

明 細 書

発明の名称：

異常状態検知装置、異常状態検知システム、及び異常状態検知方法

技術分野

[0001] 本開示は、異常状態検知装置、異常状態検知システム、及び異常状態検知方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車運搬船における火災検知に関する技術が提案されている。特許文献1には、自動車運搬船の火災検知通報システムが開示されている。特許文献1で開示された火災検知通報システムは、サーモパイルセンサにより、船舶に搭載された自動車の表面の温度を測定し、測定温度から火災発生の有無を検知する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-312642号公報

発明の概要

[0004] しかし、特許文献1に開示された火災検知通報システムは、自動車運搬船においては通常、できるだけ高い密度で車両積載させる事から、積載する車種や台数によって積載車両レイアウトが変わる事が多い。そのため、従来の構成では、サーマルパイルセンサユニットのレイアウトや向き等を、積載車両の車種やレイアウトによって都度変更する必要がある、レイアウトや向き等によっては火災発生の検知において高い精度を得にくい場合がある。

[0005] 本開示は、このような従来技術が有する課題に鑑みてなされたものである。そして本開示の目的は、自動車運搬船に積載された車両に対する火災の発生又は火災が発生する恐れを適切に検知することが可能な異常状態検知装置を提供することにある。

[0006] 本開示の態様に係る異常状態検知装置は、自動車運搬船に積載された車両

に発生する火災を検知する異常状態検知装置であって、自動車運搬船が航行する位置情報を取得する航行情報取得部と、車両及び車両の周辺空間をカメラにより撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得するカメラ情報取得部と、カメラ情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間の温度情報、及び単位時間当たりの温度変化情報を取得する温度情報取得部と、位置情報に基づく想定温度情報、温度情報、及び温度変化情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する異常状態判定部と、異常状態判定部において、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、自動車運搬船に設けられた回転灯、警報機、ユーザ端末、及び管理者端末の少なくとも一つに、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する通知部と、を備える。

[0007] 本開示の他の態様に係る異常状態検知システムは、上記の異常状態検知装置と、自動車運搬船に積載された車両を撮像するカメラと、回転灯、警報機、ユーザ端末、及び管理者端末の少なくとも一つと、を備える。

[0008] 本開示の他の態様に係る異常状態検知方法は、コンピュータによって実行され、自動車運搬船に積載された車両に発生する火災を検知する異常状態検知方法であって、自動車運搬船が航行する位置情報を取得し、車両及び車両の周辺空間をカメラにより撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得し、カメラ情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間の温度情報、及び単位時間当たりの温度変化情報を取得し、位置情報に基づく想定温度情報、温度情報、及び温度変化情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定し、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、自動車運搬船に設けられた回転灯、警報機、ユーザ端末、及び管理者端末の少なくとも一つに、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する。

[0009] 本開示によれば、自動車運搬船に積載された車両に対する火災の発生又は火災が発生する恐れを適切に検知することが可能な異常状態検知装置を提供

することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、本実施形態に係る異常状態検知システムの概略構成を示す図である。

[図2]図 2 は、本実施形態に係る異常状態検知装置の構成を示す図である。

[図3]図 3 は、本実施形態に係る異常状態検知装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図4A]図 4 A は、本実施形態に係る異常状態検知システムに適用される画像データの一例を示す図である。

[図4B]図 4 B は、本実施形態に係る異常状態検知システムに適用される画像データの一例を示す図である。

[図4C]図 4 C は、本実施形態に係る異常状態検知システムに適用される判定情報の一例を示す図である。

[図5]図 5 は、本実施形態に係る異常状態検知装置の処理の一例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

[0011] 以下、図面を用いて本実施形態に係る異常状態検知システム 1 0 及び異常状態検知装置 1 0 0 について詳細に説明する。なお、図面の寸法比率は説明の都合上誇張されており、実際の比率と異なる場合がある。

[0012] (自動車運搬船の火災について)

近年、世界的環境ニーズの高まりに伴い、EV (E l e c t r i c V e h i c l e) 車の普及が急増している。また、世界的な急速かつ異常な温暖化が進み、自動車運搬船の航行時の火災発生リスクが増加している。

[0013] これにより、例えば、特許文献 1 で開示されたような波浪による配線ズレによって生じる火災のみならず、車両搭載船室内における異常な温度上昇により、リチウム (L i) イオンバッテリーを搭載した EV 車の火災が増加している。

[0014] 例えば、L i イオンバッテリーだけでなく、通常の鉛蓄電池も保管におけ

る温度上限は40～50℃程度までとなることが一般的に知られている。また、昨今はEV車やハイブリッド車のみならず、ガソリン車であっても自動車の電装品が増えており、自動車のECUや電装品のバックアップ電源として常時5～10mA程度消費している自動車が一般的となっている。

[0015] また、航行中の自動車運搬船は、燃料代を節約するために、自動車を格納する格納室内の換気設備が停止されている場合がある。そのため、格納室内の温度が40℃を超える状況も存在する。

[0016] また、昨今の異常気象等により高温度帯の海洋を航行するケースがあり、自動車が保管されている格納室内の温度が、Liイオンバッテリーの許容周囲温度である45℃を超える場合もある。こうしたことから鉛蓄電池と比して相対的に高温度時の発火リスクが高いLiイオンバッテリー搭載車を自動車運搬船内でも格納室内の室温が上がりにくい低層階に格納して航行運搬するケースが一般的であるが、いずれにしてもこうした格納室内の室温上昇は自動車運搬船火災発生リスク増の一つと考えられる。

