



(11) **EP 4 339 068 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12

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

(21) Anmeldenummer: **23184460.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 23/041

(22) Anmeldetag: **10.07.2023**

(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:
• **Ramsperger, Florian**
10317 Berlin (DE)
• **Weiss, Kristian**
13187 Berlin (DE)

(30) Priorität: **25.08.2022 DE 102022208821**

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

(54) **KONZEPT ZUM DETEKTIEREN EINER SICH IN EINER UMGEBUNG EINES
SCHIENENFAHRZEUGS BEFINDENDEN ANOMALIE**

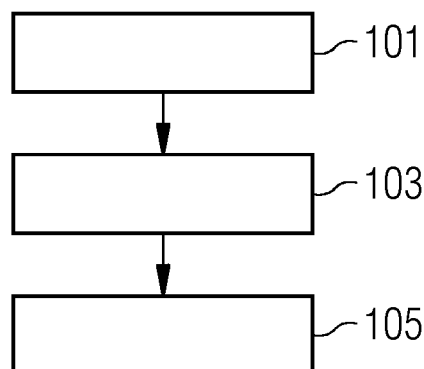
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen eines Infrarotbilds einer Umgebung eines auf einer Schiene geführten Schienenfahrzeugs, Ermitteln einer erwarteten Infrarotemission der Umgebung basierend auf einer Infrarotkarte, welche eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene vorgibt, Detektieren einer sich in der Umgebung des Schienen-

fahrzeugs befindenden Anomalie basierend auf dem Infrarotbild und der erwarteten Infrarotemission.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, ein System zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie, ein Verfahren und ein System zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge, ein Schienenfahrzeug, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium.

FIG 1



EP 4 339 068 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie, eine Vorrichtung, ein System zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie, ein Verfahren zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge, ein System zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge, ein Schienenfahrzeug, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium.

[0002] Für einen hochautomatischen und/oder vollautomatischen Zugbetrieb in nicht abgeschlossenen Umgebungen ist eine automatische Objekterkennung und Klassifizierung von Vorteil. Bei Erkennen eines möglichen Hindernisses kann so z.B. gegebenenfalls ein automatisches Bremsen des Schienenfahrzeugs ausgelöst werden.

[0003] Basis hierfür ist insbesondere, dass die Objekterkennung sowohl in Echtzeit als auch mit ausgesprochen hoher Detektionsgüte durchgeführt wird. Hierbei ist es vorteilhaft, zum Beispiel sogenannte Fehlalarme, also falsch positive, weitgehend auszuschließen, um unnötige Störungen des Betriebs des Schienenfahrzeugs zu vermeiden.

[0004] Eine Objekterkennung und Klassifizierung wird zum Beispiel mit Algorithmen zur Bild- und Lidarverarbeitung gelöst. Verwendet werden können zum Beispiel neuronale Netze, die für die jeweilige Einsatzumgebung trainiert werden. Diese neuronalen Netze verwenden die aufgenommenen Bilddaten und erkennen aus den Pixeln Objekte. Um eine hohe Detektionsgüte zu erreichen, müssen hierbei große Datenmengen in relativ aufwändigen neuronalen Netzen verarbeitet werden.

[0005] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist darin zu sehen, ein Konzept zum effizienten Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie bereitzustellen.

[0006] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist auch darin zu sehen, ein Konzept zum effizienten Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgaben werden jeweils durch die entsprechenden Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0008] Nach einem ersten Aspekt wird ein Verfahren zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen eines Infrarotbilds einer Umgebung eines auf einer Schiene geführten Schienenfahrzeugs,
Ermitteln einer erwarteten Infrarotemission der Um-

gebung basierend auf einer Infrarotkarte, welche eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene vorgibt,

Detektieren einer sich in der Umgebung des Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie basierend auf dem Infrarotbild und der erwarteten Infrarotemission.

[0009] Nach einem zweiten Aspekt wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach dem ersten Aspekt auszuführen.

[0010] Nach einem dritten Aspekt wird ein System zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie bereitgestellt, umfassend:

die Vorrichtung nach dem zweiten Aspekt, und eine Infrarotkamera, insbesondere mehrere Infrarotkameras, welche eingerichtet ist, ein Infrarotbild einer Umgebung des Schienenfahrzeugs aufzunehmen und an die Vorrichtung zu senden.

[0011] Nach einem vierten Aspekt wird ein Verfahren zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge bereitgestellt, umfassend die folgenden Schritte:

Vermessen einer Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs, wobei das Vermessen ein Aufnehmen von mehreren Infrarotbildern der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs umfasst,

Erstellen einer Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

[0012] Nach einem fünften Aspekt wird ein System zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge bereitgestellt, umfassend:

eine Vermessungseinrichtung, welche eingerichtet ist, eine Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs zu vermessen, wobei die Vermessungseinrichtung eine Infrarotkamera umfasst, welche eingerichtet ist, zum Vermessen der Umgebung mehrere Infrarotbilder der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs aufzunehmen, und eine Erstellungseinrichtung, welche eingerichtet ist, eine Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessenen zu erstellen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

[0013] Nach einem sechsten Aspekt wird ein Schienenfahrzeug bereitgestellt, welches die Vorrichtung nach dem zweiten Aspekt oder das System nach dem dritten Aspekt und/oder das System nach dem fünften Aspekt umfasst.

[0014] Nach einem siebten Aspekt wird ein Computerprogramm bereitgestellt, welches Befehle umfasst, die bei Ausführen des Computerprogramms durch einen Computer, beispielsweise durch die Vorrichtung nach dem zweiten Aspekt und/oder durch das System nach dem dritten Aspekt und/oder durch das System nach dem fünften Aspekt, diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt und/oder gemäß dem vierten Aspekt auszuführen.

[0015] Nach einem achten Aspekt wird ein maschinenlesbares Speichermedium bereitgestellt, auf dem das Computerprogramm nach dem siebten Aspekt gespeichert ist.

