

(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
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT



(10) 国際公開番号
WO 2011/125393 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054741
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 2 日(02.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
PCT/JP2010/056298 2010 年 4 月 7 日(07.04.2010) JP
- (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 毅 (SHIMIZU Tsuyoshi) [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). 柏井 忠大 (KASHIWA Tadahiro) [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). 星野 正喜 (HOSHINO Masayoshi) [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).

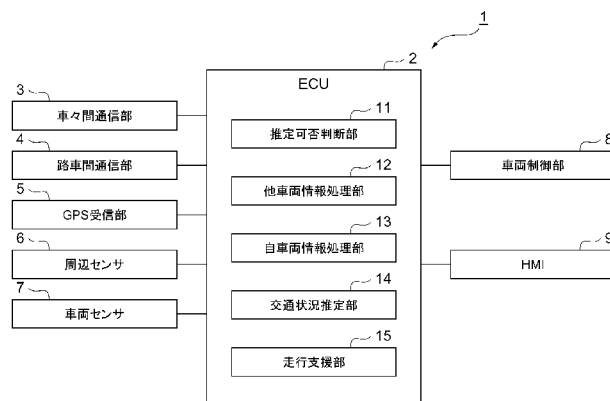
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, 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, RO, RS, RU, 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 (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,

[続葉有]

(54) Title: VEHICLE DRIVING ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 車両走行支援装置

[図1]



- 3 INTERVEHICLE COMMUNICATION UNIT
4 ROAD-VEHICLE COMMUNICATION UNIT
5 GPS RECEIVER
6 SURROUNDINGS SENSOR
7 VEHICLE SENSOR
8 VEHICLE CONTROL UNIT
11 ESTIMABILITY DETERMINATION UNIT
12 OTHER-VEHICLE INFORMATION PROCESSING UNIT
13 LOCAL-VEHICLE INFORMATION PROCESSING UNIT
14 TRAFFIC-CONDITION ESTIMATION UNIT
15 DRIVING ASSISTANCE UNIT

(57) Abstract: In order to improve the reliability of driving assistance, the disclosed vehicle driving assistance device (1) is provided with: a vehicle sensor (7) that acquires vehicle behavior information regarding the behavior of the local vehicle; an intervehicle communication unit (3) that acquires other-vehicle behavior information regarding the behavior of another vehicle driving in front of the local vehicle; a traffic-condition estimation unit (14) that uses the vehicle behavior information and the other-vehicle behavior information to estimate traffic conditions between the local vehicle and the other vehicle; and a driving assistance unit (15) that provides driving assistance on the basis of estimation results from the traffic-condition estimation unit. Since the disclosed vehicle driving assistance device (1) can estimate traffic conditions consisting of the number and density of non-intervehicle-communication-capable vehicles between the local vehicle and the other vehicle, the amount of information that can be used for the purposes of vehicle driving assistance is increased, thereby increasing the reliability thereof.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/125393 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

本発明に係る車両走行支援装置（１）は、走行支援に係る信頼性の向上を図ることを目的とし、車両の挙動に関する車両挙動情報を取得する車両センサ（７）と、車両の前方を走行する他車両の挙動に関する他車両挙動情報を取得する車々間通信部（３）と、車両挙動情報と他車両挙動情報とに基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定する交通状況推定部（１４）と、交通状況推定ユニットの推定結果に基づいて走行支援を実施する走行支援部（１５）と、を備える。この車両走行支援装置（１）によれば、車両と他車両との間における車々間通信不能な他車両の台数や交通密度を交通状況として推定することができるので、車両の走行支援に利用できる情報量を増やすことが可能となり、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

明 細 書

発明の名称： 車両走行支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、走行支援を実施する車両走行支援装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、他車両との車々間通信等により取得した情報に基づいて自車両周囲の交通状況を推定し、その推定結果に応じた走行支援を実施することが行われている。例えば特開２００６－１８５１３６号公報には、自車両の前方を走行する車々間通信可能な他車両と自車両との車間距離に応じて、当該他車両と自車両との間に存在する車々間通信不能な他車両の台数を推定する走行支援装置が記載されている。この走行支援装置では、車間距離から車々間通信不能な他車両の台数を推定する際に、車々間通信により取得した他車両の車速を基準としつつ、車間時間、走行時刻、走行地域に応じた各種マップを利用して通信不能車両の存在する間隔を算出することで、推定精度の向上を図っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００６－１８５１３６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、前述した従来の走行支援装置においては、車々間通信不能な他車両の台数に関する推定精度が高いとはいえず、信頼性が十分ではないという問題があった。

[0005] そこで、本発明は、車両挙動情報と他車両挙動情報とに基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定し、その推定結果に基づいて走行支援を実施することで、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる車両走行支援装置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、本発明に係る車両走行支援装置は、車両の挙動に関する車両挙動情報を取得する車両挙動情報取得ユニットと、車両の前方を走行する他車両の挙動に関する他車両挙動情報を取得する他車両挙動情報取得ユニットと、車両挙動情報取得ユニットの取得した車両挙動情報と他車両挙動情報取得ユニットの取得した他車両挙動情報とに基づいて、車両と他車両との間の交通状況を推定する交通状況推定ユニットと、交通状況推定ユニットの推定結果に基づいて走行支援を実施する走行支援ユニットと、を備える。

[0007] 本発明に係る車両走行支援装置によれば、車両の前方を走行する他車両挙動情報が取得可能な他車両と車両との間の交通状況が混雑している場合には他車両の挙動が車両の挙動に影響しやすく、当該交通状況が閑散としている場合には他車両の挙動が車両の挙動に影響しにくいことから、車両挙動情報と他車両挙動情報とに基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することができる。従って、この車両走行支援装置によれば、車両と他車両との間における他車両挙動情報が取得不能な他車両の台数や交通密度を交通状況として推定することができるので、車両の走行支援に利用できる情報量を増やすことが可能となり、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

[0008] 本発明に係る車両走行支援装置においては、他車両挙動情報取得ユニットは、車両と他車両との間の車々間通信により他車両挙動情報を取得することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、車々間通信を通じて車々間通信可能な他車両の他車両挙動情報を高い精度で取得することができる。

[0009] 本発明に係る車両走行支援装置においては、車両挙動情報は車両の速度変化情報を含み、他車両挙動情報は他車両の速度変化情報を含み、交通状況推定ユニットは、他車両の速度変化情報と車両の速度変化情報とに基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、挙動変化として他車両の影響が顕著に現

れる速度変化に注目して、他車両の速度変化と車両の速度変化とに基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することで、推定精度の向上を図ることができる。

- [0010] 本発明に係る車両走行支援装置においては、交通状況推定ユニットは、他車両の速度変化情報と車両の速度変化情報とに基づいて減速時の他車両の速度変化に対する車両の速度変化の減速増幅率を算出し、減速増幅率に基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、他車両の速度変化に対する車両の速度変化の影響が顕著に現れる減速増幅率すなわち他車両の減速度に対する車両の減速度の増幅率を利用して車両と他車両との間の交通状況を推定することで、更なる推定精度の向上を図ることができる。

- [0011] 本発明に係る車両走行支援装置においては、交通状況推定ユニットは、他車両の速度変化情報と車両の速度変化情報とに基づいて他車両の減速開始タイミングと車両の減速開始タイミングとの遅れ時間を算出し、遅れ時間に基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、速度変化の中でも他車両の影響が顕著に現れる減速開始タイミングの遅れ時間を利用して車両と他車両との間の交通状況を推定することで、更なる推定精度の向上を図ることができる。

- [0012] 本発明に係る車両走行支援装置においては、車両の位置情報を取得する位置情報取得ユニットを更に備え、他車両挙動情報取得ユニットの取得する他車両挙動情報には、他車両の位置情報が含まれ、交通状況推定ユニットは、車両の位置情報と他車両の位置情報とに基づいて車両と他車両との車間距離を算出し、車間距離の変化に基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することが好ましい。

- [0013] この車両走行支援装置によれば、車両と他車両との間の交通状況によって他車両の挙動が車両と他車両との車間距離に与える影響が異なることから、車間距離の変化に基づいて車両と他車両との間の交通状況を推定することで、更なる推定精度の向上を図ることができる。

[0014] 本発明に係る車両走行支援装置においては、他車両挙動情報と交通状況推定ユニットの推定結果とに基づいて、車両の直前を走行する直前車の挙動を予測する直前車挙動予測ユニットを更に備え、走行支援ユニットは、直前車挙動予測ユニットの挙動予測結果に基づいて走行支援を実施することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、交通状況推定ユニットの推定した他車両と車両との間の交通状況から他車両挙動情報を取得した他車両の挙動が直前車に与える影響を推測することができるので、他車両挙動情報に基づいて直前車の挙動を予測することが可能になる。従って、この車両走行支援装置によれば、先行する他車両の挙動から直前車の挙動を予測することで、直前車の挙動予測結果に基づいた先読み走行支援を実施することができる。

[0015] 本発明に係る車両走行支援装置においては、走行支援ユニットは、車両と直前車との間の道路状況情報に基づいて走行支援を実施することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、車両と直前車との間に交差点などが介在する場合には直前車の挙動が車両に与える影響が変化することから、車両と直前車との間の道路状況情報を考慮することで、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

[0016] 本発明に係る車両走行支援装置においては、走行支援ユニットは、現在の車両と直前車との走行関係に基づいて、直前車挙動予測ユニットの挙動予測結果に基づく走行支援の制御量を調整することが好ましい。

この車両走行支援装置によれば、直前車が直前車挙動予測ユニットの挙動予測結果と異なる挙動をする場合があることから、車両と直前車との走行関係（車間距離、相対速度、相対化速度など）に基づいて先読み走行支援の制御量を調整することで、車両が直前車に近づき過ぎたり離れ過ぎたりする事態を避けることができる。このことは、走行支援に係る信頼性の向上に寄与する。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明に係る車両走行支援装置の第1の実施形態を示すブロック図である。

[図2]通信車両と自車両との間の交通状況を示す図である。

[図3]通信車両の速度変化と自車両の速度変化との関係を示すグラフである。

[図4]図1のECUの処理の流れを示すフローチャートである。

[図5]減速時における通信車両の速度変化と自車両の速度変化との関係を示すグラフである。

[図6]通信車両の速度変化を示すグラフである。

[図7]図6の通信車両の速度変化に対応する車間距離の変化と自車両の速度変化との関係を示すグラフである。

[図8]本発明に係る車両走行支援装置の第2の実施形態を示すブロック図である。

[図9] (a) 他車両挙動情報を取得可能な他車両の速度変化を示すグラフである。(b) (a) に示す他車両の速度変化に基づく直前車の速度変化の予測結果を示すグラフである。

[図10]図9 (b) の予測結果に基づく自車両の走行支援制御を示すグラフである。

[図11]第4の実施形態に係るECUの処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]直前車の速度変化に対する自車両の走行支援制御を示すグラフである。

[図13]本発明に係る車両走行支援装置の第3の実施形態を示すブロック図である。

[図14] (a) 先読み走行支援を実施する前の自車両と直前車との走行関係を示す図である。(b) 直前車が予測より強く減速した場合の状況を示す図である。(c) 直前車が予測より弱く減速した場合の状況を示す図である。

[図15] 第5の実施形態に係るECUの処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0020] [第1の実施形態]

図1及び図2に示されるように、第1の実施形態に係る車両走行支援装置1は、自車両Mに備えられ、自車両Mの走行支援を実施するものである。車両走行支援装置1は、通信車両Nとの車々間通信により自車両Mと通信車両Nの間の交通状況を推定し、交通状況の推定結果に基づいて走行支援を実施する。ここで、通信車両Nは、自車両Mと同じ車線上で自車両Mの前方を走行している車々間通信可能な他車両である。

[0021] ここで、図2(a)～図2(c)は、自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を示す図である。図2(a)は、自車両Mと通信車両Nとの間に車々間通信不能な他車両が存在しない状況を示している。図2(b)は、自車両Mと通信車両Nとの間に車々間通信不能な他車両である通信不能車両Uが一台のみ存在する状況を示している。図2(c)は、自車両Mと通信車両Nとの間に通信不能車両Uが5台存在する状況を示している。

[0022] また、図3(a)～図3(c)は、通信車両Nの速度変化 V_N と自車両Mの速度変化 V_M との関係を示すグラフである。図3(a)は、図2(a)の状況に対応するグラフである。図3(b)は、図2(b)の状況に対応するグラフである。図3(c)は、図2(c)の状況に対応するグラフである。

[0023] 図2及び図3に示されるように、車両走行支援装置1は、通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況が異なる場合において通信車両Nの挙動が自車両Mの挙動に与える影響が異なることに基いて、通信車両Nの挙動と自車両Mの挙動との連動関係から通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況を推定する。推定される交通状況には、通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不

