



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 220 395.4**

(22) Anmeldetag: **28.11.2018**

(43) Offenlegungstag: **28.05.2020**

(51) Int Cl.: **B25J 19/06 (2006.01)**

E02F 9/24 (2006.01)

E02F 9/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

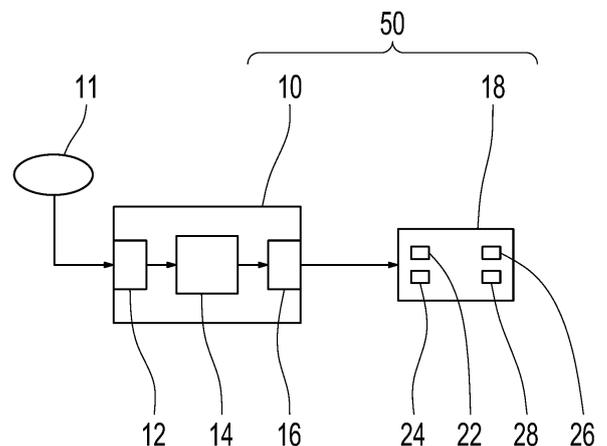
(72) Erfinder:
**Leiter, Matthias, 88048 Friedrichshafen, DE;
Kuhn, Jan-Frederik, 88046 Friedrichshafen, DE;
Hiemer, Marcus, Dr., 88074 Meckenbeuren, DE;
Hildebrand, Lukas, 88048 Friedrichshafen, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Drehrichtungsabhängige Steuerung einer Sensoranordnung zur Überwachung eines Arbeitsbereichs einer Arbeitsmaschine**

(57) Zusammenfassung: Steuervorrichtung (10, 20, 30) zur Steuerung einer Sensoranordnung (18), um einen Arbeitsbereich (110, 112, 114) einer Arbeitsmaschine (100, 150) zu überwachen, umfassend eine Eingabeschnittstelle (12) zum Eingeben eines Drehrichtungssignals enthaltend eine Drehrichtung (116) eines Arbeitsarms (102) der Arbeitsmaschine (100, 150) relativ zu einem Drehlager (104) der Arbeitsmaschine (100, 150), eine Signalerzeugungseinheit (14) zum Erzeugen eines Steuersignals, um in Abhängigkeit von der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) einen aktivierten oder deaktivierten Zustand einer Überwachungsfunktion der Sensoranordnung (18) hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs (110, 112, 114) der Arbeitsmaschine (100, 150) bereitzustellen und eine Ausgabeschnittstelle (16) zum Ausgeben des Steuersignals an die Sensoranordnung (18).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung zur Steuerung einer Sensoranordnung nach Anspruch 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine Überwachungseinrichtung zur Überwachung eines Arbeitsbereichs einer Arbeitsmaschine nach Anspruch 17. Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung einer derartigen Steuervorrichtung oder einer derartigen Überwachungseinrichtung in einem Fahrzeug nach Anspruch 18. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Steuerverfahren zur Steuerung einer Sensoranordnung nach Anspruch 19. Schließlich betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Steuerung einer Sensoranordnung nach Anspruch 20.

[0002] Die Überwachung von Arbeitsbereichen einer Arbeitsmaschine, insbesondere einer Landmaschine, Baumaschine oder Industriemaschine wie Bagger, die einen Arbeitsarm aufweisen, der um ein Drehlager der Arbeitsmaschine drehbar gelagert ist, ist für die Sicherheit der in der Umgebung der Arbeitsmaschine befindlichen Gegenstände und Personen von hoher Bedeutung. Beim Drehen des Arbeitsarms um das Drehlager kann die Bedienperson der Arbeitsmaschine, die in der Regel in einem Fahrerraum die Arbeitsmaschine steuert, den Arbeitsbereich, der vom Arbeitsarm betreten wird, nur bedingt überwachen. Die Bedienperson kann zwar mit bloßen Augen den Arbeitsbereich unmittelbar vor der Arbeitsmaschine vergleichsweise gut überwachen. Die Bereiche seitlich zum Arbeitsarm sind jedoch oft nicht im Blickfeld der Bedienperson. Dies führt zu erhöhtem Risiko, dass beispielsweise eine Person, die sich seitlich zum Arbeitsarm in der Nähe zu diesem befindet, bei einer Drehbewegung des Arbeitsarms um das Drehlager von der Bedienperson übersehen wird. Eine Kollision mit Personen und Gegenständen kann gravierende Folgen für die betroffenen Personen, Gegenständen, aber auch für die Arbeitsmaschine haben.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, Sensoren zur Überwachung des Arbeitsbereichs einzusetzen. Mit der Mehrzahl von Sensoren lässt sich das Umfeld um die Arbeitsmaschine herum zwar besser überwachen. Diese sensorbasierte Überwachung ist jedoch mit dem Nachteil behaftet, dass in den Übergangsbereichen der Sichtfelder der verschiedenen Sensoren die Verarbeitung der Sensorsignale erschwert ist. Auch erfordert die Fusionierung der Sensoren höhere Rechenleistung und höheren Stromverbrauch und verursacht dadurch erhöhte Kosten für die zur Signalverarbeitung ausgelegte Recheneinheit.

[0004] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, die Überwachung des Arbeitsbereichs von Arbeitsmaschinen dahingehend zu verbessern,

dass die Signalverarbeitung erleichtert wird, während die Rechenleistung und der Stromverbrauch für die Signalverarbeitung reduziert werden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Steuervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ferner wird diese Aufgabe durch die Überwachungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst. Diese Aufgabe wird außerdem durch die Verwendung einer derartigen Steuervorrichtung oder einer derartigen Überwachungseinrichtung gemäß Anspruch 18 gelöst. Des Weiteren wird diese Aufgabe durch das Steuerverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 19 gelöst. Schließlich wird diese Aufgabe durch das Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 20 gelöst.

[0006] Eine Arbeitsmaschine ist beispielsweise eine Landmaschine, eine Baumaschine oder eine Industriemaschine wie Bagger oder Radlader. Die Arbeitsmaschine weist einen Arbeitsarm auf, der beispielsweise ein Anbaugerät, etwa eine Schaufel, des Baggers ist. Die Arbeitsmaschine weist außerdem ein Drehlager auf, relativ zu dem der Arbeitsarm drehbar gelagert ist. Das Drehlager definiert beispielsweise eine Drehachse, um die sich der Arbeitsarm drehen kann. Im Fall eines Baggers ist das Anbaugerät mit einem Fahrerraum mechanisch verbunden, wobei der Fahrerraum drehbar auf dem Drehlager des Baggers angeordnet ist. Der Arbeitsarm ist vorzugsweise in einer horizontalen Drehrichtung drehbar, die im Wesentlichen parallel zu einer Bodenfläche verläuft, auf der die Arbeitsmaschine steht. Somit trägt die Drehrichtung des Arbeitsarms eine horizontale Komponente. Die horizontale Drehrichtung kann, wenn von einer auf der Bodenfläche stehenden Person oder Beobachtungsvorrichtung wie Kamera betrachtet, im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn sein. Wenn die horizontale Drehrichtung im Uhrzeigersinn zeigt, trägt der Drehwinkel, den der Arbeitsarm in der horizontalen Drehrichtung überstreicht, ein positives Vorzeichen. Wenn die horizontale Drehrichtung im Gegenuhrzeigersinn zeigt, trägt der Drehwinkel ein negatives Vorzeichen.

[0007] Alternativ oder zusätzlich kann die Drehrichtung des Arbeitsarms eine vertikale Komponente tragen, die senkrecht zur horizontalen Komponente beziehungsweise im Wesentlichen senkrecht zur Bodenfläche gerichtet ist.

[0008] Der Arbeitsbereich, der bei Drehbewegungen des Arbeitsarms relativ zum Drehlager der Arbeitsmaschine zu überwachen ist, befindet sich im unmittelbaren Umfeld der Arbeitsmaschine. Die hierzu verwendete Sensoranordnung kann einen oder mehrere Sensoren, vorzugsweise Light-Detection-and-Ranging-Geräte (Lidare), Radare, Stereokameras und/oder Flugzeit-Kameras (ToF-Kameras), umfassen. Diese Sensoren sind vorzugsweise dazu ge-

eignet, eine Abstandsmessung durchzuführen und/oder einen Rundblick (Englisch: Surround-View) zu erfassen, der das Umfeld in einem Winkelbereich von 0° bis 360° um das Fahrzeug herum wiedergibt. Die Sensoranordnung kann an der Arbeitsmaschine angebracht sein. Außerdem kann die Sensoranordnung zumindest teilweise außerhalb der Arbeitsmaschine, beispielsweise an einer externen Maschine, angeordnet oder in einem externen Überwachungssystem (beispielsweise eines Gebäudes oder einer Baustelle) integriert sein.

[0009] Die Eingabeschnittstelle kann das Drehrichtungssignal, welches von einer Drehrichtungserfassungseinheit erzeugt wurde, mittels einer Kabelverbindung oder drahtloser Kommunikation empfangen. Die Drehrichtungserfassungseinheit kann in der Steuervorrichtung enthalten sein. Alternativ kann es sich um eine externe Drehrichtungserfassungseinheit handeln.

