

明 細 書

発明の名称：

連結車両の連結角検出装置、連結車両、および連結車両の連結角検出方法 技術分野

[0001] 本開示は、連結車両の連結角検出装置、連結車両、および連結車両の連結角検出方法に関する。

背景技術

[0002] 港湾設備等の大型設備においてコンテナ等の荷物を搬送する車両として、連結車両である牽引自動車を用いられている。牽引自動車とは、牽引車（トラクタヘッドまたはトラクタ）と、この牽引車により牽引される被牽引車（シャーシ）とが、連結機構によって連結された車両である。この牽引自動車の連結機構は、牽引車側のカプラと被牽引車側のキングピンとで構成されている。

[0003] このように構成された牽引自動車は、左方向または右方向に旋回するように走行すると、連結角が大きくなる。連結角が大きくなると車体が横転しやすくなり、また運転者が車体の移動エリアを把握し難くなるため、運転者はより一層の注意を払って運転する必要がある。特許文献1の技術は、牽引自動車の走行中に牽引車と被牽引車との連結角を検出し、検出した値に基づいて運転支援を行うことを提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-114176号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1には、被牽引車の所定位置にリフレクタを設置しておき、牽引車に設置されたスキャンレーダが被牽引車に対して水平方向にスキャンし、リフレクタから返ってくる反射光の方向を検知することで、牽引車に対する

被牽引車の連結角を検出するトレーラ連結角検出装置が記載されている。

[0006] ところで、特許文献1に記載された技術を用いる場合、リフレクタの設置位置や牽引自動車の連結角の変化によってスキャンレーダとリフレクタとの距離が長くなると、スキャンレーダで検知する反射光の強度が減衰してしまう。リフレクタに汚れが付着した場合も、スキャンレーダで検知する反射光の強度が低くなってしまう。これらの場合、リフレクタからの反射光の強度とその周囲からの反射光との強度の差が小さくなり、スキャンレーダがリフレクタからの反射光を検知できなくなる場合がある。

[0007] 本開示は、連結車両を構成する2つの車両の連結角を簡易な処理で精度良く検出することが可能な連結車両の連結角検出装置、連結車両、および連結車両の連結角検出方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一実施形態に係る第1車両と前記第1車両に連結された第2車両とを含む連結車両の連結角検出装置は、前記第1車両に設置された所定形状のターゲット部材と、前記第2車両に設置され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置と、前記第2車両の車体の前後方向を示す情報を予め保持し、前記形状情報取得装置で取得された前記ターゲット部材の前記形状情報から所定の条件に基づいて特定した方向を前記第1車両の車体の前後方向として認識し、保持した前記第2車両の車体の前記前後方向と認識した前記第1車両の車体の前記前後方向とのなす角度を前記第1車両と前記第2車両との連結角として検出する連結角検出部と、を備える。前記ターゲット部材は、前記連結角検出部により前記形状情報から前記所定の条件に基づいて特定される前記方向が前記第1車両の車体の前記前後方向に合うように、前記第1車両に設置された。

[0009] 前記ターゲット部材は、矩形形状を有する複数個体を含み、前記複数個体それぞれの前記第2車両側の1角が、前記第1車両の走行面に平行な面上で前記第1車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように設置され、前記連結角検出部は、前記複数個体それぞれの形状情報から前記各1角を検出

し、検出した前記各 1 角を結ぶ直線に垂直な方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出してもよい。

[0010] 前記ターゲット部材は、長形の矩形形状を有し、前記ターゲット部材の長辺が、前記第 1 車両の走行面に平行な面上で前記第 1 車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記第 1 車両に設置され、前記連結角検出部は、前記ターゲット部材の形状情報から前記長辺を検出し、検出した前記長辺に垂直な方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出してもよい。

[0011] 前記ターゲット部材は、矩形形状を有し、前記ターゲット部材の 1 辺が、前記第 1 車両の走行面に平行な面上で前記第 1 車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記第 1 車両に設置され、前記連結角検出部は、前記ターゲット部材の形状情報から前記 1 辺を検出し、検出した前記 1 辺の位置および方向に基づいて特定した方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出してもよい。

[0012] 前記ターゲット部材は、円形状を有する複数個体を含み、前記複数個体それぞれの円の中心位置が、前記第 1 車両の走行面に平行な面上で前記第 1 車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記第 1 車両に設置され、前記連結角検出部は、前記複数個体それぞれの形状情報から前記各円の中心位置を検出し、検出した前記各中心位置を結ぶ直線に垂直な方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出してもよい。

[0013] 本開示の一実施形態に係る第 1 車両と前記第 1 車両に連結された第 2 車両とを含む連結車両の連結角検出装置は、前記第 1 車両に設置された所定形状のターゲット部材と、前記第 2 車両に設置され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置と、前記第 1 車両と前記第 2 車両との連結角が 0° のときに前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の形状情報を第 1 形状情報として予め保持し、任意の時点で前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の形状情報を第 2 形状情報として取得し、前記形状情報取得装置の位置を基点とした、前記第 1 形状情報

と前記第2形状情報との回転角度を算出する回転角度算出部と、前記回転角度算出部で算出した回転角度を、前記任意の時点における前記第1車両と前記第2車両との連結角として検出する連結角検出部と、を備える。

[0014] 本開示の一実施形態に係る連結車両は、上記連結車両の連結角検出装置と、自車両を自動運転させ、前記連結角検出装置で検出された前記連結角が所定値以上になると、自動運転内容を変更する自動運転制御部と、を備える。

[0015] 本開示の一実施形態に係る連結車両は、上記連結車両の連結角検出装置と、前記連結角検出装置で検出された前記連結角が所定値以上になったことを検知すると、自車両の連結角が前記所定値以上になったことを運転者に通知するための情報を出力する通知情報出力部と、を備える。

