

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年3月21日(21.03.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/038531 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) B60W 30/095 (2012.01)
B60R 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/071039
- (22) 国際出願日: 2011年9月14日(14.09.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 清水 政行 (SHIMIZU Masayuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 早坂 祥一 (HAYASAKA Shoichi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 佐藤 みなみ (SATO Minami) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: DRIVING ASSISTANCE DEVICE AND DRIVING ASSISTANCE METHOD

(54) 発明の名称: 運転支援装置及び運転支援方法

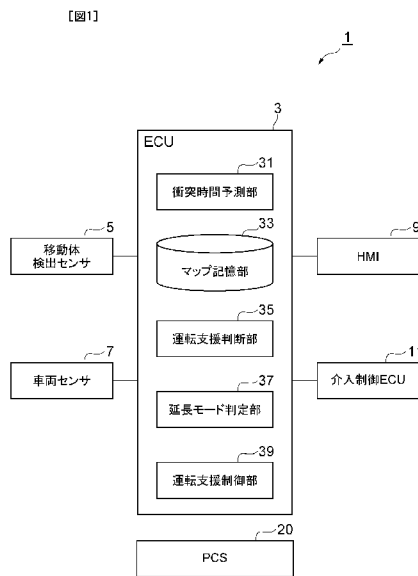


FIG. 1:
 5 Moving body detection sensor
 7 Vehicle sensor
 11 Intervention control ECU
 31 Collision time prediction unit
 33 Map storage unit
 35 Driving assistance assessment unit
 37 Extension mode determination unit
 39 Driving assistance control unit

(57) Abstract: Provided are a driving assistance device and driving assistance method that are able to appropriately assess whether driving assistance is needed, and to effectively assist driving. The driving assistance device (1) is provided with: a collision time prediction unit (31) that predicts a TTC and TTV; a driving assistance assessment unit (35) that applies the TTC and TTV to a map (M), and assesses whether to assist driving in a host vehicle; a driving assistance control unit (39) that controls driving assistance in the host vehicle; and an extension mode determination unit (37) that assesses whether a speed in a direction intersecting the direction in which a moving body is advancing is no more than a first threshold value, and the TTC is no more than a second threshold value, and determines to assist driving in the host vehicle if said conditions are satisfied. If the extension mode determination unit (37) has determined to assist driving, the driving assistance control unit (39) continues the driving assistance in the host vehicle even if the driving assistance assessment unit (35) has determined not to assist driving.

(57) 要約: 運転支援の要否を適切に判断し、効果的な運転支援を実施できる運転支援装置及び運転支援方法を提供する。運転支援装置1は、TTC及びTTVを予測する衝突時間予測部31と、TTC及びTTVをマップMに適用して、自車両において運転支援を実施するか否かを判断する運転支援判断部35と、自車両における運転支援を制御する運転支援制御部39と、移動体の進行方向に交差する方向の速度が第1閾値以下であり且つTTCが第2閾値以下であるか否かを判断して、当該条件を満たす場合に自車両において運転支援を実施すると判断する延長モード判定部37とを備え、運転支援制御部39は、延長モード判定部37によって運転支援を実施すると判断された場合に、運転支援判断部35によって運転支援を実施しないと判断された場合であっても自車両における運転支援を継続する。

WO 2013/038531 A1

(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 運転支援装置及び運転支援方法

技術分野

[0001] 本発明は、自車両と移動体との衝突を回避するための運転支援を実施する運転支援装置及び運転支援方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の運転支援装置として、例えば特許文献1に記載されたものが知られている。特許文献1に記載の運転支援装置では、自車両の進行方向に存在する物体の位置を検出し、検出された物体の進行方向に対する横移動速度が所定速度以下であるか否かを判断している。そして、この運転支援装置では、横移動速度が所定速度以下であると判断した場合に、移動体の検出方向と自車両の進行方向とからなる検出角度に基づいて自車両と移動体との接触の可能性を判定している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-257298号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、自車両の進行方向の前方にいる歩行者が道路を横断しようとしている状況において、歩行者との衝突を回避するための運転支援を実施しなくても、自車両が歩行者の位置する地点に到達したときには歩行者が既に道路を横断し終えていることがある。従来の運転支援装置では、そのような状況であっても、横移動速度が所定速度以下である場合に自車両となす検出角度に基づいて接触の可能性を判定し、運転支援を実施する可能性がある。したがって、不要な運転支援が実施されるおそれがあり、実際の状況との違いに運転者が違和感を覚えるといった問題が生じ得る。

[0005] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、運転支援の要

否を適切に判断し、効果的な運転支援を実施できる運転支援装置及び運転支援方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る運転支援装置は、自車両と移動体との衝突を回避する運転支援を実施する運転支援装置であって、自車両の進行方向と当該進行方向に交差する方向とにおいて自車両と移動体とが交差する交差点に自車両が到達するまでの第1時間を予測する第1時間予測手段と、移動体が進行方向に交差する方向において交差点に到達するまでの第2時間を予測する第2時間予測手段と、第1及び第2時間予測手段によって予測された第1及び第2時間を予め設定された第1マップに適用して、自車両において運転支援を実施するか否かを判断する第1運転支援判断手段と、第1運転支援判断手段により自車両において運転支援を実施すると判断された場合に、自車両における運転支援を制御する運転支援制御手段と、第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合に、移動体の進行方向に交差する方向の速度が第1閾値以下であり、且つ第1時間が第2閾値以下であるか否かを判断して、当該条件を満たす場合に自車両において運転支援を実施すると判断する第2運転支援判断手段と、を備え、運転支援制御手段は、第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合であっても自車両における運転支援を継続することを特徴とする。

[0007] この運転支援装置では、進行方向において自車両が交差点に到達するまでの第1時間と、進行方向に交差する方向、つまり自車両の横方向において移動体が交差点に到達するまでの第2時間とを予測し、予測した第1時間及び第2時間とを第1マップに適用して運転支援の実施の要否を判断している。このように、移動体が交差点に到達するまでの第2時間を予測することにより、運転支援の要否を適切に判断できる。その結果、効果的な運転支援の実施が可能となる。

[0008] ここで、上記運転支援装置において、移動体の移動が停止、つまり移動体

の速度が「0」となった場合には、運転支援が不要と判断される。この場合、移動体が自車両の前方に位置しているにもかかわらず、運転支援が実施されないため、運転者が違和感を覚えるおそれがある。そこで、本発明では、第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合に、移動体の進行方向に交差する方向の速度が第1閾値以下であり、且つ第1時間が第2閾値以下であるか否かを判断し、この条件を満たした場合には、第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合であっても自車両における運転支援を継続する。したがって、移動体が停止した場合であっても運転支援が継続されるため、運転者の違和感の軽減を図れる。

- [0009] 自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、移動体の状態を検出する移動体状態検出手段と、を備え、第1及び第2時間予測手段は、走行状態検出手段によって検出された自車両の走行状態と移動体状態検出手段によって検出された移動体の状態とに基づいて、第1時間及び第2時間をそれぞれ予測する。このような構成によれば、第1時間及び第2時間をより正確に予測できる。
- [0010] 第2運転支援判断手段は、予め設定された第2マップを用いて第1時間が第2閾値以下であるか否かを判断する。このように、予め設定された第2マップを用いることにより、第1時間が第2閾値以下であるか否かの判断を良好に行える。
- [0011] 第2マップには、第1時間と自車両の幅方向の距離とで規定される判定領域が設定されており、第2運転支援判断手段は、第1時間が判定領域内である場合に第1時間が第2閾値以下であると判断し、且つ判定領域内に移動体が位置する場合に運転支援を実施すると判断する。このように、判定領域が設定された第2マップを用いることにより、運転支援を実施するか否かの判断を正確に行える。
- [0012] 移動体の速度に応じて判定領域が設定された複数の第2マップを有し、第2運転支援判断手段は、移動体の進行方向に交差する方向の速度に応じて用