[0010] Nach dem Empfangen des Drehrichtungssignals, das zumindest die Drehrichtung des Arbeitsarms als Signalinhalt trägt, wird das Drehrichtungssignal von der Eingabeschnittstelle an die Signalerzeugungseinheit weitergeleitet. Die Signalerzeugungseinheit ist dazu ausgebildet, die Drehrichtung aus dem Drehrichtungssignal zu extrahieren und analysieren. Dazu kann die Signalerzeugungseinheit eine Recheneinheit, etwa einen Prozessor, insbesondere einen Mikroprozessor, umfassen. Basierend auf der extrahierten Drehrichtung erzeugt die Signalerzeugungseinheit das Steuersignal. Das Steuersignal dient dazu, die Sensoranordnung anzusteuern, sodass die Steueranordnung in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Arbeitsarms die Überwachung des Arbeitsbereichs der Arbeitsmaschine durchführt.

[0011] Zu diesem Zweck ist das Steuersignal derart ausgebildet, dass die Sensoranordnung basierend auf Ausführen des Steuersignals den aktivierten Zustand oder den deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich des Arbeitsbereichs oder eines Teils davon bereitstellt.

[0012] Wenn die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung zur Überwachung des Arbeitsbereichs beziehungsweise des Teils davon vorher inaktiv war, kann durch das Ausführen des Steuersignals die Überwachungsfunktion neu aktiviert werden, sodass die Überwachungsfunktion in ihren aktivierten Zustand versetzt wird. Wenn die Überwachungsfunktion dagegen vorher bereits aktiv war, kann der aktivierte Zustand der Überwachungsfunktion aufrechterhalten werden. Auf diese Weise wird der aktivierte Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs bereitgestellt.

[0013] Wenn die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung zur Überwachung des Arbeitsbereichs beziehungsweise des Teils davon vorher aktiv war, kann durch das Ausführen des Steuersignals die Überwachungsfunktion neu deaktiviert werden, sodass die Überwachungsfunktion in ihren deaktivierten Zustand versetzt wird. Wenn die Überwachungsfunktion dagegen vorher bereits inaktiv war, kann der deaktivierte Zustand der Überwachungsfunktion aufrechterhalten werden. Auf diese Weise wird der deaktivierte Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs bereitgestellt.

[0014] Die Ausgabeschnittstelle kann das erzeugte Steuersignal mittels einer Kabelverbindung oder drahtloser Kommunikation an die Sensoranordnung ausgeben. Alternativ oder zusätzlich kann die Ausgabeschnittstelle das Steuersignal oder ein anderes Signal an eine andere Entität als die Sensoranordnung ausgeben.

[0015] Aufgrund der drehrichtungsabhängigen Steuerbarkeit der Sensoranordnung kann der Arbeitsbereich selektiv überwacht werden. Es kann dadurch erreicht werden, dass die Überwachung eines sicherheitsrelevanten Arbeitsbereichs beziehungsweise eines sicherheitsrelevanten Teils eines Arbeitsbereichs gewährleistet wird, während andere Arbeitsbereiche beziehungsweise andere Teile des Arbeitsbereichs nicht überwacht werden, die sicherheitstechnisch unkritisch sind.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst der Arbeitsbereich einen vorderen Arbeitsbereich, der bezüglich einer Längsachse des Arbeitsarms auf einer in der Drehrichtung des Arbeitsarms befindlichen ersten Seite liegt, wobei das Steuersignal dazu dient, den aktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich des vorderen Arbeitsbereichs bereitzustellen.

[0017] Wenn sich der Arbeitsarm um seine Drehachse relativ zum Drehlager dreht, ergeben sich zwei Seiten bzgl. der Längsachse: die erste Seite in der Drehrichtung des Arbeitsarms und eine zweite Seite entgegen der Drehrichtung des Arbeitsarms. Die erste Seite umfasst einen mit der Längsachse des Arbeitsarms als Nullwinkellage gemessenen ersten Winkelbereich von 0° bis 180°, wobei der Winkel in der Drehrichtung des Arbeitsarms zunimmt. Die zweite Seite umfasst einen zweiten Winkelbereich von 0° bis 180°, der in der Drehrichtung des Arbeitsarms entgegengesetzten Richtung zunimmt. Der vordere Arbeitsbereich befindet sich auf der ersten Seite. Durch Bereitstellung des aktivierten Zustandes der Überwachungsfunktion für den vorderen Arbeitsbereich wird die Überwachung des vorderen Arbeitsbereichs, der nun aufgrund der Drehbewegung des Arbeitsarms sicherheitsrelevant ist, gewährleistet. Hier-

durch kann das Risiko, dass Personen oder Gegenstände, die sich im vorderen Arbeitsbereich befinden, mit dem sich drehenden Arbeitsarm kollidieren und auf diese Weise beschädigt werden. Die Drehrichtung kann im Allgemeinen horizontal und/oder vertikal sein. Beim Drehen des Arbeitsarms ändert sich die Nullwinkellage und somit auch die Lage des vorderen Arbeitsbereichs entsprechend. Es handelt sich daher um eine dynamische Steuerung der Sensoranordnung hinsichtlich ihrer Überwachungsfunktion.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der vordere Arbeitsbereich durch einen von der Arbeitsmaschine aus entlang einer horizontalen Komponente der Drehrichtung des Arbeitsarms gemessenen ersten Startwinkel und einen vom ersten Startwinkel aus entlang der horizontalen Komponente der Drehrichtung des Arbeitsarms gemessenen ersten Endwinkel begrenzt.

[0019] Der vordere Arbeitsbereich ist somit näher durch einen vorderen Winkelbereich definiert, der in einer horizontalen Ebene (d.h. im Wesentlichen parallel zur Bodenfläche) von der Lage des ersten Startwinkels (erster Startwinkellage) bis zur Lage des ersten Endwinkels (erster Endwinkellage) geht. Der erste Start- und Endwinkel werden bzgl. eines Punktes der Arbeitsmaschine als virtuellen Kreismittelpunkt, relativ zu einer vorderen Nullwinkellage gemessen. Der virtuelle Mittelpunkt ist beispielsweise die Drehachse des Arbeitsarms für seine horizontale Drehungskomponente oder ein Punkt in der an der Arbeitsmaschine angebrachten Sensoranordnung. Die vordere Nullwinkellage kann entlang der Längsachse des Arbeitsarms selbst oder parallel zu dieser verlaufen. Alternativ kann die vordere Nullwinkellage entlang einer virtuellen Verbindungslinie zwischen dem virtuellen Kreismittelpunkt und einem auf dem Arbeitsarm befindlichen Punkt, beispielsweise dem äußeren Endpunkt des Arbeitsarms, verlaufen. Der vordere Arbeitsbereich ist somit mit höherer Genauigkeit festgelegt, sodass die Überwachung des sicherheitsrelevanten vorderen Arbeitsbereichs verbessert ist.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung liegt der erste Startwinkel in einem Bereich von 0° bis 90° .

[0021] Diese Maßnahme sorgt dafür, dass ein sicherheitskritischer Arbeitsbereich in einem s. g. „toten Winkel“ des Fahrers der Arbeitsmaschine, etwa des Baggers, hinreichend durch die Sensoranordnung überwacht ist. Dies erhöht die Sicherheit der Arbeitsmaschine. Jeder beliebige Wert zwischen 0° und 90° ist für den ersten Startwinkel denkbar.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung liegt der erste Endwinkel in einem Bereich von 30° bis 270° .

[0023] Der erste Endwinkel ist für jeden beliebigen ersten Startwinkel derart gewählt, dass der vordere Winkelbereich komplett auf der ersten Seite bezüglich der Längsachse des Arbeitsarms liegt. Dies bedeutet, dass die Summe aus dem ersten Startwinkel und dem ersten Endwinkel 180° nicht überschreitet, wenn als vordere Nullwinkellage die Längsachse des Arbeitsarms genommen wird. Mit dieser Maßnahme ist die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung für einen weiten Winkelbereich der ersten Seite bezüglich der Längsachse des Arbeitsarms aktivierbar, sodass die Sicherheit der Arbeitsmaschine weiter erhöht ist.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der vordere Arbeitsbereich zusätzlich durch einen von der Arbeitsmaschine aus gemessenen ersten Radius definiert.

[0025] Der erste Radius erstreckt sich insbesondere vom virtuellen Kreismittelpunkt des vorderen Winkelbereichs aus radial nach außen. Der erste Radius kann im gesamten vorderen Winkelbereich konstant oder variierend sein. Der sicherheitsrelevante vordere Arbeitsbereich ist hierdurch genauer definiert, was die Sicherheit der Arbeitsmaschine weiter erhöht.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst der Arbeitsbereich einen hinteren Arbeitsbereich, der bezüglich einer Längsachse des Arbeitsarms auf einer entgegen der Drehrichtung des Arbeitsarms befindlichen zweiten Seite liegt, wobei das Steuersignal dazu dient, den deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich des hinteren Arbeitsbereichs bereitzustellen.

[0027] Der hintere Arbeitsbereich befindet sich auf der o. g. zweiten Seite bezüglich der Längsachse des Arbeitsarms. Hierdurch wird eine Deaktivierung der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung für den vergleichsweise weniger sicherheitsrelevanten hinteren Arbeitsbereich ermöglicht. Dies reduziert die Rechenleistung und den Stromverbrauch für die mit der Überwachung verbundene Signalverarbeitung, ohne die Überwachung des sicherheitskritischeren vorderen Arbeitsbereichs zu beeinträchtigen. Auch ändert sich der hintere Arbeitsbereich beim Drehen des Arbeitsarms entsprechend dynamisch.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der hintere Arbeitsbereich durch einen von der Arbeitsmaschine aus entgegen der horizontalen Komponente der Drehrichtung des Arbeitsarms gemessenen zweiten Startwinkel und einen vom zweiten Startwinkel aus entgegen der horizontalen Komponente der Drehrichtung des Arbeitsarms gemessenen zweiten Endwinkel definiert.

