

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6697797号
(P6697797)

(45) 発行日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年4月30日 (2020.4.30)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T 7/00 3 0 0 E
B 6 1 K 9/08 (2006.01)	B 6 1 K 9/08
G 0 8 G 1/00 (2006.01)	G 0 8 G 1/00 X
B 6 1 L 25/06 (2006.01)	B 6 1 L 25/06 A
B 6 1 L 23/04 (2006.01)	B 6 1 L 23/04

請求項の数 15 外国語出願 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2015-173383 (P2015-173383)	(73) 特許権者	519123825
(22) 出願日	平成27年9月3日 (2015.9.3)		トランスポーターション アイビー ホールディングス, エルエルシー
(65) 公開番号	特開2016-58086 (P2016-58086A)		アメリカ合衆国 06851 コネチカット州, ノーウォーク, メイン アヴェニュー 901
(43) 公開日	平成28年4月21日 (2016.4.21)	(74) 代理人	100082072
審査請求日	平成30年8月22日 (2018.8.22)		弁理士 清原 義博
(31) 優先権主張番号	14/479, 847	(72) 発明者	ニディ・ナイトニ
(32) 優先日	平成26年9月8日 (2014.9.8)		インド、カルナータカ・560066、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディビレッジ、フェーズ-2、イー・ピー・アイ・ピー、122、ジーイー・インディア・テクノロジー・センター・プライベート・リミテッド
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学経路調査システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の車両（102、1602）に搭載されるカメラ（106、1606）の視界（108、110）の画像データを、前記第1の車両（102、1602）が第1の経路（120、602、604）に沿って移動するにつれて取得するステップと、

前記第1の車両（102、1602）に搭載された前記画像データを自動的に調査して、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するステップと

第1の経路（120、602、604）の区分を、

増加傾向（1208）並びに前記増加傾向（1208）に続く減少傾向（1210）、又は

前記減少傾向（1210）並びに前記減少傾向（1210）に続く前記増加傾向（1208）

の1つ以上を示す標準軌間距離（500、1200、1300）の1つ以上の変化に応じて損傷したと識別するステップを備える、方法であって、

前記線路の区分の損傷ルールを有するとして識別するステップは、前記標準軌間距離（500、1200、1300）における第1の傾向と、前記第1の傾向に続く前記標準軌間距離（500、1200、1300）における逆の第2の傾向とを識別するステップを含んでなることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記第1の経路（120、602、604）の前記区分は、第1の指定時間若しくは第

1の指定距離(1206)の少なくとも1つ以上にわたって生じた前記増加傾向(1208)及び第2の指定時間若しくは第2の指定距離(1212)の少なくとも1つ以上にわたって生じた前記減少傾向(1210)に応じて、損傷していると識別される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第1の経路(120、602、604)の前記区分は、外側指定時間制限若しくは外側指定距離制限(1214)の少なくとも一方内である、前記第1の指定時間若しくは距離(1206)の前記1つ以上及び前記第2の指定時間若しくは距離(1212)の前記1つ以上に応じて、損傷していると識別される、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記指定物体は、標識(1704)であり、

前記標識(1704)の位置(1802)を判断するステップと、

前記画像データを自動的に調査して、前記標識(1704)に表示された情報(1804)を判断するステップとを更に備える、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記標識(1704)の前記位置(1802)及び前記標識(1704)に表示された前記情報(1804)を、前記第1の車両(102、1602)又は1つ以上の第2の車両(102、1602)の少なくとも一方によって使用し、前記第1の車両(102、1602)又は前記1つ以上の第2の車両(102、1602)の前記少なくとも一方の動作を自動的に制御するよう構成されるメモリ構造(1800)に格納するステップを更に備える、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記指定物体は、線路沿いの設備であり、前記画像データを自動的に調査するステップは、前記画像データの少なくとも一部に基づいて、前記線路沿いの設備が損傷している、紛失している、又は誤作動している状態の1つ以上であると判断するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記指定物体は、前記第1の車両(102、1602)が走行する前記第1の経路(120、602、604)と第2の経路(120、602、604)との間の交差部(600、2002)に位置する安全設備(2006)であり、前記画像データを自動的に調査するステップは、前記安全設備(2006)のゲートが前記第2の経路(120、602、604)に沿った前記交差部(600、2002)を通る1台以上の第2の車両(102、1602)の動きを遮断するために動かなかったこと、又は前記安全設備(2006)の光信号が作動しないこと、又は前記安全設備(2006)の標識(1704)が紛失したか損傷したかの少なくとも一方であることの1つ以上であると判断するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

第1の車両(102、1602)に、前記第1の車両(102、1602)が第1の経路(1620、2004)に沿って移動するように配置されるよう構成される1つ以上の画像解析プロセッサ(116、1616)を備え、前記1つ以上の画像解析プロセッサ(116、1616)はまた、前記第1の車両(102、1602)に搭載されるカメラ(106、1606)の視界の画像データ(1700)を取得し、前記第1の車両(102、1602)上で前記画像データ(1700)を自動的に調査して、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するよう構成され、

前記1つ以上の画像解析プロセッサ(116、1616)は、

増加傾向(1408)並びに前記増加傾向(1408)の後の減少傾向(1410)、又は

前記減少傾向(1410)並びに前記減少傾向(1410)の後の前記増加傾向(1408)

の1つ以上を示す標準軌間距離(500、1200、1300)の1つ以上の変化に応

10

20

30

40

50

じて、前記標準軌間距離（５００、１２００、１３００）における第１の傾向と、前記第１の傾向に続く前記標準軌間距離（５００、１２００、１３００）における逆の第２の傾向とを識別することによって前記第１の経路（１６２０、２００４）の区分が損傷していると識別するよう構成される、システム。

【請求項９】

前記１つ以上の画像解析プロセッサ（１１６、１６１６）は、前記第１の経路（１６２０、２００４）の前記区分が、第１の指定時間若しくは第１の指定距離（１２０６）の少なくとも１つ以上にわたって生じた前記増加傾向（１４０８）及び第２の指定時間若しくは第２の指定距離（１２１２）の少なくとも１つ以上にわたって生じた前記減少傾向（１４１０）に応じて、損傷していると識別するよう構成される、請求項８に記載のシステム。

10

【請求項１０】

前記１つ以上の画像解析プロセッサ（１１６、１６１６）は、前記第１の経路（１６２０、２００４）の区分が、外側指定時間制限若しくは外側指定距離制限（１２１４）の少なくとも一方内である、前記第１の指定時間若しくは距離（１２０６）の１つ以上及び前記第２の指定時間若しくは距離（１２１２）の１つ以上に応じて、損傷していると識別するよう構成される、請求項９に記載のシステム。

【請求項１１】

前記指定物体は、標識（１７０４）であり、前記１つ以上の画像解析プロセッサ（１１６、１６１６）は、前記標識（１７０４）の位置（１８０２）を判断し、前記画像データ（１７００）を自動的に調査して、前記標識（１７０４）に表示された情報（１８０４）を判断し、前記標識（１７０４）の前記位置（１８０２）と、前記標識（１７０４）に表示された前記情報（１８０４）とを、前記第１の車両（１０２、１６０２）又は１つ以上の第２の車両（１０２、１６０２）の少なくとも一方によって使用して、前記第１の車両（１０２、１６０２）又は前記１つ以上の第２の車両（１０２、１６０２）の前記少なくとも一方の動作を自動的に制御するよう構成されるメモリ構造（１８００）に格納するよう構成される、請求項８に記載のシステム。

20

【請求項１２】

前記指定物体は、線路沿いの設備であり、前記１つ以上の画像解析プロセッサ（１１６、１６１６）は、前記画像データ（１７００）の少なくとも一部に基づいて、前記線路沿いの設備が損傷している、紛失している、又は誤作動している状態の１つ以上であると自動的に判断するよう構成される、請求項８に記載のシステム。

30

【請求項１３】

前記指定物体は、前記第１の車両（１０２、１６０２）が走行する前記第１の経路（１６２０、２００４）と第２の経路（１６２０、２００４）との間の交差部（６００、２００２）に位置する安全設備（２００６）であり、前記１つ以上の画像解析プロセッサ（１１６、１６１６）は、前記安全設備（２００６）のゲートが前記第２の経路（１６２０、２００４）に沿った前記交差部（６００、２００２）を通る１台以上の第２の車両（１０２、１６０２）の動きを遮断するために動かなかったこと、又は前記安全設備（２００６）の光信号が作動しないこと、又は前記安全設備（２００６）の標識（１７０４）が紛失したか損傷したかの少なくとも一方であることの１つ以上であると自動的に判断するよう構成される、請求項８に記載のシステム。

40

【請求項１４】

複数のレール（２０４）を有する線路の画像データ（１７００）を調査するステップであって、前記画像データ（１７００）が前記線路に沿って移動する車両（１０２、１６０２）に搭載されるカメラ（１０６、１６０６）から取得されるステップと、

前記画像データ（１７００）の少なくとも一部に基づいて前記線路の標準軌間距離（５００、１２００、１３００）を判断するステップと、

前記線路の前記標準軌間距離（５００、１２００、１３００）における傾向に基づいて、前記線路の区分を１つ以上の損傷レールを有するとして識別するステップであって、

50

前記線路の区分を1つ以上の損傷レールを有するとして識別するステップは、前記標準軌間距離（500、1200、1300）における第1の傾向と、前記第1の傾向に続く前記標準軌間距離（500、1200、1300）における逆の第2の傾向とを識別するステップを含む、方法。

【請求項15】

前記線路の区分を1つ以上の損傷レールを有するとして識別するステップは、前記第1の傾向及び前記第2の傾向のそれぞれが、指定時間又は指定距離（1206、1212）の少なくとも1つ以上にわたって生じることを判断するステップに応じて生じる、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する主題の実施形態は、車両が移動した経路及び／又は経路の傍らに配置された設備を調査することに関する。

【背景技術】

【0002】

車両が移動する経路は、長期間の使用により、時間とともに損傷する可能性がある。例えば、鉄道車両が移動する線路は、下にあるバラスト材、鉄道車両の左右揺動などのずれにより位置がずれる可能性がある。線路は、線路のものと配置から、わずかに曲がるか、又は移動する可能性がある。この位置ずれは、線路のレールの間の距離（すなわち、標準軌間）を変化させる、線路の湾曲を含むことができる。あるいは、この距離は同じままであることもある（例えば、両方の線路が、同じか、又はほぼ同じ分だけ湾曲する）。このことは、鉄道車両、その車両の乗客、及びその近くにいる人々並びに建物の安全性に危険を及ぼすであろう。例えば、鉄道車両の脱線の危険性は、線路がずれた場合に増加するであろう。

20

【0003】

線路を検査する一部の既知のシステム及び方法は、線路上に可視マーカを照射すること、線路がずれてしまったかどうかを判断するために、これらのマーカを光学的に監視することを含む。これらの可視マーカは、例えば、レーザー光を使用して作り出してもよい。だが、これらのシステム及び方法は、レーザー光源などの、光照射装置の形式の追加ハードウェアを必要とすることがある。この追加ハードウェアは、システムのコスト及び複雑度を高め、乗客又は貨物の搬送に使用しない専用鉄道車両を必要とすることがある。更に、これらのシステム及び方法は、典型的に、可視マーカを調査することができるように、鉄道車両が線路上をゆっくり走行することを要求する。

30

【0004】

一部の鉄道車両は、鉄道車両の前方の線路上に異物があることを鉄道車両の運転手に警告するための衝突回避システムを含む。しかしながら、これらのシステムは、搭乗運転手に映像をもたらすカメラしか含まない可能性がある。この運転手は、何らかの異物に対して映像を手動で検査し、異物が運転手により識別されると、それに応じて運転手が対応する。これらの種類のシステムは、ヒューマンエラーを起こしやすい。

40

【0005】

鉄道車両又は他の種類の車両は、ある位置にある車両の動作を止めるか、又は減速する自動安全システムに従って動作することができる。これらのシステムは、車両が走行する経路のさまざまな位置を、さまざまな速度制限と関連づけるデータベースに依存する可能性がある。車両がこれらの制限を超えて走行する場合、システムは、信号を車両に送り、車両を減速又は停止することができる。一部の既知のシステムは、データベースの生成及び／又は更新を、人間のオペレータにまかせており、そのため、エラーを引き起こす可能性がある。結果的に、システムは、正確な情報を有さない可能性があり、場所によっては、車両が制限を超えて走行することを許可してしまうであろう。このことは、安全性に対して重大なリスクを引き起こすであろう。

50

【0006】

これら及び他の種類の安全システムは、経路の交差部を通る車両の同時交差を警告及び／又は防止する交差システムを含んでもよい。例えば、鉄道車両は、自動車などの他の車両が走行する経路を横切る線路上を走行する可能性がある。安全システムは、線路と自動車が走行する経路との間の交差部に、ゲートや信号などを含むことができる。これらのシステムの一部は、停電中などの、何らかの状況で鉄道車両が交差部に近づいている場合に、他の車両を止めるか、又は警告するために、ゲートや信号などが適切に動いていない場合に、判断することができない可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0007】

【特許文献1】米国特許第8744196号明細書

【発明の概要】

【0008】

一実施形態において、（例えば、経路を調査するための）方法は、第1の車両に搭載されたカメラの視界の画像データを、第1の車両が第1の経路に沿って移動している場合に取得するステップと、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するために第1の車両上で画像データを自動的に調査するステップとを含む。

【0009】

別の実施形態において、システム（例えば、ルート調査システム）は、第1の車両が第1の経路に沿って移動する場合に第1の車両に搭載されるよう構成される、1つ以上の画像解析プロセッサを含む。1つ以上の画像解析プロセッサはまた、第1の車両上に搭載されるカメラの視界の画像データを取得し、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するために第1の車両上で画像データを自動的に調査するよう構成される。

20

【0010】

別の実施形態において、（例えば、経路を調査するための）別の方法は、複数のレールを有する線路の画像データを調査するステップを含む。画像データは、線路に沿って移動する車両に搭載されるカメラから取得することができる。本方法はまた、画像データの少なくとも一部に基づいて、線路の標準軌間距離を判断するステップと、線路の標準軌間距離における傾向に基づいて1つ以上の損傷レールを有する線路の区分を識別するステップとを含む。

30

【0011】

添付図面を参照して、本発明の特定の実施形態及びさらなる利点を以下の説明でより詳細に記述する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】一実施形態による光学経路調査システムの概略図である。

【図2】図1に示す経路の区分についてカメラが取得した画像の一例を示す図である。

【図3】図1に示す経路の画像の別の例を示す図である。

【図4】基準視覚プロファイルの別の例を示す図である。

40

【図5】一実施形態による、図2A並びに図2Bに示す画像及び図3A並びに図3Bに示す基準視覚プロファイルの視覚マッピング図を示す図である。

【図6】一実施形態による、2つ以上のルートの間で交差部の概略図である。

【図7】車両が経路に沿って移動する場合に、車両から経路を調査する方法についてのフローチャートである。

【図8】一実施形態による、図1に示すカメラの1つ以上によって取得され、互いに重ね合わされた3つの画像の重畳表示の図である。

【図9】車両が経路に沿って移動する場合に、車両から経路を調査する方法についてのフローチャートである。

【図10】一実施形態による、経路の基準視覚プロファイルを伴うカメラ取得画像の図で

50

ある。

【図 1 1】一実施形態による、経路の基準視覚プロファイルを伴う別のカメラ取得画像の図である。

【図 1 2】画像解析プロセッサによって判断される標準軌間距離の一例を示す図である。

【図 1 3】図 1 に示す画像解析プロセッサによって判断される標準軌間距離の別の例を示す図である。

【図 1 4】図 1 に示す画像解析プロセッサによって判断される標準軌間距離の別の例を示す図である。

【図 1 5 A】一実施形態による、経路への損傷を識別する方法についてのフローチャートを示す図である。

10

【図 1 5 B】一実施形態による、経路への損傷を識別する方法についてのフローチャートを示す図である。

【図 1 6】別の実施形態による光学経路調査システムの概略図である。

【図 1 7】一例による、図 1 6 に示す経路調査システムによって取得される画像データを示す図である。

【図 1 8】一実施形態による、図 1 7 の画像データで示す標識の調査及びその標識の調査の少なくとも一部に基づいて作り出されたメモリ構造の概略図である。

【図 1 9】一実施形態による、画像データから標識に示された情報を識別する方法についてのフローチャートである。

【図 2 0】一例による、交差部を表す画像データを示す図である。

20

【図 2 1】一実施形態による、画像データを使用して線路沿いの設備を調査する方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

経路調査システム及び動作の方法の実施形態を、本明細書で開示する。本システムは、経路に沿って走行している車両に搭載することができる。経路に沿って移動している間、車両に搭載されたカメラが、経路及び／又はその経路の周辺領域の画像データを取得又は生成することができる。この画像データは、車両上で調査され、対象の特徴及び／又は指定物体を識別することができる。例えば、対象の特徴は、経路の 2 つ以上の部分の間の、標準軌間距離を含むことができる。鉄道車両に対し、画像データから識別された対象の特徴は、経路のレールの間の標準軌間距離を含むことができる。指定物体は、安全装置、標識、信号、スイッチ、又は検査装置などの線路沿いの設備を含むことができる。画像データは、経路調査システムによって自動的に検査され、対象の特徴の変化、紛失している指定物体、損傷したか、若しくは誤動作している指定物体を判断すること、及び／又は指定物体の位置を判断することができる。この自動検査は、操作者が介入することなく実行してもよい。あるいは、自動検査は、操作者の助けを借りて、及び／又は操作者の要求で実行してもよい。

30

【0014】

本明細書で説明する 1 つ以上の実施形態は、車両が走行する経路の損傷を検出するためのシステム及び方法を含む。本システム及び方法は、車両に搭載されたカメラから収集される画像の解析を使用して、経路への損傷を検出することができる。本システム及び方法は、鉄道車両が走行する線路の位置ずれを検出することができる。本システム及び方法は、鉄道車両上のカメラから収集される線路の画像の解析を使用して、この位置ずれを検出することができる。検出された位置ずれに基づいて、鉄道車両の運転手に警告することができ、その結果、運転手は、鉄道車両を減速及び／又は停止するなどによって、1 つ以上の応答動作を行うことができる。本明細書の説明は、鉄道車両及びレールを有する線路に焦点を当てているが、1 つ以上の実施形態は、他のオフハイウェイ車両（例えば、公共道路を走行するために設計又は許可されていない車両）又は自動車などの、鉄道車両以外の車両に適用してもよい。更に、1 つ以上の実施形態は、道路などの、鉄道車両のための線路以外の異なる数のレール又は経路を有する線路に適用してもよい。

40

50

【0015】

経路の画像は、機関車などの車両に取り付けられたカメラから取得することができる。カメラは、鉄道車両の移動方向に、線路に向ける（例えば、線路を指し示す）ことができる。カメラは、位置ずれを解析する線路の画像を周期的に（又は、非周期的に）取得することができる。線路がずれた場合、線路は、鉄道車両の脱線を引き起こす可能性がある。本明細書で説明するシステム及び方法のいくつかは、事前に線路の位置ずれを（例えば、鉄道車両がずれた線路に到達する前に）検出し、鉄道車両の運転手に警告することによって、脱線を防ぐ。任意選択的に、無人鉄道車両（例えば、自動的に動作する鉄道車両）では、本システム及び方法は、ずれた線路の識別に応じて、鉄道車両の移動を自動的に減速又は停止してもよい。

