

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7701459号
(P7701459)

(45)発行日 令和7年7月1日(2025.7.1)

(24)登録日 令和7年6月23日(2025.6.23)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 W 30/09 (2012.01)

B 6 0 W 30/09

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G 1/16

C

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2023-550756(P2023-550756)	(73)特許権者	000005348
(86)(22)出願日	令和3年9月28日(2021.9.28)		株式会社SUBARU
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/035511		東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(87)国際公開番号	WO2023/053165	(74)代理人	110000419
(87)国際公開日	令和5年4月6日(2023.4.6)		弁理士法人太田特許事務所
審査請求日	令和5年10月18日(2023.10.18)	(72)発明者	竹林 洋亮
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
			株式会社SUBARU内
		(72)発明者	吉田 優
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
			株式会社SUBARU内
		(72)発明者	加藤 颯
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
			株式会社SUBARU内
		(72)発明者	高尾 英行
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運転支援装置及びコンピュータプログラムを記録した記録媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の周囲の障害物との衝突リスクに基づいて前記自車両の運転条件を設定する運転支援装置において、

一つ又は複数のプロセッサと、前記一つ又は複数のプロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、

前記一つ又は複数のプロセッサは、

前記自車両の周囲の移動体及び周囲環境を検出し、

検出された前記移動体の現在のヨーレート及び速度から想定される前記移動体の加速度及び操舵角速度に基づいて前記移動体の運転行動を予測し、

予測した前記移動体の運転行動のそれぞれについて、所定時間後の前記移動体と前記自車両との距離と、前記加速度での操作が行われる確率と、前記操舵角速度での操作が行われる確率と、前記自車両と前記移動体との衝突が発生した際に生じる障害の大きさを示す障害リスクと、に基づいて所定時間後の前記移動体と前記自車両との衝突リスクを算出し、

前記衝突リスクに基づいて前記自車両の運転条件を設定する、

ことを含む処理を実行する、運転支援装置。

【請求項2】

前記一つ又は複数のプロセッサは、

前記自車両に設定可能な運転条件についてそれぞれ所定時間後の前記自車両の位置を求め、

予測した前記移動体の運転行動のそれぞれについて、所定時間後の前記移動体と前記自車両との距離と、前記加速度での操作が行われる確率と、前記操舵角速度での操作が行われる確率と、前記自車両に設定可能な運転条件によるそれぞれの前記所定時間後の前記自車両の位置と、前記障害リスクと、に基づいて、前記所定時間後の衝突リスクを算出する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 3】

前記一つ又は複数のプロセッサは、
前記自車両と前記移動体との相対速度、又は、前記自車両の向きと前記移動体の向きとがなす角度の少なくとも一方に基づいて、前記移動体の運転行動のそれぞれについて前記所定時間後の障害リスクを算出する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

10

【請求項 4】

前記一つ又は複数のプロセッサは、
前記移動体に対する前記自車両の衝突位置に基づいて、前記移動体の運転行動のそれぞれについて前記所定時間後の障害リスクを算出する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 5】

前記運転支援装置は、
複数の移動体が過去に行った運転行動を走行状態及び周囲環境に関連付けて記憶した運転行動データベースを備え、

前記一つ又は複数のプロセッサは、
前記運転行動データベースに基づいて、検出された前記移動体の走行状態及び前記周囲環境において前記移動体が前記それぞれの運転行動を行う確率を算出する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

20

【請求項 6】

前記運転行動データベースは、
それぞれの前記移動体の運転特性の情報及び前記移動体の過去の運転行動を走行状態及び周囲環境に関連付けて記憶し、

前記一つ又は複数のプロセッサは、
前記運転行動データベースに基づいて、検出された前記移動体の走行状態及び前記周囲環境において前記移動体が前記それぞれの運転行動を行う確率を算出する、請求項 5 に記載の運転支援装置。

30

【請求項 7】

前記一つ又は複数のプロセッサは、
前記移動体に自動運転中の車両が含まれる場合、前記自動運転車両の運転行動の情報を取得するとともに、取得した前記運転行動の情報をさらに用いて前記自車両の衝突リスクを算出し、前記自車両の運転条件を設定する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 8】

自車両の周囲の障害物との衝突リスクに基づいて前記自車両の運転条件を設定する運転支援装置に適用されるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、
一つ又は複数のプロセッサに、

前記自車両の周囲の移動体及び周囲環境を検出することと、
検出された前記移動体の現在のヨーレート及び速度から想定される前記移動体の加速度及び操舵角速度に基づいて前記移動体の運転行動を予測することと、

40

予測した前記移動体の運転行動のそれぞれについて、所定時間後の前記移動体と前記自車両との距離と、前記加速度での操作が行われる確率と、前記操舵角速度での操作が行われる確率と、前記自車両と前記移動体との衝突が発生した際に生じる障害の大きさを示す障害リスクと、に基づいて所定時間後の前記移動体と前記自車両との衝突リスクを算出することと、

前記衝突リスクに基づいて前記自車両の運転条件を設定することと、
を含む処理を実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本開示は、車両の周囲の障害物との衝突リスクに基づいて車両の運転を支援する運転支援装置及びコンピュータプログラムを記録した記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、主として交通事故の削減及び運転負荷の軽減を目的として、運転支援機能や自動運転機能が搭載された車両の実用化が進められている。例えば自車両に設けられた車外撮影カメラやLiDAR (Light Detection and Ranging) 等の種々のセンサにより検出された情報に基づいて自車両の周囲に存在する障害物を検知し、自車両と障害物との衝突を回避するよう自車両の運転を支援する装置が知られている。

10

【0003】

このような運転支援装置として、特許文献1には、回避経路が安全な走行経路であるかを判定する衝突回避制御装置が提案されている。具体的に、特許文献1には、前方障害物との衝突を回避するための回避経路を設定する回避経路設定手段と、回避経路の信頼度を算出する信頼度算出手段と、回避経路に沿った自動操舵を実行するか否かを判定する自動操舵制御手段と、車両前方の領域を複数の領域に分割してなる単位領域が障害物領域であるか不明領域であるかを特定する単位領域特定手段を備え、自車両から同一の距離においては、障害物領域の方が不明領域よりもコストが高く設定され、信頼度算出手段は、回避経路を含む回避領域内に存在する障害物領域の個数及びコスト並びに不明領域の個数及びコストに基づいて回避領域コストを算出し、回避領域コストに基づいて回避経路の信頼度を算出する衝突回避制御装置が開示されている。

20

【0004】

また、特許文献2には、障害物がその環境内で行おうとする挙動を確定又は識別し、衝突リスクを低減するシステムが提案されている。具体的に、特許文献2には、地図及びルート情報に基づいて各オブジェクトについての1つ又は複数の予測軌跡を計算して、そのオブジェクトについての予測軌跡集合を生成し、予測軌跡集合を用いてオブジェクトが運転環境内を移動する可能性がある予測軌跡の複数の組み合わせを列挙し、組み合わせごとにリスク値を計算し、複数の対応するリスク値を生成し、対応するリスク値に含まれる最低リスク値を有する組み合わせに基づいて自動運転車両を制御するシステムが開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2018-197048号公報

