.

[0057] Insbesondere kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **205** die von der Situationserfassungseinheit **204** erfasste Situation empfangen, eine Funktion speichern, die einen auszuführenden Betriebsvorgang ausgibt, und Schritt **502** unter Verwendung der Funktion ausführen. Die Funktion kann eine beliebige sein und kann beispielsweise durch ein neuronales Netzwerk implementiert werden.

[0058] Als Nächstes führt die Betriebsausführungseinheit **206** des Steuerungssystems **101** den bestimmten Betriebsvorgang aus (Schritt **503**). Wenn beispielsweise in Schritt **502** ein Signal (z.B. ein Si-

gnal, das die Vorwärtsbewegung oder den Halt des Flügelfahrzeugs **102**, das Öffnen und Schließen der Flügel und dergleichen anzeigt) bestimmt wird, das von jeder Ampel **106** angezeigt werden soll, sendet die Betriebsausführungseinheit **206** über die Kommunikationsschnittstelle **202** und das Netzwerk **210** eine Anweisung aus, um das bestimmte Signal auf jeder Ampel **106** anzuzeigen. Wenn in Schritt **502** die Information (z.B. den Zielort jedes Gabelstaplers **103**, Identifikationsinformation der zu transportierenden Palette und dergleichen), die an jeden Gabelstapler **103** zu senden ist, bestimmt wird, sendet die Betriebsausführungseinheit **206** die bestimmte Information über die Kommunikationsschnittstelle **202** und das Netzwerk **210** an jeden Gabelstapler **103**.

[0059] Danach kehrt der Prozess zu Schritt **501** zurück, und die Schritte **501** bis **503** werden wiederholt ausgeführt.

[0060] Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zur Optimierung der Betriebsbestimmung durchführen (z.B. wenn bestimmt wird, dass sich eine ausreichende Menge an Daten, die zum Lernen verwendet werden können, angesammelt hat). So kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **205** die im Steuerungssystem **101** eingestellte Leistungskennzahl (KPI) speichern und die Parameter der Funktion so ändern, dass der Wert verbessert wird (das heißt, ein Wert, der eine hohe Bewertung anzeigt).

[0061] Hierzu wird ein Beispiel für den Lernprozess beschrieben, der von der Betriebsbestimmungseinheit **205** ausgeführt wird. Die im Steuerungssystem **101** eingestellte KPI (d.h. Parameter zur Bewertung der Leistung des Steuerungssystems **101**) ist beispielsweise der Durchsatz des gesamten Warenlagers oder der Umsatz. So kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **205** die Parameter der in Schritt **502** verwendeten Funktion zur Verbesserung der KPI (z.B. zur Steigerung von Durchsatz oder Umsatz) basierend auf der KPI nach Ausführung des in Schritt **502** bestimmten Betriebsvorgangs ändern. Durch Verwendung der so gelernten Funktion wird in Schritt **502** ein Betriebsvorgang bestimmt, der die KPI verbessert.

[0062] Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess darstellt, der von dem Flügelfahrzeug **102** ausgeführt wird.

[0063] Zunächst erfasst die Situationserfassungseinheit **306** des Flügelfahrzeugs **102** die Situation um das Flügelfahrzeug **102** (Schritt **601**). Die Situationserfassungseinheit **306** kann beispielsweise die Objekte um das Flügelfahrzeug **102** herum, die Situation des Wareneingangsbereichs **110** oder des Versandbereichs **112**, in dem das Flügelfahrzeug **102** die Artikel auslädt oder einlädt, und den Anzeigehalt der

Ampel **106**, der vom Flügelfahrzeug **102** aus sichtbar ist, basierend auf der von der Sensoreinheit **303** erfassten Information identifizieren.

[0064] Als Nächstes bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **307** des Flügelfahrzeugs **102** den Betriebsvorgang des Flügelfahrzeugs **102** (Schritt **602**). Insbesondere dann, wenn die von der Situationserfassungseinheit **306** erfasste Situation eingegeben wird, bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **307** den Betriebsvorgang des Flügelfahrzeugs **102** basierend auf der eingegebenen Situation. Hierbei umfasst der Betriebsvorgang des Flügelfahrzeugs **102** beispielsweise das Fahren, Halten und Lenken zum Parken im Wareneingangsbereich **110** oder im Versandbereich **112** und das Verlassen des Bereichs, sowie das Öffnen und Schließen der Flügel.

[0065] Insbesondere kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **307** eine von der Situationserfassungseinheit **306** erfasste Situation empfangen, eine Funktion speichern, die einen auszuführenden Betriebsvorgang ausgibt, und Schritt **602** unter Verwendung der Funktion ausführen. Die Funktion kann eine beliebige sein, kann aber beispielsweise durch ein neuronales Netzwerk implementiert werden.

[0066] Als Nächstes führt die Betriebsausführungseinheit **308** des Flügelfahrzeugs **102** den bestimmten Vorgang aus (Schritt **603**). Wenn beispielsweise in Schritt **602** bestimmt wird, dass das Flügelfahrzeug **102** verfahren, angehalten, gelenkt werden soll oder die Flügel geöffnet oder geschlossen werden sollen, sendet die Betriebsausführungseinheit **308** eine Anweisung zum Ausführen des bestimmten Betriebsvorgangs an die Antriebseinheit **304**.

[0067] Danach kehrt der Prozess zu Schritt **601** zurück, und die Schritte **601** bis **603** werden wiederholt ausgeführt.

[0068] Die Betriebsbestimmungseinheit **307** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zur Optimierung der Betriebsbestimmung durchführen. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** kann beispielsweise die in dem Flügelfahrzeug **102** eingestellte KPI speichern und die Parameter der Funktion so ändern, dass der Wert verbessert wird (d.h. ein Wert, der eine hohe Bewertung anzeigt).

[0069] Hierzu wird ein Beispiel für den Lernprozess beschrieben, der von der Betriebsbestimmungseinheit **307** ausgeführt wird. Die im Flügelfahrzeug **102** eingestellte KPI (d.h. ein Parameter zur Bewertung der Leistung des Flügelfahrzeugs **102**) wird beispielsweise so eingestellt, dass die Bewertung höher wird, wenn die Verweildauer des Flügelfahrzeugs **102** in dem Warenlager kürzer ist. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** kann den Parameter der in Schritt

602 verwendeten Funktion ändern, um die KPI basierend auf der KPI, die berechnet wurde, nachdem beispielsweise der in Schritt **602** bestimmte Betriebsvorgang ausgeführt wurde, zu verbessern (zum Beispiel, um die Verweildauer zu kürzen).

[0070] Genauer gesagt gibt beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **307** eine Umgebungssituation, die von der Situationserfassungseinheit **306** basierend auf Information, die von der Sensoreinheit **303** erfasst wird, in eine Funktion ein, und bestimmt einen Betriebsvorgang basierend auf der Ausgabe. Hierbei umfasst die erfasste Umgebungssituation zusätzlich zu dem Erkennungsergebnis der Objekte um das Flügelfahrzeug **102** herum und dergleichen das Erkennungsergebnis der Anzeigehalte des an das Flügelfahrzeug **102** ausgegebenen Signals der Ampel **106**. Der Anzeigehalt der Ampel **106** ist ein Betriebsergebnis des Steuerungssystems **101** und weist den von dem Steuerungssystem **101** bestimmten Betriebsvorgang an, den das Flügelfahrzeug **102** ausführen muss, um die KPI des Steuerungssystems **101** zu verbessern.

[0071] Das Ausführen einer solchen Anweisung aus dem Steuerungssystem **101** in seiner vorliegenden Form verbessert jedoch nicht unbedingt die KPI des Flügelfahrzeugs **102**. Dies liegt beispielsweise daran, dass die Situation des Warenlagers, die von der Steuerung **101** erfasst werden kann, und die Umgebungssituation, die von dem Flügelfahrzeug **102** erfasst werden kann, aufgrund von Unterschieden in Art und Einbauposition des verwendeten Sensors nicht unbedingt übereinstimmen, und die Steuerung **101** die KPI des Flügelfahrzeugs **102** nicht kennt. Die in dem Flügelfahrzeug **102** eingestellte KPI unterscheidet sich im Allgemeinen von derjenigen im Steuerungssystem **101**. In jedem einer Vielzahl von Flügelfahrzeugen **102** können unterschiedliche KPIs eingestellt werden.

[0072] Daher kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **307** die in Schritt **602** verwendeten Parameter ändern, indem sie die Gewichtung ändert, die jedem der Ergebnisse des Erkennens des Betriebsergebnisses des Steuerungssystems **101** in der Umgebungssituation und anderen Situationen gegeben wird, sodass die in dem Flügelfahrzeug **102** eingestellte KPI verbessert wird. Durch Verwenden der auf diese Weise gelernten Funktion wird in Schritt **602** ein Betriebsvorgang bestimmt, der die KPI verbessert.

[0073] Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess darstellt, der durch den Gabelstapler **103** ausgeführt wird.

[0074] Zunächst erfasst die Situationserfassungseinheit **406** des Gabelstaplers **103** die Situation um den Gabelstapler **103** (Schritt **701**) herum. Die Situa-

tionserfassungseinheit **406** kann beispielsweise die Objekte um den Gabelstapler **103** herum, die Situation der Ladefläche des Flügelfahrzeugs, die Situation der Palette auf der Ladefläche, die Situation des Wareneingangsbereichs und Versandbereichs und das Betriebsergebnis des Steuerungssystems **101** basierend auf der von der Sensoreinheit **403** erfassten Information und der von dem Steuerungssystem **101** durch die Kommunikationsschnittstelle **402** empfangenen Information identifizieren.

[0075] Als Nächstes bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **407** des Gabelstaplers **103** den Betriebsvorgang des Gabelstaplers **103** (Schritt **702**). Insbesondere dann, wenn die von der Situationserfassungseinheit **406** erfasste Situation eingegeben wird, bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **407** den Betriebsvorgang des Gabelstaplers **103** basierend auf der eingegebenen Situation. Hierbei umfasst der Betriebsvorgang des Gabelstaplers **103** beispielsweise eine Bewegung zu der Position der Palette, das Einführen der Gabelzinken und Anheben der Palette, eine Bewegung zum Transportziel der Palette und den Betriebsvorgang zum Platzieren der Palette am Transportziel.

[0076] Insbesondere kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **407** die von der Situationserfassungseinheit **406** erfasste Situation empfangen, eine Funktion speichern, die einen auszuführenden Betriebsvorgang ausgibt, und Schritt **702** unter Verwendung der Funktion ausführen. Die Funktion kann eine beliebige sein, kann aber beispielsweise durch ein neuronales Netzwerk implementiert werden.

[0077] Als Nächstes führt die Betriebsausführungseinheit **408** des Gabelstaplers **103** den bestimmten Betriebsvorgang aus (Schritt **703**). Wenn beispielsweise in Schritt **702** bestimmt wird, dass der Gabelstapler **103** verfahren, gestoppt, gelenkt oder die Gabel angehoben oder abgesenkt werden soll, sendet die Betriebsausführungseinheit **408** eine Anweisung zum Ausführen des bestimmten Betriebsvorgangs an die Antriebseinheit **404**.

[0078] Danach kehrt der Prozess zu Schritt **701** zurück, und die Schritte **701** bis **703** werden wiederholt ausgeführt.

[0079] Die Betriebsbestimmungseinheit **407** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Die Betriebsbestimmungseinheit **407** kann beispielsweise die im Gabelstapler **103** eingestellte KPI speichern und die Parameter der Funktion so ändern, dass der Wert verbessert wird (das heißt, ein Wert, der eine hohe Bewertung anzeigt).

[0080] Hierzu wird ein Beispiel für den Lernprozess beschrieben, der von der Betriebsbestimmungsein-

heit **407** ausgeführt wird. Die KPI (das heißt, ein Parameter zur Bewertung der Leistung des Gabelstaplers **103**), die im Gabelstapler **103** eingestellt ist, wird beispielsweise so eingestellt, dass die Bewertung höher wird, wenn der Gabelstapler **103** effizienter oder zuverlässiger arbeitet. Die Effizienz der Arbeit kann beispielsweise an dem Arbeitsumfang pro Zeiteinheit (Anzahl der beförderten Artikel oder Bewegungsdistanz und dergleichen) gemessen werden. Die Arbeitssicherheit kann beispielsweise durch die Anzahl der Notabschaltungen pro Zeiteinheit gemessen werden.

[0081] Die Betriebsbestimmungseinheit **407** kann den in Schritt **702** verwendeten Parameter der Funktion ändern, um die KPI beispielsweise basierend auf der KPI, die nach dem Ausführen des in Schritt **702** bestimmten Betriebsvorgang berechnet wurde, zu verbessern (z.B. zur Verbesserung der Arbeitseffizienz).

[0082] Insbesondere gibt die Betriebsbestimmungseinheit **407** beispielsweise die von der Situationserfassungseinheit **406** basierend auf der von der Sensoreinheit **403** erfassten Information und der über die Kommunikationsschnittstelle **402** empfangenen Information erfasste Umgebungssituation in die Funktion ein und bestimmt einen Betriebsvorgang basierend auf der Ausgabe. Hierbei umfasst die erfasste Umgebungssituation neben dem Erkennungsergebnis der Objekte um den Gabelstapler **103** herum und dergleichen auch von dem Steuerungssystem **101** an den Gabelstapler **103** gesendete Information. Die von dem Steuerungssystem gesendete Information ist das Betriebsergebnis der Steuerung **101**. So weist beispielsweise das Steuerungssystem **101** einen Betriebsvorgang an, von dem der Gabelstapler **103** bestimmt, ihn auszuführen, um die KPI des Steuerungssystems **101** zu verbessern.

[0083] Die Ausführung einer solchen Anweisung von dem Steuerungssystem **101** in dieser Form verbessert jedoch nicht unbedingt die KPI des Gabelstaplers **103**. Dies liegt zum Beispiel daran, dass die Situation des Warenlagers, die von dem Steuerungssystem **101** erfasst werden kann, und die Umgebungssituation, die von dem Gabelstapler **103** erfasst werden kann, aufgrund von Unterschieden in der Art und Einbauposition des verwendeten Sensors nicht unbedingt übereinstimmen, und das Steuerungssystem **101** die KPI des Gabelstaplers **103** nicht kennt. Die in dem Gabelstapler **103** eingestellte KPI unterscheidet sich im Allgemeinen von derjenigen im Steuerungssystem **101**. In allen von der Vielzahl von Gabelstaplern **103** können unterschiedliche KPIs eingestellt werden.

