

明 細 書

発明の名称： 障害物検知システムおよび障害物検知方法

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：日本国特開平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ための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に応じて障害物の有無を判定する判定機構とを備えることを特徴とする。
- [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定して、前記検知領域の内側で反射する前記反射光に応じて判定機構が障害物の有無を

判定することを特徴とする。

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できるため、安全性を向上するには有利である。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、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]図2は、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]図3は、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4は、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。

[図5]図5は、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6は、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7は、図4の検知領域の変形例を例示する説明図である。

[図8]図8は、レーザ光の走査方向の変形例を例示する説明図である。

[図9]図9は、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]図10は、レーザ光の走査方向の変形例を例示する説明図である。

[図11]図11は、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。
- [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ある）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 では説明のためレーザ光の照射方向を破線で示している。
- [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] 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波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 とは本発明の必須要件ではない。

[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 θ_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 θ_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。例えば角度 θ_n の分解能が $0.125^\circ \sim 1.000^\circ$ 、ミラーの回転速度が $5 \sim 100 \text{ Hz}$ 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 θ_n が 0° 以上 90° 以下で 90° 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 θ_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 θ_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 θ_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 θ_n の範囲が0度～60度、分解能が0.125度、回転速度が5Hz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 θ_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±100mm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Pnと検知領域Sとを比較して、反射地点Pn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_1 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p1、p1'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pn、pn'の範囲が決まる。
- [0032] 具体的には交点pn、pn'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Tn、Tn'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P1までの距離が、受信部10から交点p1までの距離と交点p1'までの距離との間であれば、比較機構11は反射地点P1が検知領域Sの内側にあると判定する。複数の反射地点Pn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。

[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_n に対応する時間 T_n と交点 $p_{n'}$ に対応する時間 $T_{n'}$ 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。

[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。

[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秒ごとに判定を行うなど、判定を行なう頻度は適宜設定

することができる。

[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を見ることができる状態ともいえる。

[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11から判定機構13にオフの信号が出力される。

[0042] つまり反射地点P₁～P₃は検知領域Sの内側となるので判定機構13に例えば三つのオンの信号が出力され、反射地点P₄～P₆は検知領域Sの外側となるので判定機構13に例えば三つのオフの信号が出力される。

[0043] 図5に例示するように障害物検知システム1は、基準線16の半分程度しか確認できない状態となる。充足率は50%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16の上に障害物があると判定する。

[0044] 障害物検知システム1が制御機構15を備えている場合には、判定機構13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15が行う構成にしてもよい。

[0045] 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。

[0046] 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

ザ光の出力を増加させて反射光を得やすくしたり、受信部10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た。さらに何らかの故障によりレーザ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。

[0047] 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16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16を検出できればいいので、障害物検知システム1の精度を向上するためにレーザ光の出力を上げたり、受信部10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。

[0048] 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10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。

[0049] 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13に送られる2400点のデータのうち2399点がオンとなり充足率は90%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。

[0050] 障害物検知システム1が閾値設定機構14を備えている場合には、クレーンオペレータ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。

[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。

[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 1 3 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 1 3 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。
- [0056] 本発明の障害物検知システム 1 において比較機構 1 1 は必須要件ではない。比較機構 1 1 を備えていない場合は、受信部 1 0 で得られるデータをそのまま判定機構 1 3 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 1 2 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 1 3 に送られる。判定機構 1 3 は、受信部 1 0 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。
- [0057] 判定機構 1 3 は発信部 9 から照射されるレーザ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 1 3 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 1 3 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 1 3 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 2 0 0 0 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 1 5 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 1 3 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。
- [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。
- [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。
- [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

設定しているので、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 S 1、S 2 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 S 2 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 S 1 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。
- [0066] また奥の検知領域 S 2 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。
- [0068] 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。
- [0069] 図 7 に例示するように検知領域設定機構 12 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 18a 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 18b の長さが長く設定されている。
- [0070] 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。
- [0071] 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 16 が検知領域 S の内側になる状態を維持できる。基準線 16 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。

[0072] 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 16 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。

[0073] 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 16 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 18 a、18 b を比較的長く設定することで、基準線 16 が検知領域 S の内側となる状態を維持し易くなる。

[0074] 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 18 a、18 b を比較的短く設定することができる。基準線 16 を中心に上下方向 z に例えば ±30 mm の範囲に短辺 18 a、18 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。

