

PORTABLES SENSORSYSTEM

Technisches Gebiet

5

Die Erfindung betrifft ein Sensorsystem zum Erfassen von Objekten und ein Verfahren zum Erfassen von Objekten.

Stand der Technik

10

Es ist bekannt, ein Fahrzeug basierend auf Messdaten von einer Umfelderkennungssensorik zu betreiben. Derartige Umfelderkennungssensorik kann in einem Karosserieteil des Fahrzeugs integriert oder verbaut sein.

15 Darstellung der Erfindung

Die Erfindung betrifft in einem Aspekt ein portables Sensorsystem zum Erfassen von Objekten im Umfeld des portablen Sensorsystems und zum temporären Anbringen an einem mobilen Objekt. Bei dem Sensorsystem kann es sich daher um ein Umfelderkennungssystem beziehungsweise um ein Objekterfassungssystem handeln. Bei 20 dem Sensorsystem kann es sich ferner um ein mobiles Sensorsystem handeln, wobei das mobile Objekt als Trägerplattform für das Sensorsystem ausgebildet sein kann.

25 Das portable Sensorsystem kann als ein transportables Sensorsystem ausgebildet sein, wobei das Sensorsystem händisch getragen und an dem mobilen Objekt händisch angebracht werden kann. Das portable Sensorsystem kann so von einem Operateur leicht gehandhabt und an dem mobilen Objekt angebracht werden. Der Operateur kann ein Mensch oder eine Maschine beziehungsweise ein Roboter sein. Das 30 portable Sensorsystem kann derart ausgebildet sein, dass es von einem einzigen Operateur gehandhabt und an dem mobilen Objekt angebracht werden kann.

Bei den Objekten kann es sich grundsätzlich um jedes Objekt im Umfeld des Sensorsystems handeln. Die Objekte können mindestens ein stationäres Objekt und/oder

mindestens ein mobiles Objekt im Umfeld des Sensorsystems beziehungsweise des mobilen Objekts, an welchem das Sensorsystem angebracht sein kann, aufweisen.

Bei dem stationären Objekt, welches von dem Sensorsystem erfasst werden kann,
5 kann es sich um ein stationäres Infrastrukturobjekt, beispielsweise ein Gebäude, handeln. Bei dem mobilen Objekt, an welchem das Sensorsystem angebracht sein kann oder welches von dem Sensorsystem erfasst werden kann, kann es sich um ein Fahrzeug, beispielsweise ein Luftfahrzeug, oder um eine Maschine handeln. Das Luftfahrzeug kann ein Flugzeug sein. Bei dem mobilen Objekt kann es sich auch um
10 ein von einem Fahrzeug transportiertes Objekt, beispielsweise um einen Container, handeln. Bei dem mobilen Objekt kann es sich daher um ein Großobjekt handeln. Bei dem mobilen Objekt kann es sich ferner auch um ein Lebewesen, beispielsweise einen Menschen, handeln. Bei dem mobilen Objekt kann es sich ferner auch um ein Kleinobjekt handeln. Das mobile Objekt kann somit ein bewegbares Objekt sein, welches in Bewegung oder in Ruhe sein kann. Das portable Sensorsystem kann daher
15 als ein dynamisches beziehungsweise mobiles Sensorsystem ausgebildet sein.

Das portable Sensorsystem ist kein fester Bestandteil des mobilen Objekts. Das portable Sensorsystem ist daher nicht in dieses integriert oder an diesem fest verbaut.
20 Das temporäre Anbringen an dem mobilen Objekt kann daher ein vorübergehendes, nicht dauerhaftes Anbringen an dem mobilen Objekt aufweisen. Das portable Sensorsystem kann daher als ein temporäres Anbausystem ausgebildet sein. Das portable Sensorsystem kann an das mobile Objekt angebracht werden, wobei sich das portable Sensorsystem vorübergehend an dem mobilen Objekt befindet. Das portable Sensorsystem kann von dem mobilen Objekt wieder abgenommen werden.
25 Das mobile Objekt kann ohne das angebrachte Sensorsystem betrieben werden. Das mobile Sensorsystem kann für den Betrieb des mobilen Objekts objektbasierte Umfeldinformation bereitstellen.

30 Das portable Sensorsystem weist einen Umfelderkennungssensor zum Erfassen der Objekte auf. Der Umfelderkennungssensor kann einen distanzmessenden Sensor aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann der Umfelderkennungssensor einen bilder-

fassenden Sensor, beispielsweise eine Kamera, aufweisen. Der Umfelderkennungssensor kann somit auch ein distanzmessender und bilderkfassender Sensor beziehungsweise ein Laserscanner-Kamera-Kombinationssensor sein.

- 5 Der distanzmessende Sensor kann als ein scannender Sensor ausgebildet sein. Bei dem distanzmessenden Sensor kann es sich beispielsweise um einen Laserscanner (LIDAR-Sensor), ein Radarmessgerät oder um ein Ultraschallmessgerät handeln. Der Laserscanner kann basierend auf einem Lichtlaufzeitverfahren (ToF-Laserscanner) betreibbar sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Laserscanner basierend auf
- 10 einem Phasenvergleichsverfahren betreibbar sein. Der Laserscanner, das Radarmessgerät oder das Ultraschallmessgerät kann als ein zweidimensional oder dreidimensional scannender Sensor ausgebildet sein. Der Laserscanner oder eines der beschriebenen Geräte kann ein hochfrequent messender Laserscanner beziehungsweise ein hochfrequent messendes Gerät sein, beispielsweise mit einer Erfassungsfrequenz von 10 MHz. Der distanzmessende Sensor kann ferner ein Rundum-erkassender, beispielsweise in einem 360°-Erfassungsbereich messender, Sensor sein.
- 15

- Weist der Umfelderkennungssensor einen distanzmessenden Sensor auf, kann die Außenfläche des mobilen Objekts oder Objekte im Umfeld des mobilen Objekts
- 20 punktuell erfasst beziehungsweise abgetastet werden. Mit dem distanzmessenden Sensor kann eine Punktwolke mit Messpunkten auf der Außenfläche des mobilen Objekts oder auf den Objekten im Umfeld des mobilen Objekts erfasst werden. Bei der Punktwolke kann es sich um eine zweidimensionale oder dreidimensionale Punktwolke handeln. Die Punktwolke kann zweidimensionale oder dreidimensionale
- 25 Koordinaten von Messpunkten auf der Außenfläche des mobilen Objekts oder auf den Objekten im Umfeld des mobilen Objekts aufweisen. Die Punktwolke kann ferner Messintensitäten zu den Messpunkten aufweisen, wobei die Intensitäten ein quantitatives Maß für die empfangene Messstrahlenergie im Vergleich zu der ausgesandten Messstrahlenergie definieren können. Alternativ oder zusätzlich zu den Intensitäten
- 30 kann die Punktwolke ferner bildbasierte Informationen, beispielsweise RGB-Informationen, aufweisen. Hierfür kann der Umfelderkennungssensor den bilderkfassenden Sensor aufweisen.

Das portable Sensorsystem weist eine mit dem Umfeldfassungssensor verbundene Anbringvorrichtung zum temporären Anbringen des portablen Sensorsystems an einer Außenfläche des mobilen Objekts auf. Bei der Anbringvorrichtung kann es sich um eine mechanische Anbringvorrichtung handeln. Die Anbringvorrichtung kann zum temporären Anbringen von dem portablen Sensorsystem an einer beliebigen Position auf einem Anbringbereich der Außenfläche des mobilen Objekts ausgebildet sein. Die Anbringvorrichtung kann eine nicht-elektrisch betreibbare oder eine elektrisch betreibbare Anbringvorrichtung sein. Die Anbringvorrichtung kann zumindest bereichsweise mit der Außenoberfläche in einer Wirkverbindung, beispielsweise in einer vakuumbasierten Wirkverbindung, stehen, um den Umfeldfassungssensor an der Außenoberfläche anzubringen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Anbringvorrichtung mit der Außenoberfläche zumindest bereichsweise in Eingriff gebracht werden, um den Umfeldfassungssensor an der Außenoberfläche anzubringen. Die Anbringvorrichtung kann beispielsweise mit einer Schnappverbindung (Snap-Fit-Verbindung) mit der Außenoberfläche in Eingriff gebracht werden. Das Erfassen von Objekten im Umfeld des portablen Sensorsystems kann somit objektgestützt, beispielsweise fahrzeuggestützt beziehungsweise luftfahrzeuggestützt, ausgeführt werden.

