

(19)



(11)

EP 4 105 103 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.02.2025 Patentblatt 2025/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 23/04 ^(2006.01) **B61L 25/02** ^(2006.01)
B61L 15/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22166893.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 23/041; B61L 15/0072; B61L 25/021

(22) Anmeldetag: **06.04.2022**

(54) **SELBSTJUSTIERENDE UMFELDERFASSUNGSEINRICHTUNG FÜR SCHIENENFAHRZEUGE UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN**

SELF-ADJUSTING ENVIRONMENT DETECTING DEVICE FOR RAILWAY VEHICLES AND CORRESPONDING METHOD

DISPOSITIF DE DÉTECTION D'ENVIRONNEMENT À AJUSTEMENT AUTOMATIQUE POUR VÉHICULES FERROVIAIRES ET PROCÉDÉ CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **15.06.2021 DE 102021206083**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.2022 Patentblatt 2022/51

(73) Patentinhaber: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Brämer, Emanuel**
12355 Berlin (DE)

- **Müller, Dominik**
82223 Eichenau (DE)
- **Weiss, Kristian**
13187 Berlin (DE)
- **Ziroff, Andreas**
81671 München (DE)
- **Zoeke, Dominik**
91448 Emskirchen (DE)

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 3 521 132 WO-A1-2004/028881
DE-B4- 19 746 970

EP 4 105 103 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Umfelderkennungseinrichtung. Die Erfindung betrifft auch ein Umfelderkennungsverfahren. Überdies betrifft die Erfindung ein Schienenfahrzeug. Aufgrund der langen Bremswege im Schienenverkehr werden für das assistierte Fahren oder gar autonome Fahren von Schienenfahrzeugen Sensoreinrichtungen benötigt, mit denen ein von dem Schienenfahrzeug weit entfernt liegender Bereich, insbesondere im Umfeld der von dem Schienenfahrzeug befahrenen Schienenstrecke, überwacht werden kann. Die bisher verwendeten Sensoren weisen allerdings in der Regel nur eine geringe Auflösung auf, so dass bisher eine Klassifizierung bzw. Erkennung unterschiedlicher Objekte über große Entfernungen nicht möglich ist.

[0002] Herkömmlich überblickt ein Zugführer die vorausliegende Strecke und reagiert adäquat auf Hindernisse, Gefahren und Signale, die er visuell erfassen kann. Es wäre wünschenswert, derartige Funktionen zu automatisieren, um die Sicherheit im Schienenverkehr zu erhöhen und gegebenenfalls sogar Personal einzusparen. Für größere Distanzen ist eine Automatisierung dieser Funktionen allerdings bisher noch nicht möglich.

[0003] Aus der Patentschrift DE 197 46 970 B4 ist ein Verfahren zur Erkennung von Hindernissen vor Schienenfahrzeugen bekannt, die eine bestimmte Strecke befahren, wobei ein Bordrechner zur Speicherung der Streckendaten vorgesehen ist. Als Streckendaten werden Koordinaten von mittig zwischen den Schienen in bestimmten Abständen liegenden Punkten gespeichert. Die gespeicherten Punkte und zwischen diesen interpolierte Punkte werden von einem Fahrzeugsensor durch von der Gleiskrümmung und der Entfernung abhängiges Verschwenken des Sensorsignals um einen Winkel gegenüber der momentanen Fahrtrichtung anvisiert. Der Öffnungswinkel der vom Fahrzeugsensor empfangenen Signale, in dessen Mitte der anvisierte Punkt liegt, wird in Abhängigkeit von der Entfernung und vom Schwenkwinkel derart verändert, dass ausschließlich der interessierende Streckenraum erfasst wird. Die Punkte zwischen den gespeicherten Punkten werden mittels Interpolation auf Geraden oder auf Parabeln ermittelt.

[0004] EP 3 521 132 A1 offenbart ein Verfahren zum Erfassen eines Fahrschlauchs von schienengebundenen Fahrzeugen. Es wird ein Streckennetz, auf dem sich das Fahrzeug bewegt, in einem digitalen Streckennetz bereitgestellt. Es wird eine aktuelle Position des Fahrzeugs ermittelt und aktuelle Positionsdaten des Fahrzeugs erzeugt. Es wird eine aktuelle Bewegung des Fahrzeugs erfasst und aktuelle Bewegungsdaten des Fahrzeugs erzeugt. Anhand der erfassten Daten wird daraus der Fahrschlauch ermittelt.

[0005] Die WO 2004/028881 A1 betrifft eine Überwachung eines Fahrwegs einer autonomen mobilen Einheit, wie beispielsweise eines führerlosen spurgebunde-

nen Verkehrsmittels, unter Verwendung eines Multisensorsystems, bei dem drei verschiedene Sensortypen, ein Lasersensor, ein Radarsensor und ein Videosensor, fusioniert werden und mit dem Fusionsergebnis der Fahrweg überwacht wird.

[0006] Es besteht also die Aufgabe, eine Objekterfassung und eine Objektidentifizierung auch über weite Entfernungen zu ermöglichen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Umfelderkennungseinrichtung für ein Schienenfahrzeug gemäß Patentanspruch 1, ein Umfelderkennungsverfahren gemäß Patentanspruch 11 und ein Schienenfahrzeug gemäß Patentanspruch 12 gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Umfelderkennungseinrichtung für ein Schienenfahrzeug weist eine Schienenstreckenerfassungseinheit auf, welche dazu eingerichtet ist, eine Position und einen Verlauf einer Schienenstrecke im Umfeld des Schienenfahrzeugs, vorzugsweise im Frontbereich vor dem Schienenfahrzeug, zu detektieren. Teil der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung ist auch eine Umfelderkennungseinheit, welche in einer festen Orientierungsbeziehung zur Schienenstreckenerfassungseinheit angeordnet bzw. ausgerichtet ist und dazu eingerichtet ist, dass ebenfalls vorzugsweise im Frontbereich vor dem Schienenfahrzeug befindliche Umfeld des Schienenfahrzeugs und den Schienenverlauf bzw. die Schienenstrecke, welche gegebenenfalls Teil des Umfelds ist, zu erfassen. Als feste Orientierungsbeziehung soll verstanden werden, dass die relative Orientierung der Schienenstreckenerfassungseinheit und der Umfelderkennungseinheit stets konstant sind. Sie können beispielsweise gleich bzw. parallel ausgerichtet sein oder derart ausgerichtet sein, dass sich eine Überschneidung ihres Sichtfelds in einem vorbestimmten Bereich in einem vorbestimmten Abstand ergibt. Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Umfelderkennungseinrichtung eine für die Schienenstreckenerfassungseinheit und die Umfelderkennungseinheit gemeinsame Lagerung bzw. Lagerungseinheit. Zudem umfasst die erfindungsgemäße Umfelderkennungseinrichtung eine Steuerungseinheit. Die Schienenstreckenerfassungseinheit verwendet als Aufnahmetechnologie erfindungsgemäß eine passive Infrarotbilderfassung oder eine aktive Sensortechnik wie eine Lidarsensortechnik.

[0009] Sie kann auch eine optische Erfassungseinheit umfassen. Eine passive Infrarotsensoreinheit weist eine hohe Genauigkeit bei der Zielerfassung auf. Allerdings benötigt die Infrarotsensoreinheit Temperaturunterschiede. Lidar ermöglicht eine dreidimensionale Abtastung von Objekten ist allerdings aufgrund der pixelweise Abtastung der Umwelt weniger genau wie passive Sensorik, insbesondere Infrarotsensorik.