いる第2マップを変更する。これにより、より適切に運転支援の要否の判断を行える。

[0013] 運転支援制御手段は、第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、制動制御を解除するときの制動制御解除勾配を通常よりも緩やかにする制御を行う。これにより、運転支援が継続して実施される。

[0014] 運転支援制御手段は、第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、所定の制動量を一定時間維持する制御を行う。これにより、運転支援が継続して実施される。

[0015] 第1マップは、第1時間が縦軸で且つ第2時間が横軸として設定されていると共に、運転支援が不要であると判断される第1領域と、運転支援が必要であると判断される第2領域とが設定されており、第1運転支援判断手段は、第1時間と第2時間とが交わる点が第2領域に存在する場合に、自車両において運転支援を実施すると判断する。このような第1マップを用いることにより、運転支援の要否の判断をより一層的確に行うことが可能となる。

[0016] 本発明に係る運転支援方法は、自車両と移動体との衝突を回避する運転支援方法であって、自車両の進行方向と当該進行方向に交差する方向とにおいて自車両と移動体とが交差する交差点に自車両が到達するまでの第1時間を予測する第1時間予測ステップと、移動体が進行方向に交差する方向において交差点に到達するまでの第2時間を予測する第2時間予測ステップと、第1及び第2時間予測ステップにおいて予測された第1及び第2時間を予め設定された第1マップに適用して、自車両において運転支援を実施するかどうか判断する第1運転支援判断ステップと、第1運転支援判断ステップにおいて自車両において運転支援を実施すると判断された場合に、自車両における運転支援を制御する運転支援制御ステップと、第1運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施しないと判断された場合に、移動体の進行方向に交差する方向の速度が第1閾値以下であり、且つ第1時間が第2閾値以下であるか否かを判断して、当該条件を満たす場合に自車両において運転支援を実

施すると判断する第2運転支援判断ステップと、を含み、運転支援制御ステップでは、第2運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施すると判断された場合に、第1運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施しないと判断された場合であっても自車両における運転支援を継続することを特徴とする。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、運転支援の要否を適切に判断し、効果的な運転支援を実施できる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]一実施形態に係る運転支援装置を含む運転支援システムを示す図である。

[図2]マップを示す図である。

[図3]運転支援判断部における運転支援要否の判断方法を説明するための図である。

[図4]延長モードを説明するための図である。

[図5]判定マップを示す図である。

[図6]制動量の算出方法を示す図である。

[図7]運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

[図8]他の形態に係る判定マップを示す図である。

[図9]他の形態に係る判定マップを示す図である。

[図10]他の形態に係る制動量の算出方法を示す図である。

[図11]他の形態に係る制動量の算出方法を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0020] 図1は、一実施形態に係る運転支援装置を含む運転支援システムの構成を示す図である。図1に示す運転支援システム100は、車などの車両に搭載

され、歩行者や自転車などの移動体との衝突を回避するための運転支援を行うシステムである。なお、運転支援とは、自車両において直接的に制動や操舵などの介入制御を行うことや、運転者に対して警告を行うことを含んでいる。

[0021] 図1に示すように、運転支援システム100は、運転支援装置1と、PCS (Pre Crash System) 20と含んで構成されている。運転支援装置1は、ECU (Electronic Control Unit) 3を備えている。ECU 3には、移動体検出センサ (移動体状態検出手段) 5と、車両センサ (走行状態検出手段) 7と、HMI (Human Machine Interface) 9と、介入制御ECU 11とが接続されている。ECU 3及び介入制御ECU 11は、CPU [Central Processing Unit]、ROM [Read Only Memory]、RAM [Random Access Memory] などからなる電子制御ユニットであり、プログラムによって動作する。

[0022] PCS 20は、運転支援装置1のECU 3と並行して動作している。PCS 20は、図示しないが、ECU 3と同様に、移動体検出センサ5、車両センサ7、HMI 9及び介入制御ECU 11に接続されている。PCS 20は、後述する移動体検出センサ5及び車両センサ7により検出された情報に基づいて、移動体に対するTTC (Time To Collision) を算出する。ここで、TTCは、自車両と移動体とが現在の走行状態で走行した場合に何秒後に衝突するかを示す値である。PCS 20は、TTCが所定値以下となった場合に、介入制御ECU 11により自動介入制御を実施させる。

[0023] 移動体検出センサ5は、移動体を検出する外界センサである。移動体検出センサ5は、例えば、レーザーレーダーやミリ波レーダー、カメラなどの撮像手段である。移動体検出センサ5は、ミリ波レーダーである場合、周波数変調されたミリ波帯のレーダー波を送受信することにより、自車両の前方に位置する移動体を検出し、検出結果に基づいて、移動体の位置や速度などの移動体情報を生成する。移動体検出センサ5は、移動体情報をECU 3に出力する。なお、移動体検出センサ5がカメラである場合には、撮像した画像に画像処理を施して移動体情報を生成する。移動体検出センサ5は、ミリ波

レーダー及びカメラの両方から構成されていてもよい。

[0024] 車両センサ7は、自車両の走行状態を検出する内界センサである。車両センサ7は、例えば、自車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ、ステアリングの操舵角を検出する操舵角センサ、車両の車速（走行速度）を検出する車速センサなどである。車両センサ7は、検出した自車両の走行状態を示す車両情報をECU3に出力する。

[0025] ECU3は、衝突時間予測部（第1時間予測手段、第2時間予測手段）31と、マップ記憶部33と、運転支援判断部（第1運転支援判断手段）35と、延長モード判定部（第2運転支援判断手段）37と、運転支援制御部（運転支援制御手段）39とを備えている。

[0026] 衝突時間予測部31は、自車両及び移動体が交差点（衝突地点）に到達するまでの時間を予測する部分である。衝突時間予測部31は、移動体検出センサ5から出力された移動体情報、及び、車両センサ7から出力された車両情報を受け取ると、移動体情報及び車両情報に基づいて自車両と移動体との衝突時間、すなわち自車両と移動体とが交差する交差点に自車両及び移動体がそれぞれ到達するまでの時間を算出する。

[0027] 衝突時間予測部31は、車両情報に基づいて自車両の予測軌跡などを求め、自車両が交差点に到達するまでの時間、すなわち自車両が現在の状態で進行方向に走行した場合に何秒後に移動体に衝突するかを示す値であるTTTC（第1時間）を算出する。また、衝突時間予測部31は、移動体情報に基づいて移動体の速度ベクトルなどを求め、移動体が交差点に到達するまでの時間、すなわち移動体が現在の状態で自車両の進行方向に交差する方向（自車両の横方向）に移動した場合に何秒後に自車両に衝突するかを示す値であるTTV（Time To Vehicle、第2時間）を算出する。

[0028] 衝突時間予測部31は、以下の式（1）及び（2）によりTTTC及びTTVを算出する。

$$TTTC = x / (V - v_x) \quad \dots (1)$$

$$TTV = y / v_y \quad \dots (2)$$

上記式(1)、(2)において、 V ：自車両の速度、 x 、 y ：移動体の相対位置、 v_x 、 v_y ：移動体の速度である。衝突時間予測部31は、算出したTTC及びTTVを示すTTC情報及びTTV情報を運転支援判断部35に出力する。

[0029] マップ記憶部33は、マップ(第1マップ)Mを記憶している。図2は、マップを示す図である。図2に示すように、マップMは、縦軸がTTC[s]、横軸がTTV[s]であり、原点が自車両と移動体との交差点に設定されている。マップMでは、原点から離れるにつれて(TTC、TTVが大きくなるにつれて)交差点から離れた場所に位置していることとなる。マップMには、運転支援不要エリア(第1領域)A1と、運転支援エリア(第2領域)A2とが設定されている。マップMについて、以下具体的に説明する。

