

(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
2020年3月5日(05.03.2020)



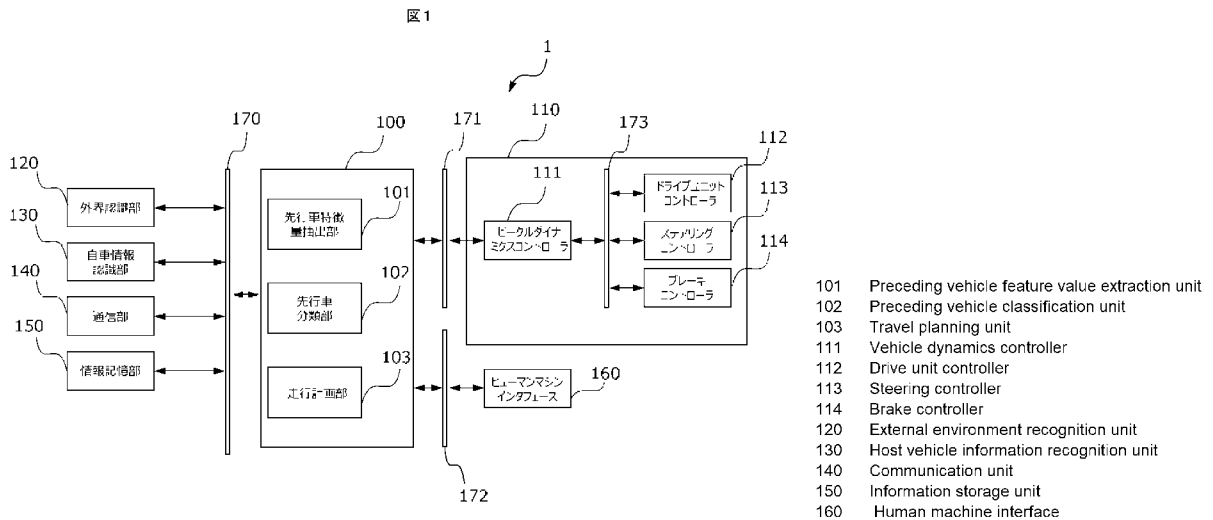
(10) 国際公開番号

WO 2020/044904 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 30/16 (2012.01) B60W 40/04 (2006.01)
B60W 30/09 (2012.01) G08G 1/16 (2006.01)
B60W 30/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/029568
- (22) 国際出願日: 2019年7月29日(29.07.2019)
- (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:
特願 2018-159460 2018年8月28日(28.08.2018) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 奥田 雄希(OKUDA Yuuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: TRAVEL CONTROL DEVICE AND TRAVEL CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 走行制御装置及び走行制御方法



(57) **Abstract:** The present invention makes it possible to both ensure safety and conserve energy when following a preceding vehicle. In the present invention: a preceding vehicle feature value extraction unit (101) extracts feature values for a preceding vehicle on the basis of information transmitted by an external environment recognition unit (120), a host vehicle information recognition unit (130), a communication unit (140), and an information storage unit (150); a preceding vehicle classification unit (102) classifies the preceding vehicle on the basis of the preceding vehicle feature values obtained by the preceding vehicle feature value extraction unit (101); and a travel planning unit (103), on the basis of the classification results from the preceding vehicle classification unit (102), corrects the inter-vehicle distance or inter-vehicle time for following the preceding vehicle, or proposes changing lanes to an adjacent lane.

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明は、先行車への追従時の安全性の確保と省エネルギー化を両立可能とする。本発明は、先行車特徴量抽出部（101）は、外界認識部（120）、自車情報認識部（130）、通信部（140）及び情報記憶部（150）より送信される情報に基づいて、先行車の特徴量を抽出し、先行車分類部（102）は、先行車特徴量抽出部（101）より得た先行車の特徴量に基づいて先行車を分類し、走行計画部（103）は、先行車分類部（102）の分類結果に基づいて、先行車へ追従する際の車間距離若しくは車間時間を補正するか、隣接車線への車線変更を提案する。

明 細 書

発明の名称： 走行制御装置及び走行制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、車両の走行制御装置及び走行制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両の走行制御に関する技術として、例えば、特許文献 1、2 に記載されている技術がある。特許文献 1 には、先行車の加速度を検出し、先行車が自車よりも大きな加速度を発生させることが出来る場合、目標車間距離を大きな値に補正する補正部を備えた追従走行装置が開示されている。この車両の制御装置によれば、追従性能を損ねること無く、先行車の急ブレーキにも対応して停止出来るとされている。

[0003] 特許文献 2 には、先行車の形状データに基づいて追従走行時の制御量を調整する車両の走行制御装置が開示されている。この車両の走行制御装置によれば、追従走行時の制御量を調整することで、カーブ走行時にふらつきなどによる追従性の低下を回避出来るとされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 1 － 3 4 7 8 5 0 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 7 － 1 0 5 2 5 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述した特許文献 1、2 に記載の車両の制御装置では、先行車の特徴が自車の追従走行にどのように影響を及ぼすのかを見通し良く整理出来ない。このため、例えば、先行車が自車の視界を遮るような大型車である場合には、加減速の検出だけでは、自車の視界を確保することが出来ず、大型車である先行車の死角に隠れて標識や信号を見落とす虞があった。また、先行車の形状データのみでは、先行車のドライバや運転方法が自車のエ

エネルギー消費を増大させるような省エネルギーの観点から好ましく無い運転傾向にあることや、急ブレーキの発生を頻繁に引き起こすドライバや運転方法であることの判別が難しかった。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、その目的は、先行車への追従時の安全性の確保と省エネルギー化を両立可能な走行制御装置及び走行制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、第1の観点に係る走行制御装置は、自車に先行する先行車の運動に依存する前記先行車の動的特徴量と、前記先行車の運動に依存しない前記先行車の静的特徴量を抽出する抽出部と、前記動的特徴量及び前記静的特徴量に基づいて前記先行車を分類する分類部と、前記先行車の分類結果に基づいて前記自車の走行計画を作成する計画部とを備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、先行車への追従時の安全性の確保と省エネルギー化を両立させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係る走行制御装置が適用される走行制御システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図1の走行制御装置で実行される先行車の動的特徴量の検出方法の一例を示す図である。

[図3]図1の走行制御装置で実行される先行車の動的特徴量の検出方法のその他の例を示す図である。

[図4]第1実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。

[図5]図1の走行制御装置で実行される安全志向補正の一例を示す図である。

[図6]図4の走行計画に応じた自車の速度と先行車との間の距離の関係の一例を示す図である。

[図7]第2実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づ

く走行計画の一例を示す図である。

[図8]第2実施形態に係る走行制御装置で実行される車線変更の可否の判断方法の一例を示す図である。

[図9]第3実施形態に係る走行制御装置で実行される先行車の分類方法を示すフローチャートである。

[図10]第3実施形態に係る走行制御装置で用いられる動的特徴量の閾値の設定例を示す図である。

[図11]第4実施形態に係る走行制御装置で実行される先行車の動的特徴量の検出方法の一例を示す図である。

[図12]第4実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。

[図13]第5実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。

[図14]図1の走行制御装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また、実施形態の中で説明されている諸要素及びその組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0011] 図1は、第1実施形態に係る走行制御装置が適用される走行制御システムの構成を示すブロック図である。

図1において、走行制御システム1は、走行制御装置100、走行実行ユニット110、外界認識部120、車情報取得部130、通信部140、情報記憶部150及びヒューマンマシンインタフェース160を備える。走行制御システム1は、車両に搭載される。

[0012] 走行制御装置100、外界認識部120、車情報取得部130、通信部140及び情報記憶部150は、通信ネットワーク170を介して互いに接続されている。走行制御装置100及び走行実行ユニット110は、通信ネッ

トワーク１７１を介して互いに接続されている。走行制御装置１００及びヒューマンマシンインタフェース１６０は、通信ネットワーク１７２を介して互いに接続されている。

[0013] 走行制御装置１００は、先行車特徴量抽出部１０１、先行車分類部１０２及び走行計画部１０３を備える。走行制御装置１００は、人間の運転操作を伴う運転支援に用いてもよいし、人間の運転操作を伴わない自動運転に用いてもよい。走行実行ユニット１１０は、ビークルダイナミクスコントローラ１１１、ドライブユニットコントローラ１１２、ステアリングコントローラ１１３及びブレーキコントローラ１１４を備える。ビークルダイナミクスコントローラ１１１、ドライブユニットコントローラ１１２、ステアリングコントローラ１１３及びブレーキコントローラ１１４は、通信ネットワーク１７３を介して互いに接続されている。

[0014] 通信ネットワーク１７０～１７３には、CAN (Control Area Network) やEthernetなどの通信方式を好適に用いることが出来る。なお、図１では、通信ネットワーク１７０～１７３が分割された例を示しているが、通信ネットワーク１７０～１７３は、１つの通信ネットワークにまとまっても構わない。通信ネットワークを１つにまとめることで、すべての要素が相互に通信可能となり、情報の伝達遅延を最小化することが出来る。一方、通信ネットワークを分割することにより、各要素は必要な要素とのみ通信し、要素間でやり取りされるデータ量が削減され、通信処理の高速化を図ることができる。

[0015] 外界認識部１２０には、撮像装置、レーダ装置、ソナーや又はレーザスキャナを好適に用いることが出来る。例えば、撮像装置は、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) などの固体撮像素子を用いたステレオカメラにより構成され、可視光及び赤外光を検出することにより、自車前方の道路状態、先行車を含む障害物の様子、規制情報及び環境状態などを取得する。可視光を検出する場合には、色差や輝度

差に基づいて、物体の形状に関する特徴量を抽出する。赤外光を検出する場合には、赤外光によって熱放射を検出し、温度差から物体の形状に関する特徴量を抽出する。

[0016] ステレオカメラは、このように特徴量を抽出可能な撮像素子を任意の間隔で設置することができる。そして、ステレオカメラをシャッタ同期させて動作させ、例えば、左右にずれた画像について画素ずれ量を視差として求めることで、先行車との間の距離を算出することができる。また、このような特徴量が画素上のどこに存在するのかという情報に基づいて、対象の方角を算出する。外界認識部 120 は、このように取得した情報を走行制御装置 100 に出力する。