【文献】特開2020-015493号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の衝突回避制御装置は、自車両の周囲の他車両の動きを考慮していないため、他車両の動きによっては衝突のリスクや衝突時に発生する障害のリスクが高くなるおそれがある。また、特許文献2に記載のシステムは、他車両の動きを考慮しているものの、地図及びルート情報と交通ルールを考慮して他車両の左折、右折、直進、又は後退等の移動意図を予測するにすぎず、地図及びルートからは予測不可能な他車両の動きを予測することができない。このため、特許文献2に記載のシステムにおいても、他車両の動きによって衝突のリスクや衝突時に発生する障害のリスクが高くなるおそれがある。

40

【0007】

本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、予測される移動体の動きを考慮して移動体に対する自車両の衝突のリスクを低減可能な運転支

50

援装置及びコンピュータプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本開示のある観点によれば、自車両の周囲の障害物との衝突リスクに基づいて自車両の運転条件を設定する運転支援装置において、一つ又は複数のプロセッサと、一つ又は複数のプロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、プロセッサは、自車両の周囲の移動体及び周囲環境を検出し、検出された移動体の運転行動を予測し、予測した移動体の運転行動のそれぞれについて、所定時間後の移動体と自車両との距離、及び、移動体がそれぞれの運転行動を行う確率、に基づいて所定時間後の移動体と自車両との衝突リスクを算出し、衝突リスクが最小となる自車両の運転条件を設定する、ことを含む処理を実行する運転支援装置が提供される。

10

【0009】

また、上記課題を解決するために、本開示の別の観点によれば、自車両の周囲の障害物との衝突リスクに基づいて自車両の運転条件を設定する運転支援装置に適用されるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、プロセッサに、自車両の周囲の移動体及び周囲環境を検出することと、検出された移動体の運転行動を予測することと、予測した移動体の運転行動のそれぞれについて、所定時間後の移動体と自車両との距離、及び、移動体がそれぞれの運転行動を行う確率、に基づいて所定時間後の移動体と自車両との衝突リスクを算出することと、衝突リスクが最小となる自車両の運転条件を設定することと、を含む処理を実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体が提供される。

20

【発明の効果】

【0010】

以上説明したように本開示によれば、予測される移動体の動きを考慮して移動体に対する自車両の衝突のリスクを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の一実施形態に係る運転支援装置を備えた車両の構成例を示す模式図である。

【図2】同実施形態に係る運転支援装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】同実施形態に係る運転支援装置による処理の一例を示すフローチャートである。

30

【図4】同実施形態に係る運転支援装置によるリスク演算処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】同実施形態に係る運転支援装置による他車両の運転行動を予測する例を示す説明図である。

【図6】同実施形態に係る運転支援装置により予測される所定時間後の他車両及び自車両の位置を示す説明図である。

【図7】同実施形態に係る運転支援装置により所定時間後のリスクを算出する例を示す説明図である。

【図8】他車両の操舵角速度の確率データの例を示す説明図である。

【図9】他車両の加速度の確率データの例を示す説明図である。

40

【図10】同実施形態の変形例に係る運転支援装置により障害リスクを考慮して所定時間後のリスクを算出する例を示す説明図である。

【図11】同実施形態の変形例に係る運転支援装置により衝突位置リスクを考慮して所定時間後のリスクを算出する例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0013】

50

< 1. 車両の全体構成 >

図 1 は、本実施形態に係る運転支援装置 50 を備えた車両 1 の構成例を示す模式図である。図 1 に示した車両 1 は、車両 1 の駆動トルクを生成する駆動力源 9 から出力される駆動トルクを左前輪 3 L F、右前輪 3 R F、左後輪 3 L R 及び右後輪 3 R R（以下、特に区別を要しない場合には「車輪 3」と総称する）に伝達する四輪駆動車として構成されている。駆動力源 9 は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関であってもよく、駆動用モータであってもよく、内燃機関及び駆動用モータをともに備えていてもよい。

【0014】

なお、車両 1 は、例えば前輪駆動用モータ及び後輪駆動用モータの二つの駆動用モータを備えた電気自動車であってもよく、それぞれの車輪 3 に対応する駆動用モータを備えた電気自動車であってもよい。また、車両 1 が電気自動車やハイブリッド電気自動車の場合、車両 1 には、駆動用モータへ供給される電力を蓄積する二次電池や、バッテリーに充電される電力を発電するモータや燃料電池等の発電機が搭載される。

【0015】

車両 1 は、車両 1 の運転制御に用いられる機器として、駆動力源 9、電動ステアリング装置 15 及びブレーキ液圧制御ユニット 20 を備えている。駆動力源 9 は、図示しない変速機や前輪差動機構 7 F 及び後輪差動機構 7 R を介して前輪駆動軸 5 F 及び後輪駆動軸 5 R に伝達される駆動トルクを出力する。駆動力源 9 や変速機の駆動は、一つ又は複数の電子制御装置（E C U : Electronic Control Unit）を含んで構成された車両制御装置 41 により制御される。

【0016】

前輪駆動軸 5 F には電動ステアリング装置 15 が設けられている。電動ステアリング装置 15 は図示しない電動モータやギヤ機構を含む。電動ステアリング装置 15 は、車両制御装置 41 により制御されることによって左前輪 3 L F 及び右前輪 3 R F の操舵角を調節する。車両制御装置 41 は、手動運転中には、ドライバによるステアリングホイール 13 の操舵角に基づいて電動ステアリング装置 15 を制御する。また、車両制御装置 41 は、自動運転中には、運転支援装置 50 や図示しない自動運転制御装置により設定される目標操舵角に基づいて電動ステアリング装置 15 を制御する。

【0017】

車両 1 のブレーキシステムは、油圧式のブレーキシステムとして構成されている。ブレーキ液圧制御ユニット 20 は、それぞれ前後左右の駆動輪 3 L F、3 R F、3 L R、3 R R に設けられたブレーキキャリパ 17 L F、17 R F、17 L R、17 R R（以下、特に区別を要しない場合には「ブレーキキャリパ 17」と総称する）に供給する油圧をそれぞれ調節し、制動力を発生させる。ブレーキ液圧制御ユニット 20 の駆動は、車両制御装置 41 により制御される。車両 1 が電気自動車あるいはハイブリッド電気自動車の場合、ブレーキ液圧制御ユニット 20 は、駆動用モータによる回生ブレーキと併用される。

【0018】

車両制御装置 41 は、車両 1 の駆動トルクを出力する駆動力源 9、ステアリングホイール 13 又は操舵輪の操舵角を制御する電動ステアリング装置 15、車両 1 の制動力を制御するブレーキ液圧制御ユニット 20 の駆動を制御する一つ又は複数の電子制御装置を含む。車両制御装置 41 は、駆動力源 9 から出力された出力を変速して車輪 3 へ伝達する変速機の駆動を制御する機能を備えていてもよい。車両制御装置 41 は、運転支援装置 50 又は図示しない自動運転制御装置から送信される情報を取得可能に構成され、車両 1 の自動運転制御を実行可能に構成されている。また、車両制御装置 41 は、車両 1 の手動運転時には、ドライバの運転による操作量の情報を取得し、車両 1 の駆動トルクを出力する駆動力源 9、ステアリングホイール 13 又は操舵輪の操舵角を制御する電動ステアリング装置 15、車両 1 の制動力を制御するブレーキ液圧制御ユニット 20 の駆動を制御する。