10

【0016】

更に、又はあるいは、線路のずれた区分が識別されると、1つ以上の他の応答を開始する可能性がある。例えば、警報信号を1つ以上の他の鉄道車両に通信（例えば、送信又は配信）して、他の車両に位置ずれを警告することができ、警報信号をその線路に配置されるか、又はその線路の近くにある1つ以上の線路沿いの装置に通信することができ、その結果、線路沿いの装置は、警報信号を、1つ以上の他の鉄道車両システムに通信することができ、警報信号は、線路のずれた区分の修理及び／又はさらなる調査などのために配置することができる非搭載設備に通信することができる。

【0017】

線路が、その線路の位置ずれ又は移動のために、以前とは同じ位置にない場合、線路は、ずれた可能性がある。例えば、破断又は腐食などの代わりに、線路において、線路のずれが、その線路が設置されたか、又は以前に検査されたときの線路の位置などの、以前の位置からの線路の横方向の動き及び／又は線路の縦方向の動きから生じる可能性がある。

20

【0018】

レーザ光を線路のレール上に発生させ、そのレーザ光を監視して、レールのプロファイルの変化を識別するレーザ光源などの、経路を検査するために光を発生する装置を使用するシステム及び方法とは対照的に、本明細書で説明するシステム及び方法の1つ以上の態様は、光又は他のエネルギーを経路上に発生させることなく、画像データの取得に依存する。以下で説明するように、本明細書で説明する1つ以上のシステム及び方法は、経路の静止画及び／又は動画を撮影し、これらの画像及び／又は動画を基準画像データと比較することができる。少なくとも1つの実施形態において、レーザ光などの光を使わずに、経路に印をつけるか、又は調査する。

30

【0019】

図1は、一実施形態による光学経路調査システム100の概略図である。システム100は、鉄道車両などの、車両102に搭載される。車両102は、1つ以上の機関車又は鉄道車両などの1つ以上の他の車両と接続し、線路などの経路120に沿って移動する列車を形成することができる。あるいは、車両102は、別の種類のオフハイウェイ車両（例えば、公道を走行するよう設計されていないか、公道を走行することが許可されていない車両）、又は自動車などの、別の種類の車両としてもよい。ある構成では、車両102は、列車又は車両の他のシステムなどの中の、乗客及び／又は貨物を引っ張る、及び／又は押すことができる。

40

【0020】

システム100は、車両102に搭載されるか、そうでなければ接続される、1つ以上のカメラ106（例えば、カメラ106a、106b）を含み、カメラ106は、経路120に沿って、車両102と共に移動する。カメラ106は、カメラ106が、車両102の走行又は移動の方向104に向けて配向される場合、前向きカメラ106とすることができる。例えば、カメラ106の視界108、110は、カメラ106によって得られる画像で取得される空間を表す。図示の例では、カメラ106は、視界108、110が、移動車両102の前方の空間の画像及び／又は動画を取得する場合、前向きである。カメラ106は、静的（例えば、静止）画像及び／又は動画（例えば、映像）を取得するこ

50

とができる。任意選択的に、1つ以上のカメラ106を、車両102の内部に配置してもよい。例えば、車両102は、車両102の運転室内に配置されるキャブカメラ106を含んでもよい。そのようなカメラ106は、車両102の窓を通じて画像及び／又は動画を得ることができ、2014年8月12日に出願された、米国特許番号第14/457,353号「Vehicle Imaging System And Method」で（そのようなカメラ106に対して）説明され、その開示の全体が、参照により、本明細書に組み込まれる。

【0021】

カメラ106は、車両102が比較的高速で移動している間、経路120の画像を得ることができる。例えば、画像は、メンテナンスが経路120で行われていない場合の、又は経路120の上限速度を下回っていない場合の経路120の進路速度などの、車両102が経路120の上限速度で、又は上限速度付近で移動している間に取得してもよい。

【0022】

カメラ106は、カメラ制御器112から受信した信号に基づいて動作する。カメラ制御器112は、1つ以上のコンピュータプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）又は他の電子的論理ベースデバイスを含む、及び／又はそれらと接続される、1つ以上のハードウェア回路又は回路要素を含むか、又は意味する。カメラ制御器112は、カメラ106を作動させて、カメラ106に画像データを取得させる。この画像データは、カメラ106の視界108、110の画像を表し、そのような画像は、車両102の前方に配置された、経路120の1つ以上の部分又は区分の画像などである。カメラ制御器112は、カメラ106のフレームレート（例えば、カメラ106が画像を取得する速度又は周波数）を変更することができる。

【0023】

システム100の1つ以上の画像解析プロセッサ116は、1つ以上のカメラ106が取得した画像を調査する。プロセッサ116は、1つ以上のコンピュータプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）又は他の電子的論理ベースデバイスを含む、及び／又はそれらと接続される、1つ以上のハードウェア回路又は回路要素を含むか、又は意味することができる。一態様において、プロセッサ116は、画像のどの部分が経路120に対する画像であるかを識別し、これらの部分を1つ以上の基準画像と比較することによって、画像を調査する。1つ以上のカメラ取得画像と基準画像との間の類似点又は相違点に基づいて、プロセッサ116は、カメラ画像で示された経路120の区分がずれているかどうかを判断することができる。あるいは、画像解析プロセッサ116は、画像データをワイヤフレーム・モデル・データに変換するか、又はワイヤフレーム・モデル・データを生成することができる、このことは、米国特許第14/253,294号「Route Damage Prediction System And Method」（'294出願）で説明され、その開示の全体が、参照により、本明細書に組み込まれる。ワイヤフレーム・モデル・データを使用して、経路120の位置又は形状などを識別することができる。

【0024】

図2A及び図2Bは、経路120の区分のカメラ取得画像200の一例を示す図である。図2A及び図2Bに示すように、画像200は、色及び／又は強度が変化するいくつかのピクセル202から形成されるデジタル画像とすることができる。ピクセル202の強度が大きくなると、色はより明るくなる（例えば、より白くなる）可能性があり、ピクセル202の強度が小さくなると、色がより暗くなる可能性がある。一態様において、（図1に示した）画像解析プロセッサ116は、ピクセル202の強度を検査し、画像200のどの部分が経路120（例えば、線路のレール204）を表すかを判断する。例えば、プロセッサ116は、指定された閾値よりも大きな強度を有するピクセル202を選択することができる、ピクセル202は、画像200におけるいくつか、又はすべてのピクセル202又は経路120の表示部分（例えば、線路のレール204）とは異なるピクセル202の平均値又は中央値よりも大きな強度を有する。あるいは、プロセッサ116は、別の技術を使用して、画像200内のレール204を識別してもよい。

【0025】

図1に示したシステム100の説明に戻ると、画像解析プロセッサ116は、1つ以上の基準視覚プロファイル、画像メモリ118などのコンピュータ読取り可能メモリに格納された、いくつかのそのようなプロファイルの中から選択することができる。メモリ118は、コンピュータハードドライブ、CD-ROM、DVD-ROM、リムーバブル・フラッシュ・メモリ・カード、又は磁気テープなどの、1つ以上のメモリ装置を含むか、又は表す。メモリ118は、カメラ106が取得した画像200（図2A及び図2Bに示す）と、車両102の進行と関連した基準視覚プロファイルとを格納することができる。

【0026】

基準視覚プロファイルは、経路120が異なる位置にある場合の経路120の指定されたレイアウトを表す。例えば、基準視覚プロファイルは、レールが敷設された、修理された、又は最後に検査を通過したなどの場合の、経路120のレールの位置、配置、相対位置を表すことができる。

【0027】

一態様において、基準視覚プロファイルは、経路120の指定標準軌間（例えば、線路のレール間の距離）である。あるいは、基準視覚プロファイルは、選択位置での経路120の以前の画像とすることができる。別の例において、基準視覚プロファイルは、経路120（例えば、線路のレール）が、経路120の画像内のどこに位置することが予想されるかについての定義とすることができる。例えば、異なる基準視覚プロファイルは、ある位置から別の位置への車両102の移動に沿った、異なる位置での線路のレール204（図2A及び図2Bに示す）の異なる形状を表すことができる。

【0028】

プロセッサ116は、画像200を取得した場合に、車両102の位置に基づいて、どの基準視覚プロファイルをメモリ118の中で選択するかを判断することができる。車両制御器114を使用して、車両102の移動を手動で、及び／又は自動的に制御し、画像200が取得された場合に、車両102がどこに位置していたかを追跡することができる。例えば、車両制御器114は、位置決めシステムを含む、及び／又は位置決めシステムと接続することができ、そのような位置決めシステムには、全地球測位システム又はセルラー三角測量システムなどがあり、車両102がどこに位置しているかを判断することができる。任意選択的に、車両制御器114は、車両102の移動速度並びに経路120上を走行した速度、車両102が移動した距離、及び経路120の既知のレイアウトに基づいて、車両102がどこに位置しているかを判断することができる。例えば、車両制御器114は、車両102が、既知の位置（出発地点又は他の位置）からどれだけの速度で移動してきたかを計算することができる。

【0029】

プロセッサ116は、画像200が取得された場合の車両102の位置で、経路120の指定されたレイアウト又は配置と関連し、表す、メモリ118からの基準視覚プロファイルを選択することができる。この指定レイアウト又は配置は、経路120が車両102の安全走行用の形状、間隔、又は配置などを表すことができる。例えば、基準視覚プロファイルは、線路が敷設されたか、最後に検査された場合の、線路のレール204の標準軌間及び配列を表すことができる。

【0030】

一態様において、画像解析プロセッサ116は、画像200で示された経路120の区分の標準軌間を測定して、経路120がずれているかどうかを判断することができる。図3A及び図3Bは、図1に示す経路120の画像200の別の例を示す図である。画像解析プロセッサ116は、画像200を検査し、経路120のレール204の間の標準軌間距離500を測定することができる。一態様において、解析プロセッサ116は、図3A及び図3Bに示すように、1本のレール204を表すものとして識別された1つ以上のピクセル202と、別のレール204を表すものとして識別された1つ以上の他のピクセル202との間の直線距離又は線形距離を測定することができる。この距離は、経路120

の標準軌間距離 500 を表す。あるいは、他のピクセル 202 の間の距離を測定してもよい。プロセッサ 116 は、ピクセル 202 の数と、各ピクセル 202 の幅が画像 200 で表す既知の距離とを掛け合わせることによって、標準軌間距離 500 内のピクセル 202 の数を既知の変換要素を使用して、長さ（センチメートル又はメートル単位など）に変換することによって、倍率によって画像 200 内に示された標準軌間距離 500 の尺度を修正することによって、又は他の方法によって、標準軌間距離 500 を判断することができる。一態様において、画像解析プロセッサ 116 は、' 294 出願で説明されるような、画像データを、ワイヤフレーム・モデル・データとしての画像データに変換するか、又はそのような画像データを生成することができる。標準軌間距離 500 は、レールを表すワイヤフレーム・モデル・データの部分の間で測定してもよい。

10

【0031】

測定された標準軌間距離 500 は、経路 120 の撮像部分に対して、メモリ 118 に格納された（又は、他の場所に格納された）指定の標準軌間距離と比較することができる。指定された標準軌間距離は、この距離が経路 120 のレール 204 の指定された配置又は間隔を表す場合、経路 120 の基準視覚プロファイルとすることができる。測定された標準軌間距離 500 が、指定された閾値又は許容差を超えて、指定された標準軌間距離と異なる場合、プロセッサ 116 は、画像 200 で示された経路 120 の区分がずれたと判断することができる。例えば、指定された標準軌間距離は、レール 204 が敷設されるか、又は最後に検査を通過した場合の、経路 120 の距離又は標準軌間を表すことができる。指定された標準軌間距離 500 が、この指定された標準軌間距離からあまりに大きく逸脱する場合、この逸脱は、経路 120 の変更又は修正された標準軌間距離を表すことができる。

20

【0032】

任意選択的に、プロセッサ 116 は、車両 102 が走行した場合に数回、標準軌間距離 500 を測定し、変化に対して、測定された標準軌間距離 500 を監視してもよい。標準軌間距離 500 が、指定された量を超えて変化した場合、プロセッサ 116 は、ずれている可能性があるとして、経路 120 の次の区分を識別することができる。しかしながら、以下で説明するように、測定された標準軌間距離 500 の変化は、あるいは、車両 102 が走行する経路 120 での切り替えを表す可能性もある。

【0033】

経路 120 の標準軌間距離 500 を測定することによって、経路 120 におけるレール 204 の 1 つ以上がずれた場合を、経路 120 の区分がカーブを含む場合でさえも、画像解析プロセッサ 116 が判断することを可能にすることができる。標準軌間距離 500 は、一定であるか、又は実質的に一定（例えば、製造公差内）であるべきであるため、標準軌間距離 500 は、経路 120 がずれない限り、経路 120 のカーブ又は直線区分で大きく変化するべきではない。

30

【0034】

一実施形態において、画像解析プロセッサ 116 は、標準軌間距離 500 の変化を監視して、経路 120 の 1 つ以上のレール 204 がずれたかを判断することができる。画像解析プロセッサ 116 は、標準軌間距離 500 を追跡して、標準軌間距離 500 が、指定された距離及び／又は時間量内で、指定された傾向を示すかを判断することができる。例えば、標準軌間距離 500 が、少なくとも第 1 の指定された期間若しくは距離にわたって増加し、その後、指定された第 2 の期間にわたって減少するか、又は少なくとも第 1 の指定された期間若しくは距離にわたって減少し、その後、少なくとも第 2 の指定された期間にわたって増加した場合、画像解析プロセッサ 116 は、レール 204 がずれたと判断する可能性がある。任意選択的に、画像解析プロセッサ 116 は、レール 204 が、上記したように、指定した検出時間又は距離制限の範囲内で、増減又は減増する標準軌間距離 500 に応じてずれたと判断してもよい。

40

【0035】

図 12 は、図 1 に示す画像解析プロセッサ 116 によって判断される標準軌間距離 12

50

00の一例を示す図である。画像解析プロセッサ116は、車両102が経路120のレール204に沿って移動する間に取得された画像データから、標準軌間距離1200を繰り返し判断することができる。レール204が、互いに対して湾曲又は屈曲していない場合、標準軌間距離1200は、一定又は比較的一定（例えば、レール204への損傷ではなくシステムにおけるノイズに起因する標準軌間距離1200の変化）のままであろう。だが、あるレール204が他のレール204に対して屈曲している場合、標準軌間距離1200は、車両102が屈曲したレール204上を移動する場合、変化する可能性がある。例えば、あるレール204が他のレール204から離れて屈曲している（例えば、凸湾曲部を有する）場合、屈曲レール204が他のレール204から離れて、その後、他のレール204に向かって動くため、標準軌間距離1200は増加し、その後、減少する可能性がある。他方で、あるレール204が他のレール204に向かって屈曲している（例えば、凹湾曲部を有する）場合、屈曲レール204が他のレール204から離れて、その後、他のレール204から離れて動くため、標準軌間距離1200は減少し、その後、増加する可能性がある。

10

【0036】

標準軌間距離1200を1つ以上の閾値と比較して、レール204への損傷を識別する代わりに、又はそのように識別することに加えて、画像解析プロセッサ116は、標準軌間距離1200を検査し、標準軌間距離1200が、1つ以上の所定の傾向又はパターンに従って、時間又は距離とともに変化しているかを判断してもよい。

【0037】

20

図示した例では、標準軌間距離1200は、経路120に沿った時間又は距離を表す水平軸1202及び標準軌間距離1200の異なる大きさ（例えば、長さ）を表す垂直軸1204に沿って示される。画像解析プロセッサ116は、標準軌間距離1200を検査し、標準軌間距離1200が経路120に沿って少なくとも1つの第1の指定された期間又は距離1206にわたって増加しているかを判断することができる。画像解析プロセッサ116は、標準軌間距離1200の平均値、中央値、又は移動平均値、若しくは移動中央値が期間又は距離1206の間に増加していることを判断することによって、標準軌間距離1200が期間又は距離1206にわたって増加していると判断することができる。あるいは、画像解析プロセッサ116は、標準軌間距離1200における最良適合線、線形回帰、又は他の傾向若しくはパターン1208が少なくとも期間又は距離1206の間に増加することを判断することによって、標準軌間距離1200が、期間又は距離1206にわたって増加していると判断することができる。期間又は距離1206は、システム内のノイズが標準軌間距離1200の実際の変化として識別されることを防ぐよう調整される変数とすることができる。例えば、ノイズは、標準軌間距離1200を、少なくとも期間又は距離1206と同じ長さの期間又は距離にわたって増加（又は、減少）させない可能性があり、一方、標準軌間距離1200の実際の変化は、少なくとも期間又は距離1206と同じ長さの期間又は距離にわたって増加（又は、減少）する可能性がある。

30

【0038】

一実施形態において、画像解析プロセッサ116は、損傷している場合に、少なくとも期間又は距離1206にわたって増加傾向又はパターンを有するレール204を含む経路120の区間を識別することができる。あるいは、画像解析プロセッサ116は、さらなる変化に対して、標準軌間距離1200を検査し続けてもよい。図12に示す標準軌間距離1200は、増加傾向又はパターン1208の後、減少傾向又はパターン1210を示す。画像解析プロセッサ116は、傾向又はパターン1208が増加していることを識別するのと同様に、傾向又はパターン1210が減少していることを識別することができる。増加傾向又はパターン1208の場合と同様に、画像解析プロセッサ116は、少なくとも第2の指定距離又は期間1212と同じ長さの間、減少傾向又はパターン1210が続くかを判断することができる。減少傾向又はパターン1210が、少なくとも第2の距離又は期間1212と同じ長さの間続く場合、画像解析プロセッサ116は、減少傾向又はパターン1210が標準軌間距離1200の変化を示し、大部分又は全体がノイズに起

40

50

因するものではないことを示すと判断することができる。期間又は距離 1 2 0 6、1 2 1 2 が、図 1 2 で示したものと異なる時間又は位置で生じる可能性がある。例えば、期間又は距離 1 2 0 6 は、標準軌間距離 1 2 0 0 が増加していると画像解析プロセッサ 1 1 6 が判断したら開始してもよく、期間又は距離 1 2 1 2 は、標準軌間距離 1 2 0 0 が減少していると画像解析プロセッサ 1 1 6 が判断したら開始してもよい。期間又は距離 1 2 0 6、1 2 1 2 は、互いに近接していてもよく、図 1 2 で示したものより長い時間又は距離で分けられていてもよい。

