

明 細 書

発明の名称：

連結車両の障害物検出装置、連結車両の運転システム、及び連結車両の障害物検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、連結車両の障害物検出装置、連結車両の運転システム、及び連結車両の障害物検出方法に関する。

背景技術

[0002] 連結車両は、ヘッド側の牽引車とシャシ側の被牽引車とが、ヘッド側のカプラおよびシャシ側のキングピンで構成される連結機構で連結されている。このように構成された連結車両は内輪差が大きいため、走行中に旋回する際に周辺の障害物を巻き込むおそれがある。

[0003] 連結車両の旋回時における周辺の障害物の巻き込みを防止するために、連結車両の旋回軌跡を予測し、予測した軌跡内に障害物が存在するか否かを判定する技術がある（特許文献1参照）。

[0004] このような技術を用いた車両の巻き込み防止装置では、例えば検出された連結車両の実舵角から実舵角速度を演算し、実舵角と実舵角速度と検出された車速とに基づいて連結車両の将来の旋回軌跡を演算する。そして当該装置は、将来の旋回軌跡に基づいて連結車両が所定時間後に通過する領域を設定し、自動車周辺を監視するスキャン式レーダによって認識した障害物が、設定した領域に存在するか否かを判定することで、巻き込まれるおそれのある障害物を検出する。この車両の巻き込み防止装置は、連結車両の旋回開始から定常旋回に至るまでの間の旋回軌跡を予測して、連結車両の旋回時に監視すべき領域を設定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-171560号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 連結車両が旋回する場合、操舵角に応じて牽引車と被牽引車との連結角が変化し、牽引車に対する被牽引車の相対位置、および連結車両の姿勢も変更する。そのため、上述したような障害物検出処理に用いるスキャン式レーダを牽引車に設置すると、当該スキャン式レーダによる検知範囲に被牽引車の一部が含まれ、被牽引車を障害物として誤認識するおそれがある。また当該スキャン式レーダを被牽引車に設置すると、当該スキャン式レーダによる検知範囲に牽引車の一部が含まれ、牽引車を障害物として誤認識するおそれがある。このような誤認識が発生すると、連結車両の旋回時に巻き込まれる可能性のある障害物の検出精度が低下するおそれがある。

[0007] 本開示は、連結車両が走行中に旋回する際に巻き込まれる可能性のある障害物を精度よく検出することが可能な、連結車両の障害物検出装置、連結車両の運転システム、及び連結車両の障害物検出方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係る連結車両の障害物検出装置は、牽引車および前記牽引車により牽引される被牽引車の周辺にある障害物を検知する障害物センサに接続された、連結車両の障害物検出装置であって、前記牽引車および前記被牽引車が旋回しているときに、前記牽引車および前記被牽引車の旋回方向の周辺領域を算出する周辺領域算出部と、前記牽引車および前記被牽引車が旋回する際の通過予測領域を算出する通過領域算出部と、前記周辺領域算出部で検出された周辺領域と、前記通過領域算出部で算出された通過予測領域とが重複する領域を、監視領域として算出する監視領域算出部と、前記障害物センサで検知された障害物が、前記監視領域内で検出されたことに応じて、前記牽引車および前記被牽引車の旋回により巻き込まれる可能性のある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出部と、を備える。

[0009] 前記監視領域算出部は、前記監視領域として、前記牽引車の前方の領域を除いた領域を算出してもよい。

- [0010] 前記通過領域算出部は、前記通過予測領域として、前記牽引車および前記被牽引車が旋回軌道上を制動距離分移動するまでに通過する領域を算出してもよい。
- [0011] 前記通過領域算出部は、前記通過予測領域として、前記牽引車および前記被牽引車が急停止による制動距離を移動するまでに通過する領域である第1通過予測領域と、前記牽引車および前記被牽引車が緩停止による制動距離を移動するまでに通過する第2通過予測領域とを算出し、前記監視領域算出部は、前記周辺領域と前記第1通過予測領域とが重複する領域を第1監視領域として算出し、前記周辺領域と前記第2通過予測領域とが重複する領域を第2監視領域として算出し、前記障害物検出部は、前記障害物センサで検知された障害物が、前記第1監視領域内または前記第2監視領域内で検出されたことに応じて、検出された障害物の位置が前記第1監視領域内であるか前記第2監視領域内であることを示す情報を付加した前記障害物検出情報を出力してもよい。
- [0012] 本開示に係る連結車両の運転システムは、連結車両の障害物検出装置に接続された運転制御部を有する、連結車両の運転システムであって、前記運転制御部は、前記障害物検出装置から出力された前記障害物検出情報を取得したことに応じて、前記牽引車に停止指示を出力してもよい。
- [0013] 本開示に係る連結車両の運転システムは、連結車両の障害物検出装置に接続された運転制御部を有する、連結車両の運転システムであって、前記運転制御部は、前記障害物検出装置から出力された障害物検出情報を取得したことに応じて、当該障害物検出情報に付加された情報に基づいて障害物の位置が前記第1監視領域内であるか前記第2監視領域内であることを判定し、当該障害物の位置が前記第1監視領域内であると判定したことに応じて前記牽引車に急停止指示を出力し、当該障害物の位置が前記第2監視領域内であると判定したことに応じて前記牽引車に緩停止指示を出力してもよい。
- [0014] 前記運転制御部は、前記障害物検出装置から出力された前記障害物検出情報を取得すると、現在の操舵角度を維持する指示を出力してもよい。

[0015] 前記牽引車は自動運転機構を備え、前記運転制御部は、前記停止指示および前記操舵角度を維持する指示を、前記自動運転機構に出力してもよい。

[0016] 本開示に係る連結車両の障害物検出方法は、牽引車および前記牽引車により牽引される被牽引車の周辺にある障害物を検知する、連結車両の障害物検出方法であって、前記牽引車および前記被牽引車が旋回しているときに、前記牽引車および前記被牽引車の旋回方向の周辺領域を算出する周辺領域算出ステップと、前記牽引車および前記被牽引車が旋回する際の通過予測領域を算出する通過予測領域算出ステップと、前記周辺領域算出ステップで検出された周辺領域と、前記通過予測領域算出ステップで算出された通過予測領域とが重複する領域を、監視領域として算出する監視領域算出ステップと、前記牽引車および前記被牽引車の周辺にある障害物を検知する障害物センサで検知された障害物が、前記監視領域内で検出されたことに応じて、前記牽引車および前記被牽引車の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出ステップと、を有する。

発明の効果

[0017] 本開示に係る連結車両の障害物検出装置、連結車両の運転システム、または連結車両の障害物検出方法によれば、連結車両が走行中に旋回する際に巻き込まれる可能性がある障害物を精度よく検出することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1A]第1実施形態に係る障害物検出装置を用いた自動運転システムが搭載された連結車両を横から見た図である。