Das portable Sensorsystem weist eine Lagebestimmungseinrichtung zum Bestimmen von einer Sensorlage von dem Umfeldfassungssensor in einem an der Außenfläche angebrachten Zustand des Umfeldfassungssensors auf. Die Sensorlage kann in einem Objektkoordinatensystem des mobilen Objekts bestimmt werden. Die Sensorlage kann mindestens eines von einer relativen Position und einer relativen Orientierung des Umfeldfassungssensors zu dem mobilen Objekt aufweisen. Die Sensorlage kann auch mindestens eines von einer Position und einer Orientierung des Umfeldfassungssensors in dem Objektkoordinatensystem aufweisen.

Die Anbringvorrichtung kann von einem Operateur bedient werden. Die Anbringvorrichtung kann sich in einem Ausgangszustand beziehungsweise in einem nicht an der Außenfläche angebrachten Zustand befinden. Der Operateur kann die Anbringvorrichtung in einen an der Außenfläche angebrachten Zustand versetzen, wobei der Operateur die Anbringvorrichtung an der Außenoberfläche anordnen und den angebrachten Zustand durch mindestens eines von einem Andrücken der Anbringvor-

richtung an die Außenoberfläche, einem Einrasten der Anbringvorrichtung in der Außenoberfläche, einem Einstecken der Anbringvorrichtung in die Außenoberfläche und einem Verspannen der Anbringvorrichtung an der Außenoberfläche herbeiführen kann. In dem angebrachten Zustand der Anbringvorrichtung kann der Umfeld-
5 erfassungssensor an der Außenfläche über die Anbringvorrichtung fest angeordnet sein.

Die Lagebestimmungseinrichtung ist dazu eingerichtet, die Sensorlage relativ zu dem mobilen Objekt basierend auf einem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche und einem mit dem Umfeld-
10 erfassungssensor erfassten Bereich der Außenfläche zu bestimmen. Das vorbestimmte geometrische Modell der Außenfläche kann mindestens einen geometrischen Parameter der Außenfläche aufweisen. Das vorbestimmte geometrische Modell kann auf einem vordefinierten CAD-Modell von zumindest einem Bereich des mobilen Objekts basieren. Alternativ oder zusätzlich
15 kann das vorbestimmte geometrische Modell auch mindestens einen Punkt auf der Außenfläche beziehungsweise eine Punktwolke auf der Außenoberfläche aufweisen. Der mit dem Umfeld-
erfassungssensor erfasste Bereich der Außenfläche kann auch mindestens einen geometrischen Parameter der Außenfläche aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann der mit dem Umfeld-
erfassungssensor erfasste Bereich der Außenfläche auch mindestens einen Punkt auf dem erfassten Bereich der Außen-
20 oberfläche beziehungsweise eine Punktwolke auf dem erfassten Bereich der Außenoberfläche aufweisen. Bei dem geometrischen Parameter kann es sich um einen Oberflächenvektor, beispielsweise einen Normalenvektor, um eine Objektachse, oder um einen Krümmungsparameter handeln. Bei dem geometrischen Modell kann es sich
beispielsweise um das geometrische Modell einer Außenfläche beziehungsweise Außenkontur eines Luftfahrzeugs handeln.
25

Bei der Erfindung kann das portable Sensorsystem an einem mobilen Objekt vorübergehend angebracht werden, um in einem Betrieb des mobilen Objekts als ein Umfeld-
erfassungssystem zu fungieren. Nach dem Anbringen des Sensorsystem an
30 dem Objekt kann eine Lagebestimmung für eine Umfeld-
erfassung dann lediglich basierend auf der Geometrie des mobilen Objekts und relativ zu diesem erfolgen.

Das portable Sensorsystem kann in einer Indoor-Umgebung und/oder in einer Outdoor-Umgebung betreibbar sein. Bei dem portablen Sensorsystem kann es sich daher auch um ein Indoor- und/oder Outdoor-Sensorsystem handeln. Dies wird auch dadurch ermöglicht, dass das portable Sensorsystem unabhängig von einem Satellitenpositionierungsverfahren, beispielsweise basierend auf GNSS oder GPS, betreibbar ist.

Gemäß einer Ausführungsform ist das mobile Objekt ein Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern. Das Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann ein Fahrzeug oder eine Maschine aufweisen. Bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern beziehungsweise bei dem Fahrzeug kann es sich um ein Luftfahrzeug handeln. Bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann es sich in einem weiteren Beispiel um ein Fahrzeug für einen Frachtguttransport beziehungsweise einen Schwertransport handeln. Das Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann auch eine Transportvorrichtung zum Transportieren von Personen oder Gütern aufweisen, wobei die Transportvorrichtung von dem Fahrzeug oder der Maschine bewegbar sein kann. Bei der Transportvorrichtung kann es sich beispielsweise um einen Container handeln. Das Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann ferner mindestens eine transportierte Person und/oder ein transportiertes Gut aufweisen, wobei die Person oder das Gut von dem Fahrzeug oder der Maschine bewegbar sein kann. Bei dem transportierten Gut kann es sich beispielsweise um ein Fahrzeug handeln.

Gemäß der vorhergehenden Ausführungsform kann die Anbringvorrichtung zum temporären Anbringen des portablen Sensorsystems an einer Außenfläche des Mittels zum Transportieren von Personen oder Gütern ausgebildet sein. Handelt es sich bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern um ein Luftfahrzeug, kann die Anbringvorrichtung zum temporären Anbringen des portablen Sensorsystems an einem Rumpfbereich des Luftfahrzeugs ausgebildet sein. Die Außenfläche selbst kann ohne Anbringhilfen, das heißt ohne Mittel zum Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche, ausgebildet sein. Die Außenfläche kann eine ebene oder gekrümmte Fläche sein, welche ohne Ausnehmungen oder Vertiefungen ausgebildet sein kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Umfelderkennungssensor einen Laserscanner zum flächenhaften Erfassen von Objekten im Umfeld des portablen Sensorsystems auf. Der Laserscanner kann die Objekte berührungslos abtasten. Der Laserscanner kann einen dreidimensionalen Erfassungsbereich aufweisen, wobei
5 sich der Erfassungsbereich ringartig beziehungsweise torusförmig vom Laserscanner in dessen Umfeld erstrecken kann. Der Erfassungsbereich kann sich dabei in das Umfeld aufweiten. Das portable Sensorsystem beziehungsweise der Umfelderkennungssensor kann einen (3D-)Laserscanner aufweisen beziehungsweise als ein solcher ausgebildet sein. Die beiden Laserscanner können jeweils den beschriebenen
10 dreidimensionalen Erfassungsbereich aufweisen. Die Verwendung eines Laserscanners mit einer dreidimensionalen Strahlablenkung hat den Vorteil, dass der Laserscanner selbst zur dreidimensionalen Umfelderkennung nicht bewegt werden muss. Ein Gehäuse des Laserscanners beziehungsweise ein jeweiliges Gehäuse der
beiden Laserscanner kann so mit der Anbringvorrichtung starr oder gelenkig verbunden sein. Dadurch kann das portable Sensorsystem kompakter und wartungsärmer
15 ausgebildet sein. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass Objekte unabhängig von einer aktuellen Beleuchtung und Witterung erfasst werden können.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das portable Sensorsystem mindestens einem weiteren Umfelderkennungssensor zum Erfassen der Objekte auf. Der weitere Umfelderkennungssensor kann wie der beschriebene Umfelderkennungssensor ausgebildet sein, wobei beispielsweise auch der weitere Umfelderkennungssensor einen Laserscanner aufweisen kann. Der weitere Umfelderkennungssensor
25 kann zu mindestens einem von den im Zusammenhang mit dem beschriebenen Umfelderkennungssensor beschriebenen Zwecken fungieren, wobei der weitere Umfelderkennungssensor dieselben Erfassungsmerkmale wie der beschriebene Umfelderkennungssensor aufweisen kann. Der weitere Umfelderkennungssensor kann ferner baugleich zu dem beschriebenen Umfelderkennungssensor ausgebildet sein. Die Umfelderkennungssensoren können in vorteilhafter Weise eine kombinierten Erfassungsbereich aufweisen, welcher größer als die einzelnen Erfassungsbereiche der Umfelderkennungssensoren sein kann.
30

Die Anbringvorrichtung kann auch mit dem weiteren Umfeld erfassungssensor zum temporären Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts verbunden sein. Die Lagebestimmungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, eine Sensorlage von dem weiteren Umfeld erfassungssensor in einem an der

5 Außenfläche angebrachten Zustand des weiteren Umfeld erfassungssensors zu bestimmen, wobei die Sensorlage des weiteren Umfeld erfassungssensor wie die Sensorlage des beschriebenen Umfeld erfassungssensors bestimmt werden kann. Die Lagebestimmungseinrichtung kann zudem dazu eingerichtet sein, die Sensorlage des weiteren Umfeld erfassungssensors relativ zu dem mobilen Objekt basierend auf

10 dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche und einem mit dem weiteren Umfeld erfassungssensor erfassten Bereich der Außenfläche zu bestimmen.