[0029] Der hintere Arbeitsbereich ist somit näher durch einen hinteren Winkelbereich definiert, der in einer horizontalen Ebene (d.h. im Wesentlichen parallel zur Bodenfläche) von der Lage des zweiten Startwinkels (zweiter Startwinkellage) bis zur Lage des zweiten Endwinkels (zweiter Endwinkellage) geht. Der zweite Start- und Endwinkel werden bzgl. eines Punktes der Arbeitsmaschine als virtuellen Kreismittelpunkt, relativ zu einer hinteren Nullwinkellage gemessen. Der virtuelle Mittelpunkt ist beispielsweise die Drehachse des Arbeitsarms für seine horizontale Drehungskomponente oder ein Punkt in der an der Arbeitsmaschine angebrachten Sensoranordnung. Die hintere Nullwinkellage kann entlang der Längsachse des Arbeitsarms selbst oder parallel zu dieser verlaufen. Alternativ kann die hintere Nullwinkellage entlang einer virtuellen Verbindungslinie zwischen dem virtuellen Kreismittelpunkt und einem auf dem Arbeitsarm befindlichen Punkt, beispielsweise dem äußeren Endpunkt des Arbeitsarms, verlaufen. Der hintere Arbeitsbereich ist somit mit höherer Genauigkeit festgelegt, sodass die Überwachung des sicherheitsrelevanten vorderen Arbeitsbereichs verbessert ist.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung liegt der zweite Startwinkel in einem Bereich von 0° bis 90° . Alternativ oder zusätzlich kann der erste Endwinkel in einem Bereich von 30° bis 270° liegen. Der zweite Endwinkel ist für jeden beliebigen zweiten Startwinkel derart gewählt, dass der hintere Winkelbereich komplett auf der zweiten Seite bezüglich der Längsachse des Arbeitsarms liegt. Mit dieser Maßnahme ist die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung für einen weiten Winkelbereich der zweiten Seite bezüglich der Längsachse des Arbeitsarms deaktivierbar, sodass die sensorbasierte Arbeitsbereichsüberwachung bei zumindest gleichbleibendem Sicherheitsniveau energie- und recheneffizienter ist. In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der hintere Arbeitsbereich zusätzlich durch einen von der Arbeitsmaschine aus gemessenen zweiten Radius definiert. Der zweite Radius erstreckt sich insbesondere vom virtuellen Kreismittelpunkt des hinteren Winkelbereichs aus radial nach außen. Der zweite Radius kann im gesamten hinteren Winkelbereich konstant oder variierend sein.

[0031] Vorzugsweise ist der erste Start- und/oder Endwinkel vordefinierbar und/oder durch die Signalerzeugungseinheit ablesbar. Alternativ oder zusätzlich ist der zweite Start- und/oder Endwinkel vordefinierbar und/oder durch die Signalerzeugungseinheit ablesbar. Vorzugsweise ist der erste und/oder der zweite Start- und/oder Endwinkel variabel einstellbar.

[0032] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Signalerzeugungseinheit dazu ausgebildet, das Steuersignal beim Erreichen eines Drehwinkelschwellenwertes zu erzeugen und/oder auszugeben.

[0033] Die Signalerzeugungseinheit ist dazu ausgebildet, den vom Arbeitsarm in der Drehrichtung überstrichenen Drehwinkel mit dem Drehwinkelschwellenwert zu vergleichen und beim Erreichen des Drehwinkelschwellenwertes das Steuersignal zu erzeugen oder auszugeben. Diese Maßnahme vermeidet die unnötige Erzeugung eines Steuersignals, wenn sich der Arbeitsarm aufgrund ungewollter Signalfehler dreht, was nicht mit einer vom Fahrer der Arbeitsmaschine beabsichtigten Drehbewegung des Arbeitsarms verwechselt werden soll. Der Drehwinkelschwellenwert ist vorzugsweise vordefinierbar und von der Signalerzeugungseinheit ablesbar. Weiter vorzugsweise liegt der Drehwinkelschwellenwert in einem Bereich von 3° bis 45° , beispielsweise von 5° bis 10° . Wenn die Drehung des Arbeitsarms eine horizontale Bewegungskomponente hat, kann der horizontale Drehwinkel, der auf die horizontale Ebene projizierten Winkelkomponente des Gesamtdrehwinkels entspricht, mit dem Drehwinkelschwellenwert verglichen werden.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Drehwinkel ab einem Messungszeitpunkt gemessen, vor dem eine durchgehende Ruhezeit, in der sich der Arbeitsarm nicht dreht, eine vordefinierte Zeitdauer überschritten hat.

[0035] Wenn sich der Arbeitsarm für eine gewisse Zeit gedreht hat und danach die Drehung einstellt, bevor eine zweite Drehung aufgenommen wird, ist je nach Länge der Ruhezeit zwischen Ende der ersten Drehung und der Aufnahme der zweiten Drehung der Drehwinkel nur der zweiten Drehung oder sowohl dieser als auch der zweiten Drehung dem Vergleich mit dem Drehwinkelschwellenwert zugrunde zu legen. Wenn die drehungsfreie Ruhezeit länger als die vordefinierte Zeitdauer ist, was beispielsweise der Fall ist, wenn die Arbeitsmaschine ganz ausgeschaltet wird, wird nur die zweite Drehung herangezogen. Andernfalls werden beide Drehungen für die Bestimmung des Drehwinkels berücksichtigt. Auf diese Weise lässt sich der für die Entscheidung über die Signalerzeugung- und/oder -ausgabe relevante Drehwinkel zuverlässiger bestimmen. Die vordefinierte Zeitdauer kann in einem Bereich von 10 Sekunden bis 3 Minuten betragen. Alternativ oder zusätzlich ist die vordefinierte Zeitdauer variabel einstellbar. In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Drehwinkel in einem Drehzeitraum gemessen, in dem eine Ruhezeit, in der sich der Arbeitsarm nicht dreht, maximal eine vordefinierte Zeitdauer beträgt.

[0036] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Signalerzeugungseinheit dazu ausgebildet, das Steuersignal beim Erreichen eines Drehgeschwindigkeitsschwellenwertes zu erzeugen und/oder auszugeben.

[0037] Durch diese Maßnahme kann vermieden werden, dass eine ungewollte Drehung als eine vom Fahrer der Arbeitsmaschine beabsichtigte Drehung des Arbeitsarms falsch interpretiert und ein Steuersignal unnötigerweise erzeugt beziehungsweise ausgegeben wird. Der Drehgeschwindigkeitsschwellenwert kann in einem Bereich von 0,5 bis 2 Grad pro Sekunde betragen.

[0038] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Steuervorrichtung ferner eine Drehrichtungserfassungseinheit zur Erfassung der Drehrichtung des Arbeitsarms.

[0039] In diesem Fall wird die Drehrichtung des Arbeitsarms durch die steuervorrichtungsinterne Drehrichtungserfassungseinheit ermittelt. Die Steuerung der Sensoranordnung lässt sich dadurch vereinfachen, da eine externe Erfassungseinheit nicht nötig ist.

[0040] Die Drehrichtungserfassungseinheit kann speziell zur Erfassung der horizontalen Drehrichtung des Arbeitsarms ausgebildet sein.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Steuervorrichtung dazu ausgebildet, basierend auf Erfassung eines im Arbeitsbereich der Arbeitsmaschine befindlichen Objektes diesem eine Gefahrstufe zuzuordnen.

[0042] Die Gefahrstufe kann aus mehreren vordefinierten Gefahrstufen ausgewählt werden, die in einer dem Grad der Schwere einer Kollision des Arbeitsarms mit dem Objekt entsprechenden Reihenfolge definiert sind. Die Steuervorrichtung kann beispielsweise eine Gefahranalyseeinheit umfassen, die aus von der Sensoranordnung erzeugten Sensordaten das Objekt (beispielsweise mittels Bildsegmentierung, etwa semantischer Segmentierung) extrahiert und anschließend mit mehreren vorabgespeicherten Objektklassen vergleicht, wobei den Objektklassen jeweils eine bestimmte Gefahrstufe zugewiesen ist. Die Gefahranalyseeinheit kann dann anhand der Zuweisung der Gefahrstufen zu den Objektklassen die dem erfassten Objekt zuzuordnende Gefahrstufe identifizieren. Basierend auf der dem erfassten Objekt zugeordneten Gefahrstufe kann der Arbeitsarm der Arbeitsmaschine in seiner Bewegung, insbesondere Drehbewegung relativ zum Drehlager, gesteuert werden. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Gefahranalyseeinheit die identifizierte Gefahrstufe der Signalerzeugungseinheit weiterleitet, die basierend auf der Gefahrstufe ein an den Arbeitsarm gerichtetes, weiteres Steuersignal erzeugt.

[0043] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Signalerzeugungseinheit dazu ausgebildet, ein weiteres Steuersignal zu erzeugen, um beim Erreichen einer vordefinierten Gefahrstufe durch das er-

fasste Objekt eine Drehgeschwindigkeit des Arbeitsarms zu reduzieren und/oder die Drehrichtung des Arbeitsarms zu ändern.

