



(10) **DE 10 2019 214 382 B3** 2021.02.04

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 214 382.2**
(22) Anmeldetag: **20.09.2019**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.02.2021**

(51) Int Cl.: **G01M 99/00 (2011.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

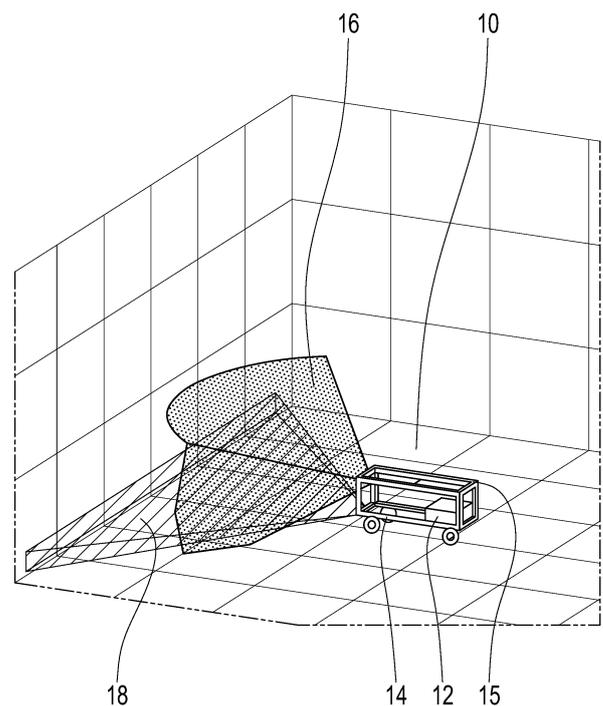
(72) Erfinder:
**Stiller, Johannes, Dr., 88214 Ravensburg, DE;
Kreschel, Ralf, 88074 Meckenbeuren, DE;
Grunwald, Michael, 88400 Biberach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 29 336	A1
DE	10 2008 039 400	A1
DE	10 2013 113 466	A1
DE	10 2016 208 076	A1
DE	20 2018 105 162	U1

(54) Bezeichnung: **Untersuchungsplattform sowie Verfahren zum Testen eines Sensors mittels einer Untersuchungsplattform**

(57) Zusammenfassung: Untersuchungsplattform mit einem Unterbau, der eine Mobilität der Untersuchungsplattform gewährleistet, einem Aufbau, der sich in einer Längsrichtung, Querrichtung und Hochrichtung erstreckt, einem Verstellmechanismus, der gewährleistet, dass der Aufbau in Dimensionen der Längsrichtung, Querrichtung und der Hochrichtung verstellbar ist und mit wenigstens einem Fixiermittel zum Befestigen eines zu untersuchenden Objekts, wobei das Objekt an jeder Position des Aufbaus fixierbar ist.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Untersuchungsplattform.

[0002] Die DE 10 2013 113 466 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Test von Sensoren oder eines Fahrerassistenzsystems mit einem fahrbaren und lenkbaren Untersatz zum ferngesteuerten Fahren und Lenken des Untersatzes mit einem Element, welches ein Abbild eines Modells eines Fahrzeugs darstellt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] Demgemäß ist vorgesehen:

- Eine Untersuchungsplattform mit einem Unterbau, der eine Mobilität der Untersuchungsplattform gewährleistet, einem Aufbau, der sich in einer Längsrichtung, Querrichtung und Hochrichtung erstreckt, einem Verstellmechanismus, der gewährleistet, dass der Aufbau in Dimensionen der Längsrichtung, Querrichtung und der Hochrichtung verstellbar ist, und mit wenigstens einem Fixiermittel zum Befestigen eines zu untersuchenden Objekts, wobei das Objekt an jeder Position des Aufbaus fixierbar ist.

[0004] Eine Untersuchungsplattform ist eine modulare Plattform zum Testen von Sensoren. Eine Untersuchungsplattform ist in ihrer Größe veränderlich und anwendungsspezifisch anpassbar.

[0005] Ein Unterbau umfasst konstruktive tragende Elemente, die einen Aufbau gegenüber einem Untergrund bzw. Boden abstützen. Beispielsweise gehören der Unterboden und die Räder eines Fahrzeugs zu dessen Unterbau. Bei einem Fahrzeug gewährleistet der Unterbau die Mobilität des Fahrzeugs.