[0010] Die Lagerungseinheit ist dazu eingerichtet, die Schienenstreckenerfassungseinheit und die Umfelderkennungseinheit orientierungsstabil zu lagern. Als orientierungsstabile Lagerung soll in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass eine durch die Steuerungseinheit eingestellte vorzugsweise gemeinsame Orientie-

rung der Schienenstreckenerfassungseinheit und der
 Umfeldfassungseinheit durch die Lagerung beibehal-
 ten wird, auch wenn das Schienenfahrzeug seine Orien-
 tierung ändert. Die Lagerung muss also eine Drehbewe-
 gung oder Schwenkbewegung des Schienenfahrzeugs
 relativ zu der Schienenstreckenerfassungseinheit und
 der Umfeldfassungseinheit ermöglichen, ohne dass
 diese Bewegung des Schienenfahrzeugs auf die Schie-
 nenstreckenerfassungseinheit und die Umfeldfas-
 sungseinheit übertragen wird. Die Steuerungseinheit
 ist dazu ausgebildet, die Orientierung der Umfeldfas-
 sungseinheit auf die detektierte Position und den von der
 Schienenstreckenerfassungseinheit detektierten Ver-
 lauf der Schienenstrecke auszurichten, so dass der Be-
 reich der Schienenstrecke und das Umfeld der Schie-
 nenstrecke durch die Umfeldfassungseinheit erfassbar ist.
 Anders ausgedrückt, findet eine selbstjustierende Über-
 wachung einer vorzugsweise vor einem Schienenfahr-
 zeug liegenden Schienenstrecke statt, indem die Schie-
 nenstrecke durch die Schienenstreckenerfassungsein-
 heit detektiert und lokalisiert wird und diese zusammen
 mit der Umfeldfassungseinheit auf einen zu überwach-
 enden Abschnitt der Schienenstrecke ausgerichtet wird.
 Die eigentliche Überwachung und Identifizierung von
 Objekten im Beobachtungsbereich wird dann auf Basis
 von Daten der Umfeldfassungseinheit durchgeführt.
 Ändert sich der Verlauf der Schienenstrecke, so wird
 diese Änderung durch die Schienenstreckenerfassungs-
 einheit detektiert und die Umfeldfassungseinheit wird
 zusammen mit der Schienenstreckenerfassungseinheit
 durch die Steuerungseinheit exakt auf den Beobach-
 tungsbereich um die Schienenstrecke ausgerichtet
 bzw. entsprechend nachgeführt. Durch die automatisier-
 te Nachführung kann die Ausdehnung des Sichtfelds der
 Umfeldfassungseinheit im Vergleich zu einer Sensor-
 einheit ohne eine solche Nachführung um ein bis zwei
 Größenordnungen reduziert werden. Diese Reduktion ist
 mit einer Verbesserung der Richtschärfe, der Auflösung
 und der Reichweite der Umfeldfassungseinheit ver-
 bunden.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Umfeldfas-
 sungsverfahren werden eine Position und ein Verlauf
 einer Schienenstrecke im Umfeld eines Schienenfahr-
 zeugs durch eine Schienenstreckenerfassungseinheit
 detektiert, die dazu ausgebildet ist, eine der folgenden
 Erfassungstechniken zu nutzen:

- eine passive Infrarotbilderfassung,
- eine aktive Sensortechnik, vorzugsweise Lidar.

[0012] Das Umfeld des Schienenfahrzeugs wird durch
 eine Umfeldfassungseinheit, welche in einer festen
 Orientierungsbeziehung zur Schienenstreckenerfas-
 sungseinheit angeordnet ist, erfasst.

[0013] Die Schienenstreckenerfassungseinheit und
 die Umfeldfassungseinheit werden durch eine gemein-
 same Lagerungseinheit orientierungsstabil gelagert.

[0014] Die Orientierung der Umfeldfassungseinheit

wird durch eine Steuerungseinheit auf den detektierten
 Verlauf der Schienenstrecke ausgerichtet, so dass der
 Bereich der Schienenstrecke und das Umfeld der Schie-
 nenstrecke durch die Umfeldfassungseinheit erfass-
 bar ist. Das erfindungsgemäße Umfeldfassungsver-
 fahren teilt die Vorteile der erfindungsgemäßen Umfel-
 derfassungseinrichtung.

[0015] Das erfindungsgemäße Schienenfahrzeug
 weist die erfindungsgemäße Umfeldfassungseinrich-
 tung auf. Das erfindungsgemäße Schienenfahrzeug teilt
 die Vorteile der erfindungsgemäßen Umfeldfassungs-
 einrichtung.

[0016] Einige Komponenten der erfindungsgemäßen
 Umfeldfassungseinrichtung können, gegebenenfalls
 nach Ergänzung um Hardwaresysteme, wie zum Bei-
 spiel eine Sensoreinheit und mechanische Komponen-
 ten einer Lagerungseinheit, zum überwiegenden Teil in
 Form von Softwarekomponenten ausgebildet sein. Dies
 betrifft insbesondere Teile der Steuerungseinheit und der
 Lagerungseinheit.

[0017] Grundsätzlich können diese Komponenten
 aber auch zum Teil, insbesondere wenn es um beson-
 ders schnelle Berechnungen geht, in Form von softwa-
 reunterstützter Hardware, beispielsweise FPGAs oder
 dergleichen, realisiert sein. Ebenso können die benöti-
 gten Schnittstellen, beispielsweise wenn es nur um eine
 Übernahme von Daten aus anderen Softwarekompo-
 nenten geht als Softwareschnittstellen ausgebildet sein.
 Sie können aber auch als hardwaremäßig aufgebaute
 Schnittstellen ausgebildet sein, die durch geeignete Soft-
 ware angesteuert werden.

[0018] Eine weitgehend softwaremäßige Realisierung
 hat den Vorteil, dass auch schon bisher in einem Schie-
 nenfahrzeug vorhandene Rechnersysteme nach einer
 eventuellen Ergänzung durch zusätzliche Hardwareele-
 mente, wie zum Beispiel zusätzliche Sensoreinheiten,
 auf einfache Weise durch ein Software-Update nachge-
 rüstet werden können, um auf die erfindungsgemäße
 Weise zu arbeiten. Insofern wird die Aufgabe auch durch
 ein entsprechendes Computerprogrammprodukt mit ei-
 nem Computerprogramm gelöst, welches direkt in eine
 Speichereinrichtung eines solchen Rechnersystems lad-
 bar ist, mit Programmabschnitten, um die durch Software
 realisierbaren Schritte des erfindungsgemäßen Verfah-
 rens auszuführen, wenn das Computerprogramm in dem
 Rechnersystem ausgeführt wird.

[0019] Ein solches Computerprogrammprodukt kann
 neben dem Computerprogramm gegebenenfalls zusätz-
 liche Bestandteile, wie z.B. eine Dokumentation und/o-
 der zusätzliche Komponenten, auch Hardware-Kompo-
 nenten, wie z.B. Hardware-Schlüssel (Dongles etc.) zur
 Nutzung der Software, umfassen.

[0020] Zum Transport zur Speichereinrichtung des
 Rechnersystems und/oder zur Speicherung an dem
 Rechnersystem kann ein computerlesbares Medium,
 beispielsweise ein Memorystick, eine Festplatte oder
 ein sonstiger transportabler oder fest eingebauter Daten-
 träger dienen, auf welchem die von einer Rechneinheit

einlesbaren und ausführbaren Programmabschnitte des Computerprogramms gespeichert sind. Die Rechneinheit kann z.B. hierzu einen oder mehrere zusammenarbeitende Mikroprozessoren oder dergleichen aufweisen.

[0021] Die abhängigen Ansprüche sowie die nachfolgende Beschreibung enthalten jeweils besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung. Dabei können insbesondere die Ansprüche einer Anspruchskategorie auch analog zu den abhängigen Ansprüchen einer anderen Anspruchskategorie und deren Beschreibungsteilen weitergebildet sein. Zudem können im Rahmen der Erfindung die verschiedenen Merkmale unterschiedlicher Ausführungsbeispiele und Ansprüche auch zu neuen Ausführungsbeispielen kombiniert werden.

[0022] In einer Variante der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung umfasst die Lagerungseinheit einen Gimbal. Als Gimbal ist eine motorisierte Lagerungseinheit zu verstehen, die Bewegungen einer Sensoreinheit flüssiger machen bzw. eine Stabilisierung eines Beobachtungs- oder Aufnahmebereichs bewirken kann. Auf dem Gimbal sind dann die Schienenstreckenerfassungseinheit und die Umfelderkennungseinheit in einer festen Orientierungsbeziehung angeordnet. Vorteilhaft müssen die beiden Sensoreinheiten nur einmal vorab aufeinander kalibriert werden, was ihre Orientierung angeht, da sie beide eine feste Orientierungsbeziehung zueinander haben, die sich während des Betriebs auch nicht mehr ändern kann.

