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、例えば走行路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における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、詳しくは障害物検知の精度を向上した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]　クレーンの走行時に障害物を検知するための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）。特許文献１に記載の障害物検知システムは、クレーンの走行方向に沿ってレーザ光を走査することで、障害物を検知できる。

[0003]　クレーンの走行における安全性を向上するために、障害物を検知する検知領域を拡大することが考えられる。例えばＬｉＤＡＲ（Light Detection and ranging）や３Ｄレーザスキャナと呼ばれる機器により、クレーンの横行方向に検知領域を拡大できる。またＬｉＤＡＲ等をクレーンの比較的高い位置に設置することで、検知領域を走行方向および横行方向に拡大できる。

[0004]　しかしながらＬｉＤＡＲ等をクレーンの高所に設置した場合、クレーンの近傍であり走行路に近い位置にレーザ光の届かない死角が発生する可能性があった。死角の発生により、障害物検知の精度が低下するおそれがあった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開２０１８－１０５８２２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　本発明は上記の問題を鑑みてなされたものであり、その目的は障害物検知の精度を向上した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

[0007] 上記の目的を達成するための障害物検知システムは、移動体に設置されて水平方向および上下方向に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、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障害物検知システムにおいて、前記検知領域設定機構は、前記移動体の走行方向の前方側に形成される前方検知領域と、この前方検知領域の周囲を囲む状態で形成される第一の周辺検知領域と、この第一の周辺検知領域の周囲を囲む状態で形成される第二の周辺検知領域とを設定する構成を有することを特徴とする。

[0008] 上記の目的を達成するための障害物検知方法は、移動体に設置される発信部から水平方向および上下方向に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領域を検知領域として予め設定する検知領域設定ステップと、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ステップとを備えた障害物検知方法において、前記検知領域設定ステップは、前記移動体の走行方向の前方側に形成される前方検知領域と、この前方検知領域の周囲を囲む状態で形成される第一の周辺検知領域と、この第一の周辺検知領域の周囲を囲む状態で形成される第二の周辺検知領域とを予め設定する構成を有することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、前方領域に形成される死角への障害物の侵入の有無を、死角の周囲に形成される第一の周辺検知領域および第二の周辺検知領域の状態から推定可能となる。障害物検知の精度を向上するには有利である。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は障害物検知システムの概略を例示する説明図である。

[図2]図２は検知領域を平面視で例示する説明図である。

[図3]図３は検知領域を側面視で例示する説明図である。

[図4]図４は検知領域を上下方向に分解して例示する説明図である。

[図5]図５は障害物検知システムの制御のフローを例示する説明図である。

[図6]図６は障害物検知システムが有するデータを例示する表である。

[図7]図７は障害物検知システムが有するデータを例示する表である。

[図8]図８は検知領域と反射地点Ｐｍｎの関係を例示する説明図である。

[図9]図９は検知領域における判定結果の組み合わせを例示する説明図である。

[図10]図１０は図８の作業員が移動した状態を例示する説明図である。

[図11]図１１は図１０の作業員が移動した状態を例示する説明図である。

[図12]図１２は状況Ｑｎの移行のパターンを例示する説明図である。

[図13]図１３は図４の変形例を例示する説明図である。

[図14]図１４は検知領域における判定結果の組み合わせを例示する説明図である。

[図15]図１５は図１０の変形例を例示する説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、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。図中ではクレーン等の移動体の走行方向を矢印ｙ、この走行方向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。

[0012] 図１に例示するように障害物検知システム１は例えば門型クレーン等の移動体２に設置される。門型クレーンは、走行方向ｙに走行する走行装置３と、走行装置３の上方に配置されて上下方向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を走行方向ｙに走行しつつ、吊具７でコンテナの荷役を行う。

[0013] 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９ａと、走行面８で反射される反射光を受光する受信部９ｂとを有している。受信部９ｂは発信部９ａの近傍に配置されている。この実施形態では四つの走行装置３に、発信部９ａおよび受信部９ｂ（以下、センサ９と総称することがある）が設置されている。センサ９を設置する位置は上記に限らず、脚部材４の側面など他の場所に適宜設置することができる。

[0014] センサ９は、例えばＬｉＤＡＲや３Ｄレーザスキャナで構成される。センサ９の発信部９ａは、レーザ光を照射する構成を有している。発信部９ａは、水平方向x、ｙおよび上下方向ｚに照射角度を変化させながらレーザ光を照射する。図１では説明のため走行面８においてレーザ光が照射される範囲Ｒ０を破線で示している。