[0084] Daher kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **307** die in Schritt **702** verwendeten Parameter ändern, indem die Gewichtung, die je-

dem der Ergebnisse des Erkennens des Betriebsergebnisses des Steuerungssystems **101** in der Umgebungssituation und anderen Situationen gegeben wird, so geändert wird, dass die im Gabelstapler **103** eingestellte KPI verbessert wird. Durch Verwenden der so gelernten Funktion wird in Schritt **702** ein Betriebsvorgang bestimmt, der die KPI verbessert.

[0085] Das Steuerungssystem **101**, das Flügelfahrzeug **102** und der Gabelstapler **103** lernen jeweils eine Funktion in einer Weise, wie in den Fig. **5** bis Fig. **7** dargestellt, und selbst dann, wenn keiner die KPI des anderen kennt, kann jeder Betriebsvorgang so bestimmt werden, dass jede KPI verbessert wird.

[0086] Das Steuerungssystem **101** stellt beispielsweise dem Flügelfahrzeug **102** und dem Gabelstapler **103** Information zur Verfügung, sodass die KPI (zum Beispiel der Durchsatz des Warenlagers) basierend auf der aus dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild erfassten Situation des Warenlagers verbessert wird. Wenn beispielsweise das Steuerungssystem **101** erkennt, dass das Flügelfahrzeug **102** im Wareneingangsbereich **110** angekommen ist, kann das Steuerungssystem **101** Information an jeden Gabelstapler **103** senden, die anweist, zum Wareneingangsbereich **110** zu gehen und dort zu entladen.

[0087] Der Gabelstapler **103**, der die Information empfangen hat, bestimmt daraus einen Betriebsvorgang, sodass seine eigene eingestellte KPI (z.B. Arbeitseffizienz) basierend auf der Information, der durch die eigene Sensoreinheit **403** erfassten Umgebungssituation und der Aufgabeninformation **410** verbessert wird. Dadurch kann sich der Gabelstapler **103** gemäß der in der empfangenen Information enthaltenen Anweisung in den Wareneingangsbereich **110** bewegen oder andere Betriebsvorgänge ohne Befolgen der Anweisung ausführen.

[0088] Wenn beispielsweise der Gabelstapler **103** bereits eine weitere Palette **104** transportiert, kann der Gabelstapler **103** die Palette **104** weiterhin transportieren, ohne der Anweisung zu folgen. Wenn der aktuelle Standort des Gabelstaplers **103** weit von dem Wareneingangsbereich **110** entfernt ist, kann der Gabelstapler **103** bestimmen, dass es nicht zweckmäßig ist, der Anweisung zu folgen, um die für ihn eingestellte KPI zu verbessern, und kann einen weiteren Betriebsvorgang durchführen, ohne der Anweisung zu folgen.

[0089] Alternativ werden beispielsweise mehrere Typen von Gabelstaplern **103** in einem Warenlager verwendet, und die Bedingungen (z.B. Gewicht und dergleichen) für die zu transportierenden Palette **104** können abhängig von den Typen unterschiedlich sein. Wenn der Gabelstapler **103** in einem solchen Fall Information über die auf dem Flügelfahrzeug **102** geladenen Artikel erhält, und wenn das ankomen-

de Flügelfahrzeug **102** mit Paletten beladen ist, die er selbst nicht transportieren kann, kann der Gabelstapler **103** bestimmen, die Artikel nicht aus dem Flügelfahrzeug **102** zu entladen, auch wenn der Gabelstapler **103** eine Anweisung von dem Steuerungssystem **101** empfängt.

[0090] Wenn das Steuerungssystem **101** beispielsweise aus einem Bild in dem Warenlager Staus der Gabelstapler **103** in einem bestimmten Bereich erkennt, kann das Steuerungssystem **101** alternativ eine Anweisung an die an der Stausituation beteiligten Gabelstapler **103** senden, sich von dem Bereich weg zu bewegen, um die Staus zu beseitigen und die KPI zu verbessern. Der Gabelstapler **103**, der die Anweisung empfangen hat, kann sich gemäß der Anweisung bewegen oder kann bestimmen, der Anweisung nicht zu folgen, wenn der Gabelstapler **103** bestimmt, dass die KPI des Gabelstaplers **103** durch Befolgen der Anweisung verschlechtert wird.

[0091] Daher wird der Anweisung der Steuerung **101** an den Gabelstapler **103** nicht unbedingt gefolgt, sie wirkt sich aber leicht auf die Bestimmung des Betriebsvorgangs des Gabelstaplers **103** aus.

[0092] Gleichermaßen kann das Flügelfahrzeug **102** bestimmen, einen Betriebsvorgang gemäß der von dem Steuerungssystem **101** über die Ampel **106** empfangenen Anweisung durchzuführen, oder kann bestimmen, einen von der Anweisung abweichenden Betriebsvorgang durchzuführen, um die für sich selbst eingestellte KPI zu verbessern.

[0093] Wenn, wie vorstehend beschrieben, das Steuerungssystem **101** einen Betriebsvorgang davon bestimmt und den Betriebsvorgang ausführt (mit anderen Worten, die Inhalte der Anweisung für jede untergeordnete autonome Einrichtung bestimmt und den Inhalt aussendet), kann eine bestimmte autonome Einrichtung einen Betriebsvorgang gemäß der Anweisung durchführen, und eine andere bestimmte autonome Einrichtung kann einen von der Anweisung abweichenden Betriebsvorgang ausführen. Dadurch ändert sich der Zustand in dem Warenlager. Das Steuerungssystem **101** erfasst die veränderte Situation in dem Warenlager und berechnet den KPI-Wert. Das Steuerungssystem **101** kann einen Parameter einer Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs aus der erfassten Situation lernen, sodass der KPI-Wert basierend auf der zuvor erfassten Situation, einem basierend auf der Situation bestimmten Betriebsvorgang und dem basierend auf der Situation nach Ausführung der Betriebsvorgangs berechneten KPI-Wert verbessert wird.

[0094] So kann beispielsweise das anfängliche Steuerungssystem **101** alle Gabelstapler **103** anweisen, sich in den Wareneingangsbereich **110** zu bewegen, wenn das Flügelfahrzeug **102** im Warenein-

gangsbereich **110** ankommt. Als Ergebnis des Lernens wird jedoch davon ausgegangen, dass das Steuerungssystem **101** einfach eine Bewegungsanweisung an den Gabelstapler **103**, der die Palette **104** nicht transportiert, und an den Gabelstapler **103** in der Nähe des Wareneingangsbereichs **110** oder an den Gabelstapler **103**, der den Bedingungen für die auf dem angekommenen Flügelfahrzeug **102** geladenen Palette entspricht, senden kann.

[0095] Obwohl das Steuerungssystem **101** die Eigenschaften (einschließlich KPI) jeder untergeordneten autonomen Einrichtung im Voraus nicht kennt, kann das Steuerungssystem **101** daher durch vorsichtiges Arbeiten an jeder autonomen Einrichtung und Lernen der Ergebnisse Anweisungen erteilen, die von jeder untergeordneten autonomen Einrichtung gemäß der für jede untergeordnete autonome Einrichtung festgelegten KPI leicht akzeptiert werden können. Dadurch kann der Betriebsvorgang jeder autonomen Einrichtung bestimmt werden, um zur Verbesserung der KPI des Steuerungssystems **101** (das heißt, des gesamten Systems autonomer Einrichtungen **100**) und auch zur Verbesserung der KPI einer jeden autonomen Einrichtung beizutragen.

[0096] Um ein solches Lernen durchzuführen, kann das Steuerungssystem **101** mit einer bestimmten Geschwindigkeit Anweisungen senden, die den eigenen festgelegten KPI-Wert absichtlich verschlechtern, oder Anweisungen senden, von denen erwartet wird, dass sie von jeder autonomen Einrichtung nicht akzeptiert werden.

[0097] Andererseits kann der Gabelstapler **103** beispielsweise für die untergeordneten autonomen Einrichtungen einen Betriebsvorgang gemäß der Anweisung durchführen, um deren KPI gemäß der von der Sensoreinheit **403** erfassten Umgebungssituation und der durch die Kommunikationsschnittstelle **402** empfangenen Anweisung des Steuerungssystems **101** zu verbessern, oder kann einen von der Anweisung abweichenden Betriebsvorgang durchführen. Nach Durchführung des bestimmten Betriebsvorgangs berechnet der Gabelstapler **103** den für ihn selbst eingestellten KPI-Wert basierend auf der Situation, in der sich der Betriebsvorgang widerspiegelt. Der Gabelstapler **103** kann basierend auf der zuvor erfassten Situation, einem basierend auf der Situation bestimmten Betriebsvorgang, und dem KPI-Wert, der basierend auf der Situation nach Ausführung des Betriebsvorgangs berechnet wird, einen Parameter einer Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs aus der erfassten Situation lernen, sodass der KPI-Wert verbessert wird.

[0098] Hierbei können die Parameter der Funktion eine für jede der über die Sensoreinheit **403** erfassten Situationen vergebene Gewichtung und eine Anweisung von dem Steuerungssystem **101** umfassen. Um

ein solches Lernen durchzuführen, kann der Gabelstapler **103** einen Betriebsvorgang bestimmen, der den für ihn eingestellten KPI-Wert absichtlich verschlechtert.

[0099] Das Flügelfahrzeug **102** ist das gleiche wie der oben beschriebene Gabelstapler **103**.

[0100] Wie vorstehend beschrieben, ist es selbst dann, wenn die übergeordneten und untergeordneten Einrichtungen die Eigenschaften von anderen autonomen Einrichtungen durch Lernen nicht erfassen (mit anderen Worten, selbst dann, wenn die untergeordnete autonome Einrichtung aus Sicht der übergeordneten Einrichtung eine Black Box ist), möglich, das Verhalten einer jeden autonomen Einrichtung so zu bestimmen, dass die KPI von jeder autonomen Einrichtung verbessert wird und auch die KPI als Ganzes verbessert wird. Dadurch ist es nicht notwendig, die gesamte Information zu integrieren oder die Beständigkeit und Synchronisation des Ganzen zu gewährleisten, und es wird ein robuster Betrieb verwirklicht. Selbst wenn eine unbekannt untergeordnete autonome Einrichtung hinzugefügt wird oder sich die Eigenschaften einer bestehenden untergeordneten autonomen Einrichtung ändern, kann sich die übergeordnete autonome Einrichtung daran anpassen und eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Systems autonomer Einrichtungen ermöglichen.

[0101] Wenn ein Informationsübertragungsmittel, wie die Ampel **106**, verwendet wird, muss die untergeordnete autonome Einrichtung nicht explizit eine Schnittstelle zur übergeordneten autonomen Einrichtung umfassen. So ist es beispielsweise möglich, eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen (z.B. autonome Einrichtungen mit einem anderen Hersteller als andere autonome Einrichtungen), die ursprünglich nicht vorhanden waren, einfach zu verbinden.

[0102] Im obigen Beispiel wird über die Ampel **106** eine Anweisung an das Flügelfahrzeug **102** und über die Kommunikationsschnittstelle **402** eine Anweisung an den Gabelstapler **103** gesendet. In dem vorliegenden Beispiel kann das Flügelfahrzeug **102** die Kommunikationsschnittstelle **302** möglicherweise nicht umfassen. Dadurch ist es möglich, Information von dem Steuerungssystem **101** an den Gabelstapler **103** zu senden, ohne vorab einen ausführlichen Kommunikationsablauf zu bestimmen.

[0103] Ein solches Informationsübertragungsverfahren ist jedoch nur ein Beispiel. So kann beispielsweise die Informationsübertragung an das Flügelfahrzeug **102** über die Kommunikationsschnittstelle **302** erfolgen. Alternativ kann an verschiedenen Stellen in dem Warenlager eine der Ampel **106** ähnliche Ampel vorgesehen werden und die Informationsübertragung an den Gabelstapler **103** kann über die Ampel durchgeführt werden.

[0104] In dem obigen Beispiel besitzen sowohl das Flügelfahrzeug **102** als auch der Gabelstapler **103** eine Selbstfahrfunktion oder eine Fahrunterstützungsfunktion, wobei jedoch mindestens ein Teil des Flügelfahrzeugs **102** und des Gabelstaplers **103** möglicherweise keine Selbstfahrfunktion und Fahrunterstützungsfunktion aufweisen kann. So kann beispielsweise ein beliebiges der Flügelfahrzeuge **102** den Prozessor **301**, die Kommunikationsschnittstelle **302**, die Sensoreinheit **303** und die Speichervorrichtung **305** möglicherweise nicht umfassen. Hier betreibt der Fahrer (d.h. ein Mensch) des Flügelfahrzeugs **102** die Antriebseinheit **304**, um das Fahren des Flügelfahrzeugs **102** und das Öffnen und Schließen der Flügel zu steuern. Die Kommunikationsschnittstelle **302** und die Sensoreinheit **303** werden durch die Sinnesorgane (beispielsweise Augen und Ohren) eines Fahrers ersetzt. Die Funktionen der Situationserfassungseinheit **306**, der Betriebsbestimmungseinheit **307** und der Betriebsausführungseinheit **308** werden durch die Intelligenz des Fahrers ersetzt.

[0105] Selbst hier kann der Fahrer von dem Steuerungssystem **101** eine Anweisung durch Bezugnahme auf die Ampel **106** empfangen. Daher kann die in dem Flügelfahrzeug **102** eingestellte KPI beispielsweise sein, dass der Fahrer seine oder ihre Arbeit schnell beenden oder die Arbeit sicher durchführen will.

[0106] Gleichermaßen kann der Gabelstapler **103** von einem Menschen gefahren werden. Hierbei kann über eine Ampel eine Anweisung von dem Steuerungssystem **101** gesendet werden, oder eine über die Kommunikationsschnittstelle **402** empfangene Anweisung kann auf einer Anzeigeeinheit (nicht dargestellt) des Gabelstaplers **103** angezeigt werden, und der Fahrer kann die Anweisung durch Betrachten der Anweisung empfangen.

