

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6740552号
(P6740552)

(45) 発行日 令和2年8月19日(2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月29日(2020.7.29)

(51) Int.Cl. F I
G O I S 17/931 (2020.01) G O I S 17/931

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-255456 (P2016-255456)	(73) 特許権者	518126144 株式会社三井E&Sマシナリー 東京都中央区築地5丁目6番4号
(22) 出願日	平成28年12月28日(2016.12.28)	(74) 代理人	110001368 清流国際特許業務法人
(65) 公開番号	特開2018-105822 (P2018-105822A)	(72) 発明者	市村 欣也 東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
(43) 公開日	平成30年7月5日(2018.7.5)	審査官	東 治企
審査請求日	平成31年3月13日(2019.3.13)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 障害物検知システムおよび障害物検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体に設置されていて照射角度を変化させながらレーザー光を照射する発信部と、前記レーザー光の反射光を受光する受信部とを備える障害物検知システムにおいて、

障害物がない場合に前記レーザー光が反射される反射地点の周辺領域に複数の検知領域を予め設定する検知領域設定機構と、

前記検知領域ごとに、前記発信部から前記検知領域の内側に照射する前記レーザー光の総数に対する前記検知領域の内側で反射する前記反射光の数の割合である充足率を算出して、この充足率が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記充足率が前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する判定機構とを備えていて、

前記検知領域ごとに異なる前記閾値が設定されることを特徴とする障害物検知システム

。【請求項2】

前記判定機構による判定結果に基づき前記移動体を制御する制御機構を備えていて、前記制御機構が前記検知領域ごとに異なる制御内容を設定される構成を有する請求項1に記載の障害物検知システム。

【請求項3】

前記閾値を調整する閾値設定機構を備える請求項1または2に記載の障害物検知システム。

【請求項4】

10

20

前記判定機構による判定結果に基づき前記移動体を制御する制御機構を備えていて、前記制御機構が前記判定機構による判定結果に基づき前記移動体の減速を行う構成を有するとともに、前記充足率の値に応じて前記移動体の減速量を制御する構成を有する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の障害物検知システム。

【請求項 5】

前記判定機構による判定結果に基づき前記移動体を制御する制御機構を備えていて、前記制御機構が前記充足率の値に応じて前記移動体の移動速度の上限値を制御する構成を有する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の障害物検知システム。

【請求項 6】

移動体に設置されていて照射角度を変化させながらレーザ光を照射する発信部と、前記レーザ光の反射光を受光する受信部とを備える障害物検知システムにおいて、

障害物がない場合に前記レーザ光が反射される反射地点の周辺領域に検知領域を予め設定する検知領域設定機構と、

前記検知領域の内側で反射する前記反射光の単位時間あたりの数が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する判定機構を備えることを特徴とする障害物検知システム。

【請求項 7】

前記発信部が、前記移動体の移動方向に沿って前記移動体の手前から奥に至る範囲に前記レーザ光を走査する構成を備える請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の障害物検知システム。

【請求項 8】

移動体に設置される発信部から照射角度を変化させながらレーザ光を照射して、このレーザ光の反射光を受信部で受光して障害物の有無を検知する障害物検知方法において、

障害物がない場合に前記レーザ光が反射される反射地点の周辺領域に複数の検知領域を予め設定して、

前記検知領域ごとに、前記発信部から前記検知領域の内側に照射する前記レーザ光の総数に対する前記検知領域の内側で反射する前記反射光の数の割合である充足率を算出して、この充足率が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記充足率が前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する構成を備えていて、

前記検知領域ごとに異なる前記閾値が設定されることを特徴とする障害物検知方法。

【請求項 9】

障害物の有無の判定に基づいて前記移動体を制御する制御機構を予め備えていて、前記制御機構が前記検知領域ごとに異なる制御を行う構成を有する請求項 8 に記載の障害物検知方法。

【請求項 10】

前記閾値を調整する閾値設定機構を予め備えていて、前記閾値設定機構により前記閾値が調整される請求項 8 または 9 に記載の障害物検知方法。

【請求項 11】

障害物の有無の判定に基づいて前記移動体を制御する制御機構を予め備えていて、前記制御機構が障害物の有無の判定結果に基づき前記移動体の減速を行うとともに、前記充足率の値に応じて前記移動体の減速量を制御する請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載の障害物検知方法。

【請求項 12】

障害物の有無の判定に基づいて前記移動体を制御する制御機構を予め備えていて、前記制御機構が前記充足率の値に応じて前記移動体の移動速度の上限値を制御する請求項 8 ~ 11 のいずれかに記載の障害物検知方法。

【請求項 13】

移動体に設置される発信部から照射角度を変化させながらレーザ光を照射して、このレーザ光の反射光を受信部で受光して障害物の有無を検知する障害物検知方法において、

障害物がない場合に前記レーザ光が反射される反射地点の周辺領域に検知領域を予め設

10

20

30

40

50

定して、

前記検知領域の内側で反射する前記反射光の単位時間あたりの数が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する構成を備えることを特徴とする障害物検知方法。

【請求項 14】

前記発信部が、前記移動体の移動方向に沿って前記移動体の手前から奥に至る範囲に前記レーザー光を走査する請求項 8 ~ 13のいずれかに記載の障害物検知方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば走行面上を走行する車両等の移動体に設置されていて移動体の周囲の障害物の有無を検知する障害物検知システムおよび障害物検知方法に関し、詳しくは障害物の有無を判定する際の精度を向上できる障害物検知システムおよび障害物検知方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動走行する車両に設置されていて周囲の障害物を検知する障害物検知システムが種々提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0003】

特許文献1に記載の障害物検知システムは、車両の前方に向かってレーザー光を水平方向に走査させる二次元レーザスキャナを有していた。このシステムは、照射したレーザー光が障害物で反射されたときの反射光を検知することで障害物の有無を判定していた。つまり反射光が得られる場合には障害物が存在し、反射光が得られない場合は障害物が存在しないと判定していた。

