

明 細 書

発明の名称：車両積載異常検出方法及び装置

技術分野

[0001] 本開示は、車両に積載された積み荷の異常を検出する方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献 1 及び 2 は、車両に積載された積み荷の異常（荷崩れ[cargo shift]など）を検出する装置を開示している。特許文献 1 に開示された装置は、車両の荷台に生じる加速度の変化量[acceleration change]を検出する加速度変化量検出手段と、荷崩れ予測手段と、予報手段とを備えている。荷崩れ予測手段は、加速度変化量検出手段によって検出された加速度の変化量とあらかじめ定められた荷崩れ加速度変化量判定条件とに基づいて荷崩れを予測する。荷崩れが予測される場合は、予報手段が荷崩れの予報を出力する。

[0003] 特許文献 2 に開示された装置は、車両（トラクタ及びこのトラクタによって牽引されるトレーラ）の各種状態量[*various parameters indicating conditions of*]に基づいて、運転中に、エンジン駆動力、車両加速度、トレーラ質量及びトレーラ重心位置を算出する。各種状態量は、エンジン回転数、アクセル開度〔又はガバナ角度〕、トラクタ車輪速度、エアサスペンション圧、トラクタ質量、トラクタ重心位置などである。そして、算出されたトレーラ重心位置をその基準値と比較してそれらの差が所定値以上であるときには、トレーラの積み荷に荷崩れのおそれがあるとして警報が発せられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開 2 0 1 2 - 2 2 4 2 7 0 号公報

特許文献2：日本国特開平 1 0 - 1 7 5 4 7 6 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 に開示された装置では、積み荷の異常を検出するために加速度変化量検出手段、具体的にはトレーラに設けられた 3 軸加速度センサが特別に必要な。特許文献 2 に開示された装置では、積み荷が搭載されるトレーラの重心を算出するために、様々な状態量を検出する必要があり、多くのセンサが必要になる。

[0006] 本開示に係る車両積載異常検出方法及び装置の目的は、特別なセンサを設けることなく車両に積載された積み荷の積載異常を検出することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る車両積載異常検出方法では、車両の操舵制御値と前記操舵制御値に対する適正旋回半径との関係を制御マップとして予め構築し、前記車両の自己位置検出機能[self-location detection function]を利用して前記車両の実際の実旋回半径[an actual turning radius of the vehicle]を算出し、前記制御マップを用いて前記適正旋回半径と前記実旋回半径との差分を算出し、前記差分が予め定められた第一基準範囲外となった場合に前記車両に積載された積み荷に積載異常が生じたと判定する。

[0008] 本開示に係る車両積載異常検出装置は、車両の自己位置を検出する自己位置検出装置と、前記車両の実際の操舵制御値を検出する操舵検出センサと、前記車両の操舵制御値と前記操舵制御値に対する適正旋回半径との関係を制御マップとして記憶するメモリと、前記車両に搭載された積み荷の積載異常を判定するコントローラと、を備えている。前記コントローラは、前記自己位置検出装置の検出結果に基づいて前記車両の実際の実旋回半径を算出し、前記制御マップを用いて前記適正旋回半径と前記実旋回半径との差分を算出し、前記差分が予め定められた第一基準範囲外となった場合に前記積載異常が生じたと判定するように構成されている。

発明の効果

[0009] 本開示に係る車両積載異常検出方法又は装置によれば、特別なセンサを設けることなく積み荷の異常を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]積み荷の重心位置と車両の旋回特性との関係を示す平面図であり、（a）は重心位置が旋回中心側（旋回内側）にある場合、（b）は重心位置が旋回外側にある場合を示している。

[図2]実施形態に係る車両積載異常検出装置を搭載した車両（トラクタ及びトレーラ）の構成図である。

[図3]実施形態に係る車両積載異常検出方法のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、実施形態について、図面を参照して説明する。

[0012] 本実施形態では、積み荷の重心位置と車両の旋回特性との関係から、車両に積載された積み荷の異常（荷崩れ）を検出する。まず、積み荷の重心位置と車両の旋回特性との関係について図1を参照して説明する。車両1の積み荷の重心位置Gは、平面視において車両の前後中心線上に位置するのが理想である。重心位置Gが前後中心線上ある場合の所定操舵制御値に対する旋回軌跡C0が図1（a）及び図1（b）中に示されている。旋回軌跡C0の旋回半径を適正旋回半径 r_0 とする。即ち、積載異常が生じていない場合に所定操舵制御値で車両1が旋回された場合、車両1は旋回軌跡C0（適正旋回半径 r_0 の円）を描く。

