

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7245006号

(P7245006)

(45)発行日 令和5年3月23日(2023.3.23)

(24)登録日 令和5年3月14日(2023.3.14)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 T 7/12 (2006.01)

B 6 0 T

7/12

C

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G

1/16

C

請求項の数 7 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-127978(P2018-127978)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成30年7月5日(2018.7.5)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-6763(P2020-6763A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年1月16日(2020.1.16)	(73)特許権者	000003207
審査請求日	令和3年1月14日(2021.1.14)		トヨタ自動車株式会社
審判番号	不服2022-7839(P2022-7839/J1)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
審判請求日	令和4年5月25日(2022.5.25)	(74)代理人	110000028
			弁理士法人明成国際特許事務所
		(72)発明者	神谷 慶
			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	沖田 敏宣
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自
			動車株式会社内
		(72)発明者	臼井 右
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両の運転支援制御装置、車両の運転支援システムおよび車両の運転支援制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両(500)の運転支援制御装置(100)であって、

検出された自車両の走行状態および他車両の走行状態を取得する取得部(103)と、

取得された前記他車両の走行状態を用いて前記他車両の予測軌跡を推定し、取得された前記自車両の走行状態および前記他車両の走行状態を用いて得られる、前記自車両が前記他車両と衝突するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む衝突判定指標と、前記自車両が推定された前記他車両の予測軌跡に到達するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む交差判定指標と、を用いて、制動支援を実行するか否かを決定し、前記制動支援の実行を決定した場合に、運転支援部(31)によって前記制動支援を実行させる制御部(101, P1)であって、前記衝突判定指標が衝突可能性を示し、前記交差判定指標が前記他車両の前記予測軌跡への進入可能性を示す場合に、前記制動支援の実行を決定する制御部と、を備える車両の運転支援制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突余裕時間および前記交差判定指標として交差予測時間を算出し、算出された前記衝突余裕時間が第1の判定時間未満であると共に、算出された前記交差予測時間が第2の判定時間未満である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

【請求項3】

10

20

請求項 2 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突余裕時間が第 1 の判定時間以上または前記交差予測時間が第 2 の判定時間以上である場合に、前記制動支援の実行を決定しない、車両の運転支援制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突余裕距離および前記交差判定指標として交差予測距離を算出し、算出された前記衝突余裕距離が第 1 の判定距離未満であると共に、算出された前記交差予測距離が第 2 の判定距離未満である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突要求減速度および前記交差判定指標として交差要求減速度を算出し、算出された前記衝突要求減速度が第 1 の判定減速度以上であると共に、算出された前記交差要求減速度が第 2 の判定減速度以上である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

【請求項 6】

運転支援システム (1 0) であって、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の運転支援制御装置 (1 0 0) と、

前記自車両の走行状態を検出する検出部 (2 0 A)、および前記他車両の走行状態を検出する検出部 (2 0 B) と、

20

前記制動支援を実行する前記運転支援部 (3 1) と、を備える運転支援システム。

【請求項 7】

車両の運転支援制御方法であって、

検出された自車両の走行状態および他車両の走行状態を取得し、

取得された前記他車両の走行状態を用いて前記他車両の予測軌跡を推定し、取得された前記自車両の走行状態および前記他車両の走行状態を用いて得られる、前記自車両が前記他車両と衝突するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む衝突判定指標と、前記自車両が推定された前記他車両の予測軌跡に到達するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む交差判定指標と、を用いて、前記衝突判定指標が衝突可能性を示し、前記交差判定指標が前記他車両の前記予測軌跡への進入可能性を示す場合に、前記制動支援の実行を決定し、運転支援部によって前記制動支援を実行させること、を備える車両の運転支援制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本開示は対象物との衝突を抑制または回避するための車両における運転支援を制御するための技術に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

40

自車両と物標、例えば他車両、との衝突可能性を判定する指標として、例えば、衝突余裕時間 (T T C : Time to Collision) が知られている。物標の方位を考慮することで、衝突余裕時間を用いる衝突可能性の判定精度を向上させる技術が知られている (例えば、特許文献 1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 4 - 1 0 2 7 0 3 号公報

【 0 0 0 4 】

自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合、例えば、交差点における曲進に伴

50

い他車両の走行進路に進入する場合や、自車両と他車両とが交差進行する場合には、衝突余裕時間に基づく衝突可能性判定を用いて制動支援を行うと他車両の走行進路上に自車両が停止して他車両との衝突を回避できない場合がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合に、自車両と他車両との衝突を抑制または防止する運転支援技術が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、以下の態様として実現することが可能である。

【0007】

第1の態様は、車両の運転支援制御装置を提供する。第1の態様に係る車両の運転支援制御装置は、検出された自車両の走行状態および他車両の走行状態を取得する取得部と、取得された前記他車両の走行状態を用いて前記他車両の予測軌跡を推定し、取得された前記自車両の走行状態および前記他車両の走行状態を用いて得られる、前記自車両が前記他車両と衝突するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む衝突判定指標と、前記自車両が推定された前記他車両の予測軌跡に到達するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む交差判定指標と、を用いて、制動支援を実行するか否かを決定し、前記制動支援の実行を決定した場合に、運転支援部によって前記制動支援を実行させる制御部であって、前記衝突判定指標が衝突可能性を示し、前記交差判定指標が前記他車両の前記予測軌跡への進入可能性を示す場合に、前記制動支援の実行を決定する制御部と、を備える。

【0008】

第1の態様に係る車両の運転支援制御装置によれば、自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合に、自車両と他車両との衝突を抑制または防止することができる。

【0009】

第2の態様は、運転支援システムを提供する。第2の態様に係る運転支援システムは、第1の態様に係る運転支援制御装置と、前記自車両の走行状態を検出する検出部および前記他車両の走行状態を検出する検出部と、前記制動支援を実行する前記運転支援部と、を備える。

【0010】

第2の態様に係る運転支援システムによれば、自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合に、自車両と他車両との衝突を抑制または防止することができる。

【0011】

第3の態様は、車両の運転支援制御方法を提供する。第3の態様に係る車両の運転支援制御方法は、検出された自車両の走行状態および他車両の走行状態を取得し、取得された前記他車両の走行状態を用いて前記他車両の予測軌跡を推定し、取得された前記自車両の走行状態および前記他車両の走行状態を用いて得られる、前記自車両が前記他車両と衝突するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む衝突判定指標と、前記自車両が推定された前記他車両の予測軌跡に到達するまでの時間、距離および要求減速度の少なくともいずれか一つを含む交差判定指標と、を用いて前記衝突判定指標が衝突可能性を示し、前記交差判定指標が前記他車両の前記予測軌跡への進入可能性を示す場合に、前記制動支援の実行を決定し、運転支援部によって前記制動支援を実行させること、を備える。