【0 0 3 9】

図 1 3 は、図 1 に示す画像解析プロセッサ 1 1 6 によって判断される標準軌間距離 1 3 0 0 の別の例を示す図である。標準軌間距離 1 3 0 0 は、上記した水平軸 1 2 0 2 及び垂直軸 1 2 0 4 に沿って示される。図 1 2 に示した標準軌間距離 1 2 0 0 とは対照的に、標準軌間距離 1 3 0 0 は、少なくとも指定された期間又は距離 1 2 0 6、1 2 1 2 にわたって続く増加傾向 1 2 0 8 又は減少傾向 1 2 1 0 を含まない。代わりに、標準軌間距離 1 3 0 0 における何らかの増加又は減少傾向は、より短い期間又は距離にわたって生じる。結果的に、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、標準軌間距離 1 3 0 0 における増加傾向 1 2 0 8 及び／又は減少傾向 1 2 1 0 を識別しない可能性がある。

【0 0 4 0】

距離又は期間 1 2 0 6、1 2 1 2 が延在する時間及び／又は距離の長さは、システムにおけるノイズの量に基づいて変化する可能性がある。例えば、標準軌間距離 1 2 0 0、1 3 0 0 の測定された変化は、標準軌間距離 1 2 0 0、1 3 0 0 の実際の変化以外の理由で増加すると、距離又は期間 1 2 0 6、1 2 1 2 が延在する時間及び／又は距離の長さは、ノイズが屈曲ルール 2 0 4 として識別されないよう増加することができる。別の例として、標準軌間距離 1 2 0 0、1 3 0 0 の測定された変化が、標準軌間距離 1 2 0 0、1 3 0 0 の実際の変化以外の理由で減少すると、距離又は期間 1 2 0 6、1 2 1 2 が延在する時間及び／又は距離の長さは、短くなる可能性がある。

【0 0 4 1】

図 1 2 に示す標準軌間距離 1 2 0 0 の説明に戻ると、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、標準軌間距離 1 2 0 0 が実際に変化したこと、及びルール 2 0 4 が、増加傾向又はパターン 1 2 0 8 と、その後に続く減少傾向又はパターン 1 2 1 0 とを識別したことに応じて、屈曲するか、損傷したと判断することができる。任意選択的に、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、標準軌間距離 1 2 0 0 が実際に変化したこと、及びルール 2 0 4 が、減少傾向又はパターン 1 2 1 0 と、その後に続く増加傾向又はパターン 1 2 0 8 とを識別したことに応じて、屈曲するか、損傷したと判断することができる。一実施形態において、増加傾向 1 2 0 8 が識別されたが、その後に減少傾向 1 2 1 0 が続かない場合（又は、減少傾向 1 2 1 0 の後に増加傾向 1 2 0 8 が続かない場合）、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、経路 1 2 0 が損傷したと識別しない可能性がある。

【0 0 4 2】

一態様において、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、指定された時間又は距離制限 1 2 1 4 内で生じている増加傾向 1 2 0 8 と、その後に続く減少傾向 1 2 1 0（又は、減少傾向 1 2 1 0 と、その後に続く増加傾向 1 2 0 8）を識別したことに応じて、経路 1 2 0 が損傷したと識別する。経路 1 2 0 のルール 2 0 4 における少なくとも一部の屈曲が、比較的短い距離（例えば、数フィート又は数メートル）にわたって生じたと思われるので、画像解析プロセッサ 1 1 6 は、制限 1 2 1 4 より長い期間又は距離にわたって生じる増加及びその後の減少パターン 1 2 0 8、1 2 1 0（又は、減少及びその後に続く増加パターン 1 2 1 0、1 2 0 8）が、ルール 2 0 4 の実際の湾曲を表しているとは識別しない可能性がある。

【0 0 4 3】

図 1 4 は、画像解析プロセッサ 1 1 6 によって判断される標準軌間距離 1 4 0 0 の別の例を示す図である。標準軌間距離 1 4 0 0 は、上記した水平軸及び垂直軸 1 2 0 2、1 2 0 4 に沿って示される。図 1 4 に示すように、標準軌間距離 1 4 0 0 は、増加傾向又はパ

ターン１４０８と、それに続く減少傾向又はパターン１４１０を示す。増加傾向１４０８は、指定された期間１２０６より長く続き、減少傾向１４１０は、指定された期間１２１２より長く続く。期間１２０６は、標準軌間距離１４００が増加していると画像解析プロセッサ１１６が識別した場合に開始することができ、期間１２１２は、標準軌間距離１４００が減少していると画像解析プロセッサ１１６が識別した場合に開始することができる。あるいは、画像解析プロセッサ１１６は、別の方法で、期間１２０６、１２１２の開始を識別することができる。

【００４４】

だが、増加傾向及び減少傾向１４０８、１４１０の両方は、指定された時間又は距離制限１２１４内で生じない。例えば、傾向１４０８、１４１０のそれぞれが生じる期間又は距離は、期間１２０６、１２１２によって包含される総時間（例えば、期間１２０６の開始から、期間１２１２の終了まで延在する時間又は距離）が時間又は距離制限１２１４よりも長い十分に大きな時間又は距離によって、時間的又は空間的に互いから分けられる。レール２０４の湾曲又は位置ずれが比較的短い距離（例えば、数フィート又は数メートル）にわたって生じた可能性があるので、時間又は距離制限１２１４の大きさは、制限１２１４が、レール２０４における湾曲又は位置ずれを表さない標準軌間距離１４００の変化を遮断するよう設定することができる。例えば、増加傾向１４０８と、その後に続く減少傾向１４１０（又は、減少傾向１４１０と、その後に続く増加傾向１４０８）が比較的大きな距離（例えば、数フィート又は数メートル超、すなわち数フィート又は数メートルにわたって走行する車両によって包括される時間の量）だけ時間的又は空間的に離れた場合、傾向１４０８、１４１０は、レール２０４の位置ずれを示さない可能性がある。代わりに、傾向１４０８、１４１０は、システム内のドリフト又は他の測定問題を示す可能性がある。

【００４５】

例示に過ぎないが、制限１２１４は、２フィート（例えば、０．６メートル）、４フィート（例えば、１．２メートル）、１０フィート（例えば、３メートル）、又は別の距離の空間距離を表すことができる。任意選択的に、制限１２１４は、車両が移動する速度に応じて、車両が同様の距離にわたって走行するのに必要な時間の量を表してもよい。

【００４６】

図１に示すシステムの説明に戻ると、一実施形態において、カメラが車両の進行方向に沿って前方を向くので、画像解析プロセッサ１１６は、標準軌間距離を測定し、経路１２０の次の区分に対し、経路１２０の屈曲又は位置ずれ箇所を識別することができる。画像解析プロセッサ１１６が、１つ以上の画像２００の検査から、車両１０２が向かっている経路１２０の次の区分がずれていると判断した場合、画像解析プロセッサ１１６は、警報信号を車両制御器１１４に通信することができる。この警報信号は、車両制御器１１４に、経路１２０の次の区分がずれていることを示すことができる。この警報信号に応答して、車両制御器１１４は、１つ以上の応答動作をとることができる。例えば、車両制御器１１４は、ディスプレイ又はスピーカなどの出力装置を含むことができ、経路１２０の次のずれた区間について、車両１０２の運転手に、視覚的及び／又は聴覚的に警告する。その場合、運転手は、車両の移動を減速若しくは停止すること、又は非搭載修理若しくは検査設備と通信して、経路１２０のずれた区分のさらなる検査並びに／若しくはメンテナンスを要求することなどによって、進め方を決定することができる。任意選択的に、車両制御器１１４は、車両１０２の移動を自動的に減速若しくは停止すること、及び／又は非搭載修理若しくは検査設備と自動的に通信して、経路１２０のずれた区分のさらなる検査並びに／若しくはメンテナンスを要求することなどによって、応答動作を自動的に実施してもよい。

【００４７】

図１５は、一実施形態による、経路への損傷を識別する方法１５００についてのフローチャートを示す図である。方法１５００は、一態様において、図１に示すシステム１００によって実施することができる。方法１５００を使用して、（図１に示す）経路１２０の

標準軌間距離を測定し、(図2に示す)複数のレール204の1つが、経路120の別のレール204に対して、屈曲していること、湾曲していること、又は位置ずれしていることなどにより、経路120が損傷しているかを判断することができる。方法1500は、メモリ装置(例えば、図1に示すメモリ118、図1に示すプロセッサ116にアクセス可能な別のメモリなど)に格納された命令で符号化することができる動作を表すことができ、及び/又は画像解析プロセッサ116に有線接続され、システム100を構成し、本明細書で説明する動作を実行することができる。

【0048】

1502では、車両が走行する経路を表す画像データを取得する。上記のように、画像データは、車両の内側及び/又は外側に配置された1つ以上のカメラによって取得することができる。画像データは、静止画、動画、又はワイヤフレームモデルなどを含むことができる。

10

【0049】

1504では、経路の標準軌間距離が、画像データの少なくとも一部に基づいて、測定される。例えば、経路のレールを表す複数の画像データの部分の間の距離は、レールの間の横方向分離距離を判断するために測定及び調整することができる。標準軌間距離は、ある時間にわたって追跡することができ、標準軌間距離の変化は、経路を走行している間のさまざまな位置及び/又は時間で識別することができる。

【0050】

1506では、測定された標準軌間距離が調査され、標準軌間距離が増加している(例えば、増加傾向を有する)かを判断する。例えば、標準軌間距離を検査して、標準軌間距離の測定値内のノイズとは別に、及び/又はそのようなノイズに加えて、標準軌間距離が経路に沿った車両の移動で増加しているかを判断することができる。標準軌間距離が増加している場合、レール間の間隔が増加していることは、経路への損傷(例えば、少なくとも1つのレールの屈曲又は湾曲)を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1508に進むことができる。他方で、標準軌間距離が増加していない場合、方法1500のフローは、1518に進むことができ、以下で説明する。

20

【0051】

1508では、標準軌間距離における増加傾向が調査され、標準軌間距離が少なくとも第1の指定された期間及び/又は距離の間、増加しているかを判断する。増加傾向は、指定された期間及び/又は距離と比較され、屈曲又は損傷レール以外の要因に起因する標準軌間距離の一时的変化が、屈曲又は損傷レールとして誤って識別されることを防ぐことができる。指定された距離は、6インチ(例えば、15センチメートル)、9インチ(例えば、23センチメートル、1フィート(例えば、30センチメートル)、又は別の距離とすることができる。指定された期間は、車両が、その車両の速度に基づいて、指定された距離にわたって走行するのに必要な時間とすることである。

30

【0052】

標準軌間距離における増加傾向が、少なくとも第1の指定時間及び/又は距離と同じ長さの間続く場合、増加傾向は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1510に進むことができる。他方で、増加傾向が、少なくとも第1の指定時間及び/又は距離と同じ長さの間続かない場合、増加傾向は、システム内のノイズなどの別の要因を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

40

【0053】

1510では、測定された標準軌間距離が検査され、標準軌間距離が、増加傾向に続いて減少している(例えば、減少傾向を有する)かを判断する。例えば、標準軌間距離を調査して、標準軌間距離の測定値内のノイズとは別に、及び/又はそのようなノイズに加えて、標準軌間距離が、経路に沿った車両の移動で、増加傾向が識別された後に減少しているかを判断することができる。標準軌間距離が増加傾向の後で減少している場合、レール間の減少間隔は、経路への損傷(例えば、標準軌間距離における増加と関連した位置から

50

戻るレールの少なくとも1つの屈曲又は湾曲)を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1512に進むことができる。他方で、標準軌間距離が減少していない場合、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

【0054】

1512では、標準軌間距離における減少傾向が調査され、標準軌間距離が少なくとも第2の指定された期間及び／又は距離の間、減少しているかを判断する。第2の指定された期間及び／又は距離は、第1の指定された期間及び／又は距離と同じである可能性があり、又は第1の指定された期間及び／又は距離より長い、又は短い可能性がある。減少傾向は、指定された期間及び／又は距離と比較され、屈曲又は損傷レール以外の要因に起因する標準軌間距離の一時的変化が、屈曲又は損傷レールとして誤って識別されることを防ぐことができる。指定された距離は、6インチ(例えば、15センチメートル)、9インチ(例えば、23センチメートル)、1フィート(例えば、30センチメートル)、又は別の距離とすることができる。指定された期間は、車両が、その車両の速度に基づいて、指定された距離にわたって走行するのに必要な時間とすることである。

【0055】

標準軌間距離における減少傾向が、少なくとも第2の指定された時間及び／又は距離と同じ長さの間続く場合、減少傾向は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1514に進むことができる。他方で、減少傾向が、少なくとも第2の指定された時間及び／又は距離と同じ長さの間続かない場合、減少傾向は、システム内のノイズなどの別の要因を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

【0056】

1514では、(増加傾向及び減少傾向が生じる)第1及び第2の指定された期間及び／又は距離が、指定された外側距離及び／又は時間制限内で生じたかどうかに関する判断が行われる。方法1500は、この判断を含み、標準軌間距離における増減の変化が互いに比較的近接して生じることを確実にすることができる。増減変化が(例えば、指定された制限内で)互いに比較的近接して生じない場合、増減変化は、経路への損傷を示さない可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。他方で、増減変化が(例えば、指定された制限内で)互いに比較的近接して生じた場合、増減変化は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1516に進むことができる。

【0057】

1516では、標準軌間距離での変化が識別された経路の区分が、その経路の損傷区分として識別される。本明細書で説明するように、次いで、1つ以上の応答又は対策動作を、車両の動きを自動的に減速若しくは停止すること、経路上の検査、修理、若しくはメンテナンスを要求する非搭載位置に信号を通信すること、又は警報信号を1つ以上の他の車両に通信することなどによって、とることができる。経路の追加画像データは、標準軌間距離を監視する、及び／又は経路の損傷区分を識別するために取得すること及び調査すること続けることができる。例えば、方法1500は、1502に戻ることができる。

【0058】

1506で方法1500の説明に戻ると、標準軌間距離において増加傾向が発見されない場合、方法1500のフローは、1518に進むことができる。1518では、測定された標準軌間距離が検査され、標準軌間距離が減少している(例えば、減少傾向を有する)かを判断する。例えば、標準軌間距離が、(あるレールが他のレールから離れて屈曲していることから生じる可能性のある)増加傾向を有しないと判断すると、方法1500は、標準軌間距離が、(あるレールが他のレールに向けて屈曲していることから生じる可能性のある)減少傾向を有するかどうかを調査することができる。

【0059】

標準軌間距離を調査して、標準軌間距離の測定値内のノイズとは別に、及び／又はそのようなノイズに加えて、標準軌間距離が経路に沿った車両の移動で減少しているかを判断

10

20

30

40

50

することができる。標準軌間距離が減少している場合、レール間の間隔が減少していることは、経路への損傷（例えば、少なくとも1つのレールの屈曲又は湾曲）を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1520に進むことができる。他方で、標準軌間距離が減少していない場合、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

【0060】

1520では、標準軌間距離における減少傾向が調査され、標準軌間距離が少なくとも第2の指定された期間及び／又は距離の間、減少しているかを判断する。本明細書で説明するように、減少傾向は、指定された期間及び／又は距離と比較され、屈曲又は損傷レール以外の要因に起因する標準軌間距離の一時的変化が、屈曲又は損傷レールとして誤って識別されることを防ぐことができる。標準軌間距離における減少傾向が、少なくとも第2の指定された時間及び／又は距離と同じ長さの間続く場合、減少傾向は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1522に進むことができる。他方で、減少傾向が、少なくとも第2の指定された時間及び／又は距離と同じ長さの間続かない場合、減少傾向は、システム内のノイズなどの別の要因を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

10

【0061】

1522では、測定された標準軌間距離が検査され、標準軌間距離が、減少傾向に続いて増加している（例えば、増加傾向を有する）かを判断する。標準軌間距離が減少傾向の後で増加している場合、レール間の増加間隔は、経路への損傷（例えば、標準軌間距離における減少と関連した位置から戻るレールの少なくとも1つの屈曲又は湾曲）を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1524に進むことができる。他方で、標準軌間距離が増加していない場合、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

20

【0062】

1524では、標準軌間距離における増加傾向が検査され、上記と同様に、標準軌間距離が少なくとも第1の指定された期間及び／又は距離の間、増加しているかを判断する。増加傾向は、指定された期間及び／又は距離と比較され、屈曲又は損傷レール以外の要因に起因する標準軌間距離の一時的変化が、屈曲又は損傷レールとして誤って識別されることを防ぐことができる。標準軌間距離における増加傾向が、少なくとも第1の指定時間及び／又は距離と同じ長さの間続く場合、増加傾向は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1526に進むことができる。他方で、増加傾向が、少なくとも第1の指定時間及び／又は距離と同じ長さの間続かない場合、増加傾向は、システム内のノイズなどの別の要因を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。

30

【0063】

1526では、（増加傾向及び減少傾向が生じる）第1及び第2の指定された期間及び／又は距離が、指定された外側距離及び／又は時間制限内で生じたかどうかに関する判断が行われる。増減変化が（例えば、指定された制限内で）互いに比較的近接して生じない場合、増減変化は、経路への損傷を示さない可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、1502に戻ることができる。他方で、増減変化が（例えば、指定された制限内で）互いに比較的近接して生じた場合、増減変化は、経路への損傷を示す可能性がある。結果的に、方法1500のフローは、上記した、1516に進むことができる。

40

【0064】

図4は、基準視覚プロファイル300の一例を示す図である。基準視覚プロファイル300は、経路120が、（図1に示した）カメラ106の1つ以上によって取得された画像内にあることが予想される場所などの、（図1に示した）経路120の指定されたレイアウトを表す。

【0065】

図示の例では、基準視覚プロファイル300は、線路のレールの指定位置を表す2つの

50

指定領域 302、304を含む。指定領域 302、304は、ルール 204（図 2A 及び図 2B に示す）を表す画像 200（図 2A 及び図 2B に示す）のピクセル 202（図 2A 及び図 2B に示す）が、ルール 204 が適切に並べられた場合に、配置されるべきである場所を表すことができる。例えば、指定領域 302、304は、画像 200 を取得する前に、ルール 204 の期待される位置を表すことができる。ルール 204 が、敷設されたか、若しくはルール 204 の位置の検査を最後に通過したとき、又は少なくとも指定の許容範囲内にあるときと同じ位置にルール 204 がある場合、ルール 204 は、適切に並べることができる。この指定の許容範囲は、ルール 204 が、車両 102（図 1 に示す）の揺れ又は他の動きのために画像 200 内に現れる可能性のある位置の範囲を表すことができる。

10

【0066】

任意選択的に、基準視覚プロファイル 300 は、同じか、又は異なる車両 102 上のカメラ 106 によって取得された経路 120 の以前の画像を表してもよい。指定領域 302、304は、経路 120（例えば、ルール 204）を表すとして識別された以前の画像におけるピクセル 202 の位置を表すことができる。

【0067】

一態様において、画像解析プロセッサ 116 は、経路 120（例えば、ルール 204）を表すピクセル 202 を、基準視覚プロファイル 300 にマッピングすることができ、又は基準視覚プロファイル 300 の指定領域 302、304を、経路 120 を表すピクセル 202 にマッピングすることができる。このマッピングは、画像 200 内の経路 120（例えば、ルール 204）を表すピクセル 202 の位置が、基準視覚プロファイル 300 の指定領域 302、304と同じ位置にあるかどうかを判断することを含んでもよい。