[0023] Ein solcher Gimbal kann als Eingangsgrößen Befehlsdaten zur Ansteuerung einer auf Basis der Sensordaten der Schienenstreckenerfassungseinheit erzeugten oder ermittelten oder einzustellenden Orientierung umfassen. Eingangsgrößen können aber auch Bewegungen des Schienenfahrzeugs, ein sogenannter Sinuslauf sowie Abweichungen der Höhe in Folge von Unebenheiten der Strecke als auch eine aktuelle Steigung umfassen.

[0024] Vorteilhaft kann eine Nachführung der Sensorik der Umfelderkennungseinrichtung präziser und störungsfreier erfolgen.

[0025] Eine solche Lagerungseinheit kann insbesondere eine kardanische Aufhängung umfassen, durch welche eine ungewollte Richtungsänderung der Sensorik aufgrund äußerer mechanischer Einwirkungen verhindert wird. Vorteilhaft lässt sich die Messgenauigkeit sowohl der Schienenstreckenerfassungseinheit als auch der Umfelderkennungseinheit erhöhen. Durch die Verwendung eines Gimbals lässt sich die Drift des Sichtfelds von passiven Sensoren, beispielsweise optischen Sensoren oder Infrarotsensoren, reduzieren. Damit lassen sich längere "Belichtungszeiten" realisieren, wodurch die Sensitivität der passiven Sensorik verbessert wird.

[0026] Außerdem können inertielle Messeinheiten, Beschleunigungssensorsysteme oder Magnetfeldsensorsysteme zur Orientierungsmessung und Stabilisierung der Orientierung der Sensorik der Umfelderkennungsein-

richtung genutzt werden.

[0027] In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung umfasst die Schienenstreckenerfassungseinheit eine passive Erfassungseinheit. Eine solche passive Erfassungseinheit, beispielsweise eine passive Sensoreinheit, kann vorteilhaft mit einem ausgedehnten Sichtfeld ausgestaltet werden.

[0028] Die Umfelderkennungseinheit ist vorzugsweise dazu ausgebildet, eine der folgenden Erfassungstechniken zu nutzen:

- Radar,
- ein Ultraschallsensorsystem,
- ein laserbasiertes Messsystem, vorzugsweise Lidar,
- ein kamerabasiertes, vorzugsweise stereokamera-

[0029] Radar eignet sich besonders gut für die Erfassung einer hochgenauen Radarkarte oder von aufgelösten Details, um ein detektiertes Objekt zu klassifizieren bzw. zu identifizieren. Außerdem können die Radardaten komplementär zu passiv erfassten, beispielsweise optischen Daten oder Infrarotdaten genutzt werden, um die Datengrundlage für die Objekterkennung zu erweitern. Radar weist eine sehr gute Tiefenauflösung, insbesondere im Vergleich zu passiven Sensorverfahren auf. Mit Radar kann die laterale Auflösung einer passiven Infrarotkamera komplementär verbessert werden.

[0030] Lidar weist im Vergleich zu Radar eine verbesserte Auflösung auf.

[0031] Stereokameras weisen ebenfalls den Vorteil einer guten Tiefenauflösung auf und verbinden diesen Vorteil mit einer allgemein erhöhten Auflösung im Vergleich zu aktiven Abtastsystemen.

[0032] Mithin sind die Schienenstreckenerfassungseinheit und die Umfelderkennungseinheit der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung besonders bevorzugt dazu eingerichtet, zueinander komplementäre Daten zu erfassen, die es erlauben, umfassende Information über Objekte im Umfeld eines Schienenfahrzeugs zu ermitteln.

[0033] Ebenfalls bevorzugt ist die Umfelderkennungseinheit der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung dazu eingerichtet, Daten von mindestens einem der folgenden Datentypen zu erfassen:

- die Relativgeschwindigkeit zwischen einem erfassten Objekt und dem Schienenfahrzeug,
- den Abstand eines erfassten Objekts zu dem Schienenfahrzeug,
- die Egoposition des Schienenfahrzeugs.

[0034] Die Relativgeschwindigkeit zwischen einem erfassten Objekt und dem Schienenfahrzeug kann zum Beispiel durch eine exakte Messung einer radialen und einer lateralen Dopplerkomponente der von einem detektierten Objekt reflektierten Sensorwellen, vorzugsweise Radarwellen, ermittelt werden. Durch die Nutzung

einer orientierungsstabilen Messapparatur können auch langsame Bewegungen gemessen werden. Die entsprechenden Geschwindigkeitswerte lassen sich für eine Klassifizierung und eine Identifizierung eines detektierten Objekts nutzen. Weiterhin lässt sich mit der orientierungsstabilen Messapparatur ein exakter Winkel der Bewegungsrichtung eines detektierten Objekts zu der Ego-Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs ermitteln und so eine Relevanz eines Objekts hinsichtlich eines Kollisionsereignisses zuverlässiger ermitteln. Die Kenntnis einer hochgenauen Geschwindigkeitsinformation lässt sich auch zur Stützung bzw. Genauigkeitsverbesserung bei der Ermittlung der Ego-Position eines Schienenfahrzeugs nutzen.

[0035] Die Schienenstreckenerfassungseinheit der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, Daten von mindestens einem der folgenden Datentypen zu erfassen:

- die laterale Struktur der Gleise der detektierten Schienenstrecke,
- die relative Gleishöhe der Gleise der detektierten Schienenstrecke,
- der Gleisverlauf der erwarteten Trajektorie des Schienenfahrzeugs.

[0036] Vorteilhaft lassen sich die genannten Größen für eine exakte Ermittlung einer Orientierung der Sensorik des Schienenfahrzeugs und gegebenenfalls auch für eine Verbesserung von digitalem Kartenmaterial hinsichtlich der befahrenen Schienenstrecke oder einer im Umfeld des Schienenfahrzeugs vorhandenen Schienenstrecke nutzen.

[0037] Diese Daten können für eine exaktere Ausrichtung des Gesamtsystems aus Umfelderkennungseinheit und Streckenerfassungseinheit genutzt werden, um so besonders genaue Positionsermittlungen von detektierten Objekten durchzuführen. Die Erfindung erlaubt auch die Generierung hochgenauer relativer Streckenkarten durch Anwendung aktiver Sensortechniken, wie zum Beispiel Radar, wobei die durch diese Sensorik erfassten Daten auf die Daten der komplementären passiven Sensorik, beispielsweise auf eine durch die passive Sensorik erfasste Gleismittenlinie bezogen werden. Auf Basis dieser relativen Streckenkarten können auch absolute Kartendaten mit Geokoordinaten gewonnen werden.

[0038] Die Steuerungseinheit der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung ist bevorzugt dazu ausgebildet, die Orientierung der Umfelderkennungseinheit so auszurichten, dass eine aktive Beschränkung des erfassten Umfelds erreicht wird. Vorteilhaft kann durch die Einschränkung des erfassten Umfelds eine Beeinträchtigung von in der Peripherie vorhandenen Personen oder technischen Einrichtungen durch aktive Sensorik, wie zum Beispiel Radarwellen verhindert werden. Außerdem lässt sich durch die aktive Beschränkung der Strahlrichtung durch die Steuerung des Erfassungsbereichs der Umfelderkennungseinheit bei aktiver Sensorik eine

höhere Abstrahlleistung realisieren, insbesondere im Hinblick auf eine erleichterte Funkzulassung bzw. als Argumentationsgrundlage gegenüber regulierenden Stellen, um höhere Sendeleistungen zugelassen zu bekommen.

[0039] Die Steuerungseinheit der erfindungsgemäßen Umfelderkennungseinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die Orientierung der Umfelderkennungseinheit über einen Erfassungsbereich der Schienenstreckenerfassungseinheit hinaus auszurichten. Dabei wird der Streckenverlauf auf Basis der erfassten Schienenstrecke und Kartendaten über die erfasste Schienenstrecke hinaus extrapoliert. Mithin kann eine Ausrichtung der Umfelderkennungseinheit auf eine Gleisposition im situativen Sichtbarkeitsbereich der Umfelderkennungseinheit über den situativen Sichtbarkeitsbereich des Gleises für die Schienenstreckenerfassungseinheit hinaus erfolgen. Auf diese Weise wird eine Reichweitenerhöhung der Umfelderkennung erreicht, was mit einer erhöhten Sicherheit des Betriebs des Schienenfahrzeugs verbunden ist. Anders ausgedrückt kann die Umfelderkennungseinheit vorteilhaft auch auf einen Bereich ausgerichtet werden, der außerhalb der Reichweite der Streckenerfassungseinheit liegt.