【0019】

また、車両 1 は、前方撮影カメラ 31 L F、31 R F、L i D A R（Light Detection And Ranging）31 S 及び車両状態センサ 35 を備えている。

【0020】

前方撮影カメラ31LF, 31RF及びLiDAR31Sは、車両1の周囲環境の情報を取得するための周囲環境センサを構成する。前方撮影カメラ31LF, 31RFは、車両1の前方を撮影し、画像データを生成する。前方撮影カメラ31LF, 31RFは、CCD (Charged-Coupled Devices) 又はCMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 等の撮像素子を備え、生成した画像データを運転支援装置50へ送信する。

【0021】

図1に示した車両1では、前方撮影カメラ31LF, 31RFは、左右一対のカメラを含むステレオカメラとして構成されているが、単眼カメラであってもよい。車両1は、前方撮影カメラ31LF, 31RF以外に、例えば車両1の後部に設けられて後方を撮影する後方撮影カメラあるいはサイドミラー11L, 11Rに設けられて左後方又は右後方を撮影するカメラを備えていてもよい。

10

【0022】

LiDAR31Sは、光学波を送信するとともに当該光学波の反射波を受信し、光学波を送信してから反射波を受信するまでの時間に基づいて障害物、障害物までの距離及び障害物の位置を検知する。LiDAR31Sは、検出データを運転支援装置50へ送信する。車両1は、周囲環境の情報を取得するための周囲環境センサとして、LiDAR31Sの代わりに、又はLiDAR31Sと併せて、ミリ波レーダ等のレーダセンサ、超音波センサのうちのいずれか一つ又は複数のセンサを備えていてもよい。

20

【0023】

車両状態センサ35は、車両1の操作状態及び挙動を検出する一つ又は複数のセンサからなる。車両状態センサ35は、例えば舵角センサ、アクセルポジションセンサ、ブレーキストロークセンサ、ブレーキ圧センサ又はエンジン回転数センサのうちの少なくとも一つを含む。これらのセンサは、それぞれステアリングホイール13あるいは操舵輪の操舵角、アクセル開度、ブレーキ操作量又はエンジン回転数等の車両1の操作状態を検出する。また、車両状態センサ35は、例えば車速センサ、加速度センサ、角速度センサのうちの少なくとも一つを含む。これらのセンサは、それぞれ車速、前後加速度、横加速度、ヨーレート等の車両の挙動を検出する。また、車両状態センサ35は、方向指示器の操作を検出するセンサを含んでもよい。車両状態センサ35は、検出した情報を含むセンサ信号を運転支援装置50へ送信する。

30

【0024】

<2. 運転支援装置>

続いて、本実施形態に係る運転支援装置50を具体的に説明する。

以下の説明において、運転支援装置50が搭載された支援対象の車両を自車両といい、自車両1の周囲の車両を他車両という。

【0025】

(2-1. 構成例)

図2は、本実施形態に係る運転支援装置50の構成例を示すブロック図である。

運転支援装置50は、一つ又は複数のCPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサがコンピュータプログラムを実行することで自車両1の運転を支援する装置として機能する。当該コンピュータプログラムは、運転支援装置50が実行すべき後述する動作をプロセッサに実行させるためのコンピュータプログラムである。プロセッサにより実行されるコンピュータプログラムは、運転支援装置50に備えられた記憶部(メモリ)53として機能する記録媒体に記録されていてもよく、運転支援装置50に内蔵された記録媒体又は運転支援装置50に外付け可能な任意の記録媒体に記録されていてもよい。

40

【0026】

コンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、ハードディスク、フロッピーディスク及び磁気テープ等の磁気媒体、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)、及びBlu-ray (登録商標) 等の光

50

記録媒体、フロッピカルディスク等の磁気光媒体、RAM (Random Access Memory) 及びROM (Read Only Memory) 等の記憶素子、並びにUSB (Universal Serial Bus) メモリ及びSSD (Solid State Drive) 等のフラッシュメモリ、その他のプログラムを格納可能な媒体であってよい。

【0027】

運転支援装置50には、専用線又はCAN (Controller Area Network) やLIN (Local Inter Net) 等の通信手段を介して、周囲環境センサ31及び車両状態センサ35が接続されている。また、運転支援装置50には、専用線又はCANやLIN等の通信手段を介して、車両制御装置41が接続されている。なお、運転支援装置50は、自車両1に搭載された電子制御装置に限られるものではなく、スマートホンやウェアラブル機器等の端末装置であってもよい。

10

【0028】

運転支援装置50は、処理部51及び記憶部53を備えている。処理部51は、一つ又は複数のCPU等のプロセッサを備えて構成される。処理部51の一部又は全部は、ファームウェア等の更新可能なもので構成されてもよく、また、CPU等からの指令によって実行されるプログラムモジュール等であってもよい。記憶部53は、RAM又はROM等のメモリにより構成される。記憶部53は、処理部51と通信可能に接続される。ただし、記憶部53の数や種類は特に限定されない。記憶部53は、処理部51により実行されるコンピュータプログラムや、演算処理に用いられる種々のパラメタ、検出データ、演算結果等の情報を記憶する。

20

【0029】

(2-2. 機能構成)

図2に示したように、運転支援装置50の処理部51は、周囲環境情報取得部61、自車両情報取得部63、リスク演算部65及び運転条件設定部67を備えている。これらの各部は、CPU等のプロセッサによるコンピュータプログラムの実行により実現される機能である。ただし、これらの各部の一部が、アナログ回路を含んで構成されてもよい。以下、処理部51の各部の機能を簡単に説明した後、具体的な処理動作を説明する。

【0030】

(周囲環境情報取得部)

周囲環境情報取得部61は、周囲環境センサ31から送信される検出データに基づいて自車両1の周囲環境を検出する。具体的に、周囲環境情報取得部61は、少なくとも自車両1の周囲に存在する障害物及び走行車線を検出する。周囲環境情報取得部61は、検出した障害物の種類、サイズ、位置、速度、自車両1から障害物までの距離、及び自車両1と障害物との相対速度等の障害物に関する情報を求める。検出される障害物は、走行中の他車両や駐車車両、歩行者、自転車、側壁、縁石、建造物、電柱、交通標識、交通信号機、自然物その他の自車両1の周囲に存在するあらゆる物体を含む。また、周囲環境情報取得部61は、自車両1から走行車線の境界までの距離を算出してもよい。走行車線の境界は、例えば白線や側壁、縁石等により認識される。

30

【0031】

また、周囲環境情報取得部61は、他車両を検出した場合、当該他車両のヨーレートを求める。他車両のヨーレートは、例えば前方撮影カメラ31LF、31RFの画像データから得られる他車両の姿勢変化に基づいて演算により求められる。自車両1及び他車両が車車間通信可能である場合、周囲環境情報取得部61は、車車間通信により当該他車両からヨーレート、ヨー加速度、ヨー角加速度、車速及び加速度等の必要な情報を取得してもよい。周囲環境情報取得部61は、所定の周期で周囲環境の情報を検出し、記憶部53に記憶する。