能車両Uの台数、交通密度、及び平均車間時間などがある。平均車間時間は、通信車両Nと自車両Mとの車間距離Lを自車両Mの車速Vで割って得た自車両Mの車間時間を、更に通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不能車両Uの台数で割ることで算出される。

[0024] 以下、車両走行支援装置1の構成について説明する。

[0025] 図1に示されるように、車両走行支援装置1は、装置を統括的に制御するECU[Electronic Control Unit]2を備えている。ECU2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る。ECU2では、ROMに記憶されているアプリケーションプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで、ACC[Adaptive Cruise Control]やブレーキアシスト等の走行制御に係る演算処理が行われる。ECU2は、車々間通信部3、路車間通信部4、GPS[Global Positioning System]受信部5、周辺センサ6、及び車両センサ7と接続されている。また、ECU2は、車両制御部8及びHMI[Human Machine Interface]9と接続されている。

[0026] 車々間通信部3は、車々間通信が可能な他車両との間で通信を行う通信ユニットである。車々間通信部3は、他車両との車々間通信により、他車両に関する他車両情報を取得する。この他車両情報には、他車両の挙動に関する他車両挙動情報が含まれている。また、他車両挙動情報には、他車両の位置に関する他車両位置情報や他車両の速度変化に関する他車両速度変化情報が含まれている。車々間通信部3は、取得した他車両情報をECU2に送信する。車々間通信部3は、請求の範囲に記載の他車両挙動情報取得ユニットとして機能する。

[0027] 路車間通信部4は、路側送受信機や情報センターとの間で無線通信を行う通信ユニットである。路車間通信部4は、無線通信によって自車両Mの走行中の道路に関する道路情報を取得する。この道路情報には、道路の車線数の情報や道路線形の情報も含まれる。路車間通信部4は、取得した道路情報をECU2に送信する。

- [0028] GPS受信部5は、複数のGPS衛星から送信されるGPS信号を受信することで、自車両Mの現在位置を検出するものである。GPS受信部5は、検出した自車両Mの現在位置に関する自車両位置情報をECU2に送信する。GPS受信部5は、請求の範囲に記載の車両位置情報取得ユニットとして機能する。
- [0029] 周辺センサ6は、自車両Mの周辺状況を監視するセンサである。周辺センサ6は、ミリ波レーダや外部カメラ等の種々の機器から構成されている。周辺センサ6は、外部カメラにより道路の白線を認識することで、車線判定に用いられる白線認識情報を取得する。また、周辺センサ6は、ミリ波レーダや外部カメラ等によって自車両Mの周囲に存在する他車両を認識することで、周辺他車両情報を取得する。周辺センサ6は、取得した白線認識情報や周辺他車両情報の各種情報をECU2に送信する。
- [0030] 車両センサ7は、自車両Mの挙動を検出するセンサである。車両センサ7は、車速センサ、ブレーキセンサ、加速度センサ、操舵センサ、及びアクセルセンサ等から構成されている。車両センサ7は、各種センサによって自車両Mの挙動に関する自車両挙動情報を取得する。この自車両挙動情報には、自車両Mの速度変化に関する自車両速度変化情報が含まれる。車両センサ7は、取得した自車両挙動情報をECU2に送信する。車両センサ7は、請求の範囲に記載の車両挙動情報取得ユニットとして機能する。
- [0031] 車両制御部8は、自車両Mの走行制御を実施する制御ユニットである。車両制御部8は、スロットルバルブアクチュエータ、ブレーキアクチュエータ、及びステアリングアクチュエータ等の各種アクチュエータを有している。車両制御部8は、ECU2からの走行支援信号に応じて各種アクチュエータを駆動させ、自車両Mの走行制御を実施する。
- [0032] HMI9は、自車両Mの運転者に対する情報提供を行う設備である。HMI9は、音声情報を出力するスピーカや映像情報を出力するモニタを備えている。HMI9は、ECU2からの走行支援信号に応じて自車両Mの走行に利用される各種情報を運転者に提供する。

- [0033] ECU 2は、推定可否判断部 11、他車両情報処理部 12、自車両情報処理部 13、交通状況推定部 14、及び走行支援部 15を有している。
- [0034] 推定可否判断部 11は、車々間通信部 3から他車両情報が送信された場合、車々間通信を行った他車両と自車両Mとの間の交通状況の推定が可能であるか否かを判断する。推定可否判断部 11は、車々間通信を行った他車両と自車両Mとの関係に基づいて他車両と自車両Mとの間の交通状況の推定が可能であるか否かを判断する。
- [0035] 具体的には、推定可否判断部 11は、車々間通信を行った他車両が自車両Mと同じ車線上で自車両Mの前方を走行している車々間通信可能な他車両である通信車両Nに該当するか否かを判定することで、交通状況の推定が可能であるか否かを判断する。このとき、推定可否判断部 11は、まず路車間通信部 4の道路情報、GPS受信部 5の自車両位置情報、及び車両センサ 7の白線認識情報に基づいて、自車両Mが走行中の車線を認識する。続いて、推定可否判断部 11は、車々間通信部 3の他車両情報に含まれる他車両位置情報に基づいて、車々間通信を行った他車両が通信車両Nに該当するか否かを判定する。
- [0036] 推定可否判断部 11は、車々間通信を行った他車両が通信車両Nに該当する判定した場合、通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況の推定が可能であると判断する。また、推定可否判断部 11は、車々間通信を行った他車両が通信車両Nに該当しないと判定した場合、通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況の推定が不能であると判断する。なお、推定可否判断部 11は、周辺センサ 6の周辺他車両情報に基づいて通信車両Nが自車両Mの直前を走行する車両であること、すなわち自車両Mと通信車両Nとの間に車両が存在しないことが明らかな場合には交通状況の推定が不能であると判断する態様としても良い。
- [0037] 他車両情報処理部 12は、推定可否判断部 11が交通状況の推定は可能であると判断した場合、車々間通信部 3の他車両情報に含まれる他車両速度変化情報に基づいて、通信車両Nの速度変化 V_N を認識する（図3参照）。

[0038] 自車両情報処理部 13 は、他車両情報処理部 12 が通信車両 N の速度変化 V_N を認識した場合、車両センサ 7 の自車両挙動情報に含まれる自車両速度変化情報に基づいて、通信車両 N の速度変化 V_N に対応する自車両 M の速度変化 V_M を認識する（図 3 参照）。

[0039] 交通状況推定部 14 は、他車両情報処理部 12 の認識した通信車両 N の速度変化 V_N と自車両情報処理部 13 の認識した自車両 M の速度変化 V_M とに基づいて、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を推定する。

[0040] 具体的には、交通状況推定部 14 は、通信車両 N の速度変化 V_N を入力 u (s)、自車両 M の速度変化 V_M を出力 y (s) とする伝達関数 G (s) を仮定し、下記の式 (1) 及び式 (2) を利用して、伝達関数 G (s) のパラメータ A , B , C を求める。なお、式 (1) に示す s はラプラス演算子である。また、式 (2) に示す e はネイピア数である。

[数1]

$$G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} \quad \dots (1)$$

$$G(s) = \frac{A \times e^{-Bs}}{1 + Cs} \quad \dots (2)$$

[0041] 交通状況推定部 14 は、伝達関数 G (s) のパラメータ A , B , C と、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況（例えば通信不能車両 U の台数）とを関連づけたマップを有している。交通状況推定部 14 は、当該マップを利用して、求めたパラメータ A , B , C から通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を推定する。

[0042] なお、交通状況推定部 14 は、通信車両 N と自車両 M との車間距離 L に応じた複数の種類のマップを有していても良い。この場合、交通状況推定部 14 は、通信車両 N と自車両 M との車間距離 L をベースにして選択されたマップを利用して、パラメータ A , B , C から通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を精度良く推定する。交通状況推定部 14 は、請求の範囲に記載の交通状況推定ユニットとして機能する。

[0043] 走行支援部 15 は、交通状況推定部 14 が通信車両 N と自車両 M との間の

交通状況を推定した場合、交通状況推定部 14 の推定結果及び周辺センサ 6 の周辺他車両情報に基づいて走行支援を実施する。走行支援部 15 は、交通状況推定部 14 の推定結果や周辺センサ 6 の周辺他車両情報に応じた走行支援信号を車両制御部 8 や HMI 9 に送信することで、走行支援を実施する。走行支援としては、ACC やブレーキアシスト、運転者に対する情報提供等がある。走行支援部 15 は、請求の範囲に記載の走行支援ユニットとして機能する。

[0044] 次に、上述した ECU 2 の処理の流れについて図面を参照して説明する。

[0045] 図 4 に示されるように、ECU 2 では、まず推定可否判断部 11 に車々間通信部 3 の車々間通信により取得された他車両情報が送信される (S1)。次に、推定可否判断部 11 は、送信された他車両情報に基づいて、車々間通信を行った他車両と自車両 M との間の交通状況の推定が可能であるか否かを判断する (S2)。

[0046] 推定可否判断部 11 は、車々間通信を行った他車両と自車両 M との間の交通状況の推定が不能であると判断した場合、処理を終了する。その後、S1 に戻る。推定可否判断部 11 は、車々間通信を行った他車両が通信車両 N に該当する判定した場合、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況の推定が可能であると判断する。

[0047] 他車両情報処理部 12 は、推定可否判断部 11 が交通状況の推定は可能であると判断した場合、車々間通信部 3 の他車両情報に含まれる他車両速度変化情報に基づいて、通信車両 N の速度変化 V_N を認識する (S3)。

[0048] 自車両情報処理部 13 は、他車両情報処理部 12 が通信車両 N の速度変化 V_N を認識した場合、車両センサ 7 の自車両挙動情報に含まれる自車両速度変化情報に基づいて、通信車両 N の速度変化 V_N に対応する自車両 M の速度変化 V_M を認識する (S4)。

[0049] 交通状況推定部 14 は、他車両情報処理部 12 の認識した通信車両 N の速度変化 V_N と自車両情報処理部 13 の認識した自車両 M の速度変化 V_M とに基づいて、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を推定する (S5)。走

行支援部 15 は、交通状況推定部 14 が通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を推定した場合、交通状況推定部 14 の推定結果及び周辺センサ 6 の周辺他車両情報に基づいて走行支援を実施する（S6）。

[0050] 続いて、上述した車両走行支援装置 1 の作用効果について説明する。

[0051] 第 1 の実施形態に係る車両走行支援装置 1 によれば、自車両 M と通信車両 N との間の交通状況が混雑している場合には通信車両 N の挙動が自車両 M の挙動に影響しやすく、当該交通状況が閑散としている場合には通信車両 N の挙動が自車両 M の挙動に影響しにくいことから、自車両挙動情報と他車両挙動情報とに基づいて自車両 M と通信車両 N との間の交通状況を推定することができる。従って、この車両走行支援装置 1 によれば、自車両 M と通信車両 N との間における通信不能車両 U の台数や交通密度を交通状況として推定することができるので、自車両 M の走行支援に利用できる情報量を増やすことが可能となり、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

[0052] また、この車両走行支援装置 1 によれば、車々間通信により取得した通信車両 N の挙動と自車両 M の挙動とから自車両 M と通信車両 N との間の交通状況を推定するため、従来のように地域や時間帯毎に分けられた膨大な量の交通状況マップを備える必要がなくなる。さらに、この車両走行支援装置 1 によれば、従来の交通状況マップを利用する場合と異なり、自車両 M と通信車両 N との間の交通状況が流動的に変化した場合であっても、現在の交通状況を正確に推定することが可能になる。

[0053] また、この車両走行支援装置 1 によれば、挙動変化として通信車両 N の影響が顕著に現れる速度変化に注目して、通信車両 N の速度変化と自車両 M の速度変化とに基づいて自車両 M と通信車両 N との間の交通状況を推定することで、推定精度の向上を図ることができる。

[0054] また、この車両走行支援装置 1 によれば、車々間通信を通じて他車両情報を取得しているので、インフラ設備や車載のセンサのみから取得する場合と比べて他車両情報を高い精度で取得することができる。

[0055] [第 2 の実施形態]

第2の実施形態に係る車両走行支援装置は、交通状況推定部14における交通状況の推定が第1の実施形態に係る車両走行支援装置1と異なる。以下、第2の実施形態に係る車両走行支援装置について図5を参照して説明する。