[0107] Das System autonomer Einrichtungen von Beispiel 1 umfasst eine Vielzahl von Flügelfahrzeugen **102** und eine Vielzahl von Gabelstaplern **103** als untergeordnete autonome Einrichtungen, kann tatsächlich aber auch nur eine oder eine weitere autonome Einrichtung umfassen. Wenn beispielsweise ein Roboter, der einen Artikel aufnimmt, in einem Warenlager installiert ist, kann der Roboter als autonome Einrichtung eines zweiten Typs hinzugefügt werden. Wird alternativ ein automatisches Transportfahrzeug verwendet, um ein Regal zur Lagerung von Artikeln in dem Lagerbereich **111** zu einem Kommissionierbereich oder dergleichen zu transportieren, kann ein solches automatisiertes Transportfahrzeug als autonome Einrichtung eines zweiten Typs hinzugefügt werden. Hierbei wird auch die autonome Einrichtung des zweiten Typs, wie das Flügelfahrzeug **102** und der Gabelstapler **103**, mit einem KPI einge-

stellt und führt den gleichen Prozess wie oben beschrieben durch.

[0108] Die Vielzahl von Flügelfahrzeugen **102** kann beispielsweise eine Vielzahl von Fahrzeugtypen von verschiedenen Herstellern umfassen, und es können jeweils unterschiedliche KPIs eingestellt werden. Dasselbe gilt für die Vielzahl von Gabelstaplern **103**.

[0109] Gemäß dem vorstehenden Beispiel 1 wird den untergeordneten autonomen Einrichtungen (z.B. Flügelfahrzeug **102** und Gabelstapler **103**) je nach der von der Steuerung **101** über die Kamera **105** oder dergleichen erfassten Situation des Warenlagers, Information zur Verfügung gestellt, von der bestimmt wird, dass sie effektiv für die Verbesserung der KPI des Steuerungssystems **101** ist. Dadurch kann beispielsweise der Zeitpunkt, zu dem der Gabelstapler **103** auf die Ladefläche des Flügelfahrzeugs **102** zugreift, entsprechend der aktuellen Situation des Flügelfahrzeugs **102** und seiner Umgebung genau bekannt gemacht werden. Dadurch wird die Wartezeit des Gabelstaplers **103** verkürzt und die Arbeitszeit für das Entladen und Beladen wird verkürzt. Es ist möglich, den Zeitpunkt, zu dem das Flügelfahrzeug **102** entsprechend der aktuellen Situation beim Entladen und Beladen von Artikeln abfährt, genau zu kennen. Dadurch wird die Haltezeit des Flügelfahrzeugs **102** verkürzt.

[0110] In einem System autonomer Einrichtungen, in dem es keine übergeordnete autonome Einrichtung, wie das Steuerungssystem **101**, gibt und untergeordnete autonome Einrichtungen Information direkt austauschen, ist es aus folgenden Gründen schwierig, die oben beschriebenen Wirkungen zu erzielen. Mit anderen Worten, in einem System ohne eine übergeordnete autonome Einrichtung bestimmt jedes Flügelfahrzeug **102** und jeder Gabelstapler **103** einen Betriebsvorgang zur Verbesserung der eingestellten KPI basierend auf der von deren eigenem Sensor erfassten Information. Da jedoch von jedem Sensor nur Information innerhalb eines begrenzten Bereichs gewonnen werden kann, gibt es einen Unterschied zwischen der erfassten Information und der aktuellen Warenlagersituation, und dadurch kann die KPI möglicherweise nicht verbessert werden kann.

[0111] Andererseits kann gemäß dem vorliegenden Beispiel die Gesamt-KPI verbessert werden, da das Steuerungssystem **101** die Situation des gesamten Warenlagers (das heißt, des gesamten Systems autonomer Einrichtungen) erfassen kann und einen Betriebsvorgang jeder autonomen Einrichtung melden kann, bei dem es wünschenswert ist, die Gesamt-KPI basierend auf der erfassten Situation zu verbessern.

[0112] Um Information zwischen dem Flügelfahrzeug **102** und dem Gabelstapler **103** direkt auszutauschen, ist es notwendig, vorab ein gegenseitiges

Kommunikationsmittel zu bestimmen. Tatsächlich ist es jedoch schwierig, ein Kommunikationsmittel vorab festzulegen, da die Administratoren unterschiedlich sein können, wenn der Gabelstapler **103** vom Warenlagerinhaber verwaltet wird, während das Flügelfahrzeug **102** beispielsweise von einer Versandfirma und dergleichen verwaltet wird. Gemäß dem vorliegenden Beispiel ist es jedoch beispielsweise durch den Einsatz von Informationsübertragungsmitteln, wie der Ampel **106**, möglich, die notwendige Information bereitzustellen, ohne vorher ein Kommunikationsmittel festzulegen.

Beispiel 2

[0113] Als nächstes wird Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung beschrieben. Mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Unterschiede hat jede Einheit des Systems autonomer Einrichtungen von Beispiel 2 die gleichen Funktionen wie jede Einheit, die durch die gleichen Bezugsziffern wie das in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** dargestellte Beispiel 1 gekennzeichnet ist, und deren Beschreibung entfällt.

[0114] **Fig. 8** ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen **800** gemäß Beispiel 2 der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0115] Das System autonomer Einrichtungen **800** gemäß Beispiel 2 ist ein Robotersystem, das einen Kommissioniervorgang durchführt, bei dem ein in einem Regal **804** gelagerter Artikel **805** entnommen und der Artikel **805** in eine Sortierkiste **806** verpackt wird. Das System autonomer Einrichtungen **800** umfasst ein integriertes Arm/Heber-Managementsystem **801**, einen Armroboter **802** und einen Heber **803** als autonome Einrichtungen.

[0116] Der Armroboter **802** ist beispielsweise ein vertikaler Knickarmroboter, der den im Regal **804** gelagerten Artikel **805** herausnimmt und den Artikel **805** in die Kiste **806** verpackt. Daher erfasst der Armroboter **802** die Situation des auf das Regal **804** geladenen Artikels **805** als Umgebungssituation. Um die Situation zu erfassen, wird ein Sensor (z.B. eine Kamera) verwendet, der an dem Armroboter **802** installiert ist. Die Bestimmung des Betriebsvorgangs des Armroboters **802** wird durch die Intelligenz des Armroboters **802** (zum Beispiel die später beschriebene Betriebsbestimmungseinheit **307** des Armroboters **802**) durchgeführt.

[0117] Die Konfiguration des Armroboters **802** ist die gleiche wie die des Flügelfahrzeugs **102** von Beispiel 1 in **Fig. 3** oder des Gabelstaplers **103** von Beispiel 1 in **Fig. 4**, mit Ausnahme der folgenden Unterschiede. Hierzu wird die Konfiguration des Armroboters **802** mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben.

[0118] Die Kommunikationsschnittstelle **302** des Armroboters **802** kommuniziert mit dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** über das Netzwerk **210**. Die Sensoreinheit **303** des Armroboters **802** ist eine Kamera, die beispielsweise an dem Armroboter **802** befestigt ist. Basierend auf einem Bild, das durch das Aufnehmen eines Bildes in Richtung des Regals **804** durch die Kamera erhalten wurde, erfasst die Situationserfassungseinheit **306** des Armroboters **802** die Situation des auf das Regal **804** geladenen Artikels **805**. Die Situationserfassungseinheit **306** des Armroboters **802** erfasst eine Nachricht (zum Beispiel Information, die anzeigt, dass der Heber **803** auf eine gewünschte Höhe angehoben wird, die später beschrieben wird), die von dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** gesendet wird.

[0119] Die Antriebseinheit **304** des Armroboters **802** umfasst einen Motor (nicht dargestellt), der ein Gelenk **808** eines Arms **807** des Armroboters **802** und eine Handeinheit **809** an der Spitze des Arms **807** antreibt.

[0120] Die Aufgabeninformation **310** umfasst beispielsweise Information zum Identifizieren eines von dem Armroboter **802** zu entnehmenden Artikels. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** bestimmt einen Betriebsvorgang eines jeden Gelenks **808** und der Handeinheit **809** zum Entnehmen eines gewünschten Artikels **805**, beispielsweise basierend auf der Information, die von dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** erhalten und über die Kommunikationsschnittstelle **302** erfasst wurde, dem Zustand, der aus dem Ergebnis der Erfassung durch die Sensoreinheit **303** erfasst wurde, und der Aufgabeninformation **310**. Danach führt die Betriebsausführungseinheit **308** den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **304** aus.

[0121] Die Betriebsbestimmungseinheit **307** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zur Optimierung der Betriebsbestimmung durchführen. Der Ablauf dieser Art von Prozessen ist derselbe wie bei dem in **Fig. 6** dargestellten Flügelfahrzeug **102**. Die im Armroboter **802** eingestellte KPI ist beispielsweise die Arbeitseffizienz.

[0122] Der Heber **803** hat die Funktion, den Armroboter **802** innerhalb eines vorgegebenen Bereichs auf eine beliebige Höhe zu bewegen. Daher erfasst der Heber **803** die Situation des Regals **804** als Umgebungssituation. Um die Situation zu erfassen, wird ein Sensor (z.B. eine Kamera) verwendet, der am Heber **803** installiert ist. Der Betriebsvorgang des Hebers **803** wird durch die Intelligenz des Hebers **803** (z.B. die Betriebsbestimmungseinheit **407** des später beschriebenen Hebers **803**) bestimmt.

[0123] Die Konfiguration des Hebers **803** ist die gleiche wie die Konfiguration des in **Fig. 3** dargestell-

ten Flügelfahrzeugs **102** von Beispiel 1 oder des in **Fig. 4** dargestellten Gabelstaplers **103** von Beispiel 1, mit Ausnahme der folgenden Unterschiede. Hierzu wird die Konfiguration des Hebers **803** mit Bezug auf **Fig. 4** beschrieben.

[0124] Die Kommunikationsschnittstelle **402** des Hebers **803** kommuniziert mit dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** über das Netzwerk **210**. Die Sensoreinheit **403** des Hebers **803** ist eine Kamera, die beispielsweise an dem Heber **803** befestigt ist. Die Situationserfassungseinheit **406** erfasst die Situation des Regals **804** basierend auf einem Bild, das durch Aufnehmen eines Bildes in Richtung des Regals **804** durch die Kamera erhalten wurde. Die Situationserfassungseinheit **406** des Hebers **803** erfasst eine Nachricht (zum Beispiel Information, die eine Höhe angibt, auf die der Armroboter **802** angehoben werden soll, die später beschrieben wird), die von dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** gesendet wird. Die Antriebseinheit **404** des Hebers **803** umfasst einen Motor (nicht dargestellt), der den Heber **803** in vertikaler Richtung antreibt.

[0125] Die Aufgabeninformation **410** kann beispielsweise Information über die Position eines Regals umfassen, in dem ein von dem Armroboter **802** zu entnehmender Artikel gelagert ist. Die Betriebsbestimmungseinheit **407** bestimmt eine geeignete Höhe des Hebers **803** für den Armroboter **802** zur Entnahme eines gewünschten Artikels **805**, beispielsweise basierend auf der Information, die von dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** erhalten und über die Kommunikationsschnittstelle **402** erfasst wurde, dem Zustand, der aus dem Ergebnis der Erfassung durch die Sensoreinheit **403** erfasst wurde, und der Aufgabeninformation **410**. Danach führt die Bewegungsausführungseinheit **408** den bestimmten Betriebsvorgang (z.B. Anheben des Armroboters **802** auf eine bestimmte Höhe) über die Antriebseinheit **304** aus.

[0126] Die Betriebsbestimmungseinheit **407** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Der Ablauf dieser Art von Prozessen ist derselbe wie der des in **Fig. 7** dargestellten Gabelstaplers **103**. Die in dem Heber **803** eingestellte KPI ist z.B. eine geringere Anzahl von Bewegungen in vertikaler Richtung (d.h. die Bewertung ist höher, da die Anzahl der Bewegungen in vertikaler Richtung kleiner ist).

[0127] Das integrierte Arm/Heber-Managementsystem **801** ist ein Computer, der mit dem Armroboter **802** und dem Heber **803** kommuniziert und diese verwaltet. Die Konfiguration des integrierten Arm/Heber-Managementsystems **801** ist die gleiche wie die Konfiguration des in **Fig. 2** dargestellten Steuerungssystems **101** aus Beispiel 1, mit Ausnahme der

folgenden Unterschiede. Hierzu wird die Konfiguration des integrierten Arm/Heber-Managementsystems **801** mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

[0128] Die Kommunikationsschnittstelle **202** des integrierten Arm/Heber-Managementsystems **801** kommuniziert mit dem Armroboter **802** und dem Heber **803** über das Netzwerk **210**. Eine oder mehrere Kameras **105** sind mit dem Netzwerk **210** verbunden. Die Kamera **105** kann jedoch direkt und nicht über das Netzwerk **210** mit dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** verbunden werden. Jede Kamera **105** kann ein Bild des gesamten Systems autonomer Einrichtungen **800**, eines vorbestimmten Teils des Systems autonomer Einrichtungen **800** oder der Umgebung des Systems autonomer Einrichtungen **800** (z.B. des Regals **804** und des Artikels **805**) aufnehmen. Die Kamera **105** ist ein Beispiel für einen Sensor zum Erfassen der Situation des Systems autonomer Einrichtungen **800**, und es können andere Arten von Sensoren verwendet werden.

[0129] Die Situationserfassungseinheit **204** erfasst die Situation des Systems autonomer Einrichtungen **800** basierend auf dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild. Die hierbei erfasste Situation ist beispielsweise die Situation des Regals **804**, die Situation des im Regal **804** gelagerten Artikels **805**, die Situation des Armroboters **802** und die Situation des Hebers **803**.

[0130] Die Aufgabeninformation **208** kann beispielsweise Information zum Identifizieren eines von dem Armroboter **802** zu entnehmenden Artikels, Information zum Anzeigen der Position eines Regals, in dem der Artikel gelagert ist, und dergleichen umfassen. Basierend auf der Situation, die aus dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild und der Aufgabeninformationen **208** erfasst wird, erfasst die Betriebsbestimmungseinheit **205** die Position des Zielartikels **805** auf dem Regal **804**. Danach bestimmt die Betriebsbestimmungseinheit **205** eine geeignete Höhe des Hebers **803** (d.h. eine Höhe, auf die der Armroboter **802** angehoben werden soll) für den Armroboter **802**, um den Zielartikel **805** herauszunehmen. Die Betriebsausführungseinheit **206** sendet die bestimmte Höhe über die Kommunikationsschnittstelle **202** an den Heber **803**. Anschließend teilt die Betriebsausführungseinheit **206** dem Armroboter **802** mit, dass der Heber **803** den Armroboter **802** auf die bestimmte Höhe angehoben hat.