[0013] しかし、図1（a）に示されるように、積み荷の重心位置Gが旋回中心O側（旋回内側）にズレている場合、所定操舵制御値に対する結果としての実旋回半径 r_1 は適正旋回半径 r_0 よりも小さくなる。一方、図1（b）に示されるように、積み荷の重心位置Gが旋回外側にズレている場合、所定操舵制御値に対する結果としての実旋回半径 r_2 は適正旋回半径 r_0 よりも大きくなる。即ち、発明者は、重心位置と旋回特性との関係から積載異常を検出し得ることを新たに知見した。このことは、重心位置を算出又は検出することなく、旋回特性から積載異常を検出し得ることを意味する。

[0014] 本実施形態では、上述した旋回特性を利用して、所定操舵制御値に対する適正旋回半径と所定操舵制御値に対する実旋回半径との差分が所定の第一基準範囲外となると積み荷の積載異常が生じていると判定される。即ち、差分

(の絶対値) が大きいということは積み荷の重心位置が大きくずれていることを示すため、積載異常が生じていると判定される。なお、本実施形態では、図2に示されるように、車両1が、積み荷12が積載されたトレーラ10とこのトレーラ10を牽引するトラクタ11からなる場合を例に説明する。なお、トラクタは、トレーラヘッドとも呼ばれる。また、連結されているトレーラ10及びトラクタ11全体をトレーラと呼ぶこともあるが、ここでは、連結された状態のトレーラ10及びトラクタ11によって車両1が構成されているとして説明する。

[0015] また、本実施形態では、上記車両1が特定の工場などの事業所[*business site*]内で運転されている際に積載異常の検出が行われる場合を例に説明する。例えば、工場で製造された大きな製品をトレーラ10に積載して工場から出荷する際の構内走行[*in-site running*]時(又は工場到着後の構内走行時)に積載異常の検出が行われる。このような構内では、大型車両の走行速度が5 km/h以下又は10 km/h以下などに制限されているため、走行速度も既知である(又は、走行速度による旋回半径への影響を無視できる)ものとして扱うことができる。

[0016] なお、一般道を走行する場合であっても、大型積載物を交通規制及び交通整理を行いながら夜間に運搬する場合には、走行ルートも事前に決められており、かつ、車速を既知の(又は、その影響を無視し得る)パラメータとして扱える場合がある。大型積載物としては、例えば、電車の車両、航空機又はロケットの一部、橋梁の一部などが挙げられる。このような大型積載物は、トレーラ(車両)への積載時に不安定になりやすいものも多く、本実施形態の積載異常検出は有効である。そして、このような走行ルートが既知で、かつ、車速を既知の(又は、その旋回特性への影響を無視し得る)パラメータとして扱える場合も、上述した構内での走行(自動運転走行も含み得る)と同様に積載異常検出を行うことができる。

[0017] また、ここでは、構内走行が自動運転によって行われることを想定している。構内では走行速度だけでなく走行ルートも特定できるため、一般道での

自動運転よりも自動運転を導入しやすい。さらに、構内であれば、走行路の詳細な三次元マップ（二次元マップでもよい）を作成しやすく、自動運転を導入しやすい。またさらに、構内道路は一般道ではないため道路交通法の適用外となる場合があり、自動運転を導入しやすい。本開示の積載異常検出方法及び装置は、このような構内での自動運転の場合に非常に有用である。