[0017] また、レーダ装置は、自車の前方、側方及び後方などに存在する他車両などの障害物を検出し、自車と障害物との距離、他車両の識別情報及び相対速度などの情報を取得する。レーダ装置は、電波を発振する発振器と、電波を受信する受信部を備え、発振器で発振させた電波を外部空間に向けて送信する。発振された電波の一部は物体に到達して反射波として受信部で検出される。送信する電波の振幅や周波数、あるいは位相に変調を加えることで、この変調信号と受信部で検出した信号との相関によって検出される送受信の時間差を求め、先行車との間の距離に変換することができる。

[0018] また、電波を限られた方向にのみ送信し、送信方向を走査することで、物体が存在する角度を検出出来る。外界認識部 120 は、取得した情報を車両の走行制御装置 100 に出力する。

[0019] 外界認識部 120 がソナーの場合には、電波を音波に読み替えることで同様に検出出来る。また、レーザスキャナを用いる場合には、電波をレーザ光に読み替えることで同様に検出出来る。

[0020] 自車情報認識部 130 は、自車の走行速度を検出する車速センサ、自車の車輪の操舵角を検出する舵角センサなどの物理量を得るセンサに加えて、自車の位置を検出する GPS (Global Positioning System : 全地球測位システム) などを含む。自車情報認識部 130 は、検

出した自車の速度、ステアリングの舵角及び自車の位置情報を走行制御装置 100 に出力する。

[0021] 通信装置 140 は、情報の送受信を行い、例えば、コントロールセンタとの通信で自車の走行経路に関する情報を取得したり、自車周辺を走行する他車両との通信で周辺車両の走行速度を取得したり、インフラ情報センタ、交差点に設置された信号機又はそれに類するインフラと直接通信したりすることで、交通信号の現示及び現示が終了するまでの残り時間などの情報を取得したりする。この通信装置 140 は、取得した情報を走行制御装置 100 に出力する。このような通信では、携帯電話網や W i F i などの電波又は光ビーコンなどを用いることができる。

[0022] 情報記憶部 150 は、地図情報を保持したり、自車の走行履歴の記録を行ったりする。情報記憶部 150 は、主として半導体メモリやハードディスク装置などで構成される。地図情報は、通信部 140 を介した無線通信又は有線通信により更新が可能である。また、自車の走行履歴は、適当な周期やイベントを契機として通信部 140 を介して送受信されても構わない。例えば、情報記憶部 150 の記憶容量を上回る大量のデータを図示しないデータセンタなどで保存することで、情報記憶部 150 に用いる半導体メモリ量を削減し、コスト低減を図ることが出来る。加えて、車両に搭載されるマイクロコンピュータで処理を行うことが難しい統計処理をデータセンタに依頼することで、処理能力の高いマイクロコンピュータを車両に搭載する必要がなくなり、走行制御装置 100 の省電力化や低コスト化を図ることが出来る。

[0023] ヒューマンマシンインタフェース 160 は、走行制御装置 100 からの制御指令に従って各種制御状態の表示及び報知を行ったり、ドライバによる入力を受け付けたりする。ドライバからの入力は、ステアリングコラムの脇、ステアリングホイールの前面及び裏面、ダッシュボード又はインストゥルメントパネルに設けられたレバー又はボタンなどを用いてもよく、トグル式、ロッカー式、スライド式又は押しボタン式スイッチのような接点によりオン又はオフの 2 状態やそれ以上の状態を設定できる機構、あるいはボリューム

又はスライダのような複数の離散した状態や連続状態を選択可能な機構、その他、マイクなどの集音装置やジェスチャーを識別可能な撮像装置を用いても良い。これにより、ドライバは、例えば、目的地点の入力や後述の目標速度の入力などを、ボタンやレバーの操作、あるいは音声入力やジェスチャーを介して実施することが出来る。

[0024] 報知の手段としては、スピーカ装置を使った音声、音を用いる方式や照明装置又はディスプレイ装置など視覚によりドライバに情報伝達が可能なもの、振動や温度によりドライバに報知を行うものなどが想定される。入力又は報知の手段は、例えば、タッチパネルのようにドライバへの報知とドライバからの操作の受付の両方を兼ねる構成であってもよい。これにより、装置の小型化を図ることが出来る。

[0025] 走行制御装置１００は、車載されたレーダ又はセンサなどの検出情報に基づいて、走行実行ユニット１１０などと協働して車両の自律的な走行を含めた走行制御を実行する。この時、走行制御装置１００は、自車に先行する先行車に自車を追従させる追従制御を実行することができる。

[0026] 先行車特徴量抽出部１０１は、先行車の運動に依存する先行車の動的特徴量と、先行車の運動に依存しない先行車の静的特徴量を抽出する。動的特徴量は、例えば、先行車の車長方向の加速度や速度、加加速度である。静的特徴量は、例えば、先行車の車幅、車高又は後方投影面積である。先行車分類部１０２は、先行車特徴量抽出部１０１にて抽出された動的特徴量及び静的特徴量に基づいて先行車を分類する。走行計画部１０３は、先行車分類部１０２にて分類された先行車の分類結果に基づいて自車の走行計画を作成する。走行計画は、例えば、通常の追従制御、省エネルギー志向補正、安全志向補正又は車線変更である。安全志向補正は、自車と先行車との間の車間距離を拡大する補正である。省エネルギー志向補正は、自車と先行車との間の時間距離を拡大する補正である。

[0027] 走行実行ユニット１１０は、走行制御装置１００による走行制御に基づいて、自車の走行を実行する。ビークルダイナミクスコントローラ１１１は、

ドライバがヒューマンマシンインタフェース 160 を通じて入力した運転操作に従って、例えば、ドライバが所望した加速度を実現する駆動力を算出してドライブユニットコントローラ 112 へ指令値を送信したり、ドライバが所望した方向へ車両を旋回させるために必要な操舵角度を算出してステアリングコントローラ 113 へ指令値を送信したり、車両を減速ないし停止させるために必要な制動力を算出してブレーキコントローラ 114 へ指令値を送信したりする。

[0028] なお、ドライバに代わって走行制御の一部ないし全部を走行制御装置 100 が受け持つ場合は、ドライバが所望する加速度や方向を走行制御装置 100 が算出した目標値に読み替える。又は、加速度を求める代わりに目標速度を設定し、目標速度に追従するよう加速度を算出してもよい。

[0029] この目標速度は、ヒューマンマシンインタフェース 160 を介して、自動的に速度を維持するようにドライバから指令された時点での速度を維持するように設定されても良く、ドライバによるヒューマンマシンインタフェース 160 への入力で任意の値に設定されても良い。また、上述した通信部 140 又は情報記憶部 150 に記録された走行経路の制限速度などを用いてもよい。

[0030] さらに、目標速度は、外界認識部 120 を介して得られた車両前方の障害物（例えば、先行車や停止線など）に対して、自車を安全に走行させるために自動的に設定されても良い。具体的には、障害物が先行車である場合、先行車との衝突を回避出来る車間距離が目標車間距離として設定され、さらに外界認識部 120 を介して得られた車間距離と設定された目標車間距離との比較が行われる。得られた車間距離が目標車間距離より大きい場合、車間距離を短縮するために、目標速度は、現在の目標速度より大きい値に設定される。

一方、得られた車間距離が目標車間距離より小さい場合、その車間距離を拡大するために、目標速度は、現在の目標速度よりも小さい値に設定される。

[0031] そのような目標車間距離は、自車情報取得部 130 を通じて得られた自車の速度に応じて設定される。通常、ドライバは、先行車からおよそ 2 秒程度の車間時間を空けて先行車に追従しているとされている。このため、目標車間距離は、このような車間時間に基づいて設定される。車間時間は、車間距離を自車の走行速度で除した値として定義される。なお、すべてのドライバが車間時間を 2 秒に保ちながら自動車を運転しているわけでは無いため、ドライバの好みに合わせて、車間時間を複数選択出来る構成としてあっても構わない。例えば、車間時間は、0.8 秒から 4 秒の間で任意の値を設定出来るようにしてもよく、例えば、短、中及び長という 3 段階を選択出来るようにしてもよく、さらに 5 段階などにも設定されてもよいが、操作の煩わしさを軽減するために 3 段階程度に分けるのが好適である。

[0032] ドライブユニットコントローラ 112 は、車両が図示しないエンジンを搭載する場合には、エンジン運転状態を検出する種々のセンサ類からの情報に基づいて、エンジンの出力制御を行う。このような情報は、例えば、エンジンの回転速度、スロットルバルブの開度、自車の走行速度、変速機の変速比、エンジンの冷却水、オイルの温度及びその他の車両情報であり、吸入する空気の温度及び圧力などの環境情報も含まれる。ビークルダイナミクスコントローラ 111 より指令された駆動力を実現するために、エンジンの吸入空気量を変更すべくスロットルバルブの開度制御が実行される。スロットルバルブによりエンジンへ吸入される空気量が変更されると、この変更に合わせて燃料の噴射量及びエンジンの点火タイミングが合わせて変更され、エンジンの出力制御が実施される。エンジンの出力が増加することで、車輪を回転させるトルクが増加し、車両を加速することが出来る。

[0033] ビークルダイナミクスコントローラ 111 から駆動力を増加するように指令されると、ドライブユニットコントローラ 112 は、スロットルバルブを開方向に制御するよう指令を生成する。一方、ドライブユニットコントローラ 112 は、駆動力を減少させるように指令されると、スロットルバルブを閉方向に制御するか、点火時期をリタードさせるか、燃料噴射を停止するな

どの方法によりエンジンの出力を低下させる。さらに、駆動力を減少させる場合には、ビークルダイナミクスコントローラ 111 は、駆動力の減少を指示したり、ブレーキコントローラ 114 へ制動力の増加を指示したりする。