[0131] Der Armroboter **802** führt einen Erfassungsvorgang für den Zielartikel **805** durch. Wenn dadurch der Zielartikel **805** nicht erfasst werden kann, erfasst die Situationserfassungseinheit **204** die Situation gemäß der Information der Kamera **105**. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** bestimmt, dass die Höhe des Hebers **803** basierend auf der erfassten Information nicht geeignet ist und bestimmt eine geeignetere

Höhe des Hebers **803**, und die Betriebsausführungseinheit **206** sendet die Höhe an den Heber **803**.

[0132] Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Der Ablauf dieser Art von Prozessen ist derselbe wie der des in **Fig. 5** dargestellten Steuerungssystems **101**. Die in dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** festgelegte KPI ist beispielsweise die Arbeitseffizienz des gesamten Systems autonomer Einrichtungen **800**.

[0133] Das System autonomer Einrichtungen **800** des vorliegenden Beispiels kann Teil eines größeren Systems autonomer Einrichtungen sein. So kann beispielsweise das System autonomer Einrichtungen **800** nach Beispiel 2 als ein Roboter, der Artikel aus einem Regal entnimmt, in das Warenlager des Systems autonomer Einrichtungen **100** gemäß Beispiel 1 integriert werden. Hierbei arbeitet das integrierte Arm/Heber-Managementsystem **801** von Beispiel 2 als übergeordnete autonome Einrichtung des Armroboters **802** und des Hebers **803** und arbeitet als untergeordnete autonome Einrichtung des Steuerungssystems **101**.

[0134] In dem obigen Beispiel wird der Armroboter **802** als eine untergeordnete autonome Einrichtung behandelt, wobei jedoch der Armroboter **802** tatsächlich ein System autonomer Einrichtungen sein kann, das aus einer übergeordneten autonomen Einrichtung und einer untergeordneten autonomen Einrichtung besteht. So umfasst beispielsweise die untergeordnete autonome Einrichtung eine Sensoreinheit, die die Situation jedes Gelenks **808** erfasst, eine Betriebsbestimmungseinheit, die einen Betriebsvorgang basierend auf der von der Sensoreinheit erhaltenen Information bestimmt, und eine Antriebseinheit, die das Gelenk gemäß dem bestimmten Betriebsvorgang antreibt. Andererseits kann die übergeordnete autonome Einrichtung eine Sensoreinheit, die den gesamten Armroboter **802** und dessen Umgebung erfasst, eine Bewegungsbestimmungseinheit, die einen Betriebsvorgang basierend auf der von der Sensoreinheit erhaltenen Information bestimmt, und eine Betriebsausführungseinheit, die den bestimmten Betriebsvorgang an jedes Gelenk **808** sendet, umfassen.

[0135] Somit kann das System autonomer Einrichtungen, auf das die vorliegende Erfindung angewendet wird, aus drei oder mehr Schichten bestehen. Selbst hier, wie in Beispiel 1 und Beispiel 2 oben beschrieben, ist es möglich, einen Betriebsvorgang durchzuführen, der die KPI des gesamten Systems autonomer Einrichtungen verbessert und gleichzeitig die KPI jeder autonomen Einrichtung verbessert, indem ein Betriebsvorgang jeder autonomen Einrichtung aus der von jeder autonomen Einrichtung erfass-

ten Information basierend auf den Ergebnissen des Lernens jeder autonomen Einrichtung bestimmt wird, um die für jede autonome Einrichtung eingestellte KPI zu verbessern. Ein solches System autonomer Einrichtungen kann als flexibles System konstruiert werden, in dem sich eine übergeordnete autonome Einrichtung auch dann anpassen kann, wenn sich die Konfiguration der untergeordneten autonomen Einrichtungen ändert, ohne dass ausführliche Anordnungen von Schnittstellen zwischen übergeordneten und untergeordneten autonomen Einrichtungen und eine vorherige Informationsintegration erforderlich sind.

[0136] Gemäß dem obigen Beispiel 2 stellt das integrierte Arm/Heber-Managementsystem **801** Information, von der bestimmt wird, dass sie wirksam für die Verbesserung der KPI des integrierten Arm/Heber-Managementsystems **801** ist, für die untergeordneten autonomen Einrichtungen (z.B. Armroboter **802** und Heber **803**) entsprechend der von dem integrierten Arm/Heber-Managementsystem **801** über die Kamera **105** oder dergleichen erfassten Situation des Warenlagers bereit. So kann beispielsweise der Heber **803** erkennen, auf welche Höhe der Armroboter **802** angehoben werden soll, was der Heber **803** selbst nicht bestimmen kann. Der Armroboter **802** kann im Voraus erkennen, in welcher Position der Zielartikel **805** abgelegt ist. Daher ist es einfach, den Zielartikel **805** zu finden, wenn der Armroboter **802** durch den Heber **803** angehoben wird. Mit anderen Worten, die Zeit für das Auffinden des Zielartikels **805** kann verkürzt werden und der Zielartikel **805** kann zuverlässig gefunden werden.

[0137] In einem autonomen System, in dem es keine übergeordnete autonome Einrichtung, wie das integrierte Arm/Heber-Managementsystem **801**, gibt und untergeordnete autonome Einrichtungen Information direkt austauschen, ist es aus folgenden Gründen schwierig, die oben beschriebenen Wirkungen zu erzielen. Das heißt, in einem System ohne übergeordnete autonome Einrichtung kann der Heber **803**, in einem Zustand, in dem der Armroboter **802** noch nicht angehoben ist, den Zustand der oberen Stufe des Regals **804** nicht über die Sensoreinheit **403** erkennen. Ebenso kann der Armroboter **802**, der noch nicht angehoben ist, den Artikel im Regal nicht über die Sensoreinheit **303** erfassen.

[0138] Andererseits kann gemäß dem vorliegenden Beispiel die Gesamt-KPI verbessert werden, da das integrierte Arm/Heber-Managementsystem **801** das gesamte System autonomer Einrichtungen **800** und dessen Umgebung erfassen kann und einen Betriebsvorgang jeder autonomen Einrichtung melden kann, bei dem es wünschenswert ist, die Gesamt-KPI basierend auf der erfassten Situation zu verbessern.

Beispiel 3

[0139] Als nächstes wird Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung beschrieben. Mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Unterschiede hat jede Einheit des Systems autonomer Einrichtungen von Beispiel 3 die gleichen Funktionen wie jede Einheit, die durch die gleichen Bezugsziffern des in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** dargestellten Beispiels **1** gekennzeichnet sind, und deren Beschreibung entfällt.

[0140] **Fig. 9** ist ein erklärendes Schaubild, das die Gesamtkonfiguration eines autonomen Systems **900** gemäß Beispiel 3 der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0141] Das System autonomer Vorrichtungen **900** von Beispiel 3 ist ein Parkplatzsystem, das ein selbstfahrendes Fahrzeug **902** und ein Parkplatzsteuerungssystem **901**, das ein von einer Person gefahrenes Fahrzeug **903** steuert, und einen von der Person verwendeten Parkplatz **904** als autonome Einrichtungen umfasst.

[0142] Das Parkplatzsteuerungssystem **901** überwacht, wo das Fahrzeug (das, zum Beispiel, ein oder mehrere selbstfahrende Fahrzeuge **902** und ein oder mehrere der von einer Person gefahrenen Fahrzeuge **903** umfasst) mit welcher Geschwindigkeit fährt und wie das Fahrzeug die Straße (das heißt, einen Bereich, in das Fahrzeug außer dem Parkbereich **906** einfahren kann) in dem Parkbereich in dem großen Parkplatz einnimmt. Das Parkplatzsteuerungssystem **901** überwacht, welche Abschnitte des Parkbereichs **906** leer sind. Dann erfasst das Parkplatzsteuerungssystem **901** das oben beschriebene Überwachungsergebnis und führt eine schrittweise Steuerung des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** und des von der Person gefahrenen Fahrzeugs **903** durch.

[0143] Auf dem Parkplatz **904** sind beispielsweise ein oder mehrere Hinweistafeln **908** vorgesehen. Die Hinweistafeln **908** sind ein Beispiel für ein Mittel zum Übermitteln von Information von dem Parkplatzsteuerungssystem **901** an das selbstfahrende Fahrzeug **902** und das von einer Person gefahrene Fahrzeug **903**.

[0144] Die Konfiguration des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** ist die gleiche wie die Konfiguration des Flügelfahrzeugs **102** des in **Fig. 3** dargestellten Beispiels **1**, mit Ausnahme der folgenden Unterschiede. Hierzu wird die Konfiguration des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben.

[0145] Die Kommunikationsschnittstelle **302** des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** kommuniziert mit dem Parkplatzsteuerungssystem **901** über das Netzwerk **210**. Die Sensoreinheit **303** des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** ist beispielsweise eine Kamera

oder ein Abstandssensor, der an dem selbstfahrenden Fahrzeug **902** befestigt ist und ein Bild der Umgebung des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** aufnimmt. Hierzu wird ein Beispiel für eine Kamera beschrieben. Die Situationserfassungseinheit **306** des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** erfasst die Situation um das eigene Fahrzeug auf dem Parkplatz **904** basierend auf dem von der Kamera aufgenommenen Bild.

[0146] Die Situationserfassungseinheit **306** des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** erfasst eine von dem Parkplatzsteuerungssystem **901** gesendete Information (z.B. die Situation auf dem Parkplatz **904**, Information über den Zielortabschnitt und den Weg zum Zielort und dergleichen). Die Situationserfassungseinheit **306** kann die von dem Parkplatzsteuerungssystem **901** gesendete Information durch von der Kamera oder dergleichen der Sensoreinheit **303** erfassten Information (zum Beispiel dem Ergebnis des Erkennens der Anzeigehalte der Hinweistafel **908**) erfassen, oder kann die über die Kommunikationsschnittstelle **302** erfasste Information erfassen.

[0147] Die Antriebseinheit **304** des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** umfasst beispielsweise einen Motor, wie beispielsweise einen Verbrennungsmotor oder einen Elektromotor, eine Getriebevorrichtung, die die vom Motor erzeugte Leistung auf Räder überträgt, eine Lenkeinrichtung, um zu bewirken, dass das selbstfahrende Fahrzeug **902** in eine gewünschte Richtung fährt, und dergleichen.

[0148] Die Aufgabeninformation **310** umfasst beispielsweise Information, wie die Suche nach einem Abschnitt, in dem Parken möglich ist, und das Bewegen eines Fahrzeugs dorthin. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** bestimmt einen Betriebsvorgang, wie Vorwärtsbewegung, Stoppen, und einen Lenkbetrag basierend auf der Information von dem Parkplatzsteuerungssystem **901**, dem aus dem Ergebnis der Erfassung durch die Sensoreinheit **303** erfassten Zustand, und der Aufgabeninformation **310**, die beispielsweise über die Kommunikationsschnittstelle **302** oder die Sensoreinheit **303** erfasst werden. Dann führt die Betriebsausführungseinheit **308** den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **304** aus.

[0149] Die Betriebsbestimmungseinheit **307** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Der Ablauf dieser Art von Prozessen ist derselbe wie der bei dem in **Fig. 6** dargestellten Flügelfahrzeug **102**. Die in dem selbstfahrenden Fahrzeug **902** eingestellte KPI ist beispielsweise, dass der Kraftstoffverbrauch (oder die elektrische Leistung) minimiert werden soll, oder dass es wünschenswert ist, einen Abschnitt anzuzeigen, in dem ein Fahrzeug geparkt werden kann, sowie eine zu dem Abschnitt führende Route.

[0150] Das selbstfahrende Fahrzeug **902** kann eine vollständige Selbstfahrfunktion aufweisen, die ohne menschliche Bedienung fahren kann, oder kann eine Fahrunterstützungsfunktion zur Unterstützung eines Teils des menschlichen Fahrens aufweisen. Wie beim Flügelfahrzeug **102** von Beispiel 1 können zumindest einige der Funktionen der Situationserfassungseinheit **306**, der Betriebsbestimmungseinheit **307** und der Betriebsausführungseinheit **308** als zumindest ein Teil der Selbstfahrfunktion oder der Fahrunterstützungsfunktion implementiert sein.

[0151] Die Konfiguration des von einer Person gefahrenen Fahrzeugs **903** ist die gleiche wie die des selbstfahrenden Fahrzeugs **902**, mit Ausnahme der folgenden Unterschiede. Das heißt, das von einer Person gefahrene Fahrzeug **903** kann möglicherweise den Prozessor **301**, die Kommunikationsschnittstelle **302**, die Sensoreinheit **303** und die Speichervorrichtung **305** nicht umfassen. Funktionen, die der Situationserfassungseinheit **306**, der Betriebsbestimmungseinheit **307** und der Betriebsausführungseinheit **308** in dem selbstfahrenden Fahrzeug **902** entsprechen, werden durch die Intelligenz des Fahrers in dem von einer Person gefahrenen Fahrzeug **903** ersetzt. Die Aufgabeninformation **310** wird von dem Fahrer im Gedächtnis behalten. Die Sensoreinheit **303** wird durch die Sinnesorgane des Fahrers (z.B. Augen und Ohren) ersetzt.

[0152] Die in dem von einer Person gefahrenen Fahrzeug **903** eingestellte KPI kann dieselbe sein wie die in dem selbstfahrenden Fahrzeug **902** eingestellte, stattdessen kann aber die KPI beispielsweise sein, dass es nicht erwünscht ist, einen Abschnitt, in dem ein Fahrzeug geparkt werden kann, und eine Route zu dem Abschnitt anzugeben, oder dass es erwünscht ist, in der Nähe der Ausfahrt einer Person im Schatten zu parken.