[0015] 障害物検知システム１は、移動体２の走行方向ｙの前方側となるセンサ９からのみレーザ光を照射する構成としてもよく、前方側および後方側のセンサ９からレーザ光を照射する構成としてもよい。

[0016] センサ９は、走行面８に向かって照射するレーザ光の照射角度と、レーザ光の照射から反射光が得られるまでの時間とをデータとして取得する。センサ９は、反射光が得られるまでの時間の代わりに、センサ９からレーザ光が反射する反射地点までの距離をデータとして取得する構成を有していてもよい。

センサ９は、ＬｉＤＡＲ等に限らず、レーザ光を照射して走行面８までの距離を取得できる構成を有していれば、他の機器で構成されてもよい。

[0017] 障害物検知システム１は、障害物がない場合にレーザ光が反射される反射地点の領域に検知領域を予め設定する検知領域設定機構１０と、検知領域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判定機構１１とを備えている。検知領域設定機構１０および判定機構１１は、公知の種々のコンピュータで構成できる。検知領域設定機構１０等は、中央演算処理部（ＣＰ

Ｕ）、主記憶部（メモリ）、補助記憶部（例えばＨＤＤ）を有している。検知領域設定機構１０等は、入力部（キーボード、マウス）および出力部（ディスプレイ、プリンタ）を有していてもよい。

[0018] 検知領域設定機構１０等は、例えば門型クレーンの運転室、機械室または電気室等に設置される。検知領域設定機構１０等の設置場所は上記に限定されない。門型クレーンが遠隔操作の場合は、遠隔操作を行う操作卓の近傍に検知領域設定機構１０等が配置されてもよい。検知領域設定機構１０等は、有線または無線によりセンサ９に接続される。

[0019] 図２および図３に例示するよう検知領域設定機構１０は、予め複数の検知領域を設定できる。検知領域設定機構１０は、移動体２の走行方向ｙの前方側に形成される前方検知領域Ｒａと、この前方検知領域Ｒａを囲む状態で形成される第一の周辺検知領域Ｒｂと、この第一の周辺検知領域Ｒｂを囲む状態で形成される第二の周辺検知領域Ｒｃとを設定する。図２および図３では説明のため、前方検知領域Ｒａ、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃを一点鎖線で示し、レーザ光の照射方向を破線で示している。また水平方向ｘ、ｙにおけるレーザ光の照射角度θ［ｄｅｇ］は、移動体２の前方側を０°として、移動体２の進行方向の左方側（図２上方側）をプラス、右方側（図２下方側）をマイナスで示している。図３に例示するように上下方向ｚにおけるレーザ光の照射角度φ［ｄｅｇ］は、水平方向を０°として、下方側をマイナスで示している。

[0020] 前方検知領域Ｒａは、門型クレーンの車輪が接触する走行面８に沿って形成される。横行方向ｘにおいては走行装置３が通過する領域を含む状態に前方検知領域Ｒａは設定される。前方検知領域Ｒａに障害物がない場合は、走行装置３は障害物に接触せずに走行を継続できることになる。前方検知領域Ｒａは例えば直方体形状の空間として設定される。図３に例示するように前方検知領域Ｒａは上下方向ｚに若干の大きさを有しているため、走行面８に凹凸があっても検知領域の内側からの反射光を得られる。走行面８の凹凸を障害物として誤検知する不具合を回避できる。また前方検知領域Ｒａには、

走行装置３の近傍となる部分にレーザ光が照射されずセンサ９の死角となる死角領域Ｒ１が発生する。図３では説明のため死角領域Ｒ１に斜線を付している。

[0021] 第一の周辺検知領域Ｒｂは、前方検知領域Ｒａを囲む状態で設定される。本明細書において囲む状態とは、前方検知領域Ｒａに到達する障害物は第一の周辺検知領域Ｒｂを必ず通過する状態を言う。例えば図２に例示する実施形態のように、前方検知領域Ｒａにおいて、移動体２に隣接する部分を除く他の部分が第一の周辺検知領域Ｒｂで覆われる状態は、囲む状態と言える。この実施形態では図２に示す平面視において、前方検知領域Ｒａを構成する長方形の後方側（図２左方側）の一辺が、第一の周辺検知領域Ｒｂを構成する長方形の後方側（図２左方側）の一辺と重なっている。前方検知領域Ｒａの長方形の後方側には、走行装置３が存在するため、障害物は移動体２の後方側から前方検知領域Ｒａに侵入できない。前方検知領域Ｒａにおいて、障害物が侵入できない部分に限り、第一の周辺検知領域Ｒｂが形成されなくてもよいとも言える。