[0034] 大きな制動力が必要ではなく、駆動力を減少させることで速度を変更することが可能である場合には、ドライブユニットコントローラ 112 は、燃料噴射を停止することにより駆動力を減少させ、エンジンを機関ブレーキとして作用させることで、燃料消費の無い経済的な走行を実現出来る。

[0035] 一方、車両がエンジンでは無く、バッテリーとモータを搭載する電動車両である場合には、バッテリー、インバータ及びモータの状態を検出する種々のセンサからの情報に基づいて、制御が実施される。このような情報は、例えば、モータの回転速度、自車の走行速度、バッテリーの発生電圧や残容量、インバータの温度、モータの温度、インバータやモータを流れる電流の大きさ及びその他の車両情報が含まれる。ビークルダイナミクスコントローラ 111 より指令された駆動力を実現するためにモータの発生トルクや回転数を変更すべく、インバータの周波数制御や電圧制御が実行される。エンジンを搭載する車両と同様に、モータの出力が増加することで、車輪を回転させるトルクが増加し、車両を加速することが出来る。また、エンジンとモータの両方が車輪の回転力を発生させて車両を加速するようにしても良い。

[0036] 車両がモータにより走行する場合には、ビークルダイナミクスコントローラ 111 より駆動力を増加させるように指令されると、ドライブユニットコントローラ 112 は、インバータの出力電圧を増加させ、モータの回転速度の増加に合わせて電源周波数を増加させる。一方で、駆動力を減少させるように指令されると、ドライブユニットコントローラ 112 は、インバータの出力電圧を低下させたり、電圧の印加を停止したりすることでモータの出力を低下させる。さらに、駆動力を減少させるような場合には、制動力の増加に合わせてモータを発電機として作用させ、電力を回生することで発電時に生じる負荷をブレーキとして利用することも出来る。発電した電力をバッテリーに回収することで、経済的な走行が可能となる。

- [0037] すなわち、車両がエンジンを搭載する場合には、燃料噴射を停止した機関ブレーキを使用し、車両がモータとバッテリーを搭載する場合には、回生ブレーキを使用することで、車両の慣性力を活用した経済的な走行が可能となる。
- [0038] ステアリングコントローラ 113 は、例えば、自車の速度、車両の前後や旋回方向の加速度やヨーレート及びその他の車両情報に基づいて、ビークルダイナミクスコントローラ 111 の指令した操舵角度を実現するために、図示しないステアリングモータを駆動制御する。電動パワーステアリング装置は、例えば、舵角センサによって車輪の舵角を検出し、検出された舵角が所望の値となるように、それに備え付けられたモータを駆動する。
- [0039] ブレーキコントローラ 114 は、例えば、ビークルダイナミクスコントローラ 111 の指令した制動力を実現するために、図示しないマスターシリンダを制御する。制動力の増加指令を受信すると、ブレーキコントローラ 114 は、ブレーキパッド（図示せず）の押し付け力を増加させるために、マスターシリンダ（図示せず）の油圧を増加させる。ブレーキパッドの押し付け圧力が増え、車両タイヤの回転力を熱に変換する摩擦ブレーキ力が大きくなるので、車両の運動エネルギーが熱として消費され、自車の減速が行われる。
- [0040] これらの走行制御装置 100、ビークルダイナミクスコントローラ 111、ドライブユニットコントローラ 112、ステアリングコントローラ 113、ブレーキコントローラ 114 などは、例えば、演算を実行する CPU（Central Processing Unit）と、演算のためのプログラムを記録した二次記憶装置としての ROM（Read Only Memory）と、演算経過の保存や一時的な制御変数を保存する一次記憶装置としての RAM（Random Access Memory）を適宜組み合わせて成るマイクロコンピュータにより実現することができる。ROM 及び RAM には半導体を用いたメモリを使うことが好適であるが、ROM に関しては光ディスクや磁気ディスクなどの記憶媒体を用いることも出来る。

[0041] なお、これらのコントロールユニットを構成するマイクロコンピュータは、制御処理を終了して電源を遮断したり、低消費電力状態で主たる演算を実施しない休止状態となったりする際に、ハードディスクや書き込み可能なフラッシュメモリに演算結果、学習結果及びイベントレコードなどを保存し、次の起動時にこの保存結果を再利用するように構成されても良い。

[0042] 以上説明したように、上述した第1実施形態によれば、先行車特徴量抽出部101は、外界認識部120、自車情報認識部130、通信部140及び情報記憶部150より送信される情報に基づいて、先行車の動的及び静的な特徴量を抽出し、先行車分類部102は、先行車特徴量抽出部101より得た先行車の特徴量に基づいて先行車を分類し、走行計画部103は、先行車分類部102の分類結果に基づいて、先行車へ追従する際の車間距離若しくは車間時間を補正するか、隣接車線への車線変更を提案する。

[0043] これにより、先行車の特徴が自車の追従走行にどのように影響を及ぼすのを見通し良く整理し、自車が追従を行う先行車に対して、良好な視界を確保するために車間距離を拡大すべきであるか、自車の消費エネルギーが余計に増大することを回避するために車間時間を拡大すべきであるか、若しくは車線変更が適当であるかを的確に判定することが出来る。このため、自車周辺の視界を確保することによる安全性能向上と、自車にとってエネルギー消費の小さな走行との両立を図ることが出来る。

[0044] 以下、外界認識部120を通じて取得した情報に基づいて、先行車特徴量抽出部101が先行車の特徴量を抽出する方法について具体的に説明する。

[0045] 図2は、図1の走行制御装置に適用可能な先行車の検出方法の一例を示す図である。なお、図2では、図1の外界認識部120を介して自車の前方の画像情報を取得することにより、先行車の動的な特徴量を抽出する例を示した。

[0046] 図2(a)に示すように、外界認識部120は、ある時刻において、自車前方の道路と自車の走行する道路上で自車に先行する先行車の画像201と白線の画像202、203を含む画像情報200を取得する。なお、実際に

は、道路を走行する他の車両や自転車の走行する経路の隣接車線、道路沿い及びその遠景に存在する障害物などの様々な画像が取得されるが、本実施形態の説明に関係が無いので省略した。このような障害物及び他の車両が認識されていても構わない。

[0047] 先行車特徴量抽出部 101 は、図 2 (b) に示すように、外界認識部 120 から取得した画像情報 200 と、自転車情報認識部 130 から取得した自転車情報に基づいて、画像情報 200 に含まれる諸量の識別結果 210 を生成する。この時、識別結果 210 は、先行車の識別結果である矩形 211 と、自転車の走行経路を区分する白線の識別結果である実線 212、213 とを含む。識別結果 210 は、自転車の進行方向に延長した自転車の中心位置を示す破線 214 を含むことができる。

[0048] 次に、図 2 (c) に示すように、外界認識部 120 は、画像情報 200 の取得時刻から所定時間経過後において、自転車前方の先行車 201A の画像を含む画像情報 220 を取得する。

[0049] 先行車特徴量抽出部 101 は、図 2 (d) に示すように、外界認識部 120 から取得した画像情報 220 と、自転車情報認識部 130 から取得した自転車情報に基づいて、画像情報 220 に含まれる諸量の識別結果 230 を生成する。この時、識別結果 230 は、先行車 201A の識別結果である矩形 211A と、自転車の進行方向に延長した自転車の中心位置を示す破線 214A などを含む。

[0050] 上記の所定時間は、例えば、20ms や 100ms という値であり、1ms や 1000ms の間で設定されるのが好適である。極端に短い周期での計測は、装置の高い処理能力が必要となり、コスト増加を招く。一方、長い周期での計測は、先行車の速度のリアルタイム性が失われ、先行車の急制動に対応することが困難となる。

[0051] 自転車及び先行車が走行中は、常にその走行状態が変化するため、外界認識部 120 を通じて得られる画像情報が変化する。先に述べたように、先行車の識別結果である矩形 211 により、自転車と先行車の相対的な位置、すなわ

ち車間距離を取得出来る。この車間距離を、図2（a）の画像情報200の取得時刻と、図2（c）の画像情報220の取得時刻とで算出し、それぞれの車間距離の変化と取得した時刻の差により先行車との相対的な速度を取得することが出来る。さらに、自転車情報認識部130により得られた自転車の速度を加味することにより、先行車の走行速度を取得することが出来る。このような計算を繰り返し行うことで、先行車の速度の変化を先行車の車長方向の加速度として取得する。

[0052] また、車間距離の計測結果には、多少の誤差が含まれていることを考慮し、求めた速度にはフィルタ処理を施すようにしてもよい。例えば、1Hz～10Hz以下の透過成分のみを採用するローパスフィルタを設けるようにしてもよい。このフィルタ処理により、車間距離の計測誤差により過剰に加速度を大きく、又は小さく評価したり、先行車が一定速度で走行しているにも関わらず、絶えず加減速を行っているかのように誤って認識したりするのを防止できる。以上の処理により、先行車特徴量抽出部101は、先行車の車長方向の速度及び加速度を先行車の動的特徴量として取得する。

[0053] また、先行車特徴量抽出部101は、図2（b）の自転車の中心線の延長である破線214と、先行車の識別結果である矩形211の中心とについて水平方向のずれ量215を取得し、図2（d）の自転車の中心線の延長である破線214Aと、所定時間後の先行車の識別結果である矩形211Aの中心とについて所定時間後の水平方向のずれ量215Aを取得することで、先行車の車幅方向の移動速度及び加速度を取得することが出来る。以上の処理により、先行車特徴量取得部101は、先行車の車幅方向の移動速度及び加速度を先行車の動的特徴量として取得する。

[0054] なお、破線214を自転車の中心線として先行車の車幅方向の移動速度を求める例を示したが、実線212、213により決定される車線の中心を基準としてもよい。例えば、実線212、213を略平行な車線の区分線とし、その区分線の間接点の連続線を中心線とすることが出来る。これにより、自転車の状態に関係無く、先行車の車幅方向の移動速度を計算することが出来る。