[0030] 運転支援エリアA2は、 $y = f(x)$ (TTC, TTV)の関数に囲まれた領域である。運転支援エリアA2を規定する2本の直線は、TTCとTTVとの差分(TTC - TTV)で設定されている。マップMにおいて、 T_1 及び T_2 は、例えば1~3秒に設定されている。

[0031] 運転支援エリアA2には、予め運転支援の制御内容が設定されており、HMIエリアA21と、介入制御エリアA22と、緊急介入制御エリアA23とが設定されている。HMIエリアA21は、運転者に対して警告を行うといった運転支援を実施するエリアである。介入制御エリアA22は、HMIエリアA21の内側に設定されている。介入制御エリアA22は、制動などの介入制御を実施するエリアである。緊急介入制御エリアA23は、急制動などを実施し、衝突を回避するための緊急介入制御を実施するエリアである。緊急介入制御エリアA23は、マップMの原点寄り、つまり自車両と移動体との交差点に近い部分に設定されている。

[0032] 運転支援不要エリアA1は、運転支援エリアA2以外の部分であり、自車両と移動体との衝突を回避するための運転支援を必要としないエリアである。つまり、運転支援不要エリアA1に該当する場合には、自車両が交差点

に到達するときには移動体が交差点を既に通過している、或いは、移動体が交差点から離れた場所に位置していることになる。

[0033] マップMでは、実験データなどに基づいて運転支援エリアA2及び運転支援不要エリアA1が設定されていてもよいし、運転者の運転特性（アクセル特性、ブレーキ特性など）を学習させることにより運転支援エリアA2及び運転支援不要エリアA1が設定されてもよい。また、マップMにおいては、介入制御エリアA22及び緊急介入制御エリアA23において、運転支援の制御量がそれぞれ設定されていてもよい。マップ記憶部33に記憶（格納）されるマップMは、書き換え（マップMの更新）可能とされている。

[0034] 運転支援判断部35は、自車両において運転支援を実施するか否かを判断する部分である。運転支援判断部35は、TTC及びTTVをマップMに適用して、自車両において運転支援を実施するか否かを判断する。具体的には、運転支援判断部35は、衝突時間予測部31から出力されたTTC情報及びTTV情報をマップMに適用し、TTCとTTVとが交差する交点がマップMのどのエリアに位置するのかを判断する。例えば、図3に示すように、運転支援判断部35は、TTCとTTVとが点P1で交わる場合には、運転支援不要エリアA1であるため、自車両において運転支援を実施しないと判断する。つまり、例えば点P1で交わる場合には、移動体が交差点に到達するときには自車両が交差点を通過していることになる。運転支援判断部35は、運転支援を実施しないことを示す支援不実施情報を延長モード判定部37に出力する。

[0035] 一方、運転支援判断部35は、TTCとTTVとが点P2で交わる場合には、運転支援エリアA2（介入制御エリアA22）であるため、自車両において運転支援を実施すると判断する。運転支援判断部35は、運転支援を実施すると判断した場合には、HMIエリアA21、介入制御エリアA22及び緊急介入制御エリアA23のいずれかを示す情報を含む支援実施情報を運転支援制御部39に出力する。

[0036] 延長モード判定部37は、運転支援判断部35において運転支援を実施す

ると判断された後、移動体の速度 v_y が所定値（第1閾値）以下となった場合に、延長モードを実施するか否かを判定する部分である。延長モード判定部37は、運転支援判断部35から支援不実施情報を受け取ると、延長モードを実施するか否かを判定する。延長モードについて、図4を参照して説明する。

[0037] 図4は、延長モードを説明するための図である。図4において、自車両と移動体とが一定の状態で交差点に近づいている場合には、時間の経過と共に「 t_1 」、「 t_2 」と線L1上に存在することになる。ここで、移動体の横方向の移動が停止、すなわち速度 v_y が「0」になった場合には、TTVが無限大（ $TTV \rightarrow \infty$ ）になるため、線L2のような軌跡となる。この場合、運転支援判断部35においては、運転支援を実施しないと判断する。このとき、自車両が走行状態を維持している場合には、衝突を回避するためにPCS20が動作することになるが、PCS20ではTTCが所定値以下（マップMにおける緊急介入制御エリアA23に相当）と判定されるまでは動作しない。そのため、運転支援判断部35による運転支援の終了判定時、つまり移動体の速度 v_y が「0」になった状態からPCS20が動作するまでには、運転支援が実施されない時間（図4では $T_a[s]$ ）が発生する。

[0038] そこで、運転支援装置1における運転支援の実施終了時からPCS20における運転支援の開始時までの制御を繋ぐために、運転支援装置1において、運転支援判断部35により運転支援を実施すると判断された場合に実施される運転支援を延長（継続）する。この制御が延長モードである。延長モード判定部37は、判定マップ（第2マップ）MCを用いて延長モードを実施するか否かを判定する。

[0039] 図5は、判定マップを示す図である。図5に示す判定マップMCは、マップ記憶部33に記憶（格納）されている。判定マップMCは、縦軸がTTC[s]、横軸がY[m]に設定されている。判定マップMCには、判定エリア（判定領域）HAが設定されている。判定エリアHAは、TTCが所定時間（第2閾値）に設定されていると共に、横方向（自車両Cの幅方向）Yが

所定の距離に設定されており、PCS20による衝突回避の介入制御が実施されるまで介入制御を延長する延長モードを実施するエリアである。判定マップMCでは、実験データなどに基づいて判定エリアHAが設定されていてもよいし、運転者の運転特性（アクセル特性、ブレーキ特性など）を学習させることにより判定エリアHAが設定されてもよい。判定エリアHAは、PCS20において介入制御が実施される範囲を少なくとも含んでいる。

[0040] 延長モード判定部37は、移動体が判定マップMCにおいて判定エリアHAに位置している、つまりTTCが所定時間以下であり、移動体が横方向において所定範囲内に存在している場合には、延長モードを実施すると判定する。延長モード判定部37は、延長モードを実施すると判定した場合、延長モード情報を運転支援制御部39に出力する。

[0041] 図1に戻って、運転支援制御部39は、自車両における運転支援を制御する部分である。運転支援制御部39は、運転支援判断部35から出力された支援実施情報を受け取ると、この支援実施情報に基づいて運転支援（介入制御）を制御する。介入制御は、例えば制動制御や操舵制御である。運転支援制御部39は、支援実施情報においてHMIエリアA21を示す情報が含まれている場合には、HMI9に警告指示信号を出力する。

[0042] 運転支援制御部39は、支援実施情報において介入制御エリアA22及び緊急介入制御エリアA23を示す情報が含まれている場合には、介入制御の制御量を算出する。運転支援制御部39は、マップMの介入制御エリアA22及び緊急介入制御エリアA23において制御量が設定されている場合には、マップMに基づいて制動の制御量（目標の加速度（減速加速度）、速度）を算出する。また、運転支援制御部39は、マップMにおいて制御量が設定されていないときには、以下の式（3）に基づいて制動の制御量を算出する。

$$\alpha \times TTC + \beta \times TTV + \gamma \quad \dots (3)$$

ここで、 α 、 β は係数であり、 γ は定数である。 α 、 β 、 γ は、実験値などに基づいて設定されている。また、操舵の制御量は、実験値や所定の式など

に基づいて算出する。運転支援制御部 39 は、制御量を含む介入制御信号を介入制御 ECU 11 に出力する。

[0043] また、運転支援制御部 39 は、延長モード判定部 37 から出力された延長モード情報を受け取ると、延長モード制御量を算出する。具体的には、運転支援制御部 39 は、図 6 に示すように、制動制御終了時の制動制御解除勾配が通常よりも緩やかになるような制御量を算出する。

