



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
19.06.2024 Patentblatt 2024/25

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 23/04^(2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 22213743.2

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 23/041; B61L 23/042

(22)

Anmeldetag: 15.12.2022

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71)

Anmelder: Siemens Mobility GmbH
81739 München (DE)

(72)

Erfinder:
• Höfig, Kai
83101 Rohrdorf (DE)

- Kazmeier, Jürgen
80807 München (DE)
- Klein, Cornel
82041 Oberhaching (DE)
- Waschulzik, Thomas
85354 Freising (DE)
- Weiss, Kristian
13187 Berlin (DE)
- Zeller, Marc
81243 München (DE)
- Zillner, Sonja
86911 Diessen am Ammersee (DE)

(74)

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

(54)

COMPUTER-IMPLEMENTIERTES VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN EINER
HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT EINES ZUGES

(57)

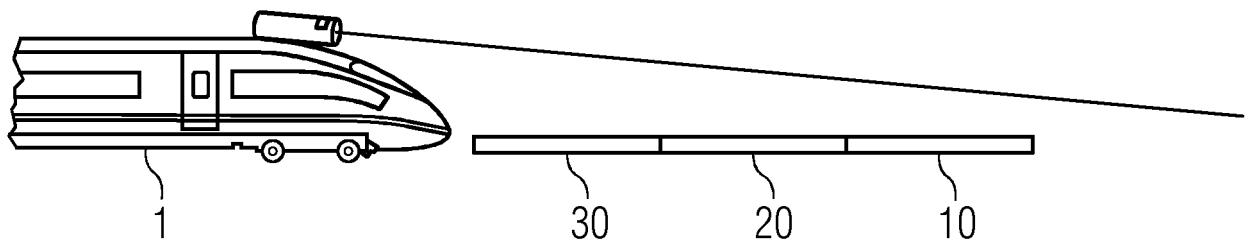
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Computerimplementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges, aufweisend die Schritte a. Bereitstellen mindestens eines Umgebungsparameters(S1); b.

Bereitstellen mindestens einer Karteninformation in Relation zu einer Fahrstrecke des Zuges (S2); c. Bestimmen mindestens einer dynamischen Zone in Abhängigkeit von dem mindestens einen Umgebungsparameter (S3); wobei die mindestens eine Zone einen Abstand zwischen einem Hindernis und einer Spitze des Zuges fest-

legt; wobei sich das Hindernis auf der Fahrstrecke oder auf einem Streckenabschnitt der Fahrstrecke befindet; d. Erweitern der mindestens einen dynamischen Zone unter Berücksichtigung der mindestens einen Karteninformation (S4); e. Anpassen der Höchstgeschwindigkeit des Zuges in Abhängigkeit von der mindestens einen erweiterten dynamischen Zone (S5); und f. Bereitstellen der angepassten Höchstgeschwindigkeit (S6).

Ferner betrifft die Erfindung ein technisches System und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.

1. Technisches Gebiet

[0002] Die Erfindung betrifft ein computer-implementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges. Ferner ist die Erfindung auf ein entsprechendes technisches System und ein Computerprogrammprodukt gerichtet.

2. Stand der Technik

[0003] Das autonome Fahren gewinnt zunehmend an Bedeutung. Diverse autonome Fahrzeuge, wie Autos und Züge, sind in diesem Zusammenhang aus dem Stand der Technik bekannt. Der Automatisierungsgrad nimmt ebenfalls erblich zu.

[0004] Die autonomen Fahrzeuge sind dazu eingerichtet fahrerlos betrieben zu werden. Sie sind folglich selbstfahrend. Im Zuge der Weiterentwicklung der autonomen Züge und deren Steuerungssysteme wird die Steuerung des Zugs Schritt für Schritt vom Triebfahrzeugführer (auch Zugführer genannt) auf ein technisches System mit automatisierter Steuerung (auch Zugsteuerung genannt) übertragen.

[0005] Hindernisse im Gleisbett von Zügen stellen bis heute schwerwiegende Risiken im Zugverkehr dar. Die Triebfahrzeugführer müssen mitunter sehr schnell reagieren, um einen größeren Schaden von Zug und Passagieren abzuwenden. Hindernisse können Teile von durch Unwetter beschädigter Streckeneinrichtung wie Oberleitungen oder Masten sein, aber auch umgefallene Bäume oder Personen.

[0006] Eine zuverlässige automatisierte Hinderniserkennung und die Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen, wie eine Schnellbremsung im Gleisbett, stellt bis heute eine große Herausforderung dar.