20

【0068】

図 5A 及び図 5B は、本明細書で説明する発明の主題の一例による、画像 200 及び基準視覚プロファイル 300 の視覚マッピング図 400 を示す。マッピング図 400 は、画像解析プロセッサ 116（図 1 に示す）によって実行される、画像 200 と基準視覚プロファイル 300 との比較の一例を示す。マッピング図 400 に示すように、基準視覚プロファイル 300 の指定領域 302、304は、画像 200 上に重ね合わせることができる。次いで、プロセッサ 116 は、画像 200 と基準視覚プロファイル 300 との間の違いを識別することができる。例えば、プロセッサ 116 は、経路 120 を表す（例えば、ルール 204 を表す）ピクセル 202 が、指定領域 302、304の外側に配置されているかどうかを判断することができる。任意選択的に、プロセッサ 116 は、画像 200 内の経路 120 を表すピクセル 202 の位置（例えば、これらのピクセル 202 の座標）が、指定領域 302、304内に位置しない（例えば、指定領域 302、304の外側境界内に位置する座標ではない）かどうかを判断することができる。

30

【0069】

経路 120 を表す少なくとも指定量のピクセル 202 が指定領域 302、304の外側にあると画像解析プロセッサ 116 が判断した場合、プロセッサ 116 は、画像 200 内に示される経路 120 の区分が、ずれていると識別することができる。例えば、プロセッサ 116 は、経路 120（例えば、ルール 204）を表すピクセル 202 のグループ 402、404、406 を、指定領域 302、304の外側にあると識別することができる。経路 120 を表し、指定領域 302、304の外側にあるピクセル 202 の数、端数、割合、又は測定値が、指定の閾値（例えば、10%、20%、30%、又は別の量）を超えている場合、画像 200 で示される経路 120 の区分は、ずれていると識別される。他方で、経路 120 を表し、指定領域 302、304の外側にあるピクセル 202 の数、端数、割合、又は測定値が、閾値を超えない場合、画像 200 で示される経路 120 の区分は、ずれていると識別されない。

40

【0070】

経路 120 のさまざまな区分にわたって車両 102 が走行している間、車両 102 は、走行している経路 120 の区分と、別の経路区分との間の交差部に直面する（例えば、接

50

近する)可能性がある。鉄道車両に関しては、そのような交差部は、2つ以上の経路120の間の切替部を含むことができる。切替部でのレール204の配置のため、画像解析プロセッサ116は、画像200の調査を応用し、レール204がずれているかどうかを判断してもよい。

【0071】

図6は、本明細書で説明する発明の主題の一例による、2つ以上の経路602、604の間の交差部(例えば切替部)600の概略図である。経路602、604の1つ以上、又はそれぞれは、図1で示す経路120と同じか、又は同様とすることができる。

【0072】

画像解析プロセッサ116が、標準軌間距離500(図3A及び図3Bに示す)を測定し、経路602、604のレール204がずれていると判断した場合、画像解析プロセッサ116は、車両102が切替部600に近づくにつれて減少標準軌間距離500を識別することができる。例えば、車両102が第1の走行方向606に沿って経路602上の切替部600に向けて走行している場合、又は車両102が第2の走行方向608に沿って経路604上の切替部600に向けて走行している場合、又は車両102が第3の走行方向610に沿って経路602上の切替部600に向けて走行している場合、画像解析プロセッサ116は、測定された標準軌間距離500が、距離500aから短い距離500bに、又は別の距離などに、減少していると判断することができる。

【0073】

車両102が切替部600に近づいていることを把握していない場合、画像解析プロセッサ116は、測定された標準軌間距離500におけるこの減少に基づいて、レール204がずれていると誤って識別する可能性がある。しかしながら、一態様において、車両制御器114は、(例えば、切替部位置を提供するマップ又は線路データベースなどからの制御器114及び切替部600の既知の位置によって判断されるような車両102の位置に基づいて)車両102が切替部600に近づいている場合を判断し、画像解析プロセッサ116に通知することができる。その場合、画像解析プロセッサ116は、減少している測定された標準軌間距離500に応じて上記した1つ以上の応答動作を実施しないことなどによって、車両102が切替部600を通るか通過するまで、減少標準軌間距離500を無視してもよい。

【0074】

画像解析プロセッサ116は、切替部600での、又は切替部600付近の経路を表す、メモリ118(図1に示す)からの1つ以上の基準視覚プロファイルを取得してもよい。平行なレール204を表す代わりに、これらの基準視覚プロファイルは、切替部600でのレール204の配置を表すことができる。その場合、画像解析プロセッサ116は、切替部600に接近する経路の画像と、基準視覚プロファイルとを比較し、切替部600での、又は切替部600付近の経路がずれているかどうかを判断することができる。

【0075】

任意選択的に、画像解析プロセッサ116は、切替部600に接近している経路の取得された画像に基づいて、車両102が切替部600に接近していることを判断してもよい。例えば、切替部600に接近している異なる経路602、604のレール204の間の距離(例えば、標準軌間距離500b)を、基準視覚プロファイルとして、メモリ118に格納することができる。経路602又は604の画像から測定された標準軌間距離500が、格納された標準軌間距離と同じか、又は同等であると画像解析プロセッサ116が判断した場合、画像解析プロセッサ116は、車両102が切替部600に接近していると判断することができる。画像解析プロセッサ116を使用して、車両102が切替部600に接近した場合を判断し、車両制御器114によって判断されたような車両102の位置を確認し、制御器114が車両102の位置を判断できない場合に車両102の位置を特定する際の補助をすることなどができる。

【0076】

一態様において、画像解析プロセッサ116は、カメラから取得された画像データから

10

20

30

40

50

、基準視覚プロファイルを作成することができる。例えば、画像解析プロセッサ116は、基準視覚プロファイルへのアクセスを有していなくてもよく、調査される経路の区分は、基準視覚プロファイルと関連づけられていなくてもよいなどと考えられる。画像解析プロセッサ116は、画像データを使用して、画像データが取得された場合に基準視覚プロファイルを作成することなどによって、基準視覚プロファイルを「その場で」作成することができる。その場合、基準視覚プロファイルを使用して、基準視覚プロファイルが作成された画像データを調査し、経路での問題を識別することができる。

【0077】

図10は、本明細書で説明する発明の主題の別の例による、経路120の基準視覚プロファイル1002、1004を伴うカメラ取得画像1000を示す。基準視覚プロファイル1002、1004は、画像1000を作成するために使用した画像データから、画像解析プロセッサ116（図1に示す）によって作成される。例えば、画像解析プロセッサ116は、上記のように、ピクセルの強度を調査して、経路120の位置を判断することができる。経路120の位置内で、画像解析プロセッサ116は、（例えば、互いの指定された範囲内で）同じか同等の強度を有する2つ以上のピクセルを発見することができる。任意選択的に、画像解析プロセッサ116は、同じか同等の強度を有するより多くのピクセルを識別することができる。

【0078】

その場合、画像解析プロセッサ116は、これらのピクセルの間の関係を判断する。例えば、画像解析プロセッサ116は、各レール204に対する画像1000におけるピクセルの間の線を識別することができる。これらの線は、基準視覚プロファイル1002、1004を表す。次いで、画像解析プロセッサ116は、経路120のレール204を表す他のピクセルが、基準視覚プロファイル1002、1004上に、若しくは基準視覚プロファイル1002、1004内に（例えば、基準視覚プロファイル1002、1004の指定された距離内に）あるかを、又はこれらのピクセルが基準視覚プロファイル1002、1004の外側にあるかを、判断することができる。図示の例では、経路120のレール204を表すピクセルのほとんど、又はすべてが、基準視覚プロファイル1002、1004上か、又は基準視覚プロファイル1002、1004内にある。

【0079】

図11は、本明細書で説明する発明の主題の別の例による、経路120の基準視覚プロファイル1102、1104を伴う別のカメラ取得画像1100を示す。基準視覚プロファイル1102、1104は、図10と関連して上記したような、画像1100を形成するために使用される画像データを使用して作成することができる。しかしながら、図10で示した画像1000とは対照的に、経路120の区分1106は、基準視覚プロファイル1104上又は基準視覚プロファイル1104内に入らない。この区分1106は、基準視覚プロファイル1104から外側に遠ざかるように曲がっている。画像解析プロセッサ116は、レール204を表す強度を有するピクセルが、もはや、基準視覚プロファイル1104上又は基準視覚プロファイル1104内にないので、この区分1106を識別することができる。したがって、画像解析プロセッサ116は、経路120の位置ずれ区分として、区分1106を識別することができる。

【0080】

一態様において、画像解析プロセッサ116は、経路を調査するために、本明細書で説明する技術の組み合わせを使用することができる。例えば、経路120のレール202、204の両方が、以前の位置から屈曲又は位置ずれしているが、互いに依然として並行であるか、又は実質的に平行である場合、レール202、204の間の標準軌間距離は、同じか、又は実質的に同じままである可能性があり、及び／又は経路120の指定された標準軌間距離500とは実質的に異ならない可能性がある。結果的に、画像データ内の標準軌間距離を見るだけでは、画像解析プロセッサ116がレール202、204への損傷（例えば、屈曲）を識別できない可能性がある。この状況を回避するために、画像解析プロセッサ116は、更に、画像データを使用して基準視覚プロファイル1102、1104

を生成し、図10及び図11と関連して上記したように、これらのプロファイルをレールの画像データと比較することができる。その場合、ルール202、204の屈曲又は他の位置ずれは、ルール202、204における屈曲が、画像データから作成された基準視覚プロファイルから逸脱している場合に識別することができる。

【0081】

図7は、車両が経路に沿って移動する場合に、車両から経路を調査する方法700についてのフローチャートである。方法700は、経路調査システム100（図1に示す）の1つ以上の実施形態によって実行することができる。702では、経路の画像は、車両の1つ以上のカメラから取得される。画像は、車両の走行方向に沿って、車両の前方の経路の区分（例えば、車両が、撮像される区分に向かって移動している）について、取得する

10

【0082】

704では、経路の基準視覚プロファイルは、撮像された経路の区分の位置に基づいて選択される。上記のように、基準視覚プロファイルは、経路の指定された標準軌間距離、経路の以前の画像、又は経路が位置すると期待されるか、若しくは以前に位置していた場所の空間表示などを表すことができる。

【0083】

706では、画像は、基準視覚プロファイルと比較される。例えば、経路の画像におけるレールの標準軌間が測定され、基準視覚プロファイルの標準軌間距離と比較することができる。任意選択的に、画像内のレールの位置を判断し、経路の以前の画像内のレールの位置と比較してもよい。一態様において、画像内のレールの位置を判断し、基準視覚プロファイルの指定領域と比較する。

20

【0084】

708では、経路の画像と、基準視覚プロファイルとの間に違いがあるかどうかを判断する。例えば、画像から測定された標準軌間距離が、基準視覚プロファイルの指定された標準軌間距離と異なるかどうかを判断することができる。更に、又はあるいは、画像内のレールの位置が、経路の以前の画像内のレールの位置と異なるかどうかを判断することができる。任意選択的に、画像内のレールの位置が、基準視覚プロファイルにおける指定領域の外部であるかどうかを判断してもよい。これらの違いの1つ以上が識別された場合、その違いは、屈曲、地面若しくは下にあるバラスト材の方への移動、又は破断などによって、経路（例えば、1つ以上のレール）がずれたことを示す可能性がある。

30

【0085】

画像と基準視覚プロファイルとの間の1つ以上の違いが識別された場合、経路は、以前の、又は指定された位置からずれた可能性がある。結果的に、方法700のフローは、710に進むことができる。他方で、何らの違いも識別されない場合、又は違いが比較的小さいか、軽微である場合、経路は、まだ、以前の、又は指定された位置と同じ位置にある（又は、比較的小さな量だけ移動した）とすることができる。結果的に、車両は、経路の次の区分に沿って走行を続けることができ、方法700は、702に戻るることができる。

【0086】

710では、画像内の経路の区分が、ずれていると識別される。712では、警報信号を1つ以上の他の鉄道車両に通信して、他の車両に位置ずれを警告すること、線路沿いの装置が警報信号を1つ以上の他の鉄道車両システムに通信することができるよう、線路に設置されるか、若しくは線路付近に設置される1つ以上の線路沿いの装置に警報信号を通信すること、警報信号を非搭載設備に通信すること、車両の動きを自動的に減速するか、若しくは停止すること、又は搭乗運転手に位置ずれについて通知することなどによって、1つ以上の応答動作を実施することができる。車両が経路に沿って移動を続けることができるかどうかにより、方法700のフローは、702に戻るることができる。

40

【0087】

本明細書で説明する発明の主題の別の態様において、光学経路調査システム及び方法は、車両の前方に取り付けられ、経路が進行する方向に向かって（例えば、対向して）配置

50

される、複数のカメラを使用することができる。カメラは、比較的高い（例えば、高速の）フレームレートで画像を取り込み、経路の静的な安定画像をもたらす。複数の取得画像を使用して、画像は、障害物（例えば、歩行者、車、及び樹木など）を識別及び／又は強調するよう解析される。システム及び方法は、障害物について車両の運転手に警告したり、指示を出したりして、ブレーキ動作を（手動で、又は自動的に）引き起こすことができる。運転手が減速のための動作をとらないか、又は車両のブレーキを踏まない場合、運転手が介入することなくブレーキを自動的に作動させてもよい。

【0088】

カメラは、比較的高いフレームレートで（例えば、比較的速い周波数で）画像を取り込み、走行する経路の次の位置の静的で安定した画像をもたらすことができる。異なるカメラで取得した画像に対する取込時間の間の時間的遅延、すなわちラグ（例えば、数ミリ秒）がある可能性がある。一態様において、同じ時間フレーム（例えば、同じ比較的短い時間フレーム内）で異なるカメラから取り込まれた画像は、経路の次の区分上の、又は経路の次の区分付近にある異物を識別するために比較される。特徴検出アルゴリズムを使用して、人、鳥、車、及び他の車両（例えば、機関車）などの、画像上の重要な特徴を識別することができる。一態様において、画像を解析し、異物の深さを識別し、異物の大きさを推定する、及び／又は異物を識別するために使用することができる。異なる技術を使用して、雪、雨、及び小石などの非安定障害物を除去又は無視することができる。線路上の車及び歩行者などの主要な障害物は、識別又は強調され、主要な障害物の存在について車両の運転手に警告するために使用することができる。

【0089】

現在、列車運転手は、さまざまな天候条件における線路の次の区分上の障害物について、十分早く警報又は識別結果を受け取れない可能性がある。運転手が障害物を見ることができたとしても、その障害物と衝突する前に、運転手がブレーキを踏み、列車（又は、他の車両）を停止させるほど早くは見つけていない可能性がある。本明細書で説明する高度な画像取込解析技術が十分早く遠く離れた障害物を検出することができる場合、障害物との衝突は、避けることができる。

【0090】

図1に示す経路調査システム100の説明に戻ると、1つ以上のカメラ106は、経路120に沿って車両102が移動している間、経路120の次の区分のいくつかの画像200を取得することができる。以下の説明は、2つ以上のカメラ106で画像200を取得する場合に着目するが、任意選択的に、1つのみのカメラ106で画像200を取得してもよい。画像解析プロセッサ116は、カメラ106を制御して、少なくとも、カメラごとに毎秒300画像、カメラごとに毎秒120画像、カメラごとに毎秒72画像、カメラごとに毎秒48画像、カメラごとに毎秒24画像、又は他のレートで画像を取得することなどによって、比較的速いフレームレートで画像200を取得することができる。

【0091】

次いで、画像解析プロセッサ116は、1つ以上のカメラ106で取得した画像を比較して、画像内の違いを識別する。これらの違いは、車両102が走行している経路120の区分上の、又はそのような経路の区分付近の、一時的な異物又は恒久的な異物を表すことができる。一時的な異物は、十分に速く移動しており、車両102がその異物に到達したときに、その物体が車両102を妨害しない、又は衝突しない物体である。恒久的な異物は、静止しているか、又は十分に遅く移動しており、車両102がその異物に到達したときに、車両102がその異物と衝突する物体である。

【0092】

図8は、本明細書で説明する発明の主題の一例による、カメラ106の1つ以上によって取得され、互いに重ね合わされた3つの画像の重畳表示800である。重畳表示800は、1つ以上のカメラ106によって異なる時間に撮られ、互いに組み合わされた、経路120の同じ区分の3つの画像を表している。画像解析プロセッサ116は、異物に対して画像を調査する場合に、そのような重畳表示を生成してもよく、しなくてもよい。

【0093】

表示800で示すように、経路120は、経路120が、異なる時間に取得された画像内で、同じか、又は実質的に同じ位置に留まるという点で、恒久的な物体である。これは、車両102（図1に示す）が経路120に沿って走行する場合に、経路120が、車両102の走行方向に対して横方向に動いていないためである。画像解析プロセッサ116は、上記したように、又は別の技術を使用して、画像内のピクセルの強度を調査することによって、経路120を識別することができる。

【0094】

また、表示800に示すように、異物802は、画像内に表示される。画像解析プロセッサ116は、画像内のピクセルの強度を調査すること（又は、別の技術を使用すること）、及び（例えば、指定範囲内で）同じか、又は同等の強度を有するピクセルの1つ以上のグループが互いに近接する画像の位置に表示されたと判断することによって、異物802を識別することができる。任意選択的に、画像解析プロセッサ116は、上記と同様に、1つ以上のカメラ106によって取得された画像の1つ以上を比較すること、及び画像を1つ以上の基準視覚プロファイルと比較することができる。画像と基準視覚画像との間の違いが識別された場合、画像解析プロセッサ116は、これらの違いを、異物802を表すものとして識別する可能性がある。例えば、基準視覚プロファイルがレール204のみを表すが、レール204及び別の物体が画像内に表示される場合、画像解析プロセッサ116は、他の物体を、異物802として識別することができる。一態様において、画像解析プロセッサ116は、異なる形状並びに／若しくは大きさの経路120及び異物802により、経路120（例えば、レール204）と異物802とを区別することができる。

【0095】

異物802が識別されると、画像解析プロセッサ116は、カメラ106の1つ以上に指示し、異物802を拡大表示し、1つ以上の拡大画像を取得することができる。例えば、異物802の初期識別は、画像解析プロセッサ116がカメラ106に指示し、カメラ106の視界を拡大し、異物802の拡大画像を取得することによって確認することができる。画像解析プロセッサ116は、再び、拡大画像を調査し、異物802の存在を確認すること、又は異物802が存在しないと判断することができる。

【0096】

画像解析プロセッサ116は、一続きの2つ以上の画像（例えば、拡大画像又は拡大する前に取得された画像）を調査し、異物802が恒久的な物体であるか、それとも一時的な物体であるかを判断してもよい。一態様において、異物802が、指定された期間内に、少なくとも指定数の画像内に表示され、プロセッサ116によって識別された場合、異物802は、プロセッサ116によって、恒久的な物体として識別される。少なくとも指定された期間に指定数の画像（又は、更に多くの画像）内に異物802が見られることは、異物802が、経路120の次の区分上に、若しくは次の区分付近に位置すること、及び／又は経路120上に、若しくは経路120付近に留まっている可能性が高いことを示す。