[0040] Die Umfelderkennungseinheit kann auch eine elektronische Strahlschwenkungsfunktion aufweisen, insbesondere, wenn sie eine Radarsensoreinheit umfasst. Hierzu weist die Umfelderkennungseinheit eine Mehrzahl von Einzelkanälen auf. Die Strahlschwenkung kann über die Wahl der Phasenbeziehungen der Kanäle erfolgen. Insbesondere lässt sich über die Phasenbeziehungen der Empfangssignale eine Empfangsrichtung berechnen.

[0041] Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs mit einer Umfelderkennungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

FIG 2 ein Flussdiagramm, welches ein Umfelderkennungsverfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht,

FIG 3 eine schematische Darstellung einer Erfassung von komplementären Daten durch ein Radar und eine passive Infrarotkamera einer Umfelderkennungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

FIG 4 ein Schaubild, welches eine Umfelderkennungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit SAR-Technologie zur Erweiterung des effektiven Aufnahmebereichs veranschaulicht,

FIG 5 ein Schaubild, welches eine Umfelderkfassungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Radarsubsystem mit elektronischer Strahlschwenkung veranschaulicht,

FIG 6 ein Schaubild, welches eine Erweiterung der Reichweite einer Umfelderkfassungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung über die Reichweite einer als Schienenstreckenerfassungseinrichtung eingesetzten passiven Infrarotkamera hinaus veranschaulicht.

[0042] In FIG 1 wird eine schematische Darstellung 10 eines Schienenfahrzeugs 2 mit einer Umfelderkfassungseinrichtung 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Das Schienenfahrzeug 2 befindet sich auf einer Schienenstrecke 1 und erfasst durch die genannte Umfelderkfassungseinrichtung 3 einen Beobachtungsbereich B, welcher vor dem Schienenfahrzeug 2 auf der Schienenstrecke 1 und um die Schienenstrecke 1 herum angeordnet ist.

[0043] Zur Anvisierung dieses gewünschten Beobachtungsbereichs B weist die Umfelderkfassungseinrichtung 3 eine passive Infrarotsensoreinheit 6 als Schienenstreckenerfassungseinrichtung auf. Die Umfelderkfassungseinrichtung 3 ist relativ zu dem Schienenfahrzeug 2 um drei Achsen schwenkbar ausgebildet, so dass sie den Kurven der Schienenstrecke 1 folgen kann. Damit eine eingestellte Richtung der Sensorik beibehalten werden kann, weist die Umfelderkfassungseinrichtung 3 einen Gimbal 4 auf, auf dem die Sensorik 5, 6 montiert ist. Neben der bereits erwähnten Infrarotsensoreinheit 6 ist auf dem Gimbal 4 auch eine Radarsensoreinheit 5 als Umfelderkfassungseinrichtung angeordnet. Die Radarsensoreinheit 5 ist vorab derart kalibriert, dass sie denselben Beobachtungsbereich B anvisiert wie die passive Infrarotsensoreinheit 6. Die passive Infraroteinheit 6 weist einen ausgedehnten Aufnahmebereich auf und ist daher zur Suche nach einem gewünschten Beobachtungsbereich B gut geeignet. Wurde der Beobachtungsbereich B identifiziert und geeignet für die passive Infrarotsensoreinheit 6 zentriert, wie es in FIG 1 veranschaulicht ist, so ist automatisch auch die als Umfelderkfassungseinrichtung ausgebildete Radarsensoreinheit 5 auf diesen Beobachtungsbereich B gerichtet. Auf diese Weise wird durch das weite Sichtfeld der passiven Infraroteinheit 6 die Beschränkung des Sichtfelds der Radarsensoreinheit 5 kompensiert.

[0044] Vorteilhaft weist die Radarsensoreinheit 5 eine hohe Lateralaufklärung und eine hohe Reichweite auf, so dass Objekte O in dem Beobachtungsbereich B in ihren Einzelheiten erfasst werden können. Zur Ansteuerung und Ausrichtung der Umfelderkfassungseinrichtung 3 weist das Schienenfahrzeug 2 eine Steuerungseinheit 7 auf.

[0045] In FIG 2 ist ein Flussdiagramm 200 gezeigt, welches ein Umfelderkfassungsverfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Bei

dem Schritt 2.I werden Infrarotsensordaten SD durch eine als Schienenstreckenerfassungseinrichtung genutzte Infrarotsensoreinheit 5 von einem frontalen Überwachungsbereich vor einem Schienenfahrzeug 2 erfasst.

Die Infrarotsensoreinheit 5 ist gemeinsam mit einer als Umfelderkfassungseinrichtung ausgebildeten Radarsensoreinheit 6 auf einem Gimbal 4 orientierungsstabil gelagert.

[0046] Bei dem Schritt 2.II werden eine Position P und ein Verlauf VL des vor dem Schienenfahrzeug 2 liegenden Schienenstreckenabschnitts auf Basis der Infrarotsensordaten SD detektiert. Dabei wird auch ein Beobachtungsbereich B vor dem Schienenfahrzeug 2 ermittelt, der den Schienenstreckenabschnitt und gegebenenfalls einen Randbereich darum herum umfasst.

[0047] Der Gimbal 4 wird bei dem Schritt 2.III durch eine Steuerungseinheit 7 so ausgerichtet, dass das Sichtfeld der Infrarotsensoreinheit 5 auf den Beobachtungsbereich B zentriert ist. Damit ist aber die vorab auf die Infrarotsensoreinheit 5 kalibrierte Radarsensoreinheit 6 ebenfalls auf den Beobachtungsbereich B gerichtet.

[0048] Somit können dann bei dem Schritt 2.IV Radarsensordaten von dem Beobachtungsbereich B mit erhöhter lateraler Auflösung und Tiefenaufklärung sowie großer Reichweite erfasst werden.

[0049] In FIG 3 ist eine schematische Darstellung 30 einer Erfassung von komplementären Daten durch ein Radar 5 und eine passive Infrarotkamera 6 einer Umfelderkfassungseinrichtung 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Im linken Bildabschnitt ist ein Schienenstreckenabschnitt 1 gezeigt, auf dem sich ein Schienenfahrzeug 2 mit der genannten Umfelderkfassungseinrichtung 3 befindet. Die Umfelderkfassungseinrichtung 3 erfasst nun komplementäre Daten d, v, M, h_1 , h_2 über ihre beiden unterschiedlichen Sensoreinheiten 5, 6. Dabei erfasst die Radarsensoreinheit 5 des Schienenfahrzeugs 2 im Beobachtungsbereich B zum Beispiel ein Objekt O sowie dessen Relativgeschwindigkeit v und Distanz d zur Radarsensoreinheit 5 des Schienenfahrzeugs 2. Die Infrarotsensoreinheit 6 erfasst komplementär zu der Radarsensoreinheit 5 die laterale Struktur und die Höhe des Gleiskörpers GB. Beispielsweise werden die Höhe h_1 , h_2 der Schienen 1a sowie die Abmessungen der Schwellen 1b sowie der Gleisverlauf bzw. der Verlauf der Mittenlinie M der Gleise erfasst. Im rechten Bildabschnitt sind drei unterschiedliche Ansichten eines Gleiskörpers GB gezeigt. In einer oberen Teildarstellung ist ein Querschnitt des Gleiskörpers GB gezeigt. Erfasste Abmessungen können zum Beispiel die Schienenhöhen h_1 , h_2 der Schienen 1a, aber auch Abmessungen und Positionen der Schwellen 1b betreffen. In einer mittleren Teildarstellung im rechten Bildabschnitt ist eine Draufsicht auf den Gleiskörper GB dargestellt. In der Draufsicht ist insbesondere die Mittenlinie M des Gleisverlaufs veranschaulicht, die ebenfalls durch die Infrarotsensoreinheit 6 erfasst werden kann. In einer unteren Teildarstellung im rechten Bildabschnitt ist in FIG 3 eine Seitenansicht auf einen

Gleiskörper GB gezeigt. In dieser Darstellung ist der wegababhängige Höhenverlauf $h_1(s)$ einer Schiene 1a zu erkennen, der ebenfalls durch die Infrarotsensorreinheit 6 erfasst werden kann.