Weist das portable Sensorsystem den weiteren Umfeld erfassungssensor auf, können die jeweiligen Messdaten beziehungsweise Punktwolken jeweils erfasst werden, wo-

15 bei basierend darauf die jeweilige Sensorlage des jeweiligen Umfeld erfassungssensors wie beschrieben bestimmt werden kann. Alternativ dazu können die jeweiligen Messdaten beziehungsweise Punktwolken zunächst fusioniert werden. Hierfür kann die relative Lage der Umfeld erfassungssensoren zueinander vorbestimmt sein. Die fusionierten Messdaten beziehungsweise Punktwolken können dann gemeinsam

20 den erfassten Bereich der Außenfläche bilden. Ein Fusionieren der Messdaten beziehungsweise der Punktwolken kann auch auf einer geometrischen Korrelation der Messdaten beziehungsweise Punktwolken basieren. Bei einer Punktwolke kann es sich daher auch um eine fusionierte Punktwolke von mindestens zwei Laserscannern handeln.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Anbringvorrichtung zum werkzeuglosen Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts ausgebildet. Das werkzeuglose Anbringen weist ein Anbringen des portablen Sensorsystem an der Außenfläche ohne den Einsatz von Werkzeug auf. Die An-

30 bringvorrichtung kann ferner zum adapterlosen Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts ausgebildet sein. Ein Operateur kann so das portable Sensorsystem in besonders effizienter Weise direkt und ohne den Einsatz von Werkzeug oder einem Adapter an der Außenfläche des mobilen Objekts anbringen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Anbringvorrichtung mindestens einen Handgriff zum manuellen Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts auf. Der Handgriff kann mit der Anbringvorrichtung
5 beziehungsweise mit dem portablen Sensorsystem fest verbunden oder an dieser angebracht sein. Alternativ dazu kann der Handgriff an der Anbringvorrichtung beziehungsweise an dem portablen Sensorsystem zum manuellen Anbringen temporär anbringbar und wieder abnehmbar sein. Mit dem Handgriff kann das portable Sensorsystem von einem Operateur in vorteilhafter Weise ergonomisch und intuitiv beim
10 Anbringen gehandhabt werden.

Die Anbringvorrichtung kann eine Einrichtung zum druckbasierten Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts aufweisen. Bei dem druckbasierten Anbringen kann es sich um ein vakuumbasiertes, unterruckbasiertes oder überdruckbasiertes Anbringen handeln. Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Anbringvorrichtung mindestens einen Saugnapf zum saugkraftbasierten Anbringen des portablen Sensorsystems an der Außenfläche des mobilen Objekts auf. Der Saugnapf kann an der Außenfläche anliegen und an diese ange-
15 gedrückt werden. Die Anbringvorrichtung kann daher zum druckbasierten beziehungsweise saugkraftbasierten Halten von dem portablen Sensorsystem an der Außenfläche des mobilen Sensorsystems ausgebildet sein. Das portable Sensorsystem kann so in besonders effizienter und vorteilhafter Weise werkzeuglos und rückstandslos an der Außenoberfläche angebracht werden. Auf den Einsatz von einem Klebemittel beziehungsweise Haftmittel beim Anbringen des portablen Sensorsystems kann so ver-
20 zichtet werden, wodurch die Effizienz und Akzeptanz beim Einsatz des portablen Sensorsystems weiter gesteigert werden kann.

Der Umfelderkennungssensor kann mit der Anbringvorrichtung starr verbunden sein. Der Umfelderkennungssensor kann mit der Anbringvorrichtung über einen starren
30 Rahmen verbunden sein, an welchem der Umfelderkennungssensor und die Anbringvorrichtung angebracht sind. Weist das portable Sensorsystem den weiteren Umfelderkennungssensor auf, können die Umfelderkennungssensoren über den Rahmen miteinander fest verbunden sein. Bei dem Rahmen kann es sich um einen Leichtbau-
rahmen handeln, wodurch die Portabilität des Sensorsystems gewährleistet sein

kann. Ferner kann durch eine starre Verbindung von dem Umfelderkennungssensor mit der Anbringvorrichtung das portable Sensorsystem robuster gegenüber Störeinflüssen sein, welche die relative Lage des Umfelderkennungssensors zur Anbringvorrichtung beziehungsweise zum mobilen Objekt, an welchem der Umfelderkennungssensor so starr angebracht sein kann, beeinflussen können. Eine Umfelderkennung kann so in vorteilhafter Weise präziser durchgeführt werden.

Der Umfelderkennungssensor kann mit der Anbringvorrichtung gelenkig verbunden sein. Der Umfelderkennungssensor kann an der Anbringvorrichtung mit mindestens einem Gelenk angelenkt sein. Weist das portable Sensorsystem den weiteren Umfelderkennungssensor auf, kann mindestens einer der Umfelderkennungssensoren mit der Anbringvorrichtung starr verbunden sein und/oder mindestens einer der Umfelderkennungssensoren mit der Anbringvorrichtung gelenkig verbunden sein. Mindestens einer der beschriebenen Umfelderkennungssensoren kann an der Anbringvorrichtung schwenkbar oder drehbar angeordnet sein. Ein derartiger Umfelderkennungssensor kann ferner arretierbar sein oder derart schwenkbar oder drehbar angeordnet sein, dass er während eines Erfassens des Umfelds verschwenkt werden kann oder sich drehen kann. Der Erfassungsbereich des Umfelderkennungssensors oder der Umfelderkennungssensoren kann so weiter optimiert werden.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Lagebestimmungseinrichtung dazu eingerichtet, die Sensorlage in einem auf das mobile Objekt bezogenen Objektkoordinatensystem zu bestimmen. Die Sensorlage kann mindestens eines von einer Sensorposition und einer Sensororientierung von dem Umfelderkennungssensor in dem Objektkoordinatensystem aufweisen. Die Sensorlage kann daher mindestens eines von einer relativen Position und einer relativen Orientierung des Umfelderkennungssensors bezogen auf das mobile Objekt aufweisen. Eine der beschriebenen Orientierungen kann eine entsprechende Ausrichtung sein beziehungsweise aufweisen. Bei dem Objektkoordinatensystem kann es sich ferner um ein entsprechendes Koordinatensystem eines Mittels zum Transportieren von Personen oder Gütern handeln, beispielsweise um ein Fahrzeugkoordinatensystem, beispielsweise eines Luftfahrzeugs, handeln. Bei dem Objektkoordinatensystem kann es sich auch um ein Modellkoordinatensystem von dem geometrischen Modell der Außenfläche handeln.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Lagebestimmungseinrichtung dazu eingerichtet, die Sensorlage basierend auf einer geometrischen Korrelation zwischen dem erfassten Bereich der Außenfläche und dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche zu bestimmen. Die Lagebestimmung kann dazu eingerichtet
5 sein, die Sensorlage basierend auf einem ICP-Algorithmus zur geometrischen Korrelation zwischen dem erfassten Bereich der Außenfläche und dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche zu bestimmen. Die geometrische Korrelation kann ein geometrisches Matching von dem erfassten Bereich der Außenfläche mit dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche aufweisen. Bei der Korrelation beziehungsweise bei dem Matching kann es sich um ein entsprechendes
10 punktbasiertes und/oder merkmalsbasiertes Matching handeln.