また平面視において前方検知領域Ｒａの後方側（図２左方側）も含む周囲が第一の周辺検知領域Ｒｂにより完全に覆われる状態は、囲む状態と言える。

[0022] 前方検知領域Ｒａの外側で第一の周辺検知領域Ｒｂの内側となる範囲は、移動体２の走行には直接影響しない範囲である。この範囲に障害物があったとしても、移動体２は障害物に接触することなく走行を継続できる。

[0023] 同様に第二の周辺検知領域Ｒｃは、第一の周辺検知領域Ｒｂを囲む状態で設定される。第一の周辺検知領域Ｒｂに到達する障害物は第二の周辺検知領域Ｒｃを必ず通過することになる。

[0024] 図４は説明のため、前方検知領域Ｒａ等の範囲を上下方向ｚに分解して示したものである。図４に例示するように第一の周辺検知領域Ｒｂは、前方検知領域Ｒａの全体と重なる範囲に設定されてよい。そのため前方検知領域Ｒａに含まれる範囲は、第一の周辺検知領域Ｒｂにも含まれる状態となる。同

様に第二の周辺検知領域Ｒｃは、第一の周辺検知領域Ｒｂの全体と重なる範囲に設定されてもよい。前方検知領域Ｒａおよび第一の周辺検知領域Ｒｂの全体が、第二の周辺検知領域Ｒｃの内側に含まれる状態となる。

[0025] 障害物がない場合、走行面８で反射された反射光がセンサ９に返ってくる。障害物がある場合、検知領域の外側で反射された反射光がセンサ９に返ってくるか、反射光が返ってこない状態となる。判定機構１１は、例えば前方検知領域Ｒａに向かって照射されるレーザ光の総数に対して、前方検知領域Ｒａの内側で反射された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、閾値より小さい場合に障害物があると判定する構成を有している。つまり判定機構１１は、センサ９から前方検知領域Ｒａが十分に見えている場合に障害物がないと判定する。

[0026] 判定機構１１は、前方検知領域Ｒａの他、第一の周辺検知領域Ｒｂや第二の周辺検知領域Ｒｃにおいても、それぞれ充足率を算出して障害物の有無を判定する。障害物の有無は前方検知領域Ｒａ等の検知領域ごとに、判定機構１１により判定される。

[0027] 判定機構１１が障害物の有無を判定する方法は上記に限定されない。例えば前方検知領域Ｒａに向かって照射されるレーザ光のうち、前方検知領域Ｒａの内側で反射する反射光の数と、外側で反射する反射光の数とを比較して、判定機構１１が障害物の有無を判定してもよい。

[0028] 障害物検知システム１は、判定機構１１の判定結果に応じて移動体２に指令を送信する指令機構１２を備えていてもよい。指令機構１２は、検知領域設定機構１０や判定機構１１と同様に、公知の種々のコンピュータで構成できる。例えば一台のコンピュータに、検知領域設定機構１０および判定機構１１および指令機構１２が組み込まれていてもよい。指令機構１２は、障害物検知システム１の必須の構成要件ではない。

[0029] 指令機構１２は、例えば死角領域Ｒ１または前方検知領域Ｒａに障害物ありと判定機構１１が判定した場合に、移動体２に指令を送信する構成にでき

る。ここで指令とは、減速指令、停止指令または緊急停止指令などが考えられる。減速指令は、移動体２を所定の範囲で減速させる指令である。減速指令は、移動体２の走行速度を現在の速度から例えば５０％まで減速させたり、例えば時速８ｋｍなど予め設定される速度まで減速させる。停止指令は、移動体２を所定の範囲で減速させた後に停止させる指令である。緊急停止指令は、移動体２を可能な範囲で最大となる割合で減速させた後に停止させる指令である。

[0030] 指令機構１２は、例えば第一の周辺検知領域Ｒｂまたは第二の周辺検知領域Ｒｃに障害物ありと判定機構１１が判定した場合に、移動体２に指令を送信しない構成にできる。この場合、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃに障害物があっても、移動体２の走行は影響を受けない。