[0044] Bei höheren Gefahrstufen kann eine Gegenmaßnahme zur Vermeidung von Kollisionen zwischen der Arbeitsmaschine und dem erkannten Objekt erforderlich sein, um Personen- oder Sachschaden zu minimieren. Das weitere Steuersignal dient dazu, den Arbeitsarm hinsichtlich seiner Drehgeschwindigkeit und/oder Drehrichtung zu steuern. Hierdurch wird die Sicherheit der Arbeitsmaschine erhöht. Bei der Änderung der Drehrichtung kann diese von einer ursprünglich horizontalen Drehrichtung in eine zumindest teilweise vertikale Drehrichtung oder von einer ursprünglich vertikalen Drehrichtung in eine zumindest teilweise horizontale Drehrichtung übergeführt werden.

[0045] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Steuervorrichtung dazu ausgebildet, basierend auf von der Sensoranordnung erzeugten Sensordaten eine Umgebungskarte zu erzeugen und/oder eine bestehende Umgebungskarte zu ändern.

[0046] Die Umgebungskarte gibt beispielsweise Informationen über die in einer (unmittelbaren) Umgebung der Arbeitsmaschine befindlichen Objekte, etwa Bebauung, Vegetation, Personen, wieder. Beispielsweise handelt es sich bei den Informationen um Objektklassen oder -typen, zwei- oder dreidimensionale Form der Objekte, Position der Objekte. Die Steuervorrichtung kann die Sensordaten über eine Kommunikationsschnittstelle an eine externe Karteneinheit übermitteln, die eine Umgebungskarte neu erstellt oder eine bestehende Umgebungskarte um zumindest einem Teil der Informationen über die Objekte ergänzt. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuervorrichtung eine interne Karteneinheit umfassen. Die Karteneinheit ist vorzugsweise dazu ausgebildet, eine bestehende Umgebungskarte (etwa aus einem steuervorrichtungsinternen Speichermedium oder einer externen Datenbank) einzulesen, die von der Sensoranordnung erhaltenen Sensordaten mit der eingelesenen Umgebungskarte zu vergleichen, um neue Informationen, die noch nicht in der bestehenden Umgebungskarte enthalten sind, zu identifizieren, und/oder die neuen Informationen in die bestehende Umgebungskarte aufzunehmen. Somit kann mittels der sensorbasierten Überwachung die Umgebungsinformationen generiert beziehungsweise vervollständigt werden.

[0047] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Signalerzeugungseinheit dazu ausgebildet, ein Steuersignal zu erzeugen, um basierend auf Analyse einer Umgebungskarte den aktivierten oder deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich des zumindest einen

Teils des Arbeitsbereichs der Arbeitsmaschine bereitzustellen.

[0048] Die Umgebungskarte kann beispielsweise durch die interne oder externe Karteneinheit analysiert werden. Das Ergebnis der Analyse wird beispielsweise von der externen Karteneinheit über die Eingabeschnittstelle der Signalerzeugungseinheit übermittelt. Alternativ wird das Ergebnis der Analyse von der internen Karteneinheit der Signalerzeugungseinheit direkt übermittelt. Wenn dem Ergebnis der Analyse zufolge sich ein Hindernis im Arbeitsbereich beziehungsweise in zumindest einem Teil des Arbeitsbereichs befindet, wird der aktivierte Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung mittels des Steuersignals bereitgestellt. Auf diese Weise kann die Sicherheit der Arbeitsmaschine aufgrund Verwendung aktueller Objektinformationen in der Umgebung der Arbeitsmaschine erhöht werden.

[0049] Im Rahmen dieser Erfindung sind unter dem Begriff „Fahrzeug“ ein Landfahrzeug, zum Beispiel ein Personenkraftwagen, ein Nutzfahrzeug, beispielsweise ein Lastkraftwagen, eine Zugmaschine, eine Industriemaschine, eine Arbeitsmaschine wie ein Traktor, ein Schienenfahrzeug und/oder ein Wasserfahrzeug wie zum Beispiel ein Schiff zu verstehen.

[0050] Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt zur Steuerung einer Sensoranordnung ist ausgeführt, in einen Speicher eines Computers geladen zu werden und umfasst Softwarecodeabschnitte, mit denen die Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Sensoranordnung ausgeführt werden, wenn das Computerprogrammprodukt auf dem Computer läuft.

[0051] Ein Programm gehört zur Software eines Daten verarbeitenden Systems, zum Beispiel einer Auswerteeinrichtung oder einem Computer. Software ist ein Sammelbegriff für Programme und zugehörigen Daten. Das Komplement zu Software ist Hardware. Hardware bezeichnet die mechanische und elektronische Ausrichtung eines Daten verarbeitenden Systems. Ein Computer ist eine Auswerteeinrichtung.

[0052] Computerprogrammprodukte umfassen in der Regel eine Folge von Befehlen, durch die die Hardware bei geladenem Programm veranlasst wird, ein bestimmtes Verfahren durchzuführen, das zu einem bestimmten Ergebnis führt. Wenn das betreffende Programm auf einem Computer zum Einsatz kommt, ruft das Computerprogrammprodukt einen technischen Effekt hervor, nämlich zumindest die Überwachung des Arbeitsbereichs von Arbeitsmaschinen dahingehend zu verbessern, dass die Signalverarbeitung erleichtert wird, während die Rechenleistung und der Stromverbrauch für die Signalverarbeitung reduziert werden.

[0053] Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt ist Plattform unabhängig. Das heißt, es kann auf jeder beliebigen Rechenplattform ausgeführt werden. Bevorzugt wird das Computerprogrammprodukt auf einer erfindungsgemäßen Auswertevorrichtung zum Erfassen des Umfelds des Fahrzeugs ausgeführt.

[0054] Die Softwarecodeabschnitte sind in einer beliebigen Programmiersprache geschrieben, zum Beispiel in Python.

[0055] Die Erfindung wird in den Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigen:

- **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung zur Steuerung einer Sensoranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel;
- **Fig. 2** eine schematische Darstellung einer Arbeitsmaschine umfassend einen drehbaren Arbeitsarm;
- **Fig. 3** eine schematische Darstellung einer weiteren Arbeitsmaschine;
- **Fig. 4** eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung zur Steuerung der Sensoranordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;
- **Fig. 5** eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung zur Steuerung der Sensoranordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel; und
- **Fig. 6** eine schematische Darstellung eines Steuerverfahrens zur Steuerung der Sensoranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0056] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung **10** zur Steuerung einer Sensoranordnung **18** gemäß einem Ausführungsbeispiel. Die Sensoranordnung **18** ist dazu ausgebildet, einen Arbeitsbereich einer Arbeitsmaschine zu überwachen. Hierzu weist die Sensoranordnung **18** mehrere Sensoren **22**, **24**, **26**, **28** auf, die beispielsweise Kameras, Radare, Laser-Detection-and-Ranging-Geräte (Lidare), RFID-Sensoren oder eine Mischung aus zumindest zwei dieser Sensortypen umfassen können. In **Fig. 1** sind die Sensoren **22**, **24**, **26**, **28** jeweils in einem Eckbereich der Sensoranordnung **18** angeordnet. Dies ist jedoch nur beispielhaft und nicht einschränkend für die vorliegende Erfindung. Die Sensoren **22**, **24**, **26**, **28** können im Allgemeinen an beliebigen Positionen der Sensoranordnung **18** angeordnet sein. Beispielsweise können die Sensoren **22**, **24**, **26**, **28**, wenn die Sensoranordnung **18** zumindest teilweise an einer Arbeitsmaschine angebracht ist, an verschiedenen Positionen der Arbeitsmaschine verteilt sein. Die Sensoranordnung **18** kann an der Arbeitsmaschine angebracht sein. Somit handelt es sich um eine mobile Sensoranordnung **18**. Al-

ternativ oder zusätzlich kann die Sensoranordnung **18** an einem Gebäude stationär angeordnet sein.

[0057] Die Steuervorrichtung **10** weist eine Eingabeschnittstelle **12** zum Eingeben eines Drehrichtungssignals **11** auf. Das Drehrichtungssignal **11** kann von einer Drehbewegungserfassungseinheit, die beispielsweise außerhalb der Steuervorrichtung **10** angeordnet ist und nicht Teil dieser ist, erzeugt und empfangen werden. Das Drehrichtungssignal **11** enthält eine Drehrichtungsinformation, die die Drehrichtung eines Arbeitsarms einer Arbeitsmaschine beinhaltet beziehungsweise angibt. Bei der Arbeitsmaschine handelt es sich um eine Maschine mit einem Drehlager und einem um eine Drehachse des Drehlagers drehbar gelagerten Arbeitsarm. Der Arbeitsarm kann sich somit relativ zum Drehlager drehen. Dies ist in **Fig. 2** näher gezeigt.

[0058] Die Steuervorrichtung **10** weist eine Signalerzeugungseinheit **14** zum Erzeugen eines Steuersignals auf. Die Steuervorrichtung **10** weist ferner eine Ausgabeschnittstelle **16** zum Ausgeben des Steuersignals an die Sensoranordnung **18** auf.

[0059] Das Steuersignal dient zur Steuerung der Sensoranordnung **18**. Konkret bewirkt das Steuersignal, wenn es von der Sensoranordnung **18** ausgeführt wird, in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Arbeitsarms einen Arbeitsbereich der Arbeitsmaschine zu überwachen. Somit nimmt das Steuersignal Einfluss auf die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** hinsichtlich des Arbeitsbereichs oder eines Teils des Arbeitsbereichs der Arbeitsmaschine.