[0016] 本開示の一実施形態に係る連結車両の連結角検出方法は、所定形状のターゲット部材が設置された第1車両と、前記第1車両に連結され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置が設置された第2車両とを含む連結車両であって、前記形状情報から所定の条件に基づいて特定される方向が前記第1車両の車体の前後方向に合うように前記ターゲット部材が設置された連結車両の連結角検出方法である。前記連結車両の連結角検出方法は、前記第2車両の車体の前後方向を示す情報を予め保持することと、前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の前記形状情報から前記所定の条件に基づいて特定した方向を前記第1車両の車体の前記前後方向として認識することと、保持した前記第2車両の車体の前記前後方向と認識した前記第1車両の車体の前記前後方向とのなす角度を、前記第1車両と前記第2車両との連結角として検出することと、を備える。

発明の効果

[0017] 本開示によれば、連結車両を構成する2つの車両の連結角を簡易な処理で精度良く検出することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、第1実施形態に係る連結角検出装置が設置された牽引自動車の構成を示す側面図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る連結角検出装置が設置された牽引自動車を上から見た図である。

[図3]図3は、第1実施形態に係る連結角検出装置の構成を示すブロック図である。

[図4A]図4Aは、第1実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図4B]図4Bは、第1実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図5]図5は、第1実施形態に係る連結角検出装置に接続されたセンサ20により計測されたターゲット部材内の計測点、および計測点の情報に基づいて検出された連結角を示す説明図である。

[図6]図6は、第2実施形態に係る連結角検出装置が設置された牽引自動車を上から見た図である。

[図7]図7は、第2実施形態に係る連結角検出装置の構成を示すブロック図である。

[図8]図8は、第2実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図9]図9は、第3実施形態に係る連結角検出装置が設置された牽引自動車を上から見た図である。

[図10]図10は、第3実施形態に係る連結角検出装置の構成を示すブロック図である。

[図11]図11は、第3実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]図12は、第3実施形態に係る連結角検出装置に接続されたセンサ20により計測されるターゲット部材内の計測点を、連結角度ごとに示した説明図である。

[図13]図13は、第4実施形態に係る連結角検出装置が設置された牽引自動車を上から見た図である。

[図14]図14は、第4実施形態に係る連結角検出装置の構成を示すブロック図である。

[図15]図15は、第4実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図16]図16は、第5実施形態に係る連結角検出装置の構成を示すブロック図である。

[図17]図17は、第5実施形態に係る連結角検出装置が実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。

[図18]図18は、第5実施形態に係る連結角検出装置で検出される連結角を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に、連結車両である牽引自動車の連結角を検出する連結角検出装置の実施形態について、図面を参照して説明する。牽引自動車とは、牽引車（トレーラヘッドまたはトラクタ）と、この牽引車により牽引される被牽引車（シャーシ）とが、連結機構によって連結された車両である。この牽引自動車の連結機構は、牽引車側のカップラと被牽引車側のキングピンとで構成され、その連結角（牽引車と被牽引車との連結角）は牽引自動車の走行方向の変更等によって変化する。

[0020] （第1実施形態）

（第1実施形態に係る連結角検出装置30Aを用いた牽引自動車1Aの構成）

図1は、第1実施形態に係る連結角検出装置30Aを用いた牽引自動車1Aの構成を示す側面図である。牽引自動車1Aは、牽引車2、被牽引車3、牽引車2と被牽引車3とを連結する連結機構4を備える。第1車両としての被牽引車3の所定位置には、複数のターゲット部材40-1、40-2が設置されている。これらのターゲット部材40-1、40-2は、その形状情報から所定の条件に基づいて特定される方向が被牽引車3の車体の前後方向に合うように、被牽引車3に設置されている。本実施形態では図2に示すよ

うに、被牽引車 3 上面の所定位置に、2 つの同一形状のターゲット部材 40-1 および 40-2 が設置されている。被牽引車 3 におけるターゲット部材 40-1 および 40-2 の設置位置については、後述する。

[0021] 第 2 車両としての牽引車 2 には、運転制御装置 10 と、形状情報取得装置としてのセンサ 20 と、連結角検出装置 30A とが設置されている。

[0022] 運転制御装置 10 は、牽引車 2 の運転を制御する。センサ 20 は、例えばカメラ装置または L i D A R (Light Detection and Ranging) で構成される。センサ 20 は、牽引車 2 後部の所定位置に設置されて、後方の被牽引車 3 の上面エリアにある物体内の複数位置までの距離を計測する。以下、センサ 20 による計測対象位置を、計測点と記載する。

[0023] 図 3 は、連結角検出装置 30A の構成を示すブロック図である。連結角検出装置 30A は、運転制御装置 10 およびセンサ 20 に通信可能に接続されている。連結角検出装置 30A は、計測情報取得部 301 と、フィルタリング部 302 と、クラスタリング部 303 と、直線抽出部 304 と、コーナー推定部 305 と、連結角検出部 306A とを有する。

[0024] 計測情報取得部 301 は、センサ 20 による複数の計測点までの測距距離および測距方向の情報を、各計測点に関する計測情報として取得する。フィルタリング部 302 は、計測情報取得部 301 が取得した計測情報に対応する計測点のうち、測距距離が所定範囲内の計測点の情報を抽出することで、計測情報のフィルタリング処理を行う。

[0025] クラスタリング部 303 は、フィルタリング部 302 によるフィルタリング処理で抽出された計測点の情報に関し、隣接する計測点との距離が所定値未満である計測点の集合を 1 つの物体に関する計測点グループとして認識するクラスタリング処理を行う。クラスタリング部 303 は、認識した計測点グループ内の計測点の情報に基づいて、計測対象の物体ごとの大きさを算出する。そして、算出した物体の大きさがターゲット部材 40-1、40-2 に対応して予め設定された範囲内であれば、クラスタリング部 303 は、当該物体はターゲット部材 40-1 または 40-2 であると認識する。