Das punktbasierte Matching kann auf mindestens einer Punktwolke basieren. Das punktbasierte Matching kann auf einer mit dem Umfeldfassungssensor erfassten
15 Punktwolke auf der Außenfläche des geometrischen Modells basieren, welche eine Sensorpunktwolke sein kann. Alternativ oder zusätzlich zu der erfassten Punktwolke kann das punktbasierte Matching auf einer von dem geometrischen Modell der Außenfläche abgeleiteten Punktwolke basieren, welche eine Referenzpunktwolke beziehungsweise eine Modellpunktwolke sein kann. Somit kann das punktbasierte Matching auf einer Korrelation beziehungsweise einem Vergleich der mit dem Umfeldfassungssensor erfassten Punktwolke und der von dem geometrischen Modell der Außenfläche abgeleiteten Punktwolke basieren. Das punktwolkenbasierte Matching kann basierend auf einem ICP-Algorithmus durchgeführt werden, wobei die beiden
20 zu einer Korrelation beziehungsweise zu einem Punktwolkenvergleich berücksichtigten Punktwolken Eingangsgrößen für den ICP-Algorithmus ausbilden können. Transformationsparameter von einem Sensorkoordinatensystem in ein Objektkoordinatensystem beziehungsweise in ein Modellkoordinatensystem können ferner Ausgangsgrößen des ICP-Algorithmus sein.

30 Das merkmalsbasierte Matching kann auf mindestens einem aus mindestens einer der beschriebenen Punktwolken abgeleiteten geometrischen Merkmal basieren. Alternativ oder zusätzlich zu der punktbasierten Korrelation kann das merkmalsbasierte Matching auch eine merkmalsbasierte Korrelation aufweisen. Das geometrische

Merkmal kann beispielsweise basierend auf einer Best-Fit-Methode abgeleitet werden, wobei eine Vielzahl von Punkten der Punktwolke durch einen geometrisch angepassten geometrischen Körper, Fläche und/oder Achse definiert werden kann. Der Körper, die Fläche und/oder die Achse kann beispielsweise auf einem an die Vielzahl
5 von Punkten der Punktwolke mittels Ausgleichsrechnung (Methode der kleinsten Quadrate) angepassten Körper, Fläche und/oder Achse basieren. Die merkmalsbasierte Korrelation kann daher beispielsweise auf einer Korrelation von entsprechenden Körpern, Flächen und/oder Achsen basieren, welche aus mindestens einer der beschriebenen Punktwolken ableitbar sind.

10

Die geometrische Korrelation kann ein Vergleichen beziehungsweise ein Überlagern von dem erfassten Bereich der Außenfläche mit dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche aufweisen. Die Lagebestimmungseinrichtung kann somit in vorteilhafter Weise dazu eingerichtet sein, die Sensorlage lokal beziehungsweise
15 modellbezogen zu bestimmen, auch wenn sich das mobile Objekt mit dem auf ihm angebrachten Umfelderkennungssensor in einem globalen Koordinatensystem bewegt.

Die Lagebestimmungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Sensorlage basierend auf einer Transformation zwischen dem erfassten Bereich der Außenfläche und
20 dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche zu bestimmen. Bei der Transformation kann es sich um eine geometrische Transformation beziehungsweise um eine Koordinatentransformation handeln. Die Lagebestimmungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, Transformationsparameter für die Transformation zwischen
25 dem erfassten Bereich der Außenfläche und dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche zu bestimmen. Die Transformationsparameter können mindestens eines aufweisen von mindestens einem Translationsparameter, mindestens einem Rotationsparameter und mindestens einem Maßstabsfaktor. Bei den Transformationsparametern kann es sich beispielsweise um Transformationsparameter einer
30 6-Parameter-Transformation handeln, wobei die Transformationsparameter drei Translationsparameter und drei Rotationsparameter aufweisen können. Die Lagebestimmungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Transformationsparameter für ein kartesisches Sensorkoordinatensystem und ein kartesisches Modellkoordinatensystem des geometrischen Modells zu bestimmen. Die Lagebestimmungseinrichtung

kann somit in vorteilhafter Weise dazu eingerichtet, die Sensorlage basierend auf einem lokalen Sensorkoordinatensystem und einem lokalen Modellkoordinatensystem unabhängig von einem globalen Koordinatensystem zu bestimmen.

- 5 Weist das portable Sensorsystem mehrere Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscanner auf, kann die Lagebestimmungseinrichtung dazu eingerichtet sein, die einzelnen Sensorlagen der Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscanner basierend auf einer jeweiligen Transformation zwischen dem mit dem jeweiligen Umfelderfassungssensor beziehungsweise Laserscanner erfassten Bereich der Außenfläche und dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche zu bestimmen. Liegt eine fusionierte Punktwolke mehrerer Laserscanner vor, kann auch eine gemeinsame Sensorlage der Umfelderfassungssensoren bestimmt werden. Die Messdaten beziehungsweise Punktwolken der Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscanner können so jeweils oder gemeinsam in das Objektkoordinatensystem beziehungsweise Modellkoordinatensystem transformiert werden.
- 10
- 15

- Weist das portable Sensorsystem mehrere Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscanner auf, kann die Lagebestimmungseinrichtung auch dazu eingerichtet sein, die relative Lage zwischen den Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscannern zu bestimmen. Die Lagebestimmungseinrichtung kann so auch dazu eingerichtet sein, Messdaten beziehungsweise eine Punktwolke von einem der beiden Umfelderfassungssensoren beziehungsweise Laserscanner mit den anderen Messdaten beziehungsweise der anderen Punktwolke von dem anderen der beiden Umfelderfassungssensoren zu korrelieren bevor entsprechend korrelierte Messdaten beziehungsweise Punktwolken gemeinsam in das Objektkoordinatensystem beziehungsweise Modellkoordinatensystem transformiert werden können.
- 20
- 25

- Das portable Sensorsystem kann autark sein. Das portable Sensorsystem kann insbesondere energetisch autark sein, wobei das portable Sensorsystem eine autonome Stromversorgung, beispielsweise einen Akkumulator beziehungsweise eine Batterie aufweisen kann. Die Stromversorgung kann in dem Rahmen angeordnet sein. Das portable Sensorsystem kann somit auch ein batteriebetriebenes Sensor-
- 30

system sein. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Lagebestimmungseinrichtung dazu eingerichtet, die Sensorlage autark zu bestimmen. Die Lagebestimmungseinrichtung kann die Sensorlage unabhängig von weiteren Erfassungssensoren bestimmen. Die Position des Umfelderkennungssensors muss nicht von einem
5 Positionserfassungssensor erfasst werden, wobei das mobile Objekt insbesondere nicht von einem derartigen Sensor getrackt werden muss. Die Orientierung des Umfelderkennungssensors muss auch nicht von einem Orientierungserfassungssensor erfasst werden. Die Lagebestimmungseinrichtung kann somit dazu eingerichtet sein, die Sensorlage nur basierend auf den Messdaten des Umfelderkennungssensors zu
10 bestimmen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Lagebestimmungseinrichtung ein Bestandteil von einer Rechen- und Steuereinrichtung zum Auswerten von Messdaten von dem Umfelderkennungssensor und zum Ansteuern von dem Umfelderkennungssensor.
15 Die Lagebestimmungseinrichtung beziehungsweise die Rechen- und Steuereinrichtung kann dazu eingerichtet sein, die beschriebenen Transformationsparameter zu berechnen. Die Rechen- und Steuereinrichtung kann mit dem Umfelderkennungssensor drahtgebunden oder drahtlos beziehungsweise funkbasiert verbunden sein. Die Rechen- und Steuereinrichtung kann an dem beschriebenen Rahmen des
20 portablen Sensorsystems angeordnet sein. Das portable Sensorsystem kann so in vorteilhafter Weise ein kompaktes Sensorsystem mit einer integrierten Rechen- und Steuereinrichtung bilden. Bei dem portablen Sensorsystem kann es sich somit um ein Stand-Alone-System handeln.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das portable Sensorsystem ein mobiles Endgerät auf, welches die Lagebestimmungseinrichtung aufweist. Das mobile Endgerät kann einen Prozessor aufweisen, wobei es sich bei dem mobilen Endgerät beispielsweise um einen Tablet-PC handeln kann. Das mobile Endgerät kann die beschriebene Rechen- und Steuereinrichtung aufweisen. Bestandteile der Rechen- und
30 Steuereinrichtung können auch verteilt auf dem portablen Sensorsystem und auf dem mobilen Endgerät angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das portable Sensorsystem ein mobiles Endgerät auf, welches zum drahtlosen Kommunizieren mit dem Umfeldfassungssensor eingerichtet ist, um den Umfeldfassungssensor fernzusteuern. Das mobile Endgerät kann eine GUI-Anzeige für eine entsprechende Interoperabilität mit einem Operateur aufweisen. Bei dem mobilen Endgerät kann es sich um das zu der vorhergehenden Ausführungsform beschriebene mobile Endgerät handeln. Das portable Sensorsystem beziehungsweise die Rechen- und Steuereinrichtung kann zum Steuern des Umfeldfassungssensors eine Steuereinrichtung aufweisen. Das mobile Endgerät kann die Steuereinrichtung zum Fernsteuern des Umfeldfassungssensors aufweisen. Das portable Sensorsystem kann somit eine Fernsteuerung aufweisen, mit welcher der Umfeldfassungssensor beabstandet zu diesem und kabellos angesteuert werden kann. Das Fernsteuern kann auch ein Fernüberwachen gemäß der beschriebenen Überwachung aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das mobile Endgerät zum Anzeigen von im Umfeld des portablen Sensorsystems mit dem portablen Sensorsystem erfassten Objekten eingerichtet. Bei dem mobilen Endgerät kann es sich um eines der zu den vorhergehenden Ausführungsformen beschriebenen mobilen Endgeräte handeln. Das mobile Endgerät kann zum Anzeigen von Rohdaten beziehungsweise Messdaten des Umfeldfassungssensor eingerichtet sein. Die Rechen- und Steuereinrichtung beziehungsweise das mobile Endgerät kann zum Weiterverarbeiten der mit dem Umfeldfassungssensor erfassten Messdaten eingerichtet sein. Weiterverarbeitete Messdaten können vorverarbeitete Messdaten, gefilterte Messdaten, abstrahierte Messdaten und/oder klassifizierte Messdaten sein. Eine entsprechende Abstraktion der Messdaten beziehungsweise eine entsprechende Klassifizierung der Messdaten kann sich auf die erfassten Objekte beziehen.