[0016] Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis und schließt diese mit ein, dass eine Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge erstellt und für das Detektieren einer Anomalie in einer Umgebung einer Schiene verwendet wird, wobei diese Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt. Diese Infrarotkarte wird im laufenden Betrieb des Schienenfahrzeugs, also wenn dieses die eine Schiene abfährt, verwendet, um in einem aktuellen Wärmebild der Umgebung der Schiene eine oder mehrere Anomalien zu detektieren, also zu erkennen.

[0017] Dies bedeutet, dass die Infrarotkarte der Umgebung der Schiene ein infrarotspezifisches Wissen über die Umgebung angibt oder vorgibt, wobei dieses Wissen für eine Auswertung des Infrarotbilds verwendet wird.

[0018] Die Infrarotkarte gibt somit insbesondere eine Erwartung an oder gibt eine Erwartungshaltung vor, was infrarotspezifisch in der Umgebung der Schiene zu erwarten ist. Diese Erwartungshaltung kann zum Beispiel mit der realen Messung, also mit dem aktuellen Infrarotbild, verglichen werden, um eine Anomalie zu detektieren.

[0019] Somit kann in vorteilhafter Weise eine hohe Detektionsgüte bei insbesondere niedrigen Fehlalarmen, sogenannten falsch positiven, erreicht werden hinsichtlich einer Detektion einer Anomalie in einer Umgebung des Schienenfahrzeugs.

[0020] Dadurch, dass die Infrarotkarte basierend auf Infrarotbildern erstellt wird, welche von der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs aufgenommen werden, kann die Infrarotkarte effizient erstellt werden. Denn so können zum Beispiel mehr Infrarotbilder in einer vorbestimmten Zeit aufgenommen werden verglichen mit dem Fall, in welchem die Schiene zu Fuß abgelaufen wird und während des Ablaufens Infrarotbilder aufgenommen werden.

[0021] Weiter kann dadurch, dass die Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs vermessen wird, effizient der Sichtbereich des Schienenfahrzeugs mittels der Infrarotkamera aufgenommen wer-

den. Dieser Sichtbereich des Schienenfahrzeugs wird in etwa oder im Wesentlichen auch dem Sichtbereich des Schienenfahrzeugs entsprechen, welches zu einem späteren Zeitpunkt die Schiene nochmals abfahren wird, wobei bei dieser Fahrt die zuvor erstellte Infrarotkarte verwendet wird, um in der Umgebung des Schienenfahrzeugs eine Anomalie zu detektieren. Somit können die entsprechenden Sichtbereiche in etwas übereinstimmen, was eine effiziente Anomaliedetektion einfacher gestaltet.

[0022] Eine Anomalie bezeichnet insbesondere ein Ereignis, welches von einem Erwarteten abweicht. Das Erwartete wird zum Beispiel basierend auf der Infrarotkarte ermittelt. Zum Beispiel gibt die Infrarotkarte das Erwartete an. Das Erwartete umfasst zum Beispiel ein Infrarotreferenzverhalten der Umgebung. Das Erwartete umfasst zum Beispiel eine erwartete Infrarotemission der Umgebung.

[0023] Dies bedeutet insbesondere, dass eine Anomalie zum Beispiel eine Abweichung von einer erwarteten Infrarotemission der Umgebung ist.

[0024] Der Grund einer Anomalie kann zum Beispiel ein Objekt in der Umgebung der Schiene sein, welches zum Beispiel nicht in der Infrarotkarte verzeichnet ist. Ein solches Objekt, welches nicht in der Infrarotkarte verzeichnet ist, ist zum Beispiel eines der folgenden Objekte: Person, Tier, Person im oder am Gleis, Tier im oder am Gleis, ein anderes Schienenfahrzeug, ein Kraftfahrzeug, beispielsweise ein Personenkraftwagen, ein Kraftfahrzeug, beispielsweise ein Personenkraftwagen, an einem Bahnübergang, ein Baum, ein auf dem Gleis liegender, beispielsweise umgefallener, Baum, ein Mast, ein auf dem Gleis liegender, beispielsweise umgefallener, Mast.

[0025] Der Grund einer Anomalie kann zum Beispiel ein Bereich in der Umgebung des Schienenfahrzeugs sein, welcher kritisch für das Schienenfahrzeug sein kann. Ein solcher Bereich ist zum Beispiel oder umfasst zum Beispiel einen Bereich mit Feuer und/oder einen Bereich mit Überschwemmung und/oder einen Bereich mit Geröll, insbesondere Geröll von einer Hangabbruchung.

[0026] Ein Schienenfahrzeug bezeichnet insbesondere ein Fahrzeug, welches auf einer oder mehreren Schienen fahren kann. Bei mehreren Schienen bilden diese zum Beispiel ein Gleis, auf welchem das Schienenfahrzeug fahren kann. Dies bedeutet zum Beispiel, dass bei der Formulierung "Schiene" stets mehrere Schienen und/oder ein Gleis und umgekehrt mitgelesen werden soll.

[0027] Ein Schienenfahrzeug ist zum Beispiel eines der folgenden Schienenfahrzeuge: Lokomotive, Triebzug, Güterwagen, Reisezugwagen, Sonderfahrzeug, beispielsweise Bahndienstfahrzeug.

[0028] Ein Schienenfahrzeug ist zum Beispiel ein Schienenfahrzeug, welches eingerichtet ist, automatisiert betrieben zu werden, insbesondere gemäß einem der Automatisierungsgrade GQA1 bis GOA4. "GOA"

steht für "Grade of Automation". Das hier beschriebene Konzept kann somit zum Beispiel während eines assistierten oder eines fahrerlosen Zugbetriebs des Schienenfahrzeugs angewandt oder durchgeführt werden.

[0029] Die Begriffe "Infrarot" und "Wärme" können synonym verwendet werden.