[0026] 直線抽出部 304 は、認識したターゲット部材 40-1、40-2 それぞれに対応する計測点に関する計測情報に基づいて、ターゲット部材 40-1、40-2 それぞれを構成する形状情報として、直線部分の情報を抽出する。コーナー推定部 305 は、直線抽出部 304 が抽出した直線部分の情報に基づいて、ターゲット部材 40-1、40-2 それぞれの 1 角であるコーナー部分を推定する。

[0027] 連結角検出部 306A は、コーナー推定部 305 で推定されたターゲット部材 40-1、40-2 それぞれのコーナー部分の頂点を結ぶ直線に基づいて被牽引車 3 の車体の前後方向を認識（決定）する。連結角検出部 306A は、センサ 20 の設置方向に対する牽引車 2 の車体の前後方向を示す情報を予め保持し、保持した牽引車 2 の車体の前後方向と、認識した被牽引車 3 の車体の前後方向との成す角度を、牽引自動車 1A の連結角として検出する。連結角検出部 306A は、検出した連結角の情報を、運転制御装置 10 に送出する。

[0028] （第 1 実施形態に係る連結角検出装置 30A を用いた牽引自動車 1A の動作）

本実施形態に係る連結角検出装置 30A を用いた牽引自動車 1A の動作について説明する。本実施形態において、ターゲット部材 40-1、40-2 は、例えば直方体等の矩形形状を有する。ターゲット部材 40-1、40-2 は、それぞれの牽引車 2 側の 1 角が、牽引自動車 1 の走行面に平行な面上で被牽引車 3 の車体の前後方向に垂直な線に重なるように、被牽引車 3 に設置されている。

[0029] 牽引自動車 1A の走行中、センサ 20 は、被牽引車 3 の上面エリアにある物体、つまりターゲット部材 40-1 および 40-2 を含む物体内の複数の計測点までの距離を所定時間間隔で計測する。本実施形態では、センサ 20 は、図 2 に示すように、被牽引車 3 の上面にあるターゲット部材 40-1、40-2、および車体の一部である突起部材 3a 内の複数の計測点までの距離を計測する。

[0030] このとき、仮にターゲット部材40-1、40-2が薄い板状の部材で構成されていると、牽引車2と被牽引車3との連結角によっては、センサ20がターゲット部材40-1、40-2の牽引車2側の端部の一部を計測対象位置として検出できない場合がある。しかし、本実施形態では、ターゲット部材40-1、40-2を厚みのある直方体で構成しているため、センサ20がターゲット部材40-1、40-2の牽引車2側の端部を確実に計測対象位置として検出することができる。センサ20は、ターゲット部材40-1、40-2、および突起部材3a内の複数の計測点に関する計測情報を、連結角検出装置30Aに送出する。

[0031] 図4Aおよび図4Bは、連結角検出装置30Aがセンサ20から計測情報を取得したときに実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。センサ20から計測情報が送出されると、連結角検出装置30Aの計測情報取得部301が当該情報を取得し（S1の「YES」）、フィルタリング部302に送出する。

[0032] フィルタリング部302は、計測情報取得部301が取得した各計測点に関する計測情報のうち、測距距離が所定範囲内の計測情報を抽出することで、計測情報のフィルタリング処理を行う（S2）。具体的には、フィルタリング部302は、ターゲット部材40-1、40-2、および突起部材3a内の複数の計測点のうち、測距距離がターゲット部材40-1、40-2に対応した範囲内の計測情報を抽出する。この範囲の情報は、センサ20の設置位置およびターゲット部材40-1、40-2の設置位置に基づいて、センサ20が計測した計測点がターゲット部材40-1または40-2に対応する確率（確からしさ）が所定値以上となる範囲で予め設定される。このフィルタリング処理により、フィルタリング部302は、突起部材3aの計測点がターゲット部材40-1、40-2に対応していないと判断し、突起部材3aの計測情報を、連結角検出処理に用いる対象から除外する。

[0033] 次に、クラスタリング部303が、フィルタリング処理により抽出された各計測点に識別情報を付与することで初期設定を行う（S3）。具体的には

、クラスタリング部303は、図5に示すように、15個の計測点それぞれに、識別情報P1、P2・・・P15を付与する。

[0034] 次に、クラスタリング部303は、フィルタリング処理により抽出された計測点に関し、隣接する計測点との距離が所定値未満である計測点の集合を1つの物体に関する計測点グループとして認識するクラスタリング処理を行う。具体的には、クラスタリング部303は、識別情報P1～P8の計測点の集合を1つの物体に関する計測点グループとして認識し、識別情報P9～P15の計測点の集合を他の1つの物体に関する計測点グループとして認識する。

[0035] クラスタリング部303は、認識した各計測点グループ内の計測点に関する計測情報に基づいて、計測対象の物体ごとの大きさを算出する(S4)。クラスタリング部303は、ターゲット部材40-1、40-2の大きさに対応する範囲情報を予め保持しており、算出した物体の大きさが保持した情報の範囲内であれば、当該物体はターゲット部材40-1または40-2であると認識する。ここでは、クラスタリング部303は、計測対象の2つの物体の大きさが予め保持した情報の範囲内であり、これら2つの物体がターゲット部材40-1および40-2であると認識する(S5の「YES」)。