[0007] Leider befinden sich auf vielen Strecken immer wieder Gegenstände, die allerdings gar nicht zu einer Schnellbremsung führen sollen, da entweder das Risiko einer Schnellbremsung und die damit verbundenen Risiken für die Fahrgäste höher wiegen oder das Hindernis gänzlich zu vernachlässigen ist. Beispiele für solche Hindernisse ist Müll wie zum Beispiel Kartons, Verpackungsfolie, Tüten, Hausmüll oder andere leichte und überfahrbare Gegenstände. Auch kleinere verwehte Zweige oder Laub stellt keine Gefahr für einen Zug dar und erfordert keine Schnellbremsung. Andere Gegenstände hingegen stellen erhebliche Gefahren für einen Zug dar, wie zum Beispiel umgestürzte Bäume, verloren gegangene Waggons oder falsch abgestellte Maschinen und Werkzeuge zur Wartung der Gleisanlagen.

[0008] Die Herausforderung einer sicheren und effizi-

enten Zugsteuerung besteht nun darin, gefährliche Gegenstände zu erkennen sowie gegebenenfalls eine Schnellbremsung einzuleiten und ungefährliche Gegenstände hingegen zu überfahren.

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe ein computer-implementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges bereitzustellen, welches effizienter und zuverlässiger ist sowie fähig ist sich dynamisch seiner aktuellen Umgebung, wie Fahrstrecke anzupassen.

3. Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein computer-implementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges gelöst, aufweisend die Schritte

a. Bereitstellen mindestens eines Umgebungsparameters;

b. Bereitstellen mindestens einer Karteninformation in Relation zu einer Fahrstrecke des Zuges;

c. Bestimmen mindestens einer dynamischen Zone in Abhängigkeit von dem mindestens einen Umgebungsparameter; wobei die mindestens eine Zone einen Abstand zwischen einem Hindernis und einer Spitze des Zuges festlegt; wobei sich das Hindernis auf der Fahrstrecke oder auf einem Streckenabschnitt der Fahrstrecke befindet;

d. Erweitern der mindestens einen dynamischen Zone unter Berücksichtigung der mindestens einen Karteninformation;

e. Anpassen der Höchstgeschwindigkeit des Zuges in Abhängigkeit von der mindestens einen erweiterten dynamischen Zone; und

f. Bereitstellen der angepassten Höchstgeschwindigkeit.

[0011] Dementsprechend ist die Erfindung auf ein computer-implementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges gerichtet. Der Begriff "Höchstgeschwindigkeit" ist dabei im herkömmlichen Sinne auszulegen und kann auch als Maximalgeschwindigkeit oder als maximale Geschwindigkeit bezeichnet werden. Der Zug ist bevorzugt als ein autonomer Zug ausgebildet. Folglich fährt der Zug fahrerlos auf einer Fahrstrecke oder einem Streckenabschnitt der Fahrstrecke. Mit anderen Worten wird der Zug ohne eine menschliche Person wie Zugführer oder Betreiber, sondern durch eine Steuereinheit gesteuert.

[0012] In einem ersten Schritt werden die Eingabedaten bereitgestellt. Die Eingabedaten umfassen den Um-

gebungsparameter und die Karteninformation. Dabei können unterschiedliche Parameter und Informationen bereitgestellt werden, beispielsweise die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges als Umgebungsparameter und Informationen zur aktuellen Fahrstrecke, wie Kurven und Kuppen, als Karteninformation. Weitere Beispiele sind weiter unten ausgeführt.

[0013] In einem weiteren Schritt werden die eine oder die mehreren dynamischen Zonen ermittelt, zunächst unter Berücksichtigung des Umgebungsparameters alleine. In diesem Schritt werden keine weiteren Eingabedaten miteinbezogen. Die Zone kann dabei auch als Abstand oder Bereich bezeichnet werden. Die Zone definiert den Bereich zwischen dem Zug und dem Hindernis, genauer der Zugspitze, also Spitze oder Vorderteil des Zuges und dem potentiellen Hindernis, welches sich vor der Zugspitze befinden kann. Die Hinderniserkennung kann dabei über einen Lidar oder eine andere Sensoreinheit, wie Kamera erfolgen.

[0014] In einem weiteren Schritt werden weitere Eingabedaten miteinbezogen, nämlich die Karteninformation. Anhand dieser zusätzlichen Karteninformation, welche Auskunft über die aktuelle Fahrstrecke gibt, wie ein Kurvenabschnitt oder Risiko in Bezug auf die Fahrstrecke, wie schlechte Sicht etc. kann der dynamische Bereich erweitert werden. Mit anderen Worten wird der Bereich zwischen dem Zug und dem Hindernis vorteilhafter größer und somit auch der Sicherheitsabstand vergrößert.