[0031] 指令機構１２は、移動体２の運転者に障害物がある旨を通知する構成を有していてもよい。運転者は、指令機構１２からの指令を参照して、移動体２の操作を行うことができる。この場合、指令機構１２は移動体２に対して減速指令等の制御信号を送らず、通知を運転者に送る構成となる。

[0032] 図５に例示するように障害物検知システム１は、まず検知領域を設定する（以下、検知領域設定ステップＳ１ということがある）。検知領域設定ステップＳ１では、前方検知領域Ｒａおよび第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃが設定される。検知領域設定ステップＳ１で設定される検知領域は上記に限らない。移動体２の走行方向ｙにおいて、前方検知領域Ｒａの更に前方側となる位置に検知領域が追加されてもよく、第二の周辺検知領域Ｒｃの外側に検知領域が設定されてもよい。また第一の周辺検知領域Ｒｂ等が複数に分割されてもよい。検知領域は一度設定されればよい。

[0033] 図６および図７にセンサ９から取得されて、障害物検知システム１に格納されるデータの例を示す。水平方向ｘ、ｙにおけるレーザ光の照射角度θと、上下方向ｚにおけるレーザ光の照射角度φとの分解能は、センサ９の性能として予め決まっている。ここでは、上下方向ｚの角度φが－１０°～－２０°の範囲で分解能が５°であり、水平方向ｘ、ｙの角度θが－１３５°～

＋１３５°の範囲で分解能が５°である場合を例に説明する。実際のセンサとしては、分解能が例えば０．１２５°～１．０００°の範囲であり、スキャン回数は５～１００Ｈｚのセンサを利用できる。

[0034] 図６および図７に示すように、上下方向ｚの角度φおよび水平方向ｘ、ｙの角度θに対応する反射地点Ｐｍｎは予め決まる。図８に走行面８における反射地点Ｐｍｎの分布状態を示す。この実施形態ではセンサ９は、ます上下方向ｚの角度φを－１０°に固定して、水平方向ｘ、ｙの角度θを－１３５°から１３５°までレーザ光を走査する。このレーザ光に対応する反射地点ＰｍｎはＰ１－１～Ｐ１－５５となる。次に上下方向ｚの角度φを－１５°に固定して、水平方向ｘ、ｙの角度θを変化させながらレーザ光をセンサ９は走査する。このレーザ光に対応する反射地点ＰｍｎはＰ２－１～Ｐ２－５５となる。

[0035] 検知領域設定ステップＳ１では、反射地点Ｐｍｎごとに対応する検知領域を設定していく。図８を例に説明すると、例えば反射地点Ｐ１－１はいずれの検知領域にも含まれないため、検知領域は「なし」に設定される。反射地点Ｐ１－１９やＰ１－２８は、第二の周辺検知領域Ｒｃに含まれるため、検知領域は「Ｒｃ」に設定される（図６参照）。図８に例示する反射地点Ｐ２－１９やＰ３－１９は、第一の周辺検知領域Ｒｂに含まれるため、検知領域は「Ｒｂ」に設定される。反射地点Ｐ２－２９は、前方検知領域Ｒａに含まれるため、検知領域は「Ｒａ」に設定される（図７参照）。以上のように検知領域設定ステップＳ１では、図６および図７に示すように反射地点Ｐｍｎごとに対応する検知領域が設定される。反射地点Ｐｍｎごとに設定される検知領域を変更することで、水平方向ｘ、ｙにおけるそれぞれの検知領域の範囲を変更できる。

[0036] 図６および図７に例示するように、障害物がない場合にレーザ光を照射してから反射光が得られるまでの時間（測定時間ｔｍｎ）は、反射地点Ｐｍｎごとに予め決まっている。測定時間ｔｍｎは、上下方向ｚにおける角度φや、移動体２においてセンサ９が設置される高さが決まれば自ずと決まる。

[0037] 検知領域設定ステップＳ１では、測定時間ｔｍｎを中心として所定の範囲を有する許容時間ｔｎが設定される。この許容時間ｔｎの範囲は、上下方向ｚにおける検知領域の大きさにより決まる。許容時間ｔｎの範囲を変更することで、上下方向ｚにおける検知領域の範囲を変更できる。

[0038] 例えば移動体２を構成する門型クレーンが走行したり、荷役作業を行う際にセンサ９からレーザ光が照射されて、反射光が得られるまでの時間が測定される（以下、測定ステップＳ２ということがある）。測定ステップＳ２では、反射地点Ｐｍｎごとに測定時間ｔｍｎが取得される。