[0006] Ein Aufbau sind sämtliche Teile, die von dem Unterbau getragen werden. Der Aufbau kann diverse anwendungsspezifische Funktionen gewährleisten.

[0007] Mobilität ist die Beweglichkeit eines Objekts gegenüber dem Untergrund. Beispielsweise gewährleisten Kufen eine Mobilität auf glatten Untergründen, Räder gewährleisten eine Mobilität auf einer Fahrbahn, Schienen gewährleisten eine Mobilität auf Gleisen und ein Schiffsboden gewährleistet eine Mobilität auf Wasser.

[0008] Ein Raum wird durch eine Längsrichtung, Querrichtung und eine Hochrichtung aufgespannt. Dabei kann die Hochrichtung in Richtung der Schwerkraft orientiert sein. Längs- und Querrichtung spannen eine Ebene auf, die senkrecht zur Hochrichtung ist.

[0009] Ein Verstellmechanismus gewährleistet die Verstellbarkeit eines Objekts gegenüber einem anderen Objekt. Dabei kann die Position verstellt werden, das Objekt verdreht oder verschwenkt werden.

[0010] Fixiermittel dienen der Befestigung eines Objekts an einem anderen Objekt. Es kann vorgesehen sein, dass ein Fixiermittel eine Bewegung in einem oder mehreren Freiheitsgraden zulässt, beispielsweise eine lineare Verschiebbarkeit oder eine schwimmende Lagerung.

[0011] Fahrzeuge sind Land-, Wasser-, oder Luftfahrzeuge mit oder ohne Antrieb.

[0012] Ein Rad ist ein kreisrundes Maschinen- und Fahrzeugteil. Ein Rad kann scheibenförmig mit idealerweise kreisförmiger Kontur ausgebildet sein und um eine Achse, die senkrecht auf der idealisierten Kreisebene steht, drehbar gelagert sein. Ein Rad kann auch als Reifen ggf. mit einer Felge ausgebildet sein.

[0013] Ein Sensor, auch als Detektor, (Messgrößen- oder Mess-)Aufnehmer oder (Mess-)Fühler bezeichnet, ist ein technisches Bauteil, das bestimmte physikalische, chemische Eigenschaften oder Zustände, z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Geschwindigkeit, Helligkeit, Beschleunigung, pH-Wert, Ionenstärke, elektrochemisches Potential und/oder die stoffliche Beschaffenheit seiner Umgebung qualitativ oder als Messgröße quantitativ erfassen kann. Diese Größen werden mittels physikalischer oder chemischer Effekte erfasst und als Sensordaten in ein weiterverarbeitbares elektrisches Signal umgeformt. Fahrzeugsensoren sind an einem Fahrzeug montiert, um eine Fahrzeugumgebung zu erfassen. Sensordaten, die von Fahrzeugsensoren erfasst werden, sind fahrzeugumgebungsbezogene Sensordaten.

[0014] Ein Mikrofon oder Mikrophon ist ein Schallwandler, der Luftschall als Schallwechseldruckschwingungen in entsprechende elektrische Spannungsänderungen als Mikrofonsignal umwandelt.

[0015] Radar (engl. für „radio detection and ranging“) ist die Bezeichnung für verschiedene Erkennungs- und Ortungsverfahren und -geräte auf der Basis elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich (Funkwellen). Ein Radargerät ist ein Gerät, das elektromagnetische Wellen gebündelt aussendet, die von Objekten reflektierten Echos empfängt und auswertet. So können Informationen über die Objekte, dem Radarziel, gewonnen werden. Meist handelt es sich um eine Ortung (Bestimmung von Entfernung und Winkel). Aus den empfangenen, vom Objekt reflektierten Wellen können u. a. folgende Informationen gewonnen werden: der Winkel und die Entfernung zum Objekt, die Relativbewegung zwischen Sender und Objekt, die Wegstrecke und die Absolut-

geschwindigkeit des Objektes, Konturen oder Bilder des Objektes.