[0030] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass das Infrarotbild und die erwartete Infrarotemission der Umgebung miteinander verglichen werden, um einen Unterschied zu erkennen, wobei die Anomalie basierend auf einem erkannten Unterschied detektiert wird.

[0031] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Anomalie effizient detektiert werden kann.

[0032] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass bei einem erkannten Unterschied zumindest ein eine Geometrie des erkannten Unterschieds beschreibender, geometrischer Parameter des erkannten Unterschieds ermittelt wird, wobei die Anomalie abhängig von dem zumindest einen geometrischen Parameter detektiert wird.

[0033] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Anomalie effizient detektiert werden kann.

[0034] Zum Beispiel ist vorgesehen, dass eine Anomalie dann detektiert wird, wenn zum Beispiel der ermittelte zumindest eine geometrische Parameter größer oder größer gleich oder kleiner oder kleiner gleich einem vorbestimmten Parameterschwellwert ist. Dies bedeutet zum Beispiel, dass bei Wahl eines geeigneten Parameterschwellwerts Tiere effizient von Menschen unterschieden werden können.

[0035] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass der ermittelte zumindest eine geometrische Parameter dahingehend plausibilisiert wird, ob dieser zu einem Lebewesen und/oder zu einer Herde von Lebewesen und/oder zu einem für das Schienenfahrzeug kritischen Bereich der Umgebung, insbesondere Bereich mit Feuer, Überschwemmung oder Geröll, insbesondere Geröll von einer Hangabrtschung, passen kann, wobei die Anomalie abhängig von einem Ergebnis des Plausibilisierens detektiert wird.

[0036] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Anomalie effizient detektiert werden kann. Somit können zum Beispiel in effizienter Weise eine unnötig hohe Anzahl von Fehllarmen vermieden werden.

[0037] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass der ermittelte zumindest eine geometrische Parameter jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von geometrischen Parametern ist: Länge, Höhe, Breite, Form und Muster.

[0038] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass besonders geeignete geometrische Parameter verwendet werden können.

[0039] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung ermittelt wird, wobei die erwartete Wärmeemission basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung ermittelt wird.

[0040] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die erwartete Wärmeemission effizient ermittelt werden kann.

[0041] Zum Beispiel ist vorgesehen, dass die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung basierend auf dem Infrarotbild ermittelt wird.

[0042] Zum Beispiel ist vorgesehen, dass die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung basierend auf einer Messung durch einen Umgebungssensor ermittelt wird. Ein solcher Umgebungssensor ist beispielsweise einer folgenden Sensoren: Temperatursensor, Feuchtigkeitssensor, Drucksensor.

[0043] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung eine Infrarotkarte aus einer Vielzahl von Infrarotkarten ausgewählt wird, welche jeweils eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene bei jeweils zumindest einer unterschiedlichen Umgebungsbedingung vorgeben, wobei für das Ermitteln der erwarteten Infrarotemission die ausgewählte Infrarotkarte verwendet wird.

[0044] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die erwartete Infrarotemission effizient ermittelt werden kann. So weisen Objekte in einer Umgebung einer Schiene bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen unterschiedliche Wärmeemissionsverhalten auf. Dies bedeutet, dass zum Beispiel ein Objekt in der Umgebung der Schiene bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen ein unterschiedliches Infrarotemissionsverhalten aufweisen kann. Bei hohen Temperaturen und/oder starker Sonnenstrahlung weist zum Beispiel ein Objekt eine höhere Infrarotemission auf verglichen mit dem Fall, gemäß welchem kleinere Temperaturen und/oder eine geringere Sonnenstrahlung vorliegen. Dieser Umstand kann insbesondere dadurch berücksichtigt werden, dass bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen die Umgebung der Schiene jeweils vermessen wird, sodass entsprechend mehrere Infrarotkarten erstellt werden. Somit kann im laufenden Betrieb des Schienenfahrzeugs die am besten für die aktuelle Umgebungsbedingung passende Infrarotkarte ausgewählt und für das Ermitteln der erwarteten Infrarotemission verwendet werden.

[0045] Weiterhin kann zum Beispiel ein funktionaler Zusammenhang zwischen den gemessenen Infrarotemissionen eines Objekts oder Bereichs in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen in der Infrarotkarte ermittelt werden, so dass diesen gemessenen Infrarotemissionen zum Beispiel eine erwartete Infrarotemission aus einer oder mehreren Infrarotkarten interpoliert und/oder extrapoliert werden kann.

[0046] Alternativ oder zusätzlich und insbesondere gleichwertig dazu kann zum Beispiel der erwartete Un-

terschied gemäß der Ausführungsform, gemäß welcher das Infrarotbild und die erwartete Infrarotemission der Umgebung miteinander verglichen werden, um einen Unterschied zu erkennen, wobei die Anomalie basierend auf einem erkannten Unterschied detektiert wird, für die aktuelle Umgebungsbedingungen ermittelt werden.

[0047] Zum Beispiel kann die Interpolation und/oder Extrapolation durch eine lineare Funktion durchgeführt werden.

[0048] Sollte jedoch ein funktionaler Zusammenhang bekannt sein, wird zum Beispiel diese Funktion (funktionaler Zusammenhang) genutzt und/oder wird zum Beispiel eine Approximation dieser Funktion (z.B. Polynomapproximation) verwendet. Dieser funktionale Zusammenhang kann zum Beispiel in Referenzszenarien mithilfe von zusätzlicher externer Referenzmesstechnik (englisches Stichwort: "Ground truth", auf Deutsch "Bodenwirklichkeit" oder "Feldvergleich") ermittelt werden.

[0049] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Umgebungsbedingungen ist: Temperatur, Wetter, Sonnenstand, Uhrzeit, Datum, Jahreszeit, Helligkeit.

[0050] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass besonders geeignete Umgebungsbedingungen verwendet werden können.

[0051] Die Umgebungsbedingung kann zum Beispiel basierend auf dem Infrarotbild ermittelt werden.