[図1B]第1実施形態に係る障害物検出装置を用いた自動運転システムが搭載された連結車両を上から見た図である。

[図2]第1実施形態又は第2実施形態に係る障害物検出装置を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態に係る障害物検出装置が、連結車両が旋回する際に実行する動作の一例を示すフローチャートである。

[図4]第1実施形態に係る障害物検出装置により実行される監視領域の算出処理の動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]第1実施形態に係る障害物検出装置が算出する周辺領域を示す図である。

[図6]第1実施形態に係る障害物検出装置が算出する、牽引車Xの車軸の旋回中心および旋回半径の説明図である。

[図7]第1実施形態に係る障害物検出装置が算出する、牽引車Xの予測制動距離および監視領域の説明図である。

[図8]第1実施形態に係る障害物検出装置が保持する車両停止モデルの説明図である。

[図9]第1実施形態に係る障害物検出装置が算出する、被牽引車Yの通過予測領域を示す図である。

[図10A]第2実施形態に係る障害物検出装置を用いた自動運転システムが搭載された連結車両を横から見た図である。

[図10B]第2実施形態に係る障害物検出装置を用いた自動運転システムが搭載された連結車両を上から見た図である。

[図11]第2実施形態に係る障害物検出装置が、連結車両が旋回する際に実行する動作の一例を示すフローチャートである。

[図12]第2実施形態に係る障害物検出装置が算出する、牽引車Xの第1予測制動距離、第2予測制動距離、第1監視領域、および第2監視領域の説明図である。

[図13A]第2実施形態に係る障害物検出装置が保持する第1車両停止モデルの説明図である。

[図13B]第2実施形態に係る障害物検出装置が保持する第2車両停止モデルの説明図である。

[図14]他の実施形態に係る障害物検出装置が算出する周辺領域を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] [第1実施形態]

(第1実施形態に係る連結車両の障害物検出装置を用いた、自動運転システムの構成)

第1実施形態に係る、連結車両の障害物検出装置を用いた自動運転システムの構成について、図1A、図1Bおよび図2を参照して説明する。本実施形態による自動運転システム1Aは、例えば連結車両Cに搭載されている。図に例示された連結車両Cは、ヘッド側の牽引車Xと、シャシ側の被牽引車Yとから構成されており、牽引車Xと被牽引車Yとは連結機構Zで連結されている。また、牽引車Xは自動運転機構(図示せず)を備えてもよい。以下の説明において、自動運転機構を備えた車両を自動運転車と称する。

[0020] 牽引車Xの自動運転機構は、後述する運転制御部50から出力された指示に基づいて、牽引車Xの自動運転機能を制御することができる。自動運転機構の構成は特に限定されない。例えば、自動運転機構は、ECU(Electronic Control Unit、図示せず)、ステアリング制御部(図示せず)、及びブレーキ制御部(図示せず)を含んでもよい。なお、運転制御部50が当該ECUを兼ねてもよい。ステアリング制御部は、例えば、当該ECUから出力された信号に応じて駆動するステアリングアクチュエータであってもよい。即ち、ステアリング制御部は、牽引車Xの操舵角を設定することができる。ブレーキ制御部は、例えば、当該ECUから出力された信号に応じて駆動するブレーキモータであってもよい。ブレーキモータは、ブレーキロータへのブレーキパッドの押圧力を設定し、牽引車Xの減速度を制御することができる。即ち、ブレーキ制御部は牽引車Xの減速度を制御することができる。なお、自動運転機構にはワイヤ技術が適用されていてもよい。当該ワイヤ技術は、ステアリングワイヤ技術、及びブレーキワイヤ技術を含んでもよい。また、自動運転機能とは、自車両の周囲の状況、又は自車両の状態等に基づいて、乗員による操舵、ペダル操作等の運転操作によらず、自車両の運転を自動的に制御する機能である。牽引車Xが自動運転機能を備える場合、牽引車Xは、乗員による操作を介することなく加速、減速、操舵等

を自動的に行う自動運転が可能である。また、当該自動運転には、例えば任意の施設内のような所定走行環境において、乗員による操作を介することなく、牽引車Xの加速、減速、操舵等が自動的に行われる場合を含んでもよい。

[0021] 図1Aは、自動運転システム1Aを搭載した連結車両Cを横から見た図であり、図1Bは、連結車両Cが左に旋回しているときの状態を上から見た図である。図2は、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[0022] 図に例示された牽引車Xは、前輪 W_1 、 W_2 と、車軸 WA_1 で車幅方向に連結された後輪 W_3 、 W_4 とを備える。後輪 W_3 、 W_4 は駆動輪である。即ち、車軸 WA_1 は車幅方向において一对の駆動輪同士を連結するドライブシャフトである。なお、当該ドライブシャフトは一体的に形成されたシャフトに限定されず、例えば、所定の位置で分割されていてもよい。また、被牽引車Yは車軸 WA_2 で連結された車輪 W_5 、 W_6 を備える。

[0023] 図2に例示されるように、自動運転システム1Aは、障害物検出装置40と、運転制御部50とを備える。また、図に例示された自動運転システム1Aは、障害物センサ30としての障害物センサ30a、30bを備える。障害物センサ30は、牽引車Xおよび被牽引車Yの周辺にある1つ以上の障害物を検知することができる。障害物センサ30は障害物検出装置40に接続されている。また、障害物検出装置40には、角度センサ10と、車速センサ20とが接続されていてもよい。

[0024] 角度センサ10は、連結機構Zによる牽引車Xと被牽引車Yとの連結角度を検知する。車速センサ20は、連結車両Cの車速を検知する。障害物センサ30aは、牽引車Xの左側に設置され、図1Bに例示されるように、牽引車Xの左側面に沿って、例えば 180° の範囲F内にある障害物を検知することができる。障害物センサ30bは牽引車Xの右側に設置され、牽引車Xの右側面に沿って、例えば 180° の範囲内にある障害物を検知することができる。障害物センサ30a、30bは例えば、光センサで構成されてもよい。