。

- [0055] 一方、自車の中心線の延長、すなわち、破線 2 1 4 を用いると、実線 2 1 2、2 1 3 を認識出来なくても、先行車の車幅方向の移動速度を計算することが出来る。これらの方法を状況により使い分けても構わない。これらの方法を切り替える際には、リセット処理を施すようにしてもよい。これにより、先行車の車幅方向の速度を過剰に大きく評価したり、小さく評価したりするのを防止することが出来る。
- [0056] 先行車の識別結果である矩形 2 1 1 の高さ方向及び車幅方向の長さを先行車の車高及び車幅に換算することが出来る。これらの情報により、矩形 2 1 1 を先行車の後方投影面積の近似値として取得することが出来る。
- [0057] 図 3 は、図 1 の走行制御装置に適用可能な先行車の検出方法のその他の例を示す図である。なお、図 3 では、図 1 の外界認識部 1 2 0 として、レーダ、ソナー又はレーザスキャナを用いることで、先行車の動的特徴量を抽出する例を示した。
- [0058] 図 3 (a) において、自車 3 0 1 は、外界認識部 1 2 0 としてレーザスキャナ 3 0 3 を備える。自車 3 0 1 が先行車 3 0 2 へ追従走行する場合、レーザスキャナ 3 0 3 からレーザ 3 0 4 が前方へ向けて発振される。レーザ 3 0 4 は、発振毎に角度を変えて照射され、自車 3 0 1 の前方を中心に走査される。
- [0059] レーザスキャナ 3 0 3 は、先行車 3 0 2 の後部に照射されたレーザ 3 0 4 の反射光の検出結果に基づいて、図 3 (b) に示すように、先行車 3 0 2 を点群情報 3 0 5 として識別する。レーザスキャナ 3 0 3 は、このようなレーザ 3 0 4 の走査による検出を所定時間後に再び実施することで、先行車 3 0 2 を点群情報 3 0 5 A として識別する。
- [0060] 先行車特徴量抽出部 1 0 1 は、点群情報 3 0 5、3 0 5 A を重畳させることで重畳情報 3 1 0 を生成する。そして、先行車特徴量抽出部 1 0 1 は、点群情報 3 0 5、3 0 5 A 及び自車 3 0 1 について自車情報認識部 1 3 0 より取得した自車 3 0 1 の速度に基づいて、先行車 3 0 2 の車長方向の移動量 3

07及び車幅方向の移動量308を取得する。これらの移動量307、308を時間方向に微分することで、先行車302の車長方向及び車幅方向の速度及び加速度を取得出来る。

[0061] また、点群情報305の検出範囲306と、先行車302までの車間距離とに基づいて、先行車302の車幅を取得出来る。図3の例では、自車301の車幅方向にレーザを走査する過程を説明したが、自車301の高さ方向にも走査したり、レーザスキャナ303を高さ方向に複数設置したりすることで、点群情報の検出結果から先行車302の高さを取得出来る。

[0062] 上記のように求めた先行車301の車長方向及び車幅方向の速度及び加速度は、先行車301の走行状態及び先行車301を運転するドライバや制御装置の特性に関係の深い特徴量である。先行車特徴量抽出部101は、先行車301の車長方向及び車幅方向の速度及び加速度を先行車301の動的特徴量として取得し、先行車201の車幅、高さ及び後方投影面積を先行車301の静的特徴量として取得する。

[0063] 以下、先行車特徴量抽出部101を通じて取得した先行車の動的特徴量及び静的特徴量に基づいて、先行車分類部102が先行車を分類する方法及び走行計画部103が走行計画を作成する方法について具体的に説明する。

[0064] 図4は、第1実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。なお、図4では、先行車を分類するために、先行車の動的特徴量として車長方向の加速度、先行車の静的特徴量として車高と車幅を用いた例を示した。

[0065] 図4において、図1の先行車分類部102は、動的特徴量として先行車の加速度を取得して絶対値をとり、所定の閾値と比較する。そして、先行車の加速度の絶対値が閾値を超えているかどうかに基づいて、例えば、先行車を大小に分類する。所定の閾値は、自車が加減速制御を実施する際の加速度を元に設定し、例えば、0.08Gや0.1Gや0.12Gという値に設定する。この閾値よりも大きな加速度で加減速を行う先行車は、動的特徴量とした車長方向の加速度が大であると判断する。

- [0066] 一方、先行車分類部 102 は、静的特徴量として先行車の車幅と車高を取得し、所定値と比較する。例えば、車幅の所定値として 1.9 m や 2.5 m、車高の所定値として 2.1 m や 2.5 m に設定する。車幅と車高のいずれかの値が所定値を上回る場合には、先行車を大型車に分類し、いずれの値も所定値を下回る場合には、先行車を小型車に分類する。
- [0067] 走行計画部 103 は、これら 2 通りの分類を組み合わせた 4 つ分類結果から走行計画を決定する。例えば、通常の追従制御の継続、若しくは、エネルギー志向補正を施した車間距離を目標とする追従走行、若しくは、安全志向補正を施した車間距離を目標とする追従走行、あるいは、隣接車線への車線変更が計画される。エネルギー志向補正は、省エネルギー性を志向した車間距離の補正である。安全志向補正は、自車の前方視界の確保を志向した車間距離の補正である。
- [0068] エネルギー志向補正において、自車の省エネルギー性を高めるためには、自車の車速変動を抑制することが効果的である。自車は、その走行速度を高める、すなわち加速するためには、駆動力源の出力を増加させる必要がある。駆動力源の出力の増加は、燃料消費量の増加又は消費電力量の増加を招く。
- [0069] 一方、自車が走行速度を下げる、すなわち減速するためには、獲得した運動エネルギーを消費する必要がある。加えて、加減速を伴わずに一定速度で走行する場合にも、路面と車輪との転がり抵抗及び車両の空気抵抗、さらには、勾配を登るなどの場合には重力について斜面の接線方向分力が、走行抵抗として作用するため、駆動力源の出力をゼロにすることは出来ない。理想的には、自車の走行に必要最低限の加速を行うことで運動エネルギーを獲得し、獲得した運動エネルギーを可能な限り自車の前進に使用することが省エネルギー性を志向した走行となる。
- [0070] 自車の速度変更は、図 1 の走行実行ユニット 110 に存在する時間遅れの下に実現される。例えば、エンジン又はモータの出力が増加し、駆動力が増加して車両が前進するまでの遅れ及びブレーキ油圧が上昇し、ブレーキパッドが押し付けられるまでの遅れなどが存在する。このため、自車の速度を変

更するためにはある程度時間的な余裕が必要であり、このような指標には、自車と先行車との車間距離を自車の走行速度で除した車間時間を基準とした尺度により評価を行うことが好適である。

[0071] 自車が先行車に追従走行する場合には、できる限り先行車の加減速による速度変動が増幅されずに自車へ伝播されるように先行車との車間時間を拡大することで、自車のエネルギー消費にとって好ましく無い走行特性を先行車が示す場合であっても、その影響が自車に及ぶのを軽減出来る。エネルギー志向補正が選択された場合、車間時間を増加させるよう自車の走行速度に応じて車間距離を修正することで、加減速を繰り返すことによるエネルギー消費の増加を抑制出来る。

[0072] 例えば、車間時間が2秒となるように基本車間距離が設定されている場合に、この基本車間距離に、例えば、0.2秒、0.5秒又は1秒という車間時間を加算することで、目標となる車間時間を増加させる。この値は、0.1秒から2秒の間の値が好適である。また、所定値だけ増加させる方法の他、車間時間2秒に1.05や1.1、1.4という所定値を乗ずるよう補正を行って構わない。この所定値は、1.01倍から2.0倍の間の倍率を好適に用いることが出来る。車間時間と車間距離の関係は、以下の数式1で与えることができ、自車の走行速度から目標車間距離を算出可能である。

[0073] (数1) $L = v \cdot THW$

[0074] ただし、 L は車間距離、 v は自車速度、 THW は車間時間である。

[0075] なお、数式1では、自車速度 v が0の時に車間距離 L も0となる。このため、自車速度 v が0となった時の停車時車間距離として、以下の数式2のように安全マージン L_0 を設定する。

[0076] (数2) $L = v \cdot THW + L_0$

[0077] 図5は、図1の走行制御装置で実行される安全志向補正の一例を示す図である。なお、図5では、図1の外界認識部120としてステレオカメラを用いて安全志向補正を実施する例を示した。

図5(a)において、外界認識部120であるステレオカメラは、自車5

00のフロントガラスの上部に設置されているものとする。ステレオカメラの光軸中心を示す破線502を中心として高さ方向に対しては、画角506で決まる実線503、503Aとで囲まれる領域が検出範囲となる。

[0078] そして、自車500は、大型の先行車501に追従するものとする。この時、外界認識部120としたステレオカメラの撮像素子へ投影される像は、先行車501の後部により隠蔽される。このため、先行車501の前方の領域504に存在する対象を検出出来なくなる。自車500は、先行車501に追従しつつ、例えば、検出対象とする信号機505を検出範囲へ含めるために、先行車501との間の車間距離を補正する。

[0079] 図5(b)に示すように、外界認識部120としたステレオカメラの撮像素子の位置を点Oとした場合、その光軸中心上に先行車501の後端部として点D及び信号機505の存在地点である点Bを取り、先行車501の後端部の最大高さとなる点C及び信号機505の灯火の存在する位置として点Aを取るものとする。

[0080] この場合、三角形OABと三角形OCDが相似形である場合には、信号機505の灯火を確認出来ない。一方、 $\angle AOB > \angle COD$ である限りは、自車500は、信号機505の灯火を確認出来る。すなわち、 $\angle AOB$ が光軸中心502と実線503の成す角以上となると、信号機505の灯火を確認することが出来なくなる。従って、信号機505の灯火を確認出来る $\angle AOB$ は、光軸中心502と実線503のなす角、すなわち画角506の2分の1を θ とすると、 $\theta > \angle AOB > \angle COD$ という条件を満たす必要がある。