[0052] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass ein oder mehrere statistische Merkmale aus dem Infrarotbild ermittelt werden. Ein statistisches Merkmal ist zum Beispiel eines der folgenden Merkmale: Mittelwert eines wärmeinduzierten Rauschens, eine Streuung als Maß für wärmeinduziertes Rauschen. Zum Beispiel ist vorgesehen, dass basierend auf dem ermittelten Merkmal oder den ermittelten Merkmalen eine Infrarotkarte aus einer Vielzahl von Infrarotkarten ausgewählt wird, welche jeweils eine unterschiedliche Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene vorgeben, wobei für das Ermitteln der erwarteten Infrarotemission die ausgewählte Infrarotkarte verwendet wird. Es wird zum Beispiel diejenige Infrarotkarte ausgewählt, welche zum ermittelten Merkmal oder zu den ermittelten Merkmalen die entsprechenden ähnlichsten statistischen Merkmale aufweist.

[0053] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass die Infrarotkarte zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information über zumindest ein in der Umgebung der Schiene vorhandenes, insbesondere verbautes, Objekt umfasst, wobei die erwartete Infrarotemission basierend der zumindest einen Infrarotemissions-relevanten Information ermittelt wird.

[0054] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die erwartete Infrarotemission effizient ermittelt werden kann.

[0055] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach

dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass die zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Infrarotemissions-relevanten Informationen ist: Material des Objekts, Wärmekoeffizient des Objekts, Abmessung, insbesondere Höhe, Länge, Breite, des Objekts, Masse des Objekts, Größe der Oberfläche des Objekts, Volumen des Objekts, Position, Lage, bei einem aktiv Infrarotstrahlung emittieren könnendes Objekt, zeitliche Information über Zeit und/oder Dauer der durch das Objekt aktiv emittierten Infrarotstrahlung, bei einem eine technische Anlage seiendes Objekt zeitliche Information über eine Aktivität der technischen Anlage.

[0056] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass besonders geeignete Infrarotemissions-relevante Informationen verwendet werden können.

[0057] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem vierten Aspekt ist vorgesehen, dass während des Vermessens zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung ermittelt wird, wobei die Infrarotkarte basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung erstellt wird.

[0058] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Infrarotkarte effizient erstellt werden kann. Insbesondere kann so zu einem späteren Zeitpunkt bei der Verwendung der Infrarotkarte zwecks Detektieren einer Anomalie die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung, welche damals ermittelt wurde, verwendet werden, um die erwartete Infrarotemission zu ermitteln.

[0059] Zum Beispiel ist vorgesehen, dass die Infrarotkarte derart erstellt wird, dass diese die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung umfasst. Somit ist also insbesondere bekannt, unter welcher oder unter welchen Umgebungsbedingungen die Infrarotkarte erstellt wurde respektive die Umgebung mittels der Infrarotkamera aufgenommen wurde.

[0060] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem vierten Aspekt ist vorgesehen, dass zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information über zumindest ein in der Umgebung der Schiene vorhandenes, insbesondere verbautes, Objekt ermittelt wird, wobei die Infrarotkarte basierend auf der zumindest einen Infrarotemissions-relevanten Information erstellt wird.

[0061] Dadurch wird zum Beispiel der technische Vorteil bewirkt, dass die Infrarotkarte effizient erstellt werden kann. Diese gibt somit zum Beispiel die zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information an. Somit kann zum Beispiel diese Information zu einem späteren Zeitpunkt effizient verwendet werden, um im Verfahren nach dem ersten Aspekt die erwartete Infrarotemission effizient zu ermitteln.

[0062] Ein Erstellen der Infrarotkarte umfasst gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem vierten Aspekt ein neu-Erstellen einer Infrarotkarte und/oder ein Aktualisieren und/oder ein Ergänzen einer bereits vorhandenen Karte der Umgebung der Schiene. Die Infrarotkarte kann somit zum Beispiel eine bereits vorhande-

ne Karte umfassend Konstruktions- und/oder Vermessungsdaten, insbesondere Konstruktions- und/oder Vermessungsdaten eines Gleis, einer Schotterfläche, eines Bereichs mit Vegetation, einer Position eines aktiven Wärmestrahlers, beispielsweise Schornstein, einer Position eines Transformators und/oder einer Position eines Radars zur Gleisfreimeldung, ergänzen.

[0063] Das Infrarotbild kann zum Beispiel der vorhandenen Karte zugeordnet werden.

[0064] In einer Ausführungsform des Verfahrens zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie ist das Verfahren ein computerimplementiertes Verfahren.

[0065] In einer Ausführungsform des Verfahrens zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge ist das Verfahren ein computerimplementiertes Verfahren.

[0066] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass dieses mittels der Vorrichtung nach dem zweiten Aspekt und/oder mittels des Systems nach dem dritten Aspekt aus- oder durchgeführt wird.

[0067] In einer Ausführungsform des Systems nach dem dritten Aspekt ist vorgesehen, dass dieses eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach dem ersten Aspekt auszuführen.

[0068] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem vierten Aspekt ist vorgesehen, dass dieses mittels des Systems nach dem fünften Aspekt aus- oder durchgeführt wird.

[0069] In einer Ausführungsform des Systems nach dem fünften Aspekt ist vorgesehen, dass dieses eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach dem vierten Aspekt auszuführen.

[0070] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass die mittels des Verfahrens nach dem vierten Aspekt erstellte Infrarotkarte verwendet wird, um die erwartete Infrarotemission der Umgebung zu ermitteln.

[0071] Die hier beschriebenen Ausführungsformen und Ausführungsbeispiele können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, auch wenn dies nicht explizit beschrieben ist.