[0056] 図5は、減速時における通信車両の速度変化と自車両の速度変化との関係を示すグラフである。図5の破線は、減速時における通信車両Nの速度変化 V_N を示している。また、図5の実線は、それぞれ通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況の異なる場合の自車両Mの速度変化 $V_{M1} \sim V_{M4}$ を示している。具体的には、 $V_{M1} \sim V_{M4}$ の順に、所定の車間距離Lにおける通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不能車両Uの台数が多い交通状況における自車両Mの速度変化となる。すなわち、 V_{M1} は、 $V_{M1} \sim V_{M4}$ のうち通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不能車両Uが最も少ない又は通信不能車両Uが存在しない場合の自車両Mの速度変化である。一方、 V_{M4} は、 $V_{M1} \sim V_{M4}$ のうち通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不能車両Uが最も多い場合の自車両Mの速度変化である。

[0057] 図5に示されるように、通信車両Nの速度変化 V_N に対する自車両Mの速度変化は、通信車両Nと自車両Mとの間に存在する通信不能車両Uが多いほど、減速開始遅れ時間 Δt が長くなり、車速低下増幅率 α 及び減速度増幅率 β が大きくなる。ここで、減速開始遅れ時間 Δt とは、先行する通信車両Nの減速開始タイミングと自車両Mの減速開始タイミングとの遅れ時間である。車速低下増幅率 α は、通信車両Nの最小車速に対する自車両Mの最小車速の変化率である。減速度増幅率 β は、通信車両Nの平均的な減速度に対する自車両Mの平均的な減速度の増幅率である。図5に通信車両Nの速度変化 V_N を基準とした自車両Mの速度変化 V_{M4} の減速開始遅れ時間 Δt 及び車速低下増幅率 α を示す。また、減速度増幅率 β を決定する減速度は、それぞれ速度変化 V_N 、 V_{M4} の曲線の傾きに相当する。

[0058] 第2の実施形態に係る交通状況推定部14は、他車両情報処理部12の認識した減速時の通信車両Nの速度変化 V_N と自車両情報処理部13の認識し

た減速時の自車両Mの速度変化 V_M とに基づいて、減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β を算出する。交通状況推定部14は、減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β と通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況とを関連付けた複数のマップを有している。交通状況推定部14は、当該マップを利用して、算出した減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β から通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況を推定する。

[0059] このとき、交通状況推定部14は、下記の式(3)～(6)を用いて通信車両Nと自車両Mとの相関関係の強い条件に対しての誤差に重み付けを行い、誤差 ε が最小となるマップを交通状況の推定に利用するマップとして選択する。下記の式(3)は、誤差 ε の最小値を求める式である。式(3)に示す $a_1 \sim a_3$ は所定の係数である。式(4)は、算出した減速開始遅れ時間 Δt とマップに規定された減速開始遅れ時間 Δt_m との誤差 ε_1 を求めるための式である。式(5)は、算出した車速低下増幅率 α とマップに規定された車速低下増幅率 α_m との誤差 ε_2 を求めるための式である。式(6)は、算出した減速度増幅率 β とマップに規定された減速度増幅率 β_m との誤差 ε_3 を求めるための式である。

[数2]

$$\varepsilon^2 = a_1 \varepsilon_1^2 + a_2 \varepsilon_2^2 + a_3 \varepsilon_3^2 \quad \dots (3)$$

$$\varepsilon_1 = \Delta t - \Delta t_m \quad \dots (4)$$

$$\varepsilon_2 = \alpha t - \alpha t_m \quad \dots (5)$$

$$\varepsilon_3 = \beta t - \beta t_m \quad \dots (6)$$

[0060] 上述した第2の実施形態に係る車両走行支援装置によれば、通信車両Nの速度変化 V_N に対する自車両Mの速度変化 V_M の影響が顕著に現れる減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β を利用して自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を推定することで、推定精度の向上を図ることができる。しかも、この車両走行支援装置では、誤差 ε が最小となるマップを選択して推定を行うので、更なる推定精度の向上が図られる。

[0061] [第3の実施形態]

第3の実施形態に係る車両走行支援装置は、交通状況推定部14における交通状況の推定が第1の実施形態に係る車両走行支援装置1と異なる。以下、第3の実施形態に係る車両走行支援装置について図6及び図7を参照して説明する。

[0062] 図6は、通信車両Nの速度変化 V_N を示すグラフである。図7は、図6に示される通信車両Nの速度変化 V_N に対応する車間距離 L の変化と自車両Mの速度変化 V_M との関係を示すグラフである。ここで、図7(a)は、自車両Mと通信車両Nとの間に通信不能車両Uが存在しない場合における車間距離 L の変化と自車両Mの速度変化 V_M との関係を示している(図2(a)参照)。図7(b)は、自車両Mと通信車両Nとの間に通信不能車両Uが複数台存在する場合における車間距離 L の変化と自車両Mの速度変化 V_M との関係を示している(図2(c)参照)。

[0063] 図6及び図7に示されるように、通信車両Nの速度変化 V_N に対する車間距離 L の変化及び自車両Mの速度変化 V_M は関係の自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況に応じて異なる。このため、通信車両Nの速度変化 V_N に対する車間距離 L の変化に相関関係がない場合や通信車両Nの速度変化 V_N がそのまま車間距離 L の変化に反映されている場合は、自車両Mと通信車両Nとの間に存在する通信不能車両Uの台数が少ない交通状況であると推定することが可能となる。一方、車間距離 L の変化よりも通信車両Nの速度変化 V_N と自車両Mの速度変化 V_M との相関関係が強い場合には、自車両Mと通信車両Nとの間に存在する通信不能車両Uの台数が多い交通状況であると推定することが可能となる。この理由としては、通信不能車両Uの台数が多い場合、各車両が車間距離を保つために直前車両の速度変化に敏感になるので、通信車両Nの速度変化 V_N に応じた減速行動又は加速行動が連鎖的に行われ、車間距離 L の変動が小さくなる傾向が生じるためと考えられる。

[0064] そこで、交通状況推定部14は、通信車両Nの速度変化 V_N に対する車間距離 L の変化及び自車両Mの速度変化 V_M に基づいて、自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を推定する。

[0065] 具体的には、交通状況推定部 14 は、車々間通信部 3 の他車両情報に含まれる他車両位置情報及び GPS 受信部 5 の自車両位置情報に基づいて自車両 M と通信車両 N との車間距離 L を算出する。交通状況推定部 14 は、算出した車間距離 L の変化と自車両情報処理部 13 の認識した自車両 M の速度変化 V_M とに基づいて、車間距離 L の変化及び速度変化 V_M を周期として認識した場合の位相遅れ時間及び振幅の変化を算出する。また、交通状況推定部 14 は、位相遅れ時間及び振幅の変化と自車両 M と通信車両 N との間の交通状況とを関連づけたマップを有している。交通状況推定部 14 は、当該マップを利用して、位相遅れ時間及び振幅の変化から自車両 M と通信車両 N との間の交通状況を推定する。

[0066] 上述した第 3 の実施形態に係る車両走行支援装置によれば、自車両 M と通信車両 N との間の交通状況によって通信車両 N の速度変化 V_N が車間距離 L の変化及び自車両 M の速度変化 V_M に与える影響が異なることから、車間距離 L の変化及び自車両 M の速度変化 V_M に基づいて自車両 M と通信車両 N との間の交通状況を推定することで、更なる推定精度の向上を図ることができる。

[0067] [第 4 の実施形態]

第 4 の実施形態に係る車両走行支援装置 21 は、交通状況推定部 23 における交通状況の推定と、自車両 M の直前を走行する直前車 F の挙動を予測と、直前車 F の挙動予測に基づく走行支援の実行と、が第 1 の実施形態に係る車両走行支援装置 1 と異なる。

[0068] 以下、第 4 の実施形態に係る車両走行支援装置の構成について図 8 を参照して説明する。

[0069] 図 8 に示されるように、第 4 の実施形態に係る車両走行支援装置 21 の ECU 22 は、推定可否判断部 11、他車両情報処理部 12、自車両情報処理部 13、交通状況推定部 23、直前車挙動予測部 24、及び走行支援部 25 を有している。推定可否判断部 11、他車両情報処理部 12、及び自車両情報処理部 13 は第 1 の実施形態と同様であるため説明を省略する。

- [0070] 交通状況推定部 23 は、自車両挙動情報に含まれる自車両 M の速度変化 V_M 、他車両情報に含まれる通信車両 N の速度変化 V_N 、及び自車両 M と通信車両 N との間の道路状況情報に基づいて、自車両 M と通信車両 N との間の交通状況の推定を行う。道路状況情報とは、交差点、信号機、踏切の有無や通行規制の有無、信号機の表示状況などの情報である。道路状況情報は、例えば路車間通信部 4 の路車間通信によって取得される。また、交差点、信号機、踏切の有無の情報については、予め ECU 22 内に記憶された地図データから取得しても良い。なお、第 4 の実施形態に係る交通状況推定部 23 は、第 2 の実施形態で説明した減速開始遅れ時間 Δt や第 3 の実施形態で説明した車間距離 L などを利用して交通状況の推定を行っても良い。
- [0071] 直前車挙動予測部 24 は、通信車両 N の他車両情報と交通状況推定部 23 による交通状況の推定結果とに基づいて、自車両 M の直前を走行する直前車 F の挙動を予測する。直前車 F は、自車両 M と通信車両 N との間を走行する車両である。なお、この場合の直前とは、自車両 M と直前車 F との間に他車両が存在しないという程度の意味であり、自車両 M 及び直前車 F の車間距離とは関係がない。直前車 F は、車々間通信可能な車両であっても車々間通信不能な車両であっても良い。直前車挙動予測部 24 は、直前車 F の速度変化 V_F や位置変化などの挙動を予測する。
- [0072] ここで、直前車 F の速度変化 V_F を予測する場合の例について説明する。通信車両 N と直前車 F との間に二台の後続車 U_1 、 U_2 が存在する場合の直前車 F の挙動予測について説明する。図 9 (a) は、通信車両 N の速度変化 V_N を示すグラフである。また、図 9 (b) は、図 9 (a) に示す通信車両 N の速度変化 V_N に基づく直前車 F の速度変化 V_F の予測結果を示すグラフである。
- [0073] 直前車挙動予測部 24 は、通信車両 N の速度が変化すると後続車は一定の遅れ時間 Δt の後に速度を変更すると仮定することで、 Δt 後の後続車の速度変化を予測する。直前車挙動予測部 24 は、図 9 (a) に示す通信車両 N の速度変化 V_N を認識した場合、通信車両 N の直後を走行する後続車 U_1 の

速度変化 V_{U1} を下記の式（７）を用いて予測する。式（７）において、 A_{U1} は後続車 $U1$ の加速度変化、 t は現在の時間、 Δt は遅れ時間、 γ は所定のゲイン係数である。

[数3]

$$A_{U1}(t + \Delta t) = \gamma (V_N(t) - V_{U1}(t)) \quad \dots (7)$$

[0074] 図９（ｂ）に示されるように、直前車挙動予測部２４は、上記手順により後続車 $U1$ の速度変化 V_{U1} を予測した後、同様にして後続車 $U1$ に後続する後続車 $U2$ の速度変化 V_{U2} を予測する。その後、直前車挙動予測部２４は、後続車 $U2$ の速度変化 V_{U2} から直前車 F の速度変化 V_F を予測する。なお、通信車両 N と直前車 F との間他車両の台数については、交通状況推定部２３による交通状況の推定結果を利用する。或いは、直前車挙動予測部２４は、自車両 M の走行する道路の平均交通密度などの交通情報を用いて他車両の台数の推定を行っても良い。直前車挙動予測部２４は、通信車両 N と直前車 F との間の道路状況情報も考慮して直前車 F の挙動を予測する。

[0075] 走行支援部２５は、直前車挙動予測部２４による直前車 F の挙動予測結果に基づいて、走行支援を実施する。走行支援部２５は、直前車 F の挙動予測結果に基づいて、自車両 M の先読み走行支援を実施する。また、走行支援部２５は、自車両 M と直前車 F との間の道路状況情報に基づいて走行支援の実施を行う。

[0076] ここで、図１０は、図９（ｂ）の予測結果に基づく自車両 M の走行支援制御を示すグラフである。図１０に示されるように、走行支援部２５は、直前車 F の速度変化 V_F の予測結果に基づいて自車両 M の先読み走行支援を実施する。走行支援部２５は、直前車 F の減速に対応して最も効率的に自車両 M を減速する走行支援を実施する。

[0077] 走行支援部２５は、直前車 F の挙動予測結果に基づき、直前車 F の走行軌跡を考慮して自車両 M の目標速度及び目標位置を演算する。走行支援部２５は、演算した目標速度及び目標位置に至るための目標減速度又は目標加速度を下記の式（８）を用いて算出する。式（８）において、 a は目標減速度又