[0018] 図2に、本実施形態の積載異常検出装置の構成図を示す。上述したように、車両1は、トラクタ11とトレーラ10とで構成されており、トレーラ10には積み荷12としてコンテナが積載されている。なお、車両1は内燃機関車（ICV）、電気自動車（BEV・FCEV）、ハイブリッド電気自動車（HEV）などの駆動形式は問われない。コンテナの内部にはその全体の重心が車両1の前後中心線上となるように積み荷12が積まれるのが通常である。しかし、コンテナの内部で荷崩れが生じれば積み荷12の重心は移動し得る。積載異常検出装置は、車両1の各種状態量を検出するセンサ類と積載異常検出を司るコントローラ2とを備えている。コントローラ2は、コンピュータであり、CPU及び異常検出プログラムなどが保存されたメモリなどからなる。コントローラ2は、車両1に搭載された他のシステムと統合されたコントローラでもよく、本実施形態のコントローラ2は自動運転も制御する。

[0019] 車両1は、各種状態量を検出するセンサ類としては、車速センサ3と、舵角センサ4と、アクセルペダルストロークセンサ5と、ブレーキペダルストロークセンサ6とを備えており、これらのセンサはコントローラ2と接続されている。なお、これらのセンサは、他のシステムのコントローラ（例えば、エンジンECU及びABS/VSC-ECUなど）を経由してコントローラ2に接続されてもよい。即ち、これらのセンサの検出値が他のシステムのコントローラを経由してコントローラ2に供給されてもよい。

[0020] 車速センサ3は、トラクタ11の車軸の回転から車両1の走行速度（車速）を検出する。なお、車速は、後述する自己位置検出装置の検出結果に基づいて算出されてもよい（この場合は、自己位置検出装置及びコントローラ2

が車速センサを構成する)。舵角センサ4は、ステアリングホイール4aの操舵角(舵角要求値)を検出する。本実施形態では、積載異常を検出する状況ではステアリングホイール4aの舵角要求値(操舵角)がそのまま転舵車輪の舵角制御値となる。舵角センサ4は、舵角要求値や舵角制御値などの操舵制御に関する制御値(操舵制御値)を検出する操舵検出センサである。

[0021] 例えば、自動運転制御又は車両挙動安定制御(VSC)などのためにステアバイワイヤシステムが利用される場合、(舵角要求値)=(舵角制御値)とはならない場合がある。運転者ではなく自動運転システムが車両1の操舵を制御する場合、運転者はステアリングホイール4aを操作しないので舵角要求値は存在せず、自動運転システムが舵角制御値を決定して転舵車輪を転舵する。また、舵角要求値が車両挙動安定制御によって補正されて舵角制御値が算出される場合は、(舵角要求値)=(舵角制御値)とならない。ただし、舵角要求値が存在する場合は舵角要求値に基づいて舵角制御値が算出されるため、舵角要求値から舵角制御値を取得することができる。

[0022] なお、本実施形態の車両1では、完全なステアバイワイヤシステムは採用されておらず、自動運転時には、パワーステアリングシステムのアクチュエータを利用して転舵車輪が舵角制御値となるように制御される(ステアリングホイールも回転する)。従って、アクチュエータの状態を検出することで、舵角制御値を直接検出することもできる。例えば、アクチュエータがサーボモータであるような場合はその制御状態を検出することができるので、舵角制御値を直接検出することも可能である。

[0023] また、低速時の車両の取り回しを改善するために車速応動可変ギアレシオステアリング(VGS)システム又は四輪操舵(4WS)システムが採用される場合もある。VGSシステムは、ステアリングホイールの舵角要求値(操舵角)に対する転舵車輪の舵角制御値(転舵角)の割合、即ちギアレシオを低速時に大きくする(速度に応じて可変制御する)システムである。低速時には高速時に比べてステアリングホイールの操舵角に対して転舵車輪が大きく転舵され、車両の取り回しが向上する。また、4WSシステムでは、低

速時に前輪（転舵車輪）に対して後輪が逆相に転舵されるため、車両の取り回しが向上する。なお、トラクタ及びトレーラからなる車両又はトラックは、乗用車とは違って、多くの場合四つ以上の車輪を有するが、ここではそのような場合も含めて4WSシステムと呼ぶ。

[0024] これらの場合も、舵角要求値が存在する場合は舵角要求値に基づいて舵角制御値が算出されるため、舵角要求値から舵角制御値を取得することができる。本実施形態では、舵角要求値に基づいて積載異常検出が行われる。上述した操舵検出センサ（本実施形態では舵角センサ4）は、ステアリングシステムがこれらの補助システムと統合されている場合でも、操舵制御に関する制御値（操舵制御値）を検出するセンサである。操舵制御値は、舵角要求値、舵角制御値、又は、それら両方である。