[0017] さらに、一旦、自動車の火災が発生してしまうと延焼が早く手遅れとなりやすく、その場合、現場からの退避を余儀なくされる事になる。また、現場が焼失してしまっているケースも多く、さらに監視カメラ等も配置されていないケースも多いことから、問題の根本原因や事故の経緯などの後追いができていないという問題も存在する。

[0018] 一般的に船舶には煙感知器等の火災報知設備の実装が義務付けられている。しかし既存の煙感知器では搭載室内の換気設備が稼働した際に煙が流れて拡散する、煙発生源から煙感知器までの距離が遠い、あるいは、火災初期段階での煙発生量が少ない等の理由から、火災発生から検知動作するまでに長い時間を要する場合がある。

[0019] また、火災規模が拡大して一次被害、二次被害を引き起こす可能性が高く、これら煙を検出対象とする火災検知器は、火災発生した後に検知動作する、いわゆる、事後検知、事後通報であることが一般的である。そのため、上記のような煙の拡散などによる検知遅れと相まって、非常に甚大な被害を受

けやすいという問題があった。

[0020] さらに、特許文献1に開示されたように、従来の煙検知器の短所を補うべく車体表面温度の測定を行うという方法においては、Ｌｉイオンバッテリー火災の場合、車体表面温度が上昇してきている時には既に手遅れとなっている場合が多い。

[0021] 我が国が船主となっている自動車運搬船は、２０２３年１１月時点において、２９８隻と隻数世界一と言われており、世界２位ノルウェー（１４２隻）、世界３位韓国（８０隻）、世界４位イスラエル（５９隻）、世界５位中国（４０隻）を大きく引き離している。一方、近年中国が急速な勢いで自動車運搬船の新造船を増やしており、そうした中において我が国が現在保有している自動車運搬船を火災などのリスクから確実に守りこれまで以上に安全対策を進め安全運航を実施していく事は我が国の国益にとって極めて重要である事はもちろん、当該自動車運搬船分野で世界トップの我が国が上記のような問題がある事を認識し、これらを解決する為の異常状態検知装置の開発を世界に先駆けて進めていく事が必要とされている。

[0022] 本実施形態に係る異常状態検知装置１００は、「温度管理と適切な換気設備稼働」、「格納室内の急激な温度上昇監視」、「煙検知監視」、「炎検知監視」という様々な視点で火災発生の可能性を検知し、火災発生リスクを多方面から記録、監視、発報する。すなわち、本実施形態に係る異常状態検知装置１００は、火災もしくはその前兆となる事象（「温度急上昇」、「発煙」）が発生している又はそれらの発生する恐れを検知、記録、監視、発報する。

[0023] これにより、本実施形態に係る異常状態検知装置１００は、従来の配線接触などによる火災だけでなく、格納室内の空気流れや船舶の揺れ、熱帯高温地域航行による格納室内の気温上昇など、自動車運搬船における様々な火災発生の可能性に対し素早く確実に検知する。すなわち、本実施形態に係る異常状態検知装置１００は、ＥＶ車の世界的かつ急速な普及に伴うＬｉイオンバッテリー火災をも含む、自動車運搬船における様々な火災発生の可能性に

対し素早く確実に検知することにより、被害を最小限に食い止めることが可能となる。

[0024] (異常状態検知システム 10 の構成)

図 1 を参照して、本実施形態に係る異常状態検知システム 10 の概略構成を説明する。異常状態検知システム 10 は、自動車運搬船に積載された車両 50 及び車両 50 の周辺空間を撮像するカメラ 40 と、管理者端末 20 と、ユーザ 31 によって操作されるユーザ端末 30 と、異常状態検知装置 100 と、を含んで構成される。

[0025] なお、本実施形態において、車両 50 の周辺空間は、カメラから半径約 30 m の範囲に位置する複数の車両 50 の天板やボンネット等、カメラ視野に入る車両 50 の車体表面を含む。また、車両 50 の周辺空間は、隣接車両等の影になりカメラ視野からはその天板など車体の一部しか見えない車両についてはその車体の一部の表面、及びそれら車体表面から格納室天井面までの概ね 1 ～ 3 m 程度の車体表面周囲空間を含む。

[0026] また、異常状態検知システム 10 は、火災もしくはその前兆となる事象が発生している又はそれらの発生の恐れがあることを報知する回転灯 60 及び／又は警報機 70 を備えてもよい。さらに、異常状態検知システム 10 は、クラウドサーバ 200 を備えてもよい。

[0027] 異常状態検知システム 10 において、異常状態検知装置 100、クラウドサーバ 200、管理者端末 20、及びユーザ端末 30 は、ネットワーク 80 を介して相互に通信可能となる。

[0028] 管理者端末 20 は、例えば、船舶の指令室や操舵室等に設置された PC (パーソナルコンピュータ) によって構成され、異常状態検知装置 100 から送信される火災検知の情報及び／又は画像データを表示させる。

[0029] ユーザ端末 30 は、船舶の見回りをおこなう乗組員や作業員等のユーザ 31 によって操作される端末であり、スマートフォンやタブレット等の装置で構成される。また、ユーザ端末 30 は、異常状態検知装置 100 から送信される火災検知の情報及び／又は画像データを表示させる。