[0044] 図 6 において、破線 L a で示す部分は、通常の制動制御終了時の制動制御解除勾配であり、実線 L b で示す部分は、延長モードにおける制動制御終了時の制動制御解除勾配である。運転支援制御部 39 では、以下の式 (4) を用いて図 6 に示すような制動制御解除勾配となる延長モード制御量を算出する。

$$\frac{Ax_{off} - Ax_{PCS} + \beta}{TTC_{off} - TTC_{PCS} + \alpha} \quad \dots(4)$$

上記式 (4) において、 Ax_{off} : 制御終了時の減速度、 Ax_{PCS} : PCS に繋ぐ減速度、 TTC_{off} : 制御終了時の TTC、 TTC_{PCS} : PCS 制御を行う TTC、 α 、 β : 制御調整用の変数である。運転支援制御部 39 は、延長モードにおける制御量を含む延長制御信号を介入制御 ECU 11 に出力する。

[0045] HMI 9 は、例えばブザー、HUD (Head Up Display)、ナビゲーションシステムのモニタ、メータパネルなどである。HMI 9 は、ECU 3 から出力された警告指示信号を受け取ると、移動体が前方に存在することを運転者に警告する音声を流したり、警告文などを表示したりする。例えば、HMI 9 が HUD である場合には、フロントガラスに移動体が存在することを示すポップアップを表示する。

[0046] 介入制御 ECU 11 は、自車両において介入制御を実行させる ECU である。介入制御 ECU 11 は、ブレーキ ECU やエンジン ECU (いずれも図示しない) などから構成されており、ECU 3 から出力された介入制御信号を受け取ると、介入制御信号に含まれる制御量に応じて例えばブレーキアク

チュエータやステアリングアクチュエータ（いずれも図示しない）を制御して自動介入を実施する。

[0047] また、介入制御ECU11は、ECU3から出力された延長制御信号を受け取ると、延長制御信号に含まれる延長モード制御量に応じてブレーキアクチュエータを制御し、図6に示すような制動制御を実施する。

[0048] 続いて、運転支援装置1の動作について説明する。図7は、運転支援装置の動作を示すフローチャートである。

[0049] 図7に示すように、まず、移動体の状態が移動体検出センサ5により検出される（ステップS01）。また、自車両の走行状態が車両センサ7により検出される（ステップS02）。次に、移動体検出センサ5及び車両センサ7により検出された移動体情報及び車両情報に基づいて、TTC及びTTVが衝突時間予測部31によって算出される（ステップS03）。

[0050] 続いて、衝突時間予測部31によって算出されたTTC及びTTVをマップ記憶部33に格納されているマップMに適用し（ステップS04）、自車両において運転支援を実施するか否かの判断が運転支援判断部35において行われる。

[0051] 運転支援判断部35では、TTCとTTVとの交点がHMIエリアA21であるか否か、つまり運転支援エリアA2であるか否かが判断される（ステップS05）。HMIエリアA21であると判断された場合には、HMI作動フラグが「1」に設定される（ステップS06）。一方、HMIエリアA21であると判断されなかった場合、つまり運転支援不要エリアA1であると判断された場合には、ステップS01の処理に戻る。

[0052] 次に、運転支援制御部39において、介入制御エリアA22であるか否かが判断される（ステップS07）。介入制御エリアA22であると判断された場合には、運転支援制御部39において介入制御の制御量が例えばマップMに基づいて算出される（ステップS08）。一方、介入制御エリアA22であると判断されなかった場合には、ステップS12に進む。

[0053] 次に、運転支援制御部390において、緊急介入制御エリアA23である

か否かが判断される（ステップS09）。緊急介入制御エリアA23であると判断された場合には、運転支援制御部39において緊急回避のための制御量が算出される（ステップS10）。一方、緊急介入制御エリアA23であると判断されなかった場合には、ステップS12に進む。

[0054] ステップS11では、運転支援が実施される。具体的には、HMI9によって運転者に対して警告が行われる。また、HMI9による警告と共に、介入制御が介入制御ECU11により実施される。

[0055] また、ステップS12では、移動体が運転支援判断部35において運転支援を実施するか否かが判断された対象（前回（過去）の制御実施対象）であったか否かが判断される。前回の制御実施対象であると判断された場合には、ステップS13に進む。一方、前回の制御対象であると判断されなかった場合には、ステップS11に進む。

[0056] ステップS13では、延長モード判定部37において延長モードを実施するか否かが判定マップMCを用いて判定される。延長モードを実施すると判定された場合には、ステップS14に進む。一方、延長モードを実施すると判定されなかった場合には、運転支援が終了される（ステップS16）。

[0057] ステップS14では、運転支援制御部39において運転延長モード制御量が算出される。そして、介入制御ECU11により、延長モードの運転支援が実施される（ステップS15）。

[0058] 以上説明したように、本実施形態では、衝突時間予測部31においてTTC及びTTVを算出して予測し、このTTC及びTTVをマップMに適用して、自車両において運転支援を実施するか否かを支援判断部35が判断している。このように、移動体が交差点に到達するTTV、すなわち移動体が自車両に近づく方向における衝突時間を予測することにより、運転支援の要否を適切に判断できる。その結果、例えば移動体が車道を横断したにもかかわらず運転支援が実施されるといった事態を回避でき、運転者に違和感を与えることのない効果的な運転支援を実施できる。

[0059] また、移動体の速度が所定値以下（例えば、 $v_y = 0$ ）となり、運転支援

判断部 35 において運転支援を実施しないと判断された後、延長モード判定部 37 において延長モードによる運転支援を実施するか否かを判定し、延長モードを実施すると判定された場合には、運転支援制御部 39 において延長モード制御量が算出されて運転支援が延長（継続）される。これにより、運転支援装置 1 における運転支援が終了し、PCS 20 による運転支援が実施されるまでの間に運転支援が実施されない時間が生じない。したがって、移動体が停止した場合であっても次の運転支援まで介入制御が継続されるため、運転者の違和感の軽減を図れる。

[0060] また、延長モード判定部 37 における延長モードの運転支援を実施するか否かの判定には判定マップ MC を用いている。これにより、延長モードを実施するか否かの判断を確実に行うことができる。

[0061] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、延長モード判定部 37 において、判定マップ MC を用いて延長モードの判定を行っているが、判定マップは図 8 及び図 9 に示すものを用いてもよい。

[0062] 図 8 は、他の形態に係る判定マップを示す図である。図 8 に示すように、判定マップ MC の判定エリア HA は、TTC が所定時間以上の部分から TTC が大きくなるにつれて幅が狭くなっている（先細になっている）。この判定マップ MC は、移動体検出センサ 5 により検出された移動体情報において、移動体の速度が所定値以下である場合に用いる。つまり、延長モード判定部 37 は、移動体の速度に応じてマップ記憶部 33 から判定マップ MC を抽出する。このような判定マップ MC を用いることにより、より適切な延長モードの判定を実施できる。

[0063] 図 9 は、他の形態に係る判定マップを示す図である。図 9 に示すように、判定マップ MC の判定エリア HA は、TTC が所定時間以上の部分から TTC が大きくなるにつれて幅が広がっている。この判定マップ MC は、移動体検出センサ 5 により検出された移動体情報において、移動体の速度が所定値以上である場合に用いる。つまり、延長モード判定部 37 は、移動体の速