【0097】

例えば、経路120上を飛ぶ鳥、及び経路120上の降雨などは、カメラ106によって取得される1つ以上の画像内に表示される可能性がある。これらの異物802は、かなり高速に移動する傾向があるため、これらの異物802は、指定された期間、指定数の画像を超える画像内に表示される可能性は少ない。結果的に、画像解析プロセッサ116は、これらの種類の異物802を、恒久的な物体として識別せず、代わりに、これらの異物を無視するか、又は異物を一時的な物体として識別する。

【0098】

別の例として、経路120上に立っているか、若しくは歩いている人間、及び経路120上に止まっているか、若しくはゆっくり動いている車などは、飛んでいる鳥又は降雨よりも長い期間にわたって、カメラ106が取得する画像内に表示される可能性がある。結

果的に、人間又は車は、少なくとも指定された期間、少なくとも指定数の画像内に表示される可能性がある。画像解析プロセッサ 116 は、そのような異物を、恒久的な物体として識別する。

【0099】

異物を恒久的な物体として識別したことに応じて、画像解析プロセッサ 116 は 1 つ以上の軽減動作を実施することができる。例えば、画像解析プロセッサ 116 は、車両制御器 114 に通信される警報信号（図 1 に示す）を生成することができる。この警報信号により、内部及び／又は外部のサイレンなどの 1 つ以上の警報装置が音を発し、車両 102 が恒久的な物体に近づいているという可聴警告又は警報を生成することができる。任意選択的に、警報信号は、視覚的又は他の警報を車両 102 の運転手に生成し、恒久的な物体について運転手に通知してもよい。更に、又はあるいは、警報信号により、車両制御器 114 は、車両 102 のブレーキを自動的に作動することができる。一態様において、警報信号により、車両制御器 114 は、切替部又は切替部を制御する他の線路沿いの装置に信号を通信することができ、切替部は自動的に変更され、車両 102 は、（恒久的な物体が検出された）現在走行中の経路 120 を離れ、別の、異なる経路に移動し、恒久的な物体との衝突を回避する。

【0100】

本明細書で説明する発明の主題の一例において、画像解析プロセッサ 116 は、恒久的な物体の移動速度を判断し、どの軽減動作を、存在する場合に、実施するべきかを判断することができる。図 8 に示す例において、異物 802 は、経路 120 に対して画像のさまざまな位置に表示される。例えば、第 1 の画像において、異物 802 は、第 1 の位置 804 に表示され、それに続く第 2 の画像では、異物 802 は、異なる第 2 の位置 806 に表示され、それに続く第 3 の画像では、異物 802 は、異なる第 3 の位置 808 に表示される。

【0101】

画像解析プロセッサ 116 は、異物 802 の変化位置を識別し、異物 802 の移動速度を推定することができる。例えば、画像解析プロセッサ 116 は、カメラ 106 のフレームレートを制御することができ、したがって、連続する画像を取得した時間の長さを把握することができる。画像解析プロセッサ 116 は、異なる位置 804、806、808 などの間で異物 802 の位置の変化を測定し、異物 802 がそれらの画像間で移動した推定距離に、これらの位置の変化をスケール変更することができる。例えば、画像解析プロセッサ 116 は、図 3 A 及び図 3 B で示した標準軌間距離 500 を測定するのと同様の方法で、距離を推定することができる。しかしながら、レール 204 の間の距離を測定する代わりに、画像解析プロセッサ 116 は、異物 802 の移動距離を推定している。

【0102】

画像解析プロセッサ 116 は、異物 802 のさまざまな位置を示す画像が取得された期間によって分割された位置の変化を用いて、異物 802 が移動している移動速度を推定することができる。異物 802 が指定速度より遅く移動している場合、画像解析プロセッサ 116 は、車両 102 が異物 802 に到達する前に、異物 802 が経路 120 を塞いでいる可能性があるとは判断することができる。結果的に、画像解析プロセッサ 116 は、（例えば、車両 102 の移動を完全に、又は十分な程度に減速及び停止するために）車両 102 のブレーキをすぐに作動することなどによって、より早急な応答を要求する、車両制御器 114 に対する警報信号を生成することができる。異物 802 が指定速度と少なくとも同じ速度で移動している場合、画像解析プロセッサ 116 は、車両 102 が異物 802 に到達する前に、異物 802 が経路 120 から取り払われた可能性が高いと判断することができる。結果的に、画像解析プロセッサ 116 は、警報サイレンを作動すること、スロットルレベルを自動的におさえること、及び／又はブレーキを作動することによって車両 102 を自動的に減速する（だが、停止しない）ことなどによって、緊急を要しない応答を要求する、車両制御器 114 に対する警報信号を生成することができる。

【0103】

一実施形態において、画像解析プロセッサ116は、2つ以上のカメラ106によって取得された画像を使用して、経路120上の、又は経路120付近の恒久的な物体の潜在的識別を確認又は否定することができる。例えば、プロセッサ116は、1つのカメラ106aからの第1の画像のセットを調査し、別のカメラ106bからの第2の画像のセットを調査して、恒久的な物体が、第1の画像のセット及び第2の画像のセットの両方で識別されたかを判断することができる。恒久的な物体が、画像の両セットから検出された場合、画像解析プロセッサ116は、上記のように、どの軽減動作を実施すべきかを判断することができる。

【0104】

画像解析プロセッサ116は、2つ以上のカメラ106によって取得された画像を調査して、異物802の深さを推定することができる。例えば、異なる、離間したカメラ106によって同じ時間か、又はほぼ同じ時間に取得された画像は、異物802の立体視をもたらすことができる。カメラ106のわずかに異なる視界のため、同じ時間か、又はほぼ同じ時間に取得された画像は、異物802が静止している場合でも、異物802の相対位置でのわずかな違いを有する可能性がある。例えば、異物802が、別のカメラ106bによって取得された画像に比べて、あるカメラ106aによって取得された画像の一方の側にわずかに表示される可能性がある。画像解析プロセッサ116は、（例えば、異物802の共通ピクセル又は位置の間の距離を測定することによって）これらの違いを測定し、異物802の深さ（例えば、車両102の走行方向と並行又は同軸である方向に沿って、異物802の対向する側の間の距離）を推定することができる。例えば、これらの違いがより大きい場合、違いが小さい場合よりも大きな深さが推定される可能性がある。

【0105】

画像解析プロセッサ116は、推定された深さを使用して、どの軽減動作を実施すべきかを判断することができる。例えば、推定された深さが比較的大きい場合、画像解析プロセッサ116は、推定された深さが比較的小さい場合よりも、異物802のサイズが大きいと判断することができる。画像解析プロセッサ116は、推定された深さが比較的大きい場合、より厳密な軽減動作を要求することができ、推定された深さが比較的小さい場合、厳密さの低い軽減動作を要求することができる。

【0106】

更に、又はあるいは、画像解析プロセッサ116は、1つ以上の画像内の識別された異物802の二次元寸法を調査して、どの軽減動作を実施すべきかを判断してもよい。例えば、画像解析プロセッサ116は、画像内で異物802を表す画像の表面積を測定することができる。画像解析プロセッサ116は、画像内の異物802のこの二次元寸法と、異物802の推定深さとを組み合わせ、異物802のサイズ指数を判断することができる。サイズ指数は、異物802の大きさを表す。任意選択的に、サイズ指数は、撮像された異物802の二次元サイズに基づいてもよく、異物802の推定深さに基づかなくてもよい。

【0107】

画像解析プロセッサ116は、サイズ指数を使用して、どの軽減動作を実施すべきかを判断することができる。画像解析プロセッサ116は、サイズ指数が比較的大きい場合、より厳密な軽減動作を要求することができ、サイズ指数が比較的小さい場合、厳密さの低い軽減動作を要求することができる。

【0108】

画像解析プロセッサ116は、異物802の二次元領域及び／又は推定深さを、1つ以上の物体テンプレートと比較し、異物802を識別することができる。物体テンプレートは、図5A及び図5Bにおける基準視覚画像300で示した指定領域302、304と同様とすることができる。上記のように、指定領域302、304は、適切に並べられたルール204が、画像内で配置されるように期待される場所を表す。同様の指定領域は、歩行者、自動車、又は家畜などの、他の物体の形状を表すことができる。画像解析プロセッサ116は、1つ以上の画像内の異物802の大きさ及び／又は形状を、1つ以上の異な

る異物を表す1つ以上の指定領域（例えば、物体テンプレート）の大きさ及び／又は形状と比較することができる。異物802の大きさ及び／又は形状が同じであるか、又は同等である（例えば、指定許容範囲内である）場合、画像解析プロセッサ116は、画像内の異物802を、物体テンプレートによって表された同じ異物として識別することができる。

【0109】

画像解析プロセッサ116は、異物802の識別結果を使用して、どの軽減動作を実施すべきかを判断することができる。例えば、異物802が自動車又は歩行者として識別された場合、画像解析プロセッサ116は、異物802が、家畜などの、他の何かと識別された場合よりも厳密に軽減動作を要求することができる。

10

【0110】

一態様において、画像解析プロセッサ116は、メモリ118内に画像の1つ以上を格納し、及び／又は非搭載位置に画像を通信する。画像は、メモリ118から、並びに／若しくは非搭載位置から検索し、及び異なる時点で同じ車両102によって、並びに／若しくは他の時点で1つ以上の他の車両102によって取得された経路120の同じ区分の1つ以上の画像と比較してもよい。経路120の画像の変化を使用して、画像で識別されるような、ある時間にわたる経路120の変化から、経路120における摩耗並びに裂け目の識別、又は経路120の下のパラスト材の流出などによる、経路120の劣化を識別することができる。

20

【0111】

図9は、車両が経路に沿って移動する場合に、車両から経路を調査する方法900についてのフローチャートを示す。方法900は、経路調査システム100（図1に示す）の1つ以上の実施形態によって実行することができる。902では、経路の複数画像は、車両の1つ以上のカメラから取得される。画像は、車両の走行方向に沿って、車両の前方の経路の区分（例えば、車両が、撮像される区分に向かって移動している）について、取得することができる。

【0112】

904では、画像を調査して、異物が画像の1つ以上に存在しているかどうかを判断する。例えば、画像内のピクセルの強度を調査して、車両が接近している経路の区分上又はその付近に異物が存在しているかどうかを判断することができる。

30

【0113】

906では、異物が画像内で識別されたかどうかを判断する。例えば、異物を以前の画像又は他の基準視覚プロファイルと比較し、物体の形状が現在の画像内にあるが、以前の画像又は他の基準視覚プロファイルにはない場合、物体は、異物を表す可能性がある。結果的に、異物が画像内で識別され、方法900のフローは、908に進むことができる。他方で、何らの異物も画像内で識別されない場合、方法900のフローは、902に戻るであろう。

【0114】

一態様において、異物の存在は、第1のカメラが取得した画像の第1のセットと、第2のカメラが取得した画像の第2のセットとを調査することによって判断してもよい。異物が画像の第1のセット内で識別され、異物が画像の第2のセット内で識別された場合、方法900のフローは、908に進むことができる。そうでなければ、方法900のフローは、902に戻るることができる。

40

【0115】

一態様において、異物の存在は、異なる倍率レベルで取得された異なる画像を調査することによって判断してもよい。例えば、異物が第1の倍率レベルで取得された1つ以上の画像で識別された場合、カメラは、異物に拡大ズームし、拡大した第2の倍率レベルで1つ以上の画像を取得してもよい。拡大倍率レベルでの画像を調査して、画像内に異物があるかどうかを判断することができる。異物が拡大された第2の倍率レベル画像内で識別された場合、方法900のフローは、908に進むことができる。そうでなければ、方法9

50

00のフローは、902に戻ることができる。

【0116】

910では、異物が恒久的な物体であるか、一時的な物体であるかを判断する。上記のように、経路の連続的な2つ以上の画像を調査し、異物が画像内に存在するかどうかを判断することができる。少なくとも指定された期間に少なくとも指定数の画像内に異物が表示された場合、異物は、上記のように、恒久的な物体として識別される可能性がある。結果的に、1つ以上の軽減動作を、その異物との衝突を避けるためにとる必要がある可能性があり、方法900のフローは、912に進むことができる。

【0117】

他方で、少なくとも指定された期間に少なくとも指定数の画像内に異物が表示されない場合、異物は、上記のように、一時的な物体である可能性があり、恒久的な物体として識別されない可能性がある。結果的に、車両が異物の位置に到達した場合に、異物が存在しない可能性があり、1つ以上の軽減動作をとる必要がない可能性がある。その場合、方法900のフローは、902に戻ることができる。

【0118】

912では、1つ以上の軽減動作をとることができる。例えば、車両の運転手は、異物の存在について警告を受けることができる、可聴並びに／若しくは可視警報機を作動させることができる、車両のブレーキを自動的に入れることができる、又は車両のスロットルを低減することができるなどである。上記のように、異物のサイズ、深さ、及び／又は識別情報について判断し、使用して、どの軽減動作を実施するかを選択することができる。

【0119】

本明細書で説明する発明の主題の一例において、（例えば、線路などの経路を光学的に調査するための）方法は、鉄道車両が線路に沿って移動し、その線路の区分の基準視覚プロファイルを（1つ以上のコンピュータプロセッサで）選択する間に、鉄道車両に取り付けられたカメラから線路の区分の1つ以上の画像を取得するステップを含む。基準視覚プロファイルは、線路の指定レイアウトを表す。本方法はまた、線路の区分の1つ以上の画像と、線路の基準視覚プロファイルとを（1つ以上のコンピュータプロセッサで）比較するステップ、及び1つ以上の画像と基準視覚プロファイルとの間の1つ以上の違いを線路の位置ずれ区分として（1つ以上のコンピュータプロセッサで）識別するステップを含むことができる。

【0120】

一態様において、線路の区分の1つ以上の画像は、1つ以上の画像のピクセルを基準視覚プロファイルの対応する位置にマッピングし、線路を表す1つ以上の画像のピクセルが、基準視覚プロファイル内の線路として共通の位置にあるかどうかを判断することによって、基準視覚プロファイルと比較される。

【0121】

一態様において、本方法は、1つ以上の画像内のピクセルの強度を測定することによって線路を表す1つ以上の画像の部分を識別するステップと、線路を表す1つ以上の画像の部分を、ピクセルの強度に基づいて、1つ以上の画像の他の部分から区別するステップとを含む。

【0122】

一態様において、基準視覚プロファイルは、1つ以上の画像を取得する前に線路があった位置を視覚的に表す。

【0123】

一態様において、本方法は、1つ以上の画像内のレールの間に配置されたピクセルの数を判断することによって、線路のレール間の距離を測定するステップを含む。

【0124】

一態様において、本方法はまた、その距離と、指定距離とを比較し、線路のその区分で変化した標準軌間を識別するステップを含む。

【0125】

一態様において、本方法はまた、1つ以上の画像内のレールの間に配置されたピクセルの数の変化を識別することによって、線路のその区分にある切替部を識別するステップを含む。

【0126】

一態様において、本方法はまた、基準視覚プロファイルと比較される1つ以上の画像の少なくとも1つから基準視覚プロファイルを作り出し、1つ以上の違いを識別するステップを含む。

【0127】

一態様において、本方法はまた、線路の区分の1つ以上の画像と、1つ以上の他の時点で1つ以上の他の鉄道車両によって取得された線路の区分の1つ以上の追加画像とを比較して、線路の区分の劣化を識別するステップを含む。

10

【0128】

一態様において、線路の区分の1つ以上の画像は、鉄道車両が線路の区分の上限速度（例えば、進路速度）で走行している間に取得される。

【0129】

本明細書で説明する発明の主題の別の例において、システム（例えば、光学経路調査システム）は、カメラと、1つ以上のコンピュータプロセッサとを含む。カメラは、鉄道車両に取り付けられ、その鉄道車両が線路に沿って移動している間に、線路の区分の1つ以上の画像を取得するよう構成される。1つ以上のコンピュータプロセッサは、線路の指定レイアウトを表す線路の区分の基準視覚プロファイルを選択するよう構成される。1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、線路の区分の1つ以上の画像と、線路の基準視覚プロファイルとを比較し、1つ以上の画像と基準視覚プロファイルとの間の1つ以上の違いを、線路の位置ずれ区分として識別するよう構成される。

20

【0130】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、1つ以上の画像のピクセルを基準視覚プロファイルの対応する位置にマッピングし、線路を表す1つ以上の画像のピクセルが、基準視覚プロファイル内の線路として共通の位置にあるかどうかを判断することによって、線路の区分の1つ以上の画像と、基準視覚プロファイルとを比較するよう構成される。

【0131】

30

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、1つ以上の画像内のピクセルの強度を測定することによって線路を表す1つ以上の画像の部分を識別し、線路を表す1つ以上の画像の部分を、ピクセルの強度に基づいて、1つ以上の画像の他の部分から区別するよう構成される。

【0132】

一態様において、基準視覚プロファイルは、1つ以上の画像を取得する前に線路があった位置を視覚的に表す。

【0133】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、1つ以上の画像内のレールの間に配置されたピクセルの数を判断することによって、線路のレール間の距離を測定するよう構成される。

40

【0134】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、その距離と、指定距離とを比較し、線路のその区分で変化した標準軌間を識別するよう構成される。

【0135】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、1つ以上の画像内のレールの間に配置されたピクセルの数の変化を識別することによって、線路のその区分にある切替部を識別するよう構成される。

【0136】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、基準視覚プロファイルと比較

50

される1つ以上の画像の少なくとも1つから基準視覚プロファイルを作り出し、1つ以上の違いを識別するよう構成される。

【0137】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、線路の区分の1つ以上の画像と、1つ以上の他の時点で1つ以上の他の鉄道車両によって取得された線路の区分の1つ以上の追加画像とを比較して、線路の区分の劣化を識別するよう構成される。

【0138】

一態様において、カメラは、線路の区分の1つ以上の画像を取得するよう構成され、1つ以上のコンピュータプロセッサは、車両が線路の区分の上限速度で走行している間、線路の位置ずれ区分を識別するよう構成される。

10

【0139】

本明細書で説明する発明の主題の別の例において、方法（例えば、光学経路調査方法）は、経路に沿って移動している車両上の1つ以上のカメラを用いて経路の次の区分の複数の第1の画像を比較するステップと、1つ以上のコンピュータプロセッサを用いて第1の画像を調査し、経路の次の区分上の、又はその区分付近の異物を識別するステップと、1つ以上のプロセッサを用いて第1の画像間の1つ以上の違いを識別するステップと、識別された第1の画像間の違いに基づいて、異物が一時的な物体であるか、恒久的な物体であるかを判断するステップと、異物が一時的な物体であるか、恒久的な物体であるかの判断に応じて、1つ以上の軽減動作を実施するステップとを含む。