[0060] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer Arbeitsmaschine **100** umfassend einen drehbaren Arbeitsarm **102**. Die Arbeitsmaschine **100** weist ein Drehlager **104**, das eine Drehachse **108** definiert, um die sich ein Drehkörper **106** drehen kann. Der Arbeitsarm **102** ist beispielhaft mit dem Drehkörper **106** verbunden und kann sich somit um die Drehachse **108** ebenfalls drehen, was durch einen Pfeil **115** veranschaulicht ist. Die Drehbewegung des Arbeitsarms **102** beziehungsweise des Drehkörpers **106** findet im in **Fig. 2** gezeigten Beispiel horizontal, d.h. im Wesentlichen parallel zu einer Bodenfläche, auf der die Arbeitsmaschine steht, statt. Somit verläuft die Drehachse **108** in diesem Beispiel im Wesentlichen senkrecht zur Bodenfläche. Im Allgemeinen kann die Drehbewegung des Arbeitsarms **102** eine horizontale Bewegungskomponente und/oder eine vertikale Bewegungskomponente aufweisen.

[0061] In **Fig. 2** ist ferner ein beispielhafter Arbeitsbereich **110** der Arbeitsmaschine **100** gezeigt. Grundsätzlich umfasst der Arbeitsbereich **110** der Arbeitsmaschine **100** ein Umfeld der Arbeitsmaschine **100**, welches von einem Punkt der Arbeitsmaschine **100** aus radial nach außen erstreckt, wobei der Radius

des Umfeldes in verschiedenen radialen Richtungen konstant oder unterschiedlich sein kann. Der Arbeitsbereich der Arbeitsmaschine **100** kann basierend auf dem von der Steuervorrichtung **10** erzeugten Steuersignal mittels der Sensoranordnung **18** selektiv überwacht werden, was in **Fig. 3** beispielhaft näher gezeigt ist.

[0062] **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Arbeitsmaschine **150**. Die Arbeitsmaschine **150** weist, analog zur Arbeitsmaschine **100** aus **Fig. 2**, einen relativ zum Drehlager **104** drehbaren Arbeitsarm **102** auf. Der Arbeitsarm **102** erstreckt sich entlang einer Längsachse **118**. Wenn sich der Arbeitsarm **102** relativ zum Drehlager **104** entlang einer Drehrichtung **116** dreht, ist der Arbeitsbereich **110** durch die Längsachse **118** des Arbeitsarms **102** unter Berücksichtigung der Drehrichtung **116** in zwei Teilarbeitsbereiche **112**, **114** aufteilt: ein erster Teilarbeitsbereich **112** befindet sich auf einer ersten Seite in der Drehrichtung **116** bezüglich der Längsachse **118**. Somit erstreckt sich der erste Teilarbeitsbereich **112** von der Längsachse **118** aus in der Drehrichtung **116**; ein zweiter Teilarbeitsbereich **114** befindet sich auf einer zweiten Seite entgegen der Drehrichtung **116** bezüglich der Längsachse **118**. Somit erstreckt sich der zweite Teilarbeitsbereich **114** von der Längsachse **118** aus entgegen der Drehrichtung **116**.

[0063] Die Längsachse **118** des Arbeitsarms **102** kann eine allgemeine Nullwinkellage definieren. Der erste Teilarbeitsbereich **112** umfasst somit, gemessen von der allgemeinen Nullwinkellage, einen ersten Winkelbereich von 0° bis 180° , wobei der Winkel in der Drehrichtung **116** zunimmt. Der zweite Teilarbeitsbereich **114** umfasst somit, gemessen von der allgemeinen Nullwinkellage, einen zweiten Winkelbereich von 0° bis 180° , wobei der Winkel entgegen der Drehrichtung **116** zunimmt.

[0064] Der erste Teilarbeitsbereich **112** umfasst einen vorderen Arbeitsbereich **122**, der in **Fig. 3** beispielhaft gezeigt ist. Der vordere Arbeitsbereich **122** erstreckt sich von einem ersten Mittelpunkt **120** aus radial nach außen. Der erste Mittelpunkt **120** kann ein beliebiger Punkt der Arbeitsmaschine **150** sein, beispielsweise dort wo einer der Sensoren der Sensoranordnung **18** angeordnet ist. Der vordere Arbeitsbereich **122** ist durch einen vorderen Winkelbereich definiert, der bezogen auf den ersten Mittelpunkt **120** gemessen ist. Der vordere Winkelbereich geht von einer ersten Startwinkellage **124**, die mit einer vorderen Nullwinkellage **121** einen ersten Startwinkel **130** einschließt, bis zu einer ersten Endwinkellage **126**, die mit der ersten Startwinkellage **124** einen ersten Endwinkel **132** einschließt.

[0065] Der Radius ist über den vorderen Winkelbereich zwischen der ersten Startwinkellage **124** und der ersten Endwinkellage **126**, wie in **Fig. 3** beispiel-

haft gezeigt, variierend. Dies ergibt eine Außenbegrenzung **128** des vorderen Arbeitsbereichs **122**, wie in **Fig. 3** zu sehen ist. Im Allgemeinen kann der Radius über den vorderen Winkelbereich konstant sein. Die vordere Nullwinkellage **121** verläuft im in **Fig. 3** gezeigten Beispiel parallel zur allgemeinen Nullwinkellage beziehungsweise zur Längsachse **118** des Arbeitsarms **102**. Dies ist jedoch nicht einschränkend für diese Erfindung. Die vordere Nullwinkellage **121** kann beispielsweise entlang einer Verbindungslinie zwischen dem ersten Mittelpunkt **120** und einem auf dem Arbeitsarm **102** liegenden Punkt verlaufen.

[0066] Das von der Steuervorrichtung **10** erzeugte Steuersignal ist dazu ausgebildet, den aktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** hinsichtlich des vorderen Arbeitsbereichs **122** bereitzustellen. Wenn die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** zur Überwachung des vorderen Arbeitsbereichs **122** vorher inaktiv war, kann durch das Ausführen des Steuersignals die Überwachungsfunktion neu aktiviert werden, sodass die Überwachungsfunktion in ihren aktivierten Zustand versetzt wird. Wenn die Überwachungsfunktion dagegen vorher bereits aktiv war, kann der aktivierte Zustand der Überwachungsfunktion aufrechterhalten werden. In den beiden o. g. Fällen wird der aktivierte Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** hinsichtlich des vorderen Arbeitsbereichs **122** bereitgestellt.

[0067] Der zweite Teilarbeitsbereich **114** umfasst einen hinteren Arbeitsbereich **146**, der in **Fig. 3** beispielhaft gezeigt ist. Der hintere Arbeitsbereich **146** erstreckt sich von einem zweiten Mittelpunkt **140** aus radial nach außen. Der zweite Mittelpunkt **120** kann ein beliebiger Punkt der Arbeitsmaschine **150** sein, beispielsweise dort wo einer der Sensoren der Sensoranordnung **18** angeordnet ist. Der hintere Arbeitsbereich **146** ist durch einen hinteren Winkelbereich definiert, der bezogen auf den zweiten Mittelpunkt **140** gemessen ist. Der hintere Winkelbereich geht von einer zweiten Startwinkellage **142**, die mit einer hinteren Nullwinkellage **141** einen zweiten Startwinkel **134** einschließt, bis zu einer zweiten Endwinkellage **138**, die mit der zweiten Startwinkellage **142** einen zweiten Endwinkel **136** einschließt.

[0068] Der Radius ist über den hinteren Winkelbereich zwischen der zweiten Startwinkellage **142** und der zweiten Endwinkellage **138**, wie in **Fig. 3** beispielhaft gezeigt, variierend. Dies ergibt eine Außenbegrenzung **144** des hinteren Arbeitsbereichs **146**, wie in **Fig. 3** zu sehen ist. Im Allgemeinen kann der Radius über den hinteren Winkelbereich konstant sein. Die hintere Nullwinkellage **141** verläuft im in **Fig. 3** gezeigten Beispiel parallel zur allgemeinen Nullwinkellage beziehungsweise zur Längsachse **118** des Arbeitsarms **102**. Dies ist jedoch nicht einschränkend für diese Erfindung. Die hintere Nullwinkellage **141**

kann beispielsweise entlang einer Verbindungslinie zwischen dem zweiten Mittelpunkt **140** und einem auf dem Arbeitsarm **102** liegenden Punkt verlaufen.

[0069] Das von der Steuervorrichtung **10** erzeugte Steuersignal ist dazu ausgebildet, den deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** hinsichtlich des hinteren Arbeitsbereichs **146** bereitzustellen. Wenn die Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** zur Überwachung des hinteren Arbeitsbereichs **146** vorher aktiv war, kann durch das Ausführen des Steuersignals die Überwachungsfunktion neu deaktiviert werden, sodass die Überwachungsfunktion in ihren deaktivierten Zustand versetzt wird. Wenn die Überwachungsfunktion dagegen vorher bereits inaktiv war, kann der deaktivierte Zustand der Überwachungsfunktion aufrechterhalten werden. In den beiden o. g. Fällen wird der deaktivierte Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung **18** hinsichtlich des hinteren Arbeitsbereichs **146** bereitgestellt.