【0012】

第3の態様に係る車両の運転支援制御方法によれば、自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合に、自車両と他車両との衝突を抑制または防止することができる。なお、本開示は、車両の運転支援制御プログラムまたは当該プログラムを記録するコンピュータ読み取り可能記録媒体としても実現可能である。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る運転支援制御装置が搭載された車両の一例を示す説明図。

【図 2】第 1 の実施形態に係る運転支援制御装置の機能的構成を示すブロック図。

【図 3】第 1 の実施形態に係る運転支援制御装置によって実行される運転支援処理の処理フローを示すフローチャート。

【図 4】交差点において右折する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

【図 5】交差点において右折する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

【図 6】交差点において右折する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

【図 7】直進する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

10

【図 8】直進する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

【図 9】直進する自車両と対向直進する他車両とを示す説明図。

【図 10】直進進行する自車両と交差する他車両とを示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

本開示に係る車両の運転支援制御装置、車両の運転支援システムおよび車両の運転支援制御方法について、いくつかの実施形態に基づいて以下説明する。

【 0 0 1 5 】

第 1 の実施形態：

図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係る車両の運転支援制御装置 1 0 0 は、車両 5 0 0 に搭載されて用いられる。運転支援制御装置 1 0 0 は、少なくとも制御部および取得部を備えていれば良く、運転支援システム 1 0 は、運転支援制御装置 1 0 0 に加え、検出部および運転支援部を備えていれば良い。検出部には、レーダ E C U 2 1、ミリ波レーダ 2 1 1、カメラ E C U 2 2、カメラ 2 2 1、回転角センサ 2 3、車輪速度センサ 2 4、ヨーレートセンサ 2 5 および測位センサ 2 6 が含まれる。運転支援部には、運転支援装置 3 1 が含まれる。車両 5 0 0 は、車輪 5 0 1、制動装置 5 0 2、制動ライン 5 0 3、ステアリングホイール 5 0 4、フロントガラス 5 1 0、フロントバンパ 5 2 0 およびリアバンパ 5 2 1 を備えている。レーダ E C U 2 1 は、電波を射出し物標からの反射波を検出するミリ波レーダ 2 1 1 と接続されており、ミリ波レーダ 2 1 1 により取得された反射波を用いて反射点によって物標を表す検出信号を生成し、出力する。カメラ E C U 2 2 は、単眼のカメラ 2 2 1 と接続されており、カメラ 2 2 1 によって取得された画像と予め用意されている物標の形状パターンとを用いて画像によって物標を示す検出信号を生成し、出力する。各 E C U 2 1、2 2 は、演算部、記憶部および入出力部を備えるマイクロプロセッサである。反射波を検出する検出器としては、ミリ波レーダ 2 1 1 の他に、ライダー（L I D A R：レーザレーダ）や、音波を射出しその反射波を検出する超音波検出器が用いられても良い。対象物を撮像する撮像器としては、単眼のカメラ 2 2 1 の他に、2 以上のカメラによって構成されるステレオカメラやマルチカメラが用いられても良い。また、後方カメラ、側方カメラが備えられていても良い。

20

30

【 0 0 1 6 】

制動装置 5 0 2 は、各車輪 5 0 1 に備えられている。各制動装置 5 0 2 は、例えば、ディスクブレーキ、ドラムブレーキであり、運転者の制動ペダル操作に応じて制動ライン 5 0 3 を介して供給されるブレーキ液圧に応じた制動力で各車輪 5 0 1 を制動し、車両 5 0 0 の制動を実現する。制動ライン 5 0 3 には制動ペダル操作に応じたブレーキ液圧を発生させるブレーキピストンおよびブレーキ液ラインが含まれる。なお、制動ライン 5 0 3 としては、ブレーキ液ラインに代えて、制御信号線とし、各制動装置 5 0 2 に備えられているアクチュエータを作動させる構成が採用されても良い。

40

【 0 0 1 7 】

ステアリングホイール 5 0 4 は、ステアリングロッド、操舵機構および転舵軸を含む操舵装置 4 2 を介して前側の車輪 5 0 1 と接続されている。操舵装置 4 2 には、操舵力を軽減するための操舵力補助装置が備えられていても良い。

50

【 0 0 1 8 】

運転支援装置 3 1 は、制動ライン 5 0 3 に備えられている。本実施形態において、運転支援装置 3 1 は、アクチュエータ、例えば、電動モータにより制動ペダル操作とは独立して液圧制御が可能な制動支援装置である。運転支援装置 3 1 によって、ミリ波レーダ 2 1 1 およびカメラ 2 2 1 による検出結果に応じた制動支援が実現される。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示すように、運転支援制御装置 1 0 0 は、制御部としての中央処理装置 (C P U) 1 0 1 およびメモリ 1 0 2、取得部としての入出力インタフェース 1 0 3、並びにバス 1 0 4 を備えている。C P U 1 0 1、メモリ 1 0 2 および入出力インタフェース 1 0 3 はバス 1 0 4 を介して双方向通信可能に接続されている。メモリ 1 0 2 は、運転支援を実行するための運転支援プログラム P 1 を不揮発的且つ読み出し専用で格納するメモリ、例えば R O M と、C P U 1 0 1 による読み書きが可能なメモリ、例えば R A M とを含んでいる。メモリ 1 0 2 にはさらに、制動支援の実行を判定するために用いられる判定閾値として、第 1 判定時間 および第 2 判定時間 が格納されている。C P U 1 0 1 はメモリ 1 0 2 に格納されている運転支援プログラム P 1 を読み書き可能なメモリに展開して実行することによって、制動支援を実行するか否かを判定し、制動支援を実行すると判定した場合に、運転支援装置 3 1 を制御して制動支援を実行する制御部としての機能を実現する。なお、C P U 1 0 1 は、単体の C P U であっても良く、各プログラムを実行する複数の C P U であっても良く、あるいは、複数のプログラムを同時実行可能なマルチコアタイプの C P U であっても良い。