[0050] In FIG 4 ist eine schematische Draufsicht 40 auf einen Schienenstreckenabschnitt 1 gezeigt, auf dem ein Schienenfahrzeug 2 mit einer Umfelderkennungseinrichtung 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht ist. Das Schienenfahrzeug 2 weist eine Relativgeschwindigkeit v mit einer Radialkomponente v_r und einer Lateralkomponente v_l relativ zu einem detektierten Objekt O auf. Anders ausgedrückt, ist der Gimbal der Umfelderkennungseinrichtung 3 nicht in Fahrtrichtung ausgerichtet, sondern in einem Winkel α dazu. Während der Fahrt des Schienenfahrzeugs 2 auf das detektierte Objekt O zu ändert sich der Winkel α aufgrund der lateralen und radialen Bewegung des Schienenfahrzeugs 2. Die aus unterschiedlichen Richtungen durchgeführten Aufnahmen von dem Objekt O durch die Radarsensoreinheit 5 können durch Anwendung eines SAR-Algorithmus miteinander kombiniert werden, um so eine verbesserte Auflösung und ein vergrößertes effektives Sichtfeld des Radars 5 zu erreichen.

[0051] In FIG 5 ist eine Draufsicht 50 auf ein Schienenfahrzeug 2 mit einer Umfelderkennungseinrichtung 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Radarsensoreinheit 5a mit elektronischer Strahlschwenkung gezeigt. Die Radarsensoreinheit 5a schwenkt ihren Radarstrahl in unterschiedliche Richtungen, so dass ein vergrößertes Sichtfeld mit einer erhöhten Auflösung erreicht werden kann. Die Schwenkung des Radarstrahls kann sowohl in Elevationsrichtung als auch in Azimutrichtung erfolgen.

[0052] In FIG 6 ist eine Draufsicht gezeigt, welche eine Erweiterung der Reichweite einer Umfelderkennungseinrichtung 3 eines Schienenfahrzeugs 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung über die Reichweite einer als Schienenstreckenerfassungseinheit eingesetzten passiven Infrarotsensoreinheit 6 hinaus veranschaulicht. Wie in FIG 6 zu erkennen ist, reicht die Reichweite der Infrarotsensoreinheit 6 nicht aus, um den gewünschten Beobachtungsbereich B um das Objekt O zu erfassen. Um die Radarsensoreinheit 5 trotzdem auf diesen entfernten Bereich B ausrichten zu können, wird der erfasste Verlauf der Schienenstrecke 1 mit Kartendaten K, welche in FIG 6 in einer rechten Teildarstellung gezeigt sind, ergänzt. Da in den Kartendaten K der Streckenverlauf auch über die Reichweite der Infrarotsensoreinheit 6 hinaus erkennbar ist, kann die Position des Beobachtungsbereichs B auf Basis der Infrarotmessung sowie der Kartendaten K ermittelt werden und es kann nun der Gimbal 4 der Umfelderkennungseinrichtung 3 so ausgerichtet werden, dass der gewünschte Beobachtungsbereich B im Sichtfeld des Radarstrahls der Radarsensoreinheit 5 liegt.

[0053] Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorbeschriebenen Verfahren und Vorrichtungen lediglich um bevorzugte Aus-

führungsbeispiele der Erfindung handelt und dass die Erfindung vom Fachmann variiert werden kann, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen, soweit er durch die Ansprüche vorgegeben ist. Es wird der Vollständigkeit halber auch darauf hingewiesen, dass die Verwendung der unbestimmten Artikel "ein" bzw. "eine" nicht ausschließt, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Ebenso schließt der Begriff "Einheit" nicht aus, dass diese aus mehreren Komponenten besteht, die gegebenenfalls auch räumlich verteilt sein können.

Patentansprüche

1. Umfelderkennungseinrichtung (3) für ein Schienenfahrzeug (2), aufweisend:

- eine Schienenstreckenerfassungseinheit (5), welche dazu eingerichtet ist, eine Position (P) und einen Verlauf (VL) einer Schienenstrecke (1) im Umfeld des Schienenfahrzeugs (2) zu detektieren,
- eine Umfelderkennungseinheit (6), welche in einer festen Orientierungsbeziehung zur Schienenstreckenerfassungseinheit (5) angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, das Umfeld des Schienenfahrzeugs (2) zu erfassen,
- eine Lagerungseinheit (4) für eine gemeinsame Lagerung der Schienenstreckenerfassungseinheit (5) und der Umfelderkennungseinheit (6),
- eine Steuerungseinheit (7), wobei
- die Lagerungseinheit (4) dazu eingerichtet ist, die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) und die Umfelderkennungseinheit (6) orientierungsstabil zu lagern und
- die Steuerungseinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Orientierung (O) der Umfelderkennungseinheit (6) auf die detektierte Position (P) und den detektierten Verlauf (VL) der Schienenstrecke (1) auszurichten, so dass ein Beobachtungsbereich (B), welcher die Schienenstrecke (1) und das Umfeld der Schienenstrecke (1) umfasst, durch die Umfelderkennungseinheit (6) erfassbar sind

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) zur Detektion der Position und des Verlaufs ausgebildet ist, eine der folgenden Erfassungstechniken zu nutzen:

- eine passive Infrarotbilderfassung,
- eine aktive Sensortechnik, vorzugsweise Lidar.

2. Umfelderkennungseinrichtung nach Anspruch 1, wo-

- bei die Lagerungseinheit (4) einen Gimbal umfasst.
3. Umfelderkennungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lagerungseinheit (4) eine kardanische Aufhängung umfasst. 5
 4. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) eine passive Erfassungseinheit umfasst. 10
 5. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Umfelderkennungseinheit (6) dazu ausgebildet ist, eine aktive Sensorerfassungstechnik, vorzugsweise eine der folgenden Erfassungstechniken zu nutzen: 15
 - Radar,
 - Lidar. 20
 6. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) und die Umfelderkennungseinheit (6) dazu eingerichtet sind, zueinander komplementäre Daten zu erfassen oder zu ermitteln. 25
 7. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Umfelderkennungseinheit (6) dazu eingerichtet ist, Daten von mindestens einem der folgenden Datentypen zu erfassen oder zu ermitteln: 30
 - die Relativgeschwindigkeit zwischen einem erfassten Objekt (O) und dem Schienenfahrzeug (2), 35
 - den Abstand eines erfassten Objekts (O) zu dem Schienenfahrzeug (2),
 - die Egoposition des Schienenfahrzeugs (2).
 8. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) dazu eingerichtet ist, Daten von mindestens einem der folgenden Datentypen zu erfassen oder zu ermitteln: 40
 - die laterale Struktur der Gleise der detektierten Schienenstrecke (1), 45
 - die relative Gleishöhe der Gleise der detektierten Schienenstrecke (1),
 - den Gleisverlauf der erwarteten Trajektorie des Schienenfahrzeugs (2). 50
 9. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Steuerungseinheit (4) dazu ausgebildet ist, die Orientierung der Umfelderkennungseinheit (6) so auszurichten, dass eine aktive Beschränkung des erfassten Umfelds erreicht wird. 55
 10. Umfelderkennungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Steuerungseinheit (7) dazu ausgebildet ist, die Umfelderkennungseinheit (6) über einen Erfassungsbereich der Schienenstreckenerfassungseinheit (5) hinaus auszurichten, wobei der Streckenverlauf auf Basis der erfassten Schienenstrecke (1) und Kartendaten (KD) über die erfasste Schienenstrecke (1) hinaus extrapoliert wird.
 11. Umfelderkennungsverfahren, wobei
 - eine Position (P) und ein Verlauf (VL) einer Schienenstrecke (1) im Umfeld eines Schienenfahrzeugs (2) durch eine Schienenstreckenerfassungseinheit (5) detektiert werden, wobei die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, eine der folgenden Erfassungstechniken zu nutzen:
 - eine passive Infrarotbilderfassung,
 - eine aktive Sensortechnik, vorzugsweise Lidar,
 - das Umfeld des Schienenfahrzeugs (2) durch die Umfelderkennungseinheit (6), welche in einer festen Orientierungsbeziehung zur Schienenstreckenerfassungseinheit (5) angeordnet ist, erfasst wird,
 - die Schienenstreckenerfassungseinheit (5) und die Umfelderkennungseinheit (6) durch eine Lagerungseinheit (4) gemeinsam und orientierungsstabil gelagert werden,
 - die Orientierung der Umfelderkennungseinheit (6) durch eine Steuerungseinheit (7) auf die detektierte Position (P) und den detektierten Verlauf (VL) der Schienenstrecke (1) ausgerichtet wird, so dass ein Beobachtungsbereich (B), welcher die Schienenstrecke (1) und das Umfeld der Schienenstrecke (1) umfasst, durch die Umfelderkennungseinheit (6) erfassbar sind.
 12. Schienenfahrzeug (2), aufweisend
 - eine Umfelderkennungseinrichtung (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
 13. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, welches direkt in eine Speichereinheit einer Steuerungseinheit (7) eines Schienenfahrzeugs (2) ladbar ist, mit Programmabschnitten, um alle Schritte des Verfahrens nach Anspruch 11 auszuführen, wenn das Computerprogramm in der Steuereinheit (7) ausgeführt wird.
 14. Computerlesbares Medium, auf welchem von einer Rechneinheit ausführbare Programmabschnitte gespeichert sind, um alle Schritte des Verfahrens