[0016] Lidar (engl. light detection and ranging), auch Ladar (laser detection and ranging), ist eine dem Radar verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung sowie zur Fernmessung atmosphärischer Parameter. Statt der Radiowellen wie beim Radar werden Laserstrahlen verwendet. Dabei werden Laserstrahlen emittiert, die von einem Objekt, dem Lidarziel reflektiert werden.

[0017] Eine Steuereinheit ist ein elektronisches Modul zur Steuerung oder Regelung. Steuereinheiten werden im Kfz-Bereich in allen erdenklichen elektronischen Bereichen eingesetzt, ebenso zur Steuerung von Maschinen, Anlagen und sonstigen technischen Prozessen.

[0018] Ein autonomer Betrieb ist der Betrieb von Geräten, z.B. Fahrzeugen oder mobilen Robotern, ohne menschliches Eingreifen. Bei Fahrzeugen bedeutet „autonomer Betrieb“, dass neben dem Festlegen eines Starts oder Ziel kein menschliches Eingreifen erforderlich ist.

[0019] Überprüft wird statistische Signifikanz durch statistische Tests, die so gewählt werden, dass sie dem Datenmaterial und den zu testenden Parametern bezüglich der Wahrscheinlichkeitsfunktion entsprechen. So ist es möglich, aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung für Zufallsvariablen den jeweiligen p-Wert zu errechnen als die Wahrscheinlichkeit, ein Stichprobenergebnis wie das beobachtete oder ein extremeres zufallsbedingt zu erhalten. Wie hoch deren Anteil bei unendlich oft wiederholten Zufallsstichproben aus derselben Gesamtheit zu erwarten ist, kann als Wert zwischen 0 und 1 angegeben werden. Dieser p-Wert wird somit berechnet unter der Annahme, dass die sogenannte Nullhypothese zutrifft.

[0020] Anhand des p-Werts wird das Überschreiten einer bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeit abgeschätzt. Dies ist nun jene vorab bestimmbare Wahrscheinlichkeit, die Hypothese: „Die festgestellten Unterschiede sind zufällig zustande gekommen“ - als die Nullhypothese - zu verwerfen, obwohl sie richtig ist. Diese Wahrscheinlichkeit wird als Signifikanzniveau α bezeichnet.

[0021] Allgemeiner verstanden beschreibt die statistische Signifikanz also den möglichen Informationsgehalt eines Ereignisses bzw. einer Messung vor dem Hintergrund zufälliger Verteilungen als Wahrscheinlichkeit. Je kleiner α ist, desto höher ist dann die Informationsqualität eines signifikanten Ergebnisses.

[0022] In erster Linie bestimmen die Größe einer Stichprobe, deren Repräsentativität und ihre Varianz

das Signifikanzniveau. Die statistische Signifikanz wird wesentlich durch die Stichprobengröße beeinflusst. Wird statt einer größeren nur eine kleine Stichprobe untersucht, dann ist es wahrscheinlicher, dass deren Zusammensetzung nicht die Grundgesamtheit repräsentiert. Die infolge zufällig getroffener Auswahl auftretenden Unterschiede fallen so stärker ins Gewicht. Bildet die gewählte Stichprobe die Grundgesamtheit in ihren wesentlichen Merkmalen ab, spricht man von einer repräsentativen Stichprobe. Wichtig für die Informationsqualität ist ebenfalls die Varianz, also die Streuung der Werte innerhalb der untersuchten Gruppe.

[0023] Intelligenter Algorithmus bedeutet, dass der Algorithmus Mittel der künstlichen Intelligenz, also der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem Maschinenlernen, umfasst. Ein intelligenter Algorithmus ist zum Beispiel ein künstliches neuronales Netzwerk.

[0024] Die grundlegende Idee der Erfindung ist eine modulare Untersuchungsplattform, die in einer Längsrichtung, Querrichtung und in einer Hochrichtung skalierbar ist. Somit lässt sich die Größe der Untersuchungsplattform in den entsprechenden Dimensionen anwendungsspezifisch verändern. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Verstellmechanismus eine stufenlose Verstellbarkeit gewährleistet. Eine derartige Funktionalität kann beispielsweise mit einem Teleskopmechanismus bereitgestellt werden.