- [0025] 障害物検出装置 4 0 は、周辺領域算出部 4 1 と、通過領域算出部 4 2 と、監視領域算出部 4 3 と、障害物検出部 4 4 とを有する。なお、障害物検出装置 4 0 は、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、入出力部等を有する汎用のマイクロコンピュータを備えてもよい。マイクロコンピュータのメモリには、連結車両 C の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出するための既定のルール、又は指示を含むコンピュータプログラムがインストールされている。当該コンピュータプログラムを実行することにより、マイクロコンピュータは、当該障害物を検出するための処理を実施することができる。また、連結車両 C の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物とは、例えば、走行中の連結車両 C が旋回した際に、牽引車 X 又は被牽引車 Y の旋回方向側の側部に衝突する可能性がある障害物のことをいう。即ち、「巻き込み」とは、連結車両 C の旋回方向側の側部と障害物との衝突をいう。
- [0026] 周辺領域算出部 4 1 は、例えば連結角度が所定値以上であり、且つ車速が所定値以上で牽引車 X および被牽引車 Y が旋回しているときに、牽引車 X および被牽引車 Y の旋回方向側の周辺領域を算出する。周辺領域は、連結車両 C の周辺に延在する領域であり、連結車両 C を取り囲んでいる。通過領域算出部 4 2 は、例えば角度センサ 1 0 で検知された連結角度が所定値以上であり、且つ車速センサ 2 0 で検知された車速が所定値以上のときに、通過予測領域を算出する。通過予測領域は、牽引車 X および被牽引車 Y が、旋回軌道上を制動距離分移動するまでの間に通過することが予測される領域であってもよい。制動距離とは、ブレーキが作動してから車両が停止するまでに走行する距離である。
- [0027] 監視領域算出部 4 3 は監視領域を算出する。監視領域は、周辺領域算出部 4 1 で算出された周辺領域と、通過領域算出部 4 2 で算出された通過予測領域とが重複する領域である。障害物検出部 4 4 は、障害物センサ 3 0 a、3 0 b で検知された障害物のうち、監視領域算出部 4 3 で算出された監視領域内にある障害物を、牽引車 X および被牽引車 Y の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物として検出する。また、障害物センサ 3 0 a、3 0 b が 1

つの障害物を検知し、当該障害物が監視領域内にある場合には、当該障害物を牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物として検出されてもよい。障害物検出部44は、牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出すると、障害物検出情報を運転制御部50に出力する。障害物検出情報は、牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物が検出されたことを示す情報である。

[0028] 運転制御部50は、障害物検出装置40に接続されており、牽引車Xの走行を制御することができる。運転制御部50は、自動運転機構に指示を出力することにより、牽引車Xの走行を制御してもよい。また、運転制御部50は、障害物検出部44から障害物検出情報を取得すると、牽引車Xに操舵角度を維持する指令を出力し、さらに停止指示を出力して自動運転機構を制御するように構成されてもよい。停止指示とは、牽引車Xの運転を停止させる指示である。なお、運転制御部50は、CPU、メモリ、入出力部等を有する汎用のマイクロコンピュータを含んでもよい。マイクロコンピュータのメモリには、牽引車Xの走行を制御するための既定のルール、又は指示を含むコンピュータプログラムがインストールされている。当該コンピュータプログラムを実行することにより、マイクロコンピュータは、牽引車Xの走行を制御ための処理を実行することができる。

[0029] (第1実施形態に係る自動運転システムの動作)

次に、本実施形態による自動運転システム1Aの動作の一例について、図3のフローチャートを参照して説明する。本実施形態では、連結車両Cの走行中に、角度センサ10が所定時間間隔で連結機構Zによる牽引車Xと被牽引車Yとの連結角度を検知し、また、車速センサ20が所定時間間隔で連結車両Cの車速を検知する。また、障害物センサ30aが所定時間間隔で牽引車Xおよび被牽引車Yの左側周辺にある障害物を検知し、障害物センサ30bが牽引車Xおよび被牽引車Yの右側周辺にある障害物を検知する。

[0030] 車速センサ20で第1閾値以上の車速が検知され、且つ角度センサ10で

第2 閾値以上の連結角度が検知されると（ステップS 1 で「YES」）、障害物検出装置4 0 が、障害物の有無を監視するための監視領域の算出処理を実行する（ステップS 2）。ここで、連結車両Cが走行していることを認識可能な速度を第1 閾値として予め設定してもよい。また、連結車両Cが旋回していることを認識可能な角度を第2 閾値として予め設定してもよい。

[0031] ステップS 2 における、障害物検出装置4 0 が実行する監視領域の算出処理の一例について、図4 のフローチャートを参照して説明する。監視領域の算出処理が開始されると、まず周辺領域算出部4 1 が、牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回方向側の周辺領域を算出する（ステップS 2 1）。

[0032] 例えば、図5 に示すように連結車両Cが左方向に旋回している場合は、牽引車Xおよび被牽引車Yの車幅および検知された連結角度に基づいて、牽引車Xおよび被牽引車Yの左側の周辺領域Dを算出する。この周辺領域Dの算出に用いる牽引車Xの車幅としては、実際の牽引車Xの車幅D_hに、累積誤差や計測誤差分などを吸収するための余裕分 α を加算した値D_{h1}を用いてもよい。また、被牽引車Yの車幅としては、実際の牽引車Xの車幅D_cに余裕分 α を加算した値D_{c1}を用いてもよい。

[0033] また、監視領域の算出処理が開始されると、通過領域算出部4 2 が、牽引車Xおよび被牽引車Yが旋回軌道上を制動距離分移動するまでの通過予測領域を算出する。牽引車Xおよび被牽引車Yの通過予測領域の算出処理の一例について、図6～図8を参照して説明する。

[0034] 通過領域算出部4 2 は、まず、角度センサ1 0 で検知された連結角度に基づいて、牽引車Xの駆動輪である後輪W₃、W₄の車軸WA₁の旋回中心および旋回半径を算出する（図4 のステップS 2 2）。角度センサ1 0 は、図6 に示すように、線Q_hと線Q_cとのなす角 θ を、連結角度として検知する。線Q_hは、連結位置P_oと、車軸WA₁が延在する方向における車軸WA₁の中心P_hと、を結ぶ線である。線Q_cは、牽引車Xと被牽引車Yとの連結位置P_oと、被牽引車Yの車軸WA₂が延在する方向における車軸WA₂の中心P_cと、を結ぶ線である。この連結角度は、牽引車Xの車軸WA₁と被牽引車Yの車軸WA₂との

なす角度と等しく、通過領域算出部42は、この角度を旋回角度 θ として認識する。

[0035] 通過領域算出部42は、牽引車Xの車軸WA₁の延長線と、被牽引車Yの車軸WA₂の延長線との交点を、車軸WA₁の中心Phの旋回中心Ptcとして算出する。また通過領域算出部42は、車軸WA₁の中心Phと旋回中心Ptcとの距離を、車軸WA₁の中心Phの旋回半径Rhとして算出する。

[0036] 車軸WA₁の中心Phの旋回半径Rhは、下記式(1)により算出される。

[数1]

$$R_h = \frac{L_c - L_h / \cos \theta}{\sin \theta} + L_h \cdot \tan \theta \quad (1)$$

ここで、Lcは連結位置Poと被牽引車Yの車軸WA₂の中心Pcとの距離であり、Lhは連結位置Poと車軸WA₁の中心Phとの距離である。

[0037] 次に、通過領域算出部42は、車軸WA₁の中心Phの予測制動距離を算出する(図4のステップS23)。図7に例示された状態では、所定速度で走行している連結車両Cの牽引車Xおよび被牽引車Yが、実線で示される位置に存在している。このような状態からブレーキをかけて連結車両Cを所定速度で減速させて停止させる場合を例にとって、車軸WA₁の中心Phの予測制動距離について説明する。