[0036] 次に、直線抽出部304が、認識したターゲット部材40-1、40-2それぞれに対応する計測点の中から直線を構成する計測点群を抽出し、直線ごとにグルーピングする(S7)。また、直線抽出部304は、グルーピングした各計測点群のうち、該当する計測点数が、予め設定された第1閾値以上の計測点群を抽出する。この第1閾値は、グルーピングした計測点群を直線部分としての確からしさを判断するために設定された値である。直線抽出部304は、抽出した計測点群から直線を特定する(S7)。ここで、直線抽出部304は、抽出した計測点群から直線を特定する際に、例えば、最小二乗法を用いてもよい。

[0037] 次に、直線抽出部304は、ターゲット部材40-1、40-2ごとに、特定したいずれかの直線の延長線上に、いずれの直線の計測点群にも属さな

い計測点があれば、当該直線を当該計測点まで延長する。また、直線抽出部 304 は、特定したいずれかの直線の延長線上に他の直線があれば、これらの直線を統合して 1 つの直線とする (S8)。直線抽出部 304 は、これらの延長処理および統合処理を実行することにより、ターゲット部材 40-1、40-2 の直線部分を精度良く抽出することができる。

[0038] 次に、直線抽出部 304 は、抽出した直線のうち、該当する計測点数が、予め設定された第 2 閾値以上の直線を抽出する (S9)。この第 2 閾値は、特定された直線がターゲット部材 40-1、40-2 の外形を構成する直線としての確からしさを判断するために設定された値である。

[0039] 次に、コーナー推定部 305 が、直線抽出部 304 が抽出した直線から、ターゲット部材 40-1、40-2 ごとに右下がり線および右下がり線を選択する (S10、S11)。例えば、図 5 に示すように、コーナー推定部 305 は、ターゲット部材 40-1 に関し、計測点群 P1~P4 により特定された直線 Q1 を右下がり線として選択し、計測点群 P4~P8 により特定された直線 Q2 を右上がり線として選択する。また、コーナー推定部 305 は、ターゲット部材 40-2 に関し、計測点群 P9 および P10 により特定された直線 Q3 を右上がり線として選択し、計測点群 P11~P15 により特定された直線 Q4 を右下がり線として選択する。

[0040] そして、コーナー推定部 305 は、ターゲット部材 40-1、40-2 それぞれに関し、選択した右下がり線と左下がり線とが交わる L 字部分を検出する。

[0041] 次に、コーナー推定部 305 は、ターゲット部材 40-1、40-2 それぞれに対応する L 字部分を検出すると (S12 の「YES」)、検出した L 字部分の位置を、それぞれターゲット部材 40-1、40-2 のコーナー部分として推定する (S13)。例えば、コーナー推定部 305 は、図 5 に示すように、直線 Q1 と直線 Q2 とからターゲット部材 40-1 のコーナー部分を推定し、直線 Q3 と直線 Q4 とからターゲット部材 40-2 のコーナー部分を推定する。

- [0042] ステップS 1 2において、コーナー推定部3 0 5がターゲット部材4 0 - 1または4 0 - 2に対応するL字部分を検出しなかったときには（S 1 2の「N0」）、コーナー推定部3 0 5は、直線抽出部3 0 4が抽出した中で最も長い直線を、当該ターゲット部材を構成する直線として認識する。そして、コーナー推定部3 0 5は、認識した直線の端部うち、他方のターゲット部材との距離が短い方の端部を、当該ターゲット部材のコーナー部分の頂点として推定する（S 1 4）。
- [0043] 次に、連結角検出部3 0 6 Aは、ターゲット部材4 0 - 1のコーナー部分の頂点R 1と、ターゲット部材4 0 - 2のコーナー部分の頂点R 2を特定し、さらにこれらの頂点R 1とR 2とを結んだ直線Sを特定する。そして、コーナー推定部3 0 5は、直線Sに垂直な方向Tを特定し、特定した方向Tを被牽引車3の車体の前後方向として認識（決定）する（S 1 5）。
- [0044] 次に、連結角検出部3 0 6 Aは、認識した被牽引車3の車体の前後方向T（特定した方向T）と、予め保持した牽引車2の車体の前後方向Uとの成す角 θ を、牽引自動車1 Aの連結角として検出する（S 1 6）。連結角検出部3 0 6 Aは、検出した牽引自動車1 Aの連結角の情報を、運転制御装置1 0に出力する。
- [0045] 牽引自動車1 Aが自動運転車両の場合には、運転制御装置1 0は、自動運転制御部として機能し、連結角検出装置3 0 Aで検出された連結角が所定値以上になったことを検知すると、自動運転制御機能により自動運転内容を変更する。例えば運転制御装置1 0は、連結角が所定値以上になったことを検知すると、走行速度を下げるかまたは、停止させる。
- [0046] このように運転を制御することにより、自動運転を行う牽引自動車1 Aが右方向または左方向に旋回して連結角が大きくなった際に、走行の安全を確保することができる。
- [0047] 当該牽引自動車1 Aが運転者により運転操作される車両である場合には、運転制御装置1 0は、通知情報出力部として機能し、連結角検出装置3 0 Aで検出された連結角が所定値以上になったことを検知すると、検知した内容

を通知情報出力機能により運転者に通知するための情報を出力する。

[0048] このように情報を出力することにより、運転者が運転する牽引自動車 1 A が右方向または左方向に旋回して連結角が大きくなった際に運転者に注意喚起をすることができ、安全な運転を支援することができる。

[0049] 第 1 実施形態によれば、牽引自動車 1 A の牽引車 2 に設置したセンサ 2 0 で被牽引車 3 に設置した 2 個のターゲット部材 4 0-1、4 0-2 の形状を計測する。このため、牽引車 2 と被牽引車 3 との連結角を簡易な処理で精度良く検出することができる。その際、牽引車 2 と被牽引車 3 との連結角が変化してセンサ 2 0 とターゲット部材 4 0-1、4 0-2 との距離が長くなってもその影響を受けず、またターゲット部材 4 0-1、4 0-2 のメンテナンスを必要とせず、精度の高い連結角検出処理を行うことができる。

