

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6597690号
(P6597690)

(45) 発行日 令和1年10月30日 (2019. 10. 30)

(24) 登録日 令和1年10月11日 (2019. 10. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 8 G 1/16 (2006. 01)

G 0 8 G 1/16 C

B 6 0 R 21/00 (2006. 01)

G 0 8 G 1/16 F

B 6 0 R 21/00 9 9 1

請求項の数 7 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2017-59729 (P2017-59729)
(22) 出願日 平成29年3月24日 (2017. 3. 24)
(65) 公開番号 特開2018-163482 (P2018-163482A)
(43) 公開日 平成30年10月18日 (2018. 10. 18)
審査請求日 平成30年12月25日 (2018. 12. 25)

(73) 特許権者 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(74) 代理人 100106149
弁理士 矢作 和行
(74) 代理人 100121991
弁理士 野々部 泰平
(74) 代理人 100145595
弁理士 久保 貴則
(72) 発明者 久米 拓弥
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内
(72) 発明者 林 哲洋
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運転支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の報知デバイスと連携して先行車両との衝突の危険性をドライバに報知する処理である報知処理を実施する運転支援装置であって、

先行車両と自車両との車間距離を逐次取得する車間距離取得部 (F 1) と、

自車両の走行速度と前記車間距離取得部が取得している前記車間距離とに基づいて、先行車両と自車両とが衝突する危険の度合いを示すパラメータである第 1 リスク指標値を算出する第 1 指標値算出部 (F 4) と、

先行車両と自車両とが衝突する危険の度合いを示すパラメータであって、前記第 1 リスク指標値とは異なるパラメータである第 2 リスク指標値を、先行車両に対する自車両の相対速度に基づいて逐次算出する第 2 指標値算出部 (F 5) と、

前記第 1 指標値算出部が算出している前記第 1 リスク指標値と第 2 指標値算出部が算出している前記第 2 リスク指標値とに基づいて、前記ドライバに先行車両との衝突の危険性を訴えかける強さを示す報知レベルを逐次決定する報知レベル決定部 (F 6) と、

前記報知レベル決定部によって決定された前記報知レベルに応じた報知態様で、前記報知処理を実施する報知処理部 (F 7) と、を備え、

前記報知レベル決定部は、前記報知レベルを複数段階で判定し、

複数段階の前記報知レベルのうち、最も低いレベルは、前記報知処理部による前記報知処理が実施されないレベルであり、

前記報知処理部は、前記報知レベル決定部が決定した前記報知レベルが高いほど、先行

10

20

車両との衝突の危険性をより強く前記ドライバに訴えかける報知態様で前記報知処理を実施するものであって、

前記報知レベル決定部は、前記報知処理を実行している状態において、前記第1リスク指標値及び前記第2リスク指標値の少なくとも何れか一方が、より安全な状態を意味する値に推移したことに基づいて、前記報知レベルを、現在の前記第1リスク指標値及び前記第2リスク指標値から定まる本来の前記報知レベルよりも低いレベルに設定することを特徴とする運転支援装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記ドライバの状態を示すデータを出力するドライバ状態センサの出力データ、及び、前記ドライバの操舵量を検出する舵角センサの検出結果の少なくとも何れか一方に基づいて、前記ドライバが所定の異常状態であるか否かを判定するドライバ状態認識部(F8)を備え、

10

前記報知レベル決定部は、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバが前記異常状態であると判定されている場合には、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバが前記異常状態であると判定されていない場合よりも、前記報知レベルを高いレベルに決定することを特徴とする運転支援装置。

【請求項3】

請求項1又は2において、

前記ドライバの状態を示すデータを出力するドライバ状態センサの出力データ、及び、前記ドライバの操舵量を検出する舵角センサの検出結果の少なくとも何れか一方に基づいて、前記ドライバが所定の異常状態であるか否かを判定するドライバ状態認識部(F8)を備え、

20

前記報知レベル決定部は、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバは前記異常状態ではないと判定されている場合には、前記第1リスク指標値に対して予め設定されている所定のデフォルト閾値を用いて前記報知レベルを決定する一方、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバは前記異常状態であると判定されている場合には、前記第1リスク指標値に対して予め設定されている所定の異常状態用閾値を用いて前記報知レベルを決定するものであって、

前記異常状態用閾値は、前記デフォルト閾値よりも、前記報知レベルが高く判定されやすいように設定されていることを特徴とする運転支援装置。

30

【請求項4】

請求項1から3の何れか1項において、

前記ドライバの状態を示すデータを出力するドライバ状態センサの出力データ、及び、前記ドライバの操舵量を検出する舵角センサの検出結果の少なくとも何れか一方に基づいて、前記ドライバが所定の異常状態であるか否かを判定するドライバ状態認識部(F8)を備え、

前記報知レベル決定部は、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバは前記異常状態ではないと判定されている場合には、前記第2リスク指標値に対して予め設定されている所定のデフォルト閾値を用いて前記報知レベルを決定する一方、前記ドライバ状態認識部によって前記ドライバは前記異常状態であると判定されている場合には、前記第2リスク指標値に対して予め設定されている所定の異常状態用閾値を用いて前記報知レベルを決定するものであって、

40

前記異常状態用閾値は、前記デフォルト閾値よりも、前記報知レベルが高く判定されやすいように設定されていることを特徴とする運転支援装置。

【請求項5】

請求項1から4の何れか1項において、

自車両の走行速度に応じた先行車両に対する安全車間距離を算出する安全車間距離算出部(F3)を備え、

前記第1リスク指標値は、前記安全車間距離算出部が算出している前記安全車間距離を

50

、前記車間距離取得部が取得している前記車間距離で除算した値である接近度であり、
前記報知レベル決定部は、前記第１リスク指標値としての前記接近度が大きいほど、前記報知レベルを高いレベルに設定することを特徴とする運転支援装置。

【請求項６】

請求項１から４の何れか１項において、

前記第１リスク指標値は、前記車間距離を自車両の走行速度で除算した値である車間時間から、所定の反応遅れ時間と、所定の反応時間と、所定の必要車間時間を減算した値である安心余裕時間であり、

前記報知レベル決定部は、前記第１リスク指標値としての前記安心余裕時間が小さいほど、前記報知レベルを高いレベルに設定することを特徴とする運転支援装置。

10

【請求項７】

請求項１から６の何れか１項において、

前記第２リスク指標値は、前記車間距離を先行車両に対する自車両の相対速度で除算した値である衝突余裕時間であって、

前記報知レベル決定部は、前記第２リスク指標値としての前記衝突余裕時間が小さいほど、前記報知レベルを高いレベルに設定することを特徴とする運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

20

本発明は、先行車両との衝突の可能性をドライバに警告する運転支援装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、先行車両との車間距離に応じて警報音を出力することによって、先行車両との衝突の可能性をドライバに警告する運転支援装置がある。例えば特許文献１には、自車両の車速に応じて安全車間距離を算出するとともに、その算出した安全車間距離を実際の先行車両との車間距離で除算した値である危険度を逐次算出し、危険度に応じた態様の警報音を出力する運転支援装置が開示されている。具体的には危険度が１以上１．５未満である場合には第１段階の警報音を出力し、危険度が１．５以上２．０未満である場合には第２段階の警報音を出力する。そして、危険度が２．０以上である場合には第３段階の警報音を出力する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平１０－９６７７７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１に開示の構成では、危険度が、警報音の出力態様を規定する所定の閾値（以降、警報閾値）を超過したり下回ったりするまでは同じ報知態様で警報音出力され続ける。そのため、先行車両が急制動した場合であっても、危険度が警報閾値を上回るほど十分に車間距離が縮まるまでは、相対的に弱い態様での警報音出力され続ける。そのように特許文献１の構成では、先行車両が急制動を実施してから警報音の出力態様に変化するまでに時間を要するため、ドライバが先行車両の急制動に気づくのが遅れてしまう可能性がある。

40

【０００５】

本発明は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、より適切な報知態様でドライバに、先行車両との衝突の危険性を報知することができる運転支援装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 6 】

その目的を達成するための本発明は、所定の報知デバイスと連携して先行車両との衝突の危険性をドライバに報知する処理である報知処理を実施する運転支援装置であって、先行車両と自車両との車間距離を逐次取得する車間距離取得部（F 1）と、先行車両と自車両とが衝突する危険の度合いを示すパラメータである第1リスク指標値を、先行車両の走行速度を用いずに、自車両の走行速度と車間距離取得部が取得している車間距離とに基づいて算出する第1指標値算出部（F 4）と、先行車両と自車両とが衝突する危険の度合いを示すパラメータであって、第1リスク指標値とは異なるパラメータである第2リスク指標値を、先行車両に対する自車両の相対速度に基づいて逐次算出する第2指標値算出部（F 5）と、第1指標値算出部が算出している第1リスク指標値と第2指標値算出部が算出している第2リスク指標値とに基づいて、ドライバに先行車両との衝突の危険性を訴えかける強さを示す報知レベルを逐次決定する報知レベル決定部（F 6）と、報知レベル決定部によって決定された報知レベルに応じた報知態様で、報知処理を実施する報知処理部（F 7）と、を備え、報知レベル決定部は、報知レベルを複数段階で判定し、複数段階の報知レベルのうち、最も低いレベルは、報知処理部による報知処理が実施されないレベルであり、報知処理部は、報知レベル決定部が決定した報知レベルが高いほど、先行車両との衝突の危険性をより強くドライバに訴えかける報知態様で報知処理を実施するものであって、報知レベル決定部は、報知処理を実行している状態において、第1リスク指標値及び第2リスク指標値の少なくとも何れか一方が、より安全な状態を意味する値に推移したことに基づいて、報知レベルを、現在の第1リスク指標値及び第2リスク指標値から定まる本来の報知レベルよりも低いレベルに設定することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

第2リスク指標値は、相対速度に応じて決定されるパラメータであるため、先行車両が急制動を実施した場合には、先行車両の急制動に呼応して第2リスク指標値も、相対的に危険度合いが高いことを示す値に推移する。そして、先行車両との衝突の危険性を報知する際の報知態様を定める報知レベルは、第2リスク指標値の値によっても決定されるため、第2リスク指標値が、相対的に危険度合いが高いことを示す値に推移すれば、報知レベルも上昇しうる。つまり、ドライバが減速操作を実施した場合には車間距離がまだあまり変化していない状況においても、報知レベルは上昇しうる。報知レベルが上昇した場合には当然報知態様は相対的に強い態様へと変化する。

【 0 0 0 8 】

このように上記構成によれば、車間距離がまだあまり変化していない状況においても、先行車両の急制動に基づいて報知態様に変化しうるため、ドライバが先行車両の急制動に気づくのが遅れてしまう可能性も低減できる。すなわち、上記構成によれば、より適切な報知態様でドライバにリスクを報知することができる。

【 0 0 0 9 】

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】運転支援システム100の概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】周辺視デバイス2Cの搭載位置の一例を示した図である。