40

【0032】

(自車両情報取得部)

自車両情報取得部63は、車両状態センサ35から送信される検出データに基づいて自車両1の操作状態及び挙動の情報を取得する。自車両情報取得部63は、ステアリングホ

50

イールあるいは操舵輪の操舵角、アクセル開度、ブレーキ操作量又はエンジン回転数等の自車両１の操作状態の情報を取得する。また、自車両情報取得部６３は、車速、前後加速度、横加速度、ヨーレート等の自車両１の挙動の情報を取得する。自車両情報取得部６３は、これらの情報を所定の演算周期ごとに取得し、記憶部５３に記憶する。

【００３３】

（リスク演算部）

リスク演算部６５は、周囲環境情報取得部６１により検出された移動体に対する自車両１の衝突リスクを演算により求める。衝突リスクは、移動体と自車両１とが衝突するリスクだけでなく、移動体に対して自車両１が衝突したときに発生する障害のリスクを含んでもよい。具体的に、リスク演算部６５は、検出された移動体の運転行動を複数予測する。また、リスク演算部６５は、自車両１の運転条件を複数設定する。そして、リスク演算部６５は、自車両１の運転条件のそれぞれについて、予測される所定時間後の移動体と自車両１との距離、及び、移動体がそれぞれの運転行動の操作を行う確率、に基づいて所定時間後の移動体と自車両１との衝突リスクをそれぞれ算出する。

【００３４】

移動体の運転行動とは、移動体の操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o により定義される移動体の運動状態をいう。また、自車両１の運転条件は、自車両１のステアリングホイールの操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e により定義される自車両１の運転条件をいう。

【００３５】

（運転条件設定部）

運転条件設定部６７は、リスク演算部６５により求められた衝突リスクに基づいて、衝突リスクが最小となる自車両１の運転条件を選択する。運転条件設定部６７は、選択した運転条件に対応する操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e を目標値として、これらの情報を車両制御装置４１へ送信する。運転条件の情報を受信した車両制御装置４１は、設定された運転条件の情報に基づいてそれぞれの制御装置の駆動を制御する。これにより、移動体に対して自車両１が衝突するリスクが低減される。あるいは、移動体に対して自車両１が衝突した場合に発生する障害のリスクが低減される。

【００３６】

< ３．運転支援装置の具体的処理 >

続いて、本実施形態に係る運転支援装置５０の動作例を具体的に説明する。なお、以下の説明においては、移動体が他車両である例を説明する。

【００３７】

図３は、運転支援装置５０の処理部５１により実行される処理の一例を示すフローチャートを示す。

まず、運転支援装置５０を含む車載システムが起動されると（ステップＳ１１）、処理部５１の自車両情報取得部６３は、自車両１の情報を取得する（ステップＳ１３）。具体的に、自車両情報取得部６３は、車両状態センサ３５から送信される検出データに基づいて自車両１の操作状態及び挙動の情報を取得する。自車両情報取得部６３は、少なくともステアリングホイールあるいは操舵輪の操舵角、アクセル開度、ブレーキ操作量又はエンジン回転数等の自車両１の操作状態、及び、車速、前後加速度、横加速度、ヨーレート等の自車両１の挙動の情報を取得する。自車両情報取得部６３は、取得したこれらの情報を記憶部５３に記憶する。

【００３８】

次いで、処理部５１の周囲環境情報取得部６１は、自車両１の周囲環境情報を取得する（ステップＳ１５）。具体的に、周囲環境情報取得部６１は、周囲環境センサ３１から送信される検出データに基づいて自車両１の周囲に存在する障害物及び自車両１の走行車線を検出する。また、周囲環境情報取得部６１は、検出した障害物の位置、サイズ、向き、速度、自車両１から障害物までの距離及び自車両１に対する障害物の相対速度を算出する。さらに、周囲環境情報取得部６１は、自車両１から検出した走行車線の端部までの距離を算出する。

【0039】

例えば周囲環境情報取得部61は、前方撮影カメラ31LF, 31RFから送信される画像データを画像処理することにより、パターンマッチング技術等を用いて自車両1の前方の障害物及び当該障害物の種類を検出する。また、周囲環境情報取得部61は、画像データ中の障害物の位置、画像データ中に障害物が占めるサイズ及び左右の前方撮影カメラ31LF, 31RFの視差の情報に基づいて、自車両1から見た障害物の位置、サイズ及び障害物までの距離を算出する。また、周囲環境情報取得部61は、距離の変化を時間微分することにより自車両1に対する障害物の相対速度を算出する。さらに、周囲環境情報取得部61は、自車両1に対する障害物の相対速度に自車両1の速度を足すことにより障害物の速度を算出する。

10

【0040】

また、周囲環境情報取得部61は、LiDAR31Sから送信される検出データに基づいて障害物を検出してもよい。例えば周囲環境情報取得部61は、LiDAR31Sから電磁波を送信してから反射波を受信するまでの時間、反射波を受信した方向及び反射波の測定点群の範囲の情報に基づいて、障害物の位置、種類、サイズ、自車両1から障害物までの距離、自車両1に対する障害物の相対速度及び障害物の速度を算出してもよい。

【0041】

また、周囲環境情報取得部61は、他車両を検出した場合、当該他車両の向きを算出する。他車両の向きは、例えば前方撮影カメラ31LF, 31RFあるいはLiDAR31Sの画角に対する、他車両の前部又は後部の傾きに基づいて推定することができる。ただし、他車両の向きの求め方は、上記の例に限られない。

20

【0042】

さらに、周囲環境情報取得部61は、他車両を検出した場合、当該他車両のヨーレート算出する。他車両のヨーレートは、例えば前方撮影カメラ31LF, 31RFあるいはLiDAR31Sの検出データから得られる他車両の姿勢変化に基づいて推定することができる。ただし、他車両のヨーレートの求め方は、上記の例に限られない。また、自車両1と他車両とが車車間通信可能である場合、周囲環境情報取得部61は、車車間通信により、他車両からヨーレート、ヨー加速度、ヨー角加速度、車速及び加速度等の情報を取得してもよい。周囲環境情報取得部61は、取得した周囲環境情報を記憶部53に記憶する。

【0043】

次いで、処理部51のリスク演算部65は、周囲環境情報取得部61により検出された障害物として、他車両が検出されたか否かを判定する(ステップS17)。他車両が検出されていない場合(S17/No)、処理部51は、車載システムが停止したか否かを判定し(ステップS25)。車載システムが停止していない限り(S25/No)、ステップS13に戻ってこれまでに説明した各ステップの処理を繰り返し実行する。一方、他車両が検出されている場合(S17/Yes)、リスク演算部65は、他車両に対する自車両1の衝突リスクを演算する(ステップS19)。

30

【0044】

図4は、リスク演算処理を示すフローチャートを示す。

まず、リスク演算部65は、他車両の運転行動を複数予測する(ステップS31)。リスク演算部65は、周囲環境情報取得部61により検出された他車両の現在のヨーレート及び車速等の走行状態から想定される範囲内で他車両の操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o を複数設定する。例えばヨーレートの値に応じて想定される操舵角速度 ω_o の範囲をあらかじめ設定したデータ、及び、車速に応じて想定される加速度 α_o の範囲をあらかじめ設定したデータがあらかじめ記憶部53に記憶され、リスク演算部65はこれらのデータを参照して他車両の操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o を複数設定する。また、リスク演算部65は、設定した操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o と、周囲環境情報取得部61により検出された他車両の位置、向き、車速及びヨーレートとに基づいて、所定時間後の他車両の位置をそれぞれ計算する。