[0050] (第 2 実施形態)

(第 2 実施形態に係る連結角検出装置 3 0 B を用いた牽引自動車 1 B の構成)

第 2 実施形態に係る牽引自動車 1 B の構成は、第 1 実施形態で説明した図 1 の牽引自動車 1 A の構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。本実施形態では、図 6 に示すように、被牽引車 3 の所定位置に、長形状の直方体で形成された 1 つのターゲット部材 4 0-3 が設置されている。

[0051] 本実施形態に係る連結角検出装置 3 0 B は、図 7 に示すように、計測情報取得部 3 0 1 と、フィルタリング部 3 0 2 と、クラスタリング部 3 0 3 と、直線抽出部 3 0 4 と、長辺推定部 3 0 7 と、連結角検出部 3 0 6 B とを有する。このうち、長辺推定部 3 0 7 および連結角検出部 3 0 6 B 以外の機能部が有する機能は第 1 実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0052] 長辺推定部 3 0 7 は、直線抽出部 3 0 4 が抽出した直線部分の情報に基づいて、ターゲット部材 4 0-3 の長辺部分を推定する。連結角検出部 3 0 6 B は、長辺推定部 3 0 7 で推定されたターゲット部材 4 0-3 の長辺部分の情報に基づいて被牽引車 3 の車体の前後方向を特定し、さらに牽引自動車 1

Bの連結角を検出する。

[0053] (第2実施形態に係る連結角検出装置30Bを用いた牽引自動車1Bの動作)

本実施形態に係る連結角検出装置30Bを用いた牽引自動車1Bの動作について説明する。本実施形態において、ターゲット部材40-3は、長方形形状の直方体で形成されている。ターゲット部材40-3は、牽引車2側の長辺が牽引自動車1Bの走行面に平行な面上で被牽引車3の車体の前後方向に垂直な線に重なるように、被牽引車3に設置されている。

[0054] 牽引自動車1Bの走行中、センサ20は、被牽引車3の上面エリアにあるターゲット部材40-3を含む物体内の複数の計測点までの距離を所定時間間隔で計測する。センサ20は、ターゲット部材40-3内の複数の計測点に関する計測情報を抽出し、連結角検出装置30Bに送出する。

[0055] 図8は、連結角検出装置30Bがセンサ20から計測情報を取得したときに実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。図8のステップS21～S29の処理は、第1実施形態で説明したステップS1～S9の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0056] センサ20で計測された計測情報に基づいて、ステップS29で直線抽出部304が被牽引車3上の物体の直線部分を抽出すると、長辺推定部307が、抽出された直線部分の情報に基づいてターゲット部材40-3の長辺部分を推定する。具体的には長辺推定部307は、長さが最長の直線を、ターゲット部材40-3の長辺部分として推定(特定)する(S30)。

[0057] 次に、連結角検出部306Bが、ターゲット部材40-3の長辺に垂直な方向を特定し、特定した方向を被牽引車3の車体の前後方向として認識(決定)する(S31)。そして、連結角検出部306Bは、認識した被牽引車3の車体の前後方向と、予め保持した牽引車2の車体の前後方向との成す角を、牽引自動車1Bの連結角として検出する(S32)。

[0058] 第2実施形態によれば、牽引自動車1Bの牽引車2に設置したセンサ20で被牽引車3に設置した1個のターゲット部材40-3の形状を計測する。

このため、第1実施形態よりも簡易な処理で、牽引車2と被牽引車3との連結角を精度良く検出することができる。

[0059] (第3実施形態)

(第3実施形態に係る連結角検出装置30Cを用いた牽引自動車1Cの構成)

第3実施形態に係る牽引自動車1Cの構成は、第1実施形態で説明した図1の牽引自動車1Aの構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。本実施形態では、図9に示すように被牽引車3の所定位置に、立方体に近い矩形形状で形成された1個のターゲット部材40-4が設置されている。

[0060] 本実施形態に係る連結角検出装置30Cは、図10に示すように、計測情報取得部301と、フィルタリング部302と、クラスタリング部303と、直線抽出部304と、直線判定部308と、連結角検出部306Cとを有する。このうち、直線判定部308および連結角検出部306C以外の機能部が有する機能は第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0061] 直線判定部308は、直線抽出部304が抽出した直線部分の情報に基づいて、ターゲット部材40-4の1辺に該当する直線部分を判定する。連結角検出部306Cは、直線判定部308で判定されたターゲット部材40-4の1辺部分の情報に基づいて被牽引車3の車体の前後方向を特定し、さらに牽引自動車1Cの連結角を検出する。

[0062] (第3実施形態に係る連結角検出装置30Cを用いた牽引自動車1Cの動作)

本実施形態に係る連結角検出装置30Cを用いた牽引自動車1Cの動作について説明する。本実施形態において、ターゲット部材40-4は、立方体に近い矩形形状で形成されている。ターゲット部材40-4は、牽引車2側の1辺が牽引自動車1Cの走行面に平行な面上で被牽引車3の車体の前後方向に垂直な線に重なるように、被牽引車3に設置されている。

[0063] 牽引自動車1Cの走行中、センサ20は、被牽引車3の上面エリアにある

ターゲット部材40-4を含む物体内の複数の計測点までの距離を所定時間間隔で計測する。センサ20は、ターゲット部材40-4内の複数の計測点に関する計測情報を抽出し、連結角検出装置30Cに送出する。