【0140】

20

一態様において、本方法はまた、1つ以上のカメラの拡大レベルを高め、異物にズームインするステップと、異物の1つ以上の第2の画像を取得するステップとを含む。異物は、第1の画像と、1つ以上の第2の画像との間の比較に応じて、恒久的な物体であると判断することができる。

【0141】

一態様において、第1の画像は、異なる時点で取得され、1つ以上の軽減動作を実施するステップは、異なる時点で取得された第1の画像における違いに基づいて、1つ以上の軽減動作を優先するステップを含む。

【0142】

一態様において、本方法はまた、第1の画像と第2の画像との比較に基づいて、異物の深さ及び車両から異物までの距離を計算するステップを含む。

30

【0143】

一態様において、1つ以上の軽減動作を実施するステップは、異物が恒久的な物体であるか、一時的な物体であるかということと、第1の画像の間の違いから1つ以上のコンピュータプロセッサによって計算された異物の深さと、第1の画像の間の違いから1つ以上のコンピュータプロセッサによって計算された車両から異物までの距離とに基づいて実行される。

【0144】

一態様において、本方法はまた、異物の移動速度を、1つ以上のコンピュータプロセッサを用いて、第1の画像間の違いから推定するステップを含む。

40

【0145】

一態様において、1つ以上のカメラは、第1のフレームレートで第1の画像を、異なる第2のフレームレートで追加の第2の画像を取得する。本方法はまた、車両の移動速度の変化に基づいて、第1のフレームレート又は第2のフレームレートの少なくとも一方を修正するステップを含む。

【0146】

一態様において、本方法はまた、第1の画像を、1つ以上の他の時点で複数の他の車両によって取得された経路の複数の追加画像と比較し、経路の劣化を識別するステップを含む。

【0147】

50

本明細書で説明する発明の主題の別の例において、システム（例えば、光学経路調査システム）は、車両に取り付けられ、車両が経路に沿って移動している間に経路の次の区分の複数の第1の画像を取得するよう構成される1つ以上のカメラを含む。本システムはまた、第1の画像を互いに比較し、第1の画像間の違いを識別し、識別された第1の画像間の違いに基づいて経路の次の区分上の、又はその付近の異物を識別し、識別された第1の画像間の違いに基づいて、異物が一時的な物体であるか、又は恒久的な物体であるかを判断し、異物が一時的な物体であるか、恒久的な物体であるかの判断に応じて1つ以上の軽減動作を実施するよう構成される1つ以上のコンピュータプロセッサを含む。

【0148】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、1つ以上のカメラに指示し、1つ以上のカメラの拡大レベルを高め、異物にズームインし、異物の1つ以上の第2の画像を取得するよう構成される。異物は、第1の画像と、1つ以上の第2の画像との間の比較に応じて、1つ以上のコンピュータプロセッサによって、恒久的な物体であると判断することができる。

10

【0149】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、1つ以上のカメラに指示し、異なる時点で第1の画像を取得し、更に1つ以上のコンピュータプロセッサは、異なる時点で取得された第1の画像における違いに基づいて、1つ以上の軽減動作を優先することによって、1つ以上の軽減動作を実施するよう構成される。

【0150】

20

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、第1の画像の比較に基づいて、異物の深さ及び車両から異物までの距離を計算するよう構成される。

【0151】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサは、異物が恒久的な物体であるか、一時的な物体であるかということと、第1の画像の間の違いに基づいて1つ以上のコンピュータプロセッサによって計算された異物の深さと、第1の画像の間の違いに基づいて1つ以上のコンピュータプロセッサによって計算された車両から異物までの距離とに基づいて、1つ以上の軽減動作を実施するよう構成される。

【0152】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、異物の移動速度を、第1の画像間の違いから推定するよう構成される。

30

【0153】

一態様において、1つ以上のカメラは、第1のフレームレートで第1の画像を、異なる第2のフレームレートで追加の第2の画像を取得する。1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、車両の移動速度の変化に基づいて、第1のフレームレート又は第2のフレームレートの少なくとも一方を修正するよう構成することができる。

【0154】

一態様において、1つ以上のコンピュータプロセッサはまた、第1の画像を、1つ以上の他の時点で複数の他の車両によって取得された経路の複数の追加画像と比較し、経路の劣化を識別するよう構成される。

40

【0155】

別の実施形態において、光学経路調査システムは、画像データを調査し、車両の搭載カメラを使用して、経路脇の標識を検出する。ある種の標識（例えば、距離標）は、検出され、データベース又はリストなどのメモリ構造に格納することができる。画像解析（例えば、光学文字認識）を用いて、標識についての情報（例えば、文字、数値、又は記号など）を判断することができる。メモリ構造は、標識の画像、標識についての情報、及び／又は標識の位置を含むよう構築又は作成することができる。その場合、メモリ構造は、さまざまな目的のために、例えば、車両の自動制御などのために、使用及び／又は更新することができる。例えば、ポジティブ列車制御（PTC）システム又は搭載安全システムなどは、メモリ構造内の情報を使用して、ある領域内の車両の移動をいつ減速すべきか、車両

50

をいつ加速可能にすべきか、又は車両のブレーキをいつ自動的に作動すべきかを判断することができる。

【0156】

図16は、別の実施形態による光学経路調査システム1600の概略図である。システム1600は、鉄道車両などの、車両1602に搭載される。車両1602は、図1に示す車両102と同じでもよいし、異なってもよい。例えば、車両1602は、車両102を示してもよい。車両1602は、1つ以上の機関車又は鉄道車両などの1つ以上の他の車両と接続し、線路などの経路1620に沿って移動する列車を形成することができる。あるいは、車両1602は、別の種類のオフハイウェイ車両（例えば、公道を走行するように設計されていないか、公道を走行することが許可されていない車両）、又は自動車などの、別の種類の車両としてもよい。ある構成では、車両1602は、列車又は車両の他のシステムなどの中の、乗客及び／又は貨物を引っ張る、及び／又は押すことができる。

10

【0157】

システム1600は、1つ以上のカメラ1606を含み、カメラ1606は、図1に示すカメラ106の1つ以上としてもよい。カメラ1606は、静的（例えば、静止）画像及び／又は動画（例えば、映像）を取得することができる。任意選択的に、カメラ1606を、車両1602の内部に配置してもよい。カメラ1606は、車両1602が比較的高速で移動している間に、経路1620の画像並びに／若しくは映像及び／又は経路1620の脇に配置された標識を取得することができる。例えば、画像は、メンテナンスが経路1620で行われていない場合の、又は経路1620の上限速度を下回っていない場合の経路1620の進路速度などの、車両1602が経路1620の上限速度で、又は上限速度付近で移動している間に取得してもよい。

20

【0158】

システム1600は、カメラ制御器1612を含み、カメラ制御器1612は、図1に示すカメラ制御器112としてもよい。カメラ制御器1612は、カメラ制御器112と関連して上記したのと同様に、カメラ1606の動作を制御することができる。システム1600はまた、1つ以上の画像解析プロセッサ1616を含んでもよく、画像解析プロセッサ1616は、図1に示す1つ以上の画像解析プロセッサ116を表すことができる。システム1600の画像メモリ1618は、図1に示す画像メモリ118を表すことができる。車両制御器1614は、図1に示す車両制御器114を表すことができる。上記のように、車両制御器114（したがって、一実施形態における車両制御器1614）は、経路120、1620に沿った車両102、1602の位置を判断する測位システムを含むことができる。任意選択的に、測位システム1622は、制御器1614から分離するが、制御器1612及び／又は1614と（例えば、1つ以上の有線及び／又は無線接続によって）動作可能に接続してもよく、その結果、測位システム1622は、車両1602の位置を示すデータを、制御器1612及び／又は1614に通信することができる。測位システム1622の例には、全地球測位システム、セルラー三角測量システム、無線周波数識別（RFID）呼掛け器若しくはリーダ（例えば、位置を判断するために路傍トランスポンダを読み取る）、又は以前の位置、車両1602の速度、並びに／若しくは経路1620のレイアウトからの経過時間に基づいて位置を計算するコンピュータマイクロプロセッサなどがある。

30

40

【0159】

システム1600は、車両1602への、及び／又は車両1602からの情報を無線通信することができる送受信回路及び関連ハードウェア（例えば、アンテナ1626）を表す通信装置1624を含むことができる。一態様において、通信装置1624は、車両1602と、車両1602と（例えば、直接又は1つ以上の他の車両によって）機械的に結合された別の車両との間で情報を通信するために、1つ以上の配線、ケーブル、又はバスなど（例えば、複数のユニットケーブル、電線など）を用いて接続される。

【0160】

50

図16に示すシステム1600を続けて参照すると、図17は、一例によりシステム1600によって取得された画像データ1700を示す。カメラ1606は、車両1602が経路1620に沿って移動すると、画像データ1700を取得又は生成することができる。あるいは、画像データ1700は、車両1602が停止している間に取得又は作成することができる。画像データ1700の対象部分1702は、(例えば、カメラ1606の視界内の、経路1620の10フィート、すなわち、3メートル以内、又は別の距離内の)経路1620の脇又は付近に位置する標識1704を表すことができる。画像解析プロセッサ1616は、画像データ1700を調査し、車両1602の移動に伴って標識1704を含む対象部分1702を識別することができ、及び／又は車両1602が停止している場合に、対象部分1702を識別することができる。

10

【0161】

一態様において、画像解析プロセッサ1616は、画像データ1700内のピクセルの強度に基づくこと、又は画像データ1700に基づいて生成されたワイヤフレーム・モデル・データに基づくことなどによって、標識1704を検出することができる。例えば、標識1704を表すピクセルは、他のピクセルよりも、強度又は色などの点で、互いにより類似している可能性がある。画像解析プロセッサ1616は、画像データ1700内の標識1704を識別し、画像データ1700及び／又は画像メモリ1618内の標識1704を含む対象部分1702を格納することができる。画像解析プロセッサ1616は、画像データ1700の対象部分1702を調査し、標識1704によってどのような情報が表されているかを判断することができる。例えば、画像解析プロセッサ1616は、光学式文字認識を用いて、標識1704に含まれる文字、数値、又は記号などを識別することができる。標識1704が、固定数値を有する印刷標識として示される一方で、その代わりに、標識1704では、時間とともに表示される文字、数値、又は記号などが変化する可能性がある。例えば、標識1704は、表示される情報を変更することができるディスプレイとしてもよく、標識1704は、文字、数値、又は記号などを変更可能なプレースホルダを有してもよい。あるいは、画像解析プロセッサ1616は、メモリ1618に画像データ1700及び／又は対象部分1702をまず格納することなく、対象部分1702を調査することができる。

20

【0162】

図18は、一実施形態による、図17の画像データ1700で示す標識1704の調査及びその標識1704の調査の少なくとも一部に基づいて作り出されたメモリ構造1800の概略図である。図16に示す画像解析プロセッサ1616は、光学式文字認識又は別の技術を用いて、標識1704によって伝達される(例えば、標識1704に示される)情報を識別することができる。図示の例では、画像解析プロセッサ1616は、画像データ1700の対象部分1702を調査し、標識1704が数字「225」を含むことを判断することができる。画像解析プロセッサ1616は、図16に示す測位システム1622と通信して、標識1704を示す画像データ1700が取得された時点での車両1602の位置を判断することができる。

30

【0163】

画像解析プロセッサ1616は、測位システム1622によって判断されると、標識1704に示される情報と、車両1602の位置とを、メモリ構造1800内に格納することができる。任意選択的に、対象部分1702及び／又は画像データ1700を、メモリ構造1800に格納してもよい。メモリ構造1800は、互いに関連づけられた異なる種類の情報の、編成されたリスト、テーブル、又はデータベースなどを表す。例えば、メモリ構造1800は、異なる標識1704のさまざまな異なる位置1802及び異なる標識1704に示される情報1804を格納することができる。

40

【0164】

メモリ構造1800は、メモリ1618内にローカルに格納してもよく、及び／又は車両1602に搭載されていないメモリ装置に遠隔で格納してもよい。標識1704に示される情報及び標識1704の位置は、いくつかの車両1602のシステム1600によっ

50

て更新することができる。例えば、複数の車両 1602 の通信装置 1624 は、標識 1704 に示される情報及び標識 1704 の位置を、別の車両か、又は伝達設備若しくは別の位置などの別の場所のメモリ装置（例えば、画像メモリ 1618）に通信することができる。標識 1704 の情報及び位置は、複数の車両 1602 が標識 1704 の付近を走行すると、更新及び／又は検証することができる。

【0165】

標識 1704 の情報及び位置は、システム 1600 によって使用され、標識 1704 が損傷又は不明瞭になっていないかを判断することができる。画像解析プロセッサ 1616 が画像データ 1700 を調査し、標識 1704 があるべき場所の画像データ 1700 内に標識 1704 を識別しないか、又は標識に書かれているべき標識 1704 に書かれた同じ情報を識別しなかったなどの場合、画像解析プロセッサ 1616 は、標識 1704 が、紛失したか、損傷したか、又は判読不能であると判断することができる。例えば、画像解析プロセッサ 1616 が、メモリ構造 1800 を調査し、標識 1704 が以前に、特定の位置で識別されたと判断することができる。画像解析プロセッサ 1616 は、同じ位置で取得された画像データ 1700 を調査し、標識 1704 が画像データ 1700 内に示されるかどうか、及び／又は標識 1704 の情報がメモリ構造 1800 に格納された情報と同じであるかどうかを判断することができる。標識 1704 が、画像データから識別されない場合、画像解析プロセッサ 1616 は、標識 1704 が、除去されたと判断することができる。画像解析プロセッサ 1616 が標識 1704 に印刷された情報を識別できない場合、画像解析プロセッサ 1616 は、標識 1704 が、損傷したか、又は（例えば、結露、氷、又は植生などによって）少なくとも部分的に視界から遮られたと判断することができる。標識 1704 に示された情報が標識 1704 の位置と関連づけられたメモリ構造 1800 内に格納された情報と一致しない場合、画像解析プロセッサ 1616 は、標識が損傷した、標識 1704 が少なくとも部分的に視界から遮られた、及び／又はメモリ構造 1800 に格納された、並びに／若しくは標識 1704 に示された情報が不正確であると判断することができる。

【0166】

標識 1704 及び／又はメモリ構造 1800 に伴うこれらの問題の 1 つ以上を識別することに応じて、画像解析プロセッサ 1616 は、1 つ以上の警報信号を通信することができる。これらの信号は、別の車両に通信され、他の車両に搭載されたシステム 1600 が標識 1704 の画像データを確認することを要求すること、又は非搭載設備に、標識 1704 並びに／若しくはメモリ構造 1800 に記録された情報の検査、修復、若しくはメンテナンスを要求することなどができる。

【0167】

一実施形態において、メモリ構造 1800 に格納された情報は、車両 1602 の動作を制御するために車両制御器 1614 が使用することができる。例えば、いくつかの標識 1704 は、経路 1620 に対する速度制限を表示する可能性があり、いくつかの標識 1704 は、作業者が経路 1620 上で、又は経路 1620 付近で作業していることを指示することができる、又はいくつかの標識 1704 は、車両 1602 の動作を停止するよう指示することができる。システム 1600 によって標識 1704 から読み取られ、メモリ構造 1800 に格納された情報を使用して、車両 1602 の動作を自動的に制御することができる。車両制御器 1614 は、測位システム 1622 から通信されたデータに基づいて、車両 1602 の位置を監視することができる。車両 1602 がメモリ構造 1800 内の標識 1704 と関連づけられた位置に近づくか、又は到達したこと（例えば、標識 1704 の指定距離内に来たこと）に応じて、車両制御器 1614 は、メモリ構造 1800 を調査し、どのような情報が標識 1704 に示されているかを判断することができる。情報が制限速度又は停止命令などを示す場合、車両制御器 1614 は、標識 1704 に表示された指示に応じて、速度を自動的に変更したり、車両 1602 を停止することができ、及び／又は速度を変更したり、車両 1602 を停止するよう運転手に指示を表示することができる。任意選択的に、メモリ構造 1800 は、車両 1602 の動きを自動的に制御するため

にポジティブ列車制御システムとして使用される情報を含むことができる。

【0168】

図19は、一実施形態による、画像データから標識に示された情報を識別する方法1900についてのフローチャートを示す。方法1900は、本明細書で説明する経路調査システムの1つ以上の実施形態によって実行してもよい。1902では、経路の画像データは、車両が経路に沿って移動している間に取得される。1904では、画像データが標識を含むかどうかを判断する。例えば、画像データ内のピクセル強度を調査して、標識が存在するかどうかを判断することができる。標識が画像データに示される場合、方法1900のフローは、1906に進むことができる。何らの標識も画像データ内に見ることができない場合、方法1900のフローは、1902に戻ることができる。その場合、さらなる画像データを取得することができる。

10

【0169】

1906では、標識を表す画像データの部分を調査し、どのような情報が標識に示されているかを判断する。例えば、光学式文字認識又は別の技術（例えば、手動検査）を、画像データか、又は標識を表す画像データの部分に実行して、どのような文字、数値、又は記号などがその標識に示されているかを判断してもよい。

【0170】

1908では、標識の位置を判断する。標識の位置は、標識を示す画像データが得られた場合の車両の位置を判断することによって、判断することができる。あるいは、標識の位置は、操作者が手動で入力してもよい。1910では、標識の位置及び標識に示される情報が、メモリ構造などに記録される。その場合、上記のように、このメモリ構造を使用して、標識の状況又は状態を後に確認すること、車両の動作を自動的に制御すること、又は車両の動作の制御方法を運転手に指示することなどを行うことができる。方法1900のフローは、1902に戻ることができる。その場合、さらなる画像データを取得する。

20

【0171】

図16に示す経路調査システム1600の説明に戻ると、システム1600は、任意選択的に、画像データを調査し、経路1620にある安全設備が、意図したように、又は設計通りに機能していることを保証することができる。例えば、画像解析プロセッサ1616は、交差する設備を示す画像データを解析することができる。画像解析プロセッサ1616は、このデータを調査し、交差設備が、交差部（例えば、経路1620と、自動車のための道路などの他の経路との間の交差部）にある他の車両に、交差部を通る車両1602の通過について通知するよう機能しているかどうかを判断することができる。

30

【0172】

図20は、一例による、交差部2002を表す画像データ2000を示す。画像データ2000は、車両1602が交差部2002に向けて移動している場合に、カメラ1606（図16に示す）によって取得又は生成することができる。交差部2002は、経路1620と、自動車のための道路などの別の経路2004との間の交差部を表す。車両1602に搭載される経路調査システム1600（図16に示す）の画像解析プロセッサ1616（図16に示す）は、カメラ1606によって取得又は生成された画像データが、車両1602の位置に基づいて、交差部2002を含むか、又は示す期間を判断することができる。例えば、画像解析プロセッサ1616は、測位システム1622（図16に示す）と通信し、車両1602が交差部2002にあるか、近づいている（例えば、1/4マイル、すなわち、0.4キロメートル、又は別の距離などの、交差部2002からの指定距離内にある）場合を判断することができる。交差部2002の位置は、（例えば、プロセッサ1616のハードウェア回路にハードワイヤードすることによって）画像解析プロセッサ1616にプログラムしてもよく、メモリ1618（図16に示す）に格納してもよく、又はプロセッサ1616にアクセス可能にしてもよい。