40

【0045】

50

図5は、他車両90の運転行動を予測する例を示す説明図である。図5に示す他車両90は、自車両1と同じ方向に向かって並走する他車両90である。リスク演算部65は、他車両90の車速及びヨーレートから想定される範囲内で、他車両90の操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o を複数設定する。図5では、操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o の組み合わせ (ω_o, α_o) が、 $(-5, 0)$ 、 $(0, 0)$ 、 $(5, 0)$ 、 $(5, -1)$ の4パターンに設定されている。また、他車両90がそれぞれの運転行動にしたがって走行した場合における、1秒後及び2秒後の他車両90の位置が計算されている。操舵角速度 ω_o は、右回り（時計回り）方向を正の値としている。

【0046】

なお、図5においては、4つの運転行動が設定されているが、設定される運転行動の数は4つに限られるものではなく、操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o を設定可能な範囲において任意の数に設定されてよい。また、他車両90の位置を示す時間間隔は1秒間隔でなくともよく、任意の時間に設定されてよい。リスク演算部65は、他車両が複数存在する場合、それぞれの他車両について、想定される複数の運転行動と、それぞれの運転行動で他車両90が走行した場合における所定時間後の他車両90の位置を計算する。

【0047】

また、リスク演算部65は、他車両90の運転行動を予測する際に、他車両90の周囲の障害物の存在を考慮して運転行動を予測してもよい。例えばリスク演算部65は、他車両90が障害物との衝突を回避する運転行動を取ることを考慮して、設定する操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o の範囲を制限してもよい。

【0048】

次いで、リスク演算部65は、自車両1の運転条件を複数設定する（ステップS33）。リスク演算部65は、自車両情報取得部63により取得された自車両1の現在の走行状態から想定される範囲内で自車両1の操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e を複数設定する。例えば自車両1についても同様に、リスク演算部65は、あらかじめ記憶部53に記憶されたデータを参照して自車両1の操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e を複数設定する。また、リスク演算部65は、設定した操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e と、現在の自車両1の位置、向き、車速及び操舵角とに基づいて、所定時間後の自車両1の位置をそれぞれ計算する。

【0049】

次いで、リスク演算部65は、ステップS33で設定した自車両1の運転条件のそれぞれについて、他車両90に対する自車両1の衝突リスクを演算により求める（ステップS35）。本実施形態では、リスク演算部65は、設定した自車両1の運転条件のそれぞれについて、他車両90が設定されたそれぞれの運転行動にしたがって走行した場合の所定時間後の自車両1と他車両90との距離Dと、他車両90がそれぞれの運転行動を取る確率とに基づいて衝突リスクRを算出する。より具体的に、本実施形態では、リスク演算部65は、自車両1の運転条件と他車両90の運転行動との組み合わせのそれぞれについて、時刻0秒から任意の時刻t秒までの各時刻におけるリスクrの和を衝突リスクRとする。

【0050】

図6～図9は、所定時刻でのリスクrを算出する例を示す説明図である。図6には、自車両1の運転条件として操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e の組み合わせ (ω_e, α_e) を $(5, 0)$ とした場合の1秒後の自車両1の位置が示されている。この場合、図7に示すように、例えば他車両90の運転行動として操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o の組み合わせ (ω_o, α_o) が $(5, -1)$ とした場合の1秒後の他車両90と自車両1との距離Dは2mとなっている。なお、他車両90及び自車両1の位置は、それぞれあらかじめ設定された車両の重心位置であってもよく、車両の前部中央の位置であってもよく、任意の位置に設定されてよい。

【0051】

リスク演算部65は、下記式（1）を用いて、所定時間後の自車両1と他車両90との距離Dと、他車両90がそれぞれの運転行動で操作される確率とに基づいてリスクrを算出する。下記式（1）に示すリスクrは、それぞれの時刻における自車両1の位置に対し

10

20

30

40

50

て、同時刻における他車両 90 と自車両 1 との距離 D の逆数に、他車両 90 が当該位置に存在する確率をかけたものである。下記式 (1) では、他車両 90 が当該位置に存在する確率は、設定した他車両 90 の操舵角速度 ω_o が実現する確率 P_s と加速度 α_o が実現する確率 P_a との積として表されている。

【0052】

$$\text{リスク } r = (1 / D) \times (P_s) \times (P_a) \quad \cdots (1)$$

r : それぞれの時刻でのリスク

D : 他車両 90 と自車両 1 との距離

P_s : 他車両 90 の操舵角速度 ω_o の確率

P_a : 他車両 90 の加速度 α_o の確率

【0053】

図 8 及び図 9 は、それぞれ他車両 90 の操舵角速度 ω_o の確率 P_s [%] 及び加速度 α_o の確率 P_a [%] の例を示す説明図である。それぞれの確率 P_s , P_a のデータは、過去の車両の操作量の統計データから得られる操作量の頻度に基づいて求められる。当該確率 P_s , P_a のデータは、車両のヨー角加速度又は前後加速度の少なくとも一方に応じて設定されていてもよい。それぞれの確率 P_s , P_a が、他車両 90 のヨー角加速度又は前後加速度に応じて求められることにより、他車両 90 が操作し得る操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o の確率 P_s , P_a をより精度よく求めることができる。当該確率 P_s , P_a のデータは、あらかじめ準備されて記憶部 53 に格納されていてもよく、移動体無線通信手段を介して運転支援装置 50 と通信可能な外部サーバに格納されていてもよい。

【0054】

あるいは、リスク演算部 65 は、検出された他車両 90 の走行状態及び周囲環境において他車両 90 がそれぞれの運転行動を行う確率 P_s , P_a を算出してもよい。この場合、運転支援装置 50 は、自車両 1 及び特定他車両 90 に限らず、複数の車両が過去に行った運転行動を、車両走行時の走行状態及び周囲環境の情報に関連付けて記憶した運転行動データベースを備える。そして、リスク演算部 65 は、検出された他車両 90 の走行状態及び周囲環境に基づいて、運転行動データベースから同一環境で取得された運転行動データを抽出し、操舵角速度 ω_o の確率 P_s 及び加速度 α_o の確率 P_a を求める。これにより、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率をより正確に求めることができる。

【0055】

図 7 に示した例では、1 秒後の自車両 1 と他車両 90 との距離 D が 2 m、操舵角速度 ω_o の確率 P_s が 10 (%)、加速度 α_o の確率 P_a が 20 (%) であり、下記式 (1) により求められるリスク r は「100 (= 1 / 2 × 10 × 20)」となる。リスク演算部 65 は、自車両 1 の運転条件及び他車両 90 の運転行動のそれぞれの組み合わせについて当該リスク r の演算を時刻 0 秒から任意の時間 t 秒まで行い、算出されたリスク r の和を自車両 1 の各運転条件についての衝突リスク R とする。したがって、自車両 1 の各運転条件について、設定された他車両 90 の運転行動の数に相当する衝突リスク R が算出される。