[0072] Dies bedeutet insbesondere, dass sich technische Funktionalitäten der Ausführungsformen, welche auf ein Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie gerichtet sind, sich analog aus entsprechenden technischen Funktionalitäten der Ausführungsformen ergeben, welche auf ein Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge gerichtet sind, und umgekehrt. Insbesondere ergeben sich Verfahrensmerkmale aus entsprechenden Vorrichtungsmerkmalen und/oder Systemmerkmalen und umgekehrt.

[0073] Zum Beispiel ist die Vorrichtung nach dem zweiten Aspekt programmtechnisch eingerichtet, das Computerprogramm nach dem siebten Aspekt auszuführen.

[0074] Zum Beispiel ist das System nach dem dritten

Aspekt computertechnisch eingerichtet, das Computerprogramm nach dem siebten Aspekt auszuführen.

[0075] Zum Beispiel ist das System nach dem fünften Aspekt programmtechnisch eingerichtet, das Computerprogramm nach dem siebten Aspekt auszuführen.

[0076] Die Formulierung "zumindest ein(e)" bedeutet "ein(e) oder mehrere".

[0077] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass bei Detektion einer Anomalie die detektierte Anomalie klassifiziert wird.

[0078] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass bei Detektion einer Anomalie eine Notbremsung des Schienenfahrzeugs durchgeführt wird.

[0079] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass basierend auf der Klassifizierung der detektierten Anomalie eine Notbremsung des Schienenfahrzeugs durchgeführt wird.

[0080] In einer Ausführungsform des Verfahrens werden bei Detektion einer Anomalie eine oder mehrere der folgenden Handlungsoptionen respektive Aktionen durchgeführt und/oder gesteuert: Weiterfahren, Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs verringern, Akustische Außenwarnung, Warnung des Schienenfahrzeugführers, beispielsweise des Triebfahrzeugführers, insbesondere optisch und/oder akustisch und/oder haptisch, Abbremsen des Schienenfahrzeugs.

[0081] Ein Schnellbremsung wird im Bahnbetrieb zum Beispiel nicht bei kleineren Tieren (Vögel, Hasen) etc. durchgeführt, da beim schnellen Abbremsen stehende Fahrgäste im Zug stürzen und sich verletzen könnten. Ebenso würde ein Straßenbahnfahrer bei einem PKW als Hindernis zum Beispiel nur stark bremsen, wenn dadurch Personenschäden vermieden werden könnten.

[0082] Die vorstehend genannten Aktionen respektive Handlungsoptionen hängen somit zum Beispiel von der Vermeidung insbesondere von Personenschäden und zum Beispiel von Schäden am eigenen Schienenfahrzeug ab. Bei dieser Abwägung fließt somit insbesondere die Klassifikation eines Hindernisses und/oder insbesondere dessen Größe (als Maß für dessen Masse) ein.

[0083] Das hier beschriebene Konzept basiert insbesondere auf eine Verwendung einer Infrarotkamera für eine Anomalieerkennung, insbesondere eine Hinderniserkennung. Eine Infrarotkamera bildet insbesondere Objekte (z.B. Personen) und/oder Bereiche (z.B. das Gleisbett) in der Umgebung der Schiene anhand ihres Temperaturprofils ab. Die Infrarotstrahlung kann dabei zum Beispiel durch die Objekte aktiv selbst erzeugt werden (Personen, technischen Anlagen, Wärmekonvektion durch Industrieabgase) oder zum Beispiel durch eine passive Emission der Wärme anderer Wärmestrahler (insbesondere die Sonne).

[0084] Zum Beispiel werden a-priori bekannten Informationen über die typische Wärmeemission von dedizierten Objekten und Bereichen in einer Wärmekarte abgelegt. Diese Informationen umfassen zum Beispiel: die geografische Position und/oder die räumliche Ausdeh-

nung und/oder die räumliche Verteilung von Wärmehotspots in den Objekten und/oder die Schwankungsbreite und -dynamik der Temperatur und/oder Wärmeemission und/oder zeitliche Informationen über die Aktivität von technischen Anlagen.

[0085] Mit diesem a-priori Wissen wird zum Beispiel eine Erwartungshaltung an die Messung eines Infrarotsensors der Infrarotkamera modelliert und zum Beispiel mit der realen Messung verglichen. So kann zum Beispiel eine genaue Unterscheidung zwischen lebendigen Wesen und Objekten unterstützt werden. Zum Beispiel wird die Information über die Szene vor dem Schienenfahrzeug um eine Infrarotkarte ergänzt. Unbelebte Objekte mit einer Temperatur in der Nähe der Körpertemperatur von lebendigen Wesen werden respektive sind in diese respektive dieser Infrarotkarte eingetragen. Diese „a-priori“ Informationen erlauben es zum Beispiel Fehlalarme bei einer Anomaliedetektion deutlich zu reduzieren.

[0086] Im Rahmen einer Umgebungsvermessung einer Schiene für Schienenfahrzeug wird zum Beispiel eine digitale Karte der Umgebung erstellt. Hierbei werden zum Beispiel auch Daten mit einer Wärmebildkamera, also Infrarotkamera, aufgenommen.

[0087] Zusätzlich können in die Infrarotkarte aus Konstruktionsdaten zum Beispiel Informationen über die verbauten respektive vorhandenen Objekte eingetragen werden (z.B. Lage der Gleise, des Gleisbetts, Position technischer Anlagen wie Balisen, Radar für die Gleisfreimeldung etc., verbaute Materialien, Vegetationsbereiche). Aus diesen Konstruktionsdaten kann zum Beispiel zur Laufzeit eine erwartete Wärmeemission bestimmt und mit der gemessenen Wärmeemission verglichen werden.

[0088] Die Daten werden zum Beispiel über einen menschlichen Bearbeiter und/oder einen Algorithmus analysiert und annotiert. So wird zum Beispiel eine Wärmekarte, also eine Infrarotkarte der Umgebung erzeugt oder erstellt, welche als Referenz dient. Die Annotierung kann zum Beispiel durch zusätzlich aufgezeichnete Sensordaten (z.B. Lidarsensoren, Kamerabilder) unterstützt werden.