Das mobile Endgerät kann zum Anzeigen von dem geometrischen Modell der Außenfläche des mobilen Objekts eingerichtet sein. Das mobile Endgerät kann somit zum Anzeigen von den im Umfeld des portablen Sensorsystems mit dem portablen Sensorsystem erfassten Objekten und von dem geometrischen Modell eingerichtet sein. Das mobile Endgerät kann daher auch zum Anzeigen von den erfassten Objekten relativ zu dem geometrischen Modell eingerichtet sein. Das mobile Endgerät

kann zum Anzeigen der erfassten Objekte in dem beschriebenen Objektkoordinatensystem beziehungsweise Modellkoordinatensystem eingerichtet sein. Ein Operateur kann somit in vorteilhafter Weise die relative Lage von erfassten Objekten zu dem mobilen Objekt in naher Echtzeit bei Bedienung des mobilen Endgeräts vergleichen.

5

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das portable Sensorsystem eine Kollisionsüberwachungseinrichtung zum Überwachen von sich im Umfeld des portablen Sensorsystems befindenden Objekten auf. Das Überwachen kann auf einem Voxel-Mapping zur Kollisionsüberwachung basieren. Bei den sich im Umfeld des portablen Sensorsystems befindenden Objekten kann es sich um sich bewegende oder sich in Ruhe befindende Objekte handeln. Das Überwachen kann ein Erfassen, Lokalisieren und/oder Erkennen von den sich im Umfeld des portablen Sensorsystems befindenden Objekten aufweisen. Das Überwachen kann ferner eine Tote-Winkel-Überwachung in einem vorbestimmten Überwachungsbereich aufweisen. Der vorbestimmte Überwachungsbereich kann einen Teilbereich des Überwachungsbereichs oder zumindest einen Teilbereich eines Messbereichs von dem Umfeld erfassungssensor aufweisen. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung kann ein Bestandteil der Rechen- und Steuereinrichtung sein. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, zu erkennen, ob ein im Umfeld überwachtes Objekt ein potentiell Kollisionsobjekt ist. Bei dem potentiellen Kollisionsobjekt kann es sich um ein statisches beziehungsweise dynamisches oder um ein sich in Ruhe befindendes oder ein sich bewegendes Objekt handeln. Bei einem potentiellen Kollisionsobjekt kann es sich beispielsweise um ein weiteres mobiles Objekt oder ein Gebäude handeln.
- Bei dem überwachten Objekt kann es sich um ein erfasstes Objekt handeln. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, erfasste beziehungsweise überwachte Objekte in potentielle Kollisionsobjekte und nicht potentielle Kollisionsobjekte zu klassifizieren. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung kann dazu eingerichtet sein, basierend auf einer Entfernung zwischen dem mobilen Objekt und dem erfassten beziehungsweise überwachten Objekt dieses entsprechend zu erkennen oder zu klassifizieren. Alternativ oder zusätzlich zu der Entfernung kann hierfür auch eine erfasste Geometrie oder Bewegungsrichtung des erfassten beziehungsweise überwachten Objekts herangezogen werden. Ein sich dem mobilen Objekt nä-

herndes Objekt kann so beispielsweise als ein potentiell Kollisionsobjekt klassifiziert werden. Die sich im Umfeld des portablen Sensorsystems befindenden Objekte können hierfür von dem Umfeldfassungssensor getrackt werden. Ferner kann die Kollisionsüberwachungseinrichtung dazu eingerichtet sein, basierend auf einem
5 Schwellwert, beispielsweise einem entfernungsabhängigen Schwellwert, welcher die Entfernung zwischen dem mobilen Objekt und einem erfassten beziehungsweise überwachten Objekt betrifft, diese Objekt entsprechend zu erkennen oder zu klassifizieren. Das portable Sensorsystem kann so in vorteilhafter Weise als ein portables und sensorbasiertes Kollisionsüberwachungssystem beziehungsweise Kollisionsvermeidungssystem fungieren.
10

Das portable Sensorsystem kann eine Rangiereinrichtung beziehungsweise Einparkeinrichtung zum Rangieren beziehungsweise Einparken des mobilen Objekts aufweisen. Die Rangiereinrichtung beziehungsweise Einparkeinrichtung kann mit der
15 Kollisionsüberwachungseinrichtung verbunden sein und basierend auf sich im Umfeld des portablen Sensorsystems befindenden und überwachten Objekten einen Rangierbefehl oder einen Einparkbefehl bereithalten. Bei dem Rangierbefehl oder dem Einparkbefehl kann es sich um einen Befehl zum Bewegen des mobilen Objekts handeln, unter dessen Berücksichtigung eine Kollision mit den erfassten beziehungsweise überwachten Objekten vermieden werden kann. Der Befehl kann auf dem mobilen Gerät angezeigt werden. Alternativ dazu kann der Befehl auch auf einem Steuergerät zum Steuern von der Bewegung des mobilen Objekts angezeigt werden oder zum Steuern von einer Bewegung des mobilen Objekts von dem Steuergerät an eine
20 Einrichtung zum Bewegen des mobilen Objekts übermittelt werden. Das portable Sensorsystem kann daher auch als ein Parksystem zum Parken des mobilen Objekts oder als ein Rangiersystem zum Rangieren des mobilen Objekts fungieren.
25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Lagebestimmungseinrichtung eine Datenschnittstelle zu einem Logistikinformationssystem zum Bereitstellen von mit
30 dem portablen Sensorsystem erfassten, getrackten oder überwachten Objekten für das Logistikinformationssystem auf. Lageinformationen, Positionen und/oder getrackte Trajektorien von mit dem portablen Sensorsystem überwachten beziehungsweise getrackten Objekte können über die Datenschnittstelle dem Logistikinformati-

onssystem bereitgestellt werden. Derartige Information zu den erfassten oder überwachten Objekte können so dem Logistikinformationssystem in quasi Echtzeit bereitgestellt werden. Die Datenschnittstelle kann auch zum Bereitstellen von Metadaten zu den erfassten oder überwachten Objekten eingerichtet sein. Die Metadaten können mindestens eines von der zur Kollisionsüberwachung beschriebenen Entfernung, der erfassten Geometrie und der Bewegungsrichtung aufweisen.

Das Logistikinformationssystem kann dazu eingerichtet sein, die aktuelle Lage des mobilen Objekts in einem Logistiksystemkoordinatensystem zu erfassen oder zu bestimmen. Basierend darauf kann das Logistikinformationssystem dazu eingerichtet sein, die erfassten, getrackten oder überwachten Objekte beziehungsweise deren Position oder Lage von dem Objektkoordinatensystem in das Logistikkoordinatensystem zu transformieren. So können die lokal und relativ zum mobilen Objekt erfassten Objekte in ein übergeordnetes System, beispielsweise das Logistiksystemkoordinatensystem, transformiert werden.

Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt ein Verfahren zum Erfassen von Objekten im Umfeld eines mobilen Objekts. Der vorhergehende Aspekt und die zu diesem beschriebenen Ausführungsformen können in entsprechender Weise auf das Verfahren, dessen Verfahrensschritte und die bei diesem genannten Gegenstände zum Durchführen des Verfahrens angewendet werden und umgekehrt.

Das Verfahren weist als einen Schritt ein temporäres Anbringen von mindestens einem Umfelderkennungssensor an einer Außenfläche des mobilen Objekts auf. Das temporäre Anbringen kann von einem Operateur manuell durchgeführt werden. Alternativ dazu kann das Anbringen auch zumindest teil-automatisiert, beispielsweise mit einem Roboter, durchgeführt werden. Das mobile Objekt kann sich während des Anbringens in Ruhe, beispielsweise in einer Parkposition, einer Wartungsposition oder in einer Lagerposition, befinden. Bei dem temporären Anbringen kann es sich um ein flexibles Anbringen in einem Anbringbereich an der Außenfläche des mobilen Objekts handeln.

Das Verfahren weist als einen weiteren Schritt ein Erfassen von einem Bereich der Außenfläche mit dem an der Außenfläche angebrachten Umfelderkennungssensor

auf. Das Erfassen kann von dem Operateur (fern-)gesteuert werden, wobei dies beispielsweise über das mobile Endgerät ausgeführt werden kann. Alternativ dazu kann das Erfassen zumindest teil-automatisiert durchgeführt werden. Das mobile Objekt kann sich während des Erfassens in Ruhe oder in Bewegung befinden.

5

Das Verfahren weist als einen weiteren Schritt ein Bestimmen von einer Sensorlage des Umfeldfassungssensors relativ zu dem mobilen Objekt basierend auf einem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche und dem mit der Umfeldfassungssensorik erfassten Bereich der Außenfläche auf. Das Bestimmen kann von der

10 zu dem vorhergehenden Aspekt beschriebenen Lagebestimmungseinrichtung durchgeführt werden. Das Bestimmen beziehungsweise die Lagebestimmungseinrichtung kann von dem Operateur (fern-)gesteuert werden, wobei dies beispielsweise über das mobile Endgerät ausgeführt werden kann. Alternativ dazu kann das Bestimmen zumindest teil-automatisiert durchgeführt werden. Das mobile Objekt kann sich wäh-

15 rend des Bestimmens in Ruhe oder in Bewegung befinden.

Das Verfahren weist als einen weiteren Schritt ein Erfassen von Objekten im Umfeld des mobilen Objekts mit dem Umfeldfassungssensor relativ zu dem mobilen Objekt auf. Das Erfassen beziehungsweise der Umfeldfassungssensor kann von dem

20 Operateur (fern-)gesteuert werden, wobei dies beispielsweise über das mobile Endgerät ausgeführt werden kann. Alternativ dazu kann das Erfassen zumindest teil-automatisiert durchgeführt werden. Das mobile Objekt kann sich während des Erfassens in Ruhe oder in Bewegung befinden.

25 Gemäß einer Ausführungsform weist das Verfahren als einen weiteren Schritt ein Anzeigen von den im Umfeld des portablen Sensorsystems mit dem portablen Sensorsystem erfassten Objekten auf einem mobilen Endgerät auf. Bei dem Anzeigen kann es sich um ein Anzeigen in (naher) Echtzeit handeln. Das Verfahren kann somit als einen weiteren Schritt ein Überwachen von den im Umfeld des portablen

30 Sensorsystems mit dem portablen Sensorsystem erfassten Objekten aufweisen. Das Überwachen kann von einem Operateur ausgeführt werden. Alternativ dazu kann das Überwachen zumindest teil-automatisiert durchgeführt werden. Das mobile Objekt kann sich während des Anzeigens beziehungsweise Überwachens in Ruhe oder in Bewegung befinden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Verfahren auch zum Überwachen des Umfelds auf potentielle Kollisionsobjekte, welche mit dem mobilen Objekt potentiell kollidieren können, durchgeführt werden. Das Überwachen des Umfelds kann
5 das zur vorhergehenden Ausführungsform beschriebene Überwachen aufweisen. Das Überwachen kann von der zum vorhergehenden Aspekt beschriebenen Kollisionsüberwachungseinrichtung durchgeführt werden.

Das Verfahren kann als einen weiteren Schritt ein Erkennen, ob ein im Umfeld er-
10 fasstes Objekt ein potentielles Kollisionsobjekt ist, aufweisen. Auch das Erkennen kann von der zum vorhergehenden Aspekt beschriebenen Kollisionsüberwachungseinrichtung durchgeführt werden. Das Erkennen kann ein Berechnen eines Kollisionsrisikos basierend auf dem als potentielles Kollisionsobjekt erkanntem Objekt auf-
15 weisen. Das Berechnen des Kollisionsrisikos kann auf einer relativen Lageänderung zwischen dem mobilen Objekt und dem als ein potentielles Kollisionsobjekt erkanntem Objekt basieren. Das Kollisionsrisiko kann beispielsweise basierend auf einer aktuellen Entfernung zwischen dem mobilen Objekt und dem als ein potentielles Kollisionsobjekt erkanntem Objekt berechnet werden. Hierfür kann auch eine Entfernungsänderung als eine Basis dienen.

20

Das Verfahren kann als einen weiteren Schritt ein Anzeigen von dem potentiellen Kollisionsobjekt auf einem mobilen Endgerät aufweisen. Das Anzeigen kann wie zum vorhergehenden Aspekt beschrieben durchgeführt werden.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist der Schritt des Erfassens ein Filtern von mit dem Umfelderkennungssensor erfassten Objekten im Umfeld des mobilen Objekts auf. Das Filtern kann basierend auf einem zweidimensionalen oder dreidimensionalen Mapping durchgeführt werden. Das Filtern kann ferner voxelbasiert durchgeführt werden, wobei es sich bei dem Mapping um ein Voxel-Mapping
30 handeln kann. Das Voxel-Mapping kann zur Vorverarbeitung der Messdaten beziehungsweise Punktwolken bereits von dem Umfelderkennungssensor beziehungsweise dem Laserscanner durchgeführt werden, welcher hierfür eine Messdatenvorverarbeitungseinrichtung aufweisen kann. Das Filtern kann ein Filtern von den Messdaten beziehungsweise von den Rohdaten des Umfelderkennungssensors mit einem

entsprechenden Filter aufweisen. Bei dem Filter kann es sich um einen Datenreduktionsfilter handeln. Bei dem Filtern kann es sich ferner um ein punktwolkenbasiertes oder anzeigebasiertes Filtern handeln. Eine Berechnungszeit beziehungsweise eine Datenkommunikation kann so in vorteilhafter Weise effizienter sein.

5

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist das mobile Objekt ein Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern. Bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann es sich um ein Luftfahrzeug handeln. Bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern kann es sich um jedes zum vor-

10 hergehenden Aspekt beschriebene Mittel handeln.

Der Schritt des temporären Anbringens kann ein temporäres Anbringen von dem Umfelderkennungssensor an einer Außenfläche des Mittels zum Transportieren von Personen oder Gütern aufweisen. Handelt es sich bei dem Mittel zum Transportieren

15 von Personen oder Gütern um ein Luftfahrzeug, kann das temporäre Anbringen von dem Umfelderkennungssensor ein temporäres Anbringen an einem Rumpfbereich des Luftfahrzeugs aufweisen.

Zumindest der Schritt des Erfassens von Objekten kann während eines Bewegens

20 des Mittels zum Transportieren von Personen oder Gütern über den Boden durchgeführt werden. Handelt es sich bei dem Mittel zum Transportieren von Personen oder Gütern um ein Luftfahrzeug, kann zumindest der Schritt des Erfassens von Objekten während eines Rollens oder Zurücksetzens beziehungsweise Schleppens des Luftfahrzeugs auf dem Boden durchgeführt werden. Bei dem Boden kann es sich um ein

25 Rollfeld eines Flughafens handeln. Bei dem Rollen kann es sich um ein Taxiing des Luftfahrzeugs handeln. Bei dem Zurücksetzen kann es sich um einen Pushback des Luftfahrzeugs handeln. Das Verfahren kann so während eines Rollens beziehungsweise eines Taxiing-Vorgangs oder während eines Zurücksetzens beziehungsweise eines Pushback-Vorgangs durchgeführt werden. Wird das Verfahren während eines

30 Rollens eingesetzt, kann es beispielsweise als ein Rollverkehrssystem zum Überwachen von Kollisionen in dem Rollverkehr fungieren.