- [0030] カメラ40は、サーマルカメラユニット及びフルハイビジョンカメラユニットで構成され、車両50及び車両50の周辺空間を撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得し、異常状態検知装置100に送る。本実施形態におけるカメラ40は、広視野角度（60～90度）のサーマルカメラと、広視野角度（80～100度）のフルハイビジョンカメラである。広視野角度である事により、積載車両の車体全体、又はその車体一部をできる限りカメラ40の視野に収め監視する事により、車体の変化を速やかに検知する為である。なお、格納室内の車両積載状況により、少なくとも車体一部がカメラ40の視野に収まらなかったとしても、その車体一部と接した至近の周囲空間はカメラ40の視野に収まるように配置する事が望ましい。
- [0031] なお、本実施形態において、車両50の周辺空間とは、上述の通り、カメラから半径約30mの範囲に積載された複数の車両50の天板やボンネット等カメラ視野に入る車両50の車体表面を含む。また、車両50の周辺空間は、カメラ視野からは隣接車両等の影になりその車両本体の天板など一部しか見えない車両についてはその車体の一部の表面、及びそれら車体表面から格納室天井面までの概ね1～3m程度の車体表面周囲空間を含む。
- [0032] なお、カメラ40は、広視野角度サーマルカメラと超広視野角度のフルハイビジョンカメラを備えている為、カメラ40で撮像される車両50はその車体の一部でもよく、その積載された車両50のほとんど全てがカメラ40の撮像視野角に入っているべくカメラ40の配置を設計する事が望ましい。
- [0033] また、そのカメラ40で撮像される車体全体、又は車体一部は、カメラ40の撮像視野角のうち、サーマルカメラとフルハイビジョンカメラ視野角の両方に入っている事がより高い精度を実現する為に望ましい。
- [0034] 車両50は、自動車運搬船に積載された自動車等であり、自動車運搬船には、多種多様な車種の複数の車両50が極めて高い密度で積載される。
- [0035] 回転灯60及び警報機70は、火災もしくはその前兆となる事象が発生している、又はそれらの発生の恐れがある場合に、当該情報を異常状態検知装置100から取得し、回転灯又は音により、それらの恐れがあることを周囲

に通知する。

[0036] クラウドサーバ200は、オペレータが日々入力する航行位置情報や気象情報、ネットワーク80を介してカメラ40や後述の異常状態検知装置100が収集検知した格納室内における温度推移情報、さらに同じく後述の異常状態判定部117における判定結果等の「発煙」「発炎」事象情報を継続して取得蓄積し、それらをデータベース化し、近未来における発生確率を計算する。なお、航行位置情報や気象情報は、オペレータ入力に限らずネットワーク80を介して自動的に情報収集されデータ登録される情報でもよい。

[0037] 例えば、クラウドサーバは、日ごろから「航行位置情報とその外気温や天候などの気象情報」、「各階格納室内の室温変化情報」などと、自動車運搬船の車両格納室内における「急激な異常温度上昇」、「発煙」、「火災」等といった事象を継続して取得蓄積を続けデータベース化を行う。

[0038] それにより、クラウドサーバ200は、「航行位置と外気温や天候等の気象情報」と「各階ごと格納室内の室温」との相関関係とその予測、さらには、それらの事象の発生時の「急激な温度上昇」、「発煙」、「発炎」などの発生確率を計算し、それにより「航行位置」、「気象情報」、「どの階層の車両格納室の気温が上昇する可能性が高いか」、「それに伴い急激な温度上昇が発生しやすいか」を「近未来の航行位置や気象情報」等から事前にブリッジに通知をする事が可能になる。

[0039] また、クラウドサーバ200には、「ガソリン車」、「EV車」、「PHEV車」といった車種情報等を付加してもよい。これにより、どの階層にどの車種を積載すべきか、どの航路やどの季節の時にはどういった積載方法を行うべきか、等の運用方法改善検討につなげる事ができ、従来の事象発生に伴う「事後通知」や「事後通報」だけによる火災報知だけではなく、「事前予測」や「事前通報」を実現する事ができる。

[0040] 例えば、自動車運搬船が日本を出港してから15日後にホルムズ海峡を抜け、中東UAEドバイ付近へ達する航路計画があり、当該地域の外気温が40℃を超える事が想定される場合について説明する。この場合、当該船内の

10階フロア部の室温が55℃を超える事が過去の外気温と室温との相関関係から算出される時、仮に当該運航会社の過去の実例として「発煙」、「発炎」、「温度急上昇」といった緊急事象がなかったとしても、当該外気温と室温との相関関係について経験則で運用されていた部分を本システムがリスク明示する事で、より確実に近未来のリスク認識と危険回避へ向けた行動を現場に促す事ができる。

[0041] なおこのクラウドサーバ200における発生確率の計算は生成AI等を用いても良く、また、クラウドサーバ200は、自動車運搬船とは異なる場所に設定されてもよい。あるいは、クラウドサーバ200は、自動車運搬船の内部に設定されてもよい。

[0042] (異常状態検知装置100の構成)

図2は、異常状態検知装置100の構成を示すブロック図である。異常状態検知装置100は、図2に示すように、制御部110と、記憶部120と、入出力IF130(Interface)と、通信IF140とを備える、一般的なコンピュータによって構成される。なお、図2に示す異常状態検知装置100の構成例は、あくまでも一例にすぎず、本実施形態はこれに限定されない。また、管理者端末20及びユーザ端末30がパーソナルコンピュータやスマートフォン、タブレット等で実現される場合において、その構成は、図2に示すブロック図の構成を適用してもよい。

[0043] 制御部110は、例えば、オペレーションシステムを動作させて、異常状態検知装置100全体を制御する。さらに、制御部110は、記憶部120に格納されたプログラム(図示なし)に基づいて動作し、に備える各機能を実行する。なお、プログラムは、記憶部120に格納される形態に限定されず、例えば、異常状態検知装置100内の、ROM等(図示なし)に記憶された構成としてもよい。

[0044] 記憶部120は、取得情報DB121(図3参照)、検知情報DB122(図3参照)及び判定情報DB123(図3参照)を備える。なお、記憶部120は、構成として1つであっても複数であっても良い。例えば、1つの