は目標加速度、 V_{pre} は直前車Fの予測速度、 V_{now} は現在の直前車Fの速度、 X_{pre} は直前車Fの予測位置、 X_{now} は現在の直前車Fの位置である。

[数4]

$$a = \frac{V_{pre}^2 - V_{now}^2}{2 \times (X_{pre} - X_{now})} \quad \dots (8)$$

[0078] 次に、第4の実施形態に係るECU22の処理の流れについて図面を参照して説明する。

[0079] 図11に示されるように、ECU22では、まず推定可否判断部11に車々間通信部3の車々間通信により取得された他車両情報が送信される(S11)。次に、推定可否判断部11は、送信された他車両情報に基づいて、車々間通信を行った他車両と自車両Mとの間の交通状況の推定が可能であるか否かを判断する(S12)。

[0080] 推定可否判断部11は、車々間通信を行った他車両と自車両Mとの間の交通状況の推定が不能であると判断した場合、処理を終了する。その後、S11に戻る。推定可否判断部11は、車々間通信を行った他車両が通信車両Nに該当する判定した場合、通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況の推定が可能であると判断する。

[0081] 他車両情報処理部12は、推定可否判断部11が交通状況の推定は可能であると判断した場合、車々間通信部3の他車両情報に含まれる他車両速度変化情報に基づいて、通信車両Nの速度変化 V_N を認識する(S13)。

[0082] 自車両情報処理部13は、他車両情報処理部12が通信車両Nの速度変化 V_N を認識した場合、車両センサ7の自車両挙動情報に含まれる自車両速度変化情報に基づいて、通信車両Nの速度変化 V_N に対応する自車両Mの速度変化 V_M を認識する(S14)。

[0083] 交通状況推定部23は、他車両情報処理部12の認識した通信車両Nの速度変化 V_N 、自車両情報処理部13の認識した自車両Mの速度変化 V_M 、及び自車両Mと他車両Nとの間の道路状況情報に基づいて、通信車両Nと自車

両Mとの間の交通状況を推定する（S 1 5）。

[0084] その後、直前車挙動予測部 2 4 は、車々間通信部 3 による通信車両 N の他車両情報と交通状況推定部 2 3 による交通状況の推定結果とに基づいて、自車両 M の直前を走行する直前車 F の挙動を予測する（S 1 6）。走行支援部 2 5 は、直前車挙動予測部 2 4 による直前車 F の挙動予測結果と自車両 M と直前車 F との間の道路状況情報とに基づいて、自車両 M の走行支援を実施する（S 1 7）。

[0085] 続いて、上述した車両走行支援装置 2 1 の作用効果について説明する。

[0086] 第 4 の実施形態に係る車両走行支援装置 2 1 によれば、交通状況推定部 2 3 の推定した通信車両 N と自車両 M との間の交通状況から通信車両 N の挙動が直前車 F に与える影響を推測することができるので、直前車 F より前方を走行する通信車両 N の他車両情報に基づいて直前車 F の挙動を予測することが可能になる。従って、この車両走行支援装置 2 1 によれば、通信車両 N の挙動から直前車 F の挙動を予測することで、直前車 F の挙動予測結果に基づいた先読み走行支援を実施することができる。

[0087] ここで、先読み走行支援について図 1 2 を参照して説明する。図 1 2 は、直前車 F の速度変化 V_F に対する自車両 M の走行支援制御を示すグラフである。図 1 2 の V_{M0} は、従来のフィードバック制御に基づいた走行支援による自車両 M の速度変化を示している。従来のフィードバック制御では、直前車 F の挙動予測結果ではなく直前車 F の挙動検出結果に基づいて自車両 M の速度変化に関する走行支援が行われる。このため、自車両 M の速度変化 V_{M0} では、直前車 F の速度変化 V_F に沿った変化となり反応遅れが生じている。

[0088] 一方、図 1 2 の V_{M1} は、フィードフォワード制御に基づいた先読み走行支援による自車両 M の速度変化を示している。図 1 2 に示されるように、先読み走行支援では、直前車 F の挙動予測結果に基づいて走行支援が実施されるためスムーズかつ効率的な走行制御が実現される。

[0089] また、この車両走行支援装置 2 1 によれば、自車両 M と直前車 F との間に

交差点などが介在する場合には直前車 F の挙動が自車両 M に与える影響が変化することから、自車両 M と直前車 F との間の道路状況情報を考慮して走行支援の実施を行うことで、走行支援に係る信頼性の向上を図ることができる。

[0090] [第 5 の実施形態]

図 1 3 に示されるように、第 5 の実施形態に係る車両走行支援装置 3 1 は、自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて先読み走行支援の制御量を調整する点が第 4 の実施形態に係る車両走行支援装置 2 1 と比べて異なる。

[0091] 第 5 の実施形態に係る車両走行支援装置 3 1 は、第 4 の実施形態で説明した先読み走行支援を行うに際し、直前車 F が挙動予測結果と異なる挙動をする可能性を考慮したものである。ここで、図 1 4 (a) は、走行支援実施前の自車両 M と直前車 F との走行関係を示す図である。図 1 4 (b) は、図 1 4 (a) の状況から直前車 F が予測より強く減速した場合の状況を示す図である。図 1 4 (c) は、図 1 4 (a) の状況から直前車 F が予測より弱く減速した場合の状況を示す図である。

[0092] 図 1 4 (a) の状況で車両走行支援装置 3 1 が予測した直前車 F の位置を F_{pre} として示す。図 1 4 (b) に示されるように、直前車 F が予測より強く減速した場合には、位置 F_{pre} に合わせた先読み走行支援を行うことで、自車両 M と直前車 F とが近づき過ぎた状態となってしまう。一方、図 1 4 (c) に示されるように、直前車 F が予測より弱く減速した場合には、位置 F_{pre} に合わせた先読み走行支援を行うことで、自車両 M と直前車 F とが離れ過ぎた状態となってしまう。直前車 F が加速する場合においても、直前車 F が予測と異なる挙動をすると同様の問題が生じる。

[0093] そこで、第 5 の実施形態に係る車両走行支援装置 3 1 では、自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて先読み走行支援の制御量を調整することで上記問題を解決する。

[0094] 具体的には、車両走行支援装置 3 1 の ECU 3 2 は、走行支援部 3 3 において自車両 M と直前車 F との走行関係を認識する。走行支援部 3 3 は、周辺

センサ 6 の周辺他車両情報及び車両センサ 7 の自車両挙動情報に基づいて自車両 M と直前車 F との走行関係を認識する。走行関係とは、例えば自車両 M と直前車 F との車間距離や相対速度、相対加速度である。

[0095] 走行支援部 33 は、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて直前車挙動予測部 24 の予測結果に基づく走行支援の制御量を調整する。例えば、走行支援部 33 は、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係から自車両 M と直前車 F とが近づき過ぎる又は離れ過ぎると判断した場合、先読み走行支援の制御量を調整することで適切な走行関係を維持する。

[0096] 走行支援部 33 は、下記の式 (10) を用いて自車両 M の速度変化に係る先読み走行支援の支援加減速度 (制御量) を調整する。式 (10) の $\alpha 1$ は自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて算出される調整用変数である。

[数5]

$$\text{支援加減速度} = \alpha 1 \times (\text{先読み加減速度}) \quad \cdots (9)$$

[0097] また、走行支援部 33 は、自車両 M が直前車 F に対する追従制御を行っている場合には、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて先読み走行支援と追従制御との間の重み付けを調整する。走行支援部 33 は、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて先読み走行支援の制御量及び追従制御の制御量をそれぞれ調整する。走行支援部 33 は、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係から自車両 M と直前車 F とが近づき過ぎる又は離れ過ぎると判断した場合、追従制御が優先されるように重み付けを調整する。

[0098] 具体的には、走行支援部 33 は、下記の式 (11) を用いて先読み走行支援に係る先読み加減速度と追従制御に係る加減速度の重み付けを調整する。式 (11) の $\alpha 2$ 及び $\beta 2$ は自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて算出される重み付け変数である。

[数6]

$$\text{支援加減速度} = \alpha 2 \times (\text{先読み加減速度}) + \beta 2 \times (\text{追従制御の加減速度}) \quad \cdots (10)$$

[0099] 次に、第 5 の実施形態に係る ECU 32 の処理の流れについて図面を参照して説明する。

- [0100] 図 15 に示されるように、ECU 32 では、まず推定可否判断部 11 に車々間通信部 3 の車々間通信により取得された他車両情報が送信される (S 21)。次に、推定可否判断部 11 は、送信された他車両情報に基づいて、車々間通信を行った他車両と自車両 M との間の交通状況の推定が可能であるか否かを判断する (S 22)。
- [0101] 推定可否判断部 11 は、車々間通信を行った他車両と自車両 M との間の交通状況の推定が不能であると判断した場合、処理を終了する。その後、S 21 に戻る。推定可否判断部 11 は、車々間通信を行った他車両が通信車両 N に該当する判定した場合、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況の推定が可能であると判断する。
- [0102] 他車両情報処理部 12 は、推定可否判断部 11 が交通状況の推定は可能であると判断した場合、車々間通信部 3 の他車両情報に含まれる他車両速度変化情報に基づいて、通信車両 N の速度変化 V_N を認識する (S 23)。
- [0103] 自車両情報処理部 13 は、他車両情報処理部 12 が通信車両 N の速度変化 V_N を認識した場合、車両センサ 7 の自車両挙動情報に含まれる自車両速度変化情報に基づいて、通信車両 N の速度変化 V_N に対応する自車両 M の速度変化 V_M を認識する (S 24)。
- [0104] 交通状況推定部 23 は、他車両情報処理部 12 の認識した通信車両 N の速度変化 V_N 、自車両情報処理部 13 の認識した自車両 M の速度変化 V_M 、及び自車両 M と他車両 N との間の道路状況情報に基づいて、通信車両 N と自車両 M との間の交通状況を推定する (S 25)。
- [0105] その後、直前車挙動予測部 24 は、車々間通信部 3 による通信車両 N の他車両情報と交通状況推定部 23 による交通状況の推定結果とに基づいて、自車両 M の直前を走行する直前車 F の挙動を予測する (S 26)。
- [0106] 走行支援部 33 は、直前車挙動予測部 24 による直前車 F の挙動予測結果と自車両 M と直前車 F との間の道路状況情報とに基づいて、自車両 M の走行支援を実施する (S 27)。走行支援部 33 は、現在の自車両 M と直前車 F との走行関係に基づいて走行支援の制御値を調整する。走行支援部 33 は、

自車両Mの減速時において自車両Mと直前車Fとが近づき過ぎると判断した場合、走行支援における減速制御の制御値を大きな値に調整する。また、走行支援部33は、自車両Mの加速時において自車両Mと直前車Fとが近づき過ぎると判断した場合、走行支援における加速制御の制御値を小さな値に調整する。

[0107] 走行支援部33は、自車両Mの減速時において自車両Mと直前車Fとが離れ過ぎると判断した場合、走行支援における減速制御の制御値を小さな値に調整する。また、走行支援部33は、自車両Mの加速時において自車両Mと直前車Fとが離れ過ぎると判断した場合、走行支援における加速制御の制御値を大きな値に調整する。

[0108] 上述した第5の実施形態に係る車両走行支援装置31によれば、直前車Fが直前車挙動予測部24の挙動予測結果と異なる挙動をする場合があることから、自車両Mと直前車Fとの走行関係に基づいて先読み走行支援の制御量を調整することで、自車両Mが直前車Fに近づき過ぎたり離れ過ぎたりする事態を避けることができる。このことは、先読み走行支援に係る信頼性の向上に寄与する。

[0109] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

[0110] 例えば、上述した第1～第5の実施形態に係る車両走行支援装置の機能を適切に組み合わせて用いても良い。更に、本発明は、従来の様々な方法による交通状況の推定結果と組み合わせて用いることができる。このように、本発明を種々の方法による交通状況の推定結果と組み合わせて用いることにより、本発明は更なる交通状況の推定精度の向上を実現できる。

[0111] また、上記実施形態では、マップを走行場所や時間帯等に応じて区分していないが、高速道路、幹線道路、細街路等の大まかな場所の区別及び時間帯によって分けられた複数の種類のマップを有し、自車両Mの現在位置や走行時間に応じてマップを選択する態様としても良い。この場合においても、本発明は更なる交通状況の推定精度の向上を実現できる。