[0153] Das Parkplatzsteuerungssystem **901** ist ein Computer, der das Innere des Parkplatzes **904** überwacht und eine schrittweise Steuerung des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** und des von einer Person gefahrenen Fahrzeugs **903** durchführt. Die Konfiguration der Parkplatzsteuerungssysteme **901** ist die gleiche wie die Konfiguration des Steuerungssystems **101** des in **Fig. 2** dargestellten Beispiels **1**, mit Ausnahme der folgenden Unterschiede. Hierzu wird die Konfiguration des Parkplatzsteuerungssystems **901** mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

[0154] Eine oder mehrere Kameras **105**, die jeweils mindestens einen Teil des Parkplatzes **904** erfassen, sind mit dem Netzwerk **210** verbunden. Jede Kamera **105** kann eine feste Kamera sein, die an einem geeigneten Ort installiert ist, oder kann eine Kamera sein, die sich wie eine Drohne mit einer Kamera bewegt. Die Kamera **105** ist ein Beispiel für einen Sensor zum Erfassen der Situation des Systems autonom-

mer Einrichtungen **900**, und es können andere Arten von Sensoren verwendet werden.

[0155] Die Hinweistafel **908** ist mit dem Netzwerk **210** verbunden. Die Hinweistafel **908** ist ein Beispiel für das Informationsübertragungsmittel für das Parkplatzsteuerungssystem **901** zur Steuerung jedes Fahrzeugs. Als weiteres Beispiel für ein solches Informationsübertragungsmittel gibt es Ampeln und dergleichen, die an verschiedenen Stellen auf dem Parkplatz **904** und dergleichen vorgesehen sind.

[0156] Die Situationserfassungseinheit **204** erfasst die Situation des Systems autonomer Einrichtungen **900** basierend auf dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild. Die erfasste Situation ist hier beispielsweise die Situation, in der jedes Fahrzeug mit welcher Geschwindigkeit fährt und wie das Fahrzeug die Straße auf dem Parkplatz belegt.

[0157] Die Aufgabeninformation **208** umfasst beispielsweise Information zum Führen eines auf den Parkplatz **904** eingefahrenen Fahrzeugs zu einem leeren Abschnitt auf dem Parkplatz **904** und zum Führen eines Fahrzeugs, das einen beliebigen Abschnitt verlassen hat, zur Ausfahrt des Parkplatzes **904**. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** bestimmt die Steuerung jedes Fahrzeugs, so dass es nicht zu Staus auf dem Parkplatz **904** kommt und jedes Fahrzeug schneller in der Nähe einer aktuellen Position geparkt werden kann, und die Betriebsausführungseinheit **206** führt die Steuerung basierend auf der Situation des Parkplatzes **904** aus, die aus dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild (zum Beispiel der Situation jedes Fahrzeugs auf dem Parkplatz **904**) und der Aufgabeninformation **208** erfasst wird. Die Steuerung erfolgt beispielsweise durch Anzeigen von Information auf der Hinweistafel **908**. Wenn das Fahrzeug Information über die mit dem Netzwerk **210** verbundene Kommunikationsschnittstelle **302** empfangen kann, kann die Betriebsausführungseinheit **206** Steuerungsinformation über die Kommunikationsschnittstelle **202** und das Netzwerk **210** senden.

[0158] Obwohl **Fig. 9** nur eine Hinweistafel **908** darstellt, kann tatsächlich eine Vielzahl von Hinweistafeln **908** auf dem Parkplatz **904** installiert werden. Hierbei können alle Hinweistafeln **908** die gleichen Inhalte anzeigen (z.B. alle leeren Abschnitte auf dem Parkplatz **904**) oder können verschiedene Inhalte anzeigen. So kann beispielsweise jede Hinweistafel **908** nur einen leeren Abschnitt anzeigen, zu dem ein Fahrzeug, das in seiner Nähe fährt, geführt werden soll. Jede Hinweistafel **908** kann eine andere Information als den leeren Abschnitt anzeigen, wie beispielsweise die Fahrtrichtung des Fahrzeugs. Welche Inhalte auf jeder Hinweistafel **908** in welcher Situation angezeigt werden sollen, wird anhand des später beschriebenen Lernergebnisses bestimmt.

[0159] Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Insbesondere kann die Betriebsbestimmungseinheit **205** lernen, welche Art von Information dem Fahrzeug zur Verfügung gestellt wird und welche Art von Fahrzeugdurchlauf aus der vergangenen Aufzeichnung und dergleichen erfolgt. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann nach einem Verfahren zum Bereitstellen von Information suchen (z.B. ein Anzeigeverfahren auf der Hinweistafel **908**), bei dem eine geeignete Steuerung durch Simulation durchgeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt kann die in dem Parkplatzsteuerungssystem **901** eingestellte KPI beispielsweise die Nutzungseffizienz des Parkplatzes **904** oder die Zufriedenheit einer den Parkplatz **904** nutzenden Person sein. Danach stellt die Betriebsausführungseinheit **206** dem Fahrzeug auf optimale Weise optimale Information zur Verfügung. Der Ablauf dieser Art von Prozess ist derselbe wie der des in **Fig. 5** dargestellten Steuerungssystems **101**.

[0160] Gemäß dem vorstehend beschriebenen Beispiel 3 werden die Parkposition und der Fahrweg zur Parkposition optimiert, sodass die KPI (z.B. zur Minimierung des Kraftstoffverbrauchs) des selbstfahrenden Fahrzeugs **902** verbessert wird. Die Parkposition und der Fahrweg zur Parkposition werden so optimiert, dass jede KPI (beispielsweise ist frühes Parken, Parken nahe der Ausfahrt einer Person oder Parken im Schatten erwünscht) des von einer Person gefahrenen Fahrzeugs **903** verbessert wird. Es ist schwierig, eine solche Wirkung zu erzielen, selbst dann, wenn jedes selbstfahrende Fahrzeug **902** und jedes von einer Person gefahrene Fahrzeug **903** in einem System autonomer Einrichtungen, das das Parkplatzsteuerungssystem **901** nicht umfasst, direkt miteinander Information austauschen.

Beispiel 4

[0161] Als nächstes wird Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung beschrieben. Mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Unterschiede hat jede Einheit des Systems autonomer Einrichtungen von Beispiel 4 die gleichen Funktionen wie jede Einheit, die durch die gleichen Bezugsziffern des in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** dargestellten Beispiels **1** gekennzeichnet ist, und deren Beschreibung entfällt.

[0162] **Fig. 10** ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration eines Systems autonomer Einrichtungen **1000** gemäß Beispiel 4 der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0163] Das System autonomer Einrichtungen **1000** von Beispiel 4 ist ein Baumaschinensystem, das einen Bagger **1002**, einen Muldenkipper **1003**, eine Person **1004** und ein Baustellensteuerungssystem

1001 zur Steuerung derselben als autonome Einrichtungen umfasst.

[0164] Das Baustellensteuerungssystem **1001** überwacht die Störungen und die Möglichkeit von Störungen von autonomen Einrichtungen (z.B. Bagger **1002**, Muldenkipper **1003** und Person **1004**) auf einer Baustelle und führt eine geeignete Steuerung (Darstellung von Information) an jeder autonomen Einrichtung durch. Das Baustellensteuerungssystem **1001** überwacht die Situation (z.B. die Situation von ausgehobenen Löchern oder die Situation von Materialien, die für den Bau verwendet werden) der Baustelle mit Ausnahme der autonomen Einrichtungen und führt eine geeignete Steuerung (Präsentation von Informationen) an jeder autonomen Einrichtung durch.

[0165] Fig. 10 stellt aus Gründen der einfachen Beschreibung einen Bagger **1002**, einen Muldenkipper **1003** und eine Person **1004** als in dem System autonomer Einrichtungen **1000** umfasste autonome Einrichtungen dar, die jedoch lediglich Beispiele sind, und das autonome System **1000** kann eine Vielzahl von Baggern **1002**, eine Vielzahl von Muldenkippern **1003**, eine Vielzahl von Personen **1004** umfassen, kann mindestens einen davon nicht umfassen, oder kann andere Baumaschinen, wie eine oder mehrere Planiertrauen, umfassen.

[0166] Mindestens einer von dem einen oder den mehreren Baggern **1002** und der Muldenkipper **1003** kann eine Baumaschine (nachfolgend als autonome Baumaschine bezeichnet) sein, die autonom ohne menschliche Bedienung (oder durch Unterstützung der menschlichen Bedienung) arbeitet, und jede der anderen kann eine von einer Person bediente allgemeine Baumaschine (nachfolgend auch als allgemeine Baumaschine bezeichnet) sein.

[0167] Die Konfiguration der autonomen Baumaschine kann beispielsweise die gleiche wie die Konfiguration des in Fig. 3 dargestellten Flügelfahrzeugs **102** oder des in Fig. 4 dargestellten Gabelstaplers **103** sein. Hierzu wird auf Fig. 3 verwiesen. Die Situationserfassungseinheit **306** der autonomen Baumaschine erfasst die Situation um die autonome Baumaschine auf der Baustelle als Umgebungssituation über die Sensoreinheit **303**, wie beispielsweise eine Kamera, der autonomen Baumaschine.

[0168] Die als solche erfasste Umgebungssituation umfasst aus dem Baustellensteuerungssystem **1001** bereitgestellte Information. Diese Information kann Information umfassen, wie z.B. ob eine andere autonome Einrichtung in der Nähe der autonomen Baumaschine vorhanden ist und ob sich eine andere autonome Einrichtung nähert. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** bestimmt einen Betriebsvorgang, wie einen Aushub oder einen Transport, basierend

auf der erfassten Situation und der Aufgabeninformation **310** (zum Beispiel Information über von nun an durchzuführende Aushub- oder Transportarbeiten), und die Betriebsausführungseinheit **308** führt den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **304** aus.

[0169] Die Konfiguration der allgemeinen Baumaschine kann die gleiche sein wie beispielsweise die Konfiguration des in Fig. 3 dargestellten Flügelfahrzeugs **102** oder des in Fig. 4 dargestellten Gabelstaplers **103**. Hierzu wird auf Fig. 3 verwiesen. Die allgemeine Baumaschine kann jedoch möglicherweise den Prozessor **301**, die Kommunikationsschnittstelle **302**, die Sensoreinheit **303** und die Speichervorrichtung **305** nicht umfassen. Sinnesorgane (zum Beispiel Augen und Ohren) eines Fahrers der allgemeinen Baumaschine entsprechen der Sensoreinheit **303** der autonomen Baumaschine. Die Intelligenz des Fahrers der allgemeinen Baumaschine entspricht der Situationserfassungseinheit **306**, der Betriebsbestimmungseinheit **307** und der Betriebsausführungseinheit **308** der autonomen Baumaschine. Information, die der Aufgabeninformation **310** entspricht (z.B. Information über Aushub- oder Transportarbeiten, die von nun an durchzuführen sind), können dem Fahrer im Gedächtnis bleiben.

[0170] Der Fahrer der allgemeinen Baumaschine erfasst die Situation um die allgemeine Baumaschine auf der Baustelle als Umgebungssituation über seine oder ihre eigenen Sinnesorgane. Die als solche erfasste Umgebungssituation umfasst Information (zum Beispiel Information über die Annäherung anderer autonomer Einrichtungen, ähnlich wie oben beschrieben), die von dem Baustellensteuerungssystem **1001** bereitgestellt wird.

[0171] Basierend auf der erfassten Situation und der der Aufgabeninformation **310** entsprechenden Information bestimmt der Fahrer einen Betriebsvorgang, wie einen Aushub oder Transport, und führt den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **304** aus.

[0172] Die in der autonomen Baumaschine und der allgemeinen Baumaschine eingestellte KPI kann beispielsweise sein, dass effizientes Arbeiten oder zuverlässiges Arbeiten gewünscht wird. Für jede Baumaschine können unterschiedliche KPIs eingestellt werden.

[0173] Die Person **1004** erfasst die Umgebungssituation mit Hilfe von Sinnesorganen, wie Augen und Ohren, bestimmt einen Betriebsvorgang (zum Beispiel, die aktuelle Arbeit fortzusetzen, umgebende Objekte zu vermeiden (zum Beispiel andere sich nähernde autonome Einrichtungen) oder die Umgebung erneut zu bestätigen) und führt den bestimmten Betriebsvorgang durch. Die von der Person **1004** er-

fasste Umgebungssituation umfasst von dem Baustellensteuerungssystem **1001** bereitgestellte Information (z.B. Information, die sich auf dasselbe, wie oben beschriebene, bezieht).

[0174] Wenn die Person **1004** ein Bediener ist, der Bauarbeiten auf der Baustelle durchführt, kann die KPI der Person **1004** beispielsweise sein, dass gewünscht wird, effizient zu arbeiten, zuverlässig zu arbeiten oder nicht müde zu werden. Wenn die Person **1004** eine andere Person als ein Arbeiter ist (z.B. eine Person, die die Baustelle beobachtet, oder eine Person, die einen Artikel (z.B. eine Lunch-Box) an den Arbeiter liefert), kann es beispielsweise erwünscht sein, jedes Ziel effizient und zuverlässig zu erreichen.

[0175] Die Konfiguration des Baustellensteuerungssystems **1001** ist die gleiche wie die Konfiguration des Steuerungssystems **101** des in **Fig. 2** dargestellten Beispiels **1**. Die Situationserfassungseinheit **204** des Baustellensteuerungssystems **1001** erfasst die Gesamtsituation der Baustelle (zum Beispiel die Situation jeder autonomen Einrichtung, wie des Baggers **1002**, des Muldenkippers **1003** und der Person **1004**, sowie die Situation von Löchern und Materialien auf der Baustelle) als Umgebungssituation über beispielsweise eine oder mehrere Kameras **105**. Hierzu kann jede Kamera **105** eine feste Kamera sein, die an einem geeigneten Ort installiert ist, oder kann eine Kamera sein, die sich wie eine Drohne mit einer Kamera bewegt. Die Kamera **105** ist ein Beispiel für einen Sensor zum Erfassen der Situation des Systems autonomer Einrichtungen **1000**, und es können andere Arten von Sensoren verwendet werden.