nach Anspruch 11 auszuführen, wenn die Program-
mabschnitte von der Rechneinheit ausgeführt
werden.

Claims

1. Environment recording facility (3) for a rail vehicle (2), having:

- a rail route recording unit (5), which is configured to detect a position (P) and a course (VL) of a rail route (1) in the environment of the rail vehicle (2),
- an environment recording unit (6), which is arranged in a fixed alignment relationship with the rail route recording unit (5) and is configured to record the environment of the rail vehicle (2),
- a mounting unit (4) for a shared mounting of the rail route recording unit (5) and the environment recording unit (6),
- a control unit (7),

wherein

- the mounting unit (4) is configured to mount the rail route recording unit (5) and the environment recording unit (6) with a stable orientation and
- the control unit (7) is embodied to align the orientation (O) of the environment recording unit (6) to the detected position (P) and the detected course (VL) of the rail route (1), so that an observation region (B), which comprises the rail route (1) and the environment of the rail route (1), can be recorded by the environment recording unit (6),

characterised in that

- the rail route recording unit (5), for detecting the position and the course, is embodied to use one of the following recording techniques:

- a passive infrared image recording,
- an active sensor technology, preferably lidar.

2. Environment recording facility according to claim 1, wherein the mounting unit (4) comprises a gimbal.

3. Environment recording facility according to claim 1 or 2, wherein the mounting unit (4) comprises a Cardan suspension.

4. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the rail route recording unit (5) comprises a passive recording unit.

5. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the environment recording unit (6) is embodied to use an active sensor recording technique, preferably one of the following

recording techniques:

- radar,
- lidar.

6. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the rail route recording unit (5) and the environment recording unit (6) are configured to record or to ascertain data that is complementary to each other.

7. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the environment recording unit (6) is configured to record or to ascertain data of at least one of the following data types:

- the relative speed between a recorded object (O) and the rail vehicle (2),
- the distance between a recorded object (O) and the rail vehicle (2),
- the ego position of the rail vehicle (2).

8. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the rail route recording unit (5) is configured to record or to ascertain data of at least one of the following data types:

- the lateral structure of the tracks of the detected rail route (1),
- the relative track height of the tracks of the detected rail route (1),
- the track course of the anticipated trajectory of the rail vehicle (2).

9. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the control unit (4) is embodied to align the orientation of the environment recording unit (6) so that an active restriction of the recorded environment is achieved.

10. Environment recording facility according to one of the preceding claims, wherein the control unit (7) is embodied to align the environment recording unit (6) beyond a recording region of the rail route recording unit (5), wherein the route course is extrapolated on the basis of the recorded rail route (1) and map data (KD) beyond the recorded rail route (1).

11. Environment recording method, wherein

- a position (P) and a course (VL) of a rail route (1) in the environment of a rail vehicle (2) are detected by a rail route recording unit (5), wherein the rail route recording unit (5) is embodied to use one of the following recording techniques:

- a passive infrared image recording,
- an active sensor technology, preferably

- lidar,
- the environment of the rail vehicle (2) is recorded by the environment recording unit (6), which is arranged in a fixed alignment relationship with the rail route recording unit (5),
 - the rail route recording unit (5) and the environment recording unit (6) are mounted in a shared manner and with stable orientation by a mounting unit (4),
 - the orientation of the environment recording unit (6) is aligned by a control unit (7) to the detected position (P) and the detected course (VL) of the rail route (1), so that an observation region (B), which comprises the rail route (1) and the environment of the rail route (1), can be recorded by the environment recording unit (6).
12. Rail vehicle (2), having
- an environment recording facility (3) according to one of claims 1 to 10.
13. Computer program product with a computer program, which can be loaded directly into a storage unit of a control unit (7) of a rail vehicle (2), with program sections, in order to carry out all steps of the method according to claim 11 when the computer program is executed in the control unit (7).
14. Computer-readable medium, on which program sections that can be executed by a computer unit are stored, in order to carry out all steps of the method according to claim 11 when the program sections are executed by the computer unit.

Revendications

1. Dispositif (3) de détection de l'environnement pour un véhicule (2) ferroviaire, comportant :
- une unité (5) de détection de voie ferrée, qui est agencée pour détecter la position (P) et le tracé (VL) d'une voie (1) ferrée dans l'environnement du véhicule (2) ferroviaire,
 - une unité (6) de détection de l'environnement, qui est montée dans une relation d'orientation fixe par rapport à l'unité (5) de détection de voie ferrée et qui est agencée pour détecter l'environnement du véhicule (2) ferroviaire,
 - une unité (4) de montage pour un montage commun de l'unité (5) de détection de voie ferrée et de l'unité (6) de détection de l'environnement,
 - une unité (7) de commande, dans lequel
 - l'unité (4) de montage est agencée pour mon-

ter, d'une manière stable en orientation, l'unité (5) de détection de voie ferrée et l'unité (6) de détection de l'environnement, et

- l'unité (7) de commande est constituée pour diriger l'orientation (O) de l'unité (6) de détection de l'environnement sur la position (P) détectée et le tracé (VL) détecté de la voie (1) ferrée, de manière à ce qu'un domaine (B) d'observation, qui comprend la voie (1) ferrée et l'environnement de la voie (1) ferrée, puisse être détecté par l'unité (6) de détection de l'environnement, **caractérisé**
- **en ce que** l'unité (5) de détection de voie ferrée est constituée, pour la détection de la position et du tracé, pour utiliser l'une des techniques de détection suivantes :

- une détection d'image infrarouge passive,
- une technique de capteur actif, de préférence le lidar.

2. Dispositif de détection de l'environnement suivant la revendication 1, dans lequel l'unité (4) de montage comprend un gimbal.
3. Dispositif de détection de l'environnement suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel l'unité (4) de montage comprend une suspension à la cardan.
4. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (5) de détection de voie ferrée comprend une unité de détection passive.
5. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (6) de détection de l'environnement est constituée pour utiliser une technique de détection par capteur, de préférence l'une des techniques de détection suivantes :
- radar,
 - lidar.
6. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (5) de détection de voie ferrée et l'unité (6) de détection de l'environnement sont agencées pour détecter ou déterminer des données complémentaires entre elles.
7. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (6) de détection de l'environnement est agencée pour détecter ou déterminer des données d'au moins l'un des types de données suivants :
- la vitesse relative entre un objet (O) détecté et