【 0 0 2 0 】

入出力インタフェース 1 0 3 には、レーダ E C U 2 1、カメラ E C U 2 2、回転角センサ 2 3、車輪速度センサ 2 4、ヨーレートセンサ 2 5 および測位センサ 2 6、並びに運転支援装置 3 1 がそれぞれ制御信号線を介して接続されている。レーダ E C U 2 1、カメラ E C U 2 2、回転角センサ 2 3、車輪速度センサ 2 4、ヨーレートセンサ 2 5 および測位センサ 2 6 からは、検出信号が入力される。運転支援装置 3 1 に対しては制動レベルといった車両の動作状態を指示する制御信号が出力される。したがって、入出力インタフェース 1 0 3 は、各種センサによって検出された自車両の走行状態および他車両の走行状態を取得するための取得部として機能する。なお、レーダ E C U 2 1 およびミリ波レーダ 2 1 1、並びにカメラ E C U 2 2 およびカメラ 2 2 1 は自車両の走行状態を検出する検出装置 2 0 A として機能し、回転角センサ 2 3、車輪速度センサ 2 4、ヨーレートセンサ 2 5 および測位センサ 2 6 は他車両の走行状態を検出する検出装置 2 0 B として機能する。

【 0 0 2 1 】

ミリ波レーダ 2 1 1 はミリ波を射出し、物標によって反射された 1 または複数の反射点からの反射波を受信する。本実施形態において、ミリ波レーダ 2 1 1 は、フロントバンパ 5 2 0 の中央および両側面、並びにリアバンパ 5 2 1 の両側面に配置されている。ミリ波レーダ 2 1 1 から出力される未処理の検出信号は、レーダ E C U 2 1 において処理され、物標の距離、相対速度および角度を検出信号として運転支援制御装置 1 0 0 に入力される。なお、レーダ E C U 2 1 を備えることなく未処理の受信波を示す信号が検出信号としてミリ波レーダ 2 1 1 から運転支援制御装置 1 0 0 に入力され、運転支援制御装置 1 0 0 において物標の位置、相対速度および距離を特定するための信号処理が実行されても良い。なお、物標には、他の車両、自転車、歩行者、ガードレール等が含まれ得る。

【 0 0 2 2 】

カメラ 2 2 1 は、C C D 等の撮像素子を 1 つ備える撮像装置であり、可視光を受光することによって対象物の外形情報を検出結果である画像データとして出力するセンサである。本実施形態において、カメラ 2 2 1 はフロントガラス 5 1 0 の上部中央に配置されている。カメラ 2 2 1 から出力される画像データには、カメラ E C U 2 2 において特徴点抽出処理が実施され、抽出された特徴点が示すパターンと、予め用意されている判別されるべき対象物、すなわち、車両の外形を示す比較パターンとが比較され、抽出パターンと比較パターンとが一致または類似する場合には判別された対象物を含むフレーム画像が生成さ

10

20

30

40

50

れる。一方、抽出パターンと比較パターンとが一致または類似しない場合、すなわち、非類似の場合にはフレーム画像は生成されない。各フレーム画像は画素データにより表され、判別された対象物の位置情報、すなわち、座標情報を含んでいる。検出信号に含まれるフレーム画像数は、カメラECU22と運転支援制御装置100間の帯域幅に依存する。カメラECU22を別途備えることなく、カメラ221によって撮像された未処理の画像データが検出信号として運転支援制御装置100に入力され、運転支援制御装置100において判別されるべき対象物の外形パターンを用いた物標の判別が実行されても良い。カメラ221から出力される画素データは、モノクロの画素データまたはカラーの画素データである。

【0023】

10

回転角センサ23は、ステアリングホイール504の操舵によりステアリンロッドに生じるねじれ量、すなわち、操舵トルク、を検出するトルクセンサであり、ステアリングホイール504の操舵角を検出する。本実施形態において、回転角センサ23は、ステアリングホイール504と操舵機構とを接続するステアリングロッドに備えられている。回転角センサ23から出力される検出信号は、ねじれ量に比例する電圧値である。

【0024】

車輪速度センサ24は、車輪501の回転速度を検出するセンサであり、各車輪501に備えられている。車輪速度センサ24から出力される検出信号は、車輪速度に比例する電圧値または車輪速度に応じた間隔を示すパルス波である。車輪速度センサ24からの検出信号を用いることによって、車両速度、車両の走行距離等の情報を得ることができる。

20

【0025】

ヨーレートセンサ25は、車両500の回転角速度を検出するセンサである。ヨーレートセンサ25は、例えば、車両の中央部に配置されている。ヨーレートセンサ25から出力される検出信号は、回転方向と角速度に比例する電圧値であり、車両500において車線変更や右左折を示す電圧値が検出され得る。

【0026】

測位センサ26は、例えば、全地球航法衛星システム(GNSS)受信機、移動体通信送受信機といった、衛星や基地局からの信号を受信し、自車両の位置を測位するためのセンサである。自車両の位置は、自車両の現在位置情報として扱われる。

【0027】

30

第1の実施形態に係る運転支援制御装置100により実行される運転支援処理について説明する。図3に示す処理ルーチンは、例えば、車両の制御システムの始動時から停止時まで、または、スタートスイッチがオンされてからスタートスイッチがオフされるまで所定の時間間隔にて繰り返して実行される。本実施形態における運転支援処理は、制動支援処理であり、他車両との衝突回避のための急制動や緩制動が含まれる。

【0028】

CPU101は、取得部としての入出力インタフェース103を介して、検出装置20Aから自車両の走行状態を取得し、検出装置20Bから他車両の走行状態を取得する(ステップS100)。自車両の走行状態は、車両500の内界に関する情報であり、例えば、車両500の速度、車両500の向き、車両500の回転角速度が含まれる。他車両の走行状態は、車両500の外界に関する情報であり、他車両の速度、向きおよび位置といった情報が含まれる。

40

【0029】

CPU101は、取得した自車両および他車両の走行状態を用いて衝突余裕時間TTCを算出する(ステップS110)。衝突余裕時間TTC(sec)は、一般的に、自車両および他車両が算出時点における走行状態を継続した場合に、自車両が他車両と衝突するまでの時間として定義され、一般的に、衝突回避のための制動支援を開始するか否かの衝突判定指標として用いられる。本実施形態においては、自車両と対向する他車両のいずれか一方が曲進進行するため、対向進行する他車両の走行進路と自車両の走行進路との交点を衝突地点K1として求め、以下の式により算出される、自車両が衝突地点K1に到達する

50

までの時間が衝突余裕時間 TTC として用いられる。なお、自車両の走行進路および他車両の走行進路は、それぞれ、車両の幅方向の中心が描く走行軌跡である。

$$TTC = Dc / V0$$

Dc : 自車両と衝突地点 $K1$ までの距離 (m)、 $V0$: 自車両の速度 (m/s)