【0004】

特許文献1に記載のシステムは、反射光が得られない場合は障害物がなく安全であると判定する構成であった。そのため障害物が作業員の衣服などレーザー光を反射し難い物質である場合は、システムは障害物を検知できなかった。車両の前方に作業員がいるにも関わらず、障害物がなく安全であるとの誤った判定をシステムが行ってしまう不具合があった。レーザー光を照射する発信部や反射光を受光する受光部などが故障により反射光を検知できない場合も、障害物がなく安全であるとの判断をシステムが行ってしまう不具合があった。

【0005】

また特許文献1に記載のシステムは、反射光が得られた場合は障害物があると判定する構成であった。このシステムを屋外で使用するとレーザー光が例えば雨や昆虫などで反射されることがあった。この場合システムは得られた反射光に基づき障害物があると誤認してしまう不具合があった。雨や昆虫などは車両の走行を妨げないにも関わらず、システムは障害物があるとして車両を減速させたり停止させたりしてしまっていた。

【0006】

特許文献1に記載のシステムは、障害物があるにも関わらず障害物がないと判定したり、車両の走行を妨げる障害物がないにも関わらず障害物があると判定したりする不具合があった。つまり障害物の有無を判定する際の精度が十分ではなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平06 - 187036号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上記の問題を鑑みてなされたものであり、その目的は障害物の有無を判定する

10

20

30

40

50

際の精度を向上できる障害物検知システムおよび障害物検知方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成する本発明の障害物検知システムは、移動体に設置されていて照射角度を変化させながらレーザー光を照射する発信部と、前記レーザー光の反射光を受光する受信部とを備える障害物検知システムにおいて、障害物がない場合に前記レーザー光が反射される反射地点の周辺領域に複数の検知領域を予め設定する検知領域設定機構と、前記検知領域ごとに、前記発信部から前記検知領域の内側に照射する前記レーザー光の総数に対する前記検知領域の内側で反射する前記反射光の数の割合である充足率を算出して、この充足率が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記充足率が前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する判定機構とを備えていて、前記検知領域ごとに異なる前記閾値が設定されることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の障害物検知方法は、移動体に設置される発信部から照射角度を変化させながらレーザー光を照射して、このレーザー光の反射光を受信部で受光して障害物の有無を検知する障害物検知方法において、障害物がない場合に前記レーザー光が反射される反射地点の周辺領域に複数の検知領域を予め設定して、前記検知領域ごとに、前記発信部から前記検知領域の内側に照射する前記レーザー光の総数に対する前記検知領域の内側で反射する前記反射光の数の割合である充足率を算出して、この充足率が所定の閾値以上の場合に障害物がないと判定して、前記充足率が前記閾値よりも小さいときに障害物があると判定する構成を備えていて、前記検知領域ごとに異なる前記閾値が設定されることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明の障害物検知システムおよび障害物検知方法によれば、検知領域の内側からの反射光に基づき障害物の有無を判定する構成である。障害物があると検知領域からの反射光が得られなくなるため、障害物がレーザー光を反射し難い物質であっても障害物があることを検知できる。障害物の有無を判定する際の精度を向上するには有利である。

【0012】

また本発明の障害物検知システム等によれば、レーザー光を照射する発信部や反射光を受光する受光部などが故障により反射光を検知できないときは、検知領域からの反射光が得られなくなるため、障害物があると判定する。安全側の対応を取ることがができるため、安全性を向上するには有利である。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の障害物検知システムが設置される門型クレーンを斜視で例示する説明図である。

【図2】本発明の障害物検知システムの構成を示す説明図である。

【図3】障害物がないときの走行面における反射地点を平面視で例示する説明図である。

【図4】図2の障害物検知システムが障害物を検知したときの状態を例示する説明図である。

40

【図5】障害物があるときの走行面における反射地点を平面視で例示する説明図である。

【図6】図4の検知領域の変形例を例示する説明図である。

【図7】図4の検知領域の変形例を例示する説明図である。

【図8】レーザー光の走査方向の変形例を例示する説明図である。

【図9】図1の障害物検知システムの変形例を側面視で例示する説明図である。

【図10】レーザー光の走査方向の変形例を例示する説明図である。

【図11】障害物検知システムが設置される吊具を側面視で例示する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の障害物検知システムおよび障害物検知方法を図に示した実施形態に基づ

50

いて説明する。なお、図中では移動体の移動方向を矢印 y 、この移動方向 y を直角に横断する横行方向を矢印 x 、上下方向を矢印 z で示している。

【0015】

図1に例示するように本発明の障害物検知システムが設置される移動体2である門型クレーンは、移動方向 y に走行する走行装置3と、走行装置3の上方に配置され上下方向 z に延在する四本の脚部材4と、横行方向 x に延在して横行方向 x に対向する脚部材4どうしの上端を連結する二本の梁部材5と、梁部材5に沿って横行方向 x に移動可能に構成されるトロリ6と、トロリ6にワイヤロープで懸吊される吊具7とを備えている。移動体2を構成する門型クレーンは、走行面8を移動方向 y に走行しつつコンテナの荷役を行なうことができる。

10

【0016】

障害物検知システム1は、走行面8に向かってレーザ光を照射する発信部9と、走行面8で反射される反射光を受光する受信部10とを有している。受信部10は発信部9の近傍に配置されている。この実施形態では四本の脚部材4の下方であって走行装置3の近傍となる位置に、それぞれ発信部9および受信部10（以下、発信部9等と総称することができる）が設置されている。発信部9等を設置する位置は上記に限らず、走行装置3など他の場所に適宜設置することができる。

【0017】

移動体2である門型クレーンが走行する移動方向 y に沿って、門型クレーンの移動方向の前方の手前から奥に至る範囲に発信部9はレーザ光を走査する構成を備えている。図1

20

【0018】

このとき門型クレーンの移動方向 y の後方側に設置されている発信部9からはレーザ光が照射されない構成にしてもよい。

【0019】

障害物検知システム1が設置される移動体2は門型クレーンに限定されない。障害物検知システム1は平面または空間を移動する移動体2に設置することができ、例えば岸壁クレーンやコンテナシャシに設置することができる。また障害物検知システム1は門型クレーンや岸壁クレーンの吊具7またはトロリ6に設置してもよい。