[0025] アクセルペダルストロークセンサ5は、アクセルペダルの操作量（駆動力要求値）を検出するセンサである。上述した舵角センサ4と同様に、アクセルバイワイヤシステム又はVSCシステムが利用される場合、（駆動力要求値）＝（駆動力制御値）とはならない場合がある。また、ハイブリッドシステムが採用されている場合、駆動力要求値に対して、内燃機関とモータとで駆動力を分担する場合もあり、駆動力制御値はそれぞれ別々に設定され得る。また、運転者ではなく自動運転システムが車両1の駆動を制御する場合、運転者はアクセルペダルを操作しないので駆動力要求値は存在せず、自動運転システムが駆動力制御値を決定して車両1を走行させる。しかし、ここでも同様に、駆動力要求値が存在する場合は駆動力要求値に基づいて駆動力制御値が算出されるため、制動力要求値から制動力制御値を取得することができる。

[0026] ブレーキペダルストロークセンサ6は、ブレーキペダルの操作量（制動力要求値）を検出するセンサである。上述した舵角センサ4及びアクセルペダルストロークセンサ5と同様に、ブレーキバイワイヤシステム、ABSシステム又はVSCシステムが利用される場合、（制動力要求値）＝（制動力制御値）とはならない場合がある。電気自動車（EV）では、制動力要求値に

対して、流体圧ブレーキ（油圧ブレーキ又はエアブレーキ）による制動と回生発電による制動とで制動力を分担する場合がある。このような場合、制動力制御値はそれぞれの制動に関して別々に設定され得る。また、運転者ではなく自動運転システムが車両 1 の制動を制御する場合、運転者はブレーキペダルを操作しないので制動力要求値は存在しない。このような場合、自動運転システムが制動力制御値を決定して車両 1 を走行させる。しかし、ここでも同様に、制動力要求値が存在する場合は制動力要求値に基づいて制動力制御値が算出されるため、制動力要求値から制動力制御値を取得することができる。

[0027] 上述したように、車両 1 に搭載された自動運転システムはコントローラ 2 によって制御される。従って、転舵車輪の転舵及び車両 1 の駆動・制動を自動制御するための各種アクチュエータ類（図 2 には示されていない）もコントローラ 2 によって制御され得る。コントローラ 2 は、自動運転時にはこれらのアクチュエータ類を制御する。また、自動運転システムは、そのシステムの一部として、車両 1 の自己位置検出機能を備えている。具体的には、自動運転システムは、GPS システム（GPS アンテナ 7）とジャイロセンサ（慣性センサ）8 とを併用した自己位置検出装置を備えている。即ち、GPS システム（GPS アンテナ 7）、ジャイロセンサ 8 及びコントローラ 2 によって、車両 1 の自己位置を検出する自己位置検出装置が構成されている。

[0028] なお、ここに言う GPS の語は、米国の衛星測位システムのみを指すのではなく、衛星測位システム全般を指す語として用いられている。また、これには、複数の衛星測位システムを同時利用するシステムも含まれる（例えば、米国の GPS、ロシアの GLONASS、日本のみちびきの同時利用など）。また、車両に自動運転システムが搭載されていなくても、ナビゲーションシステムが搭載されていれば、車両積載異常検出装置は、当該ナビゲーションシステムの自己位置検出機能を利用することが可能である。

[0029] さらに、本実施形態の自動運転システム（車両 1 のコントローラ 2）は、運行管理システム 9 と通信する通信機能（通信アンテナ 9 a）を備えており

、コントローラ 2 は運行管理システム 9 と無線通信で各種データを送受信する。コントローラ 2 は、運行管理システム 9（通信アンテナ 9 a）を介して、運行ルート及び後述する制御マップを受信して、その内部のメモリに保存することが可能である。なお、本実施形態の運行管理システム 9 は、車両 1 と無線通信するが、有線通信してもよい。有線通信の場合は、接続ケーブルを用いて運行開始前にデータの送受信が行われた後、接続ケーブルは取り外される。また、通信によらず、記憶媒体などを介してデータがやり取りされてもよい。