記憶部 120 に対し、領域を分けて記憶する構成としてもよい。あるいは、物理的に離れた場所に設置された複数の記憶装置に、データが分散して格納されていても良い。

[0045] 図 2 に示す入出力 I/F 130 は、例えば、ユーザが異常状態検知装置 100 との間においてデータをやり取りするための構成要素（Interface、インタフェース）である。具体的には、異常状態検知装置 100 に接続された LCD 画面上に、予め登録した船内平面図と立面図、それらにカメラ 40 の位置をプロットし、それらと制御部 110 をリンクさせる。これにより、それぞれのカメラ 40 が撮影している格納室における、過去と現在の室内温度情報と、どのカメラ 40 に撮影されている車両 50 において「温度急上昇」、「発煙」、「発炎」等の緊急事象が発生しているかについて、色、サイン、音とともに当該カメラ画像のウィンドウポップアップ表示する事で乗員に明示することが可能となる。

[0046] また前述のクラウドサーバ 200 への気象情報や航行情報等の入力や、それらに基づいて算出された今後のリスク情報なども、当該画面上に表示をする。また、本実施形態において入出力 I/F 130 は、回転灯 60 及び警報機 70 に接続され、火災警報を出力するためのインタフェースとしても機能する。

[0047] 通信 I/F 140 は、ネットワーク 80 を介して、異常状態検知装置 100 が、異常状態検知装置 100 の外部との通信を可能とするためのインタフェースである。

[0048] （異常状態検知装置 100 の機能的構成）

次に、異常状態検知装置 100 の機能的構成について説明する。図 3 は、異常状態検知装置 100 の機能的構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、制御部 110 は航行情報取得部 111 と、カメラ情報取得部 112 と、温度情報取得部 113 と、温度急上昇検知部 114 と、煙発生検知部 115 と、炎発生検知部 116 と、異常状態判定部 117 と、通知部 118 と、を機能として備える。

- [0049] 航行情報取得部 111 は、自動車運搬船が航行する位置情報を取得する。具体的には、航行計画情報のオペレータによる入力や運航管理システムから当該予定情報を取得する事と、航行情報取得部 111 は自動車運搬船に設けられた GPS 受信機（図示なし）により、複数の GPS（Global Positioning System）衛星からの電波を受信して、自動車運搬船の現在位置を取得する事で航行実績を取得する。また、航行情報取得部 111 は、取得した位置情報を取得情報 DB 121 に格納する。
- [0050] カメラ情報取得部 112 は、車両 50 及び車両 50 の周辺空間を撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得する。また、カメラ情報取得部 112 は、取得したカメラ情報を取得情報 DB 121 に格納する。また、車両 50 及び車両 50 の周辺空間を撮像した画像データは、例えば、図 4 A に示すようなデータであってもよい。また、車両 50 及び車両 50 の周辺空間を撮像した画像データは、図 4 A 向かって左側の Full HD 程度以上の高解像度画像と同向かって右側のサーマル画像データである事が望ましく、これら 2 種類のカメラ画像情報を取得する事で、「格納室内の温度情報」、「温度急上昇検知」、「発煙検知」、「発炎検知」等を行う為のカメラ情報を取得する事ができる。
- [0051] 温度情報取得部 113 は、カメラ情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間の温度情報を取得する。また、温度情報取得部 113 は、各カメラからの温度情報の取得と、取得したそれらから単位時間当たりの温度変化を示す温度変化情報を算出する。温度情報取得部 113 は、取得した温度情報及び温度変化情報を取得情報 DB 121 に格納する。
- [0052] 温度急上昇検知部 114 は、前述の温度情報取得部 113 で取得及び算出した温度情報をもとに、カメラ毎に予め設定した「単位時間当たりに所定の温度上昇した場合に温度急上昇と定義するか」に基づいて、温度急上昇検知を行う。この温度急上昇検知部 114 における単位時間当たりの所定の温度は、例えば、1 分間に 20℃ 以上上昇した場合であり、当該場合に温度が急上昇したと判定する。なお、温度急上昇検知部 114 における単位時間当

りの所定の温度は、1分間に20℃以上であると判定する構成に限定されず、1分より短いあるいは長い時間あたりに、20℃より低い温度、又は高い温度で判定してもよい。

[0053] 煙発生検知部115は、カメラ情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する。具体的には、煙発生検知部115は、煙が発生している画像を用いてあらかじめ機械学習させたデータと、カメラ40のフルハイビジョンカメラユニットを介して取得したカメラ情報により車両及び車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する。

[0054] 例えば、煙発生検知部115は、煙の「色」、「濃さ」、「形」、「それら情報の時間経過による変化」等といった画像データを基に予め機械学習させた学習済みモデルを用いて、煙が発生しているか、発生していないかの煙発生度合いを算出し、判定状況として生成してもよい。この場合、例えば、煙発生度合は、100を最大値とするパーセントで示してもよいが、本システムのような一刻を争う判断が求められる場合は、パラメータ設定などにより学習済みモデルとの類似性判断レベルの調整ができるようにし、煙発生（の疑いも含む）検知を速やかに発報通知する事が望ましい。また、煙発生検知部115は、車両及び車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知した結果を検知情報DB122に格納する。

[0055] 炎発生検知部116は、カメラ40のサーマルカメラユニットを介して取得したカメラ情報（温度測定情報とサーマルカメラによる画像）に基づいて、車両及び車両の周辺に炎が発生しているかを検知する。具体的には、炎発生検知部116は、カメラ40のサーマルカメラユニットで測定した温度情報から炎と思しき極めて高い温度検出と、炎が発生している画像をあらかじめ機械学習させたデータを用いて当該高温検出箇所において取得できたサーマルカメラユニットから取得したカメラ画像情報との両方を比較し、温度情報と画像情報の2つを使って車両及び車両の周辺空間に炎が発生しているか否かを検知する。