[0038] 通過領域算出部42は、予め設定された、連結車両Cが停止する際の速度変化と停止までの時間との関係を示した車両停止モデルの情報を保持する。このモデルは、連結車両Cが障害物を検知して停止する際に用いる車両停止モデルと同等のモデルである。通過領域算出部42が保持する車両停止モデルの一例を、図8に示す。

[0039] 図8は、連結車両Cが速度Vで走行し、時刻t₁にブレーキをかけて減速度aで減速して停止時刻t₂に停止するときの車両停止モデルである。図8の斜線で示す領域が車軸WA₁の中心Phの予測制動距離H(図7参照)に該当する。より具体的には、この予測制動距離Hは下記式(2)により算出される。

[0040]

[数2]

$$H = \left(VT + \frac{V^2}{2a} \right) \times S + H_s \quad (2)$$

ここで、Tは時刻 t_1 と時刻 t_2 の差分の時間であり、Sは誤差などに対する余裕分を反映した安全率であり、 H_s は障害物との接触を事前に検知するための余裕分の距離である。

[0041] 通過領域算出部42は、この車両停止モデルを用いて予測制動距離Hを算出する。また、通過領域算出部42は、車軸 WA_1 の中心Phが、円弧S上を予測制動距離H分、移動した位置を予測停止位置として算出する。円弧Sは、 P_{tc} を旋回中心とし、 R_h を旋回半径とした旋回軌道である。例えば通過領域算出部42は、牽引車Xおよび被牽引車Yが図7の実線で示す位置にあるときには、点線で示す牽引車Xおよび被牽引車Yの位置を、予測停止位置として算出する。

[0042] このとき、予測制動距離Hは、旋回中心 P_{tc} に対して、車軸 WA_1 の中心Phが円弧S上を角度 δ 分移動した距離に相当し、角度 δ は下記式(3)で示される。

[数3]

$$\delta = \frac{H}{R_h} \quad (3)$$

[0043] 次に通過領域算出部42は、車軸 WA_1 の中心Phが旋回軌道上を予測制動距離H分移動し、予測停止位置に停止するまでの間の通過予測領域を算出する(図4のステップS24)。この通過予測領域は、図7において太線で囲まれた、牽引車Xの通過予測領域Aと被牽引車Yの通過予測領域Bとを合わせた領域ABである。なお、通過予測領域Aは牽引車Xの通過が予測される領域である。通過予測領域Bは被牽引車Yの通過が予測される領域である。

[0044] 次に通過領域算出部42は、ステップS21で算出した周辺領域Dと、ステップS24で算出した通過予測領域ABとの重複領域を、監視領域Eとして算出する(図4のステップS25参照)。監視領域Eは、連結車両Cの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物の有無が監視される領域である。

以上で、監視領域の算出処理の説明を終了する。

- [0045] 図3のフローチャートに戻り、障害物検出部44が、障害物センサ30で検知された情報に基づいて、監視領域E内に障害物があるか否かを判定する（ステップS3）。障害物検出部44は、監視領域E内に障害物があると判定すると（ステップS3で「YES」）、障害物検出情報を運転制御部50に出力する。障害物検出情報は、連結車両Cの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物が検出されたことを示す情報である。
- [0046] 運転制御部50は、障害物検出情報を取得すると、牽引車Xに操舵角度を維持する指令を出力し（ステップS4）、さらに停止指示を出力する（ステップS5）。牽引車Xは、運転制御部50から取得した指令に基づいて、自動運転により操舵角度を維持した状態で、図8の車両停止モデルに基づいて減速度aで減速させて車体を停止させる。牽引車Xの操舵角の維持は、例えば、操舵角指令値を維持することにより、またはステアリングをロックすることにより、実行されてもよい。また牽引車Xの停止は、牽引車Xに搭載されたECUやバイワイヤ化装置に車速をゼロにする指令を出力することで実行されてもよい。
- [0047] ステップS3において、障害物検出部44が監視領域E内に障害物がないと判定したときには（ステップS3で「NO」）、ステップS1に戻り、処理を繰り返す。
- [0048] 以上の第1実施形態によれば、走行中の連結車両Cが旋回する際に、連結車両Cの車体の一部が障害物として誤認識されることが抑制される。そのため、旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を精度よく検出することができる。これにより、検出された障害物と連結車両Cとの衝突の発生を抑制することができる。更に、障害物の誤認識に起因して連結車両Cの減速又は停止が行われることを抑制することができる。即ち、連結車両Cをより適正に走行させることができる。
- [0049] また、巻き込まれる可能性のある障害物が検出された際に、運転制御部50は、連結車両Cの操舵角を維持した状態でブレーキ操作を行うように自動

運転機構に指示を出力することができる。そのため、ブレーキ操作後の空走時間に操舵角が障害物に向かうように変更されることによる、連結車両Cと当該障害物との接触リスクの増大を抑制することができる。

[0050] また、旋回中の連結車両Cの制動距離を算出する際の車両停止モデルとして、障害物を検知して停止する際の車両停止モデルと同等のモデルを用いることで、監視領域Eを精度良く算出することができる。

[0051] 上述した第1実施形態において、連結車両Cが走行中に旋回する際に内輪差が生じることから、牽引車Xの移動の軌跡は、被牽引車Yの移動の軌跡に比べて変化が小さい。よって、被牽引車Yの通過予測領域Bの方が、牽引車Xの通過予測領域Aよりも大きくなる。

[0052] そのため、監視領域Eの算出に用いる際に、牽引車Xの通過予測領域Aの算出は行わず、図9に太線で示すように被牽引車Yの通過予測領域Bのみを算出するようにしてもよい。この場合、牽引車Xの通過予測領域Aは監視領域Eの算出において考慮しなくてもよい。また、予め設定された固定領域または近似計算により設定された領域を牽引車Xの通過予測領域Aとして、監視領域Eを算出してもよい。

[0053] 近似計算により通過予測領域Aを設定する際には、例えば、牽引車Xが進行方向に予測制動距離H分移動し、進行方向と直交する方向に、牽引車Xの車両長 $\times \tan \delta$ 分、並進移動したと仮定した場合の車体通過領域を、通過予測領域Aとしてもよい。このように処理を行うことにより、障害物検出装置40が監視領域Eを算出する際の処理付加を低減させることができる。

[0054] 第1実施形態では、牽引車Xに障害物センサ30a、30bを設置した場合について説明したが、図10A及び図10Bに示すように、被牽引車Yの左方側の部分および右方側の部分に、障害物センサ30としての障害物センサ30c、30dを設置してもよい。この場合には、例えば図10Bに示すように、被牽引車Yの左側の障害物センサ30cは、被牽引車Yの左辺に沿って 180° の範囲内にある障害物を検知してもよい。