[0015] Die Höchstgeschwindigkeit des Zuges wird anhand dieser erweiterten dynamischen Zone angepasst. Folglich wird die vorbestimmte oder vordefinierte Höchstgeschwindigkeit des Zuges durch die angepasste Höchstgeschwindigkeit ersetzt. Mit anderen Worten wird die vorbestimmte Höchstgeschwindigkeit überschrieben.

[0016] Die angepasste Höchstgeschwindigkeit kann größer, kleiner oder gleich als die vorbestimmte Höchstgeschwindigkeit sein.

[0017] Falls die angepasste Höchstgeschwindigkeit größer ist, kann der Zug somit schneller fahren als üblich (im Normalbetrieb ohne Anpassung). Die Geschwindigkeit wird erhöht. Der Durchsatz von Gütern oder Personen, welche mit dem Zug transportiert werden, wird folglich auch verbessert. Ferner können Zugverspätungen wieder aufgeholt werden, um den Fahrplan des Zuges einzuhalten und Wartezeiten auf den Zug zu verringern. Falls die angepasste Höchstgeschwindigkeit kleiner ist, fährt der Zug langsamer als üblich (im Normalbetrieb ohne Anpassung). Die Geschwindigkeit wird verlangsamt. Durch die Verringerung der Geschwindigkeit wird die Hinderniserkennung zuverlässiger.

[0018] Die vorliegende Erfindung stellt dadurch sicher, dass der Zug zuverlässig und effizient auf der Fahrstrecke betrieben wird. Hindernisse werden weiterhin zuverlässig erkannt. Die nachteiligen Schnellbremsungen nach dem Stand der Technik werden allerdings erheblich reduziert.

[0019] Gefährliche Gegenstände im Hinblick auf den Zug und/oder Personen werden zuverlässig erkannt und eine Schnellbremsung gegebenenfalls eingeleitet. Hingegen werden ungefährliche Gegenstände allerdings überfahren. Dadurch wird der Zug auch ressourcen-effizient, insbesondere energiesparend, betrieben.

[0020] In einer Ausgestaltung ist die mindestens eine Zone eine Zone, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

eine grüne Zone, eine gelbe Zone und eine rote Zone; wobei die grüne Zone ein Bereich ist, in dem der Zug rechtzeitig vor dem Hindernis anhält ohne dass eine Schnellbremsung eingeleitet wird; wobei die gelbe Zone ein Bereich ist, in dem der Zug noch rechtzeitig vor dem Hindernis anhält indem eine Schnellbremsung eingeleitet wird; wobei die rote Zone ein Bereich ist, in dem der Zug mit dem Hindernis kollidiert.

[0021] In einer Ausgestaltung ist der mindestens eine Umgebungsparameter ein Umgebungsparameter, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

ein Gewicht des Zuges, eine Geschwindigkeit des Zuges und eine Bremskraft eines Bremssystems des Zuges.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Karteninformation eine Information, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

ein Streckenparameter, ein Risiko in Bezug auf die Fahrstrecke, ein Risiko in Bezug auf den mindestens einen Umgebungsparameter, eine Wetterinformation und ein Streckenabschnitt der Fahrstrecke.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Karteninformation in einer flüchtigen oder nicht-flüchtigen Speichereinheit gespeichert, bevorzugt Datenbank oder Cloud. Dementsprechend kann die Speichereinheit als eine Datenbank, eine Cloud oder sonstige flüchtige, nicht-flüchtige Speichereinheit ausgebildet sein. Die Speichereinheit ermöglicht eine zuverlässige und schnelle Datensicherung. Die Speichereinheit kann hinsichtlich ihrer Speicherkapazität sowie Skalierbarkeit etc. flexibel ausgewählt werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass auf die Daten effizient zugegriffen werden kann.