【0020】

30

図2に例示するように障害物検知システム1は、発信部9と受信部10とを備えている。発信部9はレーザ光を照射する構成に限定されない。発信部9は光や電波などの電磁波を照射する構成でもよく、音波を発信する構成でもよい。受信部10は発信部9から照射される電磁波等の反射光を受信できる構成を有していればよい。

【0021】

障害物検知システム1は、受信部10からデータを取得する比較機構11と、この比較機構11にデータを送る検知領域設定機構12と、比較機構11からデータを取得して障害物の有無を判定する判定機構13と、判定機構13で利用する閾値を調整するための閾値設定機構14と、判定機構13における判定結果に基づき移動体2を制御する制御機構15とを備えている。なお比較機構11と閾値設定機構14と制御機構15とは本発明の

40

【0022】

障害物検知システム1は、まず走行面8に向かって発信部9からレーザ光を照射する。発信部9はミラーの回転等により放射状（扇形状）にレーザ光を順番に複数回照射していく。受信部10は発信部9からレーザ光を照射する際の角度 n ごとに、レーザ光の照射から反射光が受信部10で受光されるまでの時間 t_n を取得していく。ここで角度 n は上下方向 z に対するレーザ光の進行方向の傾きを表している。

【0023】

発信部9と受信部10とは、発信部9等から走行面8までの距離を測定することになる。発信部9と受信部10とは例えば二次元レーザスキャナで構成することができる。例え

50

ば角度 n の分解能が 0.125 度 \sim 1.000 度、ミラーの回転速度が $5 \sim 100$ Hz の二次元レーザスキャナを利用することができる。

【0024】

受信部 10 は、角度 n が 0 度以上 90 度以下で 90 度を含まない範囲のデータを利用することができる。受信部 10 は角度 n が 0 度以上 60 度以下の範囲のデータを利用することが望ましい。この角度 n の範囲を大きくするほど移動体 2 から離れた位置の障害物を検知できるため、移動体 2 の速度が大きい場合には角度 n の範囲の上限を 90 度に近づけることが望ましい。

【0025】

例えば角度 n の範囲が 0 度 \sim 60 度、分解能が 0.125 度、回転速度が 5 Hz で設定されている二次元レーザスキャナの場合に、受信部 10 は 1 秒間に 2400 点の測定データを得る。つまり角度 n と時間 t_n とを組み合わせたデータを受信部 10 は 1 秒間に 2400 点得る。

【0026】

レーザ光が走行面 8 で反射される反射地点 P_n は、レーザ光の走査方向に沿って直線状に並ぶ。以下この直線を基準線 16 ということがある。この基準線 16 は走行面 8 の上に形成される仮想の直線である。基準線 16 は走行面 8 でレーザ光が反射されることで形成される複数の反射地点 P_n の集合体であるともいえる。この基準線 16 はレーザ光が走行面 8 で反射される範囲に形成されるので、発信部 9 との相対位置は固定される。そのため基準線 16 は門型クレーン等の移動体 2 の移動にともない移動方向 y に移動する。この実施形態ではレーザ光が移動方向 y に沿って走査するので、基準線 16 は移動方向 y に平行な直線となる。また基準線 16 は走行面 8 に沿う直線となる。

【0027】

検知領域設定機構 12 では、検知領域 S が予め設定されている。検知領域 S は移動方向 y と上下方向 z とから成る平面に形成される四角形の領域であり、発信部 9 等に対する相対的な位置として設定されている。この実施形態では検知領域 S は、移動体 2 の移動方向 y に沿った方向であり反射地点 P_n 、即ち基準線 16 の上方と下方とに設定される一対の長辺 $17a$ 、 $17b$ と、この一対の長辺 $17a$ 、 $17b$ の対向する端部どうしを結び上下方向 z に延在する一対の短辺 $18a$ 、 $18b$ とで囲まれる長方形の領域である。検知領域 S の形状は上記に限らず適宜設定することが可能である。例えば多角形や曲線を含む形状に設定することもできる。

【0028】

この実施形態では検知領域 S の短辺 $18a$ 、 $18b$ の長さは、例えば基準線 16 を中心に上下方向 z に ± 100 mm の範囲に設定することができる。ゴムタイヤを有する門型クレーンの場合には、コンテナの荷重によりゴムタイヤが上下方向 z に伸縮することがある。ゴムタイヤの伸縮にともない発信部 9 等が上下方向 z に移動してこれにともない検知領域 S も上下方向 z に移動する。検知領域 S が上下方向 z に移動した場合であっても、基準線 16 が検知領域 S の内側に収まる範囲で短辺 $18a$ 、 $18b$ の長さが設定されている。

【0029】

長辺 $17a$ 、 $17b$ の長さは水平方向に数 m から数十 m の範囲に設定することができる。長辺 $17a$ 、 $17b$ の長さは基準線 16 より長くなる状態または同じ長さとなる状態に設定される。つまり基準線 16 が常に検知領域 S の内側となる状態に、検知領域 S の範囲は設定される。

【0030】

検知領域 S は発信部 9 との相対位置が固定される。そのため検知領域 S は基準線 16 と同様に門型クレーン等の移動体 2 の移動にともない移動方向 y に移動する。この実施形態では基準線 16 が移動方向 y に平行であるため、検知領域 S は移動方向 y に平行な平面となる。

【0031】

比較機構 11 では、発信部 9 から照射するレーザ光の反射地点 P_n と検知領域 S とを比

10

20

30

40

50

較して、反射地点 P_n が検知領域 S の内側か外側かを判定する構成を有している。例えばレーザ光が角度 θ_n で照射されるとき、このレーザ光の照射方向と検知領域 S の境界線との二つの交点 p_{n1} 、 p_{n1}' を予め決めることができる。つまり角度 θ_n ごとに検知領域 S との二つの交点 p_{n1} 、 p_{n1}' の範囲が決まる。