[0089] Im Rahmen eines digitalen Horizonts wird zum Beispiel dem System nach dem dritten Aspekt, insbesondere immer genau, der Kartenbereich, der das Sichtfeld repräsentiert, zur Verfügung gestellt.

[0090] Von der Wärmebildkamera detektierte Objekte und/oder Bereiche werden zum Beispiel mit der Infrarotkarte der Umgebung verglichen.

[0091] Bei dem Vergleich der erwarteten Wärmeemission (aus zum Beispiel a-priori-Information der Infrarotkarte) und der gemessenen Wärmeemission kann zudem zum Beispiel die aktuelle Umgebungstemperatur mit einbezogen werden. Diese kann zum Beispiel aus dem Infrarotbild der Wärmekamera direkt und/oder durch zusätzliche Temperatursensoren ermittelt werden.

[0092] Der Vergleich der erwarteten und gemessenen Wärmeemission kann zum Beispiel auf Basis des Differenzbildes erfolgen.

[0093] Zum Beispiel wird die Umgebungsvermessung zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten durchgeführt, um unterschiedliche Wärmekarten zu erzeugen (z.B. vom Sonnenlicht aufgewärmte Metallstrukturen nach Einbruch der Dunkelheit). Dabei werden die Umgebungsbedingungen, z.B. Temperatur, Witterungsbedingungen, zum Beispiel mitaufgezeichnet.

[0094] Das unterschiedliche Infrarotverhalten bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen kann zum Beispiel auch im Rahmen einer Simulation den Objekten und/oder den Bereichen der Wärmekarte aufgeprägt werden.

[0095] Um Fehldetektionen auszuschließen, wird zudem die Position der Sonne, also der Sonnenstand, mitberücksichtigt.

[0096] Bei einer Nichtdetektion respektive einem nicht erwarteten Wärmeemissionsmuster bei von einer aktiven Wärmequelle einer technischen Anlage kann zum Beispiel in einem umgekehrten Anwendungsfall auf einen Defekt dieser technischen Anlage geschlossen werden.

[0097] Zum Beispiel ist vorgesehen, eine Wärmedichte im Bereich vor dem Schienenfahrzeug zu ermitteln und daraus eine oder mehrere Aktionen basierend auf der zu erwartenden Wärmedichte und der gemessenen Wärmedichte abzuleiten. Auf diese Art können zum Beispiel Tierherden gut erfasst werden und so auf eine zu erwartende Unfallschwere geschlossen werden.

[0098] Zusammenfassend ist insbesondere vorgesehen, die Auswertung von Infrarotbildern einer Wärmebildkamera basierend auf dem Wissen aus vorab erstellten Wärmekarten durchzuführen. Dieses „a-priori“ Wissen wird zum Beispiel eingesetzt um sogenannte falsch-Positive, d.h. zum Beispiel fälschlich erkannte Hindernisse, zu reduzieren. Da es sich bei den Objekten, die im Rahmen der Auswertung von Wärmebildkameras erfasst werden, häufig um lebendige Wesen handelt ist die hochgenaue Detektion von besonderer Relevanz.

[0099] In einer Ausführungsform sind mehrere Infrarotkameras vorgesehen. Ausführungen, die im Zusammenhang mit einer Infrarotkamera gemacht sind, gelten analog für mehrere Infrarotkameras und umgekehrt.

[0100] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden, wobei

FIG 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie,

FIG 2 eine Vorrichtung,

FIG 3 ein System zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden

Anomalie,

FIG 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge,

FIG 5 ein System zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge,

FIG 6 ein Schienenfahrzeug und

FIG 7 ein maschinenlesbares Speichermedium zeigen.

[0101] FIG 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen 101 eines Infrarotbilds einer Umgebung eines auf einer Schiene geführten Schienenfahrzeugs,

Ermitteln 103 einer erwarteten Infrarotemission der Umgebung basierend auf einer Infrarotkarte, welche eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene vorgibt,

Detektieren 105 einer sich in der Umgebung des Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie basierend auf dem Infrarotbild und der erwarteten Infrarotemission.

[0102] FIG 2 zeigt eine Vorrichtung 201, die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie auszuführen.

[0103] Die Vorrichtung 201 umfasst einen Eingang 203, welcher eingerichtet ist, das Infrarotbild zu empfangen. Die Vorrichtung 201 umfasst weiter eine Prozessoreinrichtung 205, welche eingerichtet ist, die erwartete Infrarotemission der Umgebung basierend auf der Infrarotkarte zu ermitteln. Zum Beispiel umfasst die Prozessoreinrichtung 205 eine oder mehrere Prozessoren. Zum Beispiel ist die Prozessoreinrichtung 205 von einem Computer umfasst. Die Prozessoreinrichtung 205 ist eingerichtet, eine sich in der Umgebung des Schienenfahrzeugs befindende Anomalie basierend auf dem Infrarotbild und erwarteten Infrarotemission zu detektieren. Die Vorrichtung 201 umfasst einen Ausgang 207, welcher eingerichtet ist, ein Detektionsergebnis auszugeben. Das Detektionsergebnis gibt zum Beispiel an, dass eine Anomalie oder keine Anomalie in der Umgebung des Schienenfahrzeugs entdeckt wurde.

[0104] Basierend auf dem ausgegebenen Detektionsergebnis ist zum Beispiel vorgesehen, dass das Schienenfahrzeug betrieben wird, insbesondere gesteuert wird.

[0105] FIG 3 zeigt ein System 301 zum Detektieren

einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs befindenden Anomalie.

[0106] Das System 301 umfasst die Vorrichtung 201 der FIG 2, wobei der Übersicht halber lediglich das Viereck mit dem Bezugszeichen 201 als Platzhalter für die weiteren Elemente gezeichnet ist. Das System 301 umfasst eine Infrarotkamera 303, welche eingerichtet ist, ein Infrarotbild einer Umgebung des Schienenfahrzeugs aufzunehmen und an die Vorrichtung 201 zu senden. Das aufgenommene Infrarotbild wird mittels des Eingangs 203 empfangen.