[0024] Der Umgebungsparameter kann durch eine oder mehrere Umgebungs-Sensoreinheiten erfasst und von der Umgebungs-Sensoreinheit empfangen werden. Alternativ kann der Umgebungsparameter auch von einer flüchtigen oder nicht-flüchtigen Speichereinheit abgerufen werden.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung wird die mindestens eine Karteninformation über eine Eingabeschnittstelle empfangen. Dementsprechend werden die Eingabedaten über die Eingabeschnittstelle empfangen. Zusätzlich können die Ausgabedaten, wie Höchstgeschwindigkeit, auch über eine Ausgabeschnittstelle gesendet werden. Die Schnittstellen können als serielle oder parallele Schnittstellen ausgebildet sein. Die Schnittstellen stellen vorteilhafterweise eine effiziente

und reibungslose Datenübertragung zwischen Recheneinheiten sicher. Daten können bidirektional ausgetauscht werden ohne Datenstau.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung weist das computerimplementierte Verfahren weiterhin auf

- Übertragen der Höchstgeschwindigkeit des Zuges an eine Steuereinheit des Zuges zur Steuerung des Zuges auf Basis der Höchstgeschwindigkeit;
- Übertragen der Fahrstrecke, des mindestens einen Streckenabschnitts, der mindestens einen Karteninformation, der mindestens einen dynamischen Zone und/oder der Höchstgeschwindigkeit an eine Recheneinheit zur Datenverarbeitung; und
- Übertragen einer Warnung in Bezug auf die Fahrstrecke, den mindestens einen Streckenabschnitt, die mindestens eine Karteninformation, die mindestens eine dynamische Zone und/oder die Höchstgeschwindigkeit an die Recheneinheit.

[0027] Dementsprechend können eine oder mehrere Maßnahmen nach der Bereitstellung der Höchstgeschwindigkeit als Ausgabewert des erfindungsgemäßen Verfahrens eingeleitet werden. Die Maßnahmen können gleichzeitig, nacheinander oder auch stufenweise durchgeführt werden.

[0028] Der Zug kann unmittelbar nach Anpassung der Höchstgeschwindigkeit mit der angepassten Höchstgeschwindigkeit betrieben werden, indem dieser der Steuereinheit zur Steuerung des Zuges übermittelt wird. Mit anderen Worten fährt der Zug nun mit der neuen Höchstgeschwindigkeit.

[0029] Alternativ oder zusätzlich können jegliche Eingabedaten oder Ausgabedaten an beliebige Recheneinheiten, wie eine Anzeige-, Verarbeitungs-, oder Speichereinheit übertragen werden. Die Höchstgeschwindigkeit kann gespeichert werden. Ferner kann die Höchstgeschwindigkeit selbst oder in Form einer entsprechenden Nachricht oder Mitteilung an ein Endgerät übertragen werden und mittels einer Anzeigeeinheit einer Person angezeigt werden. Die empfangende Recheneinheit kann nach Empfang ebenfalls weitere entsprechende Maßnahmen einleiten, wie Änderung des Fahrplans. Die Anpassung der Höchstgeschwindigkeit kann auch eine Änderung des Fahrplans bewirken.

[0030] Ferner betrifft die Erfindung ein technisches System zum Durchführen des obigen Verfahrens.

[0031] Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Mittel zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens, wenn das Computerprogramm auf einer programmgesteuerten Einrichtung zur Ausführung gebracht wird.

[0032] Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, oder auch in Form einer herunterladba-

ren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk durch die Übertragung einer entsprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerprogramm-Mittel erfolgen. Als programmgesteuerte Einrichtung kommt insbesondere eine Steuereinrichtung, wie beispielsweise eine Industriesteuerungs-PC oder eine Speicherprogrammierbare Steuerung oder ein Programmable Logic Controller, kurz PLC, oder ein Mikroprozessor für eine Smartcard oder dergleichen in Frage.

4. Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0033] In der folgenden detaillierten Beschreibung werden vorliegend bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung weiter beschrieben mit Bezug auf die folgenden Figuren.

FIG 1 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

FIG 2 zeigt die dynamischen Zonen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

FIG 3 zeigt eine schematische Ansicht eines technischen Systems mit technischen Komponenten zur Durchführung des Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

5. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0034] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Bezug auf die Figuren beschrieben.

[0035] Figur 1 stellt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den Verfahrensschritten S1 bis S6 schematisch dar. In einem ersten Schritt wird der Umgebungsparameter bereitgestellt S1. In einem zweiten Schritt wird die Karteninformation in Relation zu einer Fahrstrecke des Zuges bereitgestellt S2. In einem weiteren Schritt wird die dynamische Zone in Abhängigkeit von dem Umgebungsparameter bestimmt S3. Weiterhin wird die dynamische Zone unter Berücksichtigung der Karteninformation erweitert S4 und die Höchstgeschwindigkeit des Zuges in Abhängigkeit von der erweiterten dynamischen Zone angepasst S5. In einem letzten Schritt wird die angepasste Höchstgeschwindigkeit bereitgestellt S6.