【0032】

具体的には交点 p_{n1} 、 p_{n1}' は、発信部 9 からレーザ光が照射されてから受信部 10 で反射光を受信するまでの時間 T_{n1} 、 T_{n1}' とレーザ光の照射角度 θ_n との組み合わせで設定されている。

【0033】

受信部 10 から反射地点 P_1 までの距離が、受信部 10 から交点 p_{11} までの距離と交点 p_{11}' までの距離との間であれば、比較機構 11 は反射地点 P_1 が検知領域 S の内側であると判定する。複数の反射地点 P_n がそれぞれ検知領域 S の内側であるか外側であるかの判定を、検知領域設定機構 12 からの検知領域 S のデータに基づき比較機構 11 が行う。

10

【0034】

具体的にはレーザ光の照射から反射光が得られるまでの時間 t_n が、交点 p_{n1} に対応する時間 T_{n1} と交点 p_{n1}' に対応する時間 T_{n1}' との間であれば検知領域 S の内側からの反射光であると比較機構 11 が判定する。

【0035】

比較機構 11 は、反射地点 P_n が検知領域 S の内側に位置する場合にはオン (ON) の信号を判定機構 13 に送り、反射地点 P_n が検知領域 S の外側に位置する場合にはオフ (OFF) の信号を判定機構 13 に送る。比較機構 11 が送る信号は上記に限定されない。反射地点 P_n が検知領域 S の内側のときオフの信号、外側のときオンの信号を判定機構 13 に送る構成としてもよい。

20

【0036】

判定機構 13 では、比較機構 11 から送られてくるオンとオフの信号の割合に応じて、障害物の有無を判定する。例えば受信部 10 が 1 秒間で 2400 点の測定データを得る場合には、1 秒間に 2400 点のオンとオフの信号が比較機構 11 から判定機構 13 に送られる。

【0037】

判定機構 13 は、単位時間あたりに比較機構 11 から送られてくるオンの信号の数とオフの信号の数との総数に対するオンの信号の数の割合を充足率として算出する。また充足率の予め定められた閾値を判定機構 13 は格納している。充足率の閾値は例えば 90% に設定することができる。

30

【0038】

障害物がない場合に反射地点 P_n は基準線 16 に沿った位置となり検知領域 S の内側に位置するため、1 秒間に 2400 点のオンの信号が判定機構 13 に送られる。このとき充足率は 100% となり、閾値の 90% 以上の値となる。

【0039】

発信部 9 から照射されるレーザ光の全てが走行面 8 で反射されているので、レーザ光を遮蔽する障害物が発信部 9 と走行面 8 との間に存在しないことがわかる。判定機構 13 は充足率が閾値以上である場合には障害物がなく安全であると判定する。判定機構 13 は 1 秒ごとに判定を行なう構成に限定されず、例えば 0.2 秒ごとに判定を行なうなど、判定を行なう頻度は適宜設定することができる。

40

【0040】

このとき図 3 に例示するように障害物検知システム 1 は、基準線 16 の全体を確認できた状態となる。障害物検知システム 1 は走行面 8 を見る状態ともいえる。

【0041】

図 4 および図 5 に例示するように移動体 2 の前方に作業員がいる場合には、発信部 9 から照射されるレーザ光の一部は作業員に遮られ走行面 8 まで到達しない。レーザ光が作業員に吸収されると反射光が得られない。レーザ光が作業員に反射したとしても検知領域 S

50

の外側からの反射光となる。いずれの場合においても、作業員がいると検知領域 S の内側から得られる反射光の数が少なくなる。反射光の反射地点 P n が検知領域 S の外側となる場合には、比較機構 1 1 から判定機構 1 3 にオフの信号が出力される。

【 0 0 4 2 】

つまり反射地点 P 1 ~ P 3 は検知領域 S の内側となるので判定機構 1 3 に例えば三つのオンの信号が出力され、反射地点 P 4 ~ P 6 は検知領域 S の外側となるので判定機構 1 3 に例えば三つのオフの信号が出力される。

【 0 0 4 3 】

図 5 に例示するように障害物検知システム 1 は、基準線 1 6 の半分程度しか確認できない状態となる。充足率は 5 0 % 程度となり閾値よりも小さい値となる。このような場合に障害物検知システム 1 は、基準線 1 6 の上に障害物があると判定する。

10

【 0 0 4 4 】

障害物検知システム 1 が制御機構 1 5 を備えている場合には、判定機構 1 3 による障害物があるとの判定に基づき、門型クレーン等の移動体 2 の走行速度を減速させたり、停止させたりする制御を制御機構 1 5 が行う構成にしてもよい。

【 0 0 4 5 】

障害物検知システム 1 は、障害物を直接的に検知する構成ではないため、障害物がレーザー光を吸収したりして反射光が得られない場合であっても、障害物があることを判定できる。障害物の有無を判定する際の精度を向上するには有利である。

【 0 0 4 6 】

20

従来の障害物検知システムでは障害物からの反射光により障害物があることを検知していたため、障害物検知システムの精度を向上するためにはレーザー光の出力を増加させて反射光を得やすくしたり、受信部 1 0 の感度を向上させて微量の反射光であっても検出できるようにしたりする必要があった。存在が不確かな障害物を直接的に探すために、多大な労力を割いていた。またシステムの感度を向上させるほど、障害物とはならない雨や昆虫を障害物として検出してしまう不具合が大きくなっていった。さらに何らかの故障によりレーザー光が照射されなくなったり、反射光を検知できなくなると、障害物があっても検出できず、安全であると判定してしまう不具合があった。

【 0 0 4 7 】

本発明の障害物検知システム 1 は、障害物がないことを検知する構成である。具体的には走行面 8 の上に形成される仮想の直線、すなわち基準線 1 6 をどの程度の割合で検出できるかを確認する構成である。基準線 1 6 を検知できればいいので、障害物検知システム 1 の精度を向上するためにレーザー光の出力を上げたり、受信部 1 0 の感度を向上させたりする必要がない。障害物検知システム 1 は、障害物がない可能性を判定する構成であり、充足率に応じて障害物がない可能性が高く安全性が高そうである場合と、障害物があるらしく安全性が低そうである場合とを判定することができる。