[0055] [第2実施形態]

連結車両は荷物を積載して搬送するため、急停止すると荷物に強い力がかかり、荷物同士が接触するおそれがある。そのため、連結車両が旋回する際に、旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したときには、急な停止を回避しつつ、障害物と接触する前に連結車両を停止させることが望まれる。

[0056] 第2実施形態では自動運転システム1Bについて説明する。自動運転システム1Bは、連結車両が旋回する際に、旋回により巻き込まれる可能性がある障害物がどのような領域に検出されたかに応じて減速度を設定し、連結車両を停止させる。

[0057] (第2実施形態に係る自動運転システムの構成)

第2実施形態に係る自動運転システム1Bの構成は、図10A、及び図10Bに例示するように、障害物センサ30c、30dを被牽引車Yに設置する他は、第1実施形態の自動運転システム1Aと同様の構成である。同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

[0058] 本実施形態において通過領域算出部42は、通過予測領域として第1通過予測領域を算出する。第1通過予測領域は、急停止された牽引車Xおよび被牽引車Yが、制動距離を移動するまでに通過する領域であってもよい。また通過領域算出部42は、通過予測領域として第2通過予測領域を算出する。第2通過予測領域は、緩停止された牽引車Xおよび被牽引車Yが、制動距離を移動するまでに通過する領域であってもよい。なお、牽引車Xおよび被牽引車Yの急停止は、牽引車Xおよび被牽引車Yの速度を、第1減速度である後述する減速度 a_1 で減速させることにより行われてもよい。即ち、第1通過予測領域は、減速度 a_1 で減速された牽引車Xおよび被牽引車Yが、制動距離を移動するまでに通過する領域であってもよい。また、牽引車Xおよび被牽引車Yの緩停止は、牽引車Xおよび被牽引車Yの速度を、第2減速度である後述する減速度 a_2 で減速させることにより行われてもよい。即ち、第2通過予測領域は、減速度 a_1 よりも小さな減速度 a_2 で減速された牽引車Xおよび被牽引車Yが、制動距離を移動するまでに通過する領域であってもよい。

- [0059] また、本実施形態において監視領域算出部43は、算出された周辺領域と第1通過予測領域とが重複する領域を第1監視領域として算出する。また監視領域算出部43は、算出された周辺領域と第2通過予測領域とが重複する領域を第2監視領域として算出する。
- [0060] また、本実施形態において障害物検出部44は、障害物センサ30c、30dで検知された障害物のうち、第1監視領域または第2監視領域内にある障害物を検出すると、障害物検出情報を出力する。その際、障害物検出部44は、検出された障害物の位置が第1監視領域内であるか第2監視領域内であるかを示す情報を付加して障害物検出情報を出力する。また、障害物センサ30c、30dが1つの障害物を検知し、当該障害物が第1監視領域または第2監視領域内にある場合にも、障害物検出部44は障害物検出情報を出力してもよい。
- [0061] また、本実施形態において運転制御部50は、障害物検出部44から出力された障害物検出情報を取得すると、当該障害物検出情報に付加された情報に基づいて障害物の位置が第1監視領域内であるか第2監視領域内であるかを判定する。運転制御部50は、当該障害物の位置が第1監視領域内であると判定すると牽引車Xに第1停止指示としての急停止指示を出力し、当該障害物の位置が第2監視領域内であると判定すると牽引車Xに第2停止指示としての緩停止指示を出力する。急停止指示は、牽引車Xを急停止させる指示である。牽引車Xを急停止させる際には、例えば減速度 a_1 で牽引車Xの走行速度を減少させてもよい。緩停止指示は、牽引車Xを緩停止させる指示である。牽引車Xを緩停止させる際には、例えば減速度 a_2 で牽引車Xの走行速度を減少させてもよい。ここで、減速度 a_2 の値は、減速度 a_1 の値よりも小さな値に設定されている。即ち、緩停止指示において設定される牽引車Xの減速度 a_2 は、急停止指示において設定される牽引車Xの減速度 a_1 よりも小さくてもよい。
- [0062] (第2実施形態に係る自動運転システムの動作)
- 次に、本実施形態による自動運転システム1Bの動作の一例について、図

11のフローチャートを参照して説明する。車速センサ20で第1閾値以上の車速が検知され、且つ角度センサ10で第2閾値以上の連結角度が検知されると（ステップS11で「YES」）、障害物検出装置40が、第1監視領域および第2監視領域の算出処理を実行する（ステップS12）。第1監視領域および第2監視領域の算出処理は、第1実施形態で説明した図4のフローチャートで示す処理と同様の処理である。

[0063] ここで、ステップS23に相当する監視領域の算出処理のステップにおいて、通過領域算出部42が予測制動距離を算出する際に、第1予測制動距離 H_1 と第2予測制動距離 H_2 との2つの制動距離を算出する。第1予測制動距離 H_1 は、牽引車Xが大きい減速度で急停止する場合の車軸WA₁の中心Phの予測制動距離である。第2予測制動距離 H_2 は、牽引車Xが小さい減速度で緩停止する場合の車軸WA₁の中心Phの予測制動距離である。つまり、図12に示すように、第1予測制動距離 H_1 は、第2予測制動距離 H_2 よりも短い距離である。

[0064] 通過領域算出部42は、予め設定された、第1車両停止モデルおよび第2車両停止モデルの情報を保持する。第1車両停止モデルは、連結車両Cが急停止する際の速度変化と停止までの時間との関係を示したモデルである。第2車両停止モデルは、連結車両Cが緩停止する際の速度変化と停止までの時間との関係を示したモデルである。図13Aは、通過領域算出部42が保持する第1車両停止モデルの一例である。図13Bは、通過領域算出部42が保持する第2車両停止モデルの一例である。

[0065] 図13Aは、連結車両Cが速度 V_1 で走行し、時刻 t_1 に急ブレーキをかけて減速度 a_1 で減速して停止時刻 t_3 に停止するときの車両停止モデルである。例えば、減速度 a_1 は、減速度 a （図8参照）よりも大きな値であってもよい。図13Aの斜線で示す領域が、牽引車Xが急停止する際の、車軸WA₁の中心Phの第1予測制動距離 H_1 に該当し、具体的にはこの第1予測制動距離 H_1 は下記式（4）により算出される。

[0066]

[数4]

$$H_1 = \left(V_1 T + \frac{V_1^2}{2a_1} \right) \times S + H_s \quad (4)$$

ここで、 T は時刻 t_1 と時刻 t_3 の差分の時間である。 S は誤差などに対する余裕分を反映した安全率である。 H_s は障害物との接触を事前に検知するための余裕分の距離である。