[0030] 本実施形態において積載異常を検出するための（自動運転システム及び運行管理システム 9 を除いた）上述した装置（センサ類）は、コントローラ 2 以外は車両 1 が通常備えている装備であり、積載異常検出のための特別なセンサを搭載しているわけではない。特に、本実施形態では、積載異常検出のコントローラ 2 に自動運転のコントローラの機能が統合されている。即ち、本実施形態の積載異常検出装置（方法）は、車両 1 に搭載されている既存の装置を活用して運用される。

[0031] 上述した構成を有する積載異常検出装置を用いた積載異常検出方法について、図 3 のフローチャートを参照しつつ説明する。まず、車両 1 の操舵制御値（本実施形態では、舵角センサ 4 によって検出されるステアリングホイール 4 a の操舵角、即ち、舵角要求値）と当該操舵制御値に対する適正旋回半径との関係が、制御マップとして予め構築される（ステップ S 0）。即ち、運行に用いている車両 1（車載異常なし）に関して、ステアリングホイール 4 a がある操舵角（舵角要求値：操舵制御値）で操作された結果として車両 1 が描くはずの旋回軌跡の半径が、制御マップとして構築される。制御マップは、コントローラ 2 のメモリに保存される。

[0032] そして、実際の車両 1 の旋回時に、コントローラ 2 によって、自己位置検出機能（装置：GPS アンテナ 7 を含む GPS システム及びジャイロセンサ 8）を利用して実旋回半径が算出される（ステップ S 1）。実旋回半径の算出は、まず、旋回中の複数の自己位置が自己位置検出機能（装置）によって

求められる。そして、求められた複数の自己位置を用いて最小二乗法による円近似を行う。近似された円の半径が実旋回半径として算出される。

[0033] 次に、コントローラ 2 は、制御マップを用いて適正旋回半径と実旋回半径との差分を算出する（ステップ S 2 ～ S 3）。より詳しくは、まず、操舵検出センサ（舵角センサ 4）の検出結果に基づいて、積載異常のない車両 1 が描くはずの適正旋回半径が制御マップから求められる（ステップ S 2）。次に、ステップ S 1 で算出された実回半径とステップ S 2 で求められた適正旋回半径とから差分が算出される（ステップ S 3）。

[0034] 続いて、この算出された差分が予め定められた第一基準範囲外であるか否かが判定される（ステップ S 4）。差分が第一基準範囲外の場合（ステップ S 4 で YES）には、コントローラ 2 は車両 1 に積載された積み荷に積載異常が生じたと判定する（ステップ S 5）。一方、差分が第一基準範囲内であれば（ステップ S 4 で NO）、積載異常は生じていないと判断されて処理はステップ S 1 に戻り、引き続き積載異常の監視が続行される。ステップ S 5 で積載異常が生じていると判定された場合、運転者に警告音又は警告表示が出力される。

[0035] 第一基準範囲と差分とについて、図 1 を例にして説明する。まず、図 1（a）に示されるように実旋回半径が適正旋回半径 r_0 よりも小さい場合について説明する。ここでは、旋回半径 r_1 が、積載異常と積載正常との閾値であるとする（ $0 < r_1 < r_0$ ）。実旋回半径が r_1 よりも更になくなれば積載異常となる。 $r_1 - r_0 = \alpha_1 (< 0)$ とする。一方、図 1（b）に示されるように実旋回半径が適正旋回半径 r_0 よりも大きい場合について説明する。ここでは、旋回半径 r_2 が、積載異常と積載正常との閾値であるとする（ $0 < r_0 < r_2$ ）。実旋回半径が r_2 よりも更に大きくなれば積載異常となる。 $r_2 - r_0 = \beta_1 (> 0)$ とする。

[0036] ここで、コントローラ 2 によって算出された実旋回半径と適正旋回半径との差分 = （実旋回半径） - （適正旋回半径）を D とする。 $\alpha_1 \leq D \leq \beta_1$ であれば、差分 D は第一基準範囲（ $\alpha_1 \sim \beta_1$ ）内にある（ステップ S 4 で N