30

【 0 0 4 8 】

障害物検知システム 1 は、検知領域 S の内側で反射する反射光に応じて障害物の有無を判定する構成である。そのため発信部 9 や受信部 1 0 の故障等により反射光を受光できない場合に、障害物がないと誤った判定を行なうことがない。そのため障害物検知システム 1 は安全側に機能するシステムとなる。移動体 2 の移動にともなう安全性を向上するには有利である。

40

【 0 0 4 9 】

従来の障害物検知システムでは、存在が不確かな障害物を直接的に探すため、少しの反応であっても障害物ありとして移動体を停止させていた。これに対して本発明では雨や昆虫により例えば一つのレーザー光が検知領域 S の外側で反射した場合であっても、判定機構 1 3 に送られる 2 4 0 0 点のデータのうち 2 3 9 9 点がオンとなり充足率は 9 0 % 以上となるので門型クレーン等の移動体 2 が緊急停止したりする不具合を回避できる。

【 0 0 5 0 】

障害物検知システム 1 が閾値設定機構 1 4 を備えている場合には、クレーンオペレータ

50

等が閾値を天候等に応じて適宜調整することが可能となる。晴天の際には閾値を例えば90%に設定することができる。大雨の際には、閾値を例えば50%に設定することができる。雨により多数のレーザー光が検知領域Sの外側で反射される場合であっても、門型クレーン等の移動体2を走行させることができる。この場合でも作業員が基準線16の上にいるときは充足率がさらに低下して例えば25%などの低い値になるため、作業員の存在を検知することが可能である。

【0051】

比較機構11を設置する構成により、判定機構13にはオンまたはオフの1ビットのデータが送られる。判定機構13に送られるデータ量が極めて小さいため、判定機構13が判定の際に必要なメモリ量を節約するには有利である。移動体2が例えば門型クレーンで構成される場合、判定機構13は門型クレーンの動作を制御するシーケンサ(PLC)に組み込むことができる。シーケンサは門型クレーンの走行や荷役などの制御も処理しなければならないので、判定機構13により占有されるメモリ量が小さいほど望ましい。

10

【0052】

判定機構13により占有されるメモリ量を抑制できるので、発信部9が照射するレーザー光の単位時間当たりの数を増加させたり、判定機構13による判定の頻度を増加させたりすることができる。ミラーの回転速度が50Hzの二次元レーザスキャナで発信部9を構成したとしても、シーケンサのメモリの占有量をそれほど増加させることなく判定機構13により判定を行なうことができる。

【0053】

比較機構11を備えていない場合に、判定機構13が1秒間に例えば2400点のデータを処理できると仮定する。比較機構11を備えている場合には、判定機構13は1秒間に例えば24000点のデータを処理することが可能となる。

20

【0054】

また比較機構11の設置により判定機構13で処理するデータ量が小さくなるので、判定機構13で判定を行なう際に必要となる時間を短縮することができる。発信部9を構成する二次元レーザスキャナの分解能が比較的高く回転速度が比較的速い場合であっても、遅れがほとんど生じない状態で判定機構13による判定を行なうことができる。

【0055】

移動体2が例えば自動車など移動速度の速いものであっても、遅れなく安全性を適切に判定することができる。移動体2の緊急停止が間に合わないなどの不具合の発生を抑制するには有利である。移動体2の移動速度に比べて判定機構13で判定を行なう速度を比較的速くすることができる。そのため充足率の閾値を必要以上に高く設定して、移動体2の障害物等への衝突を回避するなどの対策が不要となる。

30

【0056】

本発明の障害物検知システム1において比較機構11は必須要件ではない。比較機構11を備えていない場合は、受信部10で得られるデータをそのまま判定機構13に送信する構成にすることができる。この場合、検知領域設定機構12で予め設定される検知領域Sに関するデータは判定機構13に送られる。判定機構13は、受信部10から得られるデータを検知領域Sに関するデータと比較して、反射光が検知領域Sの内側からの反射光であるか否かを判断する。

40

【0057】

判定機構13は発信部9から照射されるレーザー光の総数に対する検知領域Sの内側からの反射光の数の割合を充足率として算出する。判定機構13は、この充足率が所定の閾値以上の場合に障害物がなく安全であると判定して、充足率が閾値よりも小さいときに障害物があると判定する。

【0058】

本発明の障害物検知システム1において、判定機構13において充足率を算出する構成は必須要件ではない。この場合は判定機構13が、検知領域Sの内側からの反射光の数が単位時間あたりに例えば2000点など所定の閾値以上となる場合に障害物がないと判定

50

して、この閾値よりも小さいときに障害物があると判定する構成にしてもよい。

【0059】

本発明の障害物検知システム1において制御機構15は必須要件ではない。移動体2が門型クレーンの場合は、判定機構13による判定結果をディスプレイ等に表示してクレーンオペレータに通知する構成にすることができる。また障害物があると判定されたときに、警報音等によりクレーンオペレータに注意を促す構成にしてもよい。

【0060】

制御機構15を備えている場合には、クレーンオペレータへの連絡の他に、門型クレーンを自動的に減速させたり、停止させたりする制御を行なうことができる。門型クレーンが自動走行の場合に、制御機構15による減速や停止等を自動で制御する構成にしてもよい。

10

【0061】

また制御機構15が、充足率の値に応じて移動体2の減速量を制御する構成にしてもよい。例えば充足率が小さくなる程、減速量を増加させる制御を制御機構15により行なうことができる。充足率が高いほど安全性が高い状態となり、充足率が低いほど安全性が低い状態となるため、安全性が低いときには移動体2の移動速度が小さくなる。大雨など視界の悪いときには、移動体2の移動速度は小さくなるものの移動体2を走行させることができる。