【0056】

図 3 に戻り、ステップ S19 におけるリスク演算処理の実行後、運転条件設定部 67 は、求められた衝突リスク R が最小となる自車両 1 の運転条件を選択する (ステップ S21)。具体的に、運転条件設定部 67 は、リスク演算処理により求められた衝突リスク R の中から最小の衝突リスク R を特定し、当該衝突リスク R の演算に用いた自車両 1 の運転条件を車両制御装置 41 へ出力する運転条件として設定する。

【0057】

次いで、運転条件設定部 67 は、運転条件として設定した操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e の情報を車両制御装置 41 へ送信する (ステップ S23)。操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e の情報を受信した車両制御装置 41 は、操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e を目標値として自車両 1 の自動運転制御を実行する。これにより、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突リスクを低減することができる。

【0058】

以上のように、本実施形態に係る運転支援装置 50 は、自車両 1 の周囲に他車両 90 が検出された場合に、他車両 90 の運転行動を複数予測し、自車両 1 に設定可能な運転条件のそれぞれについて、他車両 90 がそれぞれの運転行動をとったときの所定時間後の衝突リスク R を演算により求める。そして、運転支援装置 50 は、求められた衝突リスク R が最小となる自車両 1 の運転条件を選択し、車両制御装置 41 へ出力する運転条件に設定する。これにより、予測される他車両 90 の運転行動を反映した衝突リスク R に基づいて自車両 1 の運転条件が設定され、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突のリスクを低減することができる。

【0059】

また、本実施形態に係る運転支援装置 50 は、自車両 1 に設定可能な運転条件についてそれぞれ所定時間後の自車両 1 の位置を求める。また、運転支援装置 50 は、検出された他車両 90 の現在のヨーレート及び速度と、想定される他車両 90 の操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o による所定時間後の他車両 90 及び自車両 1 の距離と、設定した操舵角速度 ω_o で他車両 90 の操作が行われる確率 P_s と、設定した加速度 α_o で他車両 90 の操作が行われる確率 P_a とに基づいて、他車両 90 の運転行動のそれぞれについて所定時間後のリスク r を算出する。そして、運転支援装置 50 は、時刻 0 秒から任意の時刻 t 秒後までのリスク r の和を、それぞれの自車両 1 の運転条件についての他車両 90 の運転行動ごとの衝突リスク R とする。これにより、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率が高いほど衝突リスク R が高くなり、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突リスクを低減する効果を高めることができる。また、所定の期間に亘る衝突のリスクに基づいて自車両 1 の運転条件が設定されるため、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突リスクを低減する効果を高めることができる。

【0060】

また、運転支援装置 50 は、複数の車両が過去に行った運転行動を、車両走行時の走行状態及び周囲環境の情報に関連付けて記憶した運転行動データベースに基づいて、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率を算出することもできる。これにより、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率をより正確に求めることができる。また、当該運転行動データベースを、移動体通信手段を介して運転支援装置 50 からアクセス可能なサーバに格納した場合には、複数の車両の運転行動のデータを車両走行時の走行状態及び周囲環境の情報に関連付けて逐次更新又は蓄積することができる。したがって、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率の精度を高められ、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突リスクを低減する効果を高めることができる。

【0061】

< 4. 変形例 >

ここまで、本開示の技術の一実施形態を説明したが、上記実施形態は、種々の変形又は機能の追加が可能である。以下、上記実施形態に係る運転支援装置 50 の変形例の幾つかを説明する。

【0062】

(4-1. 第1の変形例)

上記実施形態に係る運転支援装置 50 では、自車両 1 と他車両 90 との衝突の可能性を考慮した衝突リスク R を演算していたが、さらに自車両 1 と他車両 90 との衝突が発生した際に発生する障害のリスク（以下、単に「障害リスク」ともいう）を考慮して衝突リスク R を演算してもよい。

【0063】

例えばリスク演算部 65 は、自車両 1 に対する他車両 90 の相対速度 ΔV 、又は、自車両 1 の向きと他車両 90 の向きとがなす角度 θ の少なくとも一方に基づいて、所定時間後のリスク r_1 を算出してもよい。一般的に、自車両 1 に対する他車両 90 の相対速度 ΔV が大きいほど、衝突発生時に発生する障害が大きくなる。また、自車両 1 の向きと他車両 90 の向きとがなす角度 θ が小さいほど、衝突時の衝撃が大きくなって発生する障害が大きくなる。

【0064】

例えばリスク演算部65は、下記式(2)を用いて、所定時間後の自車両1と他車両90との距離Dと、他車両90がそれぞれの運転行動で操作される確率と、自車両1に対する他車両90の相対速度 ΔV と、自車両1の向きと他車両90の向きとがなす角度 θ とに基づいてリスク r_1 を算出する。下記式(2)に示すリスク r_1 は、上記式(1)で求められるリスク r に対して、自車両1に対する他車両90の相対速度 ΔV と、自車両1の向きと他車両90の向きとがなす角度 θ の逆数とを加算したものである。

【0065】

$$\text{リスク } r_1 = (1/D) \times (P_s) \times (P_a) + (\Delta V) + (1/\theta) \quad \dots (2)$$

r_1 ：それぞれの時刻でのリスク

D：他車両90と自車両1との距離

P_s ：他車両90の操舵角速度 ω_o の確率

P_a ：他車両90の加速度 α_o の確率

ΔV ：自車両1に対する他車両90の相対速度

θ ：自車両1の向きと他車両90の向きとがなす角度

【0066】

なお、自車両1に対する他車両90の相対速度 ΔV 、又は、自車両1の向きと他車両90の向きとがなす角度 θ のいずれか一方のみを考慮してリスク r_1 を算出する場合、上記式(2)の相対速度 ΔV 、又は、角度 θ の逆数のいずれかを省略、あるいは、ゼロとして計算すればよい。

【0067】

図10は、障害リスクを考慮して所定時刻でのリスク r_1 を算出する例を示す説明図である。図10は、図7に示す1秒後の自車両1及び他車両90の位置に、自車両1及び他車両90の向きをそれぞれ表したものである。所定時間後の自車両1の向きは、設定した操舵角速度 ω_e 及び加速度 α_e と、現在の自車両1の車速、加速度、ヨーレート等の走行状態の情報とに基づいて推定することができる。また、所定時間後の他車両90の向きは、設定した操舵角速度 ω_o 及び加速度 α_o と、現在の他車両90の車速、加速度、ヨーレート等の走行状態の情報とに基づいて推定することができる。リスク演算部65は、さらに路面摩擦状態を考慮して自車両1又は他車両90の向きを推定してもよい。

【0068】

リスク演算部65は、自車両1の運転条件及び他車両90の運転行動のそれぞれの組み合わせについて当該リスク r_1 の演算を時刻0秒から任意の時間 t 秒まで行い、算出されたリスク r_1 の和を自車両1の各運転条件についての衝突リスク R とする。このように、自車両1に対する他車両90の相対速度 ΔV 、又は、自車両1の向きと他車両90の向きとがなす角度 θ の少なくとも一方を加味して、所定時間後のリスク r_1 を算出することにより、他車両90に対する自車両1の衝突のリスクを低減できるとともに、衝突が発生した場合においても発生する障害のリスクを低減することができる。