[0112] 更に、本発明は、速度変化や車間距離の変化に基づいて、自車両Mと通信

車両Nとの間の交通状況の推定を行う場合に限られない。例えば、第1の実施形態に係る車両走行支援装置1において、通信車両Nのストップランプの点灯タイミングと自車両Mのストップランプの点灯タイミングとの遅れ時間から、自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を推定する態様であっても良い。また、車両走行支援装置1は、通信車両Nのアクセルワークと自車両Mのアクセルワークとの間の時間差や相関関係から、自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を推定する態様であっても良い。その他、車両走行支援装置1は、自車両Mと通信車両Nとの加減速度の変化の相関関係や操舵角の変化の相関関係に基づいて自車両Mと通信車両Nとの間の交通状況を推定する態様であっても良い。

[0113] また、第2の実施形態に係る車両走行支援装置において、減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β の3つ全てを交通状況の推定に用いる場合に限られず、減速開始遅れ時間 Δt 、車速低下増幅率 α 、及び減速度増幅率 β のうちいずれか一つ又は二つのみを交通状況の推定に用いる態様であっても良い。

[0114] さらに、本発明に係る車両走行支援装置は、自車両Mが車線変更を予定している場合等において、変更先の車線に車々間通信可能な他車両が2台以上存在するときには、これらの他車両の挙動情報に基づいて他車両間の交通状況を推定する態様であっても良い。この場合、自車両Mは、自己の車線変更によって変更先の車線の車両群に与える影響を把握することが可能となる。なお、変更先の車線に車々間通信可能な他車両が1台しか存在しない場合には、当該車線の任意の他車両の挙動情報を自車両Mの周辺センサ6で取得することで、当該他車両と車々間通信可能な他車両との間の交通状況を推定する態様であっても良い。

[0115] また、本発明は、自車両Mと通信車両Nとが異なる車線を走行している場合であっても、状況に応じて通信車両Nと自車両Mとの間の交通状況を推定することが可能である。

[0116] 更に、本発明は、車者間通信から他車両情報を取得するものに限られず、

インフラ設備や車載のセンサなどから他車両情報を取得しても良い。

産業上の利用可能性

[0117] 本発明は車両に対する走行支援を実施する車両走行支援装置に利用可能である。

符号の説明

[0118] 1, 2 1, 3 1…車両走行支援装置 3…車々間通信部（他車両挙動情報取得ユニット） 4…路車間通信部 5…GPS受信部（車両位置情報取得ユニット） 6…周辺センサ 7…車両センサ（車両挙動情報取得ユニット） 8…車両制御部 1 1…推定可否判断部 1 2…他車両情報処理部 1 3…自車両情報処理部 1 4, 2 3…交通状況推定部（交通状況推定ユニット） 1 5, 2 5, 3 3…走行支援部（走行支援ユニット） 2 4…直前車挙動予測部（直前車挙動予測ユニット）

請求の範囲

- [請求項1] 車両の挙動に関する車両挙動情報を取得する車両挙動情報取得ユニットと、
- 前記車両の前方を走行する他車両の挙動に関する他車両挙動情報を取得する他車両挙動情報取得ユニットと、
- 前記車両挙動情報取得ユニットの取得した前記車両挙動情報と前記他車両挙動情報取得ユニットの取得した前記他車両挙動情報とに基づいて、前記車両と前記他車両との間の交通状況を推定する交通状況推定ユニットと、
- 前記交通状況推定ユニットの推定結果に基づいて走行支援を実施する走行支援ユニットと、
- を備えた車両走行支援装置。
- [請求項2] 前記他車両挙動情報取得ユニットは、前記車両と前記他車両との間の車々間通信により前記他車両挙動情報を取得する請求項1に記載の車両走行支援装置。
- [請求項3] 前記車両挙動情報は前記車両の速度変化情報を含み、
- 前記他車両挙動情報は前記他車両の速度変化情報を含み、
- 前記交通状況推定ユニットは、前記他車両の速度変化情報と前記車両の速度変化情報とに基づいて前記車両と前記他車両との間の交通状況を推定する請求項1又は2に記載の車両走行支援装置。
- [請求項4] 前記交通状況推定ユニットは、前記他車両の速度変化情報と前記車両の速度変化情報とに基づいて減速時の前記他車両の速度変化に対する前記車両の速度変化の減速増幅率を算出し、前記減速増幅率に基づいて前記車両と前記他車両との間の交通状況を推定する請求項3に記載の車両走行支援装置。
- [請求項5] 前記交通状況推定ユニットは、前記他車両の速度変化情報と前記車両の速度変化情報とに基づいて前記他車両の減速開始タイミングと前記車両の減速開始タイミングとの遅れ時間を算出し、前記遅れ時間に

基づいて前記車両と前記他車両との間の交通状況を推定する請求項 3
又は 4 に記載の車両走行支援装置。

[請求項6] 前記車両の位置情報を取得する車両位置情報取得ユニットを更に備え、

前記他車両挙動情報取得ユニットの取得する前記他車両挙動情報には、前記他車両の位置情報が含まれ、

前記交通状況推定ユニットは、前記車両の位置情報と前記他車両の位置情報とに基づいて前記車両と前記他車両との車間距離を算出し、前記車間距離の変化に基づいて前記車両と前記他車両との間の交通状況を推定する請求項 1 ～ 5 のうち何れか一項に記載の車両走行支援装置。

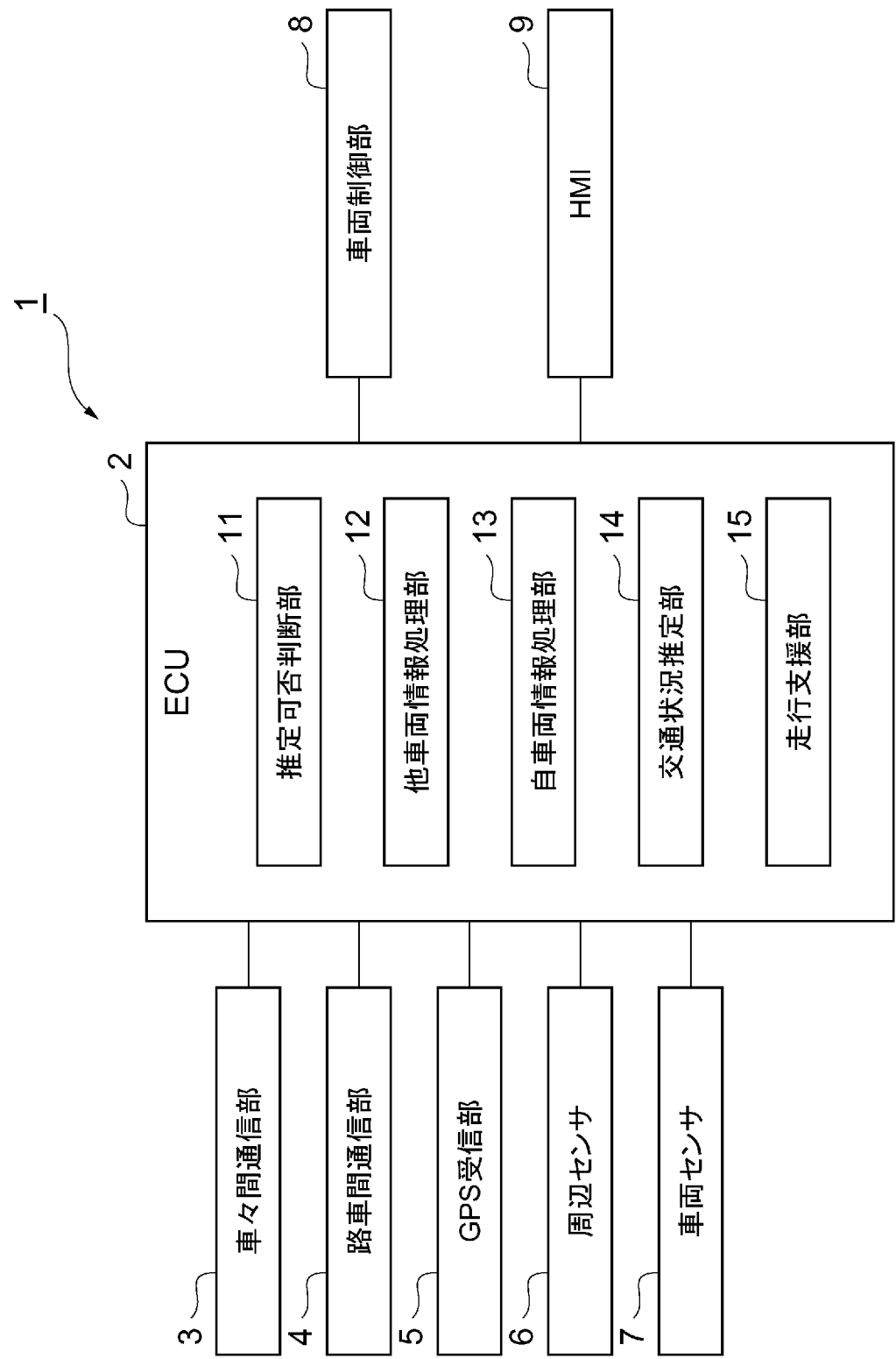
[請求項7] 前記他車両挙動情報と前記交通状況推定ユニットの推定結果とに基づいて、前記車両の直前を走行する直前車の挙動を予測する直前車挙動予測ユニットを更に備え、

前記走行支援ユニットは、前記直前車挙動予測ユニットの挙動予測結果に基づいて走行支援を実施する請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の車両走行制御装置。

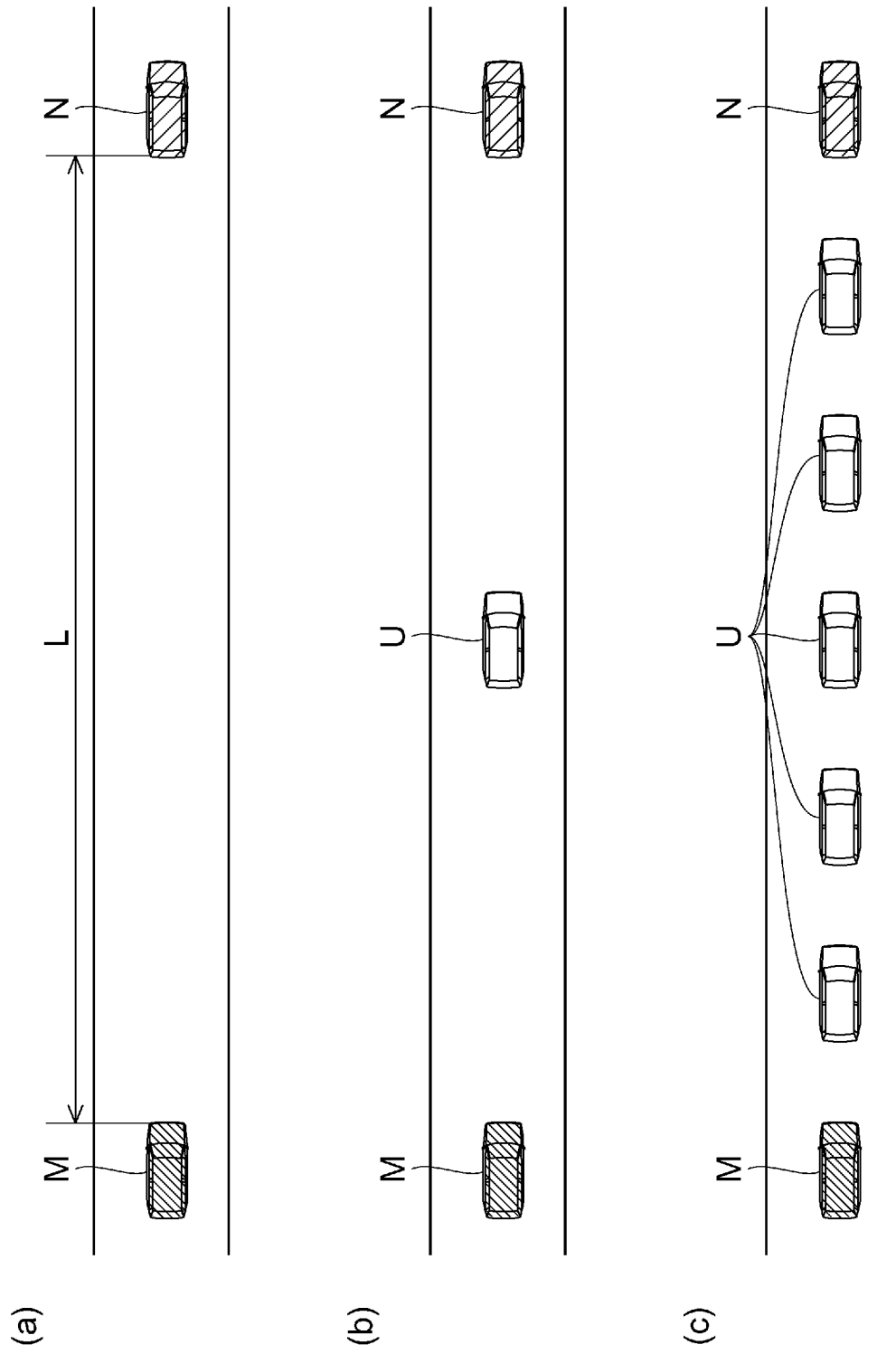
[請求項8] 前記走行支援ユニットは、前記車両と前記直前車との間の道路状況情報に基づいて走行支援を実施する請求項 7 に記載の車両走行制御装置。