【0062】

図6に例示するように検知領域設定機構12が、複数の検知領域Sを設定できる構成にしてもよい。図6の実施形態では移動体2の移動方向yに沿って移動体2の手前に設定される検知領域S1と、奥に設定される検知領域S2との二つの検知領域Sが設定されている。この実施形態では検知領域S1、S2のいずれも移動方向yおよび上下方向zに平行となる長方形に形成されている。また検知領域S1、S2は互いに重ならない位置にそれぞれ設定されている。

20

【0063】

二つの検知領域S1、S2ごとに制御機構15が異なる制御を行なう構成にすることができる。充足率の閾値をそれぞれ例えば90%に設定して、奥の検知領域S2で充足率が閾値を下回ったとき制御機構15により移動体2を減速させる制御を行ない、手前の検知領域S1で充足率が閾値を下回ったとき制御機構15により移動体2を停止させる制御を行なうことができる。

30

【0064】

二つの検知領域S1、S2ごとに異なる閾値を設定することができる。例えば手前の検知領域S1の閾値を90%に設定して、奥の検知領域S2の閾値を70%に設定することができる。奥の検知領域S2で充足率が閾値を下回ったとき移動体2を減速させる制御を行ない、手前の検知領域S1で充足率が閾値を下回ったとき移動体2を減速させる制御を行なう構成にすることができる。手前の検知領域S1の閾値を奥の検知領域S2の閾値よりも高く設定しているため、移動体2が障害物に近づくほど減速し易くなる。

【0065】

二つの検知領域S1、S2ごとに、それぞれ異なる制御内容と異なる閾値とを設定してもよい。例えば奥の検知領域S2で充足率が70%を下回ったとき移動体2を減速させる制御を行ない、手前の検知領域S1で充足率が90%を下回ったとき移動体2を緊急停止させる制御を行なうことができる。

40

【0066】

また奥の検知領域S2での充足率の値に応じて、移動体2の移動速度の上限値を制御する構成にすることができる。例えば充足率の値に移動速度の上限値を比例させることができる。この場合充足率が小さくなる程、移動体2の移動速度の上限値が小さくなるので、障害物に接近するにしたがって移動体2を減速させることができる。

【0067】

検知領域Sの数は上記に限らない。互いに重ならない位置に設定される三つ以上の領域

50

を検知領域 S として設定してもよい。一部が重なる位置に設定される複数の領域を検知領域 S として設定してもよい。

【 0 0 6 8 】

また複数の検知領域 S ごとにそれぞれ充足率の閾値と、閾値を下回ったときの制御を設定することができる。また閾値を設定せずに、充足率と比例または反比例させる状態で、移動体 2 の移動速度や減速量を変化させる制御を行なう設定としてもよい。

【 0 0 6 9 】

図 7 に例示するように検知領域設定機構 1 2 が、台形の検知領域 S を設定する構成にしてもよい。この実施形態では移動体 2 から近い手前に位置して上下方向 z に延在する短辺 1 8 a の長さに比べて、移動体 2 から遠い奥に位置して上下方向 z に延在する短辺 1 8 b の長さが長く設定されている。

10

【 0 0 7 0 】

門型クレーンがゴムタイヤを備えている場合など、荷役するコンテナの重心位置の偏心等により移動体 2 が移動方向 y に起伏することがある。移動体 2 の起伏とは、移動体 2 の後方側に比べて前方側が上がったり下がったりすることをいう。移動体 2 が起伏すると走行面 8 に対する発信部 9 の傾きや位置が変化する。検知領域 S は発信部 9 に対する相対位置が固定されているため、発信部 9 の傾き等にもないその位置が変化してしまう。

【 0 0 7 1 】

台形の検知領域 S を設定することにより、移動体 2 が起伏したとしても走行面 8 に形成される基準線 1 6 が検知領域 S の内側になる状態を維持できる。基準線 1 6 が検知領域 S の外側に位置する場合、障害物がないにも関わらず、障害物検知システム 1 は障害物ありと判定してしまう。移動体 2 が起伏する場合であっても、障害物の有無を判定する際の精度を向上することができる。図 7 では説明のため移動体 2 に起伏が発生していないときの検知領域 S の範囲および発信部 9 等の位置を一点鎖線で示している。

20

【 0 0 7 2 】

なお走行面 8 が全体的に傾斜している場合は、走行面 8 とともに移動体 2 も傾斜するため、検知領域 S が長方形であっても検知領域 S の内側に基準線 1 6 が位置することになる。移動体 2 が自動車など起伏し難い機器の場合には、検知領域 S を長方形に設定しても障害物の有無を精度よく判定できる。

【 0 0 7 3 】

ここで走行面 8 の上下方向 z における凹凸が比較的大きい場合は、検知領域 S を台形で構成することで移動体 2 が移動にともない振動したとしても、基準線 1 6 が検知領域 S の内側となる状態を維持し易くなる。また検知領域 S を長方形に設定しても、短辺 1 8 a、1 8 b を比較的大きく設定することで、基準線 1 6 が検知領域 S の内側となる状態を維持し易くなる。

30

【 0 0 7 4 】

一方で走行面 8 に凹凸がほとんどない場合は、検知領域 S の短辺 1 8 a、1 8 b を比較的短く設定することができる。基準線 1 6 を中心に上下方向 z に例えば ± 30 mm の範囲に短辺 1 8 a、1 8 b の長さを設定すると、上下方向 z の長さが 30 mm よりも大きい障害物を障害物検知システム 1 が検知できる。比較的小さな障害物を検知する必要がある場合には有利である。

40

【 0 0 7 5 】

この実施形態では一对の長辺 1 7 a、1 7 b の長さが等しくなる等脚台形に検知領域 S が設定されているがこれに限定されない。例えば移動体 2 の前方側が下がることはあっても上がることがない場合には、下側の長辺 1 7 b に対して上側の長辺 1 7 a の方が長くなる台形に検知領域 S を設定することができる。

【 0 0 7 6 】

図 6 に例示する実施形態と同様に台形の検知領域 S を複数に分割して設定する構成にしてもよい。

【 0 0 7 7 】

50

図 8 に例示するように発信部 9 によりレーザ光を走査する方向が、移動方向 y に沿った方向であり、かつ横行方向 x に傾く状態に設定することができる。この場合、基準線 1 6 が移動方向 y に対して横行方向 x に所定の角度で傾く状態となる。この実施形態では門型クレーンの左右の脚部材 4 から内側に向かって基準線 1 6 が傾いている。