[0036] Ein Zug 1 benötigt in einer bestimmten Fahrsituation einen gewissen Bremsweg, um mittels Schnellbremsung anzuhalten. Das bedeutet, dass sich ein Hindernis in einem Mindestabstand zur Spitze des Zuges befinden muss, so dass ein Zug in der jeweiligen Fahrsituation noch sicher anhalten kann. Dieser Bereich für ein Hindernis ist in Figur 2 mit dem Bereich 20 vor dem Zug markiert und wird als gelbe Zone bezeichnet. Dieser Bereich 20 verschiebt sich für unterschiedliche Fahrsitu-

ationen nach vorne oder nach hinten. Falls der Zug 1 beispielsweise schwerer wird, verschiebt sich der Bereich 20 nach vorne. Falls der Zug 1 langsamer fährt, bewegt sich der Bereich auf den Zug 1 zu, denn es wird bei geringer Geschwindigkeit ein kürzerer Bremsweg benötigt. Eine Schnellbremsung stellt dabei ein unerwünschtes Ereignis mit gewissen Risiken für die Fahrgäste dar.

[0037] Die grüne Zone 10 ist der Bereich, in dem der Zug 1 noch rechtzeitig vor einem Hindernis zum Stehen kommt, ohne dass die Schnellbremsung dazu benötigt wird.

[0038] Die rote Zone 30 ist der Bereich, in dem der Zug 1 nicht mehr zum Stehen kommt. Der Zug 1 kann zwar durch die vorhandenen Bremssysteme verlangsamt werden, aber ein Zusammenprall mit einem Hindernis wird unvermeidbar.

[0039] Diese Zonen 10, 20, 30 sind vor Fahrtantritt bei den aktuell eingesetzten Zügen bekannt. Sie hängen allerdings von bestimmten Parametern ab. Beispielhafte Parameter sind das zulässige Gesamtgewicht, die Bremskraft des Bremssystems und die gefahrene Geschwindigkeit.

[0040] Daher werden die Zonen 10, 20, 30 gemäß der Erfindung dynamisch ermittelt, eine oder mehrere Zonen. Hierzu werden die Umgebungsparameter, die diese Zonen beeinflussen, kontinuierlich gemessen und bei der Ermittlung berücksichtigt S3. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass ein leerer und damit relativ leichter Zug schneller fahren kann, da er weniger Strecke zum Anhalten benötigt.

[0041] Der Zug kann mit einer Sensoreinheit zur Hinderniserkennung ausgestaltet sein, beispielsweise mit einem Lidar, wie in Figur 2 gezeigt. Der Lidar ist dabei ein gepulster Laser zur Entfernungs- und Umgebungserkennung. Wichtig ist, dass der Lidar derart angeordnet ist, dass sich die gelbe Zone 20 nicht oberhalb der maximalen Reichweite der Sensoreinheit befindet. Andernfalls kann ein Hindernis in der Fahrspur erst erkannt werden, wenn es nicht mehr möglich ist rechtzeitig anzuhalten. Die Reichweite der Hinderniserkennung begrenzt dementsprechend die Höchstgeschwindigkeit.

[0042] Weitere Ausgestaltungen der Hinderniserkennung neben Lidar können auch Radar, Kamera, Ultraschall, Mikrowelle oder eine Kombination der zuvor genannten Sensoreinheiten sein (Sensordatenfusion). Die genannten Sensoreinheiten können unterschiedliche Eigenschaften und Reichweiten aufweisen. Ein mit Radar ausgerüstetes technisches System auch bei einer dickeren Schneedecke diese noch durchdringen und eine verlangsamte, aber sichere Weiterfahrt ermöglichen.

[0043] Die Bestimmung der jeweiligen Höchstgeschwindigkeiten für unterschiedliche Zugkonfigurationen und Gewichte unter Einbezug der Reichweite einer Hinderniserkennung ist zunächst eine statische Berechnung, die sich während der Fahrt des Zuges nicht verändert. Allerdings ändert sich die Reichweite der Hinderniserkennung während der Fahrt in Abhängigkeit von der

Fahrstrecke. Bei Kurven oder bei Kuppen ist die Reichweite einer Hinderniserkennung weiter eingeschränkt, da ein Laser der beispielsweise auf dem Zug montiert ist, nicht über Kuppen hinweg Hindernisse erkennen kann oder auch nur begrenzt in Kurven einsehen kann.