度に応じてマップ記憶部33から判定マップMCを抽出する。このような判定マップMCを用いることにより、より適切な延長モードの判定を実施できる。

[0064] また、運転支援制御部39では、延長モード制御量を以下のように算出してもよい。図10に示すように、運転支援制御部39では、所定の制動量を一定時間維持するように、延長モード制御量を算出する。具体的には、運転支援制御部39は、以下の式(5)により延長モード制御量を算出する。

$$TTC_{off} - TTC_{PCS} + \alpha \quad \dots (5)$$

[0065] また、運転支援制御部39では、延長モード制御量を以下のように算出してもよい。図11に示すように、運転支援制御部39では、制動制御の終了時から移動体に対しての減速度を演算し、最小値を選択して制御量を算出する。具体的には、運転支援制御部39は、以下の式(6)により延長モード制御量を算出する。

$$v \times^2 / 2L \quad \dots (6)$$

式(6)において、L：移動体までの距離である。

[0066] また、上記実施形態では、介入制御ECU11による介入制御を実施する場合、HIM9による警告も同時に実施しているが、介入制御を実施する際にはHIM9による警告を実施しなくてもよい。

[0067] また、上記実施形態に加えて、自車両の周辺情報(環境)を取得する手段を備え、自車両の周辺の状況、状態(例えば、対向車の有無など)に応じて運転支援を実施する構成であってもよい。

符号の説明

[0068] 1…運転支援装置、3…ECU、5…移動体検出センサ、7…車両センサ、31…衝突時間予測部(第1時間予測手段、第2時間予測手段)、33…マップ記憶部、35…運転支援判断部(第1運転支援判断手段)、37…延長モード判定部(第2運転支援判断手段)、39…運転支援制御部(運転支援制御手段)、M…マップ(第1マップ)、MC…判定マップ(第2マップ)。

請求の範囲

[請求項1]

自車両と移動体との衝突を回避する運転支援を実施する運転支援装置であって、

前記自車両の進行方向と当該進行方向に交差する方向とにおいて前記自車両と前記移動体とが交差する交差点に前記自車両が到達するまでの第1時間を予測する第1時間予測手段と、

前記移動体が前記進行方向に交差する方向において前記交差点に到達するまでの第2時間を予測する第2時間予測手段と、

前記第1及び第2時間予測手段によって予測された前記第1及び第2時間を予め設定された第1マップに適用して、前記自車両において運転支援を実施するか否かを判断する第1運転支援判断手段と、

前記第1運転支援判断手段により前記自車両において運転支援を実施すると判断された場合に、前記自車両における運転支援を制御する運転支援制御手段と、

前記第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合に、前記移動体の前記進行方向に交差する方向の速度が第1閾値以下であり、且つ前記第1時間が第2閾値以下であるか否かを判断して、当該条件を満たす場合に前記自車両において運転支援を実施すると判断する第2運転支援判断手段と、

を備え、

前記運転支援制御手段は、前記第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、前記第1運転支援判断手段によって運転支援を実施しないと判断された場合であっても前記自車両における運転支援を継続することを特徴とする運転支援装置。

[請求項2]

前記自車両の走行状態を検出する走行状態検出手段と、

前記移動体の状態を検出する移動体状態検出手段と、

を備え、

前記第1及び第2時間予測手段は、前記走行状態検出手段によって

検出された前記自車両の走行状態と前記移動体状態検出手段によって検出された前記移動体の状態とに基づいて、前記第1時間及び前記第2時間をそれぞれ予測する、請求項1記載の運転支援装置。

[請求項3] 前記第2運転支援判断手段は、予め設定された第2マップを用いて前記第1時間が前記第2閾値以下であるか否かを判断する、請求項1又は2記載の運転支援装置。

[請求項4] 前記第2マップには、前記第1時間と前記自車両の幅方向の距離とで規定される判定領域が設定されており、
前記第2運転支援判断手段は、前記第1時間が前記判定領域内である場合に前記第1時間が前記第2閾値以下であると判断し、且つ前記判定領域内に前記移動体が位置する場合に運転支援を実施すると判断する、請求項3記載の運転支援装置。

[請求項5] 前記移動体の速度に応じて判定領域が設定された複数の第2マップを有し、
前記第2運転支援判断手段は、前記移動体の前記進行方向に交差する方向の速度に応じて用いる第2マップを変更する、請求項4記載の運転支援装置。

[請求項6] 前記運転支援制御手段は、前記第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、制動制御を解除するときの制動制御解除勾配を通常よりも緩やかにする制御を行う、請求項1～5のいずれか一項記載の運転支援装置。

[請求項7] 前記運転支援制御手段は、前記第2運転支援判断手段によって運転支援を実施すると判断された場合に、所定の制動量を一定時間維持する制御を行う、請求項1～5のいずれか一項記載の運転支援装置。

[請求項8] 前記第1マップは、前記第1時間が縦軸で且つ前記第2時間が横軸として設定されていると共に、運転支援が不要であると判断される第1領域と、運転支援が必要であると判断される第2領域とが設定されており、

前記第 1 運転支援判断手段は、前記第 1 時間と前記第 2 時間とが交わる点が前記第 2 領域に存在する場合に、前記自車両において運転支援を実施すると判断する、請求項 1～7 のいずれか一項記載の運転支援装置。

[請求項9]

自車両と移動体との衝突を回避する運転支援方法であって、

前記自車両の進行方向と当該進行方向に交差する方向とにおいて前記自車両と前記移動体とが交差する交差点に前記自車両が到達するまでの第 1 時間を予測する第 1 時間予測ステップと、

前記移動体が前記進行方向に交差する方向において前記交差点に到達するまでの第 2 時間を予測する第 2 時間予測ステップと、

前記第 1 及び第 2 時間予測ステップにおいて予測された前記第 1 及び第 2 時間を予め設定された第 1 マップに適用して、前記自車両において運転支援を実施するか否か判断する第 1 運転支援判断ステップと、