- le véhicule (2) ferroviaire,
 - la distance d'un objet (O) détecté au véhicule (2) ferroviaire,
 - la position d'égo du véhicule (2) ferroviaire.
- 5
8. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (5) de détection de voie ferrée est agencée pour détecter ou déterminer des données d'au moins l'un des types de données suivants :
- 10
- la structure latérale des rails de la voie (1) ferrée détectée,
 - la hauteur relative des rails de la voie (1) ferrée détectée,
 - le tracé sur rails de la trajectoire escomptée du véhicule (2) ferroviaire.
- 15
9. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (4) de commande est constituée pour diriger l'orientation de l'unité (6) de détection de l'environnement, de manière à obtenir une limitation active de l'environnement détecté.
- 20
10. Dispositif de détection de l'environnement suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'unité (7) de commande est constituée pour diriger l'unité (6) de détection de l'environnement au-delà d'un domaine de détection de l'unité (5) de détection de voie ferrée, dans lequel le tracé de voie est extrapolé au-delà de la voie (1) ferrée détectée sur la base de la voie (1) ferrée détectée et de données (KD) cartographiques.
- 30
- 35
11. Procédé de détection de l'environnement, dans lequel
- on détecte une position (P) et un tracé (VL) d'une voie (1) ferrée dans l'environnement d'un véhicule (2) ferroviaire par une unité (5) de détection de voie ferrée, dans lequel l'unité (5) de détection de voie ferrée est constituée pour utiliser l'une des techniques de détection suivantes :
- 40
- une détection d'image infrarouge passive,
 - une technique de capteur actif, de préférence le lidar,
- 45
- on détecte l'environnement du véhicule (2) ferroviaire par l'unité (6) de détection de l'environnement, qui est disposée en une orientation fixe par rapport à l'unité (5) de détection de voie ferrée,
 - on monte l'unité (5) de détection de voie ferrée et l'unité (6) de détection de l'environnement en commun et d'une manière stable en orientation
- 50
- 55
- par une unité (4) de montage,
 - on dirige l'orientation de l'unité (6) de détection de l'environnement par une unité (7) de commande sur la position (P) détectée et sur le tracé (VL) détecté de la voie (1) ferrée, de manière à ce qu'un domaine (B) d'observation, qui comprend la voie (1) ferrée et l'environnement de la voie (1) ferrée, puisse être détecté par l'unité (6) de détection de l'environnement.
12. Véhicule (2) ferroviaire, comportant :
- un dispositif (3) de détection de l'environnement suivant l'une des revendications 1 à 10.
13. Produit de programme d'ordinateur comprenant un programme d'ordinateur, qui peut être chargé directement dans une unité de mémoire d'une unité (7) de commande d'un véhicule (2) ferroviaire, comprenant des parties de programme pour exécuter tous les stades du procédé suivant la revendication 11, lorsque le programme d'ordinateur est exécuté dans l'unité (7) de commande.
14. Support, déchiffrable par ordinateur, sur lequel des parties de programme, exécutables par une unité informatique, sont mises en mémoire pour exécuter tous les stades du procédé suivant la revendication 11, lorsque les parties de programme sont exécutées par l'unité informatique.