[0039] まず反射地点Ｐｍｎごとに、測定時間ｔｍｎが許容時間ｔｎの範囲内であるか否かの比較が行なわれる。比較結果は障害物検知システム１に格納される。次に例えば前方検知領域Ｒａなど検知領域ごとに障害物の有無が判定される（以下、判定ステップＳ３ということがある）。

[0040] 判定ステップＳ３では、例えば前方検知領域Ｒａの１０００の反射地点Ｐｍｎのうち、例えば９０％以上の反射地点Ｐｍｎにおいて測定時間ｔｍｎが許容時間ｔｎの範囲内であった場合、前方検知領域Ｒａには障害物がないと判定機構１１は判定する。障害物なしと判定する際の閾値は上記の９０％に限定されない。閾値は、検出すべき障害物の大きさに応じて適宜決定できる。また天気等に応じて閾値が変更される構成としてもよい。

[0041] 判定ステップＳ３で得られる結果に応じて、指令機構１２は移動体２に指令を送信する（以下、指令ステップＳ４ということがある）。指令機構１２は、例えば前方検知領域Ｒａに障害物がある場合、移動体２に停止指令を送信する。指令機構１２は、例えば第一の周辺検知領域Ｒｂまたは第二の周辺検知領域Ｒｃに障害物がある場合、移動体２に指令を送信しない構成としてもよい。

[0042] 上記の例では、前方検知領域Ｒａに障害物があるときは移動体２が停止指令により停止する。第一の周辺検知領域Ｒｂや第二の周辺検知領域Ｒｃに障害物がある場合、移動体２は走行を継続する。

[0043] 障害物検知システム１は、測定ステップＳ２および判定ステップＳ３およ

び指令ステップＳ４を繰り返して、移動体２が安全に走行できる状態であることを繰り返し確認する。

[0044] 障害物により移動体２が停止した後は、作業員等による安全確認が行なわれる。安全が確認された後に、移動体２は走行を再開する。移動体２の走行再開に伴い障害物検知システム１による検知が再開される。このとき検知領域設定ステップＳ１が行なわれない構成としてもよく、検知領域設定ステップＳ１において検知領域が改めて設定されたり、既に設定されている値が読み込まれたりしてもよい。検知領域設定ステップＳ１が行われない場合は、測定ステップＳ２から制御が開始される。

[0045] 指令ステップＳ４は、障害物検知方法の必須の構成要件ではない。例えば移動体２の運転者が判定ステップＳ３の結果を見て、移動体２の減速や停止を行う場合は、指令ステップＳ４は不要となる。

[0046] 前方検知領域Ｒａとは区別して、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃが形成されるため、障害物が検出された際の移動体２の制御を前方検知領域Ｒａと第一の周辺検知領域Ｒｂ等とで異なる状態で設定できる。例えば前方検知領域Ｒａで障害物が検知された場合は移動体２を停止させて、第一の周辺検知領域Ｒｂ等で障害物が検知された場合は移動体２の走行を継続させることが可能となる。移動体２である門型クレーンの近傍において、シャシが走行する範囲やコンテナが載置される範囲に第一の周辺検知領域Ｒｂ等を設定することが可能となる。

[0047] 前方検知領域Ｒａの周囲に第一の周辺検知領域Ｒｂ等が設定されるため、前方検知領域Ｒａの一部に形成される死角領域Ｒ１への障害物の侵入の有無を第一の周辺検知領域Ｒｂ等の状態から推定できる。移動体２の障害物となる作業員等が死角領域Ｒ１に移動するためには、必ず第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃを通過することになる。そのため死角領域Ｒ１に移動する障害物の有無を、障害物検知システム１は検知できる。具体的には第二の周辺検知領域Ｒｃから第一の周辺検知領域Ｒｂを経由して死角領域Ｒ１に作業員等が侵入する場合、第一の周辺検知領域Ｒｂを通過した後

に障害物がいずれの領域でも検知されない状態となるため、障害物検知システム１は障害物の存在を検知できる。

[0048] 図８に例示するように水平方向ｘ、ｙの角度θ＝－４５°となる方向から、作業員１３が死角領域Ｒ１に向けて移動する場合を例に、障害物検知システム１の動作を説明する。図８では説明のため、内側に斜線を付した円形で作業員１３を示している。