【 0 0 7 8 】

この構成により横行方向 x に対置される一对の走行装置 3 の内側となる位置に作業員等がいる場合であっても、この作業員を障害物検知システム 1 により検知することができる。つまり障害物検知システム 1 は、移動方向 y と平行となる方向以外にも、横行方向 x に範囲を広げて障害物を検知することができる。

【 0 0 7 9 】

移動体 2 である門型クレーンが逆方向に走行する場合には、移動方向 y の前方側となる発信部 9 等からレーザ光が照射され、移動体 2 の走行方向の前方側に基準線 1 6 が形成される。

【 0 0 8 0 】

図 9 に例示するように、一つの脚部材 4 に複数の発信部 9 および受信部 1 0 を備える構成にすることができる。一つの脚部材 4 に複数の発信部 9 および受信部 1 0 を設置する構成により、障害物を検知できる範囲を適宜広げることができる。

【 0 0 8 1 】

この場合、例えば一方の発信部 9 等により移動方向 y と平行となる方向の安全を検知して、他方の発信部 9 等により図 8 に例示する横行方向 x に傾いた方向の安全を検知する構成にすることができる。図 9 の実施形態では二組の発信部 9 等が上下方向 z に間隔をあけた状態で脚部材 4 に設置されている。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 に例示するように基準線 1 6 が横行方向 x と平行となる状態に設定することができる。一つの脚部材 4 に二つずつ発信部 9 等を設置して、移動方向 y において異なる位置に複数の基準線 1 6 を設定することができる。このとき検知領域 S は横行方向 x と上下方向 z とから成る平面に形成される四角形の領域である。障害物を検知できる範囲を横行方向 x に広げるには有利である。

【 0 0 8 3 】

移動体 2 は複数の基準線 1 6 を確認しながら走行する。この実施形態では移動体 2 は四本の基準線 1 6 を確認しながら走行する。基準線 1 6 の一部が途切れたりして認識できない場合は、移動体 2 の前方の安全性が低下しているとして、移動体 2 の減速等の制御を行なうことができる。

【 0 0 8 4 】

図 1 1 に例示するように門型クレーンや岸壁クレーンの吊具 7 に、障害物検知システム 1 を適用する構成にすることができる。この場合は吊具 7 に発信部 9 等が設置される。門型クレーン等がコンテナの荷役を行なうコンテナヤードには、蔵置されているコンテナの位置や高さを正確に把握する上位システムが配置されている。

【 0 0 8 5 】

障害物検知システム 1 は、上位システムの情報に基づきコンテナが積み上げられている状況を把握できるので、この積み上げられたコンテナの側面および天面に沿って検知領域設定機構 1 2 で検知領域 S を設定することができる。この検知領域 S の内側にはコンテナの側面および天面からなる基準線 1 6 が形成される状態となる。この実施形態では上下方向 z に対するレーザ光の進行方向の傾き θ は 0 度以上 1 2 0 度以下の範囲となる状態にレーザ光を走査させることができる。

【 0 0 8 6 】

基準線 1 6 の上に本来載置されるべきでないコンテナが載置されている場合には、充足率の値が小さくなる。この場合制御機構 1 5 等により吊具 7 の移動速度を減速したり停止させたりすることができる。基準線 1 6 の上に作業員がいる場合も、充足率の値が小さくなるので吊具 7 の停止等を行なえる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

上記と同様に、トロリ 6 に障害物検知システム 1 を適用する構成にしてもよい。この場合はトロリ 6 の下面に発信部 9 等が設置される。

【 0 0 8 8 】

前述の実施形態における基準線 1 6 を形成する方向や検知領域 S の形状および数などは、適宜組み合わせて利用することができる。

【 0 0 8 9 】

障害物検知システム 1 は、門型クレーンや岸壁クレーン等に限らず、障害物がないときに反射光が得られる反射地点 P n の集合体である基準線 1 6 の形状が既知である場合に利用することができる。例えば走行面 8 に沿って走行するシャシや自動車に設置することができる。また上位システムにより基準線 1 6 の形状を知ることができる吊具 7 に設置することができる。障害物検知システム 1 の採用により、移動体 2 を自動運転する際の安全性を向上することができる。

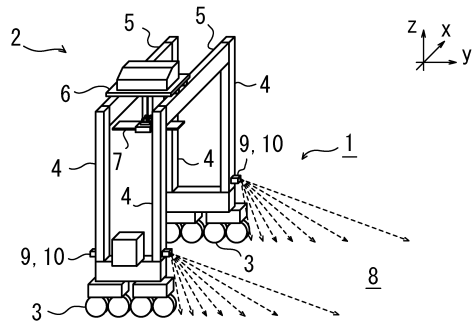
10

【 符号の説明 】

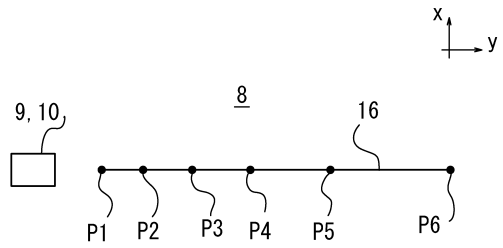
【 0 0 9 0 】

1	障害物検知システム	
2	移動体	
3	走行装置	
4	脚部材	
5	梁部材	20
6	トロリ	
7	吊具	
8	走行面	
9	発信部	
1 0	受信部	
1 1	比較機構	
1 2	検知領域設定機構	
1 3	判定機構	
1 4	閾値設定機構	
1 5	制御機構	30
1 6	基準線	
1 7 a	長辺（上側）	
1 7 b	長辺（下側）	
1 8 a	短辺（手前）	
1 8 b	短辺（奥）	
n	（レーザ光の）角度	
P n	反射地点	
S	検知領域	
S 1	検知領域（手前）	
S 2	検知領域（奥）	40
	（基準線の）角度	
x	横行方向	
y	移動方向	
z	上下方向	