[0056] 例えば、炎発生検知部116は、カメラ40のサーマルカメラユニットで

測定した温度情報が概ね1000℃以上の極めて高い温度検出と、炎の「色」「形」また「それら情報の時間経過による変化」等といった画像データを基に予め機械学習させた学習済モデルを用いて当該高温度を検出した箇所において取得できたサーマルカメラユニットにおけるカメラ画像情報との両方の画像情報を比較し、炎が発生しているか、発生していないかを判定し、判定状況を生成してもよい。あるいは、炎発生検知部116は、サーマルカメラユニットで取得した高温度情報と、学習済モデルを用いて、炎が発生しているか、発生していないかの炎発生度合いを算出し、判定状況として生成してもよい。この場合、例えば、炎発生度合は、100を最大値とするパーセントで示してもよい。また、炎発生検知部116は、車両及び車両の周辺空間に炎が発生しているか否かを検知した結果を検知情報DB122に格納する。

[0057] 異常状態判定部117は、位置情報、温度情報、温度変化情報、煙発生検知部115による煙の発生状況及び／又は炎発生検知部116による炎の発生状況と、に基づいて車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する。また、異常状態判定部117は判定した結果を判定情報DB123に格納する。

[0058] 異常状態判定部117は、位置情報及び温度情報に基づいて、現在航行中の地域における想定温度に比べ温度情報が高いか否かを判定し、想定温度より大幅に温度が高い場合に、車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定する。

[0059] 想定温度は、あらかじめ位置情報に対応付けて記憶部120に格納された情報であってもよい。あるいは、想定温度は、位置情報に対応する気象情報を気象情報提供アプリケーションから取得し、位置情報に対応する温度を想定温度としてもよい。すなわち、想定温度は、自動車運搬船が航行している地域において想定される温度であって、想定温度情報に相当する。

[0060] また、異常状態判定部117において、車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定されるのは、温度情報で示

される温度が、想定温度より100℃高い場合であってもよい。この、想定温度との比較温度は、本実施形態の構成を限定するものではなく、100℃より低い値又は100℃より高い値を閾値として設け、車両及び車両の周辺空間に火災が発生している又は火災が発生する恐れがあると判定してもよい。

[0061] また、異常状態判定部117は、温度変化情報に基づいて、車両及び車両の周辺に炎が発生しているか否かを判定する。具体的には、異常状態判定部117は、例えば、1分間に温度が20℃以上上昇している場合に、車両及び車両の周辺に炎が発生していると判定する。なお、異常状態判定部117における温度変化情報に基づく判定は、1分間に温度が20℃以上上昇している場合に限定されない。例えば、異常状態判定部117は、1分より短い時間、あるいは1分より長い時間に対して、温度が20℃程度上昇している場合に、車両及び車両の周辺空間に炎が発生している又は発生する恐れがあると判定する。

[0062] また、異常状態判定部117は、煙発生検知部115による煙の発生状況に基づいて、車両及び車両の周辺空間に煙が発生している又は発生する恐れがあると判定する。例えば、煙発生検知部115による煙の発生状況が、煙発生度合で示されている場合、70%以上の煙発生度合の場合に、車両及び車両の周辺空間に煙が発生している又は発生する恐れがあると判定してもよい。

[0063] また、異常状態判定部117は、炎発生検知部116による炎の発生状況に基づいて、車両及び車両の周辺空間に炎が発生している又は発生する恐れがあると判定する。例えば、炎発生検知部116による炎の発生状況が、煙発生度合で示されている場合、70%以上の炎発生度合の場合に、車両及び車両の周辺空間に炎が発生している又は発生する恐れがあると判定してもよい。

[0064] 図4Cは、異常状態判定部117で判定された判定結果が格納された判定情報DB123の一例を示す図である。図4Cに示す例において、例えば、

カメラ１においては、火災は発生していないと判定されている。一方で、図４Ｃに示す例において、カメラＸにおいては、取得したカメラ情報に基づいて、温度情報による判定、温度変化情報による判定、煙検知、及び炎検知の全てにおいて、火災が発生していると判定され、判定結果として火災が発生していると判定されている。

[0065] 通知部１１８は、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、自動車運搬船に設けられた回転灯６０、警報機７０、ユーザ端末３０、及び管理者端末２０の少なくとも一つに火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する。

[0066] 例えば、通知部１１８は、回転灯６０に対して通知する場合、火災が発生していると判定した場合と、火災の発生の恐れがあると判定した場合において、通知内容に差異を設けてもよい。例えば、通知部１１８は、火災が発生していると判定した場合には、火災の発生の恐れがあると判定した場合に比べ、回転灯６０の回転速度が速くなるように、通知してもよい。これにより、回転灯６０を見た乗組員は、火災発生又は発生の恐れに対する緊急度合を認識することができる。

[0067] 同様に、通知部１１８は、警報機７０、ユーザ端末３０、及び／又は管理者端末２０に対して通知する場合においても、火災が発生していると判定した場合と、火災の発生の恐れがあると判定した場合において、通知内容に差異を設けてもよい。例えば、通知部１１８は、火災が発生していると判定した場合には、火災の発生の恐れがあると判定した場合に比べ、警報機７０の音が大きくなる、ユーザ端末３０及び／又は管理者端末２０への表示に緊急性を持たせるようにしてもよい。これにより、警報機７０の音を聞いた乗組員、ユーザ端末３０の表示を見た乗組員、管理者端末２０の表示を見た乗組員は、火災発生又は発生の恐れに対する緊急度合を認識することができる。