[0107] Der Eingang 203 ist zum Beispiel eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise eine drahtlose oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle. Eine Kommunikationsschnittstelle ist zum Beispiel eine WLAN-Kommunikationsschnittstelle oder eine Ethernet-Kommunikationsschnittstelle.

[0108] FIG 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge, umfassend die folgenden Schritte:

Vermessen 401 einer Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs, wobei das Vermessen ein Aufnehmen 403 von mehreren Infrarotbildern der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs umfasst,

Erstellen 405 einer Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

[0109] In einer Ausführungsform des Verfahrens nach dem ersten Aspekt ist vorgesehen, dass die mittels des Verfahrens nach dem vierten Aspekt erstellte Infrarotkarte verwendet wird, um die erwartete Infrarotemission der Umgebung zu ermitteln.

[0110] FIG 5 zeigt ein System 501 zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge, das System 501 umfassend:

eine Vermessungseinrichtung 503, welche eingerichtet ist, eine Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs zu vermessen, wobei die Vermessungseinrichtung eine Infrarotkamera 505 umfasst, welche eingerichtet ist, zum Vermessen der Umgebung mehrere Infrarotbilder der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs aufzunehmen, und

eine Erstellungseinrichtung 507, welche eingerichtet ist, eine Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessenen zu erstellen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

[0111] FIG 6 zeigt ein Schienenfahrzeug 601. Das

Schienenfahrzeug 601 umfasst zum Beispiel die Vorrichtung 201 oder das System 301 der FIG 3 und/oder das System 501 der FIG 5.

[0112] Um anzuzeigen, dass die Vorrichtung 201, das System 301 und das System 501 jeweils für sich optional sein können, sind die grafischen Elemente gestrichelt dargestellt. Weiter wurden die entsprechenden Vierecke der Vorrichtung 201, des Systems 301 und des Systems 501 als Platzhalter für die weiteren Elemente oder Komponenten der Vorrichtung 201, des Systems 301 und des Systems 501 verwendet. Dies bedeutet zum Beispiel, dass das Schienenfahrzeug 601 nur die Vorrichtung 201 oder nur das System 301 oder nur das System 501 umfassen kann. Zum Beispiel kann das Schienenfahrzeug 601 sowohl das System 301 als auch das System 501 umfassen.

[0113] FIG 7 zeigt ein maschinenlesbares Speichermedium 701, auf dem Computerprogramm 703 gespeichert ist. Das Computerprogramm 703 umfasst Befehle, die bei Ausführung des Computerprogramms 703 durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt und/oder gemäß dem vierten Aspekt auszuführen.

[0114] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs (601) befindenden Anomalie, umfassend die folgenden Schritte:

Empfangen (101) eines Infrarotbilds einer Umgebung eines auf einer Schiene geführten Schienenfahrzeugs (601),
Ermitteln (103) einer erwarteten Infrarotemission der Umgebung basierend auf einer Infrarotkarte, welche eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene vorgibt,
Detektieren (105) einer sich in der Umgebung des Schienenfahrzeugs (601) befindenden Anomalie basierend auf dem Infrarotbild und der erwarteten Infrarotemission.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Infrarotbild und die erwartete Infrarotemission der Umgebung miteinander verglichen werden, um einen Unterschied zu erkennen, wobei die Anomalie basierend auf einem erkannten Unterschied detektiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei bei einem erkannten Unterschied zumindest ein Element der Geometrie des erkannten Unterschieds beschreibender, geo-

metrischer Parameter des erkannten Unterschieds ermittelt wird, wobei die Anomalie abhängig von dem zumindest einen geometrischen Parameter detektiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der ermittelte zumindest eine geometrische Parameter dahingehend plausibilisiert wird, ob dieser zu einem Lebewesen und/oder zu einer Herde von Lebewesen und/oder zu einem für das Schienenfahrzeug (601) kritischen Bereich der Umgebung, insbesondere Bereich mit Feuer, Überschwemmung oder Geröll von einer Hangabtruschung, passen kann, wobei die Anomalie abhängig von einem Ergebnis des Plausibilisierens detektiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei der ermittelte zumindest eine geometrische Parameter jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von geometrischen Parametern ist: Länge, Höhe, Breite, Form und Muster.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung ermittelt wird, wobei die erwartete Wärmeemission basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung eine Infrarotkarte aus einer Vielzahl von Infrarotkarten ausgewählt wird, welche jeweils eine Infrarotreferenz für eine Umgebung der Schiene bei jeweils zumindest einer unterschiedlichen Umgebungsbedingung vorgeben, wobei für das Ermitteln der erwarteten Infrarotemission die ausgewählte Infrarotkarte verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei die zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Umgebungsbedingungen ist:
Temperatur, Wetter, Sonnenstand, Uhrzeit, Datum, Jahreszeit, Helligkeit.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Infrarotkarte zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information über zumindest ein in der Umgebung der Schiene vorhandenes, insbesondere verbautes, Objekt umfasst, wobei die erwartete Infrarotemission basierend der zumindest einen Infrarotemissions-relevanten Information ermittelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information jeweils ein Element ausgewählt aus der folgenden Gruppe von Infrarotemissions-relevanten Informationen ist:

Material des Objekts, Wärmekoeffizient des Objekts, Abmessung, insbesondere Höhe, Länge, Breite, des Objekts, Masse des Objekts, Größe der Oberfläche des Objekts, Volumen des Objekts, Position, Lage, bei einem aktiv Infrarotstrahlung emittieren können-
des Objekt, zeitliche Information über Zeit und/oder
Dauer der durch das Objekt aktiv emittierten Infrarotstrahlung, bei einem eine technische Anlage sei-
endes Objekt zeitliche Information über eine Aktivität
der technischen Anlage.