【0030】

自車両の走行進路は、例えば、自車両の幅方向を x 軸、長さ方向を y 軸とするローカル座標系を用いて規定することが可能である。自車両が直進進行中、例えば、操舵角が 0 度または予め定められた範囲内にある場合には、自車両の幅方向の中心から y 軸方向に延伸する直線を走行進路として規定することができる。一方、自車両が曲進進行中である場合には、自車両の推定曲率半径 R を求め、求めた推定曲率半径 R で描かれる円弧を走行進路として規定することができる。自車両の推定曲率半径 R は、ヨーレートセンサ 25 から得られた回転角速度 (rad/s) と車輪速度センサ 24 から得られた速度 $V0$ (m/s) とを用いて、 $R = V0 /$ として求められる。なお、曲進進行には、交差点における他車両の走行進路と交差する転舵、例えば、左側通行時における右折進行、曲線道路に沿う進行が含まれる。推定曲率半径 R はこの他にも、測位センサ 26 により取得された自車両位置と地図情報 MI に格納されている道路形状情報との組み合わせにより、回転角センサ 23 により取得されたステアリングホイール 504 の操舵角により、カメラ 221 によって撮像された撮像画像を用いた画像処理により、測位センサ 26 により特定された自車両位置と撮像画像を用いたマッチング処理により算出または取得され得る。

【0031】

他車両の走行進路は、自車両のローカル座標系における他車両の速度成分 ($V1x$, $V1y$) を用いて求められた合成ベクトル、あるいは、自車両のローカル座標系において他車両の向きに沿って延伸された直線として規定される。自車両の走行進路と他車両の走行進路との交点、すなわち衝突地点 $K1$ は幾何学的に算出され、推定曲率半径 R の中心と自車両の現在地点と衝突地点 $K1$ とで規定される角度 を用いて自車両から交点までの実移動距離としての距離 Dc は算出される。

【0032】

$CPU101$ は、取得した自車両および他車両の走行状態を用いて交差予測時間 ECT (sec) を算出する (ステップ $S120$)。交差予測時間 (sec) は、自車両および他車両が算出時点における走行状態を継続した場合に、自車両が他車両の走行進路に到達するまでの時間を示す。自車両が他車両の走行進路に到達するまでとは、自車両における他車両に最も近い点が、他車両における自車両に最も近い点により描かれる走行軌跡に到達することを意味する。したがって、交差予測時間 ECT は、他車両の走行進路に進入させることなく自車両を停止させるまでの余裕時間であるということができ、自車両を他車両の走行進路に進入する前に停止させられるために制度支援を開始するか否かを判定するための交差判定指標として用いられる。交差予測時間 ECT は、自車両の走行進路と他車両の走行進路とが交差する予測交差点 $K2$ を求め、予測交差点 $K2$ までに要する移動時間を求めることによって得られる。自車両の走行進路および他車両の走行進路は、衝突余裕時間 TTC の説明において述べた通りに求められ得る。なお、交差予測時間 ECT は、自車両が他車両の走行進路に到達するまでの時間であるから、自車両の走行進路は、他車両に最も近い点、例えば、他車両に近い側における自車両の前方角 $np0$ の予測軌跡として、他車両の走行進路は、自車両に最も近い点、例えば、自車両に近い側における他車両の前方角 $np1$ の予測軌跡として算出される。あるいは、自車両および他車両の幅方向の中心が描く予測軌跡を求め、互いに近い側の前方角までの距離で補正することによって算出されても良い。

交差予測時間 ECT は、以下の通り求められる。

$$ECT = Dx / V0$$

Dx : 自車両から予測交差点 $K2$ までの距離 (m)、 $V0$: 自車両の速度 (m/s)

【0033】

$CPU101$ は、第 1 判定時間 および第 2 判定時間 を算出する (ステップ $S130$)

10

20

30

40

50

）。第 1 判定時間 は、衝突判定指標が衝突可能性を示すか否かを判定するための判定時間である。すなわち、第 1 判定時間 は、衝突回避のために定められる判定時間であり、自車両を停止させて衝突を回避するために制動支援の開始を決定するための判定時間である。なお、自車両の停止には、車速 0 (km / h) の他、自車両の車速が予め定められた極低速な車速以下である場合も含まれる。第 1 判定時間 は、運転者が制動支援に伴う違和感を抑制または防止する観点から決定される。具体的には、自車両の運転者が操舵操作によって衝突を回避するタイミング、すなわち、衝突までの時間を推測することができる情報、例えば、自車両と他車両とのラップ率、自車両の衝突予測部位、自車両の衝突予測角度を用いて決定される。この場合、第 1 判定時間 は、判定時における自車両および他車両の走行状態に応じて動的に算出され、走行状態を変数とする関数、すなわち、 $= f$ (衝突時間推測情報) として表され得る。第 1 判定時間 は、ラップ率が低いほど長く決定され、衝突予測部位が車室から離れるほど長く決定され、衝突予測角度が浅くなるほど長く決定され得る。これらの場合、衝突に伴い自車両が受けるダメージは比較的小さく、また、運転者の操舵操作による衝突回避の可能性が高い。そこで、制動支援の実行タイミングを遅らせることによって制動支援に伴う違和感の抑制または防止が図られる。あるいは、静的な判定時間であっても良く、例えば、構築した正規分布ドライバモデルにおいて 3 の運転者が操舵回避によって衝突を回避する時間が第 1 判定時間 として予め設定されていても良い。

10

【 0 0 3 4 】

第 2 判定時間 は、交差判定指標が他車両の走行進路への進入可能性を示すか否かを判定するための判定時間である。すなわち、第 2 判定時間 は、自車両が自車両の走行進路と他車両の走行進路の交点である予測交差点 K 2 に到達するまでの時間、すなわち、他車両の走行進路に進入することなく停車するまでに要する時間である。したがって、第 2 判定時間 は、自車両の制動性能に関連し、例えば、一般的な運転者が実現可能なブレーキペダルの踏込量または踏込力と、自車両の制動性能とを用いて算出される。具体的には、CPU 101 は、自車両の現在の車速と、制動装置 502 のジャークに伴う遅延時間や運転者の反応遅延を用いて車両が停止するまでに要する時間、すなわち、車両を停止させるために必要な要求減速度を実現するために要する時間を算出する。