【0069】

さらに、リスク演算部65は、他車両90に対する自車両1の衝突位置に基づいて、所定時間後のリスク r_2 を算出してもよい。この場合、例えば下記式(3)を用いて、所定時間後の自車両1と他車両90との距離Dと、他車両90がそれぞれの運転行動で操作される確率と、他車両90に対する自車両1の衝突位置に応じた衝突位置リスク Q とに基づいてリスク r_2 を算出する。下記式(3)に示すリスク r_2 は、上記式(1)で求められるリスク r に対して、想定される衝突位置に応じた衝突位置リスク Q を加算したものである。

【0070】

$$\text{リスク } r_2 = (1/D) \times (P_s) \times (P_a) + (Q) \quad \dots (3)$$

r_2 ：それぞれの時刻でのリスク

D：他車両90と自車両1との距離

P_s ：他車両90の操舵角速度 ω_o の確率

P a：他車両 90 の加速度 αo の確率

Q：他車両 90 に対する自車両 1 の衝突位置リスク

【0071】

衝突位置リスク Q は、例えば自車両 1 が衝突により受ける衝撃の影響を示す特性に基づいて自車両 1 の衝突位置ごとに設定されるリスク値であってよい。この場合、自車両 1 が衝突により受ける衝撃の影響を示す特性に基づいて自車両 1 の衝突位置ごとに設定される衝突位置リスクのデータがあらかじめ記憶部 53 に記憶される。また、衝突位置リスク Q は、自車両 1 の乗員の位置や体格等に応じて衝突位置ごとに設定されるリスク値であってよい。この場合、例えば自車両 1 の運転を開始する際に、ユーザにより入力される乗員の位置及び体格又は年齢等の情報を運転支援装置 50 が取得し、記憶部 53 に記憶される。

10

【0072】

図 11 は、衝突位置リスクを考慮して所定時刻でのリスク r_2 を算出する例を示す説明図である。図 11 は、図 7 に示す 1 秒後の自車両 1 及び他車両 90 の位置に、自車両 1 及び他車両 90 の向きと、自車両 1 の乗員の情報及び衝突位置リスクとをそれぞれ表したものである。図 11 に示した例では、自車両 1 には運転席に座るドライバー D_r と、後部座席右側に座る乳児 B が乗っている。このため、乳児 B に近い自車両 1 の左後部の衝突位置リスクが 100（点）に設定され、左前部及び右後部の衝突位置リスクが 10（点）に設定され、前部の衝突位置リスクが 1（点）に設定されている。このため、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突位置が左後部となり得る自車両 1 の運転条件のリスク r_2 が高くなる。ただし、衝突位置リスクの設定は、図 11 に示した例に限定されない。

20

【0073】

このように、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突位置リスクを設定して、所定時間後のリスク r_2 を算出することにより、衝突時に発生する障害が大きくなると想定される運転条件が設定されるおそれがなくなり、他車両 90 に対する自車両 1 の衝突のリスクを低減することができるとともに、衝突が発生した場合においても発生する障害のリスクを低減することができる。

【0074】

なお、障害リスクは、自車両 1 の衝突位置に応じて設定される衝突位置リスクに限定されるものではなく、その他衝突時に発生すると考えられる障害に関連するリスクが任意に設定されてもよい。例えば他車両 90 の重量が大きい場合、衝突エネルギーが大きくなって発生する障害が大きくなると考えられる。このため、リスク演算部 65 は、他車両 90 の種類又はサイズから推定される他車両 90 の重量に基づいて設定される重量リスクを加算して衝突リスクを算出してもよい。

30

【0075】

（4-2. 第 2 の変形例）

上記実施形態に係る運転支援装置 50 では、他車両 90 の運転行動の傾向を考慮することなく他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率を算出していたが、他車両 90 の運転行動の傾向を表す運転特性に基づいて、他車両 90 がそれぞれの運転行動を取る確率を算出してもよい。例えば運転支援装置 50 が無線通信手段を介してアクセス可能な外部サーバに、自車両 1 及び特定の他車両 90 に限らず、複数の車両が過去に行った運転行動を、それぞれの車両の識別情報、車両走行時の走行状態及び周囲環境の情報に関連付けて記憶した運転行動データベースを備える。

40

【0076】

ここで、運転行動の傾向を表す「運転特性」とは、運転スタイルや運転に対する恐怖の感じ方等の運転に対する志向や運転動作の傾向に関連する個人特性を指す。例えば運転スタイルとしては、「制限速度を遵守したい」、「前方車両との車間距離を十分に確保したい」、「カーブ進入前に十分に減速したい」、「車線変更してでもできるだけ先に進みたい」、「できるだけ前方車両との車間距離を詰めたい」等が例示される。また、運転に対する恐怖の感じ方としては、例えばどのような走行環境で恐怖を感じるかを想定して、「路上駐車が多い道」、「深夜に運転」、「死角が多い道」、「車速の速い車両が多い状況

50

」、「交通量が多い状況」等が例示される。運転特性は、例えば慎重度又はせっかち度といった一つ又は複数の運転特性を表す項目を、例えば５段階で評価したデータとして、車両の識別情報に関連付けて記憶される。

【００７７】

リスク演算部６５は、検出された他車両９０の走行状態及び周囲環境の情報と併せて、他車両９０を識別可能な情報を外部サーバに送信し、他車両９０の運転特性を特定する。他車両９０を識別可能な情報は、例えば前方撮影カメラ３１ＬＦ，３１ＲＦの検出データから特定されたナンバープレートの数字例であってもよく、車車間通信により他車両９０から取得した識別情報であってもよい。なお、他車両９０の運転特性の情報を他車両９０が記録している場合、リスク演算部６５は、車車間通信により他車両９０から運転特性の情報を取得してもよい。

10

【００７８】

また、リスク演算部６５は、他車両９０の運転特性と同じ運転特性の車両が同一環境で過去に行った運転行動データを運転行動データベースから抽出する。そして、リスク演算部６５は、運転行動データベースから抽出した、同一環境において過去に行われた運転行動データに基づいて、他車両９０の運転行動を複数予測するとともに、他車両９０の走行状態及び周囲環境において他車両９０がそれぞれの運転行動を行う確率を算出する。これにより、検出された他車両９０の運転特性を考慮して他車両９０がそれぞれの運転行動を取る確率を求めることができる。したがって、予測される他車両９０の運転行動を反映した衝突リスクＲがより正確に求められ、他車両９０に対する自車両１の衝突のリスクの低い運転条件を設定することができる。

20

【００７９】

（４－３．第３の変形例）

上記実施形態では、リスク演算部６５が他車両９０の運転行動を設定していたが、他車両９０が自動運転中の車両である場合、リスク演算部６５は、他車両９０から運転条件の情報を取得してもよい。この場合、リスク演算部６５は、例えば車車間通信を介して他車両９０の走行予定軌道、車速及び加速度の情報を取得することにより、所定時間後の他車両９０の位置を推定することができる。リスク演算部６５は、他車両９０が当該運転行動を行う確率を１００％に設定し、所定時刻における自車両１のリスクｒを算出する。これにより、確度の高い他車両９０の運転行動の情報に基づいて所定時間後の他車両９０に対する自車両１の衝突リスクＲが算出され、他車両９０に対する自車両１の衝突のリスクの低い運転条件を設定することができる。