[0075] この実施形態では一对の長辺 17 a、17 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 17 b に対して上側の長辺 17 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。

[0076] 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。

[0077] 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 16 が移動方向 y に対して横行方向 x に所定の角度 α 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 16 が傾いている。

[0078] 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。

[0079] 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 16 が形成される。

[0080] 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 10 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 10 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。

[0081] 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。

[0082] 図 10 に例示するように基準線 16 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 16 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。

[0083] 移動体 2 は複数の基準線 16 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 16 を確認しながら走行する。基準線 16 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。

[0084] 図 11 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。

[0085] 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 12 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 16 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_n は 0 度以上 120 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。

[0086] 基準線 16 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 15 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 16 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。

[0087] 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。

[0088] 前述の実施形態における基準線 16 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。

[0089] 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 16 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 16 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。

符号の説明

- [0090] 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
- 6 トロリ
- 7 吊具
- 8 走行面
- 9 発信部
- 10 受信部
- 11 比較機構
- 12 検知領域設定機構
- 13 判定機構
- 14 閾値設定機構
- 15 制御機構
- 16 基準線
- 17 a 長辺（上側）
- 17 b 長辺（下側）
- 18 a 短辺（手前）
- 18 b 短辺（奥）
- θ_n （レーザ光の）角度
- P_n 反射地点
- S 検知領域
- S1 検知領域（手前）

S 2 検知領域（奥）
 α （基準線の）角度
x 横行方向
y 移動方向
z 上下方向

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に応じて障害物の有無を判定する判定機構とを備えることを特徴とする障害物検知システム。
- [請求項2] 前記判定機構が、前記発信部から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る請求項1に記載の障害物検知システム。
- [請求項3] 前記レーザ光を反射する反射地点が前記検知領域の内側である場合はオンの信号を、前記レーザ光を反射する反射地点が前記検知領域の外側である場合はオフの信号を前記判定機構に送る比較機構を備えていて、
- 前記判定機構が、前記比較機構から得られる前記オンの信号の数と前記オフの信号の数との総数に対する前記オンの信号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る請求項1に記載の障害物検知システム。
- [請求項4] 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1～3のいずれかに記載の障害物検知システム。
- [請求項5] 前記検知領域が、前記移動体の移動方向に沿った方向であり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上方と下方とに設定される一对の長辺と、前記一对の長辺の対向する端部どうしを結び

上下方向に延在する一对の短辺とで囲まれる四角形の領域である請求項1～4のいずれかに記載の障害物検知システム。

[請求項6] 前記検知領域が、前記移動体から近い手前に位置する前記短辺より前記移動体から遠い奥に位置する前記短辺の方が長い台形の領域である請求項5に記載の障害物検知システム。

[請求項7] 前記検知領域設定機構が、複数の前記検知領域を設定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検知領域を予め設定して、前記検知領域の内側で反射する前記反射光に応じて判定機構が障害物の有無を判定することを特徴とする障害物検知方法。

[請求項9] 前記判定機構が、前記発信部から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請求項8に記載の障害物検知方法。

[請求項10] 前記受信部と前記判定機構との間に比較機構を配置して、前記レーザ光を反射する反射地点が前記検知領域の内側である場合にはオンの信号を、前記レーザ光を反射する反射地点が前記検知領域の外側である場合にはオフの信号を前記比較機構から前記判定機構に送り、

前記判定機構が、前記比較機構から得られる前記オンの信号の数と前記オフの信号の数との総数に対する前記オンの信号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請求項8に記載の障害物検知方法。

[請求項11] 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請求項 8 ～ 1 0 のいずれかに記載の障害物検知方法。

[請求項12] 前記検知領域を設定する際に、前記移動体の移動方向に沿った方向であり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上方と下方とに設定される一对の長辺と、前記一对の長辺の対向する端部どうしを結び上下方向に延在する一对の短辺とで囲まれる四角形の領域を前記検知領域として設定する請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の障害物検知方法。

[請求項13] 前記移動体から近い手前に位置する前記短辺より前記移動体から遠い奥に位置する前記短辺の方が長い台形の領域を前記検知領域として設定する請求項 1 2 に記載の障害物検知方法。

[請求項14] 前記検知領域が複数設定される請求項 8 ～ 1 3 のいずれかに記載の障害物検知方法。