[0044] Daher werden Karteninformationen, bevorzugt aus der Cloud hinzugezogen und die ermittelte dynamische Zone kann in Abhängigkeit von der Karteninformation erweitert werden S4. Die Karteninformation ermöglicht, dass bereits vor Kuppen oder Kurven bekannt ist, dass ein schlecht zu überwachender Streckenabschnitt kommen wird. Die Höchstgeschwindigkeit kann dementsprechend angepasst werden S5, so dass die Reichweite der Hinderniserkennung wieder oberhalb des gelben Schnellbremsbereichs 20 liegt.

[0045] Zusätzlich kann die Hinderniserkennung auf konservative Weise selbst eine Mindestreichweite ermitteln. Der Vorteil liegt darin, dass die Abhängigkeit von einer dauerhaften Internetverbindung für den sicheren Betrieb verringert wird. Diese Reichweite kann an eine Recheneinheit, wie Steuereinheit übermittelt werden.

[0046] Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht mit technischen Komponenten zur Durchführung des Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0047] Die Hinderniserkennung ist als Sensoreinheit ausgebildet und eingerichtet Hindernisse auf der Fahrstrecke zu erkennen. Die Kollisionswarnung wird zusammen mit dem Abstand an die technische Komponente "ADAPTOR Controller" übermittelt. Im ADAPTOR Controller ist die Funktion der Kollisionsvermeidung integriert. Das Bremssystem wird ohne weiteren Eingriff in Abhängigkeit von der Entfernung des Hindernisses auf angemessene Weise ausgelöst. Beispielsweise wird die Schnellbremsung oder die Betriebsbremsung eingeleitet. Zusätzlich erfüllt der ADAPTOR Controller die Funktion der Bestimmung der Höchstgeschwindigkeit. Der ADAPTOR Controller übermittelt die Höchstgeschwindigkeit an die Fahrzeugsteuerung. Dadurch werden Kollisionen mit erkannten Hindernissen auf der Fahrstrecke sicher vermieden. Der ADAPTOR Controller erhält zudem weitere Karteninformationen über die Fahrstrecke aus der Cloud.

[0048] Es kann zum Beispiel zulässig sein, dass auf speziell ausgerüsteten Streckenabschnitten die zulässige Höchstgeschwindigkeit derart gewählt werden kann, dass die gelbe Zone 20 außerhalb der maximalen Reichweite der Hinderniserkennung liegt. Das ist beispielsweise dann gerechtfertigt, wenn die Fahrstrecke regelmäßig überprüft wird, keine Bäume am Streckenrand sind oder der Zugang zur Fahrstrecke durch natürliche Hindernisse entsprechend gesichert wurde. Der aktuelle Zustand kann dann aus der Cloud ausgelesen werden und die Höchstgeschwindigkeit wird entsprechend angepasst.

[0049] Falls die Cloud nicht verfügbar ist, fällt der ADAPTOR Controller auf die zuvor beschriebene reguläre Höchstgeschwindigkeitsberechnung zurück gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0050] Weiterhin ist es möglich Warnungen über die

Cloud an die Züge für bestimmte Streckenabschnitte zu übermitteln gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Beispielsweise könnte ein vorangegangener Sturm eine besondere Gefahrenquelle für umgekippte Bäume auf der Strecke sein. Der ADAPTOR Controller kann dann die Höchstgeschwindigkeit noch weiter reduzieren, um beispielsweise immer mit einer Betriebsbremsung auf ein Hindernis reagieren zu können. Auf diese Weise verringert sich das Risiko einer Schnellbremsung für die Passagiere.

[0051] Weiterhin ist es möglich die Fahrstrecke zusätzlich streckenseitig zu überwachen, wie an schlecht für eine zugseitige Hinderniserkennung zu überwachenden Stellen. Bei einem Ausfall der Cloud kann dann wiederum auf die konservative Systemebene zurückgefallen werden gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, die ohne eine entsprechende Funkverbindung sicher ist.

[0052] Im regulären Betrieb mit Triebfahrzeugführer hat dieser die Möglichkeit eine Schnellbremsung auszulösen oder sich gegen eine Schnellbremsung zu entscheiden, wenn das Hindernis augenscheinlich überfahren werden kann, wie zum Beispiel ein Karton.

[0053] Im vollautomatischen Betrieb ist diese Rückfallebene in der Form nicht möglich, da kein Triebfahrzeugführer auf dem Zug anwesend ist.

[0054] Dennoch sind Hindernisse auf der Fahrstrecke keine Seltenheit. In vielen Fällen sind sie allerdings für die Sicherheit unbedeutend und die Fahrt wird fortgesetzt.

[0055] Die Cloud Anbindung ermöglicht eine sichere Anhebung der Höchstgeschwindigkeit über Karteninformationen.