30

【００８０】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【００８１】

例えば、上記実施形態では、運転支援装置５０の機能のすべてが自車両１に搭載されていたが、本開示はかかる例に限定されない。例えば運転支援装置５０が有する機能の一部が、移動体通信手段を介して通信可能なサーバ装置に設けられ、運転支援装置５０は、当該サーバ装置に対してデータを送受信するように構成されていてもよい。

40

【００８２】

また、上記実施形態では、運転支援装置５０の具体的処理の例として移動体が他車両９０である例を説明したが、移動体は車両に限られない。移動体は、自転車であってもよく歩行者であってもよい。この場合、それぞれの移動体の運転行動の確率は、例えば移動体の種類、向き、周囲環境等に関連付けて記憶された移動体の運転行動の統計データに基づいて設定することができる。また、移動体が歩行者や自転車である場合、移動体が車両である場合に比べて衝突時に発生する障害が大きくなると考えられる。したがって、移動体

50

の種類に応じた移動体リスクを設定し、当該移動体リスクを加算して衝突リスクを算出してもよい。

【符号の説明】

【0083】

1：車両（自車両）、9：駆動力源、13：ステアリングホイール、15：電動ステアリング装置、20：ブレーキ液圧制御ユニット、31：周囲環境センサ、35：車両状態センサ、41：車両制御装置、50：運転支援装置、51：処理部、53：記憶部、61：周囲環境情報取得部、63：自車両情報取得部、65：リスク演算部、67：運転条件設定部、90：他車両、 α_e ：自車両の加速度、 α_o ：他車両の加速度、 ω_e ：自車両の操舵角速度、 ω_o ：他車両の操舵角速度

10

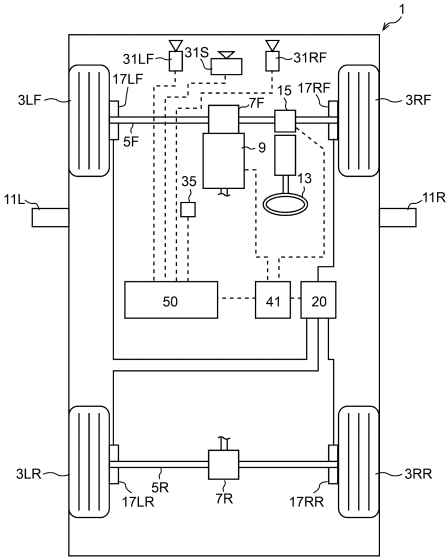
20

30

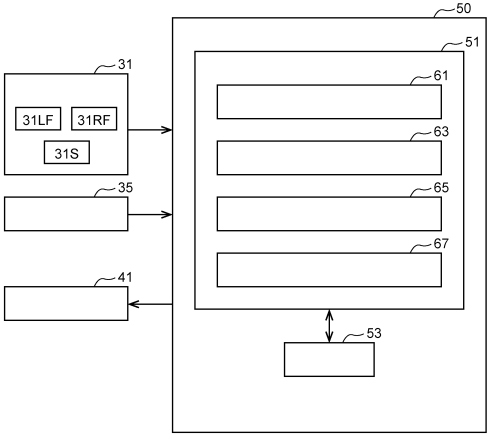
40

50

【図面】
【図 1】



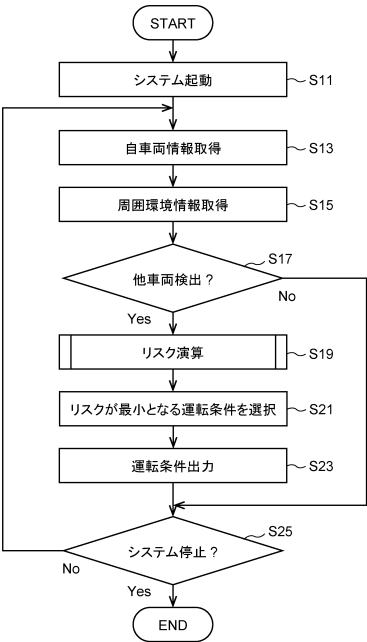
【図 2】



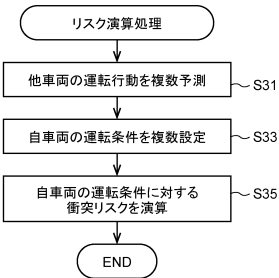
10

20

【図 3】



【図 4】

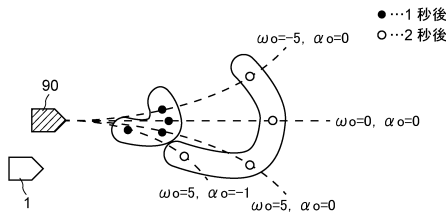


30

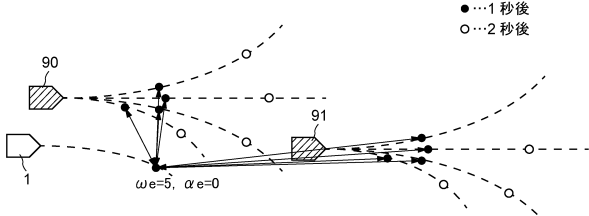
40

50

【図 5】

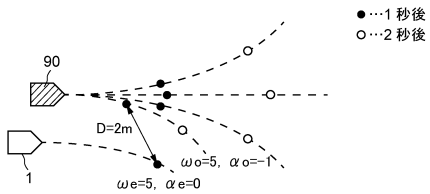


【図 6】

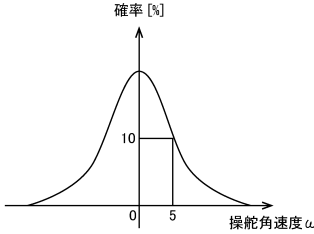


10

【図 7】

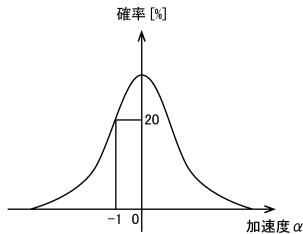


【図 8】

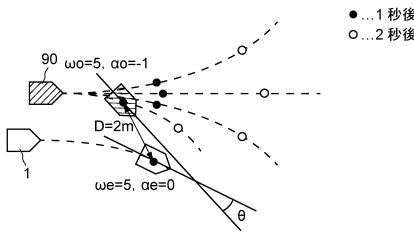


20

【図 9】



【図 10】

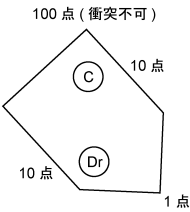


30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
- (72)発明者 澄川 瑠一
東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
- 審査官 横山 幸弘
- (56)参考文献 国際公開第2021/242702 (WO, A1)
特開2011-096105 (JP, A)
米国特許出願公開第2020/0339159 (US, A1)
米国特許出願公開第2020/0342756 (US, A1)
中国特許出願公開第115123237 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60W 10/00-10/30
30/00-60/00
G08G 1/00-99/00