[0064] 図11は、連結角検出装置30Cがセンサ20から計測情報を取得したときに実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。図11のステップS41～S49の処理は、第1実施形態で説明したステップS1～S9の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0065] センサ20で計測された計測情報に基づいて、ステップS49で直線抽出部304が被牽引車3上の物体の直線部分を抽出すると、直線判定部308が、抽出された直線部分の情報に基づいてターゲット部材40-4の1辺に該当する直線部分を判定する。直線判定部308がターゲット部材40-4の1辺に該当する直線部分を判定する処理について説明する。

[0066] 図12に示すように、連結角が0°でありターゲット部材40-4が(a)の位置にあるときのターゲット部材40-4の牽引車2側の辺をL1とし、辺L1から反時計回りの方向に順次接する辺をL2→L3→L4とする。

[0067] ここで、連結角が0°から左右方向に約45°までの間であるときには、センサ20が計測するターゲット部材40-4内の直線は、辺L1である。連結角が左方向に約45°より大きく約90°までの間にあるときには、ターゲット部材40-4は例えば図12内の(b)の位置になり、センサ20が計測するターゲット部材40-4内の直線は辺L4である。連結角が左方向に約90°のときには、ターゲット部材40-4は例えば図12内の(c)の位置になり、センサ20が計測するターゲット部材40-4の直線は辺L3および辺L4である。連結角が右方向に約45°より大きく約90°までの間にあるときには、ターゲット部材40-4は例えば図12内の(d)の位置になり、センサ20が計測するターゲット部材40-4内の直線は辺L2である。連結角が右方向に約90°のときには、ターゲット部材40-4は例えば図12内の(e)の位置になり、センサ20が計測するターゲット部材40-4の直線は辺L3および辺L2である。

[0068] 直線判定部308は、上述した連結角と、ターゲット部材40-4の位置と、センサ20により計測される辺の識別情報との対応関係を示す情報を、予め保持している。そして、直線判定部308は、直線抽出部304で抽出された直線部分の情報の中から、ターゲット部材40-4内の連結機構4に最も近い辺ではなく、長さが最長の直線部分を選択する。次に、直線判定部308は、保持した情報に基づいて、選択した直線部分に対応するターゲット部材40-4内の1辺の識別情報、つまりターゲット部材40-4内の1辺の位置、およびその方向を判定する(S50)。

[0069] 次に、連結角検出部306Cが、直線判定部308で判定したターゲット部材40-4内の1辺の識別情報およびその方向に基づいて、辺L2およびL4の方向を算出(特定)し、算出した方向を被牽引車3の車体の前後方向として認識(決定)する(S51)。そして、連結角検出部306Cは、認識した被牽引車3の車体の前後方向と、予め保持した牽引車2の車体の前後方向との成す角を、牽引自動車1Cの連結角として検出する(S52)。

[0070] 第3実施形態によれば、牽引自動車1Cの牽引車2に設置したセンサ20で被牽引車3に設置した1個のターゲット部材40-4の形状を計測する。このため、第1実施形態よりも簡易な処理で、牽引車2と被牽引車3との連結角を精度良く検出することができる。また、本実施形態で用いるターゲット部材40-4は立方体に近い形状である。このため、第2実施形態で用いたターゲット部材40-3のように長形の物体を設置するスペースを被牽引車3上に必要とせず、設置の自由度が高くなる。

[0071] (第4実施形態)

(第4実施形態に係る連結角検出装置30Dを用いた牽引自動車1Dの構成)

第4実施形態に係る牽引自動車1Dの構成は、第1実施形態で説明した図1の牽引自動車1Aの構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。本実施形態では、図13に示すように被牽引車3の所定位置に、円柱状に形成された2つのターゲット部材40-5、40-6が設

置されている。被牽引車 3 に設置される円柱状のターゲット部材は 3 個以上でもよい。

[0072] 本実施形態に係る連結角検出装置 30D は、図 14 に示すように、計測情報取得部 301 と、フィルタリング部 302 と、クラスタリング部 303 と、円近似部 309 と、連結角検出部 306D とを有する。このうち、円近似部 309 および連結角検出部 306D 以外の機能部が有する機能は第 1 実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0073] 円近似部 309 は、クラスタリング部 303 でターゲット部材 40-5 および 40-6 であると認識された物体に該当する計測群に対して、例えば最小二乗法による円の近似処理を行うことで、ターゲット部材 40-5 および 40-6 それぞれの円の中心位置を検出する。連結角検出部 306D は、円近似部 309 で検出されたターゲット部材 40-5 および 40-6 それぞれの円の中心位置の情報に基づいて被牽引車 3 の車体の前後方向を特定し、さらに牽引自動車 1D の連結角を検出する。

[0074] (第 4 実施形態に係る連結角検出装置 30D を用いた牽引自動車 1D の動作)

本実施形態に係る連結角検出装置 30D を用いた牽引自動車 1D の動作について説明する。本実施形態において、ターゲット部材 40-5、40-6 は、円柱形状で形成されている。ターゲット部材 40-5、40-6 は、それぞれの円の中心位置が被牽引車 3 の車体の前後方向に垂直な線に重なるように、被牽引車 3 に設置されている。

[0075] 牽引自動車 1D の走行中、センサ 20 は、被牽引車 3 の上面エリアにあるターゲット部材 40-5、40-6 を含む物体内の複数の計測点までの距離を所定時間間隔で計測する。センサ 20 は、ターゲット部材 40-5、40-6 内の複数の計測点に関する計測情報を抽出し、連結角検出装置 30D に送出する。

[0076] 図 15 は、連結角検出装置 30D がセンサ 20 から計測情報を取得したときに実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。図 15 の