Patentansprüche

1. Computer-implementiertes Verfahren zum Bereitstellen einer Höchstgeschwindigkeit eines Zuges (1), aufweisend die Schritte
 - a. Bereitstellen mindestens eines Umgebungsparameters (S1) ;
 - b. Bereitstellen mindestens einer Karteninformation in Relation zu einer Fahrstrecke des Zuges (S2);
 - c. Bestimmen mindestens einer dynamischen Zone in Abhängigkeit von dem mindestens einen Umgebungsparameter (S3); wobei die mindestens eine Zone einen Abstand zwischen einem Hindernis und einer Spitze des Zuges festlegt; wobei sich das Hindernis auf der Fahrstrecke oder auf einem Streckenabschnitt der Fahrstrecke befindet;
 - d. Erweitern der mindestens einen dynamischen Zone unter Berücksichtigung der mindestens einen Karteninformation (S4);
 - e. Anpassen der Höchstgeschwindigkeit des Zuges in Abhängigkeit von der mindestens ei-

nen erweiterten dynamischen Zone (S5); und
f. Bereitstellen der angepassten Höchstgeschwindigkeit (S6) .

2. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Zone eine Zone ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:
 - eine grüne Zone (10), eine gelbe Zone (20) und eine rote Zone (30); wobei
 - die grüne Zone ein Bereich ist, in dem der Zug rechtzeitig vor dem Hindernis anhält, ohne dass eine Schnellbremsung eingeleitet wird; wobei
 - die gelbe Zone ein Bereich ist, in dem der Zug noch rechtzeitig vor dem Hindernis anhält, indem eine Schnellbremsung eingeleitet wird; wobei
 - die rote Zone ein Bereich ist, in dem der Zug mit dem Hindernis kollidiert.
3. Computer-implementiertes Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der mindestens eine Umgebungsparameter ein Umgebungsparameter ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:
 - ein Gewicht des Zuges, eine Geschwindigkeit des Zuges und eine Bremskraft eines Bremssystems des Zuges.
4. Computer-implementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Karteninformation eine Information ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:
 - ein Streckenparameter, ein Risiko in Bezug auf die Fahrstrecke, ein Risiko in Bezug auf den mindestens einen Umgebungsparameter, eine Wetterinformation und ein Streckenabschnitt der Fahrstrecke.
5. Computer-implementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Karteninformation in einer flüchtigen oder nicht-flüchtigen Speichereinheit gespeichert ist, bevorzugt Datenbank oder Cloud.
6. Computer-implementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Karteninformation über eine Eingabeschnittstelle empfangen wird.
7. Computer-implementiertes Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin aufweisend
 - Übertragen der Höchstgeschwindigkeit des Zuges an eine Steuereinheit des Zuges zur Steuerung des Zuges auf Basis der Höchstgeschwindigkeit;
 - Übertragen der Fahrstrecke, des mindestens

einen Streckenabschnitts, der mindestens einen Karteninformation, der mindestens einen dynamischen Zone und/oder der Höchstgeschwindigkeit an eine Recheneinheit zur Datenverarbeitung; und

5

- Übertragen einer Warnung in Bezug auf die Fahrstrecke, den mindestens einen Streckenabschnitt, die mindestens eine Karteninformation, die mindestens eine dynamische Zone und/oder die Höchstgeschwindigkeit an die Recheneinheit.

10

8. Technisches System zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

15

9. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist, wenn das Computerprogramm auf einer programmgesteuerten Einrichtung zur Ausführung gebracht wird.