[0081] 信号機505の灯火を確認出来るようにするには、この条件を満たすように目標となる車間距離、すなわち線分ODの長さを求めればよい。信号機505の灯火を確認したい位置（線分OB）と信号機505の灯火点の存在する高さを h_s 、自車500のステレオカメラの撮像素子の地上高を h_o 、先行車501の車高を h_p とすると、 $\theta > \angle AOB > \angle COD$ という条件は、以下の数式3で与えることができる。ただし、 L_A は線分ABの長さ、 L_B は線分OBの長さ、 L_C は線分CDの長さ、 L_D は線分ODの長さである。

[0082] (数3) $\tan(\theta) > \tan(L_A/L_B) > \tan(L_C/L_D)$

[0083] 数式3から、線分ODの長さは、以下の数式4で与えることができる。

[0084] (数4) $L_D > L_B \cdot (h_s - h_c) / (h_p - h_c)$

[0085] 数式4の右辺は、信号機505の灯火を確認したい位置に、信号機505の灯火点の存在する高さから光軸中心線の高さを減じた値と、先行車501の車高から光軸中心線の高さを減じた値との比を乗じたものである。従って、信号機505の灯火を確認したい位置によって、安全志向補正によって設定される車間距離が変化する。この時、信号機505に対して常に自車位置を計算し、線分OBに相当する距離を変化させると、信号機505から離れるに従って、安全志向補正により補正される車間距離が長くなる。

[0086] このため、信号機505と自車位置との関係を常に更新しながら、信号機505の灯火が常に確認出来るように安全志向補正を実施することは好適ではなく、信号機505の灯火を確認したい位置を信号機毎に決定し、交差点を通過するまでは、その位置を固定するなどの方法が好適である。このような位置の決定方法では、外界認識部120として用いる撮像素子の検出距離や、自車の走行する経路の制限速度から所定の加速度で減速した場合に停止線で停車出来る距離などを算出して用いるのが好適である。このようにして求めた車間距離と追従走行時の基本車間距離のうちより長い距離を目標車間距離として設定することで、安全志向補正を行うことが出来る。

[0087] 図6は、図4の走行計画に応じた自車の速度と先行車との間の距離の関係の一例を示す図である。

図6(a)において、基本車間距離 L_f は、自車速度 v に比例する。基本車間距離 L_f を長くする場合、自車速度 v に対する傾きを大きくし、基本車間距離 L_f を短くする場合、自車速度 v に対する傾きを小さくする。

[0088] 安全志向補正による車間距離 L_s は、図6(b)に示すように、自車速度 v が所定値以下の範囲では、自車速度 v に寄らず、信号の灯火を確認したい位置により幾何学的に決定された距離との比較により補正される。一方、エネルギー志向補正による車間距離 L_e は、図6(c)に示すように、基本車間距離

L_f に対して所定の割合や幅で増大するように補正される。

[0089] なお、上述した安全志向補正では、図5(a)の自車500、先行車501及び信号機505が同一の標高に存在し、路面に対して平行に光軸中心が存在する場合を例に説明したが、これらの標高差や自車の車長方向の仰角、すなわち光軸中心と路面との角度のずれに応じて補正を施すことがより好適である。例えば、角度の上限 θ は、自車500に取り付けられた外界認識部120としたステレオカメラが仰角0で取り付けられた場合、すなわち路面と水平に光軸中心が存在する場合に画角506の2分の1であるが、例えば外界認識部120が上向きに設置されれば θ は画角506の2分の1より大きな値となる量に仰角を加算し、下向きに設置されれば θ は画角506の2分の1から仰角を減じた値となる。

[0090] 信号機505は、必ずしも同じ高さに存在するわけではなく、道路上から観測出来る位置も信号により様々である。信号機505の高さ及び位置を図1の情報記憶部150に予め記憶させ、自車情報認識部130により取得したGPSの測位情報から自車位置を取得し、自車位置に基づいて自車500の進路上の信号機505の高さ及び位置の情報を得ることで、走行計画部103は、外界認識部120によって信号機505が検出される前から安全志向補正による車間距離の修正を行うことが出来る。信号機505の高さ及び位置を予め取得する場合、通信部140により自車500の走行予定経路にある信号機情報を取得してもよいし、外界認識部120により信号機が検出された際にその信号機の信号機情報を情報記憶部150に記憶してもよい。この時、最新の500件又は1000件、あるいはそれ以上の信号機情報を情報記憶部150に保持し、古くなった信号機情報は削除するようにしてもよい。

[0091] 外界認識部120により検出された信号機の信号機情報を情報記憶部150に記憶する手法は、ある地点においては信号機が始めて観測されるまでは道路構造令などで定める最小の高さ（例えば5m）とし、信号機が観測されて信号機情報の蓄積がある場合には、正しい高さを採用する運用が好適であ

る。これにより、自車が通常使用する経路、例えば通勤路や主たる使用の拠点の周辺については、正しい信号機情報が使用され、それ以外の場所でも仮の値が設定されることから、安全志向補正を実施することが可能となる。

[0092] なお、この場合、信号機情報を記憶する件数は、500件又は1000件程度が適当である。それ以上の件数であれば、必要な記憶領域が拡大し、コストの増加を招く。これ以下の件数では、正しい信号機情報が記憶される信号機が限られ、正確な信号機高さに基づいた安全志向補正が行われる機会が減少する。

[0093] また、先行車が停車し、続いて自車も停車する場合には、必ずしも上記のように求めた検出対象が認識範囲に含まれるように自車が停車する必要は無く、停車の直前などの低車速域では、車間距離の補正を実施しないことが好適である。これにより、停車時に先行車501から自車500の車長よりも大きな距離を開けて停車するような挙動となることを抑制出来、このような大きな車間を開けて自車500が停車するという違和感を解消出来る。この時、自車情報認識部130より得られる自車速度に閾値を設ける方法が好適である。

[0094] 例えば、信号が赤色灯火となったことで、先行車が停車し、自車が続いて停車をして信号の灯火が確認出来ない場合に、先行車が発進した場合は信号の灯火が確認出来るまで自車は停車を継続することや、停止線に到達するまでは先行車に追従しつつ、車間距離が拡大するように発進することが好適である。例えば、安全志向補正により求めた補正量だけ車間距離が増加するまでを上限として車間距離の拡大を許可するなどの運用が出来る。信号の灯火が確認出来るまで自車が停車を継続することで先行車が誤って発進した場合に、先行車が急ブレーキなどで停車をしても追突を回避出来、安全性を高めることが出来る。一方、先行車に続いて車間距離を拡大しながら自車が発進する場合には、自車の後続車のドライバの違和感の低減が期待される。

[0095] これらの方式を交差点や停止線までの距離に基づいて切り替えてもよい。すなわち、停止線までに距離がある場合には、自車が先行車に続いて発進し

ても、停止線へ到着するまでに信号が切り替わる虞があり、この信号の切り替わりを検出できるようにするために可及的速やかに信号の灯火を確認出来た方が良い。一方、停止線まで距離が無い場合には、比較的信号の切り替わり初期に停止線まで到達出来ると考えられるため、先行車に続いて自車が加速を始めた方が交通の流れを妨げることなく発進出来る。

[0096] 以上のようにして、エネルギー志向補正及び安全志向補正による車間距離が設定される。そして、図4において、先行車の静的特徴量から小型車が選択され、先行車の動的特徴量から車長方向の加速度が小と選択されたとする。この場合、図1の走行計画部103は、自車が先行車に追従走行する場合の車間距離を通常の追従制御に従って決定する。一方、先行車の静的特徴量から小型車と選択され、先行車の動的特徴量から車長方向の加速度が大と選択されたとする。この場合、走行計画部103は、先行車の走行方法が自車のエネルギー消費の観点から好ましく無いと判断し、エネルギー志向補正を選択する。

[0097] さらに、先行車の静的特徴量から大型車が選択され、先行車の動的特徴量から加速度が小と選択されたとする。この場合、走行計画部103は、安全志向補正を選択する。一方、先行車の静的特徴量から大型車が選択され、先行車の動的特徴量から加速度が大と選択されたとする。この場合、走行計画部103は、安全志向補正とエネルギー志向補正の両方を選択する。この場合、基本車間距離について、エネルギー志向補正を実施し、その結果得られた目標車間距離と、安全志向補正による車間距離を比較する。これにより、前方視界を確保しながら、自車のエネルギー消費の増大を抑制した走行が可能となる。このような補正を逆に実施し、安全志向補正により車間距離が増加した状態でエネルギー志向補正を加えると、車間距離を無用に延長することとなり好適では無い。

[0098] 以下、上述した第1実施形態に対する変形例について説明する。以上説明した第1実施形態と重複する部分についての説明は省略する。

[0099] 図7は、第2実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果

に基づく走行計画の一例を示す図である。なお、図 7 では、車線変更の選択が可能な場合を図 4 の走行計画に追加した例を示した。

[0100] 図 7 において、先行車の静的特徴量から大型車が選択され、先行車の動的特徴量から加速度が大と選択されたとする。この場合、走行計画部 103 は、自車の走行車線に隣接する隣接車線を走行中の後続車の走行状態に基づいて、隣接車線への車線変更が可能かどうかを判断する。そして、走行計画部 103 は、隣接車線への車線変更が可能ならば、車線変更を選択し、隣接車線への車線変更が不可能ならば、全志向補正とエネルギー志向補正の両方を選択する。

[0101] 先行車の静的特徴量から大型車が選択され、先行車の動的特徴量から加速度が大と選択される場合には、先行車が貨物車両であれば空荷の状態、先行車が乗り合い自動車であれば乗客がいまいと考えられる。すなわち、先行車の車重が軽いことで、通常よりも制動距離が短くなり、加減速が容易であると考えられる。

[0102] 隣接車線への車線変更が可能かどうかを判断するために、図 1 の外界認識部 120 として、レーダ又は撮像装置を複数設け、自車の前方のみならず、側方、後側方及び後方の車両を検出できるようにする必要がある。