20

【 0 0 3 5 】

CPU 101 は、 $TTC < \quad$ 且つ $ECT < \quad$ の条件が成立しているか否かを判定する (ステップ S 140)。すなわち、他車両との衝突回避のために制動支援が実行されるべき時間的條件、および他車両の走行進路に進入することなく自車両を停止させるために制動支援が実行されるべき時間的條件の 2 つの時間的條件が満たされているか否かが判定される。

30

【 0 0 3 6 】

CPU 101 は、 $TTC < \quad$ 且つ $ECT < \quad$ の条件が成立していると判定すると (ステップ S 140 : Yes)、制動支援の実行を決定し (ステップ S 150)、運転支援装置 31 に対して制動を指示する制御信号を送信して本処理ルーチンを終了する。この結果、運転支援装置 31 は制動装置 502 を作動させて自車両を減速させ、停止のために必要な要求減速度が実現された時点で自車両は停止する。なお、制動支援には、急停止を目的とする緊急制動の他、車両停止を伴わない車速の減速も含まれ得る。

40

【 0 0 3 7 】

CPU 101 は、 $TTC < \quad$ 且つ $ECT < \quad$ の条件が成立していないと判定すると (ステップ S 140 : No)、制動支援を実行しないこと決定し (ステップ S 160)、本処理ルーチンを終了する。すなわち、衝突余裕時間 TTC が第 1 判定時間 以上または交差予測時間 ECT が第 2 判定時間 以上である場合には、制動支援は実行されない。

【 0 0 3 8 】

図 4 ~ 図 6 を参照して自車両が交差点を右折する場合を例にとって説明する。なお、本実施形態における右折は、左側通行時に対向車両の進路と交差して進行する転舵態様を意味し、右側通行時には左折となる。図 4 は、自車両 M 0 が右折を開始するタイミングを示

50

しており、運転支援制御装置 100 は、取得した自車両 M0 の走行状態と、自車両 M0 に対して対向して直進進行する他車両 M1 の走行状態とを用いて、衝突余裕時間 T T C および交差予測時間 E C T を算出する。図 4 において、自車両 M0 が他車両 M1 と衝突する地点は衝突地点 K 1 で表され、自車両 M0 が他車両 M1 の走行進路に到達する地点は予測交差地点 K 2 で表されている。第 1 判定時間 未満となった時点にて制動支援が開始されれば、自車両 M0 は衝突地点 K 1 にて停止される。このとき、他車両 M1 が対向車両または交差車両でない場合、あるいは、他車両 M1 においても制動支援が実行される場合には、衝突は回避され得、他車両 M1 が停止しない場合であっても自車両 M0 が停止することによって衝突に伴うダメージは低減される。また、第 2 判定時間 未満となった時点で制動支援が開始されれば、自車両 M0 の前方角 $n p 0$ が他車両 M1 の前方角 $n p 1$ により規定される走行進路を越えることなく自車両 M0 は停止され得る。図 4 から明らかなように、自車両 M0 が右折進行する場合には、E C T の判定結果が支配的となる。

【0039】

自車両 M0 が右折進行すると、図 5 に示すように、自車両 M0 は、 $T T C < \text{且つ } E C T < \text{の条件成立を受けて制動支援が実行されることにより予測交差地点 K 2 に到達したところで停止、すなわち、自車両 M0 の前方角 } n p 0 \text{ が他車両 M1 の走行進路を越えることなく停止される。交差予測時間 E C T を用いることなく、衝突余裕時間 T T C のみを用いて制動支援による衝突回避の実行が判定される場合には、図 6 に示すように、自車両 M0 は衝突地点 K 1 まで進行して停止される。図 6 に示す状態において、他車両 M1 が停止しない場合には、停止している自車両 M0 に対して他車両 M1 が衝突する。これに対して、本実施形態においては、運転支援制御装置 100 は、衝突余裕時間 T T C に加えて交差予測時間 E C T を用いて制動支援を実行するか否かを判定する。この結果、自車両 M0 は他車両 M1 の走行進路に進入することなく停止するので、他車両 M1 が衝突地点 K 1、または、衝突地点 K 1 の手前で停止するか否かといった他車両 M1 の挙動にかかわらず、自車両 M0 と他車両 M1 との衝突は回避され得る。}$

【0040】

図 7 ~ 図 9 を参照して直進中の自車両が対向車線に進行する場合を例にとって説明する。図 7 は、自車両 M0 が対向車線に向かって進行中の走行状態を示しており、運転支援制御装置 100 は、取得した自車両 M0 の走行状態と、自車両 M0 に対して対向して直進進行する他車両 M1 の走行状態とを用いて、衝突余裕時間 T T C および交差予測時間 E C T を算出する。図 7 において、衝突余裕時間 T T C が 0 となる、自車両 M0 が他車両 M1 と衝突する地点は衝突地点 K 1 で表され、自車両 M0 が他車両 M1 の走行進路に到達する地点は予測交差地点 K 2 で表されている。衝突地点 K 1 および予測交差地点 K 2 の意義は既述の通りであり、自車両 M0 および他車両 M1 が共に直進進行している場合には、互いの走行軌跡の交点として算出され、いずれか一方が曲進する場合には図 4 ~ 図 6 を参照した例に倣って算出される。図 7 から明らかなように、直進中の自車両 M0 が対向車線に進行する場合には、自車両 M0 が対向車線、すなわち、他車両 M1 の走行進路に進入したとしても運転者による操舵操作が期待できるため、衝突余裕時間 T T C の判定結果が支配的となる。

【0041】

自車両 M0 が対向車線に向かって進行すると、図 8 に示す例では、交差予測時間 E C T $< \text{であるが、衝突余裕時間 T T C であるため制動支援が実行されることなく、自車両 M0、すなわち、自車両 M0 の前方角 } n p 0 \text{ は、予測交差地点 K 2 を越えて走行し得る。交差予測時間 E C T のみを用いて制動支援による衝突回避の実行が判定される場合には、図 8 に例示する、他車両 M1 との衝突可能性が低い態様において自車両は、制動支援により予測交差地点 K 2 にて停止または予測交差地点 K 2 に向かって減速され、運転者を初めとする乗員に違和感を与え得る。これに対して、本実施形態においては、運転支援制御装置 100 は、交差予測時間 E C T に加えて衝突余裕時間 T T C を用いて制動支援を実行するか否かを判定する。例えば、図 8 に示す態様の後に、運転者の操舵操作によって自車両 M0 が自車線に戻ることにによって、交差予測時間 E C T となり得る。再度、交差予}$