20

25

30

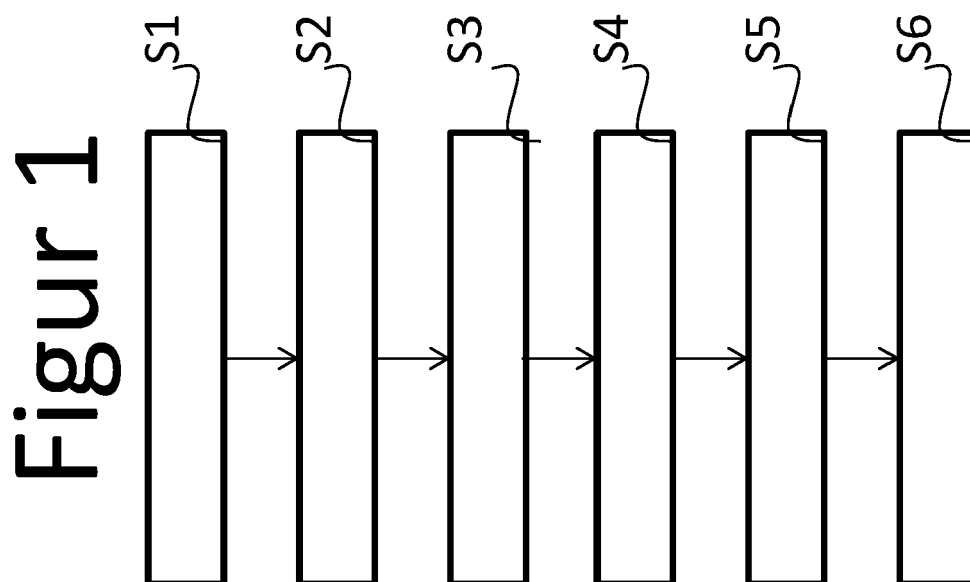
35

40

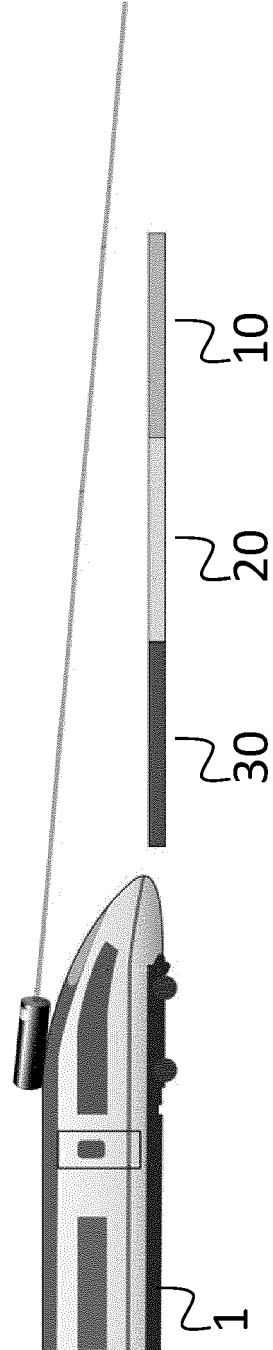
45

50

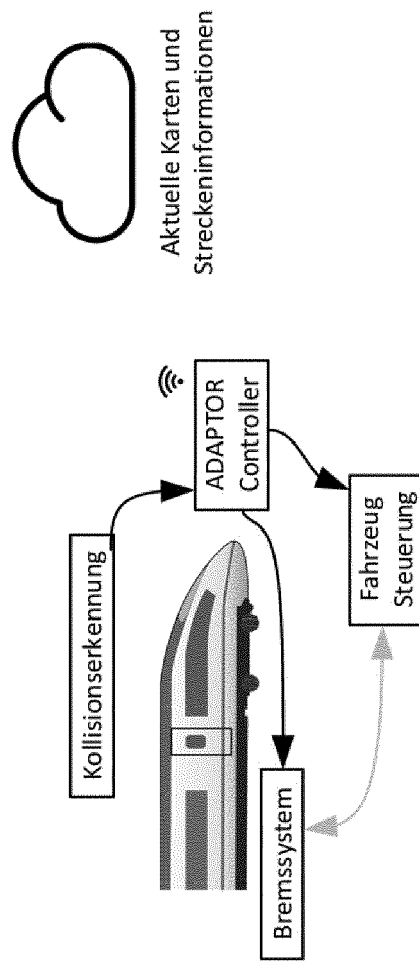
55



Figur 2



Figur 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 3743

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2016/042352 A1 (ALSTOM TRANSP TECH [FR]) 24. März 2016 (2016-03-24) * Seite 1, Zeile 20 - Seite 11, Zeile 18; Abbildungen 1-6 *	1-9	INV. B61L23/04
X	DE 10 2014 206473 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 8. Oktober 2015 (2015-10-08) * Absatz [0002] - Absatz [0089]; Abbildungen 1-4 *	1-9	
A	EP 3 569 470 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 20. November 2019 (2019-11-20) * Absatz [0011] - Absatz [0195]; Abbildungen 1,2 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2023	Prüfer Kassner, Holger
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 21 3743

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-05-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016042352 A1	24-03-2016	AU 2014406175 A1	06-04-2017
		BR 112017005186 A2	06-03-2018
		CN 106715234 A	24-05-2017
		EP 3194242 A1	26-07-2017
		WO 2016042352 A1	24-03-2016

DE 102014206473 A1	08-10-2015	DE 102014206473 A1	08-10-2015
		WO 2015150340 A1	08-10-2015

EP 3569470 A1	20-11-2019	DE 102018111980 A1	21-11-2019
		EP 3569470 A1	20-11-2019

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82