Das Verfahren kann in einer Indoor-Umgebung und/oder in einer Outdoor-Umgebung durchgeführt werden. Das Verfahren kann auch während eines Bewegens des mobilen Objekts in einem Gebäude, beispielsweise einer Produktionshalle oder einem Hangar, durchgeführt werden. Wird das Verfahren während eines derartigen Bewe-
5 gens eingesetzt kann es beispielsweise als ein Produktionssicherheitssystem oder als ein Einparksystem zum Überwachen von Kollisionen in der Produktionshalle oder dem Hangar fungieren.

Kurze Beschreibung der Figuren

10

Fig. 1 zeigt ein portables Sensorsystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

15

Fig. 2 zeigt ein portables Sensorsystem gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 3 zeigt ein portables Sensorsystem gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

20

Fig. 4 zeigt ein Luftfahrzeug mit zwei an einem Flugzeugrumpf des Luftfahrzeugs angebrachten portablen Sensorsystemen.

Fig. 5 zeigt das Luftfahrzeug von Figur 4 während eines Rollens über ein Rollfeld eines Flughafens.

25

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm von Verfahrensschritten eines Verfahrens zum Erfassen von Objekten im Umfeld eines mobilen Objekts gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

30

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsformen

Das in Figur 1 gezeigte portable Sensorsystem 100 weist einen Umfelderkennungssensor 10 und eine Anbringvorrichtung 20 zum Anbringen des portablen Sensorsystems 100 an einem in Figur 1 nicht gezeigten mobilen Objekt auf. Mit der Anbringvorrichtung 20 kann der Umfelderkennungssensor 10 an dem mobilen Objekt temporär angebracht werden. Das portable Sensorsystem 100 weist eine Rechen- und Steuereinrichtung 30 auf. Das portable Sensorsystem 100 kann zudem ein mobiles Endgerät 40 aufweisen. Das mobile Endgerät 40 kann mit dem Umfelderkennungssensor 10 und der Rechen- und Steuereinrichtung 30 drahtlos beziehungsweise funkbasiert kommunizieren.

Der Umfelderkennungssensor 10 und die Anbringvorrichtung 20 können an einem Gehäuse 24 angeordnet sein, in welchem die Rechen- und Steuereinrichtung 30 eingehaust sein kann. Anstelle des Gehäuses 24 kann das portable Sensorsystem 100 auch einen Rahmen (nicht gezeigt) aufweisen, an oder in welchem der Umfelderkennungssensor 10, die Anbringvorrichtung 20 und die Rechen- und Steuereinrichtung 30 angeordnet sein können. An dem Gehäuse 24 oder an dem Rahmen kann mindestens ein Handgriff 21 angebracht sein, mit welchem das portable Sensorsystem 100 manuell von einem Operateur getragen werden kann. Das portable Sensorsystem 100 ist derart ausgebildet und dimensioniert, dass der Operateur das portable Sensorsystem 100 manuell tragen kann.

Der Umfelderkennungssensor 10 kann gegenüberliegend zu der Anbringvorrichtung 20 an sich gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses 24 oder des Rahmens angeordnet sein. Der Umfelderkennungssensor 10 kann als ein 3D-Laserscanner 12 ausgebildet sein. Der 3D-Laserscanner 12 kann einen Erfassungsbereich 14 aufweisen, welcher in Figur 1 schematisch gezeigt ist. Der Erfassungsbereich 14 kann einen Öffnungswinkel 16 aufweisen, welcher eine Öffnung des sich ringartig beziehungsweise torusartig um den Laserscanner 12 erstreckenden Erfassungsbereichs 14 definieren kann. Der Erfassungsbereich 14 kann sich innerhalb des Öffnungswinkels 16 in einer Dimension, beispielsweise seitlich, um 360° um den Laserscanner 12 erstrecken.

Die Rechen- und Steuereinrichtung 30 weist eine Lagebestimmungseinrichtung 32 und eine Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 auf. Die Rechen- und Steuereinrichtung 30, die Lagebestimmungseinrichtung 32 und die Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 sind mit dem Umfeld erfassungssensor 10 verbunden. Eine entsprechende Verbindung kann eine drahtgebundene Verbindung in dem Gehäuse 24 beziehungsweise in dem Rahmen sein. Die Lagebestimmungseinrichtung 32 weist ein vorbestimmtes geometrisches Modell von einer Außenfläche des mobilen Objekts auf. Die Lagebestimmungseinrichtung 32 liest zudem einen von dem Umfeld erfassungssensor 10 erfassten Bereich der Außenfläche ein. Eine in Figur 1 nicht gezeigte Sensorlage 11 des Umfeld erfassungssensors 10 relativ zu dem mobilen Objekt wird von der Lagebestimmungseinrichtung 32 bestimmt und an die Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 übermittelt. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 kann basierend auf dem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche und weiteren von dem Umfeld erfassungssensor 10 im Umfeld des mobilen Objekts erfassten Objekten prüfen, ob eine Kollision zwischen dem mobilen Objekt und einem der erfassten weiteren Objekte droht.

Die Rechen- und Steuereinrichtung 30 ist mit einer Antenne 31 verbunden, um eine relative Lage der überwachten Objekte im Umfeld des mobilen Objekts bezogen auf das mobile Objekt selbst an das mobile Endgerät 40 zu übermitteln. Das mobile Endgerät 40 weist hierfür eine Endgerätantenne 41 auf, um entsprechende Daten zu empfangen. Das mobile Endgerät 42 weist zudem eine Anzeige 42 auf, mit welchem einem Operateur potentielle Kollisionsobjekte visuell angezeigt werden können. Basierend auf den angezeigten potentiellen Kollisionsobjekten kann der Operateur in den Betrieb des mobilen Objekts oder in den Betrieb der potentiellen Kollisionsobjekte eingreifen. Basierend hierauf kann eine drohende Kollision vermieden werden.

Die Anbringvorrichtung 20 kann mindestens einen Saugnapf 22 aufweisen, in welchem das portable Sensorsystem 100 beziehungsweise der Umfeld erfassungssensor 10 an der Außenfläche des mobilen Objekts angebracht werden kann. Das Anbringen kann werkzeuglos und rückstandsfrei erfolgen.

Das portable Sensorsystem 100 kann zudem eine Stromversorgung 26 aufweisen, welche eine Batterie beziehungsweise einen Akkumulator aufweisen kann. Das portable Sensorsystem 100 kann so als ein energetisch autarkes System ausgebildet sein. Das portable Sensorsystem 100 kann zudem mit dem mobilen Endgerät 40
5 über eine Funkverbindung zwischen der Endgerätantenne 41 und der Antenne 31 ferngesteuert werden. Dabei kann insbesondere die Erfassung von Objekten im Umfeld des portablen Sensorsystems 100 durch den Umfelderkennungssensor 10, die Lagebestimmung mit der Lagebestimmungseinrichtung 32 und die Kollisionsüberwachung mit der Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 gesteuert werden.

10

Figur 2 zeigt ein portables Sensorsystem 100 in einer weiteren Ausführungsform. Das in Figur 2 gezeigte portable Sensorsystem 100 unterscheidet sich von dem in Figur 1 gezeigten portablen Sensorsystem 100 dadurch, dass die Anbringvorrichtung 20 mindestens zwei Saugnäpfe 22 aufweist. Die beiden Saugnäpfe 22 können an ei-
15 ner Seite des Gehäuses 24 beziehungsweise des Rahmens angeordnet sein, welcher eine längliche Seite ausbilden kann. Das Gehäuse 24 beziehungsweise der Rahmen kann daher eine wie in Figur 1 gezeigte quadratische Form oder eine wie in Figur 2 gezeigte quaderartige Form aufweisen.

20 Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des portablen Sensorsystems 100, welche sich von den in Figur 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen darin unterscheidet, dass mindestens drei Saugnäpfe 22 zum Anbringen des portablen Sensorsystems 100 an dem mobilen Objekt vorgesehen sind. Die drei Saugnäpfe 22 können wie in den Figuren 1 und 2 gezeigt an dem Gehäuse 24 beziehungsweise an dem Rahmen
25 angeordnet sein. Die in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Saugnäpfe 22 können jeweils, wie in Figur 3 gezeigt, über mindestens einen Saugnapffuß 23 an dem Gehäuse 24 beziehungsweise an dem Rahmen angebracht sein. Wie in Figur 3 gezeigt können drei Saugnäpfe 22 über ein Dreibein, welches drei Saugnapffüße 23 aufweist, angebracht sein. Eine Anbringung des portablen Sensorsystems 100 an der Außenfläche
30 des mobilen Objekts kann so stabiler und unabhängiger von Störeinflüssen, beispielsweise Witterungseinflüssen wie Wind, an der Außenfläche des mobilen Objekts bereitgestellt werden.