[0067] また図13Bは、連結車両Cが速度 V_2 で走行し、時刻 t_1 に急ブレーキをかけて減速度 a_2 で減速して停止時刻 t_4 に停止するときの車両停止モデルである。減速度 a_2 の値は、減速度 a_1 の値よりも小さな値に設定されている。また、減速度 a_2 は、例えば減速度 a_1 よりも小さく、かつ、減速度 a よりも小さな値であってもよい。図13Bの斜線で示す領域が、牽引車Xが緩停止する際の、車軸WA₁の中心Phの第2予測制動距離 H_2 に該当し、具体的にはこの第2予測制動距離 H_2 は下記式(5)により算出される。

[0068] [数5]

$$H_2 = \left(V_2 T + \frac{V_2^2}{2a_2} \right) \times S + H_s \quad (5)$$

ここで、 T は時刻 t_1 と時刻 t_4 の差分の時間である。 S は誤差などに対する余裕分を反映した安全率である。 H_s は障害物との接触を事前に検知するための余裕分の距離である。

[0069] 次に、図12に例示されるように、通過領域算出部42は第1通過予測領域A₁B₁を算出する。第1通過予測領域A₁B₁は、車軸WA₁の中心Phが旋回軌道上を第1予測制動距離 H_1 分移動して停止するまでの通過予測領域である。また通過領域算出部42は第2通過予測領域A₂B₂を算出する。第2通過予測領域A₂B₂は、車軸WA₁の中心Phが旋回軌道上を第2予測制動距離 H_2 分移動して停止するまでの通過予測領域である。

[0070] 次に、監視領域算出部43は、算出された周辺領域と第1通過予測領域A₁B₁との重複領域を、連結車両Cが急停止する場合の第1監視領域E₁として算出する。また、監視領域算出部43は、算出された周辺領域と第2通過予測

領域 A_2B_2 との重複領域から、第 1 監視領域 E_1 を除いた領域を、連結車両 C が緩停止する場合の第 2 監視領域 E_2 として算出する。つまり、第 1 監視領域 E_1 は牽引車 X および被牽引車 Y の車体に隣接する領域であり、第 2 監視領域 E_2 は第 1 監視領域 E_1 に隣接する、連結車両 C の進行方向側にある領域である。

[0071] 図 11 のフローチャートに戻り、障害物検出部 44 が、障害物センサ 30 で検知された情報に基づいて、算出された第 1 監視領域 E_1 内または第 2 監視領域 E_2 内に障害物があるか否かを判定する（ステップ S13）。ここで第 2 監視領域 E_2 は第 1 監視領域 E_1 に隣接し、連結車両 C の進行方向側に存在するが、障害物センサ 30c、30d を後方の被牽引車 Y に設置して障害物を検知している。そのため、オクルージョン領域の発生が抑制され、監視領域 E_1 、 E_2 内の障害物の有無の監視をより確実に行うことができる。

[0072] 障害物検出部 44 は、これらの領域内に障害物があると判定すると（ステップ S13 で「YES」）、障害物の位置が第 1 監視領域 E_1 内であるか第 2 監視領域 E_2 内であることを示す情報を付加した障害物検出情報を運転制御部 50 に出力する。ステップ S13 において、障害物検出部 44 が監視領域 E_1 、 E_2 内に障害物がないと判定したときには（ステップ S13 で「NO」）、ステップ S11 に戻り、処理を繰り返す。

[0073] 運転制御部 50 は、障害物検出情報を取得すると、牽引車 X に操舵角度を維持する指令を出力する（ステップ S14）。また運転制御部 50 は、当該障害物検出情報に付加された情報に基づいて障害物の位置が第 1 監視領域 E_1 内であるか第 2 監視領域 E_2 内であることを判定する（ステップ S15）。

[0074] ここで、運転制御部 50 は、障害物の位置が第 1 監視領域 E_1 内であると判定したときには（ステップ S15 で「YES」）、牽引車 X に急停止指示を出力する（ステップ S16）。牽引車 X は、運転制御部 50 から急停止指示を取得すると、例えば、操舵角度を維持した状態で図 13A の第 1 車両停止モデルに基づいて減速度 a_1 で急停止するためのブレーキ操作を行う。

[0075] また、ステップ S15 において運転制御部 50 が、障害物の位置が第 2 監視領域 E_2 内であると判定したときには（ステップ S15 で「NO」）、牽引車

Xに緩停止指示を出力する（ステップS 1 7）。牽引車Xは、運転制御部50から緩停止指示を取得すると、例えば、操舵角度を維持した状態で図13Bの第2車両停止モデルに基づいて減速度 a_2 で緩停止するためのブレーキ操作を行う。

[0076] 以上の第2実施形態によれば、走行中の連結車両Cが旋回する際に巻き込まれる可能性がある障害物が検出された場合に、障害物検出装置40が、障害物の位置に関する情報を付加した精度の高い障害物検出情報を運転制御部50に提供することができる。運転制御部50は、当該障害物検出情報に付加された障害物の位置に関する情報を用いる。そのため、連結車両Cの急停止をより確実に回避しつつ、連結車両Cと障害物との接触をより確実に抑制することができる。

[0077] 上述した第1実施形態および第2実施形態において、自動運転車である牽引車Xには、その前方の領域を監視する機能が搭載されている場合がある。自動運転システム1A、1Bでは、監視領域算出部43が、障害物の有無を監視する監視領域として、牽引車Xの前方の領域を除く領域を算出するようにしてもよい。

[0078] 第1実施形態を一例にとって説明すると、周辺領域算出部41が周辺領域Dを算出する際に、図14に示すように、牽引車Xの前端までの領域を算出してもよい。また、監視領域算出部43は牽引車Xの前方の領域を除いた監視領域を算出してもよい。これにより、連結車両Cの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を監視する際の監視精度の低下を抑制すると共に、障害物検出装置40の処理負荷を低減させることができる。牽引車Xが旋回するときには、進行方向である牽引車Xの前方の障害物検知範囲は短時間で大きく変化する。そのため、処理負荷は大きく低減される。

[0079] また、上述した第1実施形態および第2実施形態では、牽引車Xが自動運転車の場合について説明したが、牽引車Xは人間が運転する車両であってもよい。即ち、自動運転システム1A、1Bは、自動運転車ではない連結車両の運転システムであってもよい。また、自動運転システム1A、1Bは、自

動運転車である牽引車Xが乗員の操作により運転される場合に適用されてもよい。その場合は、例えば、運転制御部50が操舵角度を維持する指令を出力したときには牽引車Xのステアリングがロックされ、停止指示を出力したときには運転者への警報等が行われてもよい。