図９は、それぞれの検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおける判定結果の組み合わせである状況Ｑｎと、この状況Ｑｎに対応する指令とを示している。

[0049] 図８において作業員１３が破線で示す位置にいる場合、すべての検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおいて障害物なしと判定される。この状況を第三予備状況Ｑ３という。

[0050] 図８において作業員１３が実線で示す位置にいる場合、反射地点Ｐ１－１９の周辺では第二の周辺検知領域Ｒｃの内側からの反射光が得られない。その結果、第二の周辺検知領域Ｒｃでは障害物ありと判定される。この状況を第二予備状況Ｑ２という。

[0051] 図１０において作業員１３が破線で示す位置にいる場合、反射地点Ｐ２－１９およびＰ３－１９の周辺では第一の周辺検知領域Ｒｂの内側からの反射光が得られない。その結果、第一の周辺検知領域Ｒｂでは障害物ありと判定される。この状況を第一予備状況Ｑ１という。このとき作業員１３は第二の周辺検知領域Ｒｃの内側でもあるため、第二の周辺検知領域Ｒｃでも障害物ありと判定される。

[0052] 図１０において作業員１３が実線で示す位置にいる場合、作業員１３はセンサ９の死角である死角領域Ｒ１に入っている。このときすべての検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおいて障害物なしと判定される。この状況を緊急状況Ｑ５という。水平方向ｘ、ｙの角度θ＝－４５°の方向から接近してきていた作業員１３が、センサ９から見えない状況となる。この緊急状況Ｑ５は第三予備状況Ｑ３と、すべての検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおいて障害物なしと判定される点は同一である。第一予備状況Ｑ１からすべての検知領域Ｒａ、

Ｒｂ、Ｒｃにおいて障害物なしと判定された場合は、第三予備状況Ｑ３ではなく緊急状況Ｑ５と判定される。緊急状況Ｑ５は、死角領域Ｒ１に障害物がある状況である。このとき指令機構１２は、例えば緊急停止指令を移動体２に送信する。

[0053] 図１１において作業員１３が実線で示す位置にいる場合、反射地点Ｐ３－２７の周辺では前方検知領域Ｒａの内側からの反射光が得られない。その結果、前方検知領域Ｒａでは障害物ありと判定される。この状況を緊急状況Ｑ４という。このとき作業員１３は第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃの内側でもあるため、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃでも障害物ありと判定される。このとき指令機構１２は、例えば緊急停止指令を移動体２に送信する。

[0054] 図１１において作業員１３が破線に示す位置から第二の周辺検知領域Ｒｃを通過してその外側に移動する場合、第一予備状況Ｑ１から第二予備状況Ｑ２を経て第三予備状況Ｑ３と変化していく。このように第一予備状況Ｑ１から第二予備状況Ｑ２を経た後に、すべての検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおいて障害物なしと判定された場合は、緊急状況Ｑ５ではなく第三予備状況Ｑ３と判定される。

[0055] 第一予備状況Ｑ１および第二予備状況Ｑ２および第三予備状況Ｑ３は、障害物があったとしても移動体２の走行を妨げるほど接近してはいないため、移動体２の停止等を直ちに行う必要がない状況と言える。緊急状況Ｑ４－５は、移動体２の停止等を直ちに行う必要がある状況と言える。

[0056] 図１２に例示するように状況Ｑｎの移行は、パターンが限られている。予備状況Ｑ１－３の推移を把握することで、緊急状況Ｑ４－５に移行した場合の準備を行うことが可能となる。障害物検知システム１による障害物検知の精度を向上するには有利である。図１２に例示するように第一予備状況Ｑ１から第三予備状況Ｑ３に直接移行することはないため、第三予備状況Ｑ３と緊急状況Ｑ５とを障害物検知システム１は区別することができる。

[0057] 第一予備状況Ｑ１となった場合、緊急状況Ｑ４－５に移行する可能性があ

る。そのため例えば第一予備状況Ｑ１のときに、移動体２の上限速度を制限する速度制限指令を行ってもよい。

[0058] 図１３に例示するように第一の周辺検知領域Ｒｂは、前方検知領域Ｒａと重ならない範囲に設定されてもよい。この場合、前方検知領域Ｒａに含まれる範囲は、第一の周辺検知領域Ｒｂには含まれない状態となる。同様に第二の周辺検知領域Ｒｃは、第一の周辺検知領域Ｒｂと重ならない範囲に設定されてもよい。この場合、前方検知領域Ｒａおよび第一の周辺検知領域Ｒｂに含まれる範囲は、第二の周辺検知領域Ｒｃに含まれない状態となる。