[0068] （異常状態検知システム１０の処理フローの概略）

次に、異常状態検知装置１００における異常状態検知に係る処理（異常状態検知方法）について、図５のフローチャートに基づいて説明する。図５に

示すフローチャートは、電源オフや処理終了の割り込みによっても処理は終了する。また、以下のフローチャートの説明において、上述の異常状態検知システム10及び異常状態検知装置100の説明で記載した内容と同じ内容については、省略又は簡略化して説明する。

[0069] ステップS501において、航行情報取得部111は、自動車運搬船が航行する位置情報を取得する。具体的には、航行情報取得部111は自動車運搬船に設けられたAIS (Automatic Identification System: 船舶自動識別装置) といわれるGPS情報を利用した自船の位置等の情報を自動的に送受信するシステム等により、自動車運搬船の現在位置を取得する。また、航行情報取得部111は、取得した位置情報を取得情報DB121に格納する。その後、処理はステップS502に進む。

[0070] ステップS502において、カメラ情報取得部112は、車両50及び車両50の周辺空間を撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得する。また、カメラ情報取得部112は、取得したカメラ情報を取得情報DB121に格納する。また、車両50及び車両50の周辺空間を撮像した画像データは、例えば、図4Aに示すようなデータであってもよい。また、車両50及び車両50の周辺空間を撮像した画像データは、図4Bにおいて向かって右側に示すサーマル画像データであってもよい。その後、処理はステップS503に進む。

[0071] ステップS503において、温度情報取得部113は、カメラ情報に基づいて、車両及び車両の周辺空間の温度情報を取得する。また、温度情報取得部113は、取得した温度情報から単位時間当たりの温度変化を示す温度変化情報を算出する。温度情報取得部113は、取得した温度情報及び温度変化情報を取得情報DB121に格納する。その後、処理はステップS504に進む。

[0072] ステップS504において、温度急上昇検知部114は、温度変化情報に基づいて、車両及び車両の周辺に炎が発生しているか否かを判定する。具体

的には、温度急上昇検知部 114 は、例えば、1 分間に温度が 20℃以上、急上昇している場合に、車両 50 及び車両 50 の周辺に炎が発生していると判定する。なお、温度急上昇検知部 114 における温度変化情報に基づく判定は、1 分間に温度が 20℃以上上昇している場合に限定されない。例えば、異常状態判定部 117 は、1 分より短い時間、あるいは 1 分より長い時間に対して、温度が 20℃程度上昇している場合に、車両及び車両の周辺空間に炎が発生している又は発生する恐れがあると判定する。

[0073] ステップ S504 において、温度急上昇検知部 114 は、温度が急上昇していると判定した場合（ステップ S504：YES）には、処理はステップ S507 に進む。一方で、ステップ S504 において、温度急上昇検知部 114 は、温度が急上昇していないと判定した場合（ステップ S504：NO）には、処理はステップ S505 に進む。

[0074] ステップ S505 において、煙発生検知部 115 は、カメラ情報に基づいて、車両 50 及び車両 50 の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する。具体的には、煙発生検知部 115 は、あらかじめ煙が発生している画像を学習した学習済みモデルを用いて、取得したカメラ情報により車両及び車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する。

[0075] ステップ S505 において、煙発生検知部 115 は、車両 50 及び車両 50 の周辺空間に煙が発生していると検知した場合（ステップ S505：YES）には、処理はステップ S507 に進む。一方で、ステップ S505 において、煙発生検知部 115 は、車両 50 及び車両 50 の周辺空間に煙が発生していないと検知した場合（ステップ S505：NO）には、処理はステップ S506 に進む。

[0076] ステップ S506 において、炎発生検知部 116 は、カメラ情報に基づいて、車両 50 及び車両 50 の周辺に炎が発生しているかを検知する。具体的には、炎発生検知部 116 は、あらかじめ炎が発生している画像を学習した学習済みモデルを用いて、取得したカメラ情報により車両 50 及び車両 50 の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する。

- [0077] ステップS 5 0 6において、炎発生検知部 1 1 6は、車両 5 0及び車両 5 0の周辺空間に炎が発生していると検知した場合（ステップS 5 0 6：Y E S）には、処理はステップS 5 0 7に進む。一方で、ステップS 5 0 6において、炎発生検知部 1 1 6は、車両 5 0及び車両 5 0の周辺空間に炎が発生していないと検知した場合（ステップS 5 0 6：N O）には、処理は終了する。
- [0078] ステップS 5 0 7において、異常状態判定部 1 1 7は、位置情報、温度情報、温度変化情報、煙の発生状況、及び／又は炎の発生状況と、に基づいて、車両 5 0及び車両 5 0の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する。また、異常状態判定部 1 1 7は判定した結果を判定情報D B 1 2 3に格納する。
- [0079] ステップS 5 0 8において通知部 1 1 8は、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、回転灯 6 0、警報機 7 0、ユーザ端末 3 0、及び管理者端末 2 0の少なくとも一つに火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する。その後、処理は終了する。
- [0080] 例えば、通知部 1 1 8は、回転灯 6 0に対して通知する場合、火災が発生していると判定した場合と、火災の発生の恐れがあると判定した場合において、通知内容に差異を設けてもよい。例えば、通知部 1 1 8は、火災が発生していると判定した場合には、火災の発生の恐れがあると判定した場合に比べ、回転灯 6 0の回転速度が速くなるように、通知してもよい。これにより、回転灯 6 0を見た乗組員は、火災発生又は発生の恐れに対する緊急度合を認識することができる。
- [0081] 同様に、通知部 1 1 8は、警報機 7 0、ユーザ端末 3 0、及び／又は管理者端末 2 0に対して通知する場合においても、火災が発生していると判定した場合と、火災の発生の恐れがあると判定した場合において、通知内容に差異を設けてもよい。例えば、通知部 1 1 8は、火災が発生していると判定した場合には、火災の発生の恐れがあると判定した場合に比べ、警報機 7 0の音が大きくなる、ユーザ端末 3 0及び／又は管理者端末 2 0への表示に緊急