[請求項9] 前記走行支援ユニットは、現在の前記車両と前記直前車との走行関係に基づいて、前記直前車挙動予測ユニットの挙動予測結果に基づく走行支援の制御量を調整する請求項 7 又は 8 に記載の車両走行制御装置。

[図1]

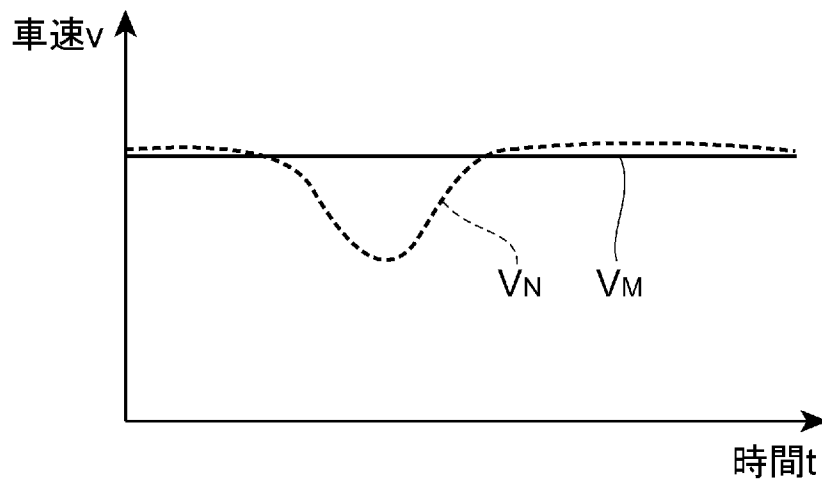


[図2]

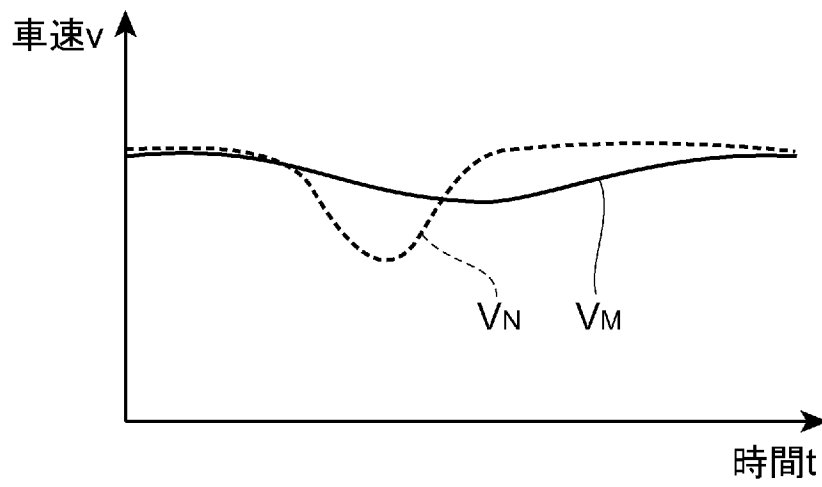


[図3]

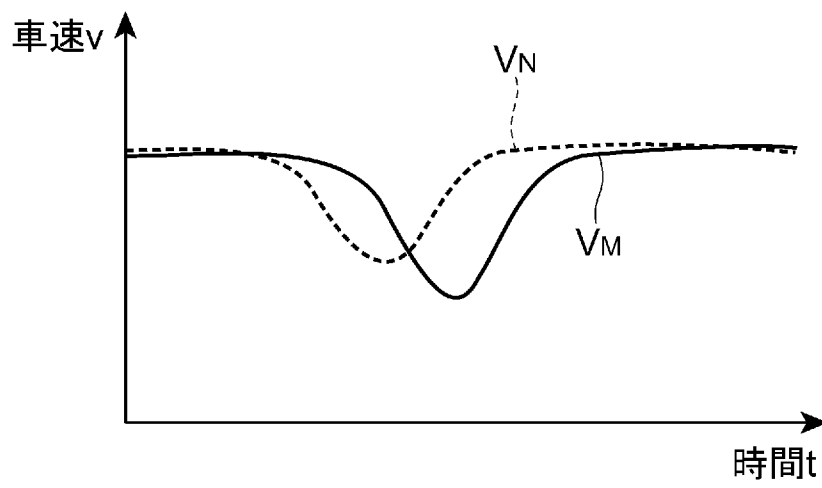
(a)



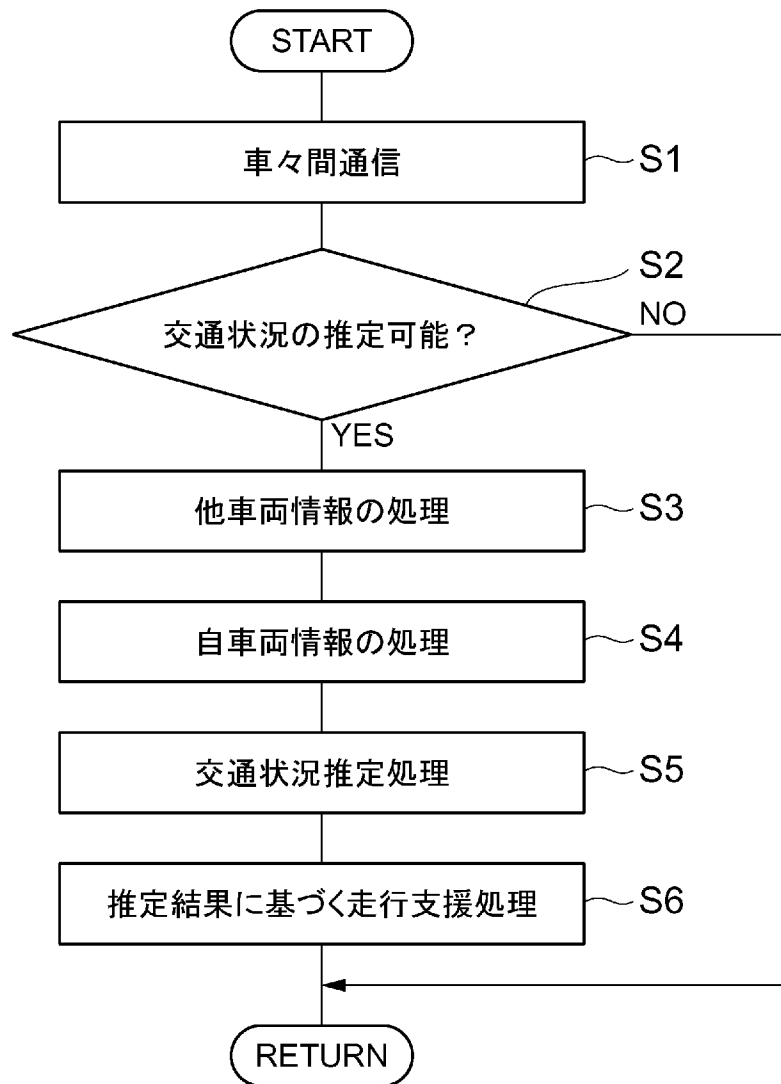
(b)



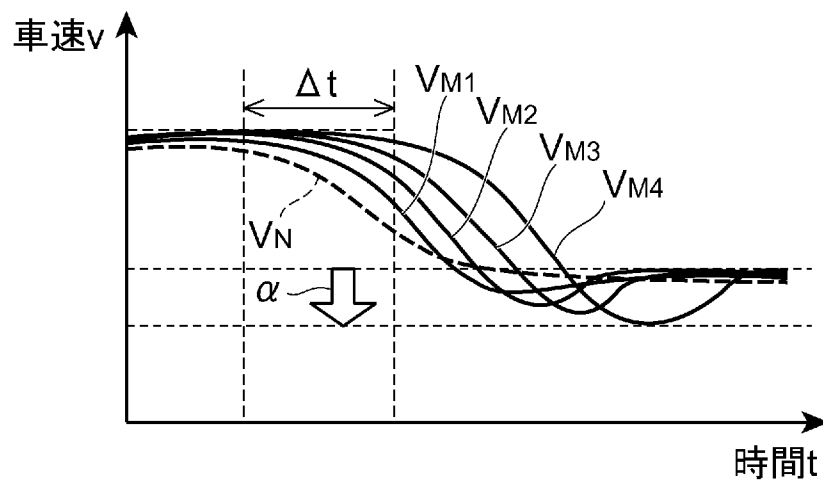
(c)



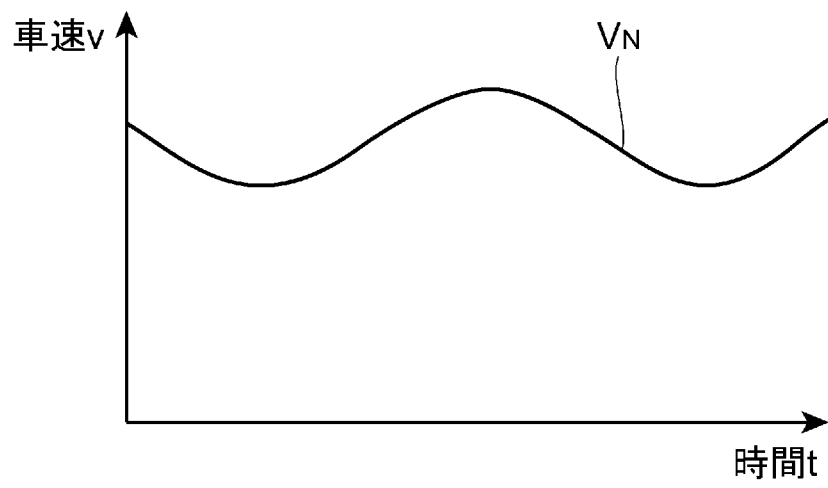
[図4]



[図5]

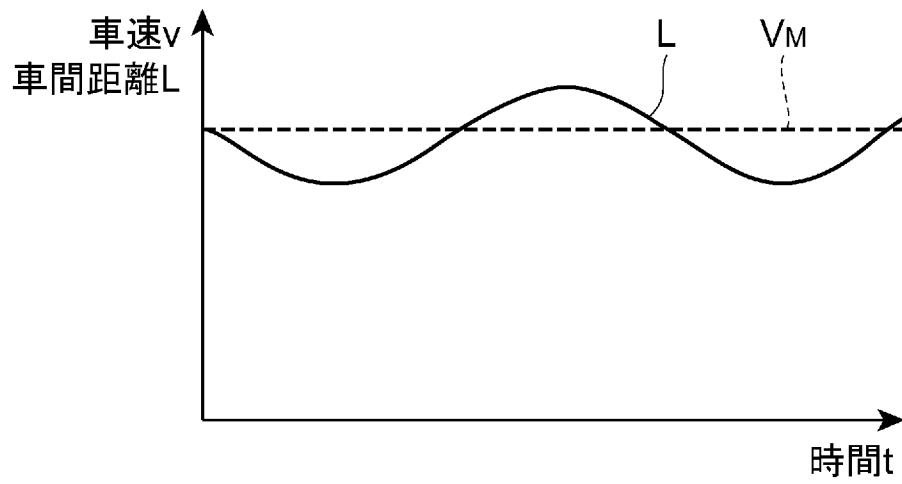


[図6]

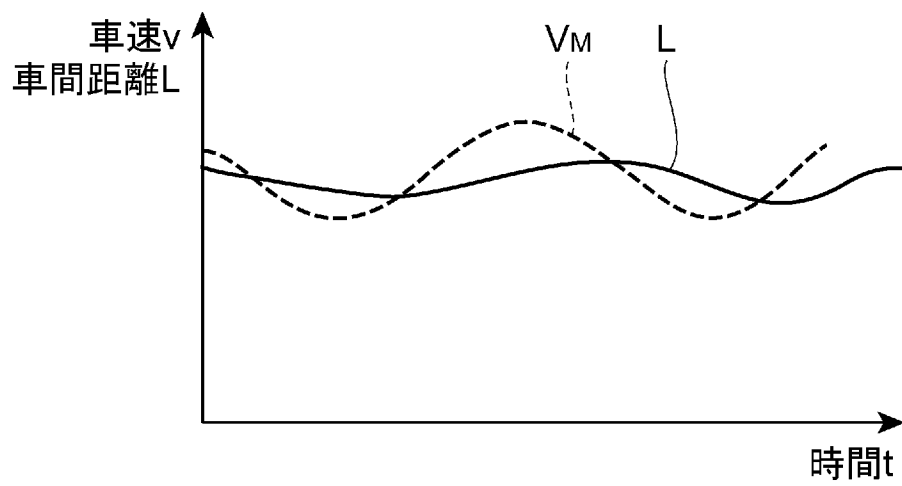


[図7]