[0059] 図１４は、それぞれの検知領域Ｒａ、Ｒｂ、Ｒｃにおける判定結果の組み合わせである状況Ｑｎと、この状況Ｑｎに対応する指令とを示している。図１４に例示するように障害物が第一の周辺検知領域Ｒｂにあるときは、図９に例示する実施例と異なり第二の周辺検知領域Ｒｃでは障害物が検知されない（第一予備状況Ｑ１‘）。同様に障害物が前方検知領域Ｒａにあるときは、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃでは障害物が検知されない。その他の部分については図９に例示する実施例と同様である。

[0060] 移動体２を構成する門型クレーンの休止中において、障害物検知システム１による測定を継続してもよい。移動体２の再始動の際に、死角領域Ｒ１における障害物の有無を検知できる。門型クレーンの休止中における測定の継続は必須の構成要件ではない。走行装置３にバンパスイッチを設置する構成により、死角領域Ｒ１の障害物による事故を防止してもよい。バンパスイッチは障害物に接触すると、門型クレーンに緊急停止指令を送信する構成を有している。門型クレーンが走行し始めるときであり、速度が極めて小さいため、直ちに門型クレーンを停止させることができる。

[0061] 図１５に例示するように、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃが走行方向ｙにおいて左右に分割されていてもよい。障害物検知システム１による障害物検知の精度を向上するには有利である。具体的には移動体２の走行方向ｙに沿って、移動体２の進行方向の左方側の第一の周辺検知領域Ｒｂ１と、右方側の第一の周辺検知領域Ｒｂ２とで、第一の周辺検知

領域Ｒｂが形成される。また左方側の第二の周辺検知領域Ｒｃ１と、右方側の第二の周辺検知領域Ｒｃ２とで、第二の周辺検知領域Ｒｃが形成される。

[0062] 図１５に例示するようにコンテナ１４が第二の周辺検知領域Ｒｃに存在して、破線で示すように作業員１３が第一の周辺検知領域Ｒｂに存在する場合を例に説明する。周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃが分割されていない場合、第一予備状況Ｑ１であると障害物検知システム１は判断する。この状況から作業員１３が死角領域Ｒ１に移動すると、第二予備状況Ｑ２であると障害物検知システム１に認識される可能性がある。つまり死角領域Ｒ１の作業員１３を検知できない可能性がある。

[0063] 上記に対して周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃが分割されている場合、移動体２の右方側では第一予備状況Ｑ１から緊急状況Ｑ５への変化が検出される。死角領域Ｒ１の作業員１３を検知できる。移動体２の左方側では第二予備状況Ｑ２が維持される。コンテナ１４が移動体２の走行に影響を与えることがない。

[0064] この構成によれば、分割された周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃごとに障害物の有無を検出できるため、障害物が移動する状況を精度良く把握できる。特に障害物が複数ある場合に、障害物ごとにそれぞれ検出できる。障害物検知の精度を向上するには有利である。

[0065] 周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃを分割する方法は上記に限らず、第一の周辺検知領域Ｒｂおよび第二の周辺検知領域Ｒｃの少なくとも一方が、複数に分割される構成であればよい。また分割される数は二つに限定されない。周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃが、例えば前後および左右の四つの領域に分割されてもよい。分割数は四つよりも多くしてもよい。また第一の周辺検知領域Ｒｂと第二の周辺検知領域Ｒｃとで分割数が異なっていてもよい。例えば第一の周辺検知領域Ｒｂが前後左右の四つに分割されて、第二の周辺検知領域Ｒｃが左右の二つに分割されてもよい。

[0066] 障害物検知システム１が、障害物ごとに判別する構成を有していてもよい。平面視で互いに距離の近い反射地点Ｐｍｎを同時に覆う障害物は、一つの障害物であると言える。障害物の有無の判定を領域単位で行うことなく、反

射地点Ｐｍｎごとに判定する構成により、一つ一つの障害物を検知できる。つまり障害物が複数ある場合に、障害物の移動を個別に識別することが可能となる。障害物ごとに、死角領域Ｒ１に侵入したか否かを判別できる。