[0103] 図 8 は、第 2 実施形態に係る走行制御装置で実行される車線変更の可否の判断方法の一例を示す図である。なお、図 8 では、図 1 の外界認識部 120 として、レーダ、ソナー又はレーザスキャナを用いることで、車線変更が可能かどうかを判断する例を示した。

[0104] 図 8 において、同一方向に走行可能な 2 つの車線 808、809 のうち自車 801 及び先行車 806 が車線 808 上を走行し、後続車 807 が車線 809 上を走行しているものとする。

[0105] 自車 801 は、外界認識部 120 として、自車 801 の主に前方を探索するレーダ 802 と、自車 801 の側方を探索可能なレーダ 803、804 と、自車 801 の後側方を探索可能レーダ 805 とを備える。

[0106] 自車 801 に先行する先行車 806 は、レーダ 802 による検出結果に基

づいて、静的特徴量として種別が大型車と判断され、動的特徴量として加速度が大と判断されたものとする。この時、自車８０１は、自車８０１が走行する車線８０８と、車線８０８に隣接する車線８０９を認識しているものとする。この場合、自車８０１は、レーダ８０３、８０４、８０５のいずれかにより、自車８０１の周辺の車両の位置や速度を取得する。例えば、自車８０１は、レーダ８０３、８０４、８０５のいずれかにより、車線８０９の後方から自車８０１に接近する後続車８０７の位置及び速度を取得する。

[0107] この時、走行計画部１０３は、以下のステップにより車線変更の可否を判断する。

（１）．走行車線上の他の車両（例えば、先行車８０６及び後続車８０７）の情報をレーダ８０２、８０３、８０４、８０５などにより検出するステップ

（２）．自車８０１が車線変更せずに、車線８０８を走行し続ける経路の計画を作成するステップ

（３）．自車８０１が車線変更を行い、車線８０９を走行する経路の計画を作成するステップ

（４）．（１）の処理で検出した他の車両の情報から、それぞれの車両について、自車８０１が車線変更を完了するまでの間に変化すると想定される進路及び速度を計算するステップ

（５）．（２）、（３）及び（４）の処理を元に、自車８０１が安全に車線変更を完了出来るかを判定するステップ

（６）．（５）の判定結果により車線変更の可否を判断するステップ

[0108] （１）の処理では、レーダ８０２、８０３、８０４、８０５により、他の車両と自車の相対的な位置及び走行速度あるいは加速度を取得する。

[0109] （２）の処理では、自車８０１が引き続き同一車線８０８を走行する経路を、自車８０１が車線変更を完了する時刻あるいはそれ以後の時刻に亘って計画する。例えば、自車８０１は引き続きこれまでと同じ速度で走行を続けるとして、車線変更を完了する数秒、すなわち５秒間や８秒間、１０秒間、

あるいは20秒間について、現在の位置からの移動距離及び速度を計算する。

[0110] (3)の処理では、(2)の処理と同様に、車線変更を完了する数秒間について、自車の位置及び速度を計算する。

[0111] (4)の処理では、例えば、図8の先行車806及び後続車807が等速度あるいは等加速度で走行した場合に想定される位置及び速度を、自車801が車線変更を完了するまでの数秒間に亘って計算する。

[0112] (5)の処理では、(2)、(3)及び(4)の処理結果から、自車801が車線変更を完了する数秒間について検出された他の車両と自車801との相対速度及び衝突余裕時間又は衝突余裕度を計算し、いずれの計算値も所定値を下回る、あるいは上回ることの無いことを条件に、自車801が安全に車線変更出来るかを判断する。

[0113] (6)の処理では、(5)にて安全に車線変更出来ることが確認された場合には、(3)の処理にて計画した経路を自車801が走行する制御を実施でき、(5)の処理にて安全に車線変更が出来ないと判断された場合には、(2)の処理にて計画した経路を自車801が走行する制御を実施できるように走行計画部103での処理を実行する。

[0114] すなわち、走行計画部103は、外界認識部120の情報に基づいて周辺車両の速度及び自車との相対的な位置、あるいは絶対位置を取得し、自車の車線変更が可能であるのかの判断並びに走行経路の計画を生成する。

[0115] (5)の処理において、衝突余裕時間 TTC は、 d_x を車間距離、 V_f を後続車速度、 V_o を自車速度とすると、以下の数式5で与えることができる。

[0116] (数5) $TTC = d_x / (V_f - V_o)$

[0117] 衝突余裕時間 TTC が小さい程、自車801の衝突の危険が迫っていると考えられる。従って、衝突余裕時間 TTC が所定値を下回る場合には、車線変更は安全では無いと考えられる。例えば、衝突余裕時間 TTC が10秒を下回る場合又は15秒を下回る場合、あるいは車線変更を完了すると想定した秒数を下回る場合などでは、車線変更は安全では無いと考えられるため、

これらの値を車線変更が安全では無いと判断する所定値として設定出来る。

[0118] また、(5)の処理において、衝突余裕度MTCは、 α を加速度とすると、以下の数式6で与えることができる。

[0119] (数6) $MTC = (-d_x - V_e^2 / (2\alpha)) / - (V_f^2 / (2\alpha))$

[0120] 衝突余裕度MTCが小さい程、自車801の衝突の危険が迫っていると判断出来る。例えば、衝突余裕度MTCが1未満となる場合には、車線変更は安全で無いと判断出来る。

あるいは、後続車807が自車801よりも高速で走行しており、相対速度が大きくなるほど、衝突の危険が迫っていると判断でき、このような場合に衝突余裕度MTCが所定値を下回るとき、車線変更が安全では無いと判断する。

[0121] このような判断を行うことで、自車801が自動的に加減速する機能に加えて、自動的に車線変更を行う機能を有する場合には、先行車806の動的特徴量と静的特徴量に基づいて、自車を車線変更させた方が良いと判断し、かつ安全に車線変更を行うことが出来ると判断した場合に、自車を車線変更するように計画する。

[0122] 先行車が大型な車両であるほど、ドライバは、車間距離を取りたい動機が強くなる習性があることが知られている。また、ドライバは、重量のある大型車両の加減速が緩慢であると経験的に知覚していることから、そのような状態から逸脱した大型かつ加速度の大きな先行車へ自車が追従走行することを避けたいと感じる。従って、車線変更により積極的に追従対象を変更可能とすることで、ドライバの心理的負担の少ない追従走行を提供出来る。

[0123] 以上説明したように、上述した第2実施形態によれば、先行車分類部102は、先行車の動的特徴量と静的特徴量に基づいて先行車を分類し、走行計画部103は、先行車が発進する際の加速度が自車の発進時の加速度よりも大であり、かつ、先行車の車高又は車幅が所定値よりも大である場合に、自車の走行車線に隣接する隣接車線への車線変更を選択出来る。これにより、ドライバの心理的負担の要因となる加減速の激しい大型車を積極的に自車の

追従対象から除外出来、ドライバの心理的負担の増加を抑制することが出来る。一方、そのようなドライバの心理的負担の増加の虞の無い先行車については、その先行車に追従した走行を継続出来る。

[0124] なお、動的特徴量として加速度が大と判定する際には、静的特徴量による分類結果から大型車が選択された場合に、自車の特性に基づく加速度を基準とする閾値の他に、大型車である場合に判定に用いる閾値を用意してもよい。

[0125] 図9は、第3実施形態に係る走行制御装置で実行される先行車の分類方法を示すフローチャートである。

図9において、図1の先行車特徴量抽出部101は、先行車の静的特徴量を抽出し（S1）、先行車の動的特徴量を抽出する（S2）。

[0126] 次に、先行車分類部102は、静的特徴量に基づいて先行車を分類する（S3）。次に、先行車分類部102は、静的特徴量に基づいて動的特徴量の分類条件を選択し（S4）、動的特徴量に基づいて先行車を分類する（S5）。動的特徴量の分類条件は、例えば、動的特徴量の閾値である。動的特徴量の閾値は、静的特徴量に応じて設定することができる。次に、走行計画部103は、先行車の分類結果に基づいて自車の制御方針を決定する（S6）。

[0127] 図10は、第3実施形態に係る走行制御装置で用いられる動的特徴量の閾値の設定例を示す図である。

図10において、動的特徴量の分類条件として、静的特徴量の分類結果を元に複数の閾値の組み合わせを持たせることができる。この時、静的特徴量の分類結果に応じて動的特徴量の分類が3つ以上なされていてもよい。

[0128] 例えば、静的特徴量の分類結果として、小型車と大型車という分類がなされたものとする、小型車と大型車のそれぞれに対して、加速度大とする閾値、加速度中とする閾値及び加速度小とする閾値を設定することができる。

[0129] ここで、静的特徴量に基づく分類を動的特徴量に基づく分類の前に実施することにより、静的特徴量に応じて動的特徴量の分類条件を選択することが

できる。

[0130] 以下、先行車の動的特徴量として、車長方向の加速度に加え、車幅方向の加速度を取得する例について説明する。先行車の車長方向の加速度並びに車幅方向の加速度の軌跡を所定時間に亘って2次元平面上に描画したときに出来る形状の近似形状、例えば、近似矩形の対角線の長さ、アスペクト比又は近似円半径を先行車の動的特徴量として抽出し、先行車を分類する。

[0131] 図11は、第4実施形態に係る走行制御装置で実行される先行車の動的特徴量の検出方法の一例を示す図である。なお、図11では、車長方向の加速度をx軸に取り、車幅方向の加速度をy軸に取った例を示した。

[0132] 図11(a)では、自車の車長方向及び車幅方向の加速度分布を2次元平面上に描画した例を示す。なお、破線の矢印は、矢印の方向に新しい検出結果の点が追加されたことを示す。ここで、自車の走行特性が略円形に近似出来るようx軸及びy軸の刻み幅を変更する。例えば、x軸方向では、0.3G又は0.4Gを最大値、-0.3G又は-0.4Gを最小値としてスケールリングされ、y軸方向では、-0.2G~0.2G又は-0.4G~0.4Gの間にスケールリングされる。図11では、左側方向に発生する加速度が正となるように記載したが、左側方向に発生する加速度が負となるように記載してもよい。また、図11では、加速度を例にとったが、速度であっても同様に適用出来る。さらに、一方の軸が加速度であり、他方の軸が速度であってもよい。自車の走行特性に対して、先行車の走行特性がどうなっているか比較出来れば良い。