【図3】運転支援ECU1の概略的な構成を示す図である。

【図4】安全車間距離 L_s と走行速度 V_h との関係を示した図である。

【図5】第1リスクレベル算出部F61の作動を説明するための図である。

【図6】第2リスクレベル算出部F62の作動を説明するための図である。

【図7】走行速度 V_h に応じて閾値 T_1 を決定する場合の制御態様の一例を示した図である。

【図8】第1リスクレベル、第2リスクレベル、報知レベルの対応関係の一例を示した図

10

20

30

40

50

である。

【図 9】報知レベルに応じた報知態様の一例を示した図である。

【図 10】運転支援 ECU1 が実施する報知関連処理を説明するためのフローチャートである。

【図 11】図 10 に示すフローチャートの続きを示した図である。

【図 12】第 1 想定構成の作動を説明するための図である。

【図 13】実施形態の構成による効果を説明するための図である。

【図 14】第 2 想定構成の作動を説明するための図である。

【図 15】実施形態の構成による効果を説明するための図である。

【図 16】変形例 1 の運転支援システム 100 の概略的な構成を示すブロック図である。

10

【図 17】変形例 1 の運転支援 ECU1 の概略的な構成を示すブロック図である。

【図 18】デフォルト閾値と異常状態用閾値の一例を示した図である。

【図 19】報知レベル決定部 F6 が実施する報知レベル決定処理について説明するためのフローチャートである。

【図 20】変形例 2 の報知レベル決定部 F6 の作動を説明するための図である。

【図 21】変形例 4 の報知レベル決定部 F6 の作動を説明するための図である。

【図 22】変形例 4 の報知レベル決定部 F6 の作動を説明するための図である。

【図 23】変形例 4 の報知レベル決定部 F6 の作動を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

以下、本発明を実施するための形態の一例として、本発明が適用された運転支援システム 100 について図を用いて説明する。本実施形態の運転支援システム 100 は、図 1 に示すように、運転支援 ECU1、報知デバイス 2、前方監視センサ 3、狭域通信部 4、車両状態センサ 5、及びロケータ 6 を備えている。ここでの報知デバイス 2 とは、音、光、振動等を用いて運転席に着座している乗員（以降、ドライバ）に所定の情報を報知する装置である。本実施形態の運転支援システム 100 は報知デバイス 2 として、スピーカ 2A、ディスプレイ 2B、周辺視デバイス 2C、及び触覚デバイス 2D を備えているものとする。なお、部材名称中の ECU は、Electronic Control Unit の略であり、電子制御装置を意味する。

【0012】

30

種々の報知デバイス 2、前方監視センサ 3、狭域通信部 4、車両状態センサ 5、及びロケータ 6 のそれぞれは、車両内に構築された通信ネットワーク（以降、LAN: Local Area Network）を介して、運転支援 ECU1 と通信可能に接続されている。以降では当該運転支援システム 100 が搭載されている車両を自車両 Hv と記載する。

【0013】

運転支援 ECU1 は、先行車両 Pv との衝突の危険性を逐次判定し、先行車両 Pv との衝突の可能性が所定のレベル以上であると判定した場合には、報知デバイス 2 と連携してドライバに先行車両 Pv との衝突の危険性を報知する処理（以降、報知処理）を実施する ECU である。運転支援 ECU1 が請求項に記載の運転支援装置に相当する。

【0014】

40

この運転支援 ECU1 は、コンピュータとして構成されている。すなわち、運転支援 ECU1 は、種々の演算処理を実行する CPU11、不揮発性のメモリであるフラッシュメモリ 12、揮発性のメモリである RAM13、I/O14、及びこれらの構成を接続するバスラインなどを備える。CPU11 は例えばマイクロプロセッサ等を用いて実現されればよい。I/O14 は、運転支援 ECU1 が外部装置（例えば前方監視センサ 3）とデータの入出力をするためのインターフェースである。I/O14 は、IC やデジタル回路素子、アナログ回路素子などを用いて実現されればよい。

【0015】

フラッシュメモリ 12 には、通常のコンピュータを運転支援 ECU1 として機能させるためのプログラム（以降、運転支援プログラム）等が格納されている。なお、上述の運転

50

支援プログラムは、フラッシュメモリ 12 を含む非遷移的実体的記録媒体 (non-transitory tangible storage medium) に格納されていればよい。CPU 11 が運転支援プログラムを実行することは、運転支援プログラムに対応する方法が実行されることに相当する。運転支援 ECU 1 は、CPU 11 が運転支援プログラムを実行することによって、種々の機能を提供する。運転支援 ECU 1 が備える種々の機能については別途後述する。

【0016】

スピーカ 2A は、運転支援 ECU 1 から入力された信号に基づいて音声や警報音を出力する。なお、スピーカ 2A は、超音波を使うことで鋭い指向性を実現するパラメトリック・スピーカであっても良い。

【0017】

ディスプレイ 2B は、運転支援 ECU 1 から入力された画像を表示するデバイスである。本実施形態では一例としてディスプレイ 2B は、インストゥルメントパネルの車幅方向中央部 (以降、中央領域) の最上部に設けられたディスプレイ (いわゆるセンターディスプレイ) とする。ディスプレイ 2B は、フルカラー表示が可能なものであり、液晶ディスプレイ、有機 EL ディスプレイ、プラズマディスプレイ等を用いて実現することができる。

【0018】

なお、他の態様としてディスプレイ 2B は、フロントガラスの運転席前方の一部分に虚像を映し出すヘッドアップディスプレイであってもよい。また、ディスプレイ 2B は、インストゥルメントパネルにおいて運転席の正面に位置する領域に配置されたディスプレイ (いわゆるメタディスプレイ) であってもよい。ディスプレイ 2B は、上述した位置以外の位置に搭載されたディスプレイや、ドライバによって車室内に持ち込まれた情報処理端末が備えるディスプレイであってもよい。

【0019】

周辺視デバイス 2C は、LED 等を用いて実現されている発光装置である。周辺視デバイス 2C は、自車両 Hv の正面方向に目線を向けているドライバの周辺視野に入る位置に配置されている。ここでの周辺視野とは、有効視野から外れた領域であって、且つ、視界に入る領域を指す。有効視野は、目線が向いている方向を基準として、例えば垂直方向は 30 度以内、水平方向は 20 度以内となる範囲を想定すればよい。車室内において自車両 Hv の正面方向に目線を向けているドライバの周辺視野に入る部分とは、例えばインストゥルメントパネルの上面部 (以降、インパネ上面部) 200 や、フロントピラーの車室内側の表面部 300 などである。

【0020】

本実施形態では一例として周辺視デバイス 2C は、図 2 に示すようにインパネ上面部 200 に、複数の発光素子を車幅方向に沿って並べることによって実現されている。周辺視デバイス 2C を構成する複数の発光素子は、フロントガラスの下端部とインパネ上面部 200 との接続する部分に沿って配置されていてもよいし、インパネ上面部 200 において座席側の縁部に沿って配置されていてもよい。

【0021】

周辺視デバイス 2C は、運転支援 ECU 1 の指示に基づいて、複数の発光素子の一部又は全部を発光させる。また、周辺視デバイス 2C は、運転支援 ECU 1 からの指示内容に応じた位置の発光素子を所定の発光態様で発光させることにより、部分的な誘目スポット Spot を形成する。ここでの発光態様を構成する要素には、色や、輝度、点滅の有無、明滅間隔などが含まれる。周辺視デバイス 2C が提供する誘目スポット Spot 自体は、複数の発光素子の一部を局所的に発光させることによって実現されるため、誘目スポット Spot の位置は幅方向に移動可能である。加えて周辺視デバイス 2C は、誘目スポット Spot の発光色及び発光サイズを変更可能である。

【0022】

触覚デバイス 2D は、振動等を発生させることでドライバの触覚を刺激するデバイスである。触覚デバイス 2D としては、例えばステアリングホイールや、アクセルペダル、ブ

10

20

30

40

50

レーキペダル、運転席、シートベルト等の、ドライバの体に接する部分に配置されたバイブレータを採用することができる。

【 0 0 2 3 】

本実施形態では一例として、触覚デバイス 2 D は、アクセルペダルに配置されたバイブレータとする。触覚デバイス 2 D は、運転支援 E C U 1 からの指示に基づき、指示された振動態様で振動を発生させる。ここでの振動態様には、振動の強度や、振動の発生間隔などが含まれる。

【 0 0 2 4 】

なお、触覚デバイス 2 D は、振動に限らず、例えばドライバの手に押す力を与えたり、非対称な振動を行うメカニズムを用いて牽引力を錯覚させたりするデバイスであってもよい。また、ここでの触覚には温覚も含まれる。つまり、触覚デバイス 2 D は、熱を用いてドライバの触覚を刺激するものであってもよい。熱を伝える媒体は、ステアリングホイール等であってもよいし、空調装置から吹き出す空気などであってもよい。

【 0 0 2 5 】

前方監視センサ 3 は、自車両 H v 前方の他車両や走行環境についての情報を収集する装置である。前方監視センサ 3 としては、例えば、車両前方の所定範囲を撮像する前方監視カメラ、車両前方の所定範囲に探査波を送信するミリ波レーダ、L I D A R (Light Detection and Ranging/Laser Imaging Detection and Ranging)、ソナー等を採用することができる。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では運転支援システム 1 0 0 は前方監視センサ 3 として、車両前方を撮像するように搭載された前方監視カメラと、車両前方を検出エリアとするミリ波レーダ（以降、前方レーダ）と、を備えるものとする。前方監視センサ 3 としての前方監視カメラは、撮像画像を運転支援 E C U 1 へ逐次出力する。

【 0 0 2 7 】

前方監視センサ 3 としての前方レーダは、探査波を送受信することによって自車両 H v の前を走行する他車両（つまり先行車両 P v ）を検出するとともに、先行車両 P v を検出している場合には、当該先行車両 P v と自車両 H v との車間距離及び相対速度 V r を逐次検出する。先行車両には原動機付き自転車や、オートバイ、自転車も含まれる。先行車両 P v との車間距離や相対速度 V r を示すデータは検出結果データとして運転支援 E C U 1

【 0 0 2 8 】

なお、ここでの相対速度 V r は、一例として先行車両 P v に対する自車両 H v の相対的な速度を表すものとする。つまり、先行車両 P v の走行速度を V p 、自車両 H v の走行速度を V h とすると、相対速度 $V r = V p - V h$ で表現される。故に、先行車両 P v の走行速度 V p よりも自車両 H v の走行速度 V h が大きく、自車両 H v が先行車両 P v に接近している場合には、相対速度 V r は正の値をとる。また、先行車両 P v の走行速度 V p よりも自車両 H v の走行速度 V h が小さく、自車両 H v が先行車両 P v と離れていっている場合には、相対速度 V r は負の値をとる。もちろん他の態様として相対速度 V r は、自車両 H v に対する先行車両 P v の相対的な速度を表すものであってもよい。

【 0 0 2 9 】

狭域通信部 4 は、所定の周波数帯の電波を用いて車両 H v の周辺に存在する他車両と直接的な（換言すれば広域通信網を介さない）無線通信を実施するための通信モジュールである。つまり狭域通信部 4 は、車車間通信を実施するための通信モジュールである。車車間通信に用いられる周波数帯は、たとえば、7 6 0 M H z 帯である。その他、2 . 4 G H z、5 . 9 G H z 帯などを用いることもできる。車車間通信を実現するための通信規格は任意のものを採用することができる。たとえば、I E E E 1 6 0 9 等にて開示されている W A V E (Wireless Access in Vehicular Environment) の規格を採用することができる。