性を持たせるようにしてもよい。これにより、警報機 70 の音を聞いた乗組員、ユーザ端末 30 の表示を見た乗組員、管理者端末 20 の表示を見た乗組員は、火災発生又は発生の恐れに対する緊急度合を認識することができる。

[0082] 上述の通り、本実施形態に係る異常状態検知装置 100 は、自動車運搬船に積載された車両 50 に発生する火災を検知する異常状態検知装置 100 である。異常状態検知装置 100 は、自動車運搬船が航行する位置情報を取得する航行情報取得部 111 を備える。また、異常状態検知装置 100 は、車両及び前記車両の周辺空間をカメラにより撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得するカメラ情報取得部 112 を備える。また、異常状態検知装置 100 は、カメラ情報に基づいて、車両 50 及び車両 50 の周辺空間の温度情報、及び単位時間当たりの温度変化情報を取得する温度情報取得部 113 を取得する。また、異常状態検知装置 100 は、位置情報に基づく想定温度情報、温度情報、及び温度変化情報に基づいて、車両 50 及び車両 50 の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する異常状態判定部 117 を備える。また、異常状態検知装置 100 は、異常状態判定部 117 において、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する通知部 118 を備える。なお、通知部 118 は、自動車運搬船に設けられた回転灯 60、警報機 70、ユーザ端末 30、及び管理者端末 20 の少なくとも一つに、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する。

[0083] この構成により、異常状態検知装置 100 は、自動車運搬船が航行する位置情報に基づいた想定温度情報と、車両 50 及び車両 50 の周辺空間の温度情報及び温度変化状況とに基づいて、火災の発生又は恐れを検知することで、航行状況に応じた検知が可能となる。これにより、異常状態検知装置 100 は、自動車運搬船に積載された車両 50 に対する火災の発生又は火災が発生する恐れを適切に検知することが可能となる。

[0084] また、異常状態検知装置 100 の想定温度情報は、自動車運搬船が航行し

ている地域において想定される温度に相当してもよい。これにより、異常状態検知装置１００は、航行している地域の温度状況に対応して火災判定を実施することが可能となり、より適切な火災検知が可能となる。

[0085] また、異常状態検知装置１００は、カメラ情報に基づいて、車両５０及び車両５０の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する煙発生検知部１１５をさらに備えてもよい。また、異常状態判定部１１７は、位置情報、温度情報、温度変化情報、及び煙発生検知部１１５による煙の発生状況に基づいて、車両５０及び車両５０の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定してもよい。これにより、異常状態検知装置１００は、火災初期段階における煙の発生をより適切に検知することが可能となり、自動車運搬船に積載された車両５０に対する火災の発生又は火災が発生する恐れを、より適切に検知することが可能となる。

[0086] また、煙発生検知部１１５は、煙が発生している画像を用いてあらかじめ機械学習させたデータと、カメラ情報とに基づいて、車両５０及び車両５０の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知してもよい。これにより、異常状態検知装置１００は、より正確な煙発生検知処理を実施することが可能となる。

[0087] また、異常状態検知装置１００は、カメラ情報に基づいて、車両５０及び車両５０の周辺空間に炎が発生しているかを検知する炎発生検知部１１６をさらに備えてもよい。異常状態判定部１１７は、位置情報、温度情報、温度変化情報、煙発生検知部による煙の発生状況、及び炎発生検知部による炎の発生状況に基づいて、車両５０及び車両５０の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定してもよい。これにより、異常状態検知装置１００は、炎の発生をより適切に検知することが可能となり、自動車運搬船に積載された車両５０に対する火災の発生又は火災が発生する恐れを、確実に検知することが可能となる。

[0088] また、炎発生検知部１１６は、炎が発生している画像を用いてあらかじめ機械学習させたデータと、カメラ情報とに基づいて、車両及び車両の周辺空

間に炎が発生しているか否かを検知してもよい。これにより、異常状態検知装置１００は、より正確な炎発生検知処理を実施することが可能となる。

[0089] また、通知部１１８は、火災が発生していると判定された場合と、火災の発生のおそれがあると判定された場合と、において、回転灯６０、警報機７０、ユーザ端末３０、及び／又は管理者端末２０に対して異なる内容を通知してもよい。この構成により、回転灯６０を見た乗組員、警報機７０の音を聞いた乗組員、ユーザ端末３０の表示を見た乗組員、及び／又は管理者端末２０の表示を見た乗組員は、火災発生又は発生のおそれに対する緊急度合を認識することができる。これにより、本実施形態に係る異常状態検知装置１００が適用される自動車運搬船の乗組員は、火災発生の状況、発生のおそれに応じて適切な消火、又は防火行動をとることが可能となる。

[0090] (他の実施形態)

以上、本実施形態を説明したが、実施形態はこれらに限定されるものではなく、実施形態の要旨の範囲内で種々の変形が可能である。また、さまざまな実施形態の一部又は全部を組み合わせる新たな実施形態とすることも可能である。