測時間 $E C T <$ と判定され、図 9 に示すように、自車両 $M 0$ が他車両 $M 1$ の走行進路に進入し、衝突余裕時間 $T T C$ が 未満になると制動支援が開始されるので、運転者の操舵による衝突回避を期待できず他車両 $M 1$ との衝突可能性が高いタイミングにて制動支援が実行され、運転者らに与える違和感を低減することができる。なお、他車両 $M 1$ との衝突時には、自車両 $M 0$ の車速は 0 km/h または数 km/h まで減速されているので相対速度は低く、自車両 $M 0$ および他車両 $M 1$ における衝突による損傷を低減することができる。したがって、自車両が他車両の走行進路を交差して進行する場合に、自車両と他車両との衝突を抑制または防止すると共に、適切なタイミングで制動支援を実行することができる。

【 0 0 4 2 】

以上説明した第 1 の実施形態に係る運転支援制御装置 1 0 0 によれば、衝突判定指標および交差判定指標を用いて制動支援を実行するか否かが決定され、衝突判定指標が衝突可能性を示すと共に交差判定指標が他車両の走行進路への進入可能性を示す場合に制動支援の実行が決定される。より具体的には、第 1 の実施形態に係る運転支援制御装置 1 0 0 は、衝突余裕時間 $T T C$ と交差予測時間 $E C T$ とを用いて制動支援を実行するか否かを決定し、制動支援の実行が決定された場合に運転支援装置 3 1 に制動支援を実行させる。したがって、自車両 $M 0$ が他車両 $M 1$ の走行進路を交差する走行進路を取る場合、例えば、右直時においては、他車両 $M 1$ の走行進路への進入が予測される場合に、他車両 $M 1$ の走行進路へ進行させることなく自車両 $M 0$ を停止させることが可能となり、他車両 $M 1$ との衝突を回避させることができる。また、他車両 $M 1$ との衝突可能性の低い状態や運転者による操舵操作による衝突回避が期待できる条件下、例えば、自車両 $M 0$ の直進時に他車両 $M 1$ の走行進路への進入やはみ出しが発生する場合には、衝突余裕時間 $T T C$ および交差予測時間 $E C T$ が判定時間未満となるまで制動支援の決定が抑制され、頻度の高い制動支援の実行や、タイミングが早すぎる制動支援の実行に伴い運転者らが受ける違和感を軽減または防止することができる。以上の通り、衝突判定指標または交差判定指標のいずれか一方を用いた場合に問題となる事象を解決することができる。

【 0 0 4 3 】

第 1 の実施形態においては、自車両 $M 0$ が曲進進行または他車両 $M 1$ の走行進路への進行を行う場合について説明したが、逆の場合、すなわち、他車両 $M 1$ が曲進進行または自車両 $M 0$ の走行進路への進行を行う場合においても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

第 2 の実施形態：

第 1 の実施形態においては、自車両 $M 0$ に対して対向進行する他車両 $M 1$ を例にとって説明したが、第 2 の実施形態においては、自車両 $M 0$ に対して交差進行する他車両 $M 2$ を例にとって説明する。なお、第 2 の実施形態において用いられ得る運転支援制御装置および運転支援システムは、第 1 の実施形態における運転支援制御装置 1 0 0 および運転支援システム 1 0 と同一であるから第 1 の実施形態において用いられた符号と同一の符号を付して各構成の説明は省略する。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 においては、交差点に向かって直進進行する自車両 $M 0$ に対して、他車両 $M 2$ が交差進行している。この場合にも、自車両 $M 0$ と他車両 $M 2$ の走行進路の交点が衝突地点 $K 1$ として、自車両 $M 0$ における他車両 $M 2$ に一番近い部位 $n p 0$ と他車両 $M 2$ における自車両に $M 0$ に一番近い部位 $n p 2$ の進行方向への延長線との交点が予測交差点 $K 2$ として求められる。第 2 の実施形態においても、衝突余裕時間 $T T C$ および交差予測時間 $E C T$ とを用いることによって、自車両 $M 0$ に交差する他車両 $M 2$ の走行進路へ進入することなく自車両 $M 0$ を停止させることが可能となり、他車両 $M 2$ との衝突を防止することができる。

【 0 0 4 6 】

その他の実施形態：

(1) 第 1 および第 2 の実施形態においては、衝突余裕時間 $T T C$ および交差予測時間 E

10

20

30

40

50

C T が用いられたが、時間に代えて、衝突余裕距離 D T C および交差予測距離 E C D が用いられても良い。すなわち、衝突地点 K 1 および予測交差点 K 2 までの距離 D c、D x と、第 1 の判定距離 d および第 2 の判定距離 d を用いることによって、図 3 に示す運転支援処理が実行されても良い。この場合、ステップ S 1 5 0 における判定条件は、 $D T C < d$ 且つ $E C D < d$ となる。また、衝突地点 K 1 および予測交差点 K 2 において、自車両 M 0 の車速を 0 k m / h にするために要求される衝突要求減速度および交差要求減速度が用いられても良い。すなわち、衝突地点 K 1 および予測交差点 K 2 までに要求される減速度と、第 1 の判定減速度 b および第 2 の判定減速度 b を用いることによって、図 3 に示す運転支援処理が実行されても良い。この場合、ステップ S 1 5 0 における判定条件は、衝突要求減速度 b 且つ交差要求減速度 b となる。すなわち、自車両 M 0 において実現可能な要求減速度を超えることがないように、衝突地点 K 1 および予測交差点 K 2 までに停止できるように、設定された判定値を超えた時点で制動支援が実行される。いずれの場合にも、第 1 および第 2 の実施形態と同様の作用効果を得ることができる。さらには、時間、距離および要求減速度を任意に組み合わせて制動支援の実行が決定されても良い。この場合には、多面的な指標を用いるので制動支援の実行の決定精度を向上させることができる。

10

【 0 0 4 7 】

(2) 第 1 および第 2 の実施形態においては、自車両 M 0 のローカル座標系を用いる態様について説明したが、自車両 M 0 および他車両 M 1、M 2 が位置する道路環境を規定するワールド座標系が用いられても良い。ワールド座標系を用いる場合には、複数の車両の位置や挙動を絶対的位置にて処理することが可能となり、複数台の車両を対象とする交通管理システムにおける運転支援処理を容易化できる。