【 0 0 3 0 】

狭域通信部 4 は、他車両から送信される車両情報パケットを受信すると、当該車両情報パケットに示されるデータを運転支援 ECU 1 に提供する。ここでの車両情報パケットとは、その車両情報パケットを送信した車両（つまり送信元車両）の車両情報を示す通信パケットである。車両情報には、送信元車両の現在位置、進行方向、走行速度、加速度などが含まれる。車両情報パケットには、車両情報のほかに、当該通信パケットの送信時刻や、送信元情報などの情報を含む。送信元情報とは、送信元に相当する車両に割り当てられている識別番号（いわゆる車両 ID）である。つまり、狭域通信部 4 は、他車両から随時送信される車両情報パケットに示されている他車両の車両情報（以降、他車両情報）を運転支援 ECU 1 に逐次提供する。

【0031】

なお、本実施形態では運転支援 ECU 1 は、他車両の車両情報を、広域通信網を介さない通信によって取得するように構成されているものとするが、これに限らない。他の態様として運転支援 ECU 1 は、広域通信網を介して他車両の車両情報を取得するように構成されていても良い。

【0032】

車両状態センサ 5 は、自車両 H v の走行制御に関わる状態量を検出するセンサである。車両状態センサ 5 とは例えば、車速センサ、加速度センサ、シフトポジションセンサ、舵角センサ、アクセルセンサ、ブレーキセンサなどである。車速センサは、自車両 H v の走行速度 V h を検出するセンサであり、加速度センサは車両前後方向に作用する加速度や車幅方向に作用する加速度を検出するセンサである。シフトポジションセンサは、シフトレバーのポジションを検出するセンサである。舵角センサは、ステアリングホイールの回転角（いわゆる操舵角）を検出するセンサであって、ドライバの操舵量を検出するセンサとして機能する。ブレーキセンサは、ブレーキペダルの位置、換言すれば、ドライバによってブレーキペダルが踏み込まれている量（以降、ブレーキ踏込量）を検出するセンサである。アクセルセンサは、アクセルペダルの位置、換言すれば、アクセルペダルがドライバによって踏み込まれている量（以降、アクセル踏込量）を検出するセンサである。

【0033】

各センサは、検出対象とする物理状態量の現在の値（つまり検出結果）を示すデータを運転支援 ECU 1 に逐次提供する。なお、車両状態センサ 5 として運転支援システム 100 が備えるべきセンサの種類は適宜設計されればよく、上述した全てのセンサを備えている必要はない。

【0034】

ロケータ 6 は、車両の現在位置を測位する装置である。ロケータ 6 は、例えば GNSS 受信機、慣性センサ、地図データベース（以下、DB）を用いて実現されている。GNSS 受信機は、GNSS（Global Navigation Satellite System）を構成する測位衛星から送信される航法信号を受信することで、当該 GNSS 受信機の現在位置を逐次（例えば 100 ミリ秒毎に）検出するデバイスである。慣性センサは、例えば 3 軸ジャイロセンサ及び 3 軸加速度センサである。地図 DB は、道路の接続関係等を示す地図データを記憶している不揮発性メモリである。

【0035】

ロケータ 6 は、GNSS 受信機の測位結果、慣性センサでの計測結果、及び、地図データを組み合わせることにより、自車両 H v の現在位置を逐次特定する。そして、その特定した現在位置を示す車両位置データを運転支援 ECU 1 に逐次提供する。自車両 H v の現在位置は、例えば緯度、経度、高度によって表現されれば良い。また、ロケータ 6 は、地図 DB から現在位置を基準として定まる所定範囲の地図データを読み出し、運転支援 ECU 1 に提供する。なお、地図データは、外部サーバ等から広域通信網を介して取得する構成としてもよい。

【0036】

< 運転支援 ECU 1 の機能について >

運転支援 ECU 1 は、CPU 11 が上述の運転支援プログラムを実行することによって

10

20

30

40

50

、図3に示す種々の機能ブロックに対応する機能を提供する。すなわち、運転支援ECU1は機能ブロックとして、環境認識部F1、車両状態認識部F2、安全車間距離算出部F3、接近度算出部F4、TTC算出部F5、報知レベル決定部F6、及び報知処理部F7を備える。

【0037】

なお、運転支援ECU1が備える機能ブロックの一部又は全部は、論理回路等を用いたハードウェアとして実現されていてもよい。ハードウェアとして実現される態様には1つ又は複数のICを用いて実現される態様も含まれる。また、運転支援ECU1が備える機能ブロックの一部又は全部は、CPU11によるソフトウェアの実行とハードウェア部材の組み合わせによって実現されていてもよい。

10

【0038】

環境認識部F1は、先行車両Pvの挙動や、天候、路面状態、外部の明るさの外部環境について情報を逐次取得する構成である。具体的には、環境認識部F1は前方監視センサ3の検出結果に基づいて、先行車両Pvとの車間距離、相対速度Vr、及び走行速度Vpを特定する。環境認識部F1が請求項に記載の車間距離取得部に相当する。

【0039】

先行車両Pvの走行速度Vpは、自車両Hvの走行速度Vhと先行車両Pvの自車両Hvに対する相対速度Vrから算出すればよい。なお、他の態様として、先行車両Pvの走行速度Vpは、狭域通信部4が受信している車両情報パケットのうち、先行車両Pvから送信された車両情報パケットを参照することで特定しても良い。車々間通信を実施している他車両と、先行車両Pvとの対応付けは、例えば自車両Hvに対する相対位置の時間変化を用いる方法など、周知の方法によって実施されれば良い。

20

【0040】

環境認識部F1は、先行車両Pvとの車間距離や、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vr、先行車両Pvの走行速度Vpを示すデータは、先行車両データとしてRAM13等に保存する。環境認識部F1は、所定の時間間隔で（例えば100ミリ秒毎に）前方監視センサ3の検出結果を取得し、先行車両データを生成して保存する。生成時点が異なる複数の先行車両データは、例えば、最新の先行車両データが先頭となるように時系列順にソートされてRAM13に保存されれば良い。また、保存されてから一定時間経過した先行車両データは順次破棄されていけば良い。

30

【0041】

また、環境認識部F1は、前方監視センサ3としての前方監視カメラの撮像画像を解析することによって、路面が濡れているか、積雪しているか、舗装道路であるか否かなどといった、路面状態も特定する。なお、路面が濡れているかといった天候に由来する路面状態はレインセンサの検出結果から推定しても良いし、ワイパーの作動状態から推定してもよい。また、図示しないセンサから配信される天候情報を受信することによって特定しても良い。天候情報は、上述のレインセンサの検出結果やワイパーの作動状態から推定されれば良い。もちろん、センサから配信される天候情報を受信することで、天候情報を取得してもよい。外部の明るさは図示しない照度センサの検出結果や、前方監視カメラの撮像画像から特定することができる。

40

【0042】

その他、本実施形態の環境認識部F1は、ロケータ6から自車両Hvの現在位置を示す車両位置データ、及び、自車両Hv周辺の地図データを取得する。また、狭域通信部4から提供される他車両情報を取得して、車両毎に区別してRAM13に保存していく。或る他車両についての取得時点が異なる複数の他車両情報は、例えば、最新の他車両情報が先頭となるように時系列順にソートされて保存されれば良い。また、保存されてから一定時間経過した他車両情報は順次破棄されていけば良い。

【0043】

車両状態認識部F2は、車両状態センサ5から入力される信号に基づいて、自車両Hvの状態を逐次特定する。例えば、車両状態認識部F2は、自車両Hvの走行速度Vhや、

50

操舵角、アクセル踏込量、ブレーキ踏込量、方向指示器の動作状態、自車両Hvに作用している加速度等を逐次特定する。自車両Hvの走行速度Vh等を示すデータは、自車両データとしてRAM13等に保存する。生成時点が異なる複数の自車両データは、例えば、最新の自車両データが先頭となるように時系列順にソートされてRAM13に保存されれば良い。また、保存されてから一定時間経過した自車両データは順次破棄されていけば良い。

【0044】

安全車間距離算出部F3は、自車両Hvの現在の走行速度に対応する所定の安全車間距離Lsを算出する構成である。安全車間距離Lsは、自車両Hvの走行速度Vhに応じた適切な先行車両Pvとの車間距離を表すパラメータである。走行速度Vh毎の安全車間距離Lsは、設計者等によって適宜設計されるものである。安全車間距離Lsは図4に例示するように、自車両Hvの走行速度Vhが大きいほど大きい値となるように設計されている。走行速度と安全車間距離Lsとの対応関係を示すデータは、予め設計されてフラッシュメモリ12に保存されていけば良い。

10

【0045】

なお、図4では、安全車間距離Lsが走行速度に応じて曲線的に増加する態様を例示しているがこれに限らない。安全車間距離Lsは、走行速度Vhが大きくなるにつれて、直線的又は階段状に増加するように設定されていてもよい。

【0046】

また、安全車間距離Lsは、車室外の明るさや、天候などのその他の走行環境が悪化するほど大きな値に設定されるように設定されていても良い。つまり、安全車間距離Lsは、自車両Hvの走行速度Vh以外にも、時間帯（例えば昼/夜）、天候などのその他の走行環境から決定されるように設定されていても良い。ただし、安全車間距離Lsは先行車両Pvの走行速度Vpに依存せずに（換言すれば使用せずに）定まるパラメータとする。先行車両Pvの走行速度Vpに依存せずに定まるパラメータとは、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrに依存せずに定まるパラメータに相当する。

20

【0047】

接近度算出部F4は、先行車両Pvが存在する場合、安全車間距離Lsを、環境認識部F1が取得している先行車両Pvとの実際の車間距離（以降、実車間距離）Lで除算することにより、接近度Dを算出する。接近度Dは、先行車両Pvと自車両Hvとの車間距離が十分に確保されているか否かを示すパラメータである。当然、先行車両Pvと自車両Hvとの車間距離が不十分である状態は相対的に先行車両Pvに自車両Hvが追突する危険度合いが高い状態に相当する。故に、接近度Dは、先行車両Pvに自車両Hvが追突する危険度合いを表すパラメータとして機能する。

30

【0048】

接近度Dは、安全車間距離Lsに対して実車間距離Lが短いほど大きい値となる。つまり、接近度Dが高いほど、先行車両Pvに自車両Hvが追突する危険度合いが高いことを意味する。なお、実車間距離Lが安全車間距離Lsと一致している場合には接近度Dは1となる。接近度算出部F4が算出した接近度Dは、報知レベル決定部F6に逐次提供される。接近度算出部F4が請求項に記載の第1指標値算出部に相当し、接近度Dが請求項に記載の第1リスク指標値に相当する。

40

【0049】

TTC算出部F5は、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrが正の値となっている場合（つまり自車両Hvが先行車両Pvに接近している場合）、自車両Hvが先行車両Pvと衝突するまでの残り時間である衝突余裕時間（以降、TTC: Time-To-Collision）を逐次算出する。TTCの算出アルゴリズムは周知のものを援用することができる。例えば、実車間距離Lを、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrで除算した値とすればよい。TTC算出部F5の算出結果は報知レベル決定部F6に逐次提供される。当然、TTCが正の値となっている場合には、その値が大きいほど、先行車両Pvに自車両Hvが追突する危険度合いが小さいことを意味する。