[0091] 上述の実施形態において、異常状態検知装置１００の制御部１１０が図３に示す各機能を備える構成を示したが、実施形態は当該構成に限定されるものではない。例えば、図３の制御部１１０が備える一部の機能は、カメラ４０に備えられる構成であってもよい。カメラ４０に、図３に示す機能の一部を設けることにより、例えば、温度急上昇検知や煙発生検知、炎発生検知などの機能を各カメラ４０で分散して計算する事によって、より迅速に実施することが可能となるだけでなく、自動車運搬船自体が極めて巨大である事から必ずしも広帯域の船内ネットワークLANをもたない事が多い今回のようなケースにおいて、カメラ端末側にそれら機能の一部を設ける事によりネットワークへの負荷を軽減できより安定した通信が行われやすくなる。さらには、異常状態検知装置１００の計算負荷軽減と船内サーバールームの限られたスペースにおけるコンピュータハードウェアの小型化を図る事ができる為

、結果的により高いシステム安定性と可用性を実現する事ができる。

[0092] 上述した異常状態検知方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム（異常状態検知プログラム）及びそのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体は、本実施形態の範囲に含まれる。ここで、コンピュータで読み取り可能な記録媒体の種類は任意である。また、上述のコンピュータプログラムは、上述の記録媒体に記録されたものに限られず、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク等を経由して伝送されるものであってもよい。

[0093] 特願2024-161288号（出願日：2024年9月18日）の全内容は、ここに援用される。

[0094] 以上、本開示のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0095] 10 異常状態検知システム
 20 管理者端末
 30 ユーザ端末
 40 カメラ
 50 車両
 60 回転灯
 70 警報機
 80 ネットワーク
 100 異常状態検知装置
 110 制御部
 111 航行情報取得部

- 1 1 2 カメラ情報取得部
- 1 1 3 温度情報取得部
- 1 1 4 温度急上昇検知部
- 1 1 5 煙発生検知部
- 1 1 6 炎発生検知部
- 1 1 7 異常状態判定部
- 1 1 8 通知部
- 1 2 0 記憶部
- 1 2 1 取得情報ＤＢ
- 1 2 2 検知情報ＤＢ
- 1 2 3 判定情報ＤＢ
- 1 3 0 入出力ＩＦ
- 1 4 0 通信ＩＦ
- 2 0 0 クラウドサーバ

請求の範囲

- [請求項1] 自動車運搬船に積載された車両に発生する火災を検知する異常状態検知装置であって、
- 前記自動車運搬船が航行する位置情報を取得する航行情報取得部と、
- 、
- 前記車両及び前記車両の周辺空間をカメラにより撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得するカメラ情報取得部と、
- 前記カメラ情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間の温度情報、及び単位時間当たりの温度変化情報を取得する温度情報取得部と、
- 前記位置情報に基づく想定温度情報、前記温度情報、及び前記温度変化情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する異常状態判定部と、
- 前記異常状態判定部において、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、前記自動車運搬船に設けられた回転灯、警報機、ユーザ端末、及び管理者端末の少なくとも一つに、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する通知部と、を備える異常状態検知装置。
- [請求項2] 前記想定温度情報は、前記自動車運搬船が航行している地域において想定される温度に相当する、請求項1に記載の異常状態検知装置。
- [請求項3] 前記カメラ情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する煙発生検知部をさらに備え、
- 前記異常状態判定部は、前記位置情報、前記温度情報、前記温度変化情報、及び前記煙発生検知部による煙の発生状況に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する請求項1又は2に記載の異常状態検知装置。

- [請求項4] 前記煙発生検知部は、煙が発生している画像を用いてあらかじめ機械学習させたデータと、前記カメラ情報とに基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に煙が発生しているか否かを検知する請求項3に記載の異常状態検知装置。
- [請求項5] 前記カメラ情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に炎が発生しているかを検知する炎発生検知部をさらに備え、
前記異常状態判定部は、前記位置情報、前記温度情報、前記温度変化情報、前記煙発生検知部による煙の発生状況、及び前記炎発生検知部による炎の発生状況に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定する請求項3又は4に記載の異常状態検知装置。
- [請求項6] 前記炎発生検知部は、炎が発生している画像を用いてあらかじめ機械学習させたデータと、前記カメラ情報とに基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に炎が発生しているか否かを検知する請求項5に記載の異常状態検知装置。
- [請求項7] 前記通知部は、火災が発生していると判定された場合と、火災の発生の恐れがあると判定された場合と、において、前記回転灯、前記警報機、前記ユーザ端末、及び／又は前記管理者端末に対して異なる内容を通知する、請求項1～6のいずれか一項に記載の異常状態検知装置。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の異常状態検知装置と、
前記自動車運搬船に積載された前記車両を撮像するカメラと、
前記回転灯、前記警報機、前記ユーザ端末、及び前記管理者端末の少なくとも一つと、
を備える、異常状態検知システム。
- [請求項9] コンピュータによって実行され、自動車運搬船に積載された車両に発生する火災を検知する異常状態検知方法であって、
前記自動車運搬船が航行する位置情報を取得し、

前記車両及び前記車両の周辺空間をカメラにより撮像した画像データを含む情報であるカメラ情報を取得し、

前記カメラ情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間の温度情報、及び単位時間当たりの温度変化情報を取得し、

前記位置情報に基づく想定温度情報、前記温度情報、及び前記温度変化情報に基づいて、前記車両及び前記車両の周辺空間に火災が発生している又は火災の発生の恐れがあるか否かを判定し、

火災が発生している又は火災の発生の恐れがあると判定された場合に、前記自動車運搬船に設けられた回転灯、警報機、ユーザ端末、及び管理者端末の少なくとも一つに、火災が発生している又は火災の発生の恐れがあることを通知する、異常状態検知方法。