[0067] 障害物の有無を周辺検知領域Ｒｂ、Ｒｃごとに検出する場合に比べて、判定機構１１における計算量が増加する。予め想定される障害物の数が少ない場合は、領域ごとに障害物の有無を判定することが望ましい。判定機構１１における計算量を抑制して、判定結果を比較的短時間で取得できるためである。

[0068] 予め想定される障害物の数が多い場合は、障害物ごとに判別することが望ましい。判定機構１１における計算量は多くなるが、障害物を精度よく検知できるため、安全性を向上するには有利である。

移動体２はクレーンに限定されない。コンテナターミナルで走行するシャシや、一般道を走行する自動車等にも障害物検知システム１を適用できる。

符号の説明

[0069]

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	センサ
９ａ	発信部
９ｂ	受信部
１０	検知領域設定機構
１１	判定機構
１２	指令機構

１３　作業員
１４　コンテナ
ｘ　横行方向
ｙ　走行方向
ｚ　上下方向
Ｒ０　レーザ光が照射される範囲
Ｒ１　死角領域
Ｒａ　前方検知領域
Ｒｂ　第一の周辺検知領域
Ｒｃ　第二の周辺検知領域
θ　水平方向における照射角度
ϕ　上下方向における照射角度
Ｑ１　第一予備状況
Ｑ２　第二予備状況
Ｑ３　第三予備状況
Ｑ４　緊急状況
Ｑ５　緊急状況

請求の範囲

[請求項1] 移動体に設置されて水平方向および上下方向に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、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障害物検知システムにおいて、

前記検知領域設定機構は、前記移動体の走行方向の前方側に形成される前方検知領域と、この前方検知領域の周囲を囲む状態で形成される第一の周辺検知領域と、この第一の周辺検知領域の周囲を囲む状態で形成される第二の周辺検知領域とを設定する構成を有することを特徴とする障害物検知システム。

[請求項2] 前記判定機構は、前記第一の周辺検知領域で障害物ありと判定された後に、前記第一の周辺検知領域で障害物なしと判定されて且つ前記第二の周辺検知領域で障害物ありと判定される状態を経ることなく、前記前方検知領域および前記第一の周辺検知領域および前記第二の周辺検知領域のいずれにおいても障害物なしと判定された場合に、前記前方検知領域の死角となる死角領域に障害物があると判定す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] 前記判定機構の判定結果に応じて前記移動体に指令を送信する指令機構を備えていて、

前記指令機構は、前記死角領域または前記前方検知領域に障害物ありと前記判定機構が判定した場合に前記移動体に指令を送信する構成を有する請求項２に記載の障害物検知システム。

[請求項4] 前記第一の周辺検知領域または前記第二の周辺検知領域の少なくとも一方は、二つ以上の検知領域に分割されていて、

前記判定機構は、複数の前記検知領域ごとに障害物の有無を判定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] 移動体に設置される発信部から水平方向および上下方向に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領域を検知領域として予め設定する検知領域設定ステップと、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ステップとを備えた障害物検知方法において、

前記検知領域設定ステップは、前記移動体の走行方向の前方側に形成される前方検知領域と、この前方検知領域の周囲を囲む状態で形成される第一の周辺検知領域と、この第一の周辺検知領域の周囲を囲む状態で形成される第二の周辺検知領域とを予め設定する構成を有することを特徴とする障害物検知方法。

[請求項6] 前記判定ステップは、前記第一の周辺検知領域で障害物ありと判定された後に、前記第一の周辺検知領域で障害物なしと判定されて且つ前記第二の周辺検知領域で障害物ありと判定される状態を経ることなく、前記前方検知領域および前記第一の周辺検知領域および前記第二の周辺検知領域のいずれにおいても障害物なしと判定された場合に、前記前方検知領域の死角となる死角領域に障害物があると判定する構成を有する請求項５に記載の障害物検知方法。

[請求項7] 前記判定ステップの判定結果に応じて前記移動体に指令を送信する指令ステップを備えていて、

前記指令ステップは、前記死角領域または前記前方検知領域に障害物ありと判定された場合に前記移動体に指令を送信する構成を有する請求項６に記載の障害物検知方法。

[請求項8] 前記第一の周辺検知領域または前記第二の周辺検知領域の少なくとも一方は、二つ以上の検知領域に分割されていて、

前記判定ステップは、複数の前記検知領域ごとに障害物の有無を判

定する構成を有する請求項５～７のいずれかに記載の障害物検知方法。