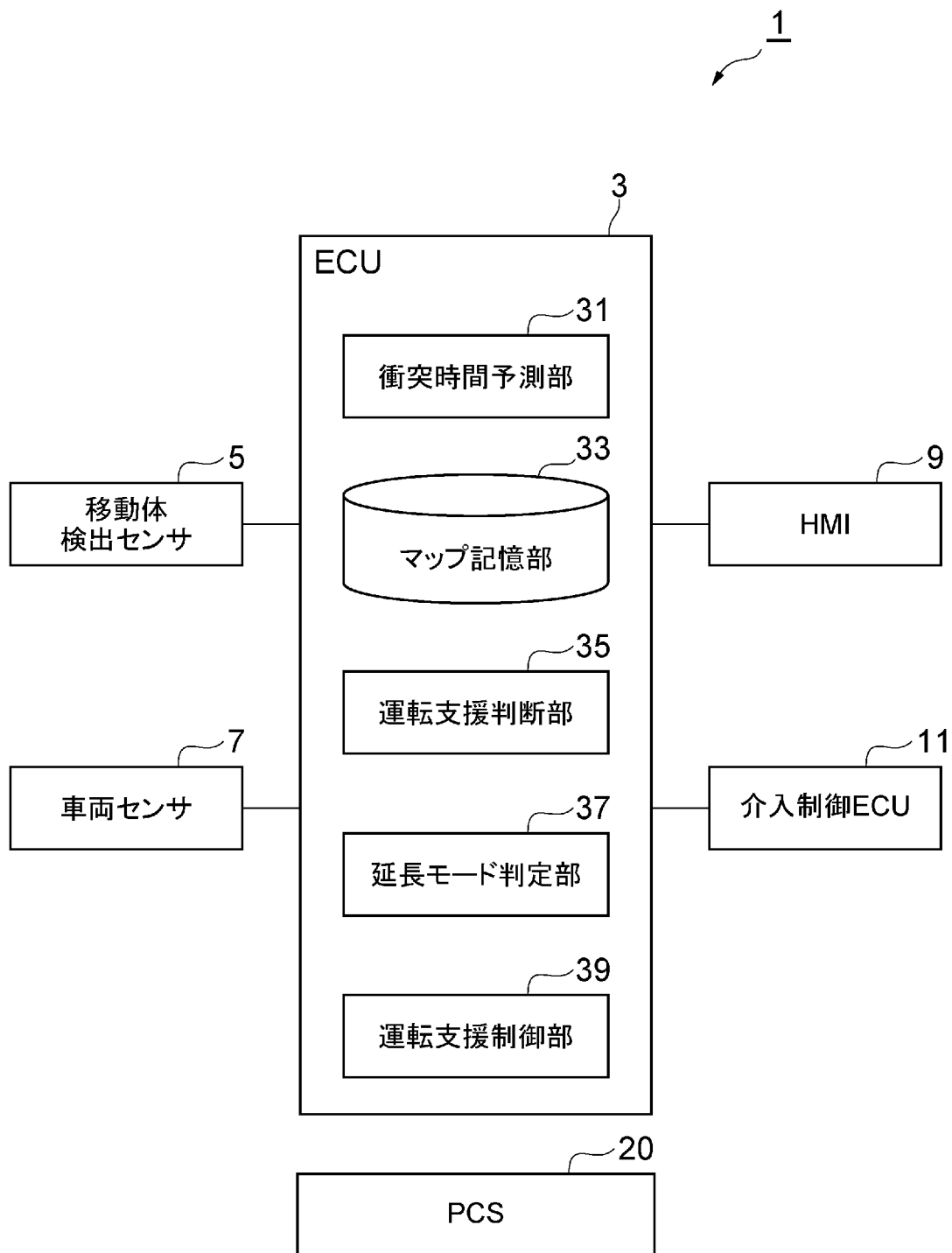
前記第 1 運転支援判断ステップにおいて前記自車両において運転支援を実施すると判断された場合に、前記自車両における運転支援を制御する運転支援制御ステップと、

前記第 1 運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施しないと判断された場合に、前記移動体の前記進行方向に交差する方向の速度が第 1 閾値以下であり、且つ前記第 1 時間が第 2 閾値以下であるか否かを判断して、当該条件を満たす場合に前記自車両において運転支援を実施すると判断する第 2 運転支援判断ステップと、

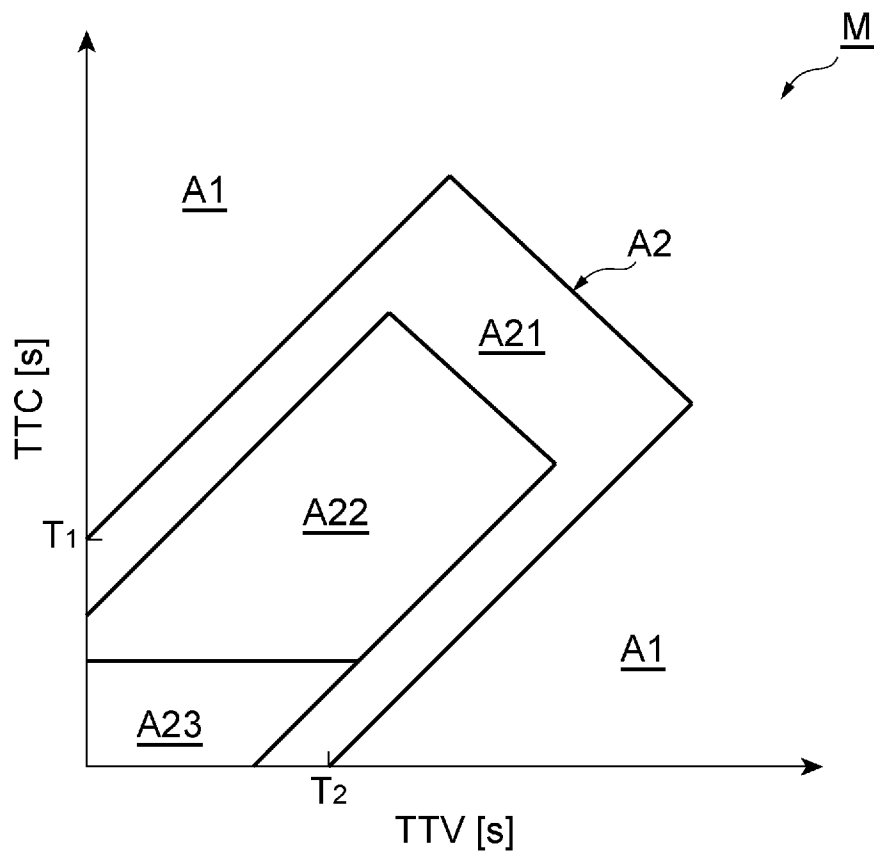
を含み、

前記運転支援制御ステップでは、前記第 2 運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施すると判断された場合に、前記第 1 運転支援判断ステップにおいて運転支援を実施しないと判断された場合であっても前記自車両における運転支援を継続することを特徴とする運転支援方法。

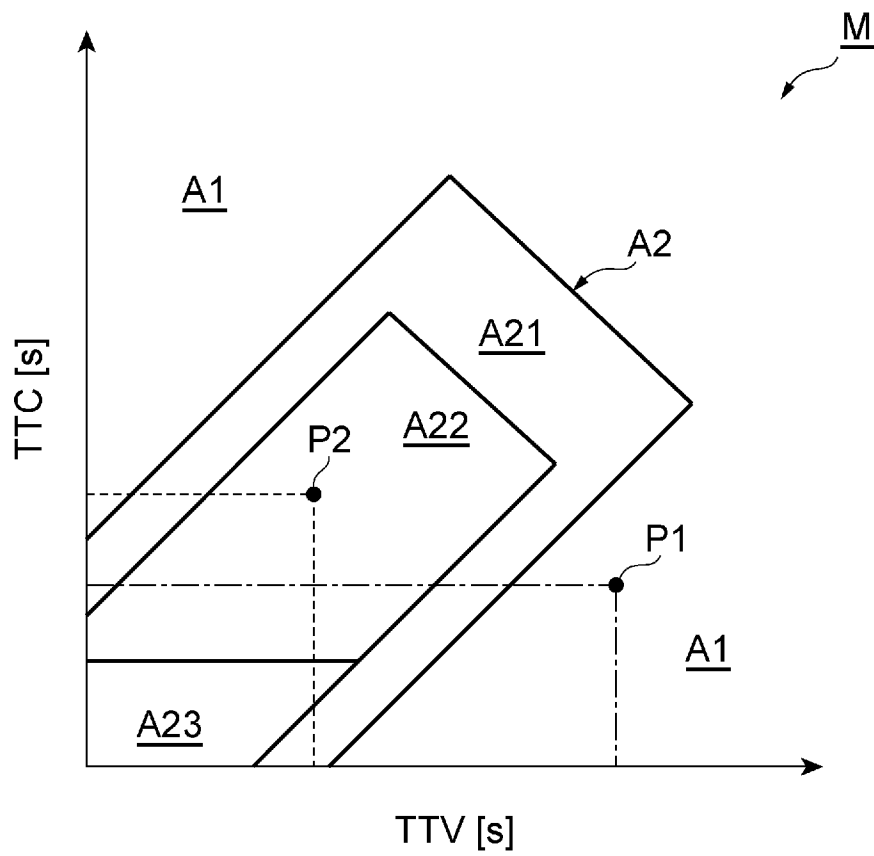
[図1]