Figur 4 zeigt ein als Luftfahrzeug 1 ausgebildetes mobiles Objekt. Das Luftfahrzeug 1 weist einen Rumpfbereich 2 auf, an welchem mindestens ein portables Sensorsystem 100 angebracht ist. In der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform sind zwei portable Sensorsysteme 100, welche jeweils einen 3D-Laserscanner 12 aufweisen können, angebracht. Bei den portablen Sensorsystemen 100 kann es sich jeweils um eines der zu den Figuren 1 bis 3 beschriebenen portablen Sensorsysteme 100 handeln.

Der Rumpfbereich 2 des Luftfahrzeugs 1 kann zwei Anbringbereiche 3 aufweisen. Die beiden Anbringbereiche 3 können einen vorderen Anbringbereich 4 und einen hinteren Anbringbereich 5 umfassen. Der vordere Anbringbereich 4 kann einen Bugbereich beziehungsweise einen Nasenbereich in dem Rumpfbereich 2 des Luftfahrzeugs 1 umfassen. Das portable Sensorsystem 100 kann grundsätzlich an einer beliebigen Position auf der Außenfläche des vorderen Anbringbereichs 4 angebracht sein. Das portable Sensorsystem 100 kann beispielsweise vor einem Bugrad des Luftfahrzeugs 1 angebracht sein. Der hintere Anbringbereich 5 kann einen Heckbereich beziehungsweise einen Spornbereich des Rumpfbereichs 2 umfassen. Das weitere portable Sensorsystem 100 kann auf der Außenfläche des hinteren Anbringbereichs 5 grundsätzlich an einer beliebigen Stelle angebracht sein. Die grundsätzlich beliebige Anbringbarkeit von den portablen Sensorsystemen 100 kann basierend auf einer jeweiligen Anbringung der portablen Sensorsysteme 100 mit mindestens einem Saugnapf 22 basieren.

Das geometrische Modell der Außenfläche des Luftfahrzeugs 1 beziehungsweise des Rumpfbereichs 2 kann in einem Luftfahrzeugkoordinatensystem 6 vorbestimmt sein. Die portablen Sensorsysteme 100 können die Außenfläche des Rumpfbereichs 2 in ihrem jeweiligen Erfassungsbereich 14 erfassen. Eine jeweilige Sensorlage 11 der beiden portablen Sensorsysteme 100, welche schematisch durch ein jeweiliges Dreieck in Figur 4 gezeigt ist, kann basierend auf einer geometrischen Korrelation von dem geometrischen Modell mit den erfassten Bereichen mit der in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Lagebestimmungseinrichtung 32 der portablen Sensorsysteme 100 bestimmt werden. Das geometrische Modell beziehungsweise die erfassten Bereiche können zudem untere Bereiche von mindestens einer Tragfläche, mindestens einem Triebwerk, oder von mindestens einem Ruder des Luftfahrzeugs 1 umfassen.

Figur 5 zeigt das Luftfahrzeug 1 aus Figur 4 während eines Schleppens über ein Rollfeld 7 eines Flughafens. Das Luftfahrzeug 1 wird dabei von einem Schlepper 9 (Pusher) über das Rollfeld 7 bewegt. Das Schleppen kann wie in Figur 5 schematisch gezeigt mit einer Schleppstange erfolgen, welche mit dem Bugradfahrwerk des Luftfahrzeugs 1 verbunden ist. Alternativ dazu kann ein Schlepper auch das vordere Bugradfahrwerk aufnehmen und das Luftfahrzeug 1 so schleppen. Alternativ zum Schlepper 9 kann das Luftfahrzeug 1 auch ohne einen Schlepper selbst über das Rollfeld 7 rollen. Mindestens eines der portablen Sensorsysteme 100 kann mindestens ein Objekt 8 auf dem Rollfeld 7 oder neben dem Rollfeld 7 erfassen. Bei dem in Figur 5 lediglich abstrakt und schematisch gezeigten Objekt 8 kann es sich in der gezeigten Ausführungsform beispielsweise um ein Infrastrukturobjekt oder ein Gebäude handeln. Die Kollisionsüberwachungseinrichtung 34 der in Figur 1 bis 3 gezeigten portablen Sensorsysteme 100 kann die relative Lage von mindestens einem Objekt 8 bezogen auf das Luftfahrzeug 1 beziehungsweise dessen geometrischen Modells überwachen und eine relative Lageänderung 8 auswerten. Die überwachte relative Lage beziehungsweise Lageänderung kann auf dem in den in Figuren 1 bis 3 gezeigten mobilen Endgerät 40 angezeigt werden. Ein Operateur kann eine drohende Kollision zwischen dem Luftfahrzeug 1 und dem Objekt 8 überwachen.

20

Figur 6 zeigt Verfahrensschritte S1 bis S5 in einer beispielhaften zeitlichen Abfolge. Die Verfahrensschritte S1 bis S5 werden zum Erfassen von Objekten 8 im Umfeld eines mobilen Objekts durchgeführt. Bei dem mobilen Objekt kann es sich um das in den Figuren 4 und 5 gezeigte Luftfahrzeug 1 handeln.

25

In einem ersten Schritt S1 erfolgt eine temporäre Anbringung von dem mindestens einen Erfassungssensor 10 an der Außenfläche des mobilen Objekts. Der mindestens eine Umfelderfassungssensor 10 kann mit mindestens einem Saugnapf 22 an der Außenfläche angebracht werden. Die Außenfläche kann sich auf dem Rumpfbereich 2 des Luftfahrzeugs 1 befinden.

30

In einem weiteren Schritt S2 erfolgt eine Bereichserfassung von der Außenfläche mit dem an der Außenfläche angebrachten Umfelderkennungssensor 10. Die Außenfläche kann in dem von dem Umfelderkennungssensor 10 aufgespannten Erfassungsbereich 14 erfasst werden.

5

In einem weiteren Schritt S3 erfolgt eine Sensorlagebestimmung des Umfelderkennungssensors 10. Das Bestimmen von der Sensorlage 11 wird relativ zu dem mobilen Objekt basierend auf einem vorbestimmten geometrischen Modell der Außenfläche und dem mit dem Umfelderkennungssensor 10 erfassten Bereich der Außenfläche durchgeführt. Das Bestimmen kann auf einer geometrischen Korrelation zwischen dem Modell und dem Bereich der Außenfläche durchgeführt werden.

10

In einem weiteren Schritt S4 erfolgt eine Objekterfassung von im Umfeld des mobilen Objekts sich befindenden Objekten 8. Die Objekte 8 können mit dem Umfelderkennungssensor 10 relativ zu dem mobilen Objekt erfasst werden.

15

In einem weiteren Schritt S5 erfolgt ein Anzeigen von den im Umfeld des portablen Sensorsystems 100 mit dem Umfelderkennungssensor 10 erfassten Objekten 8 auf dem mobilen Endgerät 40. Basierend auf dem Anzeigen kann in einem weiteren, nicht gezeigten Schritt, eine Kollision zwischen dem mobilen Objekt und dem erfassten und angezeigten Objekt überwacht werden.

20

Bezugszeichenliste

1	Luftfahrzeug
2	Rumpfbereich
3	Anbringbereich
4	vorderer Anbringbereich
5	hinterer Anbringbereich
6	Luftfahrzeugkoordinatensystem
7	Rollfeld
8	Objekte
9	Schlepper
10	Umfelderfassungssensor
11	Sensorlage
12	3D-Laserscanner
14	Erfassungsbereich
16	Öffnungswinkel
20	Anbringvorrichtung
21	Handgriff
22	Saugnapf
23	Saugnapffuß
24	Gehäuse
26	Stromversorgung
30	Rechen- und Steuereinrichtung
31	Antenne
32	Lagebestimmungseinrichtung
34	Kollisionsüberwachungseinrichtung
40	mobiles Endgerät
41	Endgerätantenne
42	Anzeige

- 100 portables Sensorsystem
- S1 temporäre Anbringung
- S2 Bereichserfassung
- S3 Sensorlagenbestimmung
- S4 Objekterfassung
- S5 Anzeige