0)。一方、 $D < \alpha 1$ 又は $\beta 1 < D$ の場合は、差分 D は第一基準範囲 ($\alpha 1 \sim \beta 1$) 外にあり (ステップ S 4 で YES)、積載異常が生じていると判定される (ステップ S 5)。なお、 $|\alpha 1| = |\beta 1|$ でもよいし、 $|\alpha 1| \neq |\beta 1|$ でもよい。本実施形態では、制御マップには、運行されている車両 1 (トラレー 1 0) 及び積み荷 1 2 の組み合わせに関して、上述した操舵制御値と適正旋回半径との関係に加えて、適正旋回半径に対する第一基準範囲も定義されている。本実施形態では、車両 1 (トラレー 1 0) 及び積み荷 1 2 に対応した制御マップが、運行管理システム 9 から無線通信で通信アンテナ 9 a を介してコントローラ 2 に送信されてその内部のメモリに記憶される。

[0037] また、本実施形態では、ステップ S 4 において、コントローラ 2 は、差分が第一基準範囲外となっている状態が連続して所定時間 (例えば、1 秒間) 継続した場合に、ステップ S 4 を肯定する。このようにすることで、外乱 (路面不整、強風など) によって実旋回半径に瞬間的な変化が生じた場合に、実際は積載異常ではないのに積載異常であると判定されてしまうようなことを防止できる。即ち、積載異常検出制御の精度を向上させることができる。

[0038] また、上述したように、ステップ S 5 で積載異常が生じていると判定された場合には、運転者への警告出力と同時に、車両 1 を自動停止させたり、車両 1 を上限速度が設定された低速走行モードで制御したりしてもよい。なお、警告を出力せずに、車両 1 を自動停止させたり、車両 1 を低速走行モードで制御したりしてもよい。このようにすることで、積載異常が生じていると判定された場合に、車両 1 をより安全に走行させることができる。

[0039] 上述したように、車両 1 は自動運転可能であるため、コントローラ 2 は、車両 1 を自動停止させることも可能であるし、車両 1 を低速走行モードで制御することも可能である。低速モードで制御する場合、例えば、上述したように 10 km/h 以下に制限された構内で車両 1 が自動運転されている状況で積載異常が生じていると判定された場合には、上限速度がさらに低速の 5 km/h に設定された低速走行モードでの自動運転に移行する。

[0040] あるいは、ステップS5で積載異常が生じていると判定された場合に、自動運転システムの各種アクチュエータ類を利用して、旋回特性の変化を補償する制御、即ち、ステップS1～S3で算出された旋回半径の差分を解消する制御が行われてもよい。例えば、まず、コントローラ2が、自己位置検出機能（装置）によって検出した自己位置と運行管理システム9によって取得した本来の目標位置とを比較する。そして、コントローラ2は、比較結果に基づいて、自己位置と目標位置とが一致するように、即ち、ステップS1～S3で算出された旋回半径の差分を解消するようにステアリングシステム（ステアリング制御）、又は、ABSシステム及びVSCシステム（駆動力制御及び制動力制御）を制御する。積載異常が軽微で走行は問題ないが旋回特性は補償したいような場合には、このような制御を行うことで適切に車両1を旋回させることができる。特に、自動運転の場合はこのような制御は有用である。

[0041] ここで、第一基準範囲を内包する第二基準範囲がさらに設定され、算出された差分が第二基準範囲外となった場合には、積載異常が生じたと判定すると共に車両1のシャーシに異常があると判定してもよい。ここに言う「シャーシ」とは、トレーラ10の積み荷12（コンテナ）が搭載される部分だけを指すのではなく、車両1（トレーラ10及びトラクタ11）の車体以外の部分（サスペンション及びタイヤを含む）を指す。算出された差分が、非常に大きくなる場合、即ち、実旋回半径と適正旋回半径との差分が非常に大きくなる場合は、積載異常に加えてシャーシの異常も生じていると判定する。逆に言えば、積載異常だけでなくシャーシにも異常がなければ、差分は非常に大きくなる。シャーシの異常としては、タイヤの空気圧低下、サスペンションジオメトリの異常などが挙げられる。このようにすることで、積載異常だけでなくシャーシの異常をも同時に検出することが可能となる。