[0133] 例えば、図11(b)に示すように、車長方向の加速度分布が車幅方向の加速度分布に対して大きく、x軸方向に長い形に形状となる分布は、カーブへの侵入前や、先行車がさらに先の先行車に追いついた際に大きく減速を行うような運転傾向であるか、運転者が大きな加減速を発生させて運転することを好む傾向にあるにあると考えられる。従って、先行車の車速変動が大きくなり、追従走行時には、自車のエネルギー消費の観点から好ましく無い走行方法をとるか、視界の確保が困難となる先行車である可能性が高い。この時

、自車は、車線変更又はエネルギー志向補正を行うことで、安全性を確保し、エネルギー消費の増加を抑制可能な追従走行を実現可能である。

[0134] また、車幅方向の加速度分布が車長方向の加速度分布に対して大きく、 y 軸方向に長い形状となる分布は、ふらつきの大きな運転傾向、カーブで外側に膨らむ運転傾向、カーブの内側に切り込むような運転傾向又は右左折時に一度逆方向に車頭を振るような振る舞いの運転傾向にある。このような運転傾向の場合、例えば、運転の初心者であるか、事象をハンドル操作で避ける傾向にある運転者である可能性が高く、減速が必要なシーンでその減速が遅れるか、急ブレーキの発生頻度が高いと考えられる。大型車は走行車線に対して車幅が広いため、車間を取るように補正することで、自車の走行車線を認識しやすい状態とするか、走行上の動きとして捉える分解能を下げることで、自車が先行車の走行軌跡を追従する際のふらつきを低減出来る。

[0135] 一方、小型車は、走行車線に対して車幅が小さく、大型車のように車間を取っても車線内を移動するスペースが大きいと、より多くの車間距離をとる必要がある。車間距離を取るだけでは、小型車の車幅方向のふらつきに追従した時に自車もふらつく走行となる虞があるため、小型車で y 軸方向に長い分布を持つ先行車に追従する場合には、車幅方向の追従ゲインを下げることでふらつきを低減した走行が可能となる。

[0136] 先行車の車長方向及び車幅方向の加速度分布は、図 11 (b) の近似矩形 901 の対角線の長さ $(a_x^2 + a_y^2)^{1/2}$ 又はアスペクト比 $a_x : a_y$ で評価してもよいし、図 11 (c) の近似円 902 の半径 r で評価してもよい。図 11 (b) 又は図 11 (c) の先行車の車長方向及び車幅方向の加速度分布は、図 11 (a) の自車の車長方向及び車幅方向の加速度を基準として 2 次元平面に描画することが出来る。

[0137] 図 12 は、第 4 実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。

図 12 において、先行車の静的特徴量から大型車が選択され、先行車の加速度分布が x 軸方向（車長方向）に比べて y 軸方向（車幅方向）に長いと判

断されたものとする。この時、走行計画部 103 は、自車と先行車の車間を開く補正を選択する。

[0138] 先行車の静的特徴量から小型車が選択され、先行車の加速度分布が x 軸方向に比べて y 軸方向に長いと判断されたものとする。この時、走行計画部 103 は、y 軸方向（車幅方向）の追従ゲインを下げる補正を選択する。車幅方向の追従ゲインを下げることにより、追従走行における車幅方向の応答性を下げることができる。

[0139] 先行車の加速度分布が均等である場合、走行計画部 103 は、先行車が大型車及び小型車のいずれにおいても、通常の追従制御を選択する。

[0140] 先行車の加速度分布が y 軸方向に比べて x 軸方向に長いと判断されたものとする。この時、走行計画部 103 は、図 7 の先行車の動的特徴量の車幅方向の加速度が大である時と同様の補正を選択する。

[0141] 以上説明したように、上述した第 4 実施形態によれば、図 1 の先行車特徴量抽出部 101 は、車長方向の加速度と車幅方向の加速度を先行車の動的特徴量として抽出し、走行計画部 103 は、自車の車長方向及び車幅方向の加速度を基準とした加速度平面の形状において、先行車の車幅方向の加速度が車長方向の加速度に対して大きい場合であって、かつ、車幅が自車の車幅よりも小である場合に、追従走行における車幅方向の応答性を減少させる補正を行うことができる。

[0142] これにより、ふらつきの大きな先行車に追従する場合、先行車の静的特徴量を用いることで、先行車の車幅方向のふらつきが、自車への程度影響を及ぼすのかを判断し、先行車の静的特徴量に基づいて、車間を開くか、車幅方向の追従ゲインを下げるかを選択出来る。これにより、自車が先行車に追従する際のふらつきを抑制出来る。

[0143] 以下、先行車の静的特徴量として、先行車の車幅、車高及び後方投影面積以外の特徴量を用いる変形例を説明する。

[0144] ナンバープレートの色及び大きさは、先行車が大型車であるか小型車であるかを分類するのに使用出来る。例えば、日本国内では、車幅の小さな軽自

動車はナンバープレートが黄色地に黒文字であるか、黒地に黄色い文字である。一方、普通車以上の車両は、白地に緑文字であるか、緑地に白文字である。このように先行車の静的特徴量として、ナンバープレートの色を用いれば、自車が先行車へ接近して車高や車幅が取得困難な停車中や極低車速での走行状態にあっても、図1の先行車分類部102は、車両の大きさを分類出来る。このため、走行計画部103は、先行車分類部102の分類結果に基づいて、図4の走行計画を作成したり、図7の走行計画を作成したり、図12の走行計画を作成したり出来る。

[0145] また、先行車の静的特徴量として、先行車の駆動力源を用いるようにしてもよい。先行車の駆動力源の推定には、外界認識部120として、温度差を画像として認識可能な遠赤外線カメラを用いることができる。先行車が内燃機関を搭載している場合には、排気管及び触媒の温度が高温となる。このため、先行車を後方から赤外線カメラで撮影すると、撮像した画像には、特徴的な温度分布が現れる。一方、先行車が電動車両である場合には、内燃機関を搭載している先行車ほどに温度分布を生じないため、先行車が内燃機関を搭載している場合と温度分布が異なり、この違いを利用できる。

[0146] あるいは、先行車の駆動力源の推定には、外界認識部120として単眼カメラ又はステレオカメラなどの撮像装置を用いるようにしてもよい。この時、単眼カメラ又はステレオカメラなどにて、先行車の排気管の存在を確認することで、先行車が内燃機関を搭載しているかどうかを識別することが出来る。

[0147] 図13は、第5実施形態に係る走行制御装置で決定された先行車の分類結果に基づく走行計画の一例を示す図である。

図13において、図1の先行車分類部102は、動的特徴量及び静的特徴量F2に加え、静的特徴量F1に基づいて、先行車を分類する。動的特徴量及び静的特徴量F2は、図7の動的特徴量及び静的特徴量と同一である。静的特徴量F1は、先行車の駆動力源である。駆動力源は、内燃機関又は電動機である。

- [0148] 駆動力源が電動機の場合、図1の走行計画部103は、先行車の分類結果に応じて図7と同様の走行計画を作成することが出来る。
- [0149] 一方、駆動力源が内燃機関の場合において、先行車の静的特徴量として大型車、かつ、先行車の動的特徴量として車長方向の加速度が小に分類されたものとする。この時、走行計画部103は、隣接車線へ車線変更が不可能な場合には、目標車間距離を増加させ、先行車の排気ガスが大気中に拡散する物理的及び時間的な空間を取るよう補正を行う。一方、走行計画部103は、複数の車線を備える走行経路を自車が走行中である場合で、かつ隣接車線へ車線変更が可能な場合には、車線変更を選択する。
- [0150] これにより、内燃機関を搭載している大型車から排出された排気ガスが、自車の車室内に侵入するのを抑制出来でき、運転時の快適性が失われるのを抑制出来る。
- [0151] 以上説明したように、上述した第5実施形態によれば、先行車が内燃機関を搭載しており、かつ加減速が小さく発進に時間がかかるような場合には、自車の車室内に先行車の排ガスが侵入しないように車間を開くか、隣接車線へ車線変更することが出来、先行車の排ガスが自車の車室内に侵入して快適性が損なわれることを抑制出来る。
- [0152] 先行車の静的特徴量として、先行車が乗り合いバスであることを抽出するようにしてもよい。この時、先行車の後方に掲示される行き先の表示や、信号が認められず、かつバス停前で停車をしていることの検出結果などから先行車が乗り合いバスであることを先行車の静的特徴量として抽出することが出来る。
- [0153] バス停であることの識別は、図1の情報記憶部150に地図情報としてバス停の位置を記憶させ、自車位置と照合することで、例えば、バス停とした位置から周辺の50m又は25mという距離の範囲内に対象となる先行車が停車している場合には、バス停に対して乗り合いバスが停車していると判断する。あるいは、外界認識部120として撮像装置を用いる場合は、バス停の形状又は色などの特徴量を検出し、バス停を識別するようにしてもよい。

。

[0154] 先行車が乗り合いバスとして分類された場合には、自車の位置情報とバス停の位置情報とを比較し、バス停の付近では、先行車である乗り合いバスを追い越すように隣接車線への車線変更を計画することや、追い越しが出来ない場合には、安全志向補正と同様に、バス停の存在位置を信号機の灯火の位置、バス停の高さを経路の中心線からバス停までの鉛直方向の距離に読み変えとともに、先行車の高さを先行車の幅に読み替えることで、バス停へ向かう先行車との距離を取りながら近づくことが出来る。

[0155] これにより、バスの死角から歩行者が飛び出してきた時に、自車が急ブレーキをかけるようなシーンを避けることが出来、自車の乗り心地を向上させることが出来る。