[0025] Ferner ermöglicht die erfindungsgemäße Untersuchungsplattform das Befestigen eines zu untersuchenden Objekts an einer beliebigen Position des Aufbaus der Untersuchungsplattform. Somit lässt sich ein zu untersuchendes Objekt an verschiedenen Positionen des Aufbaus testen und positionsabhängige Testergebnisse generieren.

[0026] Diese Flexibilität ist besonders für komplexe Entwicklungsvorhaben vorteilhaft, beispielsweise in der Fahrzeugentwicklung. In der Fahrzeugentwicklung ist oft ungewiss, an welcher Stelle eines Fahrzeugs ein bestimmter Sensor bestmöglich zu positionieren ist. Allerdings erfordert die Positionierung eines Sensors an einer bestimmten Stelle eines Fahrzeugs in der Regel bereits relativ großen Entwicklungsaufwand, um einen geeigneten Bauraum zu schaffen. Dementsprechend können verschiedene Positionen für Sensoren an einem Fahrzeug nicht ohne Weiteres bzw. nur mit erheblichen Entwicklungsaufwand getestet werden.

[0027] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Untersuchungsplattform als Fahrzeug ausgebildet. Dementsprechend kann sich die Untersuchungsplattform beispielsweise auf Schienen oder Bahnen bzw. auf Gewässern oder im Luftraum bewegen.

[0029] Alternativ ist es auch vorteilhaft, wenn das Fahrzeug mehrere Räder aufweist. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass die Räder jeweils mittels eines Antriebs einzeln antreibbar sind. Somit ist das Fahrzeug präziser manövrierbar.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Objekt als Sensor, insbesondere optischer Sensor, Radarsensor, Lidarsensor und/oder Mikrofon ausgebildet. Somit lassen sich Sensoren mittels einer Untersuchungsplattform systematisch testen.

[0031] Alternativ oder zusätzlich kann das Objekt auch als von einem Sensor zu erfassendes Objekt, beispielsweise als ein Radarziel und/oder als ein Lidarziel, ausgebildet sein. Somit lassen sich ebenfalls Sensoren testen, indem eine Untersuchungsplattform mit einem zu erfassenden Objekt systematisch vor einem Sensor bewegt wird. Im Folgenden lassen sich erfasste Sensordaten systematisch auswerten.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Untersuchungsplattform mittels einer Steuereinheit autonom steuerbar oder regelbar. Somit lassen sich während eines Testdurchlaufs nahezu identische Randbedingungen generieren.

[0033] Im Gegensatz dazu ist es derzeit bekannt, dass Testfahrzeuge für mehrere möglichst ähnliche Tests entlang einer vorbestimmten Trajektorie gesteuert werden. Allerdings ist es für einen menschlichen Bediener eines Testfahrzeugs nahezu nicht möglich, eine Trajektorie hinsichtlich der Geschwindigkeit und der Bahn, also den Ortsverlauf, möglichst exakt zu wiederholen. Für eine autonom angesteuerte Untersuchungsplattform lässt sich ein beliebiger Testablauf, insbesondere dessen Trajektorie, nahezu exakt für eine vorbestimmte Anzahl wiederholen.

[0034] Erfindungsgemäß sind die Fixiermittel mittels der Steuereinheit beweglich. Dementsprechend ist es denkbar, dass ein bestimmter Testablauf auf die Steuereinheit geladen wird und eine Position oder eine Stellung des zu untersuchenden Objekts autonom angepasst wird, sofern der Testablauf dies vorsieht.

[0035] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass Testergebnisse von der Steuereinheit autonom ausgewertet werden und die Steuereinheit aufgrund der autonom ausgewerteten Testergebnisse weitere Positionen und/oder Stellungen des zu untersuchenden

Objekts ermittelt, für die weitere Testergebnisse von Relevanz sein können.

[0036] Es versteht sich, dass auch ein Verfahren zum Testen eines Sensors mittels einer Untersuchungsplattform wie sie vorstehend beschrieben wurde, vorteilhaft ist.

[0037] Dabei ist es zweckmäßig, einen Testablauf autonom mittels der Steuereinheit zu steuern und den Testablauf so oft zu wiederholen, bis ein vorbestimmtes Signifikanzniveau eines Testergebnisses erreicht ist.