[0042] 例えば、第一基準範囲（ $\alpha 1 \sim \beta 1$ ）を内包する第二基準範囲（ $\alpha 2 \sim \beta 2$ ）が設定される（ $\alpha 2 < \alpha 1$ 、 $\beta 1 < \beta 2$ ）。そして、（ $D < \alpha 1$ 又は $\beta 1 < D$ ）、かつ、 $\alpha 2 \leq D \leq \beta 2$ の場合は、単に、積載異常のみが生じてい

ると判定される。しかし、 $D < \alpha^2$ 又は $\beta^2 < D$ の場合は、単なる積載異常だけでは生じ得ない旋回特性の変化が生じており、その原因はシャーシにあると推測される。従って、このような場合は、積載異常に加えてシャーシにも異常が生じていると判定される。なお、 $|\alpha^2| = |\beta^2|$ でもよいし、 $|\alpha^2| \neq |\beta^2|$ でもよい。また、ここでも、差分が第二基準範囲外となっている状態が連続して所定時間（例えば、1 秒間）継続した場合に積載異常及びシャーシ異常であると判定することで、検出精度を向上させることができる。

[0043] 上述したように、本実施形態において積載異常を検出するための各種装置（センサ類）は、車両が通常備えている装備であり、積載異常検出のための特別なセンサを搭載しているわけではない。なお、本実施形態では自動運転システム及び運行管理システム 9 を備えているが、これらは積載異常検出に必須ではない。車両 1 がナビゲーションシステムを備えていれば、ナビゲーションシステムの自己位置検出機能を積載異常検出に利用できる。即ち、本実施形態によれば、特別なセンサを設けることなく車両に積載された積み荷の積載異常を検出することができる。

[0044] なお、上記実施形態では、事業所などの構内での旋回時に積載異常の検出を行う場合を例に説明し、車速を既知の（又は、旋回特性への影響を無視し得る）パラメータとして扱った。しかし、本開示の装置及び方法は、車速が逐次変化する一般道の走行時にも適用が可能であり、このような場合は、車速もパラメータとして扱うことで、旋回特性に基づく積載異常検出が可能である。この場合、操舵制御値及び車速に基づいて適正旋回半径が求められる。また、第一基準範囲に関しては、適正旋回半径及び車速に基づいて適用される第一基準範囲が決定される。このような場合、制御マップも車速を考慮して構築される。

[0045] また、上記実施形態では、制御マップを事前に構築するものとした。ここで、制御マップの構築を、積載異常がないと確認されている車両 1 の実走行時に取得したデータに基づいて構築してもよい。即ち、制御マップを車両 1

の実走行時に構築することも可能である。上述したように、制御マップの構築に必要なデータは車両に搭載されているセンサ類（車速センサ 3、自己位置検出装置及び操舵検出センサなど）によって取得でき、特別なセンサを必要としない。従って、制御マップを車両 1 の実走行時に構築することも可能である。この場合は、コントローラ 2 のメモリに制御マップ構築のためのプログラムを保存しており、このマップ構築プログラムを利用してコントローラ 2 が制御マップを構築する。このようにすれば、制御マップを効率よく構築することができる。

[0046] また、上記実施形態では、自己位置検出装置として GPS アンテナ 7 及びジャイロセンサ 8 を利用したが、自己位置検出装置はこれに限られない。例えば、事業所などの構内であれば、走行路にマーカー又は通信機を設置するなどして路車間通信を行うことも容易であり、GPS アンテナ 7 及びジャイロセンサ 8 と共にこのような設備を含めて自己位置検出装置として採用することも考えられる。

[0047] また、上記実施形態の車両 1 は、積み荷 12 が積載されたトレーラ 10 とこのトレーラ 10 を牽引するトラクタ 11 で構成された。トラクタ 11 に対してトレーラ 10 は平面視で揺動し得るが、自己位置検出装置が搭載される車両 1 はこのような揺動が生じ得ないトラックでもよい。トラックでも上述した旋回特性を用いた積載異常検出を行うことが可能である。

符号の説明

- [0048] 1 車両
2 コントローラ（メモリ：自己位置検出装置）
3 車速センサ
4 舵角センサ（操舵検出センサ）
7 GPS アンテナ（自己位置検出装置）
8 ジャイロセンサ（自己位置検出装置）
12 積み荷