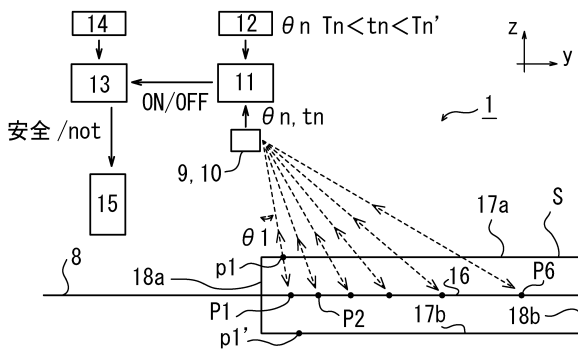
【図1】



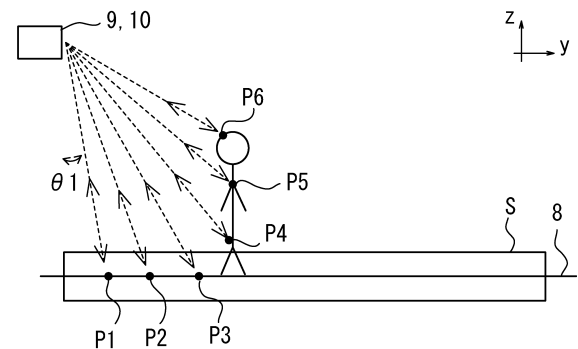
【図3】



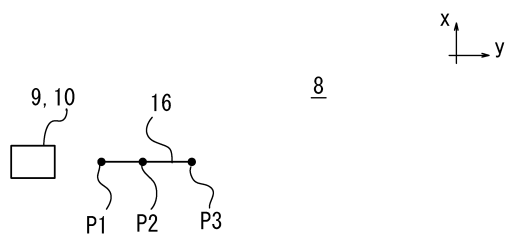
【図2】



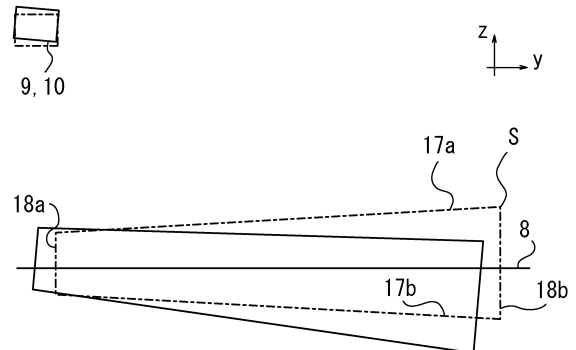
【図4】



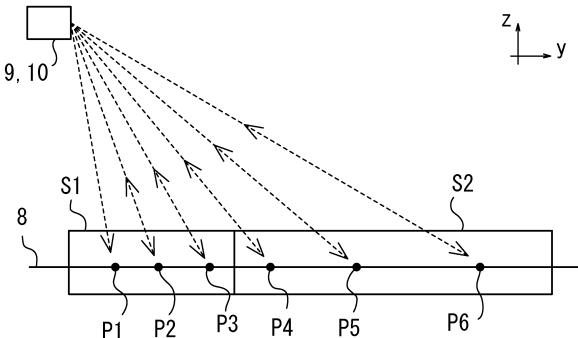
【図5】



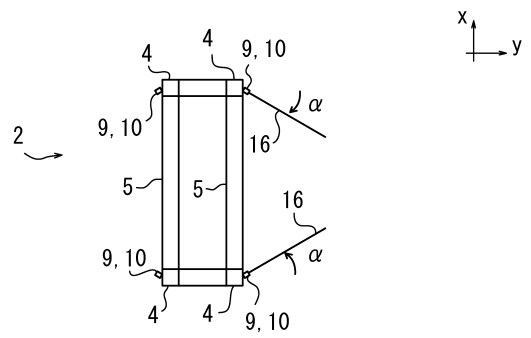
【図7】



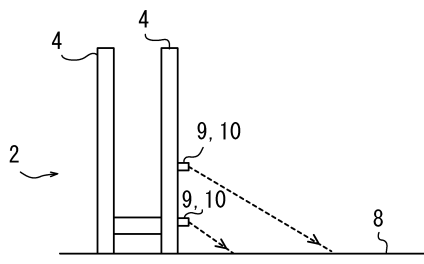
【図6】



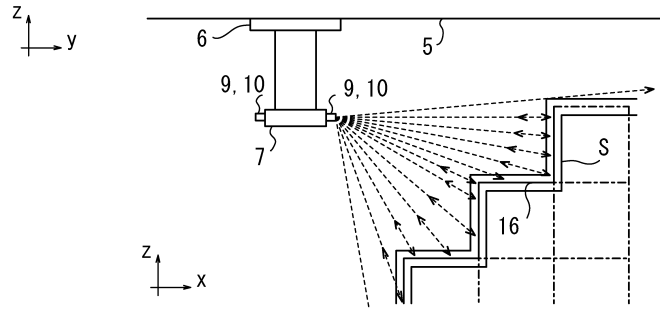
【図8】



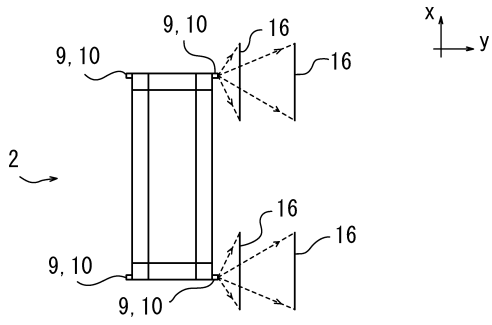
【図 9】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-075032(JP,A)
特開2007-193495(JP,A)
特開2014-202527(JP,A)
特開2014-194729(JP,A)
特開2017-130098(JP,A)
特開2017-083223(JP,A)
特開2016-224854(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/51
G01S 13/00 - 13/95
G01S 17/00 - 17/95
G05D 1/00 - 1/12
G08G 1/16