[0038] Die Anzahl der Wiederholungen eines Tests kann dabei vorgegeben sein. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Steuereinheit anhand der Testergebnisse ermittelt, ob ein bestimmtes Signifikanzniveau bereits erreicht ist. Ist ein vorbestimmtes Signifikanzniveau noch nicht erreicht, kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit weitere Tests solange steuert, bis das vorbestimmte Signifikanzniveau erreicht wurde.

[0039] Es versteht sich, dass das Signifikanzniveau unter Umständen auch von den Testergebnissen, insbesondere von einer Verteilung von relevanten Erfassungsgrößen, abhängig sein kann.

[0040] Dabei ist es auch zweckmäßig, wenn ein Testergebnis mittels autonomen Mitteln, insbesondere mittels künstlicher Intelligenz, ausgewertet wird.

Figurenliste

[0041] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 eine schematische Prinzipskizze einer Ausführungsform der Erfindung;

[0042] Die beiliegende Zeichnung soll ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulicht eine Ausführungsform und dient im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erfindung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnung. Die Elemente der Zeichnung sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

[0043] In den Figuren der Zeichnungen sind gleiche, funktionsgleiche und gleichwirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nicht anders ausgeführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0044] Fig. 1 zeigt eine Untersuchungsplattform **10** mit einem Unterbau **14** und mit einem Aufbau **15**. Der Unterbau **14** umfasst in Fig. 1 vier Räder, die jeweils einzeln von einem Antrieb (nicht dargestellt) angetrieben werden. Der Aufbau **15** ist als Rahmen ausgebildet, der über einen Teleskopmechanismus stufenlos verstellbar ist. An der Untersuchungsplattform **10** sind zwei Sensoren (nicht dargestellt), mittels Fixiermitteln (nicht dargestellt) befestigt. Die Sensoren erfassen die Kegel **16** bzw. **18** und bilden somit ein „Sichtfeld“ des Fahrzeugs bzw. des Sensors.

[0045] Die Untersuchungsplattform **10** umfasst ferner eine Steuereinheit **12**, die eingerichtet ist, die Untersuchungsplattform **10** sowie die Sensoren zu steuern sowie erfasste Sensordaten auszuwerten.

Bezugszeichenliste

10	Untersuchungsplattform
12	Steuereinheit
14	Unterbau
15	Aufbau
16	Kegel
18	Kegel

Patentansprüche

1. Untersuchungsplattform (10) mit einem Unterbau (14), der eine Mobilität der Untersuchungsplattform gewährleistet, einem Aufbau (15), der sich in einer Längsrichtung, Querrichtung und Hochrichtung erstreckt, einem Verstellmechanismus, der gewährleistet, dass der Aufbau (15) in Dimensionen der Längsrichtung, Querrichtung und der Hochrichtung verstellbar ist und mit wenigstens einem Fixiermittel zum Befestigen eines zu untersuchenden Objekts, wobei das Objekt an jeder Position des Aufbaus fixierbar ist, wobei die Fixiermittel mittels der Steuereinheit (12) beweglich, insbesondere verschiebbar, verdrehbar und/oder verschwenkbar, sind.

2. Untersuchungsplattform nach Anspruch 1, welche als Fahrzeug ausgebildet ist.

3. Untersuchungsplattform nach Anspruch 2, wobei das Fahrzeug mehrere Räder (13), die jeweils mittels eines Antriebs einzeln antreibbar sind, aufweist.

4. Untersuchungsplattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Objekt als Sensor, insbesondere als optischer Sensor, Radarsensor, Lidarsensor, GPS-Sensor und/oder als Mikrofon ausgebildet ist.

5. Untersuchungsplattform nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Objekt als von einem Sensor zu erfassendes Objekt, insbesondere als Radarziel und/oder Lidarziel, ausgebildet ist.

6. Untersuchungsplattform nach einem der vorstehenden Ansprüche, welche mittels einer Steuereinheit (12) autonom steuerbar oder regelbar ist.