40

【0173】

車両1602が交差部2002にあるか、近づいていると判断したことに応じて、画像解析プロセッサ1616は、車両1602が交差部2002にあるか、近づいている期間

50

に取得又は生成された画像データを調査することができる。プロセッサ1616は、画像データを調査し、安全設備2006（例えば、設備2006Aから2006C）が交差部2002に、又は交差部2002付近に存在するか（例えば、50フィート、すなわち、15メートル、又は別の距離などの、交差部2002の指定距離内にあるか）、及び／又は安全設備2006が動作しているかを判断することができる。

【0174】

図示の例では、安全設備2006Aは、踏切標識を示す。図17に示す標識1704と同様に、安全設備2006Aは、文字、数値、又は記号などを表示し、交差部2002について、車両の運転手に警告することができる。安全設備2006Bは、電気信号を示す。電気信号は、例えば、車両が交差部2002に向かって経路1620を走行すること及び／又は交差部2002の指定距離（例えば、1／4マイル、すなわち、0.4キロメートル、又は他の距離）内に来たことに応じて光を生成するよう作動する光源などである。これらの光源は、一定光（例えば、点滅、すなわち、ONとOFFとを繰り返していない光源）、点滅光（例えば、ONとOFFとを交互に繰り返す光源）、又はその組み合わせとすることができる。安全設備2006Cは、交差部2002を通る経路1620を横切って通過する経路2004上の車両を遮断するよう移動する（例えば、下がる）ように作動する、ゲートなどの、遮断器を表す。安全設備2006Cは、経路1620上の車両が交差部2002に向かって経路1620を走行すること及び／又は交差部2002の指定距離（例えば、1／4マイル、すなわち、0.4キロメートル、又は他の距離）内に来たことに応じて作動する（例えば、下がる）ことができる。

【0175】

安全設備2006が存在すること、損傷していないこと、及び／又は適切に動作することを保証するために、画像解析プロセッサ1616は、画像データ2000を調査することができる。プロセッサ1616は、画像データ2000全体を検索し、（例えば、1％、5％、又は10％などの、互いの指定範囲内で）同じか、又は同等の強度を有するピクセルのグループが、対応する安全設備2006が位置する画像データ2000内の位置に、又は位置付近にあるかどうかを判断することができる。一態様において、プロセッサ1616は、図4、図5A、及び図5Bと関連して上記したのと同様の物体テンプレートなどの、基準画像データを、画像データ2000と比較し、安全設備2006が画像データ2000内に存在するかどうかを判断することができる。あるいは、別の技術を使用してもよい。安全設備2006Bに関して、プロセッサ1616は、異なる時点で取得又は生成された画像データを調査して、安全設備2006Bの光源が作動及び／又は点滅しているかどうかを判断することができる。

【0176】

画像データの調査の少なくとも一部に基づいて、安全設備2006の1つ以上が紛失した、損傷した、又は動作不能であると画像解析プロセッサ1616が判断した場合、画像解析プロセッサ1616は、1つ以上の警報信号を生成することができる。これらの信号は、（例えば、表示画面又は車両1602若しくは制御器114、1614の他の出力装置に表示することなどによって）車両1602の運転手に、安全設備2006の修理、検査、並びに／若しくはさらなる調査を要求するために非搭載設備に、又は安全設備2006が誤作動している可能性があるか、若しくは存在していないことを他の車両に警告するために（例えば、経路1620及び／又は経路2004を走行している）他の車両に通信することなどができる。

【0177】

任意選択的に、安全設備2006は、交差部2002以外の場所に設置してもよい。画像解析プロセッサ1616は、カメラ1606の視界が安全設備2006を含むように車両1602が位置づけられた場合に取得又は生成された画像データを調査することができる。画像解析プロセッサ1616は、上記と同様の方法でこの画像データを調査し、安全設備が存在するか、損傷しているか、又は適切に機能していないかを判断することができる。

【0178】

更に、又はあるいは、安全設備2006以外の設備を、画像解析プロセッサ1616で調査することができる。画像解析プロセッサ1616は、経路1620に沿って配置された安全設備又は他の設備などの、線路沿いの設備を表す画像データを調査することができる。線路沿いの設備は、50フィート、すなわち、15メートル、又は別の距離などの、経路1620の指定距離内にある設備を含むことができる。

【0179】

図21は、一実施形態による、画像データを使用して線路沿いの設備を調査する方法2100のフローチャートを示す。方法2100は、本明細書で説明する経路調査システム100、1600の1つ以上の実施形態によって実行してもよい。2102では、車両の位置を、車両が経路に沿って移動する間に判断する。2104では、車両の位置が、線路沿いの設備か、又はその付近であるかを判断する。例えば、車両の位置は、格納されたさまざまな線路沿いの設備（例えば、安全設備、指示設備、又は経路の切替器など）の位置を有するメモリ構造（例えば、リスト、テーブル、又はデータベース）と比較することができる。車両の位置が線路沿いの設備との指定距離（例えば、50フィート、すなわち、15メートル、又は別の距離）内にある場合、方法2100のフローは、2106に進むことができる。あるいは、車両が線路沿いの設備か、又はその付近にない場合、方法2100のフローは、2102に戻るることができる。例えば、車両のさらなる位置は、車両が線路沿いの設備に接近した場合を判断するよう識別及び調査することができる。

【0180】

2106では、車両に搭載されたカメラによって取得又は生成された画像データを調査する。例えば、車両が線路沿いの設備に、又はその付近にある場合、搭載カメラの視界は、線路沿いの設備を含む可能性がある。視界に線路沿いの設備が含まれる期間の少なくとも一部の間、カメラによって取得又は生成される画像データを調査することができる。2108では、線路沿いの設備が損傷したこと、紛失したこと、及び／又は適切に動作していないことを画像データが示すかどうかを判断する。例えば、線路沿いの設備が画像データ内に表示されない場合、線路沿いの設備は紛失した可能性がある。線路沿いの設備が物体テンプレート又は以前の画像などと同様に表示されない場合、線路沿いの設備は、損傷している、及び／又は誤作動している可能性がある。設備が紛失したこと、損傷したこと、及び／又は誤作動したことを画像データが示した場合、方法2100のフローは、2110に進むことができる。そうでなければ、方法2100のフローは、2102に戻ることができる。その場合、さらなる画像データを他の場所で調査し、他の線路沿いの設備を調査することができる。

【0181】

2110では、1つ以上の警報信号が生成される。例えば、信号は、ディスプレイ又はモニタなどに生成及び／又は通信され、車両に乗っている運転手に、線路沿いの設備が紛失したこと、損傷したこと、及び／又は誤作動していることを警告することができる。別の例として、信号は、非搭載設備に生成及び／又は通信され、線路沿いの設備の検査、修理、及び／又は交換を要求することができる。任意選択的に、信号は、1つ以上の他の車両に通信されて、線路沿いの設備が故障したこと、紛失したこと、及び／又は誤作動していることを警告してもよい。

【0182】

本明細書で説明する1つ以上の実施形態において、画像データは、車両が移動している場合、及び／又は画像データがカメラから出力された場合、画像解析プロセッサによって調査することができる。例えば、画像データを取得して、長期間（例えば、カメラの視界が画像データの任意の部分に含まれないように車両が移動するまで）の画像データを格納する代わりに、画像解析プロセッサは、同じ物体又は経路の区分などがカメラの視界内にある間に、画像を調査してもよい。

【0183】

一実施形態において、（例えば、経路を調査するための）方法は、第1の車両に搭載さ

10

20

30

40

50

れたカメラの視界の画像データを、第1の車両が第1の経路に沿って移動している場合に取得するステップと、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するために第1の車両上で画像データを自動的に調査するステップとを含む。

【0184】

一態様において、対象の特徴は、第1の経路の2つ以上の部分の間の標準軌間距離であり、画像データを自動的に調査するステップは、標準軌間距離の1つ以上の変化を判断するステップを含む。

【0185】

一態様において、本方法は、増加傾向並びに増加傾向の後の減少傾向及び／又は減少傾向並びに減少傾向の後の増加傾向の1つ以上を示す標準軌間距離の1つ以上の変化に応じて、第1の経路の区分が損傷していると識別するステップを含む。

10

【0186】

一態様において、第1の経路の区分は、第1の指定時間若しくは第1の指定距離の少なくとも1つ以上にわたって生じた増加傾向及び第2の指定時間若しくは第2の指定距離の少なくとも1つ以上にわたって生じた減少傾向に応じて、損傷していると識別される。

【0187】

一態様において、第1の経路の区分は、外側指定時間制限若しくは外側指定距離制限の少なくとも一方内である、第1の指定時間若しくは距離の1つ以上及び第2の指定時間若しくは距離の1つ以上に応じて、損傷していると識別される。

【0188】

20

一態様において、指定物体は標識であり、本方法はまた、標識の位置を判断するステップ、及び画像データを自動的に調査して、標識に表示された情報を判断するステップを含む。

【0189】

一態様において、本方法は、標識の位置及び標識に表示された情報を、第1の車両又は1つ以上の第2の車両の少なくとも一方によって使用され第1の車両又は1つ以上の第2の車両の少なくとも一方の動作を自動的に制御するよう構成されるメモリ構造に格納するステップを含む。

【0190】

一態様において、指定物体は、線路沿いの設備であり、画像データを自動的に調査するステップは、画像データの少なくとも一部に基づいて、線路沿いの設備が損傷している、紛失している、又は誤作動している状態の1つ以上であると判断するステップを含む。

30

【0191】

一態様において、指定物体は、第1の車両が走行する第1の経路と第2の経路との間の交差部に位置する安全設備であり、画像データを自動的に調査するステップは、安全設備のゲートが第2の経路に沿った交差部を通る1台又は複数の第2の車両の動きを遮断するために動かなかったこと、及び／又は安全設備の光信号が作動しないこと、及び／又は安全設備の標識が紛失したか損傷したかの少なくとも一方であることの1つ以上であると判断するステップを含む。

【0192】

40

別の実施形態において、システム（例えば、ルート調査システム）は、第1の車両が第1の経路に沿って移動する場合に第1の車両に搭載されるよう構成される、1つ以上の画像解析プロセッサを含む。1つ以上の画像解析プロセッサはまた、第1の車両上に搭載されるカメラの視界の画像データを取得し、対象の特徴又は指定物体の1つ以上を識別するために第1の車両上で画像データを自動的に調査するよう構成される。

【0193】

一態様において、対象の特徴は、第1の経路の2つ以上の部分の間の標準軌間距離であり、1つ以上の画像解析プロセッサが、標準軌間距離の1つ以上の変化を自動的に判断するよう構成される。

【0194】

50

一態様において、1つ以上の画像解析プロセッサは、増加傾向並びに増加傾向の後の減少傾向及び／又は減少傾向並びに減少傾向の後の増加傾向の1つ以上を示す標準軌間距離の1つ以上の変化に応じて、第1の経路の区分が損傷していると識別するよう構成される。

【0195】

一態様において、1つ以上の画像解析プロセッサは、第1の経路の区分が、第1の指定時間若しくは第1の指定距離の少なくとも1つ以上にわたって生じた増加傾向及び第2の指定時間若しくは第2の指定距離の少なくとも1つ以上にわたって生じた減少傾向に応じて、損傷していると識別するよう構成される。

【0196】

一態様において、1つ以上の画像解析プロセッサは、第1の経路の区分が、外側指定時間制限若しくは外側指定距離制限の少なくとも一方内である、第1の指定時間若しくは距離の1つ以上及び第2の指定時間若しくは距離の1つ以上に応じて、損傷していると識別するよう構成される。

【0197】

一態様において、指定物体は、標識であり、1つ以上の画像解析プロセッサは、標識の位置を判断し、画像データを自動的に調査して、標識に表示された情報を判断し、その標識の位置と、その標識に表示された情報とを、第1の車両又は1つ以上の第2の車両の少なくとも一方によって使用されて、第1の車両又は1つ以上の第2の車両の少なくとも一方の動作を自動的に制御するよう構成されるメモリ構造に格納するよう構成される。

【0198】

一態様において、指定物体は、線路沿いの設備であり、1つ以上の画像解析プロセッサは、画像データの少なくとも一部に基づいて、線路沿いの設備が損傷している、紛失している、又は誤作動している状態の1つ以上であると自動的に判断するよう構成される。

【0199】

一態様において、指定物体は、第1の車両が走行する第1の経路と第2の経路との間の交差部に位置する安全設備であり、1つ以上の画像解析プロセッサは、安全設備のゲートが第2の経路に沿った交差部を通る1台又は複数の第2の車両の動きを遮断するために動かなかったこと、又は安全設備の光信号が作動しないこと、又は安全設備の標識が紛失したか損傷したかの少なくとも一方であることの1つ以上であると自動的に判断するよう構成される。

【0200】

別の実施形態において、（例えば、経路を調査するための）別の方法は、複数のレールを有する線路の画像データを調査するステップを含む。画像データは、線路に沿って移動する車両に搭載されるカメラから取得することができる。本方法はまた、画像データの少なくとも一部に基づいて、線路の標準軌間距離を判断するステップと、線路の標準軌間距離における傾向に基づいて1つ以上の損傷レールを有する線路の区分を識別するステップとを含む。

【0201】

一態様において、線路の区分を1つ以上の損傷レールとして識別するステップは、標準軌間距離における第1の傾向と、第1の傾向に続く標準軌間距離における逆の第2の傾向とを識別するステップを含む。

【0202】

一態様において、線路の区分を1つ以上の損傷レールとして識別するステップは、第1の傾向及び第2の傾向のそれぞれが、指定時間又は指定距離の少なくとも1つ以上にわたって生じることを判断するステップに応じて生じる。

【0203】

本明細書で説明するシステムの構成要素は、1つ以上のコンピュータマイクロプロセッサなどの、1つ以上のプロセッサを含むか、又は1つ以上のプロセッサと接続される、ハードウェア回路又は回路部品を含むか、又は表すことができる。本明細書で説明する方法

10

20

30

40

50

の動作及び本システムは、その動作が、商業的に妥当な期間内に、平均的な人間又は当業者によって頭の中で実行することができないような、十分に複雑なものとすることができる。例えば、画像データの調査は、大量の情報を考慮に入れることができ、人間が商業的に妥当な期間内に画像データの調査を完了して、画像データの調査に基づいて、車両を制御することができない程度の、比較的複雑な計算などによることができる。本明細書で説明するシステムのハードウェア回路及び／又はプロセッサを使用して、画像データを取得及び調査するために必要な時間を大幅に低減することができ、安全な、及び／又は商業的に妥当な期間内に、画像データを調査することができ、経路の損傷部分を識別することができる。

【0204】

10

本明細書で使用する場合、タスク又は動作を実行するよう「構成される」構造、制限、又は要素は、そのタスク又は動作に対応するよう、特に構造的に形成、構成、プログラム、又は適合される。明確にし、誤解を避けるために、タスク又は動作を単に実行するよう修正することができる物体は、本明細書で使用されるように、タスク又は動作を実行する「よう構成され」ない。代わりに、本明細書で使用される「よう構成される」の使用は、タスク又は動作を実行するようプログラムされない「市販の」構造若しくは要素とは異なる方法で対応する多数又は動作を実行するような構造若しくは要素の構造的適用若しくは特性、プログラミングを意味し、及び／又はタスク若しくは動作を実行する「よう構成される」と説明される何らかの構造、制限、若しくは要素の構造的要件を意味する。

【0205】

20

上記の説明は例示的なものであり、制限するものではないことが理解されよう。例えば、上記の実施形態（及び／又はその態様）は、互いに組み合わせて使用してもよい。更に、本発明の範囲から逸脱することなく、特定の状況又は材料を本発明の主題の教示に適合させるために、多くの変形を行うことができる。本明細書で説明した材料の寸法及び種類は、本発明の主題のパラメータを定義することを意図するが、それらは、限定するものではなく、例示的な実施形態である。他の多くの実施形態が、上記説明を検討することにより、当業者に明らかになるであろう。したがって、本発明の主題の範囲が、添付の項目、及びそのような項目による等価物の全範囲を参照して判断される。添付の項目において、「含む（including）」及び「では（in which）」という用語は、それぞれ「備える（comprising）」及び「において（wherein）」という用語のプレーンイングリッシュ的同等語として使用される。更に、添付の項目において、「第1」「第2」及び「第3」などの用語は、単なる符号として使用され、それらの物体について、数的要件を課すことを意図しない。更に、添付の項目の限定は、そのような項目が、フレーズ「ための手段（means for）」と、その後続くさらなる構造の機能的空所の文を明示的に使用しない限り、及び使用するまで、ミーンズプラスファンクションのフォーマットで記載されず、米国特許法第112条（f）に基づいて解釈されることを意図しない。

30

【0206】

ここでの記述は、本発明の主題のいくつかの実施形態を開示し、更に、任意のデバイス又はシステムを作成及び使用すること、及び任意の組み込み方法を実行することを含む、当業者が本発明の主題の実施形態を実施することを可能にするための例を使用する。発明の主題の特許可能な範囲は、当業者が行う他の例を含むことができる。このような他の実施例は、項目の文言との差がない構造要素を有する場合、又は項目の文言との実質的な差がない等価の構造要素を含む場合、項目範囲内にある。

40

【0207】

本発明の主題のある実施形態についての上記記述は、添付図面と共に読むことで、より良く理解されよう。図面は、さまざまな実施形態の機能ブロック図を示す限り、機能ブロックは、ハードウェア回路間の区分を必ずしも示さない。したがって、例えば、1つ以上の機能ブロック（例えば、プロセッサ又はメモリ）は、1つのハードウェア（例えば、汎用信号プロセッサ、マイクロコントローラ、ランダム・アクセス・メモリ、及びハードデ

50

ィスクなど)で実現してもよい。同様に、プログラムは、スタンドアロン型プログラムとしてもよく、オペレーティングシステムにサブルーチンとして組み込んでもよく、及びインストールしたソフトウェアパッケージ内の機能としてもよい。さまざまな実施形態は、図に示した構成及び手段に限定されない。

【0208】

本明細書で使用する場合、単数形で書かれた要素又はステップ及び単語「a」若しくは「an」が前に付く要素又はステップは、例外であることが明示されない限り、前記要素又はステップが複数である可能性を除外しないことを理解すべきである。更に、発明の主題の「一実施形態」という言及は、記載した特徴を含む追加の実施形態の存在を除外すると解釈されるべきではない。更に、明示的に反対のことが言及されない限り、特定の特性を有する一要素又は複数の要素を「備える」「含む」又は「有する」実施形態は、その特性を有さない、そのような追加の要素を含む可能性がある。

10

【0209】

本明細書における発明の主題の主旨及び範囲から逸脱することなく、上記のシステム及び方法に何らかの変更を行ってもよいので、上記の説明及び添付図面における発明の主題のすべては、本明細書の発明の概念を単に例示的に示すものとして解釈されるべきであり、本発明を限定するものと解釈されるべきではない。