50

【 0 0 5 0 】

なお、先行車両 P v が存在しない場合や、相対速度 V r が負の値である場合には、T T C の算出自体を停止してもよいし、T T C としてプログラム上設定可能な値の最大値（以降、M A X 値）が設定されてもよい。相対速度 V r が負の値となっている場合とは、先行車両 P v と自車両 H v とが離れていつている場合に相当する。ここでは一例として、先行車両 P v が存在しない場合や相対速度 V r が負の値である場合には、T T C には M A X 値が設定されるものとする。M A X 値は、便宜的に無限大を表す値として機能する。相対速度 V r が 0 のときもまた、T T C には M A X 値が設定されるものとする。T T C 算出部 F 5 が請求項に記載の第 2 指標値算出部に相当し、T T C が請求項に記載の第 2 リスク指標値に相当する。

10

【 0 0 5 1 】

報知レベル決定部 F 6 は、接近度算出部 F 4 が算出する接近度 D と、T T C 算出部 F 5 が算出した T T C とに基づいてドライバに先行車両 P v との衝突の危険性を訴えかける強さを示す報知レベルを決定する構成である。報知レベル決定部 F 6 は、報知レベルを決定するためのより細かい構成要素（換言すればサブ機能）として第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 と、第 2 リスクレベル算出部 F 6 2 とを備える。

【 0 0 5 2 】

第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 は、接近度算出部 F 4 が算出する接近度 D に基づいて、自車両 H v の走行速度 V h や路面状態といった、先行車両 P v の走行速度 V p 以外の要素を要因とする第 1 リスクレベルを算出する。本実施形態では一例として第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 は、第 1 リスクレベルを 1 ～ 4 までの 4 段階で判定する。レベル 1 は最も第 1 リスクレベルが低い状態であって、先行車両 P v との衝突の危険性がほとんどない（換言すれば十分に小さい）状態に相当する。レベル 4 は最も第 1 リスクレベルが高い状態であって、ドライバに注意を促すべき状態に相当する。

20

【 0 0 5 3 】

第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 は、図 5 に示すように接近度 D の値が大きいほど第 1 リスクレベルを高く判定する。具体的には、接近度 D が所定の閾値 D 1 未満である場合にはレベル 1 と判定し、接近度 D が閾値 D 1 以上、かつ、閾値 D 2 未満である場合にはレベル 2 と判定する。また、接近度 D が閾値 D 2 以上、かつ、閾値 D 3 未満である場合にはレベル 3 と判定する。そして、接近度 D が閾値 D 3 以上である場合にはレベル 4 と判定する。

30

【 0 0 5 4 】

閾値 D 1 は適宜設計されればよく、ここでは 1 . 0 とする。閾値 D 2 は閾値 D 1 よりも大きい範囲において適宜設計されればよく、ここでは一例として 1 . 5 に設定されている。閾値 D 3 は閾値 D 2 よりも大きい範囲において適宜設計されればよく、ここでは一例として 2 . 0 に設定されている。

【 0 0 5 5 】

第 2 リスクレベル算出部 F 6 2 は、T T C 算出部 F 5 が算出する T T C に基づいて、先行車両 P v に対する自車両 H v の相対速度 V r を要因とする第 2 リスクレベルを算出する。本実施形態では一例として第 2 リスクレベル算出部 F 6 2 は、第 2 リスクレベルをレベル 1 ～ 3 までの 3 段階で判定する。レベル 1 は最も第 2 リスクレベルが低い状態である。レベル 1 は、仮に現在の相対速度 V r が維持される場合には先行車両 P v との衝突の危険性がほとんどない（換言すれば十分に小さい）状態に相当する。レベル 3 は最も第 2 リスクレベルが高い状態であって、ドライバに注意を促すべき状態に相当する。

40

【 0 0 5 6 】

第 2 リスクレベル算出部 F 6 2 は、図 6 に示すように T T C の値が小さいほど第 2 リスクレベルを高く判定する。具体的には、T T C が所定の閾値 T 1 以上である場合にはレベル 1 と判定し、T T C が閾値 T 1 未満であって、かつ、閾値 T 2 以上である場合にはレベル 2 と判定する。また、T T C が閾値 T 2 未満である場合にはレベル 3 と判定する。

【 0 0 5 7 】

閾値 T 1 の具体的な値は種々の試験に基づき適宜設定されればよく、ここでは 1 4 秒と

50

する。なお、この閾値 T_1 を 14 秒に設定する構成は、ドライバは先行車両 P_v の視覚的な大きさの増加率によって先行車両 P_v への接近を知覚するといった性質を考慮しての構成である。 TT_C が 14 秒以上となる領域では、ドライバは先行車両 P_v の大きさの変化を知覚しづらく、それに伴い先行車両 P_v に接近していることを知覚しづらい。 TT_C が 14 秒以上となる領域は、警報を出力しても警報の意味をドライバに理解されにくく、逆にドライバに煩わしさを与えてしまう恐れがある領域に相当する。このようなドライバの性質を鑑みると、 TT_C が 14 秒以上の場合は、衝突のリスクがほとんどない状態（つまりレベル 1）であると判定することが好ましい。

【0058】

閾値 T_2 は閾値 T_1 よりも小さい範囲において適宜設計されればよく、ここでは一例として、5 秒に設定されている。なお、閾値 T_2 は、自車両 H_v の走行速度 V_h に応じて動的に決定されても良い。例えば図 7 に示すように、走行速度が大きいほど閾値 T_2 の値も大きくなるように設定されていても良い。ただし、閾値 T_2 が閾値 T_1 を超過しないように、閾値 T_2 には上限値が設定されているものとする。閾値 T_2 の上限値は、閾値 T_1 よりも小さい範囲において適宜設計されれば良い。図 7 では閾値 T_2 の上限値が 10 秒に設定されている態様を示している。図 7 中の V_x は、閾値 T_2 が上限値に達する時の走行速度を示している。 V_x は例えば 100 km/h などとすればよい。

【0059】

報知レベル決定部 F_6 は、以上のようにして第 1 リスクレベル算出部 F_{61} が算出する第 1 リスクレベル、及び、第 2 リスクレベル算出部 F_{62} が算出する第 2 リスクレベルに基づいて、報知レベルを逐次決定する。ここでは一例として報知レベル決定部 F_6 は、報知処理を実施しないレベルを含むように、報知レベルをレベル 0 ~ 3 の 4 段階（つまり複数段階）で判定する。

【0060】

レベル 0 は、報知処理を実施しないレベルである。レベル 1 は、先行車両 P_v との車間距離がやや短いことを、ドライバに煩わしさを与えない程度の強さで報知するレベルである。レベル 2 は、先行車両 P_v との衝突に注意することをレベル 1 よりも強くドライバに訴えかけるレベルである。レベル 2 は、仮にドライバが脇見や低覚醒状態であっても車両前方に視線を向けるように促すことを目的とするレベルである。レベル 3 は、先行車両 P_v との衝突に注意することをレベル 2 よりもさらに強くドライバに訴えかけるレベルである。レベル 3 は、先行車両 P_v との衝突の危険性をドライバに確実に伝えることを目的とするレベルである。各報知レベルでの報知態様の詳細については別途後述する。

【0061】

報知レベル決定部 F_6 は、例えば、図 8 に示すような、第 1 リスクレベルと第 2 リスクレベルと報知レベルとの対応関係を示したデータを用いて、報知レベルを決定する。図 8 に示すように報知レベル決定部 F_6 は、第 1 リスクレベルが高いほど、また、第 2 リスクレベルが高いほど、報知レベルを高く判定する。この報知レベル決定部 F_6 の作動については別途後述する。

【0062】

報知処理部 F_7 は、報知レベル決定部 F_6 によって決定された報知レベルに応じた報知態様で、先行車両 P_v との衝突の危険性をドライバに報知する処理（つまり報知処理）を実施する構成である。

【0063】

例えば報知処理部 F_7 は、報知レベルが 1 に設定されている場合、ディスプレイ 2B に先行車両 P_v との車間距離について注意を促す画像（以降、注意画像）を表示させるとともに、周辺視デバイス 2C を所定の目標輝度となるまで徐々に点灯させる。このとき、周辺視デバイス 2C の最終的な輝度は、ドライバに煩わしさを与えない程度の輝度とする。つまり、報知レベルが 1 の場合、報知処理部 F_7 は周辺視デバイス 2C をぼんやりと点灯させる。発光色は、黄色みがかった緑や、黄色、オレンジなど、ドライバに弱く注意を促す色味とすればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

また、報知処理部 F 7 は、報知レベルが 2 に設定されている場合、ディスプレイ 2 B に注意画像を表示しつつ、スピーカ 2 A から警報音を出力させる。なお、報知レベルが 2 の場合に出力させる警報音は、後述する報知レベルが 3 の場合に出力される警報音よりも相対的に低い音に設定されている。音の長さや、繰り返し間隔も相対的に長い値に設定されている。音圧も相対的に小さい値に設定されている。

【 0 0 6 5 】

報知レベルが 2 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は周辺視デバイス 2 C を相対的に長い間隔で（換言すればゆっくりと）点滅させる。発光色は、報知レベルが 1 のときと同じか、報知レベルが 1 のときよりも赤みがかった色合いとすればよい。さらに、報知レベルが 2 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は触覚デバイス 2 D を相対的に弱い振動パターンで振動させる。

10

【 0 0 6 6 】

報知レベルが 3 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は、ディスプレイ 2 B に所定の警告画像を表示する。警告画像は、先行車両 P v との車間距離について強く注意を促す（つまり警告する）画像であって、注意画像よりもドライバに危機感を与えることが期待できる画像とする。例えば、注意画像の背景色が黄色である場合には、警告画像の背景色を赤色にした画像とすればよい。また、報知レベルが 3 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は、スピーカ 2 A から警報音を出力させる。なお、報知レベルが 3 の場合に出力させる警報音は、報知レベルが 2 の場合に出力される警報音よりも相対的に高い音に設定されている。音の長さや、繰り返し間隔も相対的に短い値に設定されている。音圧も相対的に強い値に設定されている。

20

【 0 0 6 7 】

さらに、報知レベルが 3 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は周辺視デバイス 2 C を相対的に短い間隔で（換言すれば速く）点滅させる。発光色は、報知レベルが 2 のときよりも赤みがかった色合い（例えば赤色）とすればよい。さらに、報知レベルが 3 に設定されている場合、報知処理部 F 7 は触覚デバイス 2 D を相対的に強い振動パターンで振動させる。

【 0 0 6 8 】

図 9 は上述した報知レベル毎の各報知デバイスの作動の態様（換言すれば報知態様）をまとめた図である。図 9 に示す報知レベル毎の報知態様は一例であって、適宜変更することができる。ただし、報知レベルが高いほど、先行車両 P v との車間距離が短いこと、換言すれば、衝突の危険性が高まっていることを、ドライバに強く訴えかける態様に設定されるものとする。所定の情報をドライバに強く訴えかけるということは、ドライバに与える視覚的、触覚的、聴覚的な刺激を強めることに相当する。

30

【 0 0 6 9 】

< 報知関連処理 >

次に、図 1 0、図 1 1 に示すフローチャートを用いて運転支援 E C U 1 が実施する報知関連処理について説明する。報知関連処理は、報知レベルに応じた態様の報知処理を開始したり、事項中の報知処理を解除（換言すれば停止）したりするための処理である。図 1 0、図 1 1 に示すフローチャートは、自車両 H v の走行用電源（例えばイグニッション電源）がオンとなっている間、逐次（例えば 1 0 0 ミリ秒毎に）に実行されれば良い。