[0080] 次に、以上で説明した連結車両の障害物検出装置、連結車両の運転システム、及び連結車両の障害物検出方法の作用効果について説明する。

[0081] (1) 連結車両Cの障害物検出装置40は、牽引車Xおよび牽引車Xにより牽引される被牽引車Yの周辺にある障害物を検知する障害物センサ30に接続された、連結車両の障害物検出装置である。障害物検出装置40は、牽引車Xおよび被牽引車Yが旋回しているときに、牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回方向の周辺領域Dを算出する周辺領域算出部41を備える。また、障害物検出装置40は、牽引車Xおよび被牽引車Yが旋回する際の通過予測領域 AB 、 A 、 B 、 A_1B_1 、 A_2B_2 を算出する通過領域算出部42を備える。また、障害物検出装置40は、周辺領域算出部41で検出された周辺領域Dと、通過領域算出部42で算出された通過予測領域 AB 、 A 、 B 、 A_1B_1 、 A_2B_2 とが重複する領域を、監視領域 E 、 E_1 、 E_2 として算出する監視領域算出部43を備える。また、障害物検出装置40は、障害物センサ30で検知された障害物が、監視領域 E 、 E_1 、 E_2 内で検出されたことに応じて、牽引車Xおよび被牽引車Yの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出部44を備える。

[0082] これにより、走行中の連結車両Cが旋回する際に、連結車両Cの車体の一部が障害物として誤認識されることが抑制される。そのため、障害物検出装置40は連結車両Cの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を精度よく検出することができる。更に、障害物検出装置40は当該障害物に関する情報を出力することができる。

[0083] (2) 監視領域算出部43は、監視領域 E 、 E_1 、 E_2 として、牽引車Xの前方の領域を除いた領域を算出してもよい。

[0084] これにより、連結車両Cの旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を

監視する精度の低下を抑制するとともに、障害物検出装置 40 の処理負荷を低減させることができる。

[0085] (3) 通過領域算出部 42 は、通過予測領域 AB , A , B , A_1B_1 , A_2B_2 として、牽引車 X および被牽引車 Y が旋回軌道上を制動距離分移動するまでに通過する領域を算出してもよい。

[0086] これにより、障害物検出装置 40 は、より正確な通過予測領域を算出することができる。そのため、連結車両 C の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物をより確実に検出することができる。

[0087] (4) 通過領域算出部 42 は、通過予測領域 AB , A , B , A_1B_1 , A_2B_2 として、牽引車 X および被牽引車 Y が急停止による制動距離を移動するまでに通過する第 1 通過予測領域 A_1B_1 と、牽引車 X および被牽引車 Y が緩停止による制動距離を移動するまでに通過する第 2 通過予測領域 A_2B_2 とを算出してもよい。監視領域算出部 43 は、周辺領域 D と第 1 通過予測領域 A_1B_1 とが重複する領域を第 1 監視領域 E_1 として算出し、周辺領域 D と第 2 通過予測領域 A_2B_2 とが重複する領域を第 2 監視領域 E_2 として算出してもよい。障害物検出部 44 は、障害物センサ 30 で検知された障害物が、第 1 監視領域 E_1 内または第 2 監視領域 E_2 内で検出されたことに応じて、検出された障害物の位置が第 1 監視領域 E_1 内であるか第 2 監視領域 E_2 内であることを示す情報を付加した障害物検出情報を出力してもよい。

[0088] これにより、走行中の連結車両 C の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物が検出された際に、障害物検出装置 40 は、障害物の位置に関する情報が付加された、より精度の高い障害物検出情報を出力することができる。

[0089] (5) 連結車両 C の運転システム 1A, 1B は、連結車両 C の障害物検出装置 40 に接続された運転制御部 50 を有する、連結車両の運転システムであってもよい。運転制御部 50 は、障害物検出装置 40 から出力された障害物検出情報を取得したことに応じて、牽引車 X に停止指示を出力してもよい。

[0090] これにより、走行中の連結車両 C が旋回する際に、連結車両 C の車体の一部が障害物として誤認識されることが抑制される。そのため、旋回する連結

車両Cに巻き込まれる可能性がある障害物を精度よく検出することができる。そして、運転システム1A, 1Bは障害物検出装置40から取得した障害物検出情報に基づき、牽引車Xを停止させる。そのため、連結車両Cの旋回時の、連結車両Cと当該障害物との衝突を抑制することができる。更に、障害物の誤認識に起因して連結車両Cの減速や停止が行われることを抑制することができる。即ち、連結車両Cをより適正に走行させることができる。

[0091] (6) 連結車両Cの運転システム1Bは、連結車両Cの障害物検出装置40に接続された運転制御部を有する、連結車両Cの運転システム1Bであってもよい。運転制御部50は、障害物検出装置40から出力された障害物検出情報を取得したことに応じて、当該障害物検出情報に付加された情報に基づいて障害物の位置が第1監視領域 E_1 内であるか第2監視領域 E_2 内であるかを判定してもよい。また、運転制御部50は、当該障害物の位置が第1監視領域 E_1 内であると判定したことに応じて牽引車Xに急停止指示を出力してもよい。また、運転制御部50は、当該障害物の位置が第2監視領域 E_2 内であると判定したことに応じて牽引車Xに緩停止指示を出力してもよい。

[0092] これにより、走行中の連結車両Cが旋回する際に巻き込まれる可能性がある障害物が検出された場合に、障害物検出装置40が、障害物の位置に関する情報を付加した精度の高い障害物検出情報を運転制御部50に提供することができる。そして、運転制御部50は、当該障害物検出情報に付加された障害物の位置に関する情報を用いて停止指示を出力する。そのため、連結車両Cの急停止をより確実に回避しつつ、連結車両Cと障害物との接触をより確実に抑制することができる。

[0093] (7) 運転制御部50は、障害物検出装置40から出力された障害物検出情報を取得したことに応じて、現在の操舵角度を維持する指示を出力してもよい。

[0094] これにより、ブレーキ操作後の空走時間に操舵角が障害物に向かうように変更されることによる、連結車両Cと当該障害物との接触のリスクをより確実に抑制することができる。