【符号の説明】

【0210】

100	光学経路調査システム	20
102	車両	
104	走行又は移動の方向	
106	カメラ	
106a	カメラ	
106b	カメラ	
108	視界	
110	視界	
112	カメラ制御器	
114	車両制御器	
116	画像解析プロセッサ	30
118	画像メモリ	
120	経路	
200	カメラ取得画像	
202	ピクセル、ルール	
204	ルール	
300	基準視覚プロファイル	
302	指定領域	
304	指定領域	
400	視覚マッピング図	
402、404、406	グループ	40
500	標準軌間距離	
500a	距離	
500b	距離	
600	交差部(切替部)	
602	経路	
604	経路	
606	第1の走行方向	
608	第2の走行方向	
610	第3の走行方向	
700	方法	50

8 0 0	重畳表示	
8 0 2	異物	
8 0 4	第 1 の位置	
8 0 6	第 2 の位置	
8 0 8	第 3 の位置	
9 0 0	方法	
1 0 0 0	カメラ取得画像	
1 0 0 2	基準視覚プロファイル	
1 0 0 4	基準視覚プロファイル	
1 1 0 0	カメラ取得画像	10
1 1 0 2	基準視覚プロファイル	
1 1 0 4	基準視覚プロファイル	
1 1 0 6	区分	
1 2 0 0	標準軌間距離	
1 2 0 2	水平軸	
1 2 0 4	垂直軸	
1 2 0 6、1 2 1 2	距離又は期間	
1 2 0 8	増加傾向又はパターン	
1 2 1 0	減少傾向又はパターン	
1 2 1 4	時間又は距離制限	20
1 3 0 0	標準軌間距離	
1 4 0 8	増加傾向又はパターン	
1 4 1 0	減少傾向又はパターン	
1 5 0 0	方法	
1 6 0 0	光学経路調査システム	
1 6 0 2	車両	
1 6 0 6	カメラ	
1 6 1 2	カメラ制御器	
1 6 1 4	車両制御器	
1 6 1 6	画像解析プロセッサ	30
1 6 1 8	画像メモリ	
1 6 2 0	経路	
1 6 2 2	測位システム	
1 6 2 4	通信装置	
1 6 2 6	アンテナ	
1 7 0 0	画像データ	
1 7 0 2	対象部分	
1 7 0 4	標識	
1 8 0 0	メモリ構造	
1 8 0 2	位置	40
1 8 0 4	情報	
2 0 0 0	画像データ	
2 0 0 2	交差部	
2 0 0 4	経路	
2 0 0 6	安全設備	
2 0 0 6 A	安全設備	
2 0 0 6 B	安全設備	
2 0 0 6 C	安全設備	

【図 1】

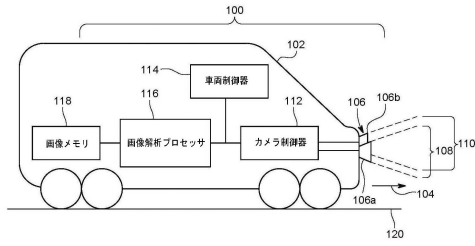


FIG. 1

【図 2】

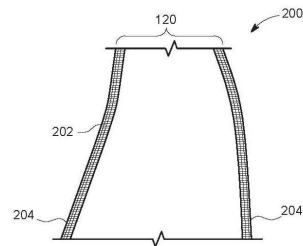


FIG. 2A

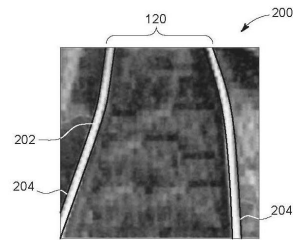


FIG. 2B

【図 3】

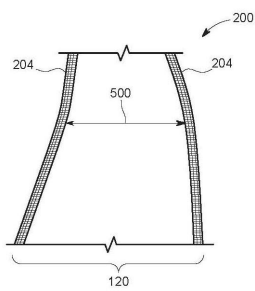


FIG. 3A

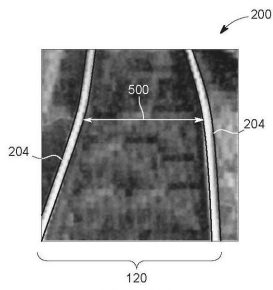


FIG. 3B

【図 4】

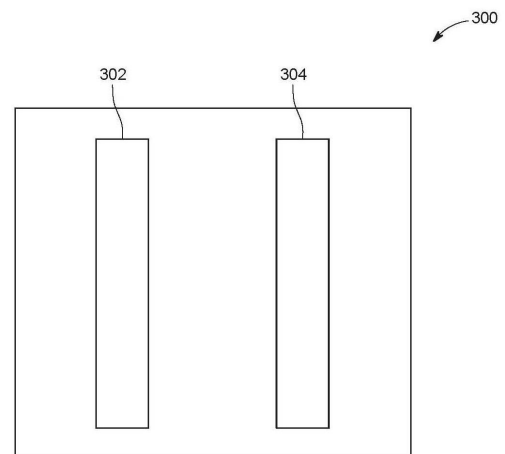


FIG. 4

【図 5】

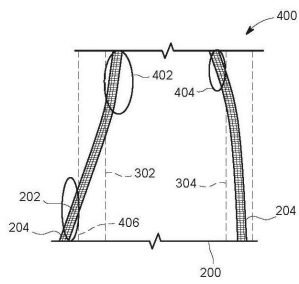


FIG. 5A

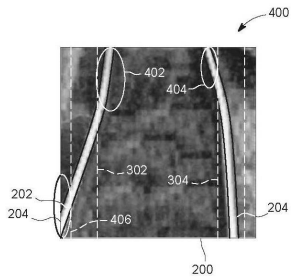


FIG. 5B

【図 6】

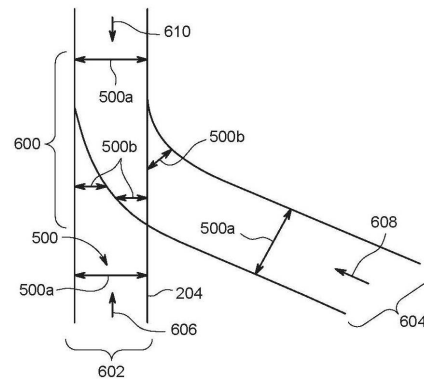


FIG. 6

【図 7】

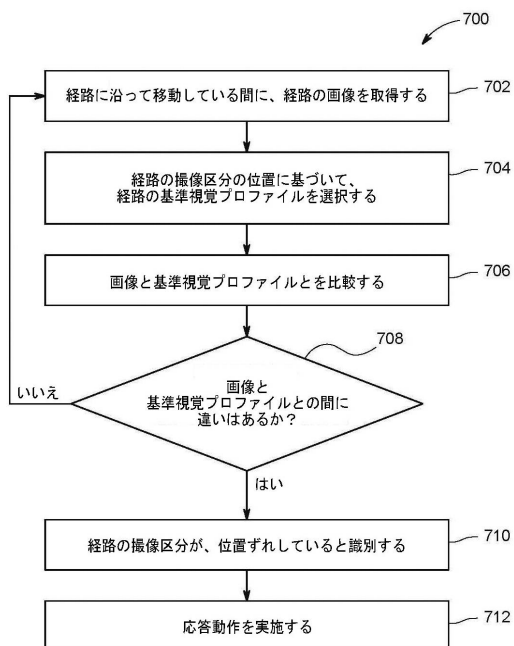


FIG. 7

【図 8】

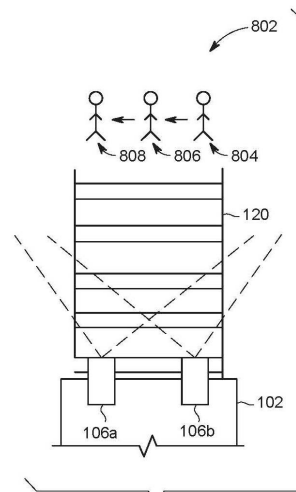


FIG. 8

【図 9】

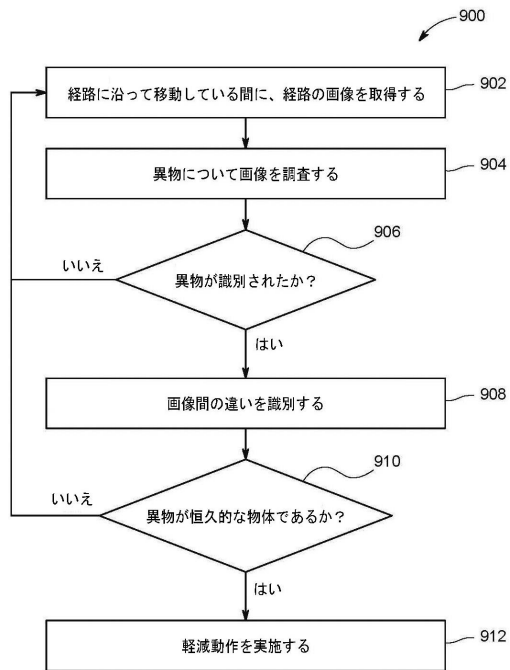


FIG. 9

【図 10】

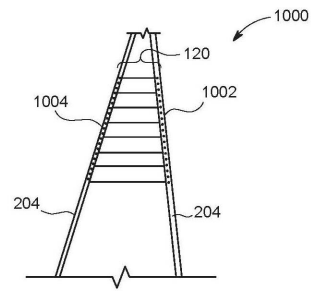


FIG. 10

【図 11】

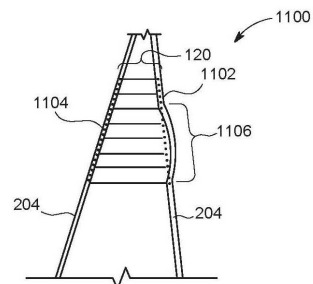


FIG. 11

【図 12】

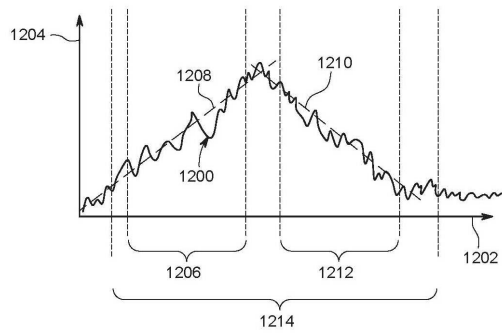


FIG. 12

【図 14】

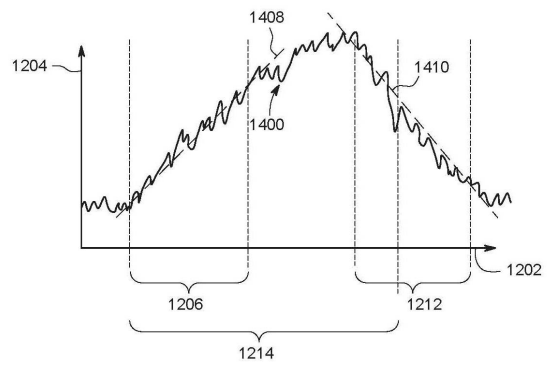


FIG. 14

【図 13】

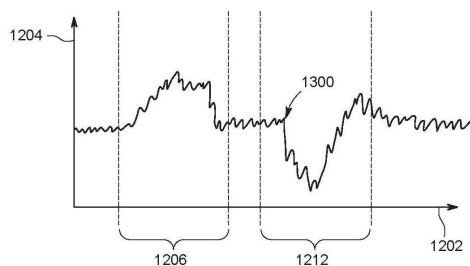
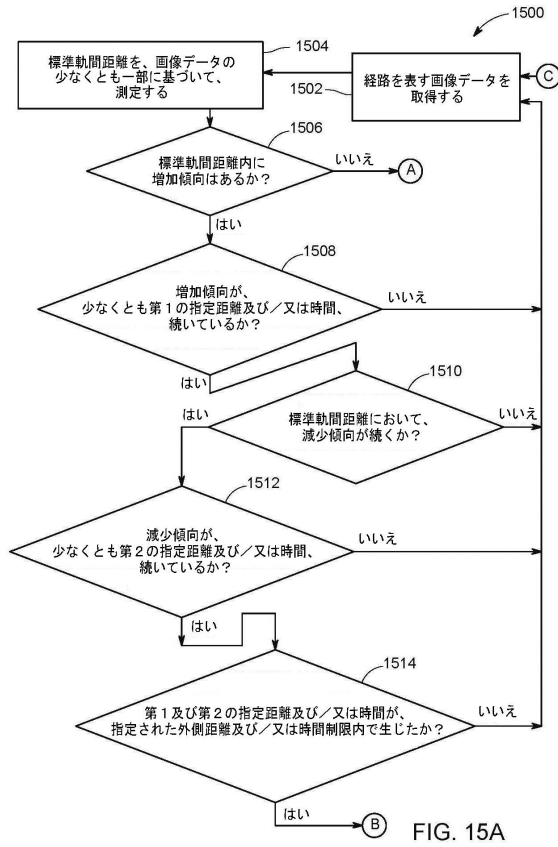
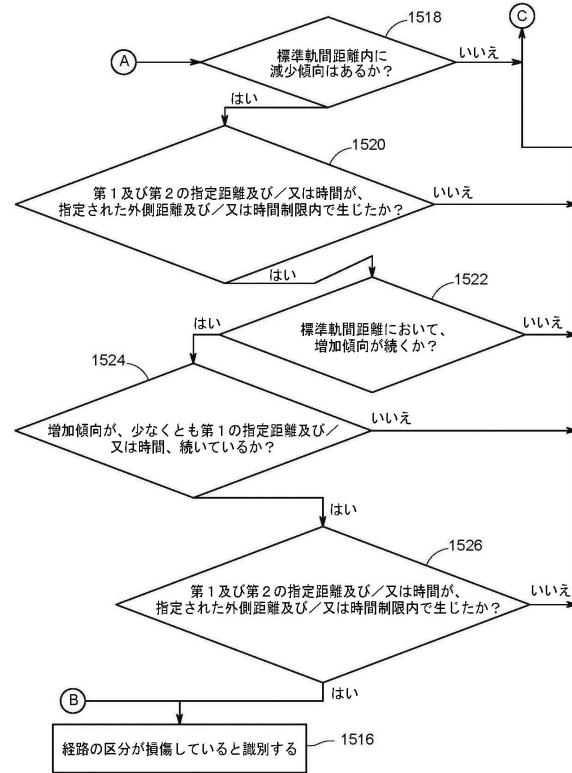


FIG. 13

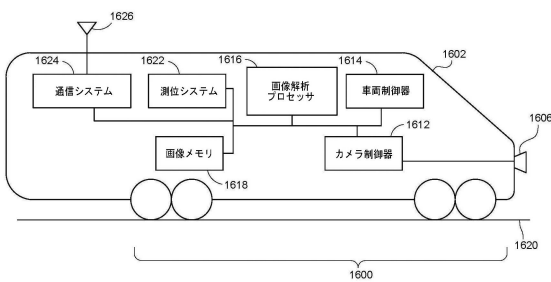
【図 15 A】



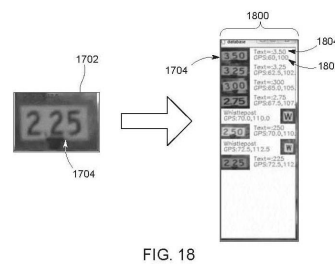
【図 15 B】



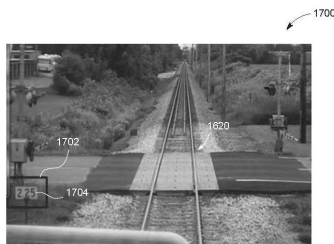
【図 16】



【図 18】



【図 17】



【図 19】

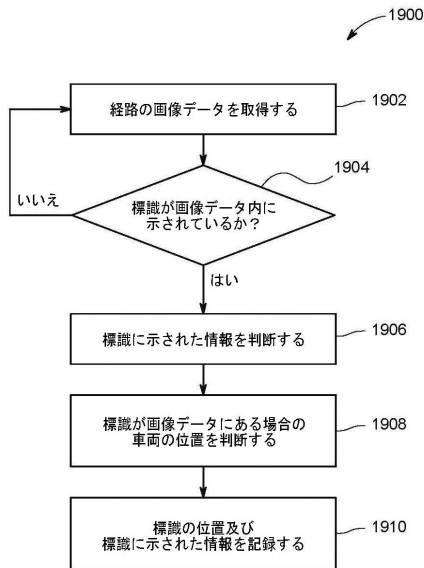


FIG. 19

【図 20】

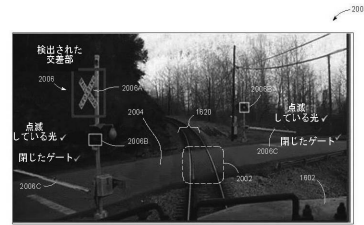


FIG. 20

【図 21】

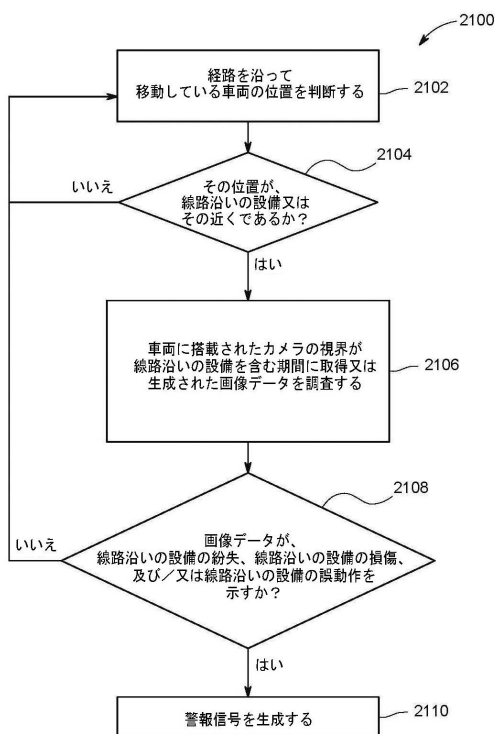


FIG. 21

フロントページの続き

- (72)発明者 ダッターラージ・ジャグディシュ・ラオ
インド、カルナータカ・560066、パンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フーディビ
レッジ、フェーズ-2、イー・ピー・アイ・ピー、122、ジーイー・インディア・テクノロジー
・センター・プライベート・リミテッド
- (72)発明者 スコット・ダニエル・ネルソン
アメリカ合衆国、フロリダ州・32901、メルボルン、ウェスト・ナサ・ブルヴァード、199
0番
- (72)発明者 ニヒル・ウダイ・ナハデ
インド、マハーラーシュトラ州・421 201、ドンビブリ（イースト）、オーピーピー・スワ
ーミー・ビベカナンド・スクール、ラムチャンドラ・ナガール、スシル・シルプ、ジー1

審査官 山田 辰美

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第00953491 (EP, A1)
特開2008-247154 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0151512 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00-7/90
B61K 9/08
B61L 23/04
B61L 25/06
G08G 1/00
IEEE Xplore