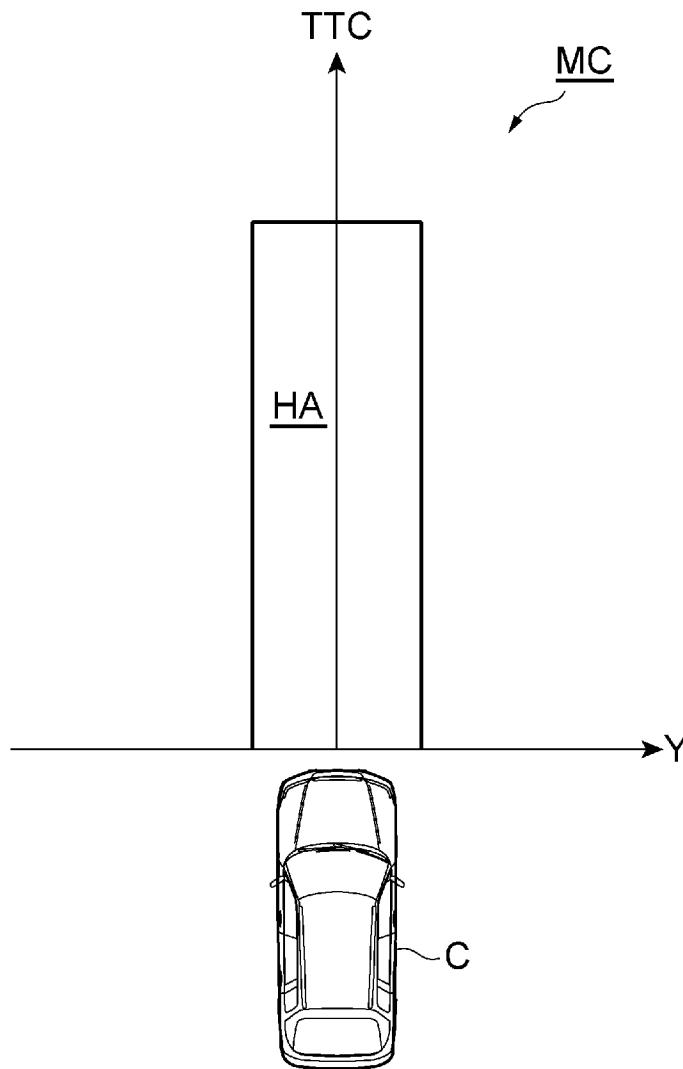
[図2]



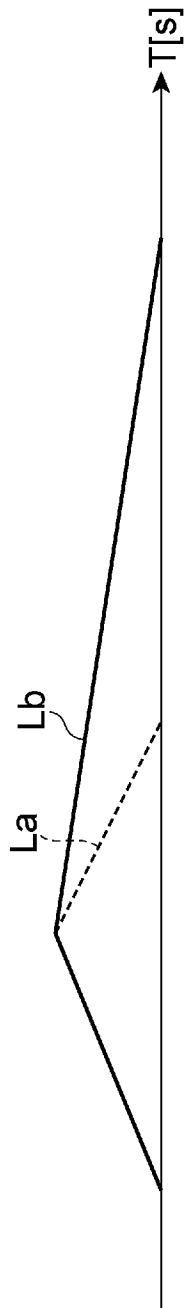
[図3]



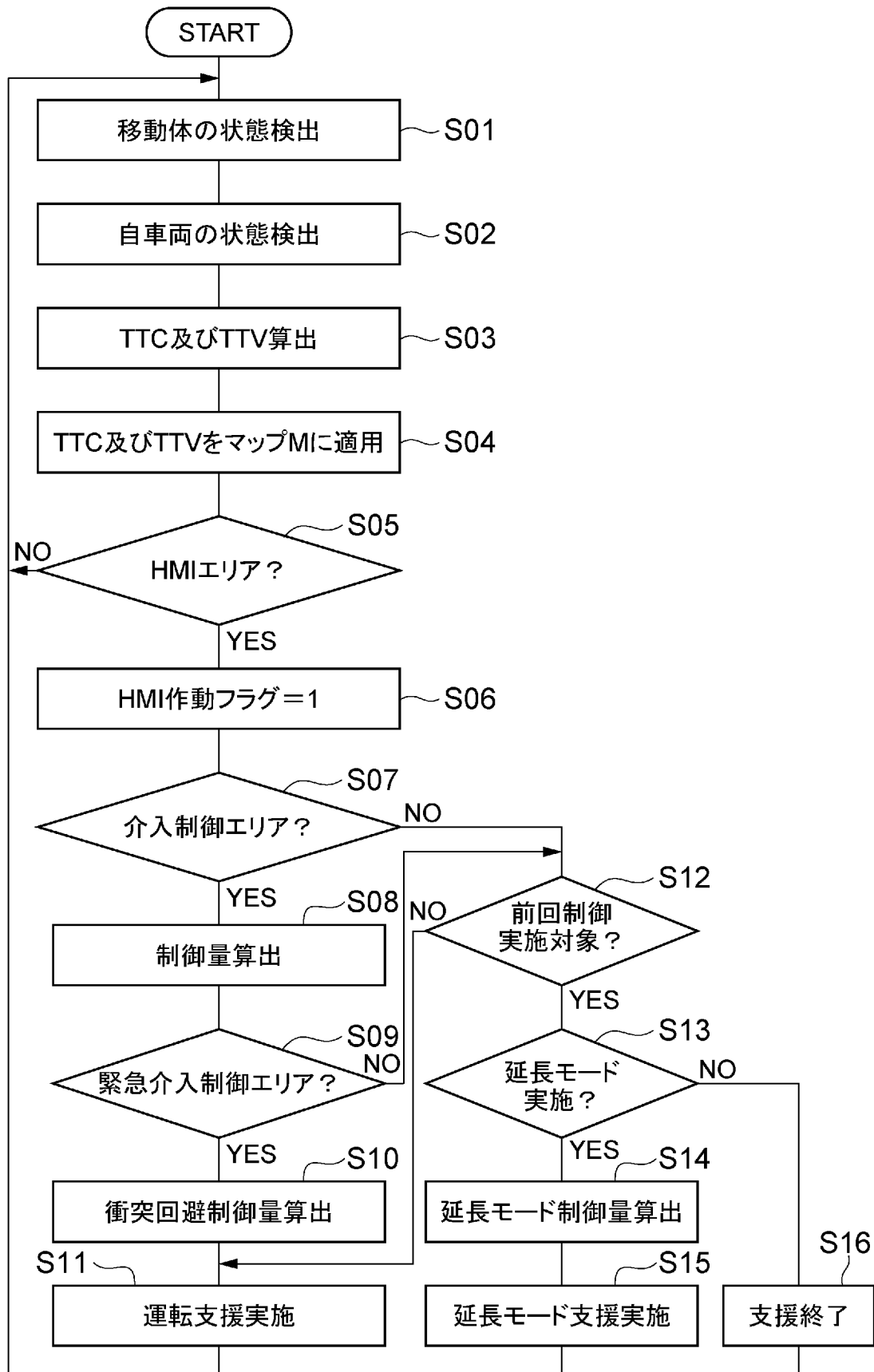
[図5]