40

【 0 0 7 0 】

まずステップ S 1 0 1 では報知レベル決定部 F 6 が、先行車両 P v が存在するか否かを判定する。先行車両 P v が存在するか否かは、前方監視センサ 3 の検出結果に基づいて判定される。先行車両 P v が存在する場合にはステップ S 1 0 1 が肯定判定されてステップ S 1 0 2 に移る。一方、先行車両 P v が存在しない場合にはステップ S 1 0 1 が否定判定されてステップ S 1 0 8 に移る。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 2 では、自車両 H v の走行速度 V h や、実車間距離 L、先行車両 P v に

50

対する自車両Hvの相対速度Vrといった、接近度DやTTcを算出する上で必要なデータをRAM13から読み出してステップS103に移る。

【0072】

ステップS103では安全車間距離算出部F3が、自車両Hvの走行速度Vhに応じた安全車間距離Lsを算出してステップS104に移る。ステップS104では接近度算出部F4が、ステップS103で算出された安全車間距離Lsを、実車間距離Lで除算することにより、接近度Dを算出してステップS105に移る。ステップS105ではTTc算出部F5が、実車間距離Lを、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrで除算することによりTTcを算出してステップS106に移る。

【0073】

ステップS106では第1リスクレベル算出部F61が、ステップS104で算出された接近度Dに基づいて現在の第1リスクレベルを算出する。また、第2リスクレベル算出部F62が、ステップS105で算出されたTTcに基づいて現在の第2リスクレベルを算出する。これらの演算処理が完了するとステップS107に移る。

【0074】

ステップS107では報知レベル決定部F6が、現在の第1リスクレベルが1であるか否かを判定する。第1リスクレベルが1である場合にはステップS107が肯定判定されてステップS108に移る。一方、第1リスクレベルが1ではない場合にはステップS107が否定判定されてステップS109に移る。ステップS108では報知レベル決定部F6が報知レベルを0に設定してステップS126に移る。

【0075】

ステップS109では報知レベル決定部F6が、現在の第1リスクレベルが2であるか否かを判定する。第1リスクレベルが2である場合にはステップS109が肯定判定されてステップS110に移る。一方、第1リスクレベルが2ではない場合にはステップS109が否定判定されてステップS115に移る。

【0076】

ステップS110では報知レベル決定部F6が、現在の第2リスクレベルが1であるか否かを判定する。第2リスクレベルが1である場合にはステップS110が肯定判定されてステップS111に移る。一方、第2リスクレベルが1ではない場合にはステップS110が否定判定されてステップS112に移る。ステップS111では報知レベル決定部F6が、報知レベルを0に設定してステップS126に移る。

【0077】

ステップS112では報知レベル決定部F6が、現在の第2リスクレベルが2であるか否かを判定する。第2リスクレベルが2である場合にはステップS112が肯定判定されてステップS113に移る。一方、第2リスクレベルが2ではない場合、すなわち第2リスクレベルが3である場合には、ステップS112が否定判定されてステップS114に移る。ステップS113では報知レベル決定部F6が、報知レベルを1に設定してステップS126に移る。ステップS114では報知レベル決定部F6が、報知レベルを2に設定してステップS126に移る。

【0078】

ステップS115では報知レベル決定部F6が、現在の第1リスクレベルが3であるか否かを判定する。第1リスクレベルが3である場合にはステップS115が肯定判定されてステップS116に移る。一方、第1リスクレベルが3ではない場合、すなわち第1リスクレベルが4である場合にはステップS115が否定判定されてステップS121に移る。

【0079】

ステップS116では報知レベル決定部F6が、現在の第2リスクレベルが1であるか否かを判定する。第2リスクレベルが1である場合にはステップS116が肯定判定されてステップS117に移る。一方、第2リスクレベルが1ではない場合にはステップS116が否定判定されてステップS118に移る。ステップS117では報知レベル決定部

10

20

30

40

50

F 6 が、報知レベルを 1 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 1 8 では報知レベル決定部 F 6 が、現在の第 2 リスクレベルが 2 であるか否かを判定する。第 2 リスクレベルが 2 である場合にはステップ S 1 1 8 が肯定判定されてステップ S 1 1 9 に移る。一方、第 2 リスクレベルが 2 ではない場合、すなわち第 2 リスクレベルが 3 である場合には、ステップ S 1 1 9 が否定判定されてステップ S 1 2 0 に移る。ステップ S 1 1 9 では報知レベル決定部 F 6 が、報知レベルを 1 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。ステップ S 1 2 0 では報知レベル決定部 F 6 が、報知レベルを 2 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 2 1 では報知レベル決定部 F 6 が、現在の第 2 リスクレベルが 1 であるか否かを判定する。第 2 リスクレベルが 1 である場合にはステップ S 1 2 1 が肯定判定されてステップ S 1 2 2 に移る。一方、第 2 リスクレベルが 1 ではない場合にはステップ S 1 2 1 が否定判定されてステップ S 1 2 3 に移る。ステップ S 1 2 2 では報知レベル決定部 F 6 が、報知レベルを 1 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 2 3 では報知レベル決定部 F 6 が、現在の第 2 リスクレベルが 2 であるか否かを判定する。第 2 リスクレベルが 2 である場合にはステップ S 1 2 3 が肯定判定されてステップ S 1 2 4 に移る。一方、第 2 リスクレベルが 2 ではない場合、すなわち第 2 リスクレベルが 3 である場合には、ステップ S 1 2 3 が否定判定されてステップ S 1 2 5 に移る。ステップ S 1 2 4 では報知レベル決定部 F 6 が、報知レベルを 2 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。ステップ S 1 2 5 では報知レベル決定部 F 6 が、報知レベルを 3 に設定してステップ S 1 2 6 に移る。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 1 2 6 では報知処理部 F 7 が、以上の処理で決定された報知レベルが 1 以上であるか否かを判定する。報知レベルが 1 以上である場合にはステップ S 1 2 6 が肯定判定されてステップ S 1 2 7 に移る。一方、報知レベルが 0 である場合にはステップ S 1 2 6 が否定判定されてステップ S 1 2 8 に移る。なお、報知レベルが 1 以上である場合とは報知処理を実施する必要がある場合に相当し、報知レベルが 0 である場合とは報知処理を実施する必要がない場合に相当する。つまり、このステップ S 1 2 6 の処理は、報知処理を開始 / 継続する必要があるか否かを判定する処理に相当する。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 2 7 では報知処理部 F 7 が、現在の報知レベルに応じた報知態様で報知処理を実施する。例えば本フロー開始時点で既に報知処理を実施している場合であって、かつ、前回の報知関連処理で決定された報知レベルと、今回の報知関連処理で決定された報知レベルが異なる場合には、報知態様を今回決定された報知レベルに変更する。また、本フロー開始時点で報知処理を実施しておらず、且つ、今回の報知関連処理で決定された報知レベルが 1 以上である場合には、今回決定された報知レベルに応じた態様での報知処理を開始する。

【 0 0 8 5 】

なお、本フロー開始時点で既に報知処理を実施している場合であって、かつ、前回の報知関連処理で決定された報知レベルと、今回の報知関連処理で決定された報知処理が同じである場合には、本フロー開始以前に行っていた態様での報知処理が継続して実施すればよい。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 2 8 では報知処理部 F 7 が報知処理を停止する。なお、本フロー開始時点で報知処理を実施していない場合には、報知処理を実行していない状態を継続すればよい。

【 0 0 8 7 】

< 実施形態のまとめ >

10

20

30

40

50

上述した実施形態では、報知処理の態様を定める報知レベルは、第1リスクレベルと第2リスクレベルの2つのパラメータによって定まる。第1リスクレベルは、先行車両Pvの走行速度Vpを用いずに算出される接近度Dに応じて決定される。そのため、第1リスクレベルは、先行車両Pvの走行速度Vpを用いずに算出されるパラメータである。

【0088】

一方、第2リスクレベルは、TTCに応じて決定される。TTCは、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrに基づいて算出されるため、第2リスクレベルは、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vr、すなわち先行車両Pvの走行速度Vpを用いて算出されるパラメータである。つまり、本実施形態の構成によれば、報知レベルは、先行車両Pvの走行速度Vpを用いずに算出される第1リスクレベルと、先行車両Pvの走行速度Vpを用いて算出される第2リスクレベルの双方を用いて決定される。

10

【0089】

このような構成において、ドライバが減速操作をすれば、先行車両Pvに対する自車両Hvの相対速度Vrは小さくなる。第2リスクレベルは、相対速度Vrに応じて決定されるパラメータであるため、ドライバが減速操作を実施した場合には、当該減速操作に呼応して第2リスクレベルも小さくなる。

【0090】

報知レベルは、上述の通り、第2リスクレベルによっても決定されるため、第2リスクレベルが低下すれば報知レベルも低下しうる。当然、報知レベルが低下した場合には報知処理の報知態様は相対的に弱い態様へと変化したり、報知処理自体が停止したりする。故に、車間距離がまだあまり変化していない状況においても、ドライバの減速操作に基づいて報知態様に変化しうるため、同じ報知態様での報知が実施され続けることによってドライバに煩わしさを与えてしまう恐れを低減できる。

20

【0091】

また、先行車両Pvが急に減速した場合には、車間距離がまだ大きく変化していない時点においても、相対速度Vrの増加に伴って第2リスクレベルが大きくなり、報知レベルが上がりうる。当然、報知レベルが上がれば、報知処理の報知態様も相対的に強い報知態様へと変化する。故に、上記構成によればドライバが先行車両Pvの急制動に気づくのが遅れてしまう可能性も低減できる。すなわち、上記構成によれば、より適切な報知態様でドライバにリスクを報知することができる。

30

【0092】

ところで、先行車両Pvとの衝突のリスクを報知する他の構成としては、TTCのみに基づいて報知レベルを決定する構成（以降、第1想定構成）も想定される。しかしながら、図12に示すように実車間距離Lが非常に小さい場合であっても、相対速度Vrが十分に小さい場合にはTTCは相対的に大きい値となってしまう。TTCが大きくても実車間距離Lが短いと、次の瞬間に先行車両Pvが急制動した場合にドライバが先行車両Pvとの衝突を回避するための操作を実施する時間的余裕が短いため、衝突の危険度合いが潜在的に高い状態と言える。つまり、第1想定構成では、潜在的な衝突の危険性まで加味した態様で報知処理を実施することができない。

【0093】

対して、本実施形態ではTTCだけでなく、接近度Dも考慮して報知レベルを決定する。換言すれば、TTCが大きい場合にも存在しうる潜在的な危険を顕在化させた報知レベルを決定する。故に、図13に示すように、実車間距離Lが非常に小さい場合には相対的に高い報知レベルが設定される。その結果、ドライバに対して先行車両Pvとの衝突の危険性をより強く訴えかけることができる。

40

【0094】

また、先行車両Pvとの衝突のリスクを報知する他の構成として特許文献1のように、接近度Dのみに基づいて報知レベルを決定する構成（以降、第2想定構成）も想定される。しかしながら、図14に示すように接近度Dがそこまで高くない場合であっても、相対速度Vrが大きい場合にはTTCは相対的に小さい値となる。TTCが小さければ、ドラ