[0070] Der vordere und hintere Arbeitsbereich **122**, **146** sind in **Fig. 3** beispielhaft gezeigt und keinerlei einschränkend für die vorliegende Erfindung. Die erste Start- und Endwinkellage **124**, **126** sind derart gewählt, dass der vordere Arbeitsbereich **122** auf der ersten Seite bezüglich der Längsachse **118** des Arbeitsarms **102** und somit im ersten Arbeitsbereich **112** liegt. Die zweite Start- und Endwinkellage **142**, **138** sind derart gewählt, dass der hintere Arbeitsbereich **146** auf der zweiten Seite bezüglich der Längsachse **118** des Arbeitsarms **102** und somit im zweiten Arbeitsbereich **114** liegt. Dadurch, dass der vordere beziehungsweise hintere Arbeitsbereich **122**, **146** bezogen auf die allgemeine Nullwinkellage und somit auf die Längsachse **118** des Arbeitsarms **102** zu definieren sind, ändert sich deren Positionen während einer Drehbewegung des Arbeitsarms **102** um die Drehachse **108** ständig. Dies wird vorzugsweise bei der Erzeugung des Steuersignals durch die Signalerzeugungseinheit **14** berücksichtigt, sodass die Steuerung der Sensoranordnung **18**, insbesondere die Bereitstellung des aktivierten beziehungsweise deaktivierten Zustandes der Überwachungsfunktion hinsichtlich des Arbeitsbereichs **110** dynamisch erfolgt.

[0071] **Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung **20** zur Steuerung der Sensoranordnung **18** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zur in **Fig. 1** gezeigten Steuervorrichtung **10** umfasst die Steuervorrichtung **20** in **Fig. 4** zusätzlich eine Drehbewegungserfassungseinheit **32** zum Erfassen der Drehbewegung des Arbeitsarms **102**. Die Drehbewegungserfassungseinheit **32** kann jede beliebige Einrichtung sein, die zur Erfassung von Drehbewegungen, insbesondere der Drehrichtung, der Drehgeschwindigkeit, des Drehwinkels,

der Dauer einer drehungsfreien Ruhezeit, ... usw, geeignet ist.

[0072] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Steuervorrichtung 30 zur Steuerung der Sensoranordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Die Steuervorrichtung 30 umfasst zusätzlich zu den in der Steuervorrichtung 10 enthaltenen Komponenten eine Kartenauswerteeinheit 34 zum Auswerten einer Umgebungskarte 33. Die Kartenauswerteeinheit 34 kann alternativ in die Steuervorrichtung 20 aus Fig. 3 eingebaut werden.

[0073] Wie in Fig. 5 beispielhaft gezeigt wird die Umgebungskarte 33 über die Eingangsschnittstelle 12 der Kartenauswerteeinheit 34 zugeführt. Die Umgebungskarte 33 ist beispielsweise aus einer externen Datenbank empfangen worden. Im Allgemeinen kann die Umgebungskarte 33 auch von einem in der Steuervorrichtung 30 integrierten Speichermedium erhalten werden. Die Umgebungskarte 33 enthält Informationen über Objekte und Personen, die sich in der Umgebung der Arbeitsmaschine 100, 150 befinden. Es kann auch eine Umgebungskarte 33 empfangen werden, die eine Umgebung, in der die Arbeitsmaschine 100, 150 zuvor befunden hat. Basierend auf der Auswertung der Umgebungskarte 33 kann ein weiteres Steuersignal durch die Signalerzeugungseinheit 14 generiert werden, um den aktivierten oder deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung 18 hinsichtlich des Arbeitsbereichs 100 oder eines Teils davon bereitzustellen.

[0074] Die Sensordaten aus der Sensoranordnung 18 können zur Erstellung einer neuen Umgebungskarte und/oder Ergänzung einer bestehenden Umgebungskarte verwendet werden. Dieser Prozess kann intern in der Steuervorrichtung oder extern stattfinden.

[0075] Die Steuervorrichtung kann eine Anzeigeeinheit zum Anzeigen der erstellten und/oder der ergänzten Umgebungskarte aufweisen. In der Anzeige können durch die Sensoranordnung 18 erkannte Objekte visuell hervorgehoben werden, beispielsweise durch eine Farbkodierung verschiedener Objektklassen, bei der jeder Objektklasse jeweils eine verschiedene Farbe zugeordnet wird.

[0076] Alternativ oder zusätzlich kann die Zeitdauer, während derer eine bestimmte Stelle eines Arbeitsbereichs nicht abgetastet worden ist, durch eine steuervorrichtungsinterne oder externe Messeinheit erfasst werden. Diese Zeitdauer kann auf der angezeigten Umgebungskarte markiert werden. Beispielsweise kann eine Farbkodierung der Zeitdauer zugeordnet werden, sodass beispielsweise die Helligkeit und/oder Wellenlänge der Farbe mit der erfassten Zeitdauer zu- oder abnimmt.

[0077] Basierend auf der Häufigkeit, dass ein bestimmtes Objekt durch die Sensoranordnung 18 in einem gleichbleibenden Ort erkannt worden ist, kann ein Wahrscheinlichkeitsfaktor für dieses Objekt ermittelt werden, der angibt, wie wahrscheinlich das Objekt an diesem Ort stationiert ist. Dieser Wahrscheinlichkeitsfaktor kann auf der angezeigten Umgebungskarte visuell, etwa mit einer Farbkodierung und/oder geometrischen Formen, dargestellt werden. Beispielsweise nimmt die Helligkeit und/oder Wellenlänge der Farbe mit dem Wahrscheinlichkeitsfaktor zu oder ab.

[0078] Die Steuervorrichtung 10, 20, 30 kann ferner eine Gefahranalyseeinheit (nicht gezeigt) aufweisen, um einem im Arbeitsbereich 110 erfassten Objekt eine Gefahrstufe zuzuordnen. Dies kann auf einer Segmentierung der von der Sensoranordnung 18 und/oder einer anderen Sensoreinrichtung erzeugten Sensordaten beruhen, wobei mittel der Segmentierung, etwa einer semantischen Segmentierung, das erfasste Objekt klassifiziert wird. Beispielsweise kann einer erfassten Person eine der höchsten oder die höchste Gefahrstufe zugeordnet werden. Einer Bebauung (Gebäude) kann eine verglichen zu Personen gleich hohe oder geringere Gefahrstufe zugeordnet werden. Beispielsweise kann einem Wohn-, Büro- oder Fabrikgebäude, in dem Menschen sich befinden, die gleiche Gefahrstufe wie bei Personen zugeordnet werden. Einer Vegetation (etwa Bäume, Gebüsche, Blumen) kann eine verglichen zur Bebauung geringere Gefahrstufe zugeordnet werden. Beispielsweise kann einem Gebüsch verglichen zu einem Baum eine geringere Gefahrstufe zugeordnet werden, wobei einem größeren Baum (etwa mit einem Durchmesser von mehr als 5 cm) verglichen zu einem kleineren Baum mit einem kleineren Durchmesser eine höhere Gefahrstufe zugeordnet werden kann.

[0079] Die jeweilige in Fig. 1, Fig. 4, Fig. 5 gezeigte Steuervorrichtung 10, 20, 30 kann in einem Fahrzeug, insbesondere einer Arbeitsmaschine 100, 150, angebracht sein. Alternativ oder zusätzlich kann die jeweilige Steuervorrichtung 10, 20, 30 außerhalb des Fahrzeugs angeordnet sein. Die Steuervorrichtung 10, 20, 30 bildet jeweils zusammen mit der Sensoranordnung 18 eine Überwachungseinrichtung 50, 60. Die Überwachungseinrichtung 50, 60 kann in einem Fahrzeug oder außerhalb des Fahrzeugs angeordnet sein.

[0080] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Steuerverfahrens zur Steuerung der Sensoranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel. In einem ersten Schritt S1 wird ein Drehrichtungssignal enthaltend eine Drehrichtung eines Arbeitsarms der Arbeitsmaschine relativ zu einem Drehlager der Arbeitsmaschine eingegeben. In einem zweiten Schritt S2 wird ein Steuersignal erzeugt, um in Abhängigkeit

von der Drehrichtung des Arbeitsarms einen aktivierten oder deaktivierten Zustand einer Überwachungsfunktion der Sensoranordnung hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs der Arbeitsmaschine bereitzustellen. In einem dritten Schritt **S3** wird das Steuersignal an die Sensoranordnung ausgegeben.

142 zweite Startwinkellage
146 hinterer Arbeitsbereich
S1 bis S3 Verfahrensschritte

Patentansprüche

Bezugszeichenliste

10, 20, 30	Steuervorrichtung
11	Drehrichtungssignal
12	Eingabeschnittstelle
14	Signalerzeugungseinheit
16	Ausgabeschnittstelle
18	Sensoranordnung
22, 24, 26, 28	Sensoren
32	Drehbewegungserfassungseinheit
33	Umgebungskarte
34	Kartenauswerteeinheit
50, 60	Überwachungseinrichtung
100, 150	Arbeitsmaschine
102	Arbeitsarm
104	Drehlager
106	Drehkörper
108	Drehachse
110	Arbeitsbereich
112	erster Teilarbeitsbereich
114	zweiter Teilarbeitsbereich
115, 116	Drehrichtung
118	Längsachse
120	erster Mittelpunkt
122	vorderer Arbeitsbereich
124	erste Startwinkellage
126	erste Endwinkellage
128, 144	Außenbegrenzung
130	erster Startwinkel
132	erster Endwinkel
134	zweiter Startwinkel
136	zweiter Endwinkel
138	zweite Endwinkellage
140	zweiter Mittelpunkt

1. Steuervorrichtung (10, 20, 30) zur Steuerung einer Sensoranordnung (18), um einen Arbeitsbereich (110, 112, 114) einer Arbeitsmaschine (100, 150) zu überwachen, umfassend:

- eine Eingabeschnittstelle (12) zum Eingeben eines Drehrichtungssignals enthaltend eine Drehrichtung (116) eines Arbeitsarms (102) der Arbeitsmaschine (100, 150) relativ zu einem Drehlager (104) der Arbeitsmaschine (100, 150);
 - eine Signalerzeugungseinheit (14) zum Erzeugen eines Steuersignals, um in Abhängigkeit von der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) einen aktivierten oder deaktivierten Zustand einer Überwachungsfunktion der Sensoranordnung (18) hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs (110, 112, 114) der Arbeitsmaschine (100, 150) bereitzustellen; und
 - eine Ausgabeschnittstelle (16) zum Ausgeben des Steuersignals an die Sensoranordnung (18).

2. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 1, wobei der Arbeitsbereich (110, 112) einen vorderen Arbeitsbereich (122) umfasst, der bezüglich einer Längsachse (118) des Arbeitsarms (102) auf einer in der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) befindlichen ersten Seite liegt, wobei das Steuersignal dazu dient, den aktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung (18) hinsichtlich des vorderen Arbeitsbereichs (122) bereitzustellen.

3. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 2, wobei der vordere Arbeitsbereich (122) durch einen von der Arbeitsmaschine (100, 150) aus entlang einer horizontalen Komponente der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) gemessenen ersten Startwinkel (130) und einen vom ersten Startwinkel (130) aus entlang der horizontalen Komponente der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) gemessenen ersten Endwinkel (132) definiert ist.

4. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 3, wobei der erste Startwinkel (130) in einem Bereich von 0° bis 90° liegt, und/oder wobei der erste Endwinkel (132) in einem Bereich von 30° bis 270° liegt.

5. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der vordere Arbeitsbereich (122) zusätzlich durch einen von der Arbeitsmaschine (100, 150) aus gemessenen ersten Radius definiert ist.

6. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Arbeitsbereich (110,

114) einen hinteren Arbeitsbereich (146) umfasst, der bezüglich einer Längsachse (118) des Arbeitsarms (102) auf einer entgegen der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) befindlichen zweiten Seite liegt, wobei das Steuersignal dazu dient, den deaktivierten Zustand der Überwachungsfunktion der Sensoranordnung (18) hinsichtlich des hinteren Arbeitsbereichs (146) bereitzustellen.

7. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 6, wobei der hintere Arbeitsbereich (146) durch einen von der Arbeitsmaschine (100, 150) aus entgegen der horizontalen Komponente der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102) gemessenen zweiten Startwinkel (134) und einen vom zweiten Startwinkel (134) aus entgegen der horizontalen Komponente der Drehrichtung des Arbeitsarms (102) gemessenen zweiten Endwinkel (136) definiert ist.

8. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Signalerzeugungseinheit (14) dazu ausgebildet ist, das Steuersignal beim Erreichen eines Drehwinkelschwellenwertes zu erzeugen oder auszugeben.

9. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 8, wobei der Drehwinkelschwellenwert in einem Bereich von 3° bis 45° liegt.

10. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Drehwinkel ab einem Messungsstartzeitpunkt gemessen ist, vor dem eine durchgehende Ruhezeit, in der sich der Arbeitsarm nicht dreht, eine vordefinierte Zeitdauer überschritten hat.

11. Steuervorrichtung (10, 20s, 30) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Drehwinkel in einem Drehzeitraum gemessen ist, in dem eine Ruhezeit, in der sich der Arbeitsarm nicht dreht, maximal eine vordefinierte Zeitdauer beträgt.

12. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Signalerzeugungseinheit (14) dazu ausgebildet ist, das Steuersignal beim Erreichen eines Drehgeschwindigkeitsschwellenwertes zu erzeugen oder auszugeben.

13. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, weiter umfassend eine Drehrichtungserfassungseinheit zur Erfassung der Drehrichtung (116) des Arbeitsarms (102).

14. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Steuervorrichtung (10, 20, 30) dazu ausgebildet ist, basierend auf Erfassung eines im Arbeitsbereich (110) der Arbeitsmaschine (100, 150) befindlichen Objektes diesem eine Gefahrsstufe zuzuordnen.

15. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach Anspruch 14, wobei die Signalerzeugungseinheit (14) dazu ausgebildet ist, ein weiteres Steuersignal zu erzeugen, um beim Erreichen einer vordefinierten Gefahrsstufe durch das erfasste Objekt eine Drehgeschwindigkeit des Arbeitsarms (102) zu reduzieren und/oder die Drehrichtung des Arbeitsarms (102) zu ändern.

16. Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Steuervorrichtung dazu ausgebildet ist, basierend auf von der Sensoranordnung (18) erzeugten Sensordaten eine Umgebungskarte (33) zu erzeugen und/oder eine bestehende Umgebungskarte (33) zu ändern.

17. Überwachungseinrichtung zum Überwachen eines Arbeitsbereichs einer Arbeitsmaschine (100, 150), umfassend:

- eine Sensoranordnung (18); und
- eine Steuervorrichtung (10, 20, 30) zur Steuerung der Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

18. Verwendung einer Steuervorrichtung (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 16 oder einer Überwachungseinrichtung nach Anspruch 17 in einem Fahrzeug (100, 150).

19. Steuerverfahren zur Steuerung einer Sensoranordnung, um einen Arbeitsbereich einer Arbeitsmaschine (100, 150) zu überwachen, umfassend:

- einen ersten Schritt, in dem ein Drehrichtungssignal enthaltend eine Drehrichtung eines Arbeitsarms (102) der Arbeitsmaschine (100, 150) relativ zu einem Drehlager (104) der Arbeitsmaschine (100, 150) eingegeben wird;
- einen zweiten Schritt, in dem ein Steuersignal erzeugt wird, um in Abhängigkeit von der Drehrichtung des Arbeitsarms (102) einen aktivierten oder deaktivierten Zustand einer Überwachungsfunktion der Sensoranordnung (18) hinsichtlich zumindest eines Teils des Arbeitsbereichs (110) der Arbeitsmaschine (100, 150) bereitzustellen; und
- einen dritten Schritt, in dem das Steuersignal an die Sensoranordnung (18) ausgegeben wird.

20. Computerprogrammprodukt zur Steuerung einer Sensoranordnung, um einen Arbeitsbereich (110, 112, 114) einer Arbeitsmaschine (100, 150) zu überwachen, wobei das Computerprogrammprodukt dazu ausgebildet ist, die Schritte des Verfahrens nach Anspruch 18 durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt von einem Rechner ausgeführt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