ステップS 6 1～S 6 5の処理は、第1実施形態で説明したステップS 1～S 5の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0077] ステップS 6 5でクラスタリング部3 0 3が、計測対象の2つの物体の大きさが予め保持した情報の範囲内であり、これら2つの物体がターゲット部材4 0－5および4 0－6であると認識すると（S 6 5の「YES」）、ステップS 6 6に移行する。ステップS 6 6では、円近似部3 0 9が、クラスタリング部3 0 3でターゲット部材4 0－5および4 0－6に該当すると認識された計測群に対して、例えば、最小二乗法による円の近似処理を行う。そして、円近似部3 0 9は、ターゲット部材4 0－5および4 0－6それぞれの円の中心位置を検出する（S 6 6）。

[0078] 次に、連結角検出部3 0 6 Dが、円近似部3 0 9で検出した円の中心位置を結ぶ直線に垂直な方向を算出（特定）し、算出した方向を被牽引車3の車体の前後方向として認識（決定）する（S 6 7）。そして、連結角検出部Dは、認識した被牽引車3の車体の前後方向と、予め保持した牽引車2の車体の前後方向との成す角を、牽引自動車1 Dの連結角として検出する（S 6 8）。

[0079] 第4実施形態によれば、牽引自動車1 Dの牽引車2に設置したセンサ2 0で被牽引車3に設置した2個の円柱状のターゲット部材4 0－5、4 0－6の形状を計測する。このため、第1実施形態よりも簡易な処理で、牽引車2と被牽引車3との連結角を精度良く検出することができる。

[0080] （第5実施形態）

（第5実施形態に係る連結角検出装置3 0 Eを用いた牽引自動車1 Eの構成）

第5実施形態に係る牽引自動車1 Eの構成は、第1実施形態で説明した図1の牽引自動車1 Aの構成と同様であるため、同一機能を有する部分の詳細な説明は省略する。本実施形態で用いるターゲット部材の形状、数、および被牽引車3上における設置位置は限定されず、例えば第1実施形態～第4実施形態のいずれかと同様の形状および数で被牽引車3上に設置されたターゲ

ット部材を用いることができる。

[0081] 本実施形態に係る連結角検出装置30Eは、図16に示すように、計測情報取得部301と、フィルタリング部302と、回転角度算出部310と、連結角検出部306Eとを有する。このうち、回転角度算出部310および連結角検出部306E以外の機能部が有する機能は第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0082] 回転角度算出部310は、牽引車2と被牽引車3との連結角が 0° のときにセンサ20で計測された情報に基づいて取得したターゲット部材の形状情報である第1形状情報を予め保持する。回転角度算出部310は、保持したターゲット部材の形状情報と、任意の時点でセンサ20により計測された情報に基づいて取得したターゲット部材の形状情報である第2形状情報とに基づいて、センサ20の位置を基点としたターゲット部材の回転角度を算出する。

[0083] 連結角検出部306Eは、回転角度算出部310で算出した回転角度を、任意の時点における牽引自動車1Eの連結角として検出する。

[0084] (第5実施形態に係る連結角検出装置30Eを用いた牽引自動車1Eの動作)

本実施形態に係る連結角検出装置30Eを用いた牽引自動車1Eの動作について説明する。ここでは一例として、矩形形状で形成された1個のターゲット部材40-7を被牽引車3上に設置した場合について説明する。本実施形態において回転角度算出部310は、牽引車2と被牽引車3との連結角が 0° のときのターゲット部材40-7の形状情報として、連結角が 0° のときにセンサ20で計測されたターゲット部材40-7内の複数の計測点群の位置情報を保持している。

[0085] 牽引自動車1Eの走行中、センサ20は、被牽引車3の上面エリアにあるターゲット部材40-7を含む物体内の複数の計測点までの距離を所定時間間隔で計測する。センサ20は、ターゲット部材40-7内の複数の計測点に関する計測情報を抽出し、連結角検出装置30Eに送出する。

- [0086] 図17は、連結角検出装置30Eがセンサ20から計測情報を取得したときに実行する連結角検出処理の流れを示すフローチャートである。図17のステップS71およびS72の処理は、第1実施形態で説明したステップS1およびS2の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。
- [0087] ステップS72でフィルタリング部302がフィルタリング処理により測距距離が所定範囲内の計測情報を抽出すると、ステップS73に移行する。ステップS73では、回転角度算出部310が、フィルタリング処理により抽出された計測情報と、予め保持したターゲット部材40-7内の複数の計測点群の位置情報とに基づいて、センサ20の位置を基点とした計測点群の回転角度を算出する。回転角度算出部310は、計測点群の回転角度の算出処理に、例えばICP (Iterative Closest Point) アルゴリズムを用いることができる。
- [0088] 図18では、牽引車2と被牽引車3との連結角が 0° のときのターゲット部材40-7の位置を(a)に示し、走行中の任意の時点におけるターゲット部材40-7の位置を(b)に示す。このとき、回転角度算出部310は、センサ20の位置を基点とした、ターゲット部材40-7が(a)の位置にあるときの計測点群と、(b)の位置にあるときの計測点群との回転角度 θ を算出する。
- [0089] 次に、連結角検出部306Eが、回転角度算出部310で算出した計測点群の回転角度 θ を、牽引自動車1Eの連結角として検出する(S73)。
- [0090] 第5実施形態によれば、牽引自動車1Eの牽引車2に設置したセンサ20で被牽引車3に設置したターゲット部材40-7の回転状態を計測する。このため、第1実施形態よりも簡易な処理で、牽引車2と被牽引車3との連結角を精度良く検出することができる。
- [0091] 上述した第1～第5実施形態においては、ターゲット部材を被牽引車3に設置し、センサ20を牽引車2に設置する場合について説明した。しかし、本開示はこれには限定されない。例えば、ターゲット部材を牽引車2に設置し、センサ20を被牽引車3に設置して各実施形態と同様の処理を行っても