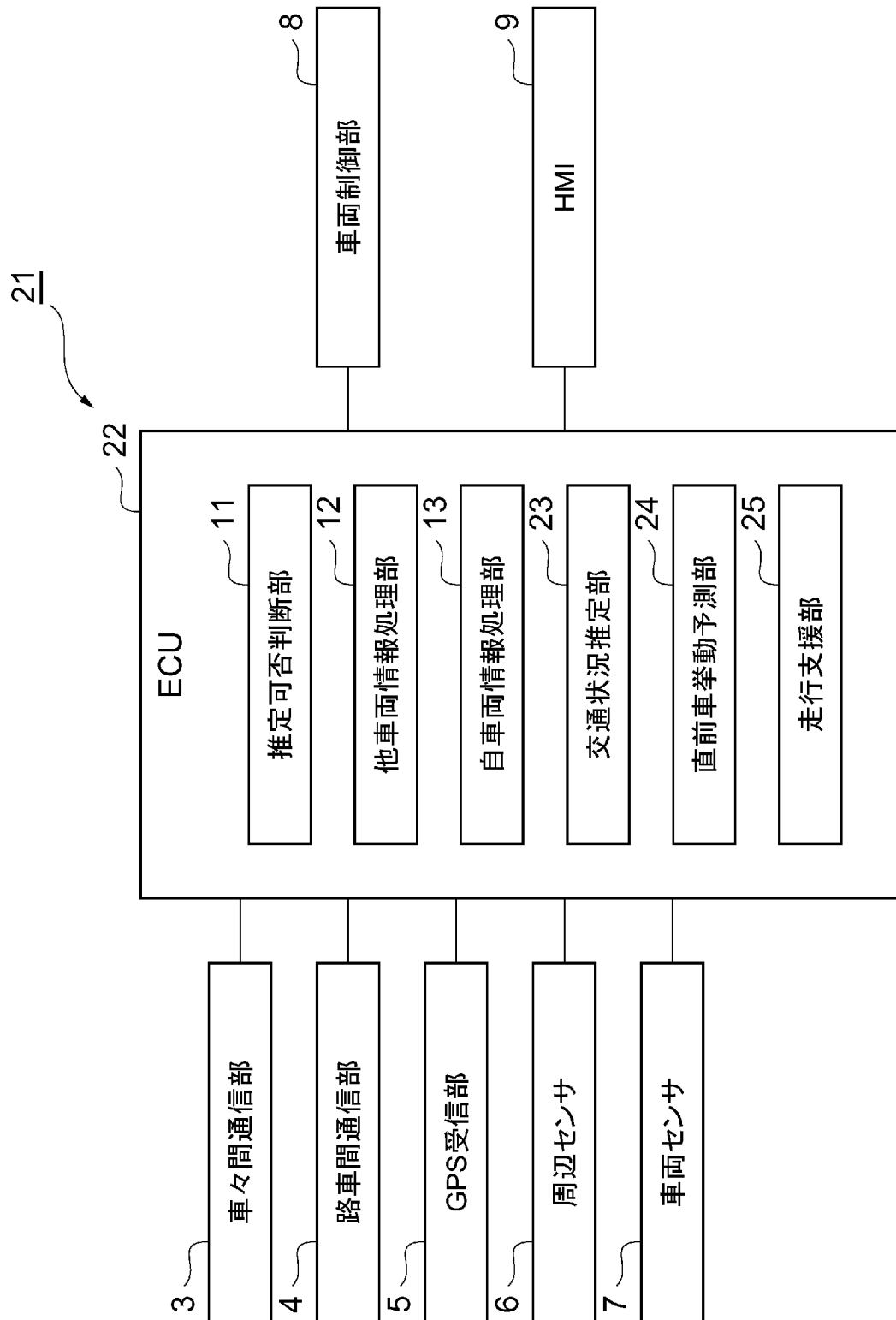
(a)



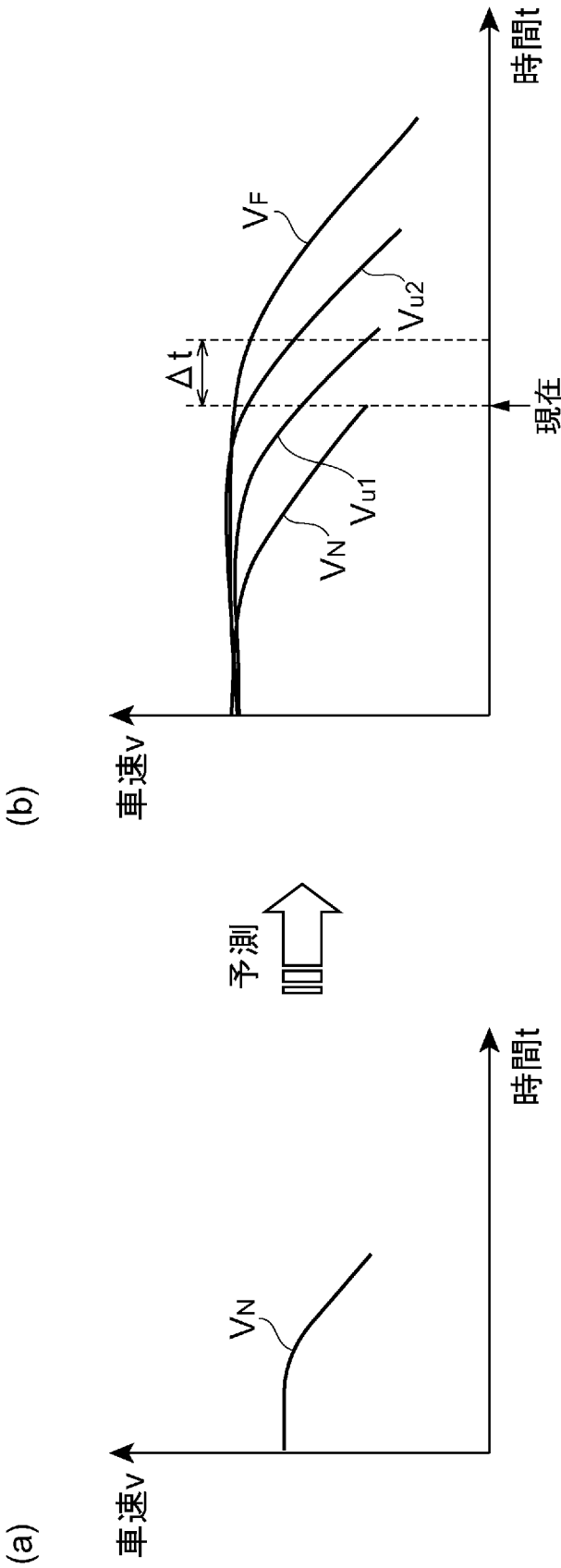
(b)



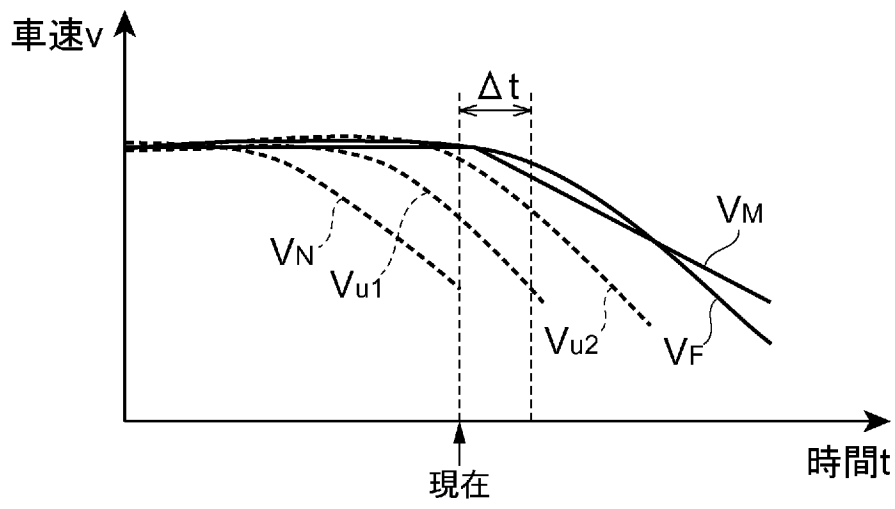
[図8]



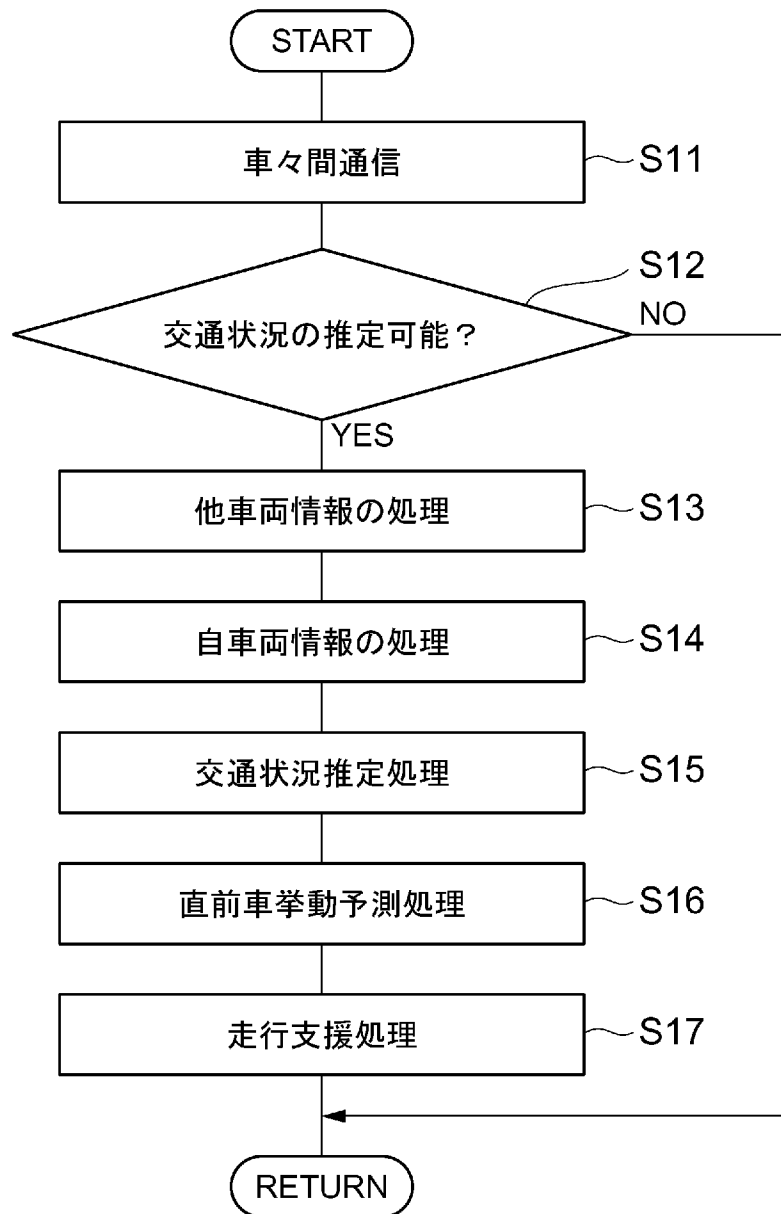
[図9]