50

イバが先行車両 P v との衝突を回避するための操作を実施する時間的余裕が短いため、衝突の危険度合いが潜在的に高い状態と言える。つまり、第 2 想定構成では、潜在的な衝突の危険性まで加味した態様で報知処理を実施することができない場合がある。

【 0 0 9 5 】

対して、本実施形態では接近度 D だけでなく、T T C も考慮して報知レベルを決定する。換言すれば接近度 D だけでは現れないリスクを顕在化させて報知レベルを決定する。故に、図 1 5 に示すように、接近度 D がそこまで高くない場合であっても、T T C が相対的に短い場合には、相対的に高い報知レベルが設定される。その結果、ドライバに対して先行車両 P v との衝突の危険性を強く訴えかけることができる。

【 0 0 9 6 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の変形例も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。また、種々の変形例は、組み合わせて実施することができる。

【 0 0 9 7 】

なお、前述の実施形態で述べた部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、構成の一部のみに言及している場合、他の部分については先に説明した実施形態の構成を適用することができる。

【 0 0 9 8 】

[変形例 1]

報知レベル決定部 F 6 は、例えば脇見状態であるか否かなどといった、ドライバの状態を考慮して報知レベルを決定しても良い。以下、そのような構成を変形例 1 として述べる。変形例 1 における運転支援システム 1 0 0 は、図 1 6 に示すように、運転支援 E C U 1、報知デバイス 2、前方監視センサ 3、狭域通信部 4、車両状態センサ 5、ロケータ 6、及びドライバ状態センサ 7 を備えている。

【 0 0 9 9 】

ドライバ状態センサ 7 は、ドライバの状態を検出するセンサである。ドライバの状態とは、例えば、ドライバの顔の向きや、視線の方向、瞼の開度、体の向き（換言すれば着座姿勢）、ハンドルの把持状態などである。また、心拍数や、血圧、心電位、脈波、発汗量、体温、呼吸のリズム、呼吸の深さなどのドライバの生体情報も、ドライバの状態を示す情報として機能する。さらに、ドライバが同乗者等と会話中であるか否かもドライバの状態に含まれる。

【 0 1 0 0 】

このようなドライバ状態センサ 7 としては、例えば、ドライバの顔部を撮像するように配置されたドライバカメラや、マイク、ハンドル把持センサ、背圧センサ、座圧センサ、生体情報センサ等を採用することができる。ドライバカメラは、ドライバの顔部を撮像するように設置されたカメラである。ドライバカメラは、例えば近赤外光源、近赤外カメラ、及びそれらを制御する制御ユニットを用いて実現されればよい。ドライバカメラは、近赤外カメラの撮像画像に対して周知の画像認識処理を施すことで、運転席における乗員（つまりドライバ）の頭部姿勢や、ドライバの顔の向き、視線方向、瞼の開き度合い等を逐次検出する。ドライバカメラは、運転席に着座している乗員の顔領域を撮影するように、例えばステアリングコラムカバーや、インストゥルメントパネルの運転席に対向する部分等、適宜設計される位置に配置されていればよい。

【 0 1 0 1 】

ハンドル把持センサは、ハンドルに設けられた圧力センサであり、背圧センサは、運転席の背もたれ部に作用している圧力の分布を検出する配置された圧力センサシートである。座圧センサは、運転席の着座面に配置された圧力センサシートであって、運転席の着座面に作用している圧力の分布を検出する。

【 0 1 0 2 】

生体情報センサとは、例えば心拍数を計測する心拍数センサである。血圧、心電位、脈

10

20

30

40

50

波、発汗量、体温、呼吸のリズム、呼吸の深さを検出対象とするセンサも生体情報センサに含まれる。

【 0 1 0 3 】

変形例 1 の運転支援システム 1 0 0 は、上述した種々のセンサの少なくとも 1 つをドライバ状態センサ 7 として備える。本変形例 1 では一例として、運転支援システム 1 0 0 はドライバ状態センサ 7 として、ドライバカメラと、心拍数センサを備えるものとする。ドライバ状態センサ 7 としてのドライバカメラ及び心拍数センサのそれぞれは、検出結果を示すデータを運転支援 E C U 1 に逐次提供する。つまり、運転支援 E C U 1 には、ドライバの頭部姿勢や、ドライバの顔の向き、視線方向、瞼の開き度合い、心拍数などが提供される。

10

【 0 1 0 4 】

また、変形例 1 における運転支援 E C U 1 は、図 1 7 に示すように種々の機能ブロックに加えて、ドライバ状態認識部 F 8 を備える。このドライバ状態認識部 F 8 は、ドライバ状態センサ 7 の検出結果や、車両状態センサ 5 の検出結果に基づいて、ドライバの状態を逐次特定する構成である。ここではドライバ状態認識部 F 8 は、C P U 1 1 によるソフトウェアの実行によって実現されるものとするが、他の態様として、I C 等を用いてハードウェアとして実現されていても良い。

【 0 1 0 5 】

ドライバ状態認識部 F 8 は、例えば、ドライバカメラによって特定されているドライバの顔の向きや目線方向に基づいて、ドライバが車両前方を見ていない脇見状態であるか否かを判定する。例えばドライバの顔が、車両正面方向とのなす角度が 2 0 度以上となる方向に向けられている場合に、脇見状態であると判定する。

20

【 0 1 0 6 】

また、ドライバの瞼の開き度合いからドライバが居眠り状態であるか否かを判定する。さらに、ドライバが居眠り状態ではない場合であっても、瞼の開き度合い等の時間変化に基づいて、ドライバの意識レベルが低下している低覚醒状態であるか否かを判定する。また、操舵角のふらつきや視線のふらつき等によって、漫然状態であるか否かを判定する。脇見状態、居眠り状態、低覚醒状態、及び漫然状態等といったドライバの状態を判定する方法は上述した方法に限らない。周知の方法を採用することができる。

【 0 1 0 7 】

30

ドライバ状態認識部 F 8 は、ドライバが脇見状態、居眠り状態、低覚醒状態、及び漫然状態の何れかに該当すると判定した場合には、ドライバは異常状態であると判定し、ドライバが異常状態であるか否かを示す異常フラグ F d を 1 に設定する。また、ドライバは異常状態ではない（換言すれば正常である）と判定している場合には異常フラグ F d を 0 に設定する。異常フラグ F d が 1 に設定されている状態は、異常フラグ F d がオンに設定されている状態に相当する。異常フラグ F d が 0 に設定されている状態は、異常フラグ F d がオフに設定されている状態に相当する。

【 0 1 0 8 】

なお、ここでは一例としてドライバ状態認識部 F 8 は脇見状態、居眠り状態、低覚醒状態、及び漫然状態の全ての状態を判定するものとするが、これに限らない。脇見状態、居眠り状態、低覚醒状態、及び漫然状態の一部のみを判定するように構成されていても良い。異常フラグ F d の設定値は、報知レベル決定部 F 6（特に、第 1 リスクレベル算出部 F 6 1）によって参照される。

40

【 0 1 0 9 】

本変形例 1 における第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 は、接近度算出部 F 4 が算出する接近度 D だけでなく、ドライバ状態認識部 F 8 の判定結果も用いて、第 1 リスクレベルを算出する。具体的には変形例 1 の第 1 リスクレベル算出部 F 6 1 は、第 1 リスクレベルを算出するための閾値 D 1 ~ D 3 として、デフォルト閾値と、異常状態用閾値とを備える。

【 0 1 1 0 】

デフォルト閾値は、ドライバ状態認識部 F 8 によってドライバが異常状態ではない（換

50

言すれば正常状態である)と判定されている場合に、閾値D1～D3として用いる閾値である。異常状態用閾値は、ドライバ状態認識部F8によってドライバが異常状態であると判定されている場合に、閾値D1～D3として用いる閾値である。デフォルト閾値は、例えば図18に示すように、前述の実施形態と同様の値とすればよい。異常状態用閾値は、デフォルト閾値よりも相対的に小さい値に設定される。

【0111】

ここでは一例として異常状態用閾値はデフォルト閾値よりも0.2だけ小さい値に設定されているものとする。異常状態用閾値をデフォルト閾値よりも相対的に小さい値に設定することで、第1リスクレベルが高く判定されやすくなる。第1リスクレベルが高く判定されやすくなるということは、報知レベルが高く判定されやすくなることに相当する。当然、報知レベルが高く判定されやすくなれば、報知処理が開始されるタイミングや、相対的に強い報知態様での報知処理が実行されるタイミングが早まる。つまり、異常状態用閾値をデフォルト閾値よりも相対的に小さい値に設定することで、報知処理が開始されるタイミングや、相対的に強い報知態様での報知処理が実行されるタイミングを早めることができる。

10

【0112】

次に、変形例1における報知レベル決定部F6の作動を、図19に示すフローチャートを用いて説明する。図19は、報知レベル決定部F6が報知レベルを決定する処理(以降、報知レベル決定処理)を説明するためのフローチャートである。この図19に示すフローチャートは、実施形態の報知関連処理と同様に、自車両Hvの走行用電源がオンとなっている間、逐次実行されれば良い。

20

【0113】

なお、本フローとは独立して安全車間距離算出部F3による安全車間距離Lsの算出や、接近度算出部F4による接近度Dの算出、TTC算出部F5によるTTCの算出等が実行されている。換言すれば、図19に示す報知レベル決定処理は、運転支援ECU1が実施する報知関連処理の中で、報知レベル決定部F6が実行する処理を抽出した処理に相当する。図19に示すフローチャートが備える各ステップは、報知レベル決定部F6によって実行される。

【0114】

まずステップS201では、先行車両Pvが存在するか否かを判定する。先行車両Pvが存在しない場合にはステップS201が否定判定されてステップS202に移る。一方、先行車両Pvが存在する場合にはステップS201が肯定判定されてステップS202に移る。ステップS202では報知レベルを0に設定して本フローを終了する。

30

【0115】

ステップS203では、接近度算出部F4が算出した接近度Dを取得してステップS204に移る。ステップS204では異常フラグFdの設定値を読み出してステップS205に移る。ステップS205では異常フラグFdが1に設定されているか否かを判定する。異常フラグFdが1に設定されている場合にはステップS205が肯定判定されてステップS206に移る。一方、異常フラグFdが1に設定されていない場合、すなわち異常フラグFdが0に設定されている場合にはステップS205が否定判定されてステップS207に移る。

40

【0116】

ステップS206では第1リスクレベル算出部F61が、デフォルト閾値の代わりに、所定の異常状態用閾値を用いて、ステップS203で取得した接近度Dに対応する第1リスクレベルを算出してステップS208に移る。また、ステップS207ではデフォルト閾値を用いて、ステップS203で取得した接近度Dに対応する第1リスクレベルを算出してステップS208に移る。

【0117】

ステップS208ではTTC算出部F5が算出したTTCを取得してステップS209に移る。ステップS209ではステップS208で取得したTTCに対応する第2リスク

50

レベルを算出してステップ S 2 1 0 に移る。ステップ S 2 1 0 では以上の処理で決定された第 1 リスクレベルと第 2 リスクレベルに基づいて報知レベルを決定して本フローを終了する。なお、第 1 リスクレベルと第 2 リスクレベルに基づいた報知レベルの算出方法自体は前述の実施形態と同様のものを採用すれば良い。つまり、図 8 に示すような対応表に基づいて決定されれば良い。本フロー終了後においては、報知処理部 F 7 が、決定された報知レベルに応じて報知処理を実施したり報知処理を停止したりする。