7. Verfahren zum Testen eines Sensors mittels einer Untersuchungsplattform (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein Testablauf autonom mittels der Steuereinheit (12) gesteuert wird und der Testablauf so oft wiederholt wird, bis ein vorbestimmtes Signifikanzniveau eines Testergebnisses erreicht ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein Testergebnis mittels autonomer Mittel, insbesondere mittels künstlicher Intelligenz, ausgewertet wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

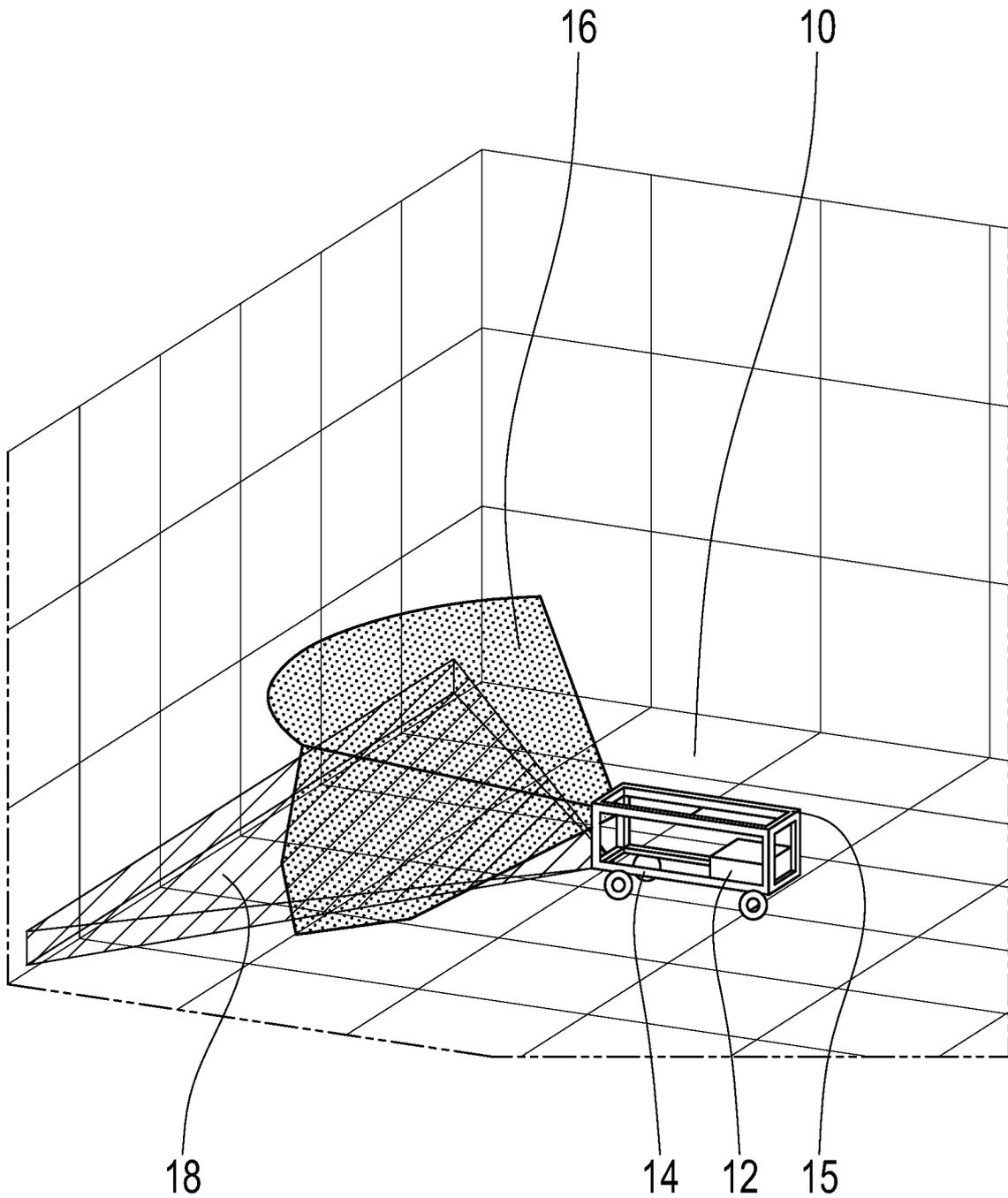


Fig. 1