20

【 0 0 4 8 】

(3) 第 1 および第 2 の実施形態においては、自車両 M 0 に対向する対向車両としての他車両 M 1 および交差する交差車両としての他車両 M 2 について説明したが、前方を走行する他車両との衝突回避に対しても、図 3 に示す運転支援処理に従って同様に判定することができる。前方を走行する他車両に追隨して走行している自車両は、既に他車両が走行した走行進路に進入しているので交差予測時間 E C T = 0 である。この結果、 $E C T < \text{条件}$ は常に満足され、ステップ S 1 5 0 は、実質的に衝突余裕時間 T T C のみを条件とする判定処理として実行され得る。この場合の衝突余裕時間 T T C は、自車両と他車両の相対速度および自車両と他車両との間の距離を用いて算出される。このように、図 3 に示す処理フローは、様々な態様の他車両に対する制動支援処理に適用することができる。

30

【 0 0 4 9 】

(4) 第 1 および第 2 の実施形態においては、他車両 M 1、M 2 の車速を考慮することなく、衝突地点 K 1 において自車両 M 0 を停止させるための制動支援が実行されている。これに対して、他車両 M 1、M 2 が衝突地点 K 1 に到達するまでの時間を他車両到達時間として算出し、衝突余裕時間 T T C と他車両到達時間との差分が予め定められた基準値以下の場合に、制動支援が実行されても良い。衝突余裕時間 T T C と他車両到達時間との差分が大きい場合には、自車両 M 0 は、他車両 M 1、M 2 と接触することなく衝突地点 K 1 を通過可能、あるいは、他車両 M 1、M 2 は、自車両 M 0 と接触することなく衝突地点 K 1 を通過可能である。この結果、制動支援の実行頻度の抑制の抑制が図られ、運転者らが受ける違和感を更に軽減することができる。

40

【 0 0 5 0 】

(5) 上記実施形態においては、C P U 1 0 1 が運転支援プログラム P 1 を実行することによって、ソフトウェア的に制御部が実現されているが、予めプログラムされた集積回路またはディスクリート回路によってハードウェア的に実現されても良い。

【 0 0 5 1 】

以上、実施形態、変形例に基づき本開示について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本開示の理解を容易にするためのものであり、本開示を限定するものではない。本開示は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得ると

50

共に、本開示にはその等価物が含まれる。たとえば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。例えば、上記第 1 の態様に係る車両における運転支援制御装置を適用例 1 とし、

適用例 2：適用例 2 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標が衝突可能性を示し、前記交差判定指標が前記他車両の前記走行進路への進入可能性を示す場合に、前記制動支援の実行を決定する、運転支援制御装置。

10

適用例 3：適用例 1 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突余裕時間および前記交差判定指標として交差予測時間を算出し、算出された前記衝突余裕時間が第 1 の判定時間未満であると共に、算出された前記交差予測時間が第 2 の判定時間未満である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

適用例 4：適用例 3 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突余裕時間が第 1 の判定時間以上または前記交差予測時間が第 2 の判定時間以上である場合に、前記制動支援の実行を決定しない、車両の運転支援制御装置。

適用例 5：適用例 1 に記載の車両の運転支援制御装置において、

20

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突余裕距離および前記交差判定指標として交差予測距離を算出し、算出された前記衝突余裕距離が第 1 の判定距離以上であると共に、算出された前記交差予測距離が第 2 の判定距離以上である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

適用例 6：適用例 1 に記載の車両の運転支援制御装置において、

前記制御部は、前記衝突判定指標として衝突要求減速度および前記交差判定指標として交差要求減速度を算出し、算出された前記衝突要求減速度が第 1 の判定減速度以上であると共に、算出された前記交差要求減速度が第 2 の判定減速度以上である場合に、前記制動支援の実行を決定する、車両の運転支援制御装置。

とすることができる。

30

【符号の説明】

【0052】

10...運転支援システム、20A、20B...走行状態検出装置、31...運転支援装置、100...運転支援制御装置、101...CPU、102...メモリ、103...入出力インタフェース、500...車両、P1...運転支援プログラム、M0...自車両、他車両...M1、M2。

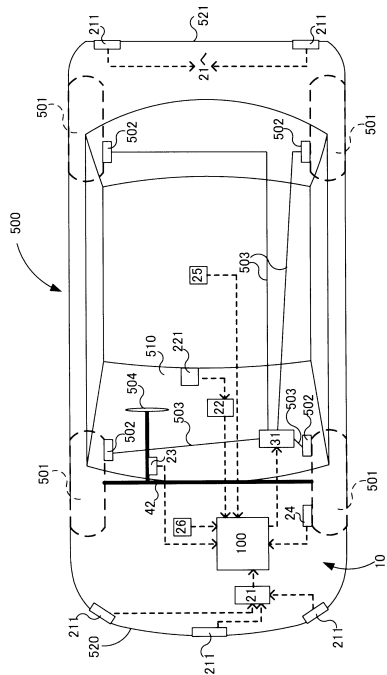
40

50

【図面】

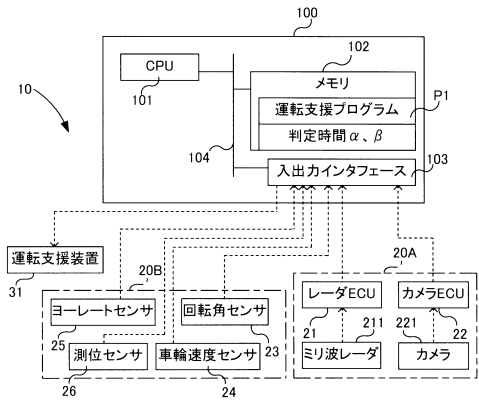
【図 1】

Fig.1



【図 2】

Fig.2

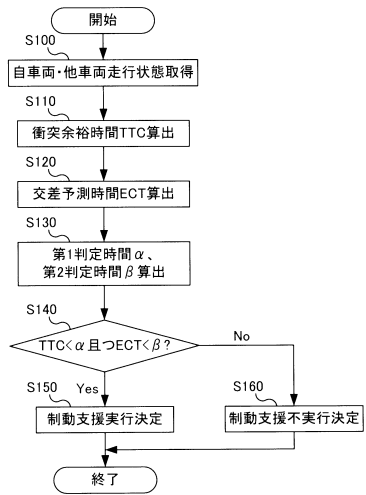


10

20

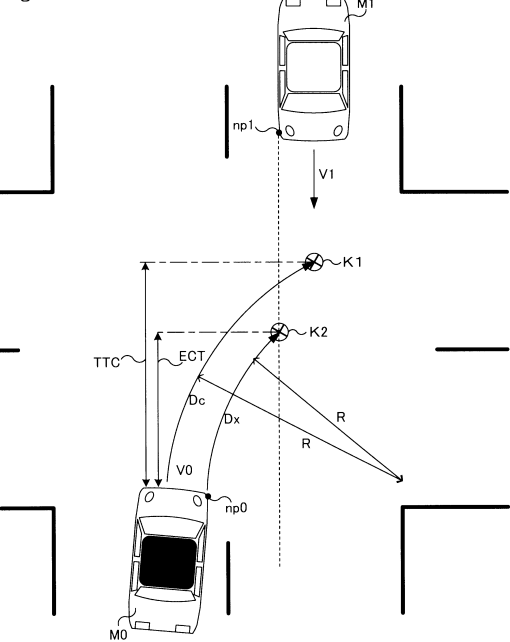
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