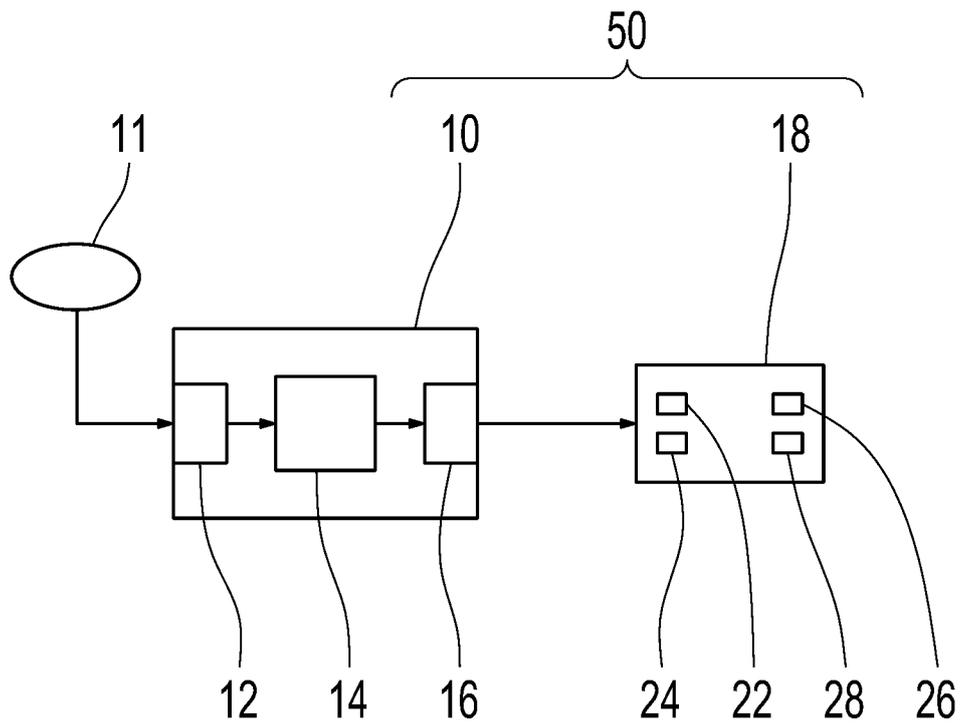


Fig. 1

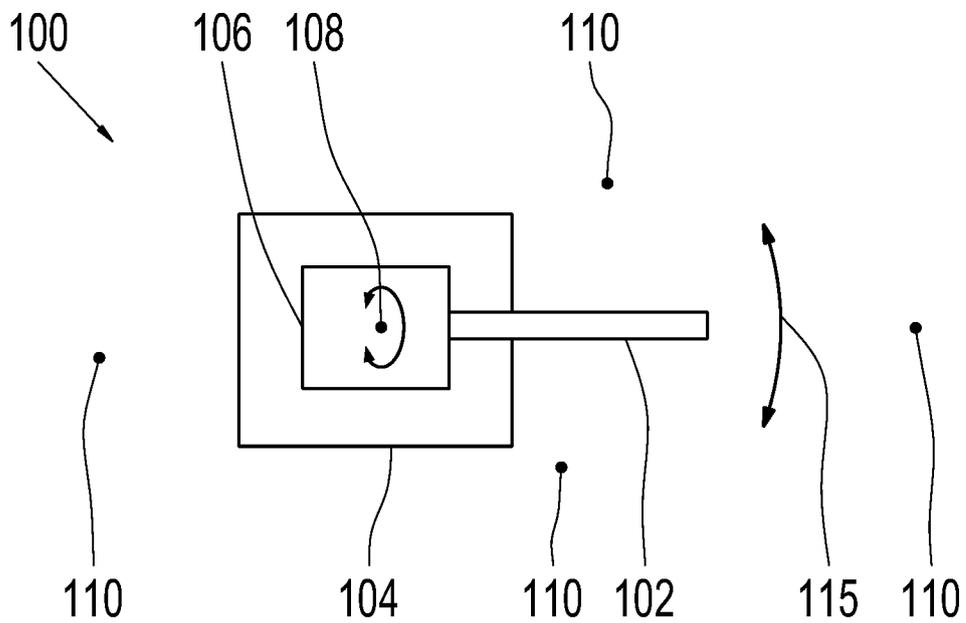


Fig. 2

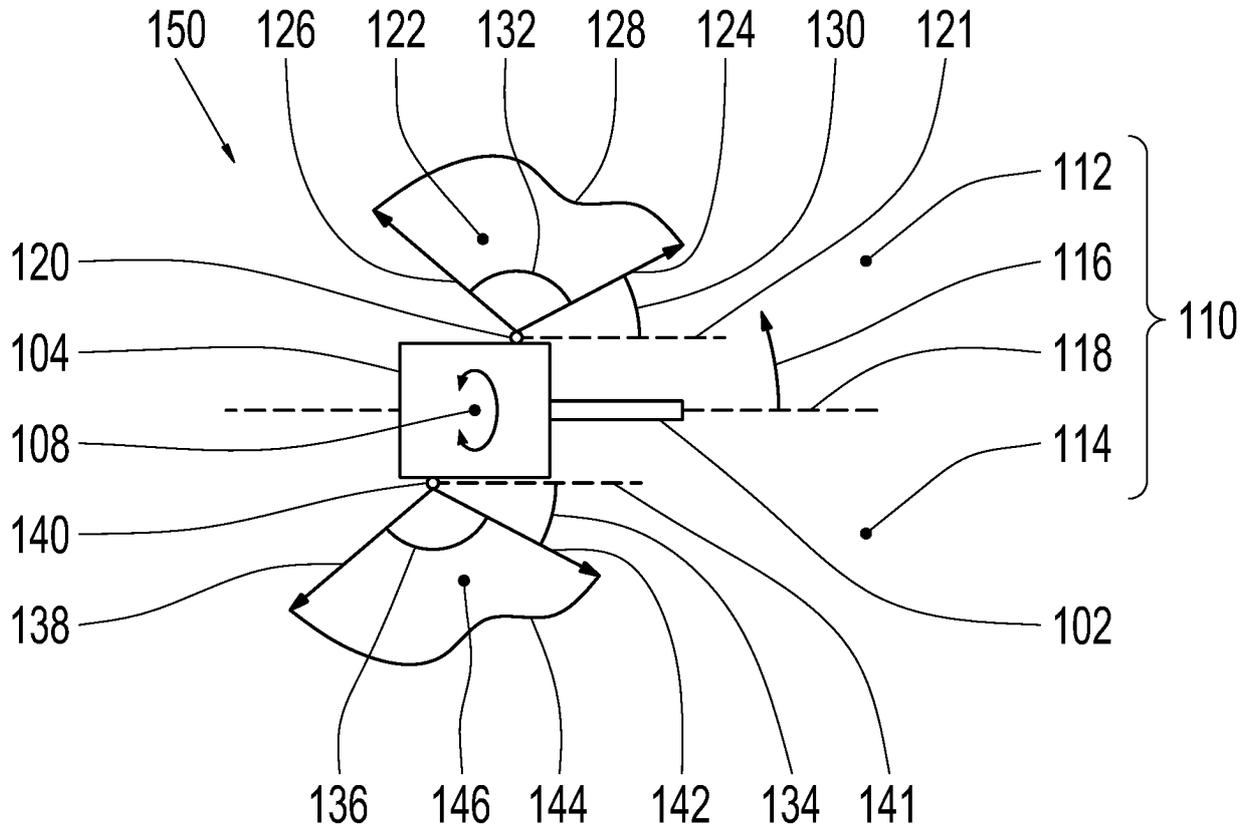


Fig. 3

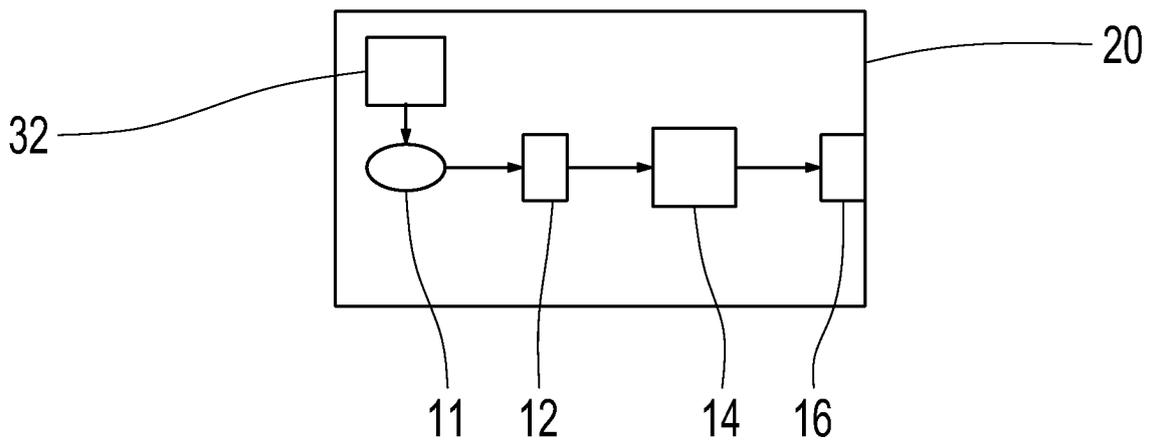


Fig. 4

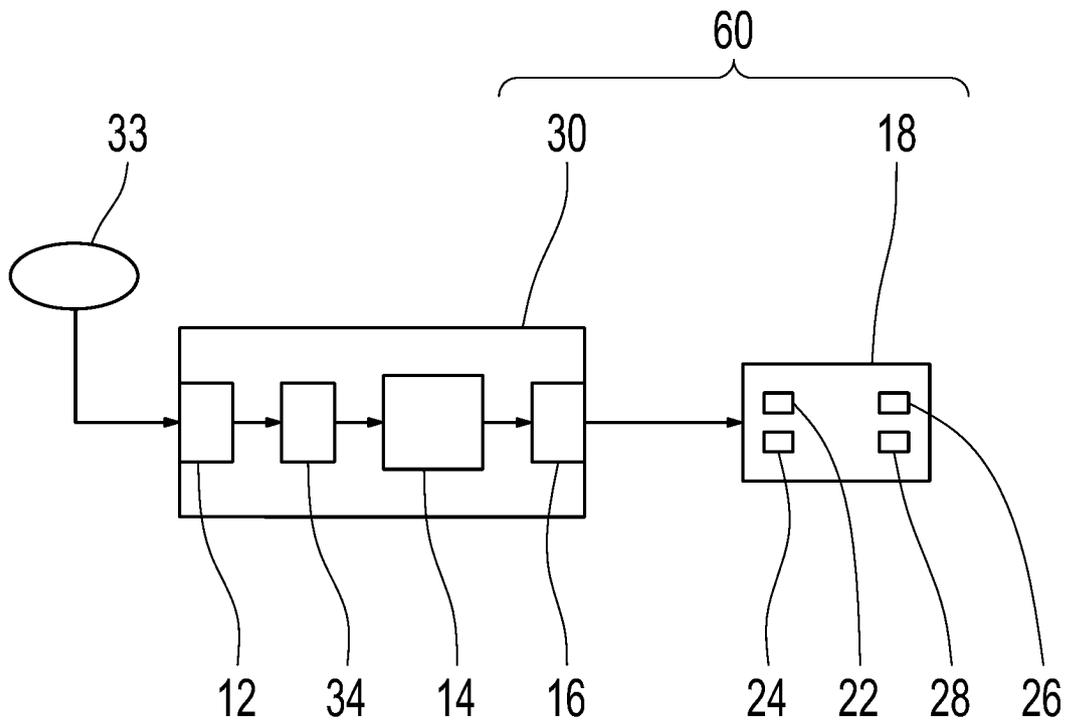


Fig. 5

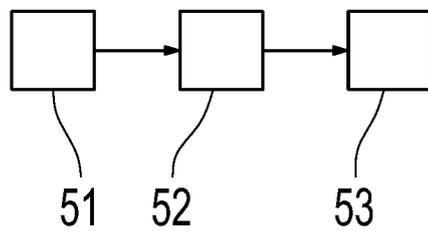


Fig. 6