【 0 1 1 8 】

< 変形例 1 のまとめ >

変形例 1 の構成によれば、ドライバが脇見状態等の所定の異常状態となっている場合には、相対的に第 1 リスクレベルが高いレベルに判定されやすいように設定された閾値を用いて第 1 リスクレベルを決定する。このような構成によれば、報知処理が開始されるタイミングや、相対的に強い報知態様での報知処理が実行されるタイミングを早まる。その結果、ドライバを異常状態から正常状態へと復帰させたり、ドライバに前方を確認させたりするタイミングを早めることが期待できる。

【 0 1 1 9 】

[変形例 2]

上述した変形例 1 では、ドライバが異常状態であると判定されている場合であっても、ドライバが正常な状態であると判定されている場合と同様の規則によって報知レベルを算出する態様を開示したがこれに限らない。ドライバが異常状態であると判定されている場合には、ドライバが正常な状態であると判定されている場合よりも報知レベルを高く判定するように、報知レベルの判定規則が設定されていても良い。例えばドライバが正常な状態であると判定されている場合には図 8 に示す対応表を用いて報知レベルを決定する一方、ドライバが異常状態であると判定されている場合には図 2 0 に示す対応表を用いて報知レベルを決定する。

【 0 1 2 0 】

図 2 0 における丸括弧内の数字は、ドライバが正常な状態であると判定されている場合に設定される報知レベルとの差分を表している。すなわち、図 2 0 に示す例では第 1 リスクレベルが 2 で第 2 リスクレベルが 1 の場合であって、且つ、ドライバが異常状態であると判定されている場合には、ドライバが正常な状態であると判定されている場合よりも報知レベルを 1 段階高く判定することを示している。第 1 リスクレベルが 4 で第 2 リスクレベルが 1 の場合や、第 1 リスクレベルが 3 で第 2 リスクレベルが 2 の場合、第 1 リスクレベルが 4 で第 2 リスクレベルが 2 の場合、第 1 リスクレベルが 3 で第 2 リスクレベルが 3 の場合も同様である。

【 0 1 2 1 】

この変形例 2 の構成によれば、ドライバが異常状態である場合には、報知処理の開始タイミングを早めるだけでなく、報知処理が出力する刺激も強めることとなる。このような態様によればドライバは先行車両と衝突の危険性があることを気づきやすくなる。当然、ドライバが先行車両との衝突の危険性を認識すれば、加速操作の中止や、減速操作の実行等といった、衝突の危険性を低減するための操作が行うことが期待できる。つまり、この変形例 2 の構成によれば、より一層安全性が高まることが期待できる。

【 0 1 2 2 】

[変形例 3]

上述した変形例 1 や変形例 2 では、ドライバ状態認識部 F 8 によってドライバが異常状態であると判定されている場合に、ドライバが正常な状態であると判定されている場合よりも第 1 リスクレベルが高く判定されやすくなるように、第 1 リスクレベルを判定するための閾値 D 1 ~ D 3 を変更する態様を開示したが、これに限らない。

【 0 1 2 3 】

ドライバが異常状態であると判定されている場合に、ドライバが正常な状態であると判定されている場合よりも第 2 リスクレベルが高く判定されるように閾値 T 1 ~ T 2 を変更してもよい。例えば、第 2 リスクレベルを判定するための閾値 T 1 , T 2 として、ドライバ

状態認識部 F 8 によってドライバが正常状態であると判定されている場合に適用されるデフォルト閾値と、ドライバが異常状態であると判定されている場合に適用される異常状態用閾値を用意しておき、ドライバ状態認識部 F 8 の判定結果に応じてこれらを使い分けても良い。

【 0 1 2 4 】

第 2 リスクレベルを判定するための異常状態用閾値は、デフォルト閾値よりも大きい値に設定されていれば良い。例えば第 2 リスクレベルを判定するための異常状態用閾値は、デフォルト閾値に 1 よりも大きい所定の係数（例えば 1 . 2 ）を乗じた値や、所定の正の数（例えば 1 秒）を加算した値とすればよい。そのような構成によれば、ドライバ状態認識部 F 8 によってドライバが異常状態であると判定されている場合、ドライバが正常状態であると判定されている場合よりも第 2 リスクレベルが高く判定されやすくなる。その結果、ドライバが異常状態である場合には、ドライバが正常状態である場合よりも、報知レベルがより高いレベルに判定されやすくなる。

【 0 1 2 5 】

[変形例 4]

報知レベル決定部 F 6 は、自車両 H v の状態遷移を鑑みて、報知レベルドライバの状態を考慮して報知レベルを決定しても良い。なお、ここでの自車両 H v の状態遷移とは、第 1 リスクレベルの変化や、第 2 リスクレベルの変化を指す。以下、そのような構成を変形例 1 として述べる。

【 0 1 2 6 】

変形例 4 における報知レベル決定部 F 6 は、第 1 リスクレベル及び第 2 リスクレベルを算出した場合、その決定した第 1 リスクレベル及び第 2 リスクレベルを、前回状態情報として R A M 1 3 に保存する。そして、次の報知関連処理において、新たに第 1、第 2 リスクレベルを算出した場合に、前回状態情報として R A M 1 3 に保存されている第 1、第 2 リスクレベルを参照し、第 1 リスクレベルが改善したか否か、及び、第 2 リスクレベルが改善したか否かを判定する。

【 0 1 2 7 】

そして、報知レベル決定部 F 6 は、第 1 リスクレベル又は第 2 リスクレベルが改善している場合には、現在の第 1、第 2 リスクレベルから定まる本来の報知レベルよりも報知レベルを低く判定する。なお、第 1 リスクレベルが改善した場合とは、今回算出した第 1 リスクレベルが、前回算出した第 1 リスクレベルよりも低いレベルとなっている場合である。第 2 リスクレベルが改善した場合とは、今回算出した第 2 リスクレベルが、前回算出した第 1 リスクレベルよりも低いレベルとなっている場合である。

【 0 1 2 8 】

例えば、図 2 1 に示すように、前回、今回ともに第 2 リスクレベルが 1 の場合において、第 1 リスクレベルが 4 から 3 に下がった場合には報知レベルを 0 に設定する。また、前回、今回ともに第 1 リスクレベルが 3 の場合において、第 2 リスクレベルが 2 から 1 に下がった場合にも、報知レベルを 0 に設定する。なお、図 8 に示すように、第 1 リスクレベルが 3 且つ第 2 リスクレベルが 1 の場合の本来の報知レベルは 1 である。

【 0 1 2 9 】

また、図 2 2 に示すように、前回、今回ともに第 2 リスクレベルが 2 の場合において、第 1 リスクレベルが 3 から 2 に下がった場合には報知レベルを 0 に設定する。前回、今回ともに第 1 リスクレベルが 2 の場合において、第 2 リスクレベルが 3 から 2 に下がった場合も同様に、報知レベルを 0 に設定する。なお、図 8 に示すように、第 1 リスクレベルが 2 且つ第 2 リスクレベルが 2 の場合の本来の報知レベルは 1 である。

【 0 1 3 0 】

さらに、図 2 3 に示すように、前回、今回ともに第 2 リスクレベルが 3 の場合において、第 1 リスクレベルが 3 から 2 に下がった場合には報知レベルを 1 に設定する。なお、図 8 に示すように、第 1 リスクレベルが 2 且つ第 2 リスクレベルが 3 の場合の本来の報知レベルは 2 である。

【 0 1 3 1 】

第1リスクレベルや第2リスクレベルが改善されたということは、ドライバの減速操作等によって、自車両Hvと先行車両Pvとの位置関係がより安全な状態へ移行したことを意味する。そのように、自車両Hvと先行車両Pvとの位置関係がより安全な状態へ移行した場合に早めに報知処理の態様を弱めたり報知処理を停止したりすることで、ドライバに煩わしさを与える恐れを低減できる。

【 0 1 3 2 】

なお、以上では、本来の報知レベルよりも低い報知レベルに設定する状態推移パターンとして5つのパターンを例示したが、本来の報知レベルよりも低い報知レベルに設定する状態推移パターンは適宜選定されれば良い。

10

【 0 1 3 3 】

ところで、第1リスクレベルが改善されたことに基づいて報知レベルを本来の報知レベルよりも低いレベルに設定することは、接近度Dの値がより小さい値に推移したことに基づいて報知レベルを本来の報知レベルよりも低いレベルに設定することに相当する。接近度Dは、小さいほど安全な状態を意味するパラメータであるため、接近度Dの値がより小さい値に推移することは、より安全な状態に移行したことを意味する。

【 0 1 3 4 】

また、第2リスクレベルが改善されたことに基づいて報知レベルを本来の報知レベルよりも低いレベルに設定することは、TTCの値がより大きい値に推移したことに基づいて報知レベルを本来の報知レベルよりも低いレベルに設定することに相当する。TTCは、

20

【 0 1 3 5 】

〔 変形例 5 〕

以上ではTTCに基づいて第2リスクレベルを算出する構成を開示したが、第2リスクレベルの算出に用いる指標（換言すれば第2リスク指標値）はTTCに限らない。第2リスクレベル算出部F62は、TTCの逆数を用いて第2リスクレベルを算出してもよい。また、相対速度と相対加速度を考慮したTTC2ndを用いて第2リスクレベルを算出しても良い。第2リスクレベルは、上述したリスク指標以外にも、例えば衝突余裕度（MTC: Margin-To-Collision）など、先行車両Pvの走行速度Vpを用いた周知のリスク指標に基づいて算出することができる。

30

【 0 1 3 6 】

また、以上で接近度Dを用いて第1リスクレベルを算出する構成を開示したが、これに限らない。第1リスクレベル算出部F61は、次に説明する安心余裕時間を第1リスク指標値として用いて第1リスクレベルを算出してもよい。

【 0 1 3 7 】

安心余裕時間は、現在の車間時間から、反応遅れ時間と、反応時間と、必要車間時間を減算した値である。車間時間は、実車間距離Lを自車両Hvの走行速度Vhで除算した値である。反応遅れ時間は、先行車両Pvの急制動等のリスク事象が発生したことにドライバが気づくまでに要する遅延時間である。反応遅れ時間は予め設定されている。なお、反応遅れ時間は漫然運転時や脇見運転時には長い値に調整されてもよい。反応時間は、ドライバがリスク事象の発生に気づいてから制動操作を開始するまでにかかる時間であって、ドライバの運転技能や年齢等によって定まるパラメータである。反応時間は予め設定されている。必要車間時間は、ドライバが制動操作を開始してから停車するまでに必要な時間であって、路面状態や、車種性能等によって定まるパラメータである。必要車間時間は予め設定されている。なお、必要車間時間は走行速度Vhが大きいほど長くなるように調整されてもよい。このような安心余裕時間を接近度Dの代わりに用いても以上で述べた効果を奏することができる。