11. Vorrichtung (201), die eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.

12. System (301) zum Detektieren einer sich in einer Umgebung eines Schienenfahrzeugs (601) befindenden Anomalie, umfassend:

die Vorrichtung nach Anspruch 11, und eine Infrarotkamera (303), welche eingerichtet ist, ein Infrarotbild einer Umgebung des Schienenfahrzeugs (601) aufzunehmen und an die Vorrichtung zu senden.

13. Verfahren zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge (601), umfassend die folgenden Schritte:

Vermessen (401) einer Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs (601), wobei das Vermessen ein Aufnehmen (403) von mehreren Infrarotbildern der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs (601) umfasst,
Erstellen (405) einer Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei während des Vermessens zumindest eine aktuelle Umgebungsbedingung ermittelt wird, wobei die Infrarotkarte basierend auf der zumindest einen aktuellen Umgebungsbedingung erstellt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei zumindest eine Infrarotemissions-relevante Information über zumindest ein in der Umgebung der Schiene vorhandenes, insbesondere verbautes, Objekt ermittelt wird, wobei die Infrarotkarte basierend auf der zumindest einen Infrarotemissions-relevante Information erstellt wird.

16. System zum Erstellen einer Infrarotkarte einer Umgebung einer Schiene für Schienenfahrzeuge (601),

umfassend:

eine Vermessungseinrichtung (503), welche eingerichtet ist, eine Umgebung einer Schiene während einer Fahrt eines auf der Schiene geführten Schienenfahrzeugs (601) zu vermessen, wobei die Vermessungseinrichtung eine Infrarotkamera (505) umfasst, welche eingerichtet ist, zum Vermessen der Umgebung mehrere Infrarotbilder der Umgebung der Schiene während der Fahrt des Schienenfahrzeugs (601) aufzunehmen, und eine Erstellungseinrichtung (507), welche eingerichtet ist, eine Infrarotkarte der Umgebung der Schiene basierend auf dem Vermessenen zu erstellen derart, dass die erstellte Infrarotkarte eine Infrarotreferenz für die Umgebung der Schiene vorgibt.

17. Schienenfahrzeug (601), umfassend die Vorrichtung nach Anspruch 11 oder das System nach Anspruch 12 und/oder das System nach Anspruch 16.

18. Computerprogramm (703), umfassend Befehle, die bei Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 und/oder 13 bis 15 auszuführen.

19. Maschinenlesbares Speichermedium (701), auf dem das Computerprogramm (703) nach Anspruch 18 gespeichert ist.

FIG 1

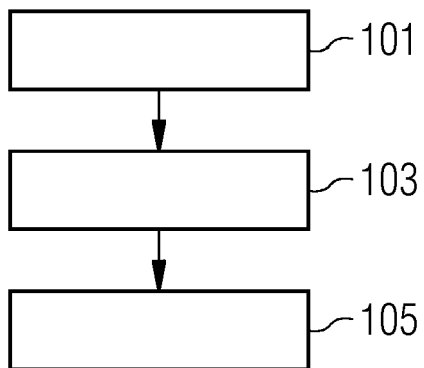


FIG 2

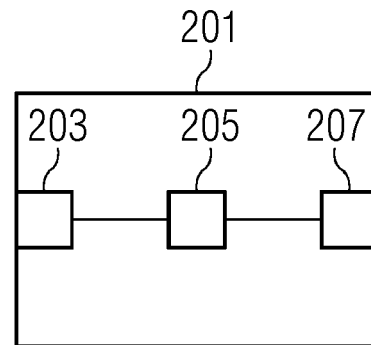


FIG 3

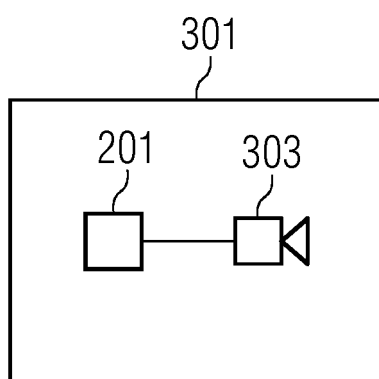


FIG 4

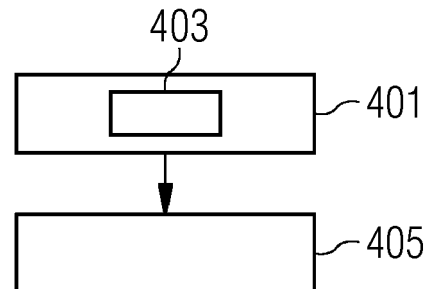


FIG 5

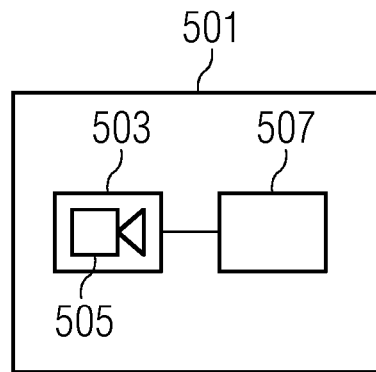


FIG 6

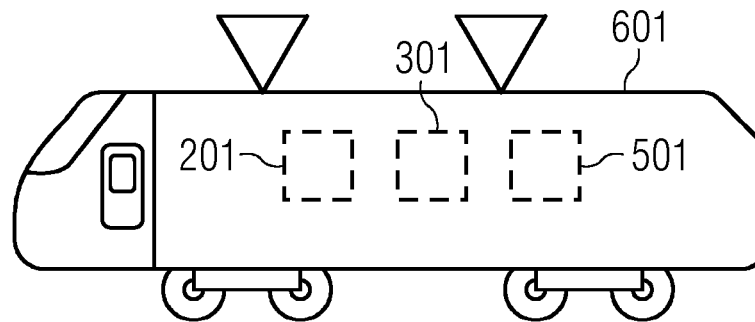


FIG 7