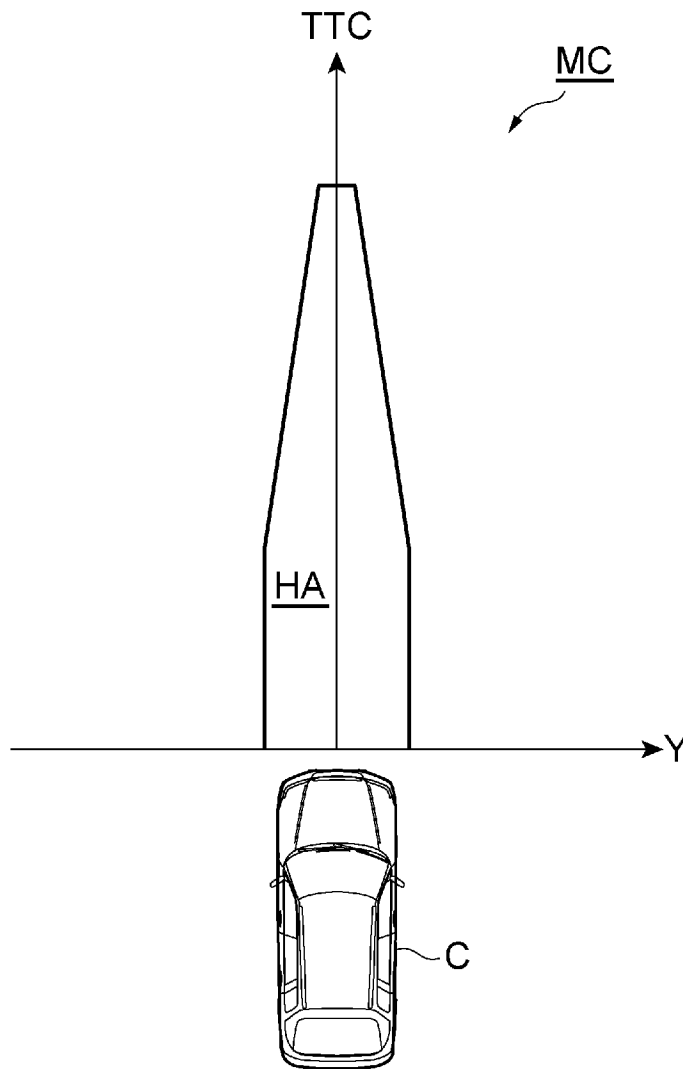
[図6]



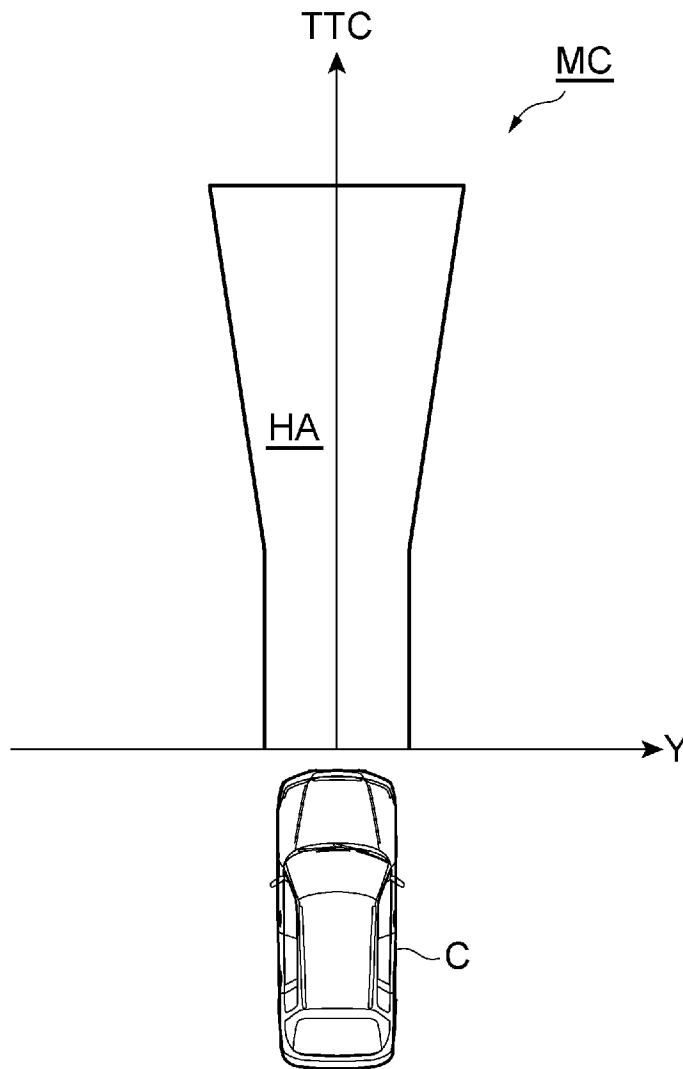
[図7]



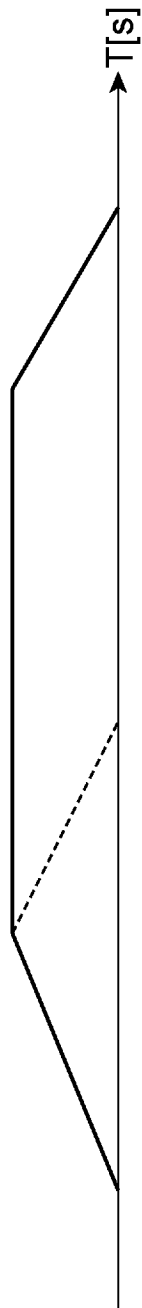
[図8]



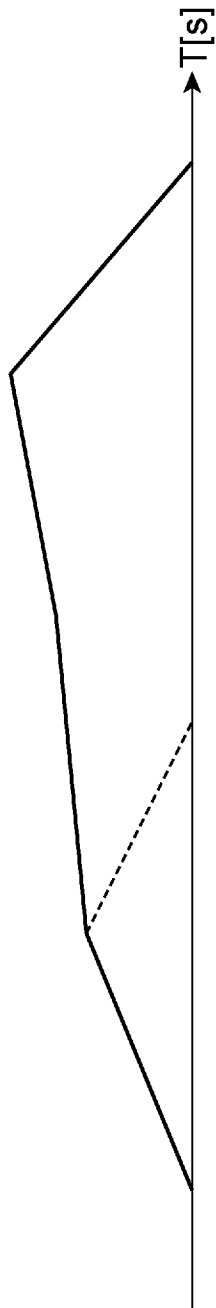
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/071039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01) i, B60R21/00(2006.01) i, B60W30/095(2012.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G1/16, B60R21/00, B60W30/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2010-3086 A (Toyota Motor Corp.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraphs [0028] to [0030], [0046] to [0048]; fig. 2, 5 (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 2009-282702 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraph [0058]; fig. 6 (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 2011-170869 A (Mitsubishi Electric Corp.), 01 September 2011 (01.09.2011), paragraphs [0017] to [0019]; fig. 2, 3 (Family: none) | 1-9 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 December, 2011 (02.12.11)

Date of mailing of the international search report
13 December, 2011 (13.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/071039

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 2010-250501 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 04 November 2010 (04.11.2010), entire text; all drawings & WO 2010/119860 A1 | 1-9 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)i, B60W30/095(2012.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16, B60R21/00, B60W30/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2011年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2011年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2011年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
|-----------------|--|----------------|
| A | JP 2010-3086 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.01.07, 段落0028-0030、0046-0048, 第2、5図 (ファミリーなし) | 1-9 |
| A | JP 2009-282702 A (株式会社豊田中央研究所) 2009.12.03, 段落0058, 第6図 (ファミリーなし) | 1-9 |
| A | JP 2011-170869 A (三菱電機株式会社) 2011.09.01, 段落0017-0019, 第2、3図 (ファミリーなし) | 1-9 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

| | |
|---|--|
| * 引用文献のカテゴリー | の日の後に公表された文献 |
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--|---|
| 国際調査を完了した日 02.12.2011 | 国際調査報告の発送日 13.12.2011 |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員) 東 勝之 電話番号 03-3581-1101 内線 3316 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|----------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| A | JP 2010-250501 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.11.04, 全文, 全図 & WO 2010/119860 A1 | 1 - 9 |