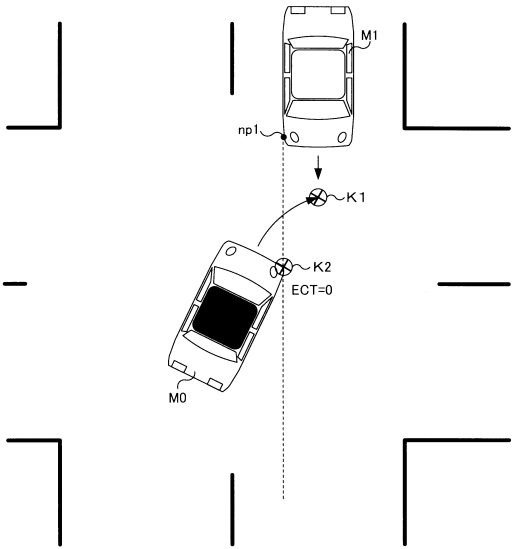
30

40

50

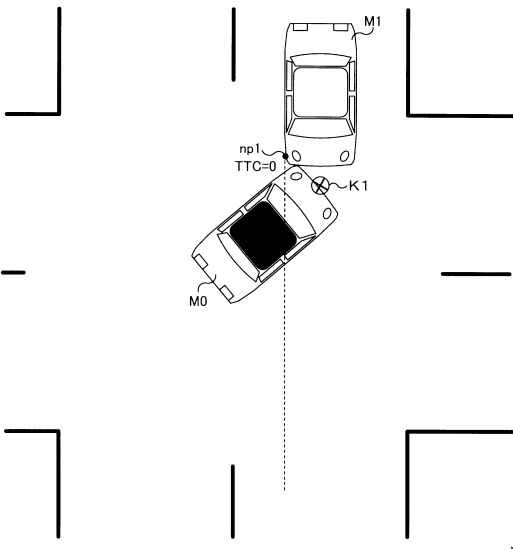
【 図 5 】

Fig.5



【 図 6 】

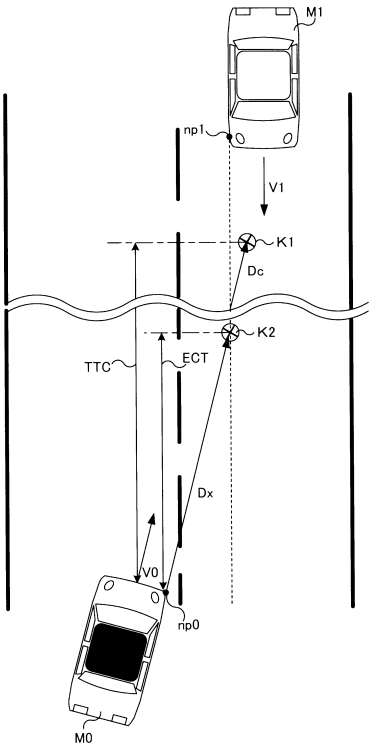
Fig.6



10

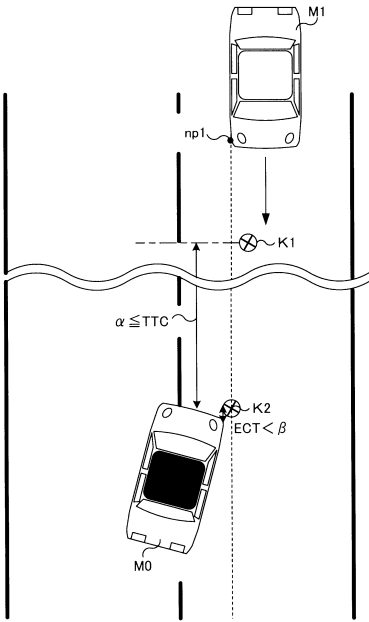
【 図 7 】

Fig.7



【 図 8 】

Fig.8



20

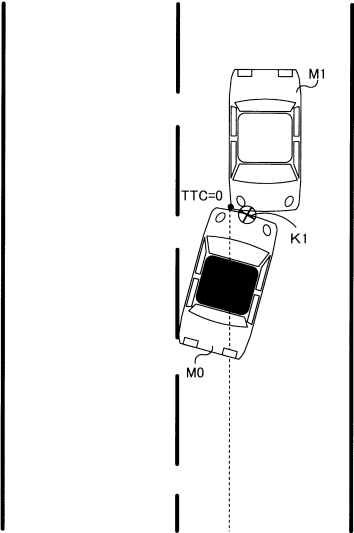
30

40

50

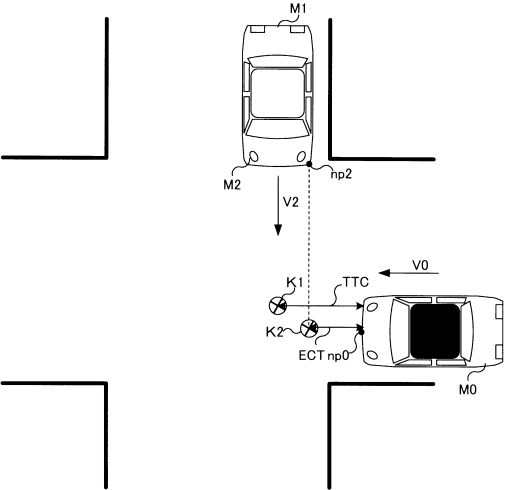
【 図 9 】

Fig.9



【 図 10 】

Fig.10



10

20

30

40

50

フロントページの続き

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

合議体

審判長 藤井 昇

審判官 内田 博之

審判官 尾崎 和寛

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 9 5 6 9 7 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 6 7 1 0 2 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 4 / 1 9 2 3 7 0 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

B60T 7/12-8/1769 , B60T 8/32-8/96 , G08G 1/00-99/00