- [0095] (8) 牽引車 X は自動運転機構を備え、運転制御部 50 は、停止指示および操舵角度を維持する指示を、自動運転機構に出力してもよい。
- [0096] これにより、旋回する連結車両 C に巻き込まれる可能性のある障害物が検出された際に、連結車両 C の操舵角を維持した状態でブレーキ操作を行うように自動運転機構が制御される。そのため、ブレーキ操作後の空走時間に操舵角が障害物に向かうように変更されることによる、連結車両 C と当該障害物との接触のリスクより確実に抑制することができる。
- [0097] (9) 連結車両 C の障害物検出方法は、牽引車 X および牽引車 X により牽引される被牽引車 Y の周辺にある障害物を検知する、連結車両 C の障害物検出方法である。当該方法は、牽引車 X および被牽引車 Y が旋回しているときに、牽引車 X および被牽引車 Y の旋回方向の周辺領域 D を算出する周辺領域算出ステップを有する。当該方法は、牽引車 X および被牽引車 Y が旋回する際の通過予測領域 AB , A , B , A_1B_1 , A_2B_2 を算出する通過予測領域算出ステップを有する。当該方法は、周辺領域算出ステップで検出された周辺領域 D と、通過予測領域算出ステップで算出された通過予測領域 AB , A , B , A_1B_1 , A_2B_2 とが重複する領域を、監視領域 E , E_1 , E_2 として算出する監視領域算出ステップを有する。当該方法は、牽引車 X および被牽引車 Y の周辺にある障害物を検知する障害物センサ 30 で検知された障害物が、監視領域 E , E_1 , E_2 内で検出されたことに応じて、牽引車 X および被牽引車 Y の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出ステップを有する。
- [0098] これにより、走行中の連結車両 C が旋回する際に、連結車両 C の車体の一部が障害物として誤認識されることが抑制される。そのため、連結車両 C の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を精度よく検出することができる。更に、当該障害物に関する情報を出力することができる。
- [0099] いくつかの実施形態を説明したが、上記開示内容に基づいて実施形態の修正または変形をすることが可能である。上記実施形態のすべての構成要素、及び請求の範囲に記載されたすべての特徴は、それらが互いに矛盾しない限

り、個々に抜き出して組み合わせてもよい。

[0100] 本開示は、例えば持続可能な開発目標（SDGs）の目標11「包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市及び人間居住を実現する」に貢献することができる。

[0101] 2021年10月15日に出願された特願2021-169566の全内容は、ここに援用される。

符号の説明

- [0102] 1A、1B 自動運転システム
- 10 角度センサ
 - 20 車速センサ
 - 30、30a、30b、30c、30d 障害物センサ
 - 40 障害物検出装置
 - 41 周辺領域算出部
 - 42 通過領域算出部
 - 43 監視領域算出部
 - 44 障害物検出部
 - 50 運転制御部
 - AB, A, B 通過予測領域
 - A_1B_1 第1通過予測領域（通過予測領域）
 - A_2B_2 第2通過予測領域（通過予測領域）
 - C 連結車両
 - D 周辺領域
 - E 監視領域
 - E_1 第1監視領域（監視領域）
 - E_2 第2監視領域（監視領域）
 - X 牽引車
 - Y 被牽引車

請求の範囲

- [請求項1] 牽引車および前記牽引車により牽引される被牽引車の周辺にある障害物を検知する障害物センサに接続された、連結車両の障害物検出装置であって、
- 前記牽引車および前記被牽引車が旋回しているときに、前記牽引車および前記被牽引車の旋回方向の周辺領域を算出する周辺領域算出部と、
- 前記牽引車および前記被牽引車が旋回する際の通過予測領域を算出する通過領域算出部と、
- 前記周辺領域算出部で検出された周辺領域と、前記通過領域算出部で算出された通過予測領域とが重複する領域を、監視領域として算出する監視領域算出部と、
- 前記障害物センサで検知された障害物が、前記監視領域内で検出されたことに応じて、前記牽引車および前記被牽引車の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出部と、
- を備えた、連結車両の障害物検出装置。
- [請求項2] 前記監視領域算出部は、前記監視領域として、前記牽引車の前方の領域を除いた領域を算出する、請求項1に記載の連結車両の障害物検出装置。
- [請求項3] 前記通過領域算出部は、前記通過予測領域として、前記牽引車および前記被牽引車が旋回軌道上を制動距離分移動するまでに通過する領域を算出する、請求項1または2に記載の連結車両の障害物検出装置。
- [請求項4] 前記通過領域算出部は、前記通過予測領域として、前記牽引車および前記被牽引車が急停止による制動距離を移動するまでに通過する第1通過予測領域と、前記牽引車および前記被牽引車が緩停止による制動距離を移動するまでに通過する第2通過予測領域とを算出し、

前記監視領域算出部は、前記周辺領域と前記第 1 通過予測領域とが重複する領域を第 1 監視領域として算出し、前記周辺領域と前記第 2 通過予測領域とが重複する領域を第 2 監視領域として算出し、

前記障害物検出部は、前記障害物センサで検知された障害物が、前記第 1 監視領域内または前記第 2 監視領域内で検出されたことに応じて、検出された障害物の位置が前記第 1 監視領域内であるか前記第 2 監視領域内であることを示す情報を付加した前記障害物検出情報を出力する、請求項 3 に記載の連結車両の障害物検出装置。

[請求項 5] 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の連結車両の障害物検出装置に接続された運転制御部を有する、連結車両の運転システムであって、
前記運転制御部は、前記障害物検出装置から出力された障害物検出情報を取得したことに応じて、前記牽引車に停止指示を出力する、連結車両の運転システム。

[請求項 6] 請求項 4 に記載の連結車両の障害物検出装置に接続された運転制御部を有する、連結車両の運転システムであって、
前記運転制御部は、
前記障害物検出装置から出力された前記障害物検出情報を取得したことに応じて、当該障害物検出情報に付加された情報に基づいて障害物の位置が前記第 1 監視領域内であるか前記第 2 監視領域内であることを判定し、
当該障害物の位置が前記第 1 監視領域内であると判定したことに応じて前記牽引車に急停止指示を出力し、
当該障害物の位置が前記第 2 監視領域内であると判定したことに応じて前記牽引車に緩停止指示を出力する、
連結車両の運転システム。

[請求項 7] 前記運転制御部は、前記障害物検出装置から出力された前記障害物検出情報を取得したことに応じて、現在の操舵角度を維持する指示を出力する、請求項 5 または 6 に記載の連結車両の運転システム。

- [請求項8] 前記牽引車は自動運転機構を備え、
前記運転制御部は、前記停止指示および前記操舵角度を維持する指示を、前記自動運転機構に出力する、請求項7に記載の連結車両の運転システム。
- [請求項9] 牽引車および前記牽引車により牽引される被牽引車の周辺にある障害物を検知する、連結車両の障害物検出方法であって、
前記牽引車および前記被牽引車が旋回しているときに、前記牽引車および前記被牽引車の旋回方向の周辺領域を算出する周辺領域算出ステップと、
前記牽引車および前記被牽引車が旋回する際の通過予測領域を算出する通過予測領域算出ステップと、
前記周辺領域算出ステップで検出された周辺領域と、前記通過予測領域算出ステップで算出された通過予測領域とが重複する領域を、監視領域として算出する監視領域算出ステップと、
前記牽引車および前記被牽引車の周辺にある障害物を検知する障害物センサで検知された障害物が、前記監視領域内で検出されたことに応じて、前記牽引車および前記被牽引車の旋回により巻き込まれる可能性がある障害物を検出したことを示す障害物検出情報を出力する障害物検出ステップと、
を有する、連結車両の障害物検出方法。