40

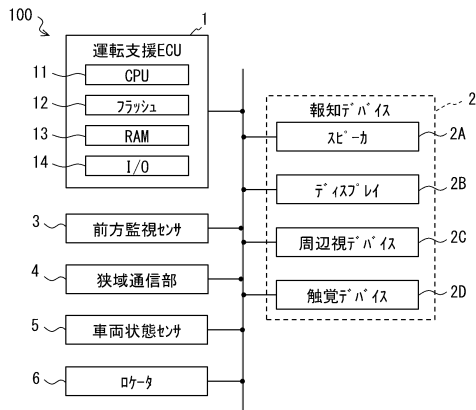
【 符号の説明 】

【 0 1 3 8 】

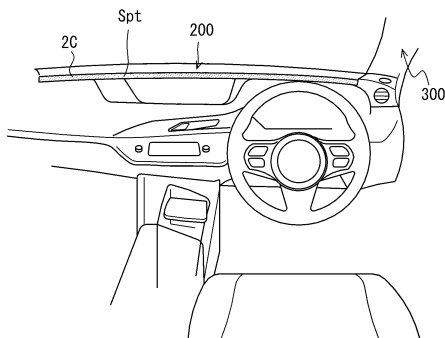
50

100 運転支援システム、1 運転支援ECU（運転支援装置）、2 報知デバイス、2A スピーカ、2B ディスプレイ、2C 周辺視デバイス、2D 触覚デバイス、3 前方監視センサ、4 狭域通信部、5 車両状態センサ、6 ロケータ、7 ドライバ状態センサ、F1 環境認識部（車間距離取得部）、F2 車両状態認識部、F3 安全車間距離算出部、F4 接近度算出部（第1指標値算出部）、F5 TTC算出部（第2指標値算出部）、F6 報知レベル決定部、F61 第1リスクレベル算出部、F62 第2リスクレベル算出部、F7 報知処理部、F8 ドライバ状態認識部

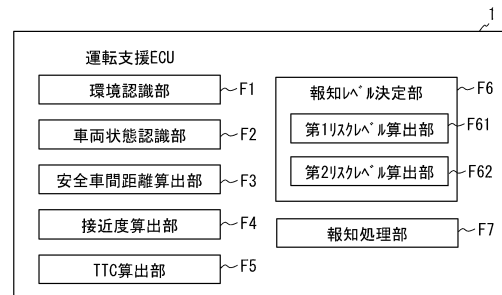
【図1】



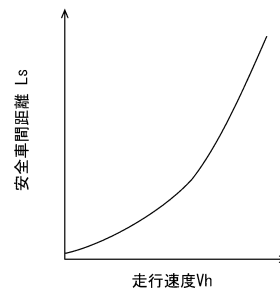
【図2】



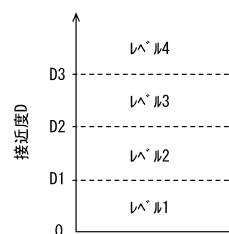
【図3】



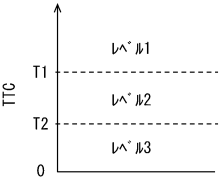
【図4】



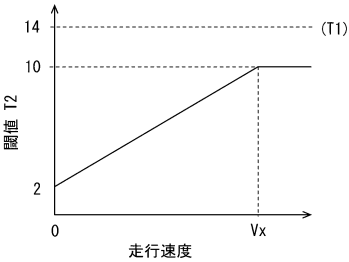
【図5】



【図 6】



【図 7】



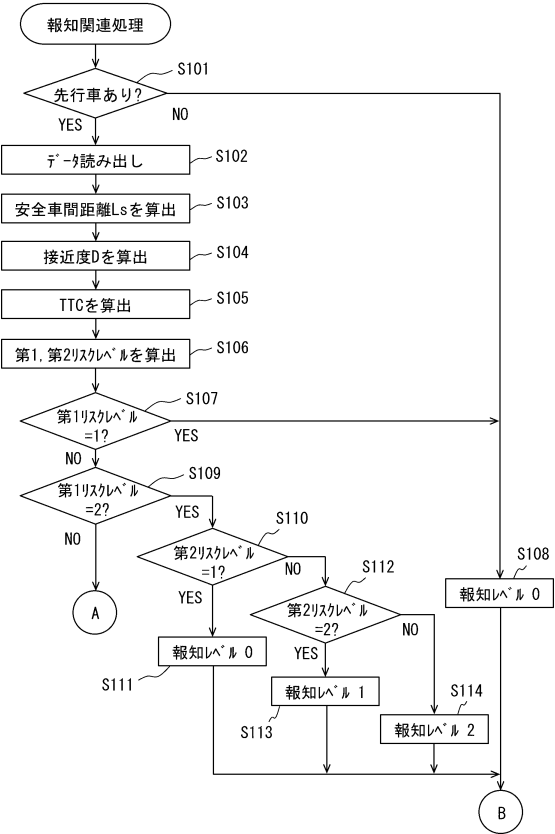
【図 8】

		第1リスクレベル			
		1	2	3	4
第2リスクレベル	1	0	0	1	1
	2	0	1	1	2
	3	0	2	2	3

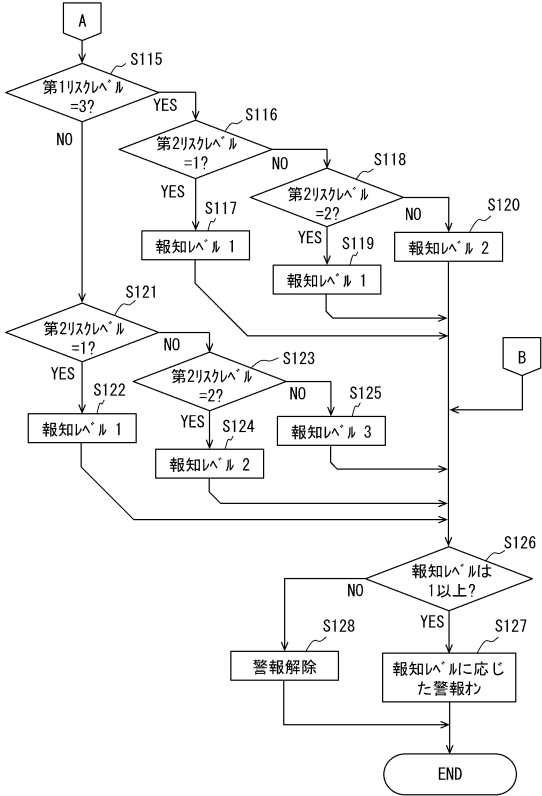
【図 9】

	報知レベル		
	1	2	3
ディスプレイ	注意画像の表示	注意画像の表示	警告画像の表示
スピーカ	(不動作)	警報音出力 (低音)	警報音出力 (高音)
周辺視デバイス	点灯	点滅 (間隔長め)	点滅 (間隔短め)
触覚デバイス	(不動作)	弱い振動	強い振動

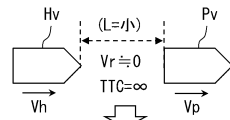
【図 10】



【図 11】

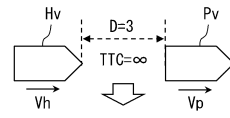


【図 12】



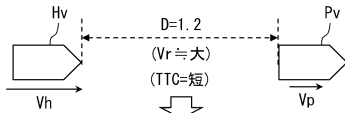
報知レベル 低

【図 13】



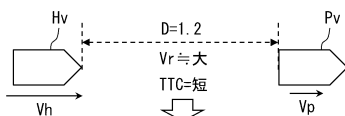
報知レベル 高

【図 14】



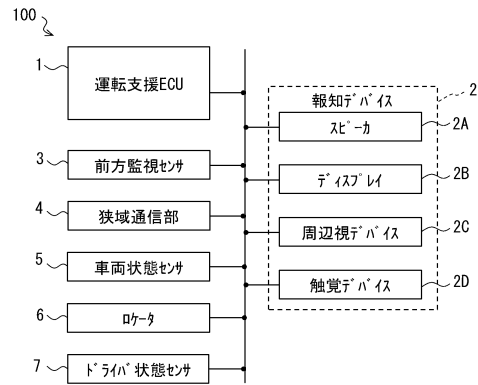
報知レベル 低

【図 15】

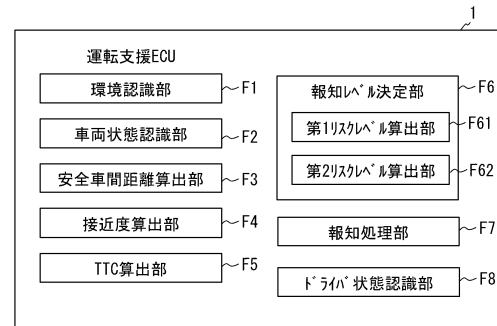


報知レベル 高

【図 16】



【図 17】



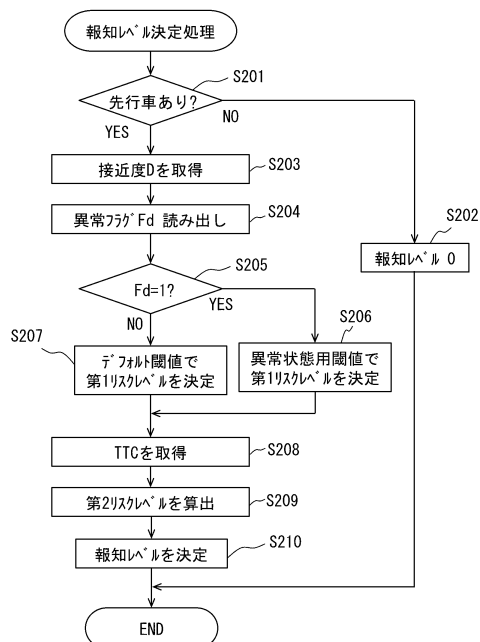
【図 18】

	デフォルト 閾値	異常状態用 閾値
D3	2.0	1.8
D2	1.5	1.3
D1	1.0	0.8

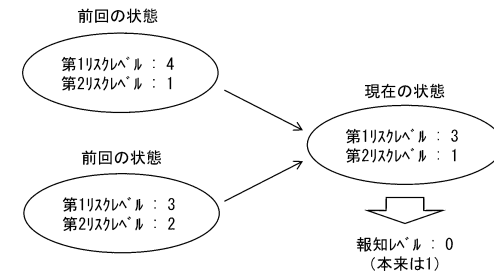
【図 20】

		第1リスクレベル			
		1	2	3	4
第2リスク レベル	1	0	1(+1)	1	2(+1)
	2	0	1	2(+1)	3(+1)
	3	0	2	3(+1)	3

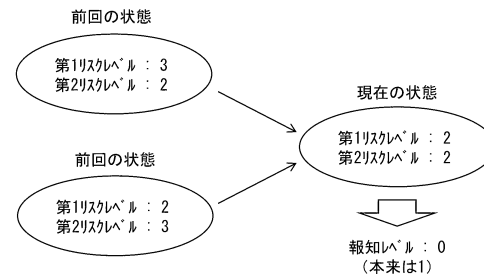
【図 19】



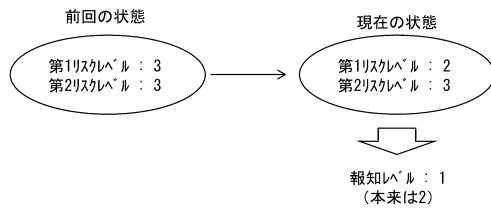
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 貴洋
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 東 勝之

(56)参考文献 特開2004-164187(JP,A)
特開2015-162005(JP,A)
特開2001-167397(JP,A)
特開2010-128669(JP,A)
特開平10-116400(JP,A)
国際公開第2012/157633(WO,A1)
特開平11-72561(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 1/00 - 1/16
B60R 21/00