請求の範囲

- [請求項1] 車両積載異常検出方法であって、
- 車両の操舵制御値と前記操舵制御値に対する適正旋回半径との関係を制御マップとして予め構築し、
- 前記車両の自己位置検出機能を利用して前記車両の実際の実旋回半径を算出し、
- 前記制御マップを用いて前記適正旋回半径と前記実旋回半径との差分を算出し、
- 前記差分が予め定められた第一基準範囲外となった場合に前記車両に積載された積み荷に積載異常が生じたと判定する、車両積載異常検出方法。
- [請求項2] 前記差分が前記第一基準範囲外となった状況が所定時間継続した場合に、前記積載異常が生じたと判定する、請求項1に記載の車両積載異常検出方法。
- [請求項3] 前記積載異常と判定された際に、（１）前記車両を自動停止させる、（２）前記車両を上限速度が設定された低速走行モードで制御する、又は、（３）算出された前記適正旋回半径と前記実旋回半径との前記差分を解消するよう前記車両を制御する、請求項1又は2に記載の車両積載異常検出方法。
- [請求項4] 前記制御マップが前記車両の車速もパラメータとして構築され、検出された前記車両の車速も利用して前記差分が算出される、請求項1～3の何れか一項に記載の車両積載異常検出方法。
- [請求項5] 前記制御マップを前記車両の実走行時に構築する、請求項1～4の何れか一項に記載の車両積載異常検出方法。
- [請求項6] 前記第一基準範囲を内包する第二基準範囲を設定し、前記差分が第二基準範囲外となった場合には前記積載異常が生じたと判定すると共に前記車両のシャーシに異常があると判定する、請求項1～5の何れか一項に記載の車両積載異常検出方法。

- [請求項7] 車両積載異常検出装置であって、
 車両の自己位置を検出する自己位置検出装置と、
 前記車両の実際の操舵制御値を検出する操舵検出センサと、
 前記車両の操舵制御値と前記操舵制御値に対する適正旋回半径との
 関係を制御マップとして記憶するメモリと、
 前記車両に搭載された積み荷の積載異常を判定するコントローラと
 、を備えており、
 前記コントローラが、前記自己位置検出装置の検出結果に基づいて
 前記車両の実際の実旋回半径を算出し、前記制御マップを用いて前記
 適正旋回半径と前記実旋回半径との差分を算出し、前記差分が予め定
 められた第一基準範囲外となった場合に前記積載異常が生じたと判定
 するように構成されている、車両積載異常検出装置。
- [請求項8] 前記コントローラは、前記差分が前記第一基準範囲外となった状況
 が所定時間継続した場合に、前記積載異常が生じたと判定するように
 構成されている、請求項7に記載の車両積載異常検出装置。
- [請求項9] 前記コントローラが、前記積載異常が生じたと判定した際に、（1）
 前記車両を自動停止させる、（2）前記車両を上限速度が設定され
 た低速走行モードで制御する、又は、（3）算出された前記適正旋回
 半径と前記実旋回半径との前記差分を解消するよう前記車両を制御す
 る、ように構成されている、請求項7又は8に記載の車両積載異常検
 出装置。
- [請求項10] 前記車両の車速を検出する車速センサをさらに備えており、
 前記制御マップが前記車両の車速もパラメータとして構築されて前
 記メモリに保存されており、
 前記コントローラが、前記車速センサによって検出された車速も利
 用して前記差分を算出するように構成されている、請求項7～9のい
 ずれか一項に記載の車両積載異常検出装置。
- [請求項11] 前記コントローラが、前記車両の実走行時の前記自己位置検出装置

及び前記操舵検出センサの検出結果を利用して前記制御マップを構築する、請求項 7 ～ 9 の何れか一項に記載の車両積載異常検出装置。

[請求項12] 前記コントローラが、前記車両の実走行時の前記車速センサ、前記自己位置検出装置及び前記操舵検出センサの検出結果を利用して前記制御マップを構築する、請求項 10 に記載の車両積載異常検出装置。

[請求項13] 前記コントローラは、前記差分が前記第一基準範囲を内包する第二基準範囲外となった場合には前記積載異常が生じたと判定すると共に前記車両のシャーシに異常があると判定するように構成されている、請求項 7 ～ 12 の何れか一項に記載の車両積載異常検出装置。