よい。

[0092] 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。

[0093] 特願2021-187020号（出願日：2021年11月17日）の全内容は、ここに援用される。

符号の説明

- [0094] 1 A、1 B、1 C、1 D、1 E 牽引自動車（連結車両）
- 2 牽引車（第2車両又は第1車両）
 - 3 被牽引車（第1車両又は第2車両）
 - 10 運転制御装置（自動運転制御部、通知情報出力部）
 - 20 センサ（形状情報取得装置）
 - 30 A、30 B、30 C、30 D、30 E 連結角検出装置
 - 40-1～40-7 ターゲット部材
 - 306 A、306 B、306 C、306 D、306 E 連結角検出部
 - 310 回転角度算出部

請求の範囲

- [請求項1] 第1車両と前記第1車両に連結された第2車両とを含む連結車両の連結角検出装置であって、
- 前記第1車両に設置された所定形状のターゲット部材と、
- 前記第2車両に設置され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置と、
- 前記第2車両の車体の前後方向を示す情報を予め保持し、前記形状情報取得装置で取得された前記ターゲット部材の前記形状情報から所定の条件に基づいて特定した方向を前記第1車両の車体の前後方向として認識し、保持した前記第2車両の車体の前記前後方向と認識した前記第1車両の車体の前記前後方向とのなす角度を前記第1車両と前記第2車両との連結角として検出する連結角検出部と、
- を備え、
- 前記ターゲット部材は、前記連結角検出部により前記形状情報から前記所定の条件に基づいて特定される前記方向が前記第1車両の車体の前記前後方向に合うように、前記第1車両に設置された連結車両の連結角検出装置。
- [請求項2] 前記ターゲット部材は、矩形形状を有する複数個体を含み、
- 前記複数個体それぞれの前記第2車両側の1角が、前記第1車両の走行面に平行な面上で前記第1車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように設置され、
- 前記連結角検出部は、前記複数個体それぞれの形状情報から前記各1角を検出し、検出した前記各1角を結ぶ直線に垂直な方向を前記第1車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出する請求項1に記載の連結車両の連結角検出装置。
- [請求項3] 前記ターゲット部材は、長形の矩形形状を有し、
- 前記ターゲット部材の長辺が、前記第1車両の走行面に平行な面上で前記第1車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記

第 1 車両に設置され、

前記連結角検出部は、前記ターゲット部材の形状情報から前記長辺を検出し、検出した前記長辺に垂直な方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出する
請求項 1 に記載の連結車両の連結角検出装置。

[請求項4]

前記ターゲット部材は、矩形形状を有し、

前記ターゲット部材の 1 辺が、前記第 1 車両の走行面に平行な面上で前記第 1 車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記第 1 車両に設置され、

前記連結角検出部は、前記ターゲット部材の形状情報から前記 1 辺を検出し、検出した前記 1 辺の位置および方向に基づいて特定した方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出する

請求項 1 に記載の連結車両の連結角検出装置。

[請求項5]

前記ターゲット部材は、円形状を有する複数個体を含み、

前記複数個体それぞれの円の中心位置が、前記第 1 車両の走行面に平行な面上で前記第 1 車両の車体の前記前後方向に垂直な線に重なるように前記第 1 車両に設置され、

前記連結角検出部は、前記複数個体それぞれの形状情報から前記各円の中心位置を検出し、検出した前記各中心位置を結ぶ直線に垂直な方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識して前記連結角を検出する

請求項 1 に記載の連結車両の連結角検出装置。

[請求項6]

第 1 車両と前記第 1 車両に連結された第 2 車両とを含む連結車両の連結角検出装置であって、

前記第 1 車両に設置された所定形状のターゲット部材と、

前記第 2 車両に設置され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置と、

前記第1車両と前記第2車両との連結角が 0° のときに前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の形状情報を第1形状情報として予め保持し、任意の時点で前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の形状情報を第2形状情報として取得し、前記形状情報取得装置の位置を基点とした、前記第1形状情報と前記第2形状情報との回転角度を算出する回転角度算出部と、

前記回転角度算出部で算出した回転角度を、前記任意の時点における前記第1車両と前記第2車両との連結角として検出する連結角検出部と、

を備えた連結車両の連結角検出装置。

[請求項7]

請求項1～6いずれか1項に記載の連結車両の連結角検出装置と、

自車両を自動運転させ、前記連結角検出装置で検出された前記連結角が所定値以上になると、自動運転内容を変更する自動運転制御部と、

を備えた連結車両。

[請求項8]

請求項1～6いずれか1項に記載の連結車両の連結角検出装置と、

前記連結角検出装置で検出された前記連結角が所定値以上になったことを検知すると、自車両の連結角が前記所定値以上になったことを運転者に通知するための情報を出力する通知情報出力部と、

を備えた連結車両。

[請求項9]

所定形状のターゲット部材が設置された第1車両と、前記第1車両に連結され、前記ターゲット部材の形状情報を取得する形状情報取得装置が設置された第2車両とを含む連結車両であって、前記形状情報から所定の条件に基づいて特定される方向が前記第1車両の車体の前後方向に合うように前記ターゲット部材が設置された連結車両の連結角検出方法であって、

前記第2車両の車体の前後方向を示す情報を予め保持することと、

前記形状情報取得装置により取得された前記ターゲット部材の前記

形状情報から前記所定の条件に基づいて特定した方向を前記第 1 車両の車体の前記前後方向として認識することと、

保持した前記第 2 車両の車体の前記前後方向と認識した前記第 1 車両の車体の前記前後方向とのなす角度を、前記第 1 車両と前記第 2 車両との連結角として検出することと、
を備えた連結車両の連結角検出方法。