FIG 1

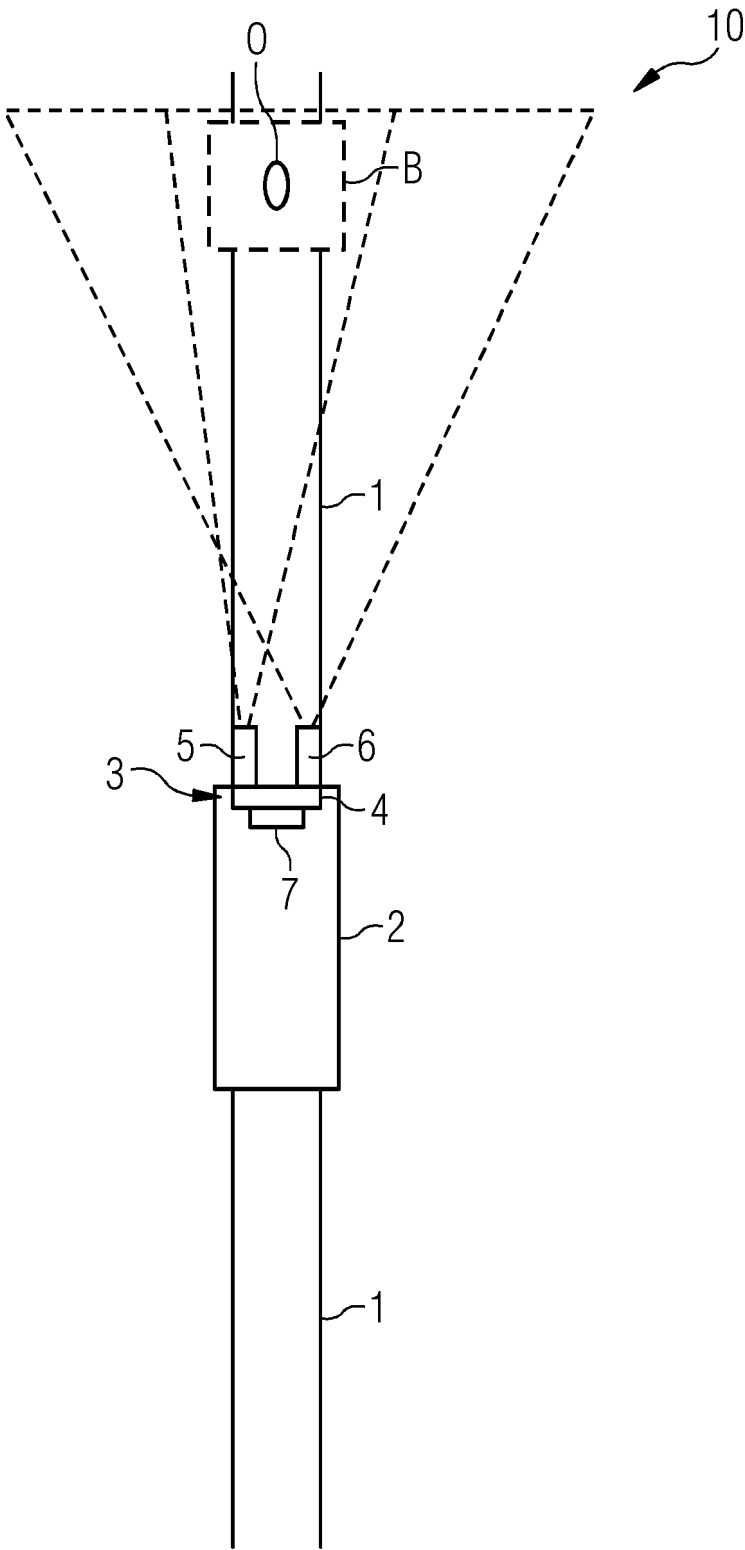


FIG 2

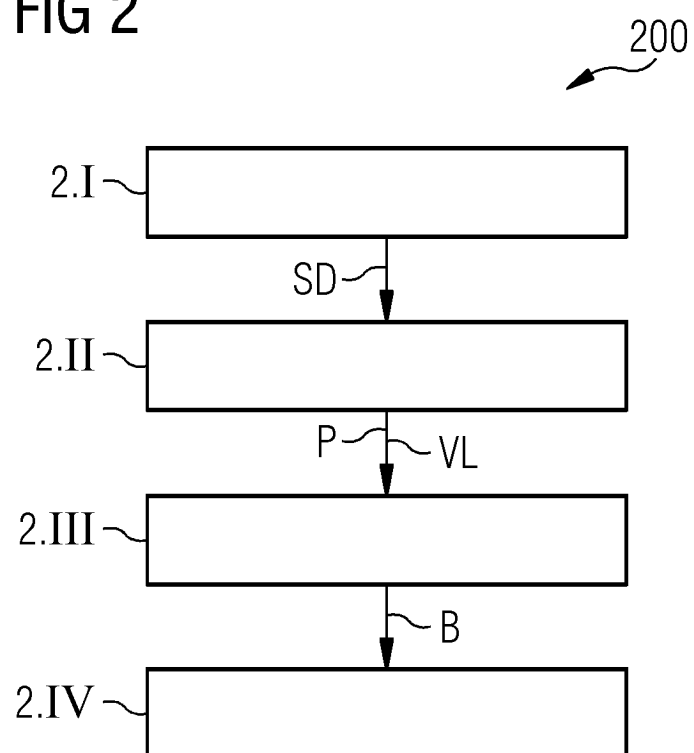


FIG 3

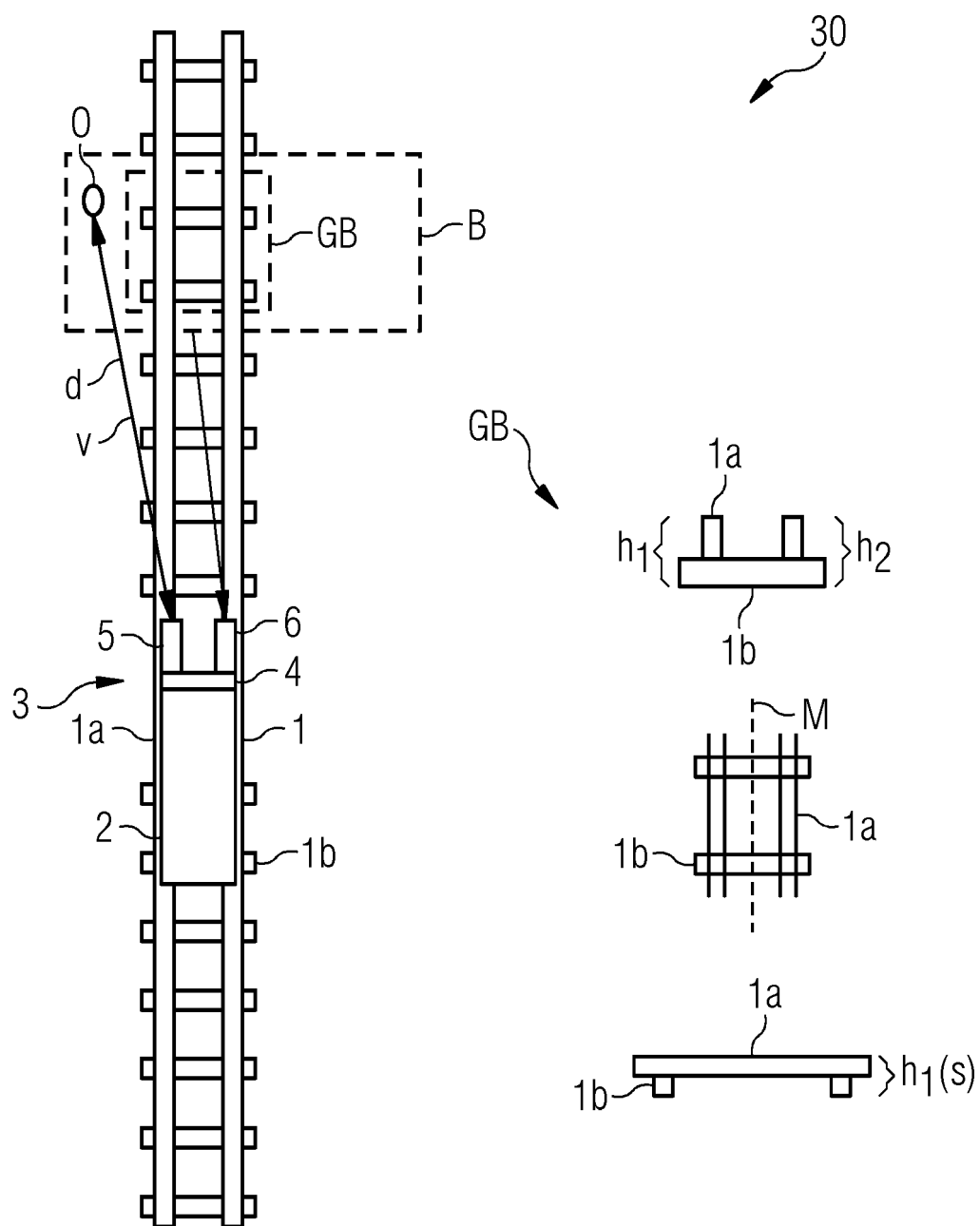


FIG 4

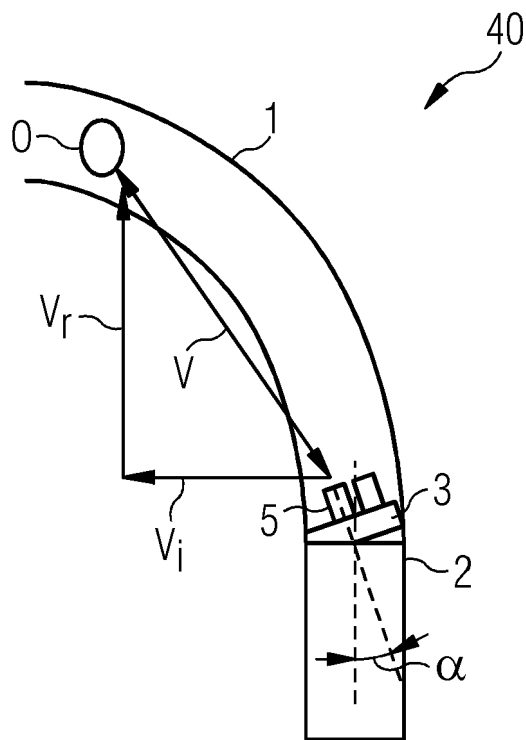


FIG 5

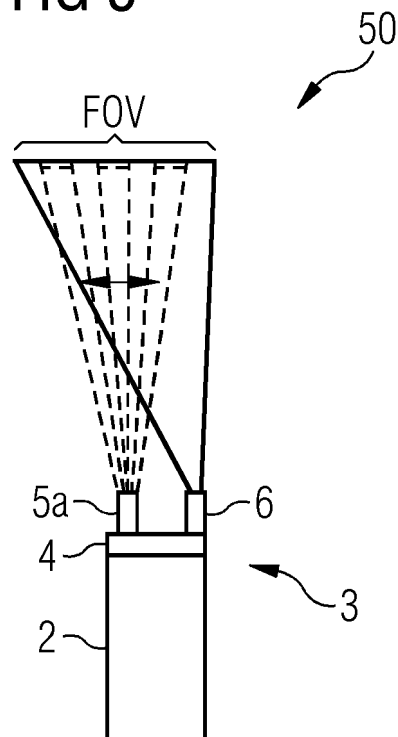
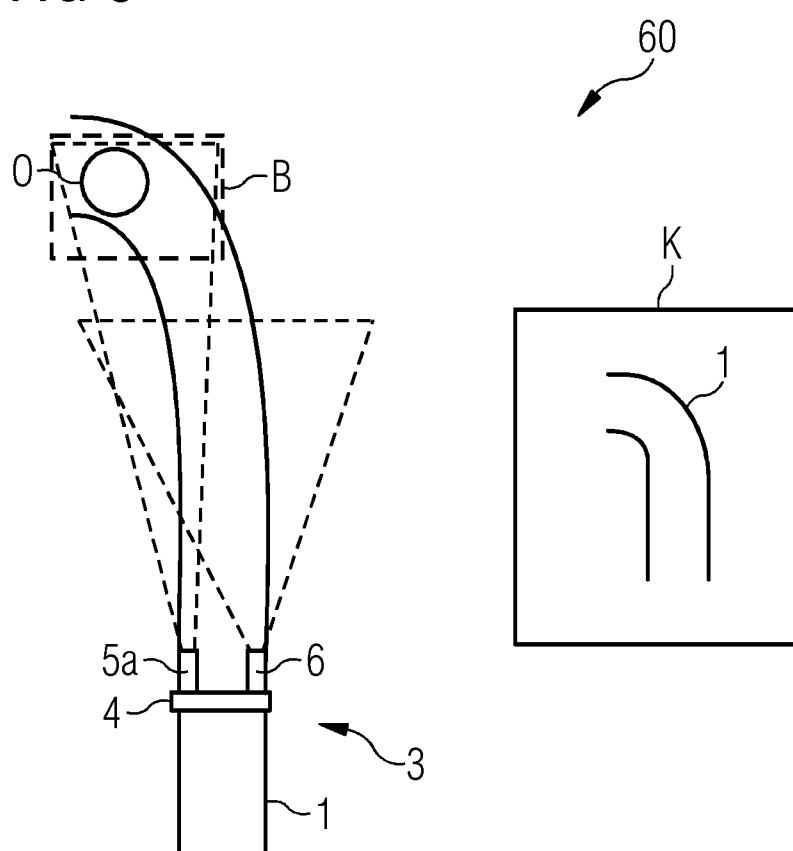


FIG 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19746970 B4 [0003]
- EP 3521132 A1 [0004]
- WO 2004028881 A1 [0005]