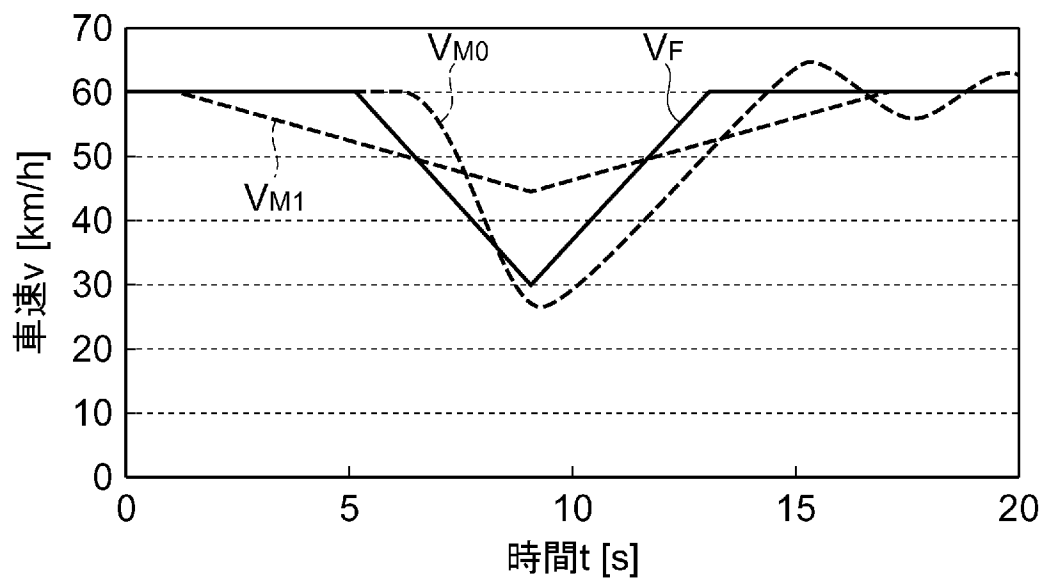
[図10]



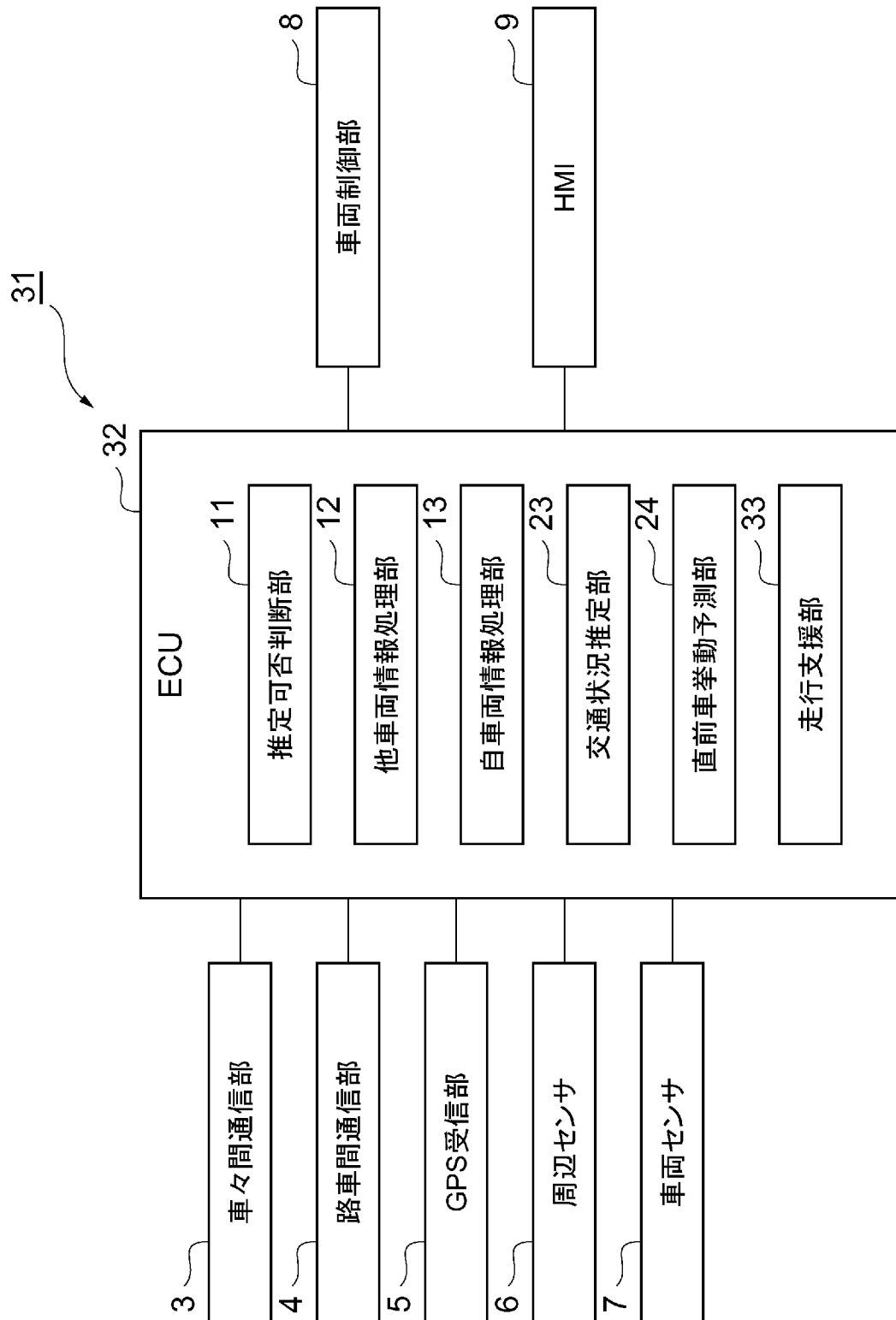
[図11]



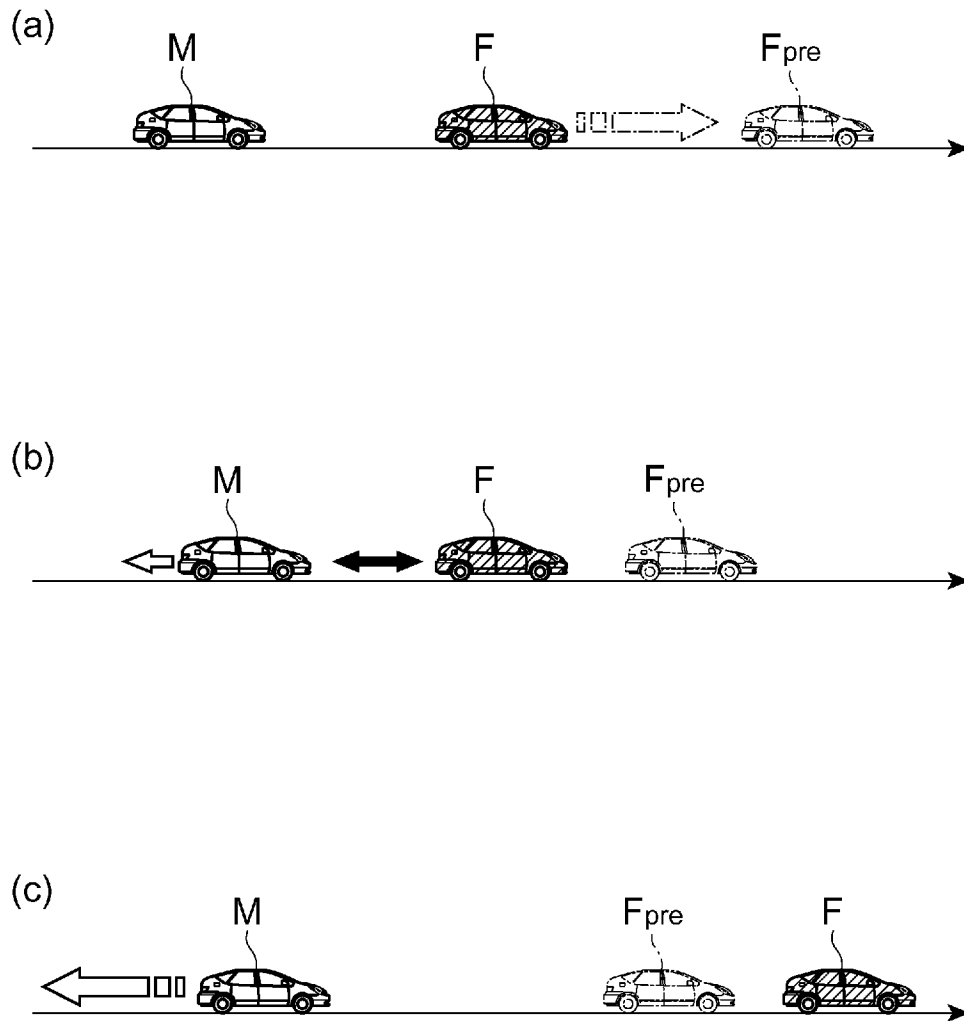
[図12]



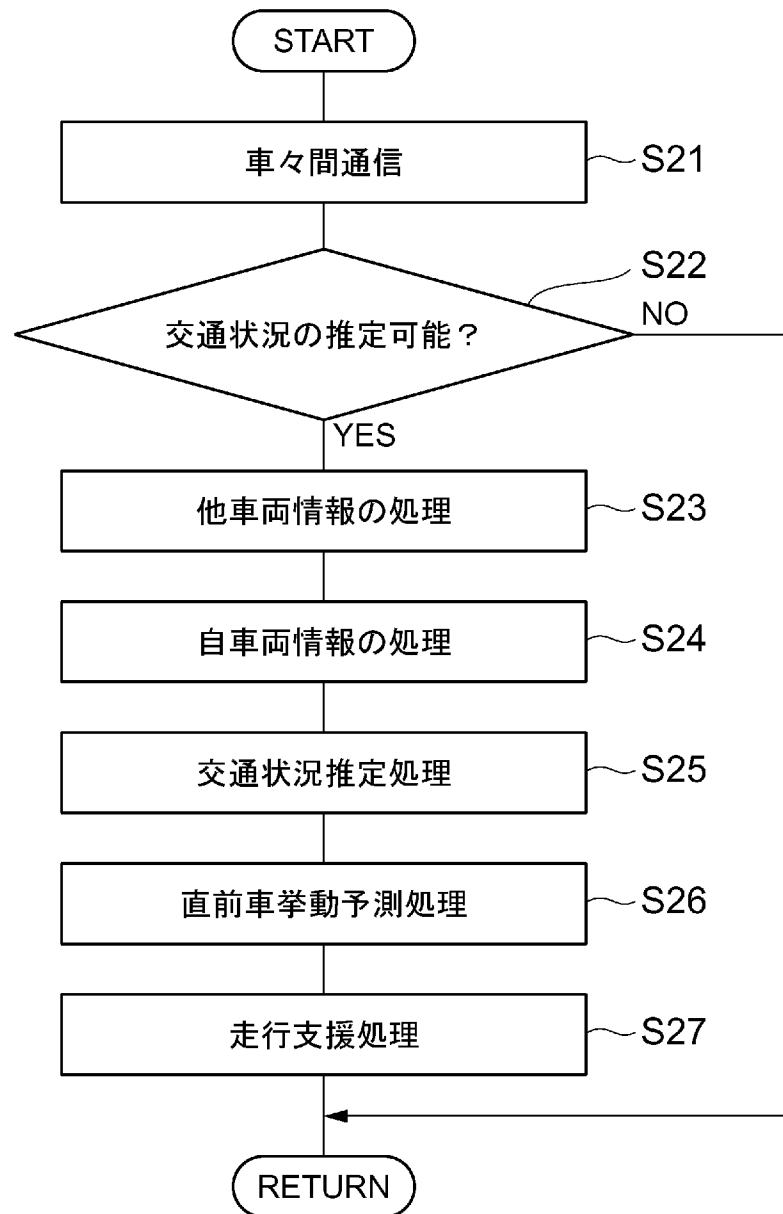
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01) 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

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 2009-205635 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0016], [0022] (Family: none)	1-9
A	JP 2006-185136 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 July 2006 (13.07.2006), claims 2, 3; paragraph [0021] (Family: none)	1-9
A	JP 2008-90587 A (NEC Electronics Corp.), 17 April 2008 (17.04.2008), entire text (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
16 March, 2011 (16.03.11)Date of mailing of the international search report
29 March, 2011 (29.03.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054741

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 2010-36862 A (Toyota Motor Corp.), 18 February 2010 (18.02.2010), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 2009-116692 A (Toyota Motor Corp.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0036], [0037] (Family: none)	1-9
A	JP 2009-151562 A (Toyota Motor Corp.), 09 July 2009 (09.07.2009), entire text (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G08G1/16(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. G08G1/16

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2009-205635 A（日産自動車株式会社）2009.09.10, 段落【0016】、段落【0022】（ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2006-185136 A（日産自動車株式会社）2006.07.13, 請求項2、 請求項3、段落【0021】（ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2008-90587 A（NECエレクトロニクス株式会社）2008.04.17, 全文（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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 6 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

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）

白石 剛史

3 H

3 7 2 5

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 2010-36862 A (トヨタ自動車株式会社) 2010. 02. 18, 全文 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2009-116692 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 05. 28, 段落【0036】、段落【0037】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2009-151562 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 07. 09, 全文 (ファミリーなし)	1 - 9