[0176] Die Aufgabeninformation **208** des Baustellensteuerungssystems **1001** kann eine Information bezüglich Arbeiten (z.B. Aushub und Transport) sein, die auf der Baustelle auszuführen sind. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** des Baustellensteuerungssystems **1001** bestimmt basierend auf der Situation der Baustelle, die aus dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild und der Aufgabeninformation **208** erfasst wird, jeden Steuerungsinhalt so, dass die kooperative Arbeit jeder autonomen Einrichtung effizient und zuverlässig durchgeführt wird. Hierbei ist die kooperative Arbeit jeder autonomen Einrichtung zum Beispiel, dass die von dem Bagger **1002** ausgehobene Erde auf den Muldenkipper **1003** geladen wird und die Person **1004** ein durch den Aushub erzeugtes Loch formt.

[0177] Danach führt die Betriebsausführungseinheit **206** die bestimmte Steuerung durch. Die Steuerung wird durch die Bereitstellung von Information für jede autonome Einrichtung durchgeführt. So kann beispielsweise die Ampel **106**, ähnlich derjenigen von Beispiel **1**, auf der Baustelle bereitgestellt werden,

oder jeder autonomen Einrichtung kann notwendige Information per Sprache bereitgestellt werden.

[0178] Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Insbesondere kann die Betriebsbestimmungseinheit **205** aus der Durchführung lernen, welche Art von Information jeder der autonomen Einrichtungen zur Verfügung gestellt wird, welchen Betriebsvorgang jede autonome Einrichtung durchführt und wie das Verhalten als Ganzes oder dergleichen sein wird. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann nach einem Verfahren zum Bereitstellen von Information suchen, mit dem eine geeignete Steuerung durch Simulation durchgeführt wird. Hierbei kann die in dem Baustellensteuerungssystem **1001** eingestellte KPI beispielsweise die Arbeitseffizienz der Baustelle sein. Danach stellt die Betriebsausführungseinheit **206** jeder autonomen Einrichtung auf optimale Weise optimale Information zur Verfügung. Der Ablauf dieser Art von Prozess ist derselbe wie der des in **Fig. 5** dargestellten Steuerungssystems **101**.

[0179] Gemäß dem vorstehend beschriebenen Beispiel **4** wird der Betrieb der autonomen Baumaschine unter dem Gesichtspunkt der Effizienz entsprechend der Situation anderer autonomer Einrichtungen und der Baustelle optimiert. Gleichermaßen wird der Betrieb einer allgemeinen Baumaschine unter dem Gesichtspunkt der Effizienz entsprechend der Situation anderer autonomer Einrichtungen und der Baustelle optimiert. Die Arbeit des Arbeiters oder einer anderen Person als dem Arbeiter wird unter dem Gesichtspunkt der Effizienz und Ermüdung entsprechend der Situation anderer autonomer Einrichtungen und des Standorts optimiert.

[0180] Es ist schwierig, eine solche Wirkung zu erzielen, selbst dann, wenn jede autonome Einrichtung in einem System autonomer Einrichtungen, das das Baustellensteuerungssystem **1001** nicht umfasst, Information direkt gegenseitig austauscht. Dies hat beispielsweise die folgenden Gründe. Das heißt, es besteht die Möglichkeit, dass ein Unterschied zwischen der von jeder autonomen Einrichtung erfassten Situation und der tatsächlichen Situation besteht. Obwohl es notwendig ist, im Voraus ein Kommunikationsmittel gegenseitig festzulegen, da der Anbieter und der Betreiber jeder autonomen Einrichtung im Allgemeinen unterschiedlich sind, ist es in der Tat schwierig, das Kommunikationsmittel zu bestimmen.

Beispiel 5

[0181] Als nächstes wird Beispiel **5** der vorliegenden Erfindung beschrieben. Mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Unterschiede hat jede Einheit des Systems autonomer Einrichtungen von Beispiel **5** die gleichen Funktionen wie jede Einheit, die durch

die gleichen Bezugsziffern des in den **Fig. 1** bis **Fig. 7** dargestellten Beispiels **1** gekennzeichnet ist, und deren Beschreibung entfällt.

[0182] **Fig. 11** ist ein erklärendes Schaubild, das eine Gesamtkonfiguration des Systems autonomer Einrichtungen **1100** gemäß Beispiel 5 der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0183] Ein autonomes System **1100** des Beispiels **5** ist ein Schraubenanzieh-Robotersystem, das zwei Werkstücke (zu bearbeitende Teile) kombiniert und die Werkstücke mit einer Schraube anzieht. Das System autonomer Einrichtungen **1100** umfasst ein Schraubenanzieh-Überwachungssystem **1101**, einen ersten Handroboter **1102** und einen zweiten Handroboter **1103** als autonome Einrichtung.

[0184] Der erste Handroboter **1102** legt ein erstes Werkstück **1104** auf einen Arbeitstisch **1107** und legt dann ein zweites Werkstück **1105** auf das erste Werkstück **1104** und stoppt dann.

[0185] Der zweite Handroboter **1103** setzt eine Schraube **1106** in ein Schraubenloch **1108** des ersten Werkstücks **1104** und des zweiten Werkstücks **1105** ein, und eine Schraubenanziehvorrichtung **1109**, die an der Spitze des Armes des zweiten Handroboters **1103** befestigt ist, zieht die Schraube **1106** an.

[0186] Das Schraubenanzieh-Überwachungssystem **1101** überwacht die Verschiebung der Position, an der das zweite Werkstück **1105** abgelegt ist, einen Schraubenanzugsfehler und dergleichen und führt eine geeignete Steuerung (Darstellung von Informationen) an dem ersten Roboter **1102** und am zweiten Roboter **1103** durch.

[0187] Die Konfigurationen des ersten Handroboters **1102** und des zweiten Handroboters **1103** können die gleichen sein wie beispielsweise die Konfiguration des in **Fig. 3** dargestellten Flügelfahrzeugs **102** oder des in **Fig. 4** dargestellten Gabelstaplers **103**. Bezüglich des in der folgenden Beschreibung weggelassenen Abschnitts kann die Beschreibung des Armroboters **802** aus Beispiel 2 angewendet werden. Hierzu wird auf **Fig. 3** bezüglich der Konfiguration des ersten Handroboters **1102** und auf **Fig. 4** bezüglich der Konfiguration des zweiten Handroboters **1103** Bezug genommen.

[0188] Die Situationserfassungseinheit **306** des ersten Handroboters **1102** erfasst den Zustand des ersten Werkstücks **1104**, den Zustand des zweiten Werkstücks **1105** und den Zustand des Arbeitstisches **1107** als Umgebungssituationen, beispielsweise über die Sensoreinheit **303** des ersten Handroboters **1102**, wie beispielsweise eine am ersten Handroboter **1102** angebrachte Kamera.

[0189] Die von der Situationserfassungseinheit **306** erfasste Situation umfasst von dem Schraubenanzieh-Überwachungssystem **1101** bereitgestellte Information. Die Information umfasst beispielsweise Information über die Verschiebung der festen Position jedes Werkstücks und die Beendigung oder die Fehlfunktion eines Schraubenanziehvorgangs. Die Betriebsbestimmungseinheit **307** bestimmt einen Vorgang, wie das Herausnehmen jedes Werkstücks aus dem Lagerort und das Fixieren jedes Werkstücks an einer vorbestimmten Position auf dem Arbeitstisch **1107** basierend auf der erfassten Situation und der Aufgabeninformation **310** (zum Beispiel Information über Schraubenanzieharbeiten, die von nun an durchzuführen sind), und die Betriebsausführungseinheit **308** führt den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **304** aus.

[0190] Die im ersten Handroboter **1102** eingestellte KPI ist zum Beispiel, dass es erwünscht ist, effizient zu arbeiten.

[0191] Die Situationserfassungseinheit **406** des zweiten Handroboters **1103** erfasst die Situation des Schraubenlochs **1108**, der Schraube **1106** und der Schraubenanziehvorrichtung **1109** als Umgebungssituation, beispielsweise über die Sensoreinheit **403** des zweiten Handroboters **1103**, wie eine an dem zweiten Handroboter **1103** befestigte Kamera.

[0192] Die von der Situationserfassungseinheit **406** erfasste Situation umfasst von dem Schraubenanzieh-Überwachungssystem **1101** bereitgestellte Information. Die Information umfasst beispielsweise, ob sich jedes Werkstück in einem Zustand befindet, in dem ein Schraubenanzug gestartet werden kann, und Information über die Beendigung oder die Fehlfunktion des Schraubenanzuges. Die Betriebsbestimmungseinheit **407** bestimmt einen Betriebsvorgang, wie das Einsetzen der Schraube **1106** in das Schraubenloch **1108** und das Anziehen der Schraube durch die Schraubenanziehvorrichtung **1109** basierend auf der erfassten Situation und der Aufgabeninformation **410** (zum Beispiel Information über Schraubenanzieharbeiten, die von nun an durchzuführen sind), und die Betriebsausführungseinheit **408** führt den bestimmten Betriebsvorgang über die Antriebseinheit **404** aus.

[0193] Die in dem zweiten Handroboter **1103** eingestellte KPI ist beispielsweise, dass ein effizientes Arbeiten erwünscht ist und dass das Anziehen der Schraube erfolgreich ist.

[0194] Die Konfiguration des Schraubenanzieh-Überwachungssystems **1101** ist die gleiche wie die Konfiguration des Steuerungssystems **101** des in **Fig. 2** dargestellten Beispiels **1**. Die Situationserfassungseinheit **204** des Schraubenanzieh-Überwachungssystems **1101** erfasst beispielsweise den Zu-

stand (zum Beispiel, ob sich die Schraubenlöcher überlappen) des ersten Werkstücks **1104** und des zweiten Werkstücks **1105** sowie die Situation des ersten Handroboters **1102** und des zweiten Handroboters **1103** als Umgebungssituationen über eine oder mehrere Kameras **105**. Hierbei ist die Kamera **105** beispielsweise eine oder mehrere Kameras, die an einer geeigneten Stelle, an der Bilder von jedem Werkstück und Handroboter aufgenommen werden können, installiert sind. Die Kamera **105** ist ein Beispiel für einen Sensor zum Erfassen der Situation des Systems autonomer Einrichtungen **1100**, und es können andere Arten von Sensoren verwendet werden.

[0195] Die Aufgabeninformation **208** des Schraubenanzieh-Überwachungssystems **1101** ist beispielsweise eine Information in Bezug auf einen durchzuführenden Schraubenanzug. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** des Schraubenanzieh-Überwachungssystems **1101** bestimmt die Steuerungsinhalte des ersten Handroboters **1102** und des zweiten Handroboters **1103** basierend auf der aus dem von der Kamera **105** aufgenommenen Bild und der Aufgabeninformation **208** erfassten Situation.

[0196] So kann beispielsweise die Betriebsbestimmungseinheit **205** die Situation von zwei Werkstücken erfassen (zum Beispiel, ob die Schraubenlöcher überlappend zueinander angeordnet sind) und bestimmen, den ersten Handroboter **1102** abhängig von der Situation über eine Korrekturanweisung für die Position des zweiten Werkstücks **1105** zu informieren. Wenn sich beispielsweise die Schraubenlöcher zweier Werkstücke überlappen, kann der Schraubenanziehvorgang ausgeführt werden, und die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann bestimmen, den zweiten Handroboter **1103** darüber zu informieren. Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann erfassen, dass das Anziehen der Schraube erfolgreich oder fehlerhaft ist, und wenn das Anziehen der Schraube fehlschlägt, kann sie bestimmen, den zweiten Handroboter **1103** darüber zu informieren, erneut anzuziehen.

[0197] Danach führt die Betriebsausführungseinheit **206** eine bestimmte Steuerung durch. Die Steuerung wird durch Bereitstellen von Information an jeder autonomen Einrichtung durchgeführt (z.B. Senden von Information über das Netzwerk **210**).

[0198] Die Betriebsbestimmungseinheit **205** kann zu jedem Zeitpunkt einen Lernprozess zum Optimieren der Betriebsbestimmung durchführen. Insbesondere kann die Betriebsbestimmungseinheit **205** aus der Aufzeichnung oder dergleichen lernen, welche Art von Information jedem Handroboter zur Verfügung gestellt wird und was die Ergebnisse (Erfolg oder Misserfolg) des Schraubenanzugs sein werden und wie lange es dauern wird, bis er funktioniert. Hierbei kann die im Schraubenanzieh-Überwachungssystem

1101 eingestellte KPI beispielsweise sein, dass ein effizientes Arbeiten erwünscht ist und der Schraubenanzug erfolgreich ist. Der Ablauf dieser Art von Prozess ist derselbe wie der des in **Fig. 5** dargestellten Steuerungssystems **101**.

[0199] Gemäß dem vorstehend beschriebenen Beispiel 5 ist der Betriebsvorgang des ersten Handroboters **1102** aus Sicht des erfolgreichen Schraubenanzugs geeignet. Der Betriebsvorgang des zweiten Handroboters **1103** wird effizient (zum Beispiel ist die Wartezeit kurz und die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers gering).

[0200] Es ist schwierig, eine solche Wirkung zu erzielen, selbst dann, wenn jeder Handroboter in einem autonomen System, das das Schraubenanzieh-Überwachungssystem **1101** nicht umfasst, direkt Information gegenseitig austauscht. Dies hat beispielsweise folgende Gründe. Das heißt, es besteht die Möglichkeit, dass ein Unterschied zwischen der von jedem Handroboter erfassten Situation und der tatsächlichen Situation auftreten kann. Möglicherweise ist nicht jeder Handroboter in der Lage, die Situation zu beobachten.

[0201] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt und umfasst verschiedene Modifikationsbeispiele. So wurden beispielsweise die oben beschriebenen Beispiele zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben und sind nicht unbedingt auf diejenigen beschränkt, die alle der beschriebenen Konfigurationen aufweisen. Ein Teil der Konfiguration eines Beispiels kann durch die Konfiguration eines anderen Beispiels ersetzt werden, und die Konfiguration eines anderen Beispiels kann der Konfiguration des einen Beispiels hinzugefügt werden. Es ist möglich, für einen Teil der Konfiguration jedes Beispiels andere Konfigurationen hinzuzufügen, zu löschen und zu ersetzen.

[0202] Jede der oben beschriebenen Konfigurationen, Funktionen, Verarbeitungseinheiten, Verarbeitungsmittel und dergleichen kann durch Hardware verwirklicht werden, indem ein Teil oder alle Teile davon beispielsweise mit einer integrierten Schaltung ausgeführt werden. Jede der oben beschriebenen Konfigurationen, Funktionen und dergleichen kann durch Software durch einen Prozessor verwirklicht werden, der ein Programm, das jede Funktion verwirklicht, interpretiert und ausführt. Information, wie Programme, Tabellen und Dateien, die jede Funktion verwirklichen, kann auf einem Datenspeichermedium, wie einem nichtflüchtigen Halbleiterspeicher, einer Festplatte, einem Solid State Drive (SSD) oder einem computerlesbaren, nichtflüchtigen Datenspeichermedium, wie einer IC-Karte, SD-Karte oder DVD, gespeichert werden.

[0203] Die Steuerleitungen und Informationsleitungen geben an, was für die Beschreibung als notwendig erachtet wird, und nicht alle Steuerleitungen und Informationsleitungen sind unbedingt auf dem Produkt abgebildet. Tatsächlich kann davon ausgegangen werden, dass fast alle Komponenten miteinander verbunden sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2006000954 A [0002, 0005]
- JP 2015208811 A [0002, 0004, 0006]
- JP 2006 A [0003]
- JP 000954 [0003]

Patentansprüche

1. System autonomer Einrichtung, umfassend eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen, wobei jede von der Vielzahl von autonomen Einrichtungen eine Situationserfassungseinheit, die die Situation erfasst, eine Betriebsbestimmungseinheit, die einen Betriebsvorgang basierend auf der erfassten Situation bestimmt, und eine Betriebsausführungseinheit, die den bestimmten Betriebsvorgang ausführt, umfasst,

die Vielzahl der in dem System autonomer Einrichtungen umfassten autonomen Einrichtungen eine oder mehr erste autonome Einrichtungen und zwei oder mehr zweite autonome Einrichtungen umfasst, die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der ersten autonomen Einrichtung erfasst wird, die Situation der zweiten autonomen Einrichtung umfasst, die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung erfasst wird, ein Ergebnis eines von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführten Betriebsvorgangs umfasst, und die Betriebsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung einen Betriebsvorgang basierend auf dem Ergebnis des von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführten Betriebsvorgangs bestimmt.

2. System autonomer Einrichtungen nach Anspruch 1, wobei die Betriebsbestimmungseinheit der ersten autonomen Einrichtung einen Betriebsvorgang der ersten autonomen Einrichtung so bestimmt, dass ein Bewertungsparameter, der basierend auf der von der Situationsbestimmungseinheit der ersten autonomen Einrichtung erfassten Situation zu berechnen ist, ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

3. System autonomer Einrichtungen nach Anspruch 2, wobei die Betriebsbestimmungseinheit der ersten autonomen Einrichtung eine Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs basierend auf der von der Situationsbestimmungseinheit der ersten autonomen Einrichtung erfassten Situation speichert und den Parameter der Funktion so ändert, dass der Bewertungsparameter ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

4. System autonomer Einrichtungen nach Anspruch 1, wobei die Betriebsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung einen Betriebsvorgang der zweiten autonomen Einrichtung so bestimmt, dass ein Bewertungsparameter, der basierend auf der von der Situationsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung erfassten Situation zu berechnen ist, ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

5. System autonomer Einrichtungen nach Anspruch 4, wobei die Situation, die von der Situationserfassungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung erfasst wird, das Ergebnis des Betriebsvorgangs, der von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und andere Situationen umfasst, und die Betriebsbestimmungseinheit der zweiten autonomen Einrichtung eine Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs basierend auf dem Ergebnis des Betriebsvorgangs, der von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und den anderen Situationen speichert und den Parameter der Funktion so ändert, dass der Bewertungsparameter ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

6. System autonomer Einrichtungen nach Anspruch 5, wobei der Parameter der Funktion eine Gewichtung umfasst, die jedem Ergebnis des Betriebsvorgangs, der von der Betriebsausführungseinheit der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und den anderen Situationen gegeben wird.

7. Steuerungsverfahren eines Systems autonomer Einrichtungen, das eine Vielzahl von autonomen Einrichtungen umfasst, wobei jede von der Vielzahl von autonomen Einrichtungen einen Situationserfassungsverfahrensablauf zum Erfassen der Situation, einen Betriebsbestimmungsverfahrensablauf zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs basierend auf der erfassten Situation und einen Betriebsausführungsverfahrensablauf zum Ausführen des bestimmten Betriebsvorgangs umfasst, die Vielzahl von in dem System autonomer Einrichtungen umfassten autonomen Einrichtungen eine oder mehr erste autonome Einrichtungen und zwei oder mehr zweite autonome Einrichtungen umfasst, die Situation, die die erste autonome Einrichtung in dem Situationserfassungsverfahrensablauf erfasst, die Situation der zweiten autonomen Einrichtung umfasst, die Situation, die die zweite autonome Einrichtung in dem Situationserfassungsverfahrensablauf erfasst, ein Ergebnis eines Betriebsvorgangs umfasst, der in dem Betriebsausführungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und die zweite autonome Einrichtung in dem Betriebsbestimmungsverfahrensablauf einen Betriebsvorgang basierend auf dem Ergebnis des Betriebsvorgangs bestimmt, der in dem Betriebsausführungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird.

8. Steuerungsverfahren nach Anspruch 7, wobei die erste autonome Einrichtung in dem Betriebsbestimmungsverfahrensablauf einen Betriebsvorgang der ersten autonomen Einrichtung so bestimmt, dass ein Bewertungsparameter, der basierend auf der in

dem Situationserfassungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung erfassten Situation zu berechnen ist, ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

9. Steuerungsverfahren nach Anspruch 8, wobei die erste autonome Einrichtung eine Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs in dem Betriebsbestimmungsverfahrensablauf basierend auf der Situation, die in dem Situationserfassungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung erfasst wird, speichert und den Parameter der Funktion so ändert, dass der Bewertungsparameter ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

10. Steuerungsverfahren nach Anspruch 7, wobei die zweite autonome Einrichtung in dem Betriebsbestimmungsverfahrensablauf einen Betriebsvorgang der zweiten autonomen Einrichtung so bestimmt, dass ein Bewertungsparameter, der basierend auf der in dem Situationserfassungsverfahrensablauf der zweiten autonomen Einrichtung erfassten Situation zu berechnen ist, ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

11. Steuerungsverfahren nach Anspruch 10, wobei die Situation, die in dem Situationserfassungsverfahrensablauf durch die zweite autonome Einrichtung erfasst wird, das Ergebnis des Betriebsvorgangs, der in dem Betriebsausführungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und andere Situationen umfasst, und die zweite autonome Einrichtung eine Funktion zum Bestimmen eines Betriebsvorgangs in dem Betriebsbestimmungsverfahrensablauf basierend auf dem Ergebnis des Betriebsvorgangs, der in dem Betriebsausführungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und den anderen Situationen speichert und den Parameter der Funktion so ändert, dass der Bewertungsparameter ein Wert wird, der eine hohe Bewertung anzeigt.

12. Steuerungsverfahren nach Anspruch 11, wobei der Parameter der Funktion eine Gewichtung umfasst, die jedem Ergebnis des Betriebsablaufs, der in dem Betriebsausführungsverfahrensablauf der ersten autonomen Einrichtung ausgeführt wird, und den anderen Situationen gegeben wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

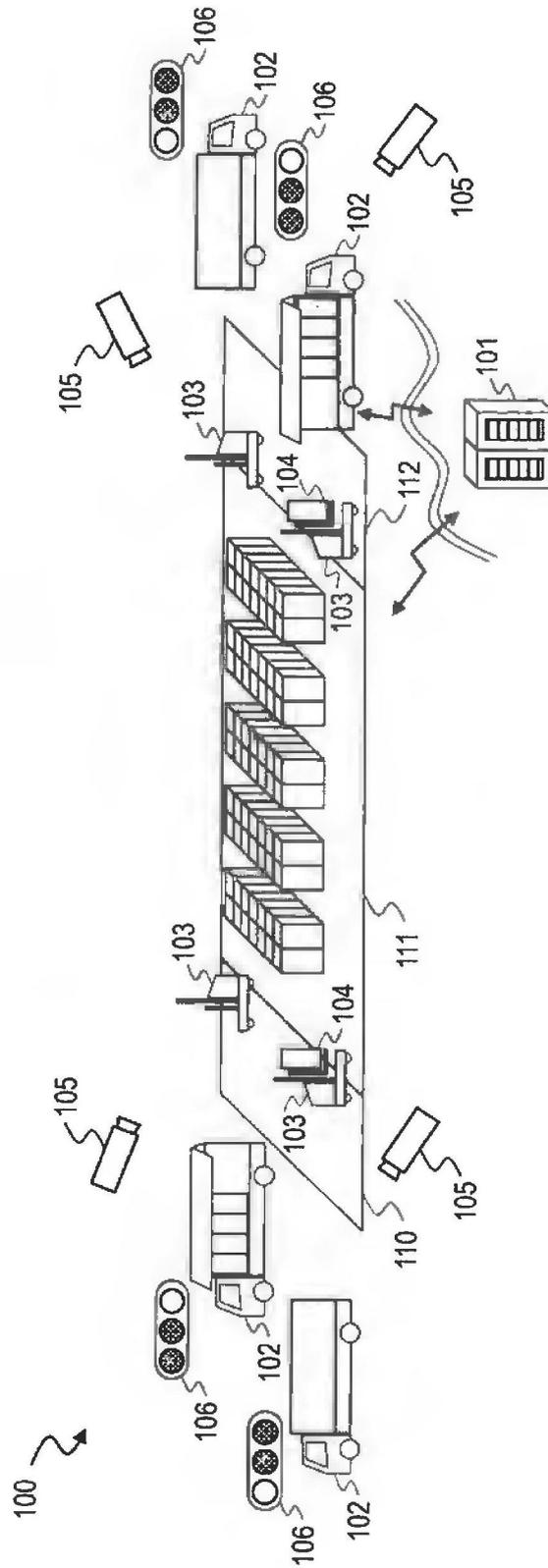


FIG.2

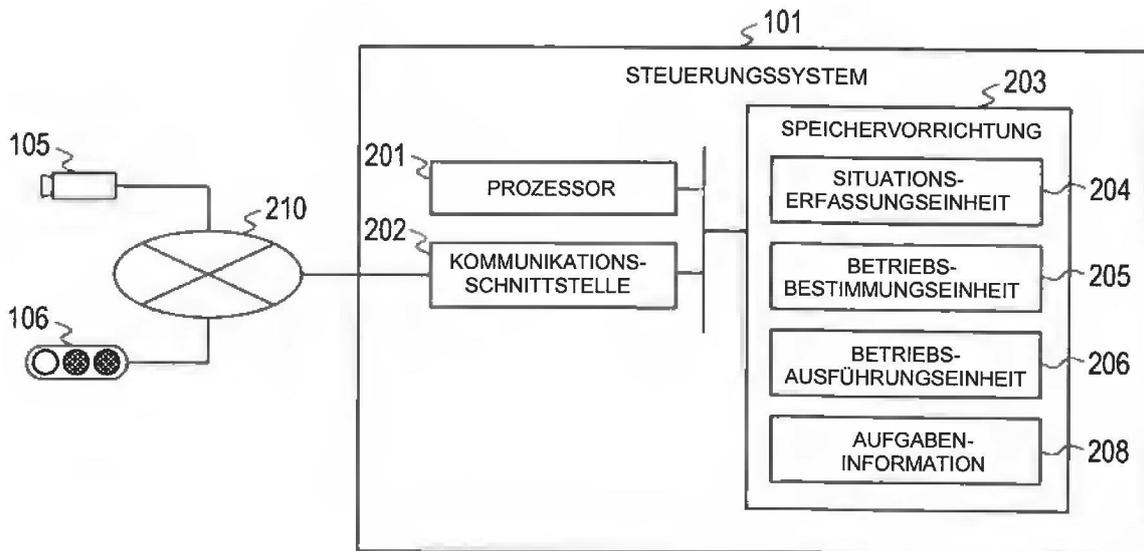


FIG.3

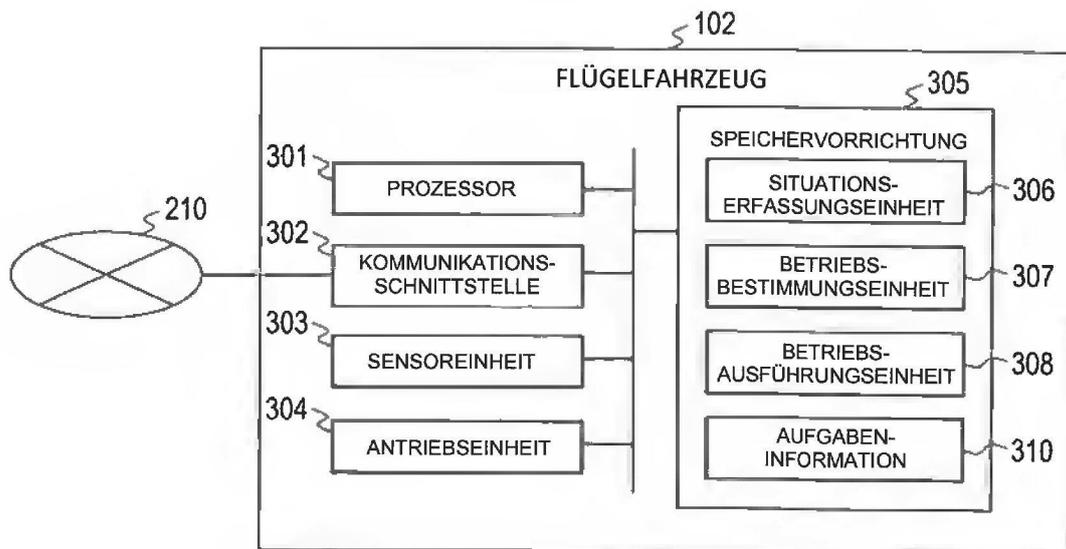


FIG.4

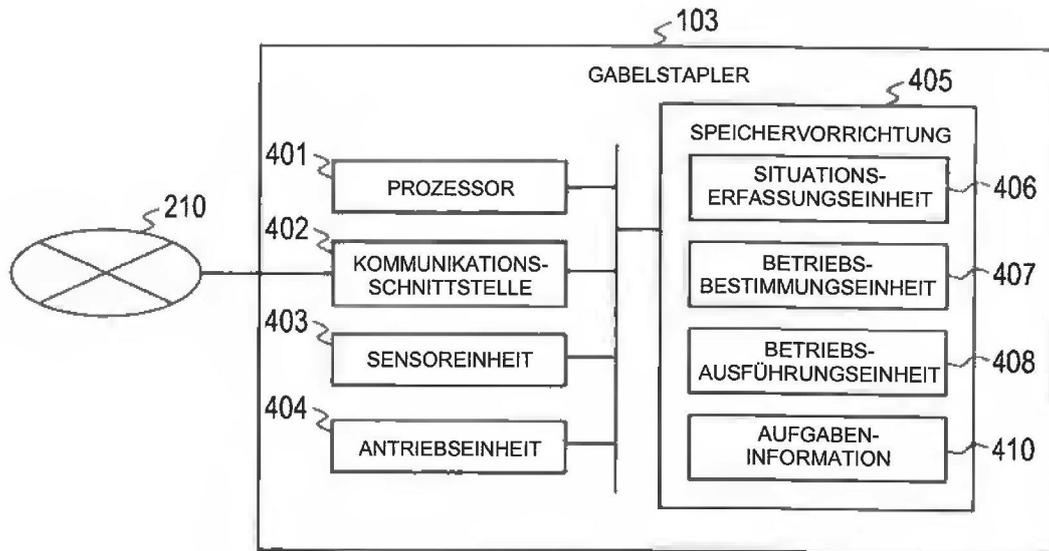


FIG.5

PROZESSABLAUF DES STEUERUNGSSYSTEMS

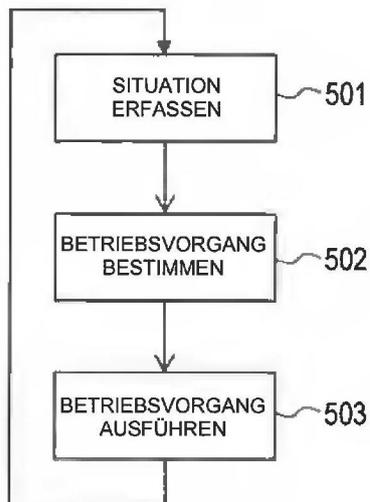


FIG.6

PROZESSABLAUF DES
FLÜGELFAHRZEUGS

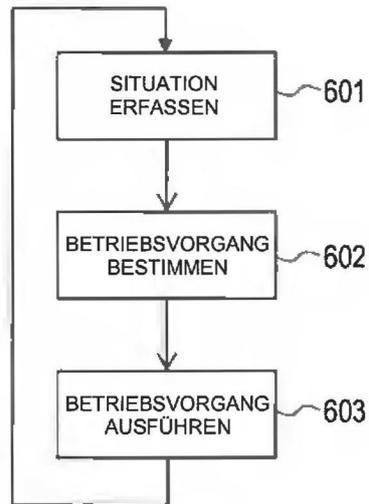


FIG.7

PROZESSABLAUF DES
GABELSTAPLERS

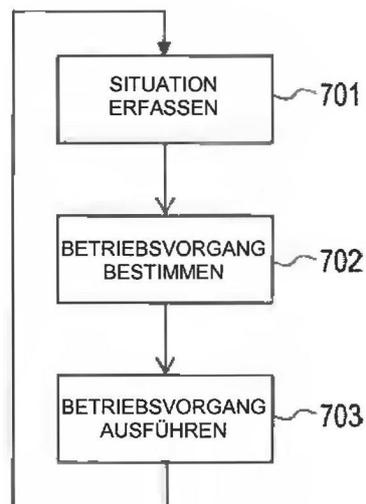


FIG.8

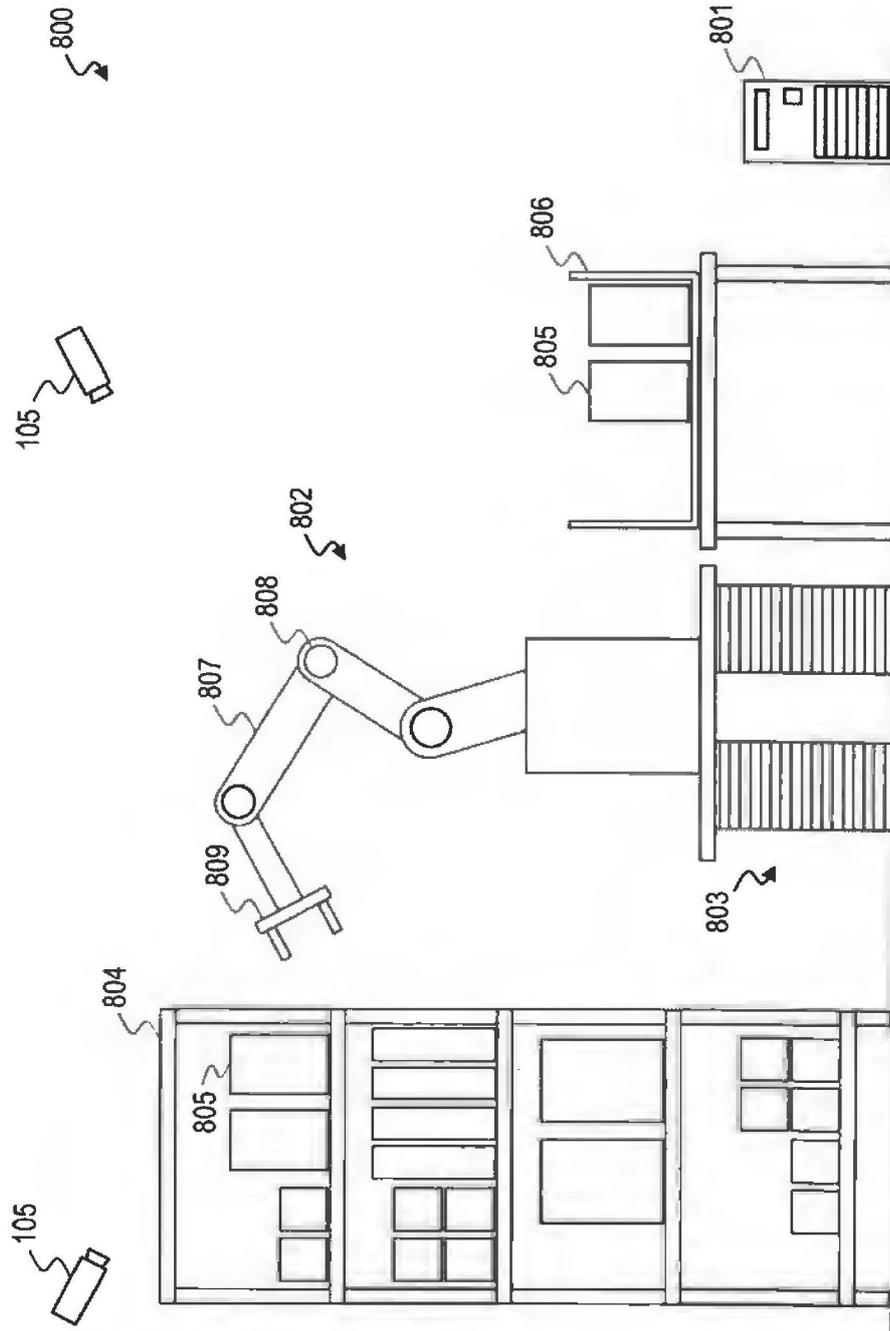


FIG.9

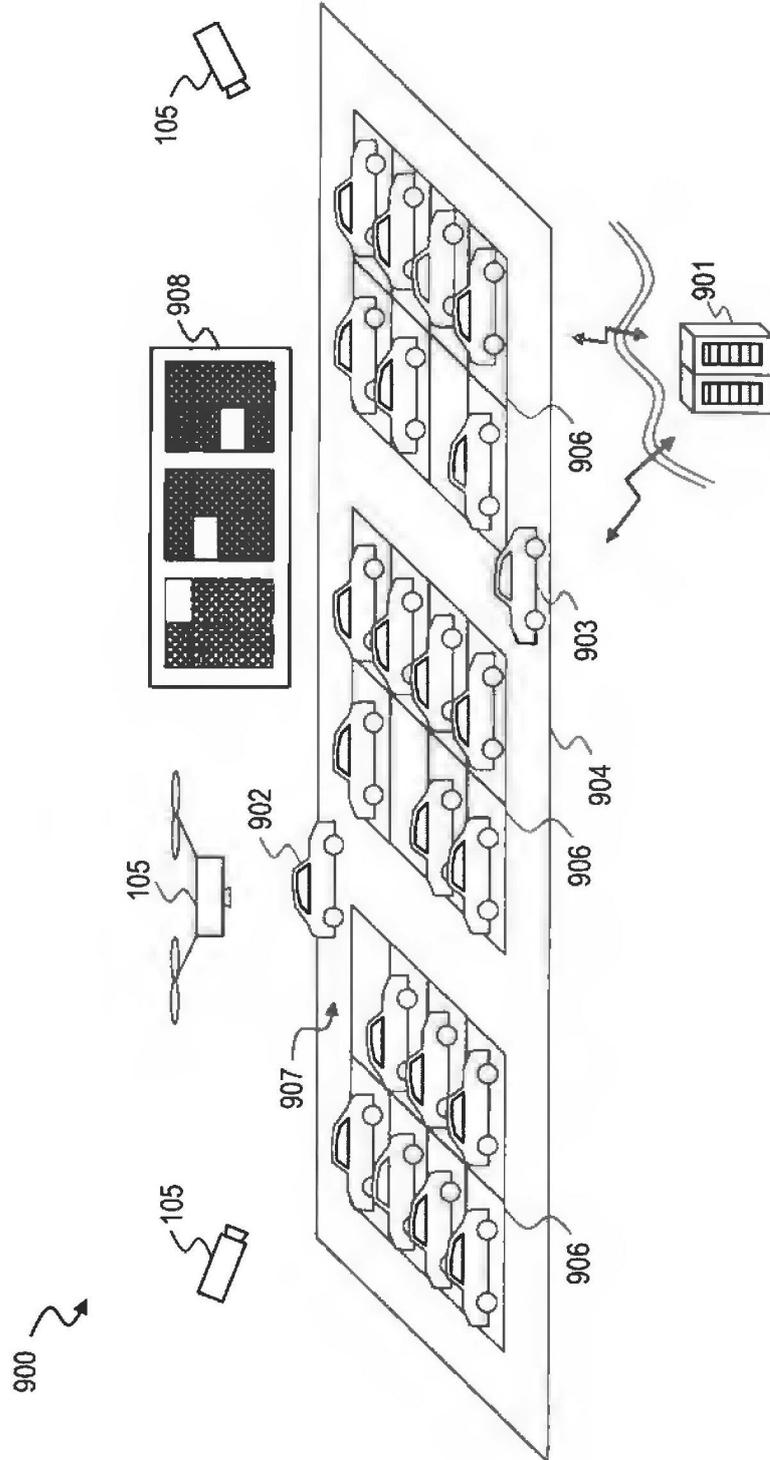


FIG.10

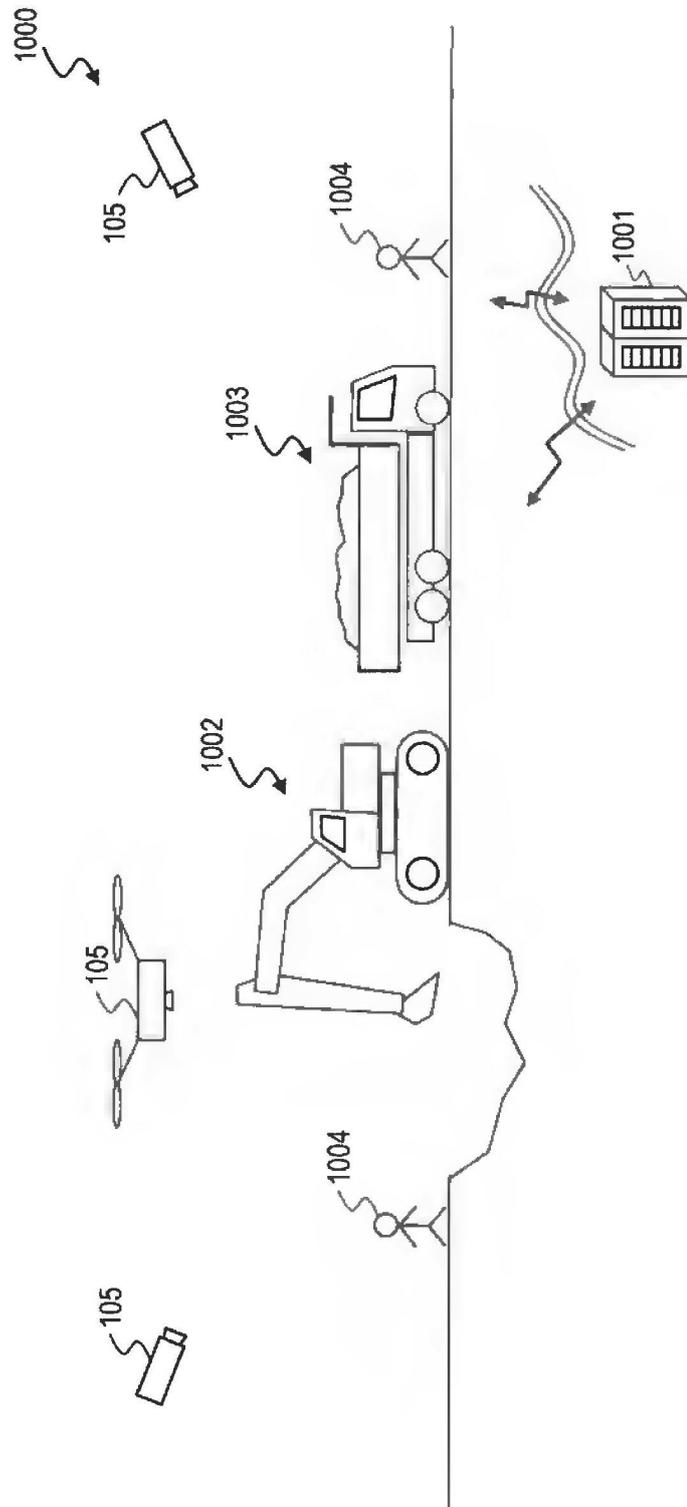


FIG.11