[0156] 以下、先行車の動的特徴量として、先行車の車長方向の加速度及び車幅方向の加速度以外の特徴量を用いる変形例を説明する。

[0157] 図1の先行車特徴量抽出部101は、先行車の走行速度を抽出し、通信部140又は情報記憶部150を通じて先行車の走行経路の制限速度を取得する。そして、先行車特徴量抽出部101は、先行車の速度の取得結果と走行経路の制限速度を比較し、その差を先行車の動的特徴量として算出する。この時、先行車の走行経路の制限速度との差が負に大きな場合には、先行車は制限速度よりも低速で走行し、先行車の走行経路の制限速度との差が正に大きな場合には、制限速度を上回る速度で走行している。

[0158] 制限速度を超過するような速度で走行する場合には、そのような車両の周辺の車両は、そのような車両よりも低速で走行していると考えられる。従って、制限速度を超過するような速度で走行する車両は、低速な車両に追いついた場合には、減速を強いられる。すなわち、制限速度を超過するような速度で走行する車両は、加減速が激しい車両であり、エネルギー消費の観点から好ましく無い走行方法をとると考えることが出来る。特に、先行車が大型車である場合には、自車のドライバは、先行車の先の車両を認識することが難しい。このため、制限速度を超過するような速度で走行する車両が、低速な

車両に追いつき、車線変更を行う場合には、今までの先行車と速度の異なる低速な車両が、自車が新たに追従するターゲット車両となる。このため、このようなターゲット車両に対して急ブレーキがかからないように車間を取る方が好適である。

[0159] すなわち、先行車の動的特徴量として経路の制限速度と先行車の速度の差を取得し、先行車が制限速度を超えて走行する場合に、先行車が大型車である場合には車間距離を拡大方向に補正する。これにより、先行車が大型の車両であり、ドライバがその先を見通すことが難しい場合にあっては、車間距離を開くことで、今までの先行車が車線変更を行うなどして、それまでの先行車に代わって低速な先行車が自車の前に出現することになる場合においても、急ブレーキを避けつつ速度を落とすことが可能になり、乗り心地の悪化を抑制出来る。

[0160] 図1の先行車特徴量抽出部101は、先行車の動的特徴量として、先行車と、その先行車をさらに先行する車両との車間距離を抽出するようにしてもよい。先行車分類部102は、先行車と、その先行車をさらに先行する車両との車間距離と、自車が先行車と同じ速度で走行した際に設定される車間距離の目標値とを比較することにより、先行車を分類する。車間距離を詰めて走行する傾向にある先行車に追従して走行すると、先行車の車速変動が大きくなりがちであり、その先行車に追従する自車はエネルギー消費量が増大する虞がある。

[0161] このため、先行車と、その先行車をさらに先行する車両との車間距離が、自車が先行車の速度で走行する場合の先行車との車間距離と比較して短い場合には、先行車の動的特徴量を、先行車の車長方向の加速度が大である場合と同じように解釈する。

[0162] 先行車と、その先行車をさらに先行する車両との車間距離は、外界認識部120としてレーダを用いる場合には、先行車の下を通り抜けた電波がさらに先の先行車に反射し戻る成分を用いて検出する方法で取得したり、カーブなどで先行車のさらに先の車両が、先行車によって作られる死角の外に現れ

て自車から認識が可能となった際に、先行車との車間距離を取得する方法と同様に取得出来る。

[0163] 図14は、図1の走行制御装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

図14において、走行制御装置100には、プロセッサ11、通信制御デバイス12、通信インターフェース13、主記憶デバイス14及び外部記憶デバイス15が設けられている。プロセッサ11、通信制御デバイス12、通信インターフェース13、主記憶デバイス14及び外部記憶デバイス15は、内部バス16を介して相互に接続されている。主記憶デバイス14及び外部記憶デバイス15は、プロセッサ11からアクセス可能である。

[0164] また、走行制御装置17の外部には、センサ22及び表示部23が設けられている。センサ22及び表示部23は、入出力インターフェース17を介して内部バス16に接続されている。センサ22は、例えば、撮像装置、レーダ、ソナー又はレーザスキャナである。表示部23は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機ELディスプレイである。

[0165] プロセッサ11は、走行制御装置17全体の動作制御を司るハードウェアである。主記憶デバイス14は、例えば、SRAM又はDRAMなどの半導体メモリから構成することができる。主記憶デバイス14には、プロセッサ11が実行中のプログラムを格納したり、プロセッサ11がプログラムを実行するためのワークエリアを設けたりすることができる。

[0166] 通信制御デバイス12は、外部との通信を制御する機能を有するハードウェアである。通信制御デバイス12は、通信インターフェース13を介してネットワーク19に接続される。ネットワーク19は、例えば、CAN (Control Area Network) やFlexRay、LIN (Local Interconnect Network)、Ethernet (登録商標) などの車載ネットワークである。

[0167] 入出力インターフェース17は、センサ22から入力される信号をプロセッサ11が処理可能なデータ形式に変換したり、プロセッサ11から出力さ

れるデータを表示部 23 で処理可能な信号に変換したりする。入出力インターフェース 17 には、A/D コンバータ及び D/A コンバータを設けるようにしてもよい。

[0168] 外部記憶デバイス 15 は、大容量の記憶容量を有する記憶デバイスであり、例えば、ハードディスク装置や SSD (Solid State Drive) である。外部記憶デバイス 15 は、各種プログラムの実行ファイルを保持することができる。外部記憶デバイス 15 には、走行制御プログラム 15A を格納することができる。走行制御プログラム 15A は、走行制御装置 17 にインストール可能なソフトウェアであってもよいし、走行制御装置 17 にファームウェアとして組み込まれていてもよい。プロセッサ 11 が走行制御プログラム 15A を主記憶デバイス 14 に読み出し、走行制御プログラム 15A を実行することにより、図 1 の先行車特徴量抽出部 101、先行車分類部 102 及び走行計画部 103 の各機能を実現することができる。

[0169] 以上、本発明の好適な実施形態について図面を参照し詳述した。図面はその機能、構成、寸法の詳細を示したものでは無く、直接関係の無い要素や機能の重複と思われるものについては図示の省略、簡略化がなされてある。本発明のある実施形態において説明の無い制御や機能は、当業者であれば、従来公知の手段により達成可能なものであると思料する。本発明は必ずしも説明したすべての構成が含まれることによって特徴づけられるものでは無く、説明した実施形態の構成に限定されるものではない。ある実施形態の一部を別の実施形態に置き換えることが可能であり、その特徴を著しく変更しない限り各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換が可能である。

符号の説明

[0170] 1 自動運転システム、100 走行制御装置、101 先行車特徴量抽出部、102 先行車分類部、103 走行計画部、110 走行実行ユニット、111 ビークルダイナミクスコントローラ、112 ドライブユニットコントローラ、113 ステアリングコントローラ、114 ブレーキ

コントローラ、１２０ 外界認識部、１３０ 車情報取得部、１４０ 通信部、１５０ 情報記憶部、１６０ ヒューマンマシンインタフェース、１７０～１７３ 通信ネットワーク

請求の範囲

- [請求項1] 自転車に先行する先行車の運動に依存する前記先行車の動的特徴量と、前記先行車の運動に依存しない前記先行車の静的特徴量を抽出する抽出部と、
- 前記動的特徴量及び前記静的特徴量に基づいて前記先行車を分類する分類部と、
- 前記先行車の分類結果に基づいて前記自転車の走行計画を作成する計画部とを備える走行制御装置。
- [請求項2] 前記計画部は、前記先行車の分類結果に基づいて、前記自転車と前記先行車との間の車間距離の補正又は時間距離の補正を選択可能である請求項1に記載の走行制御装置。
- [請求項3] 前記計画部は、前記先行車の分類結果に基づいて、通常の追従走行に対し、安全志向の補正又は省エネルギー志向の補正を選択可能である請求項1に記載の走行制御装置。
- [請求項4] 前記抽出部は、前記先行車の車長方向の加速度を前記先行車の動的特徴量として抽出し、前記先行車の車幅、車高及び後方投影面積の少なくともいずれか1つを前記先行車の静的特徴量として抽出する請求項1に記載の走行制御装置。
- [請求項5] 前記計画部は、前記先行車の発進時の加速度が前記自転車の発進時の加速度よりも大きく、かつ、前記先行車の車幅又は車高が所定値よりも大きい場合、前記自転車の走行車線に隣接する隣接車線への車線変更を選択する請求項4に記載の走行制御装置。
- [請求項6] 前記計画部は、前記自転車の走行車線に隣接する隣接車線を走行する車両との衝突余裕時間又は衝突余裕度に基づいて、前記車線変更を選択するかどうかを決定する請求項5に記載の走行制御装置。
- [請求項7] 前記抽出部は、前記先行車の車長方向の加速度と車幅方向の加速度を前記先行車の動的特徴量として抽出し、
- 前記計画部は、前記自転車の車長方向及び車幅方向の加速度を基準と

した2次元平面において、前記先行車の車幅方向の加速度が車長方向の加速度に対して大きく、かつ、前記先行車の車幅が前記自車の車幅よりも小さい場合、前記先行車への追従走行における車幅方向の応答性を減らす補正を選択する請求項4に記載の走行制御装置。

[請求項8] 前記抽出部は、前記先行車のナンバープレートの形状又は色を前記先行車の静的特徴量として抽出する請求項4に記載の走行制御装置。

[請求項9] 前記抽出部は、前記先行車が乗り合いバスであることを前記先行車の静的特徴量として抽出し、

前記計画部は、前記先行車が乗り合いバスとして分類された場合、前記自車の位置情報とバス停の位置情報との比較結果に基づいて、前記先行車と前記自車との間の車間距離を拡大方向に補正するか、車線変更を選択する請求項4に記載の走行制御装置。

[請求項10] 前記抽出部は、前記先行車の駆動力源を前記先行車の静的特徴量として推定し、

前記計画部は、前記先行車が内燃機関を搭載し、かつ、前記先行車の発進時の加速度が前記自車の発進時の加速度よりも小さい場合、前記先行車と前記自車との間の車間距離を拡大方向に補正するか、車線変更を選択する請求項4に記載の走行制御装置。

[請求項11] 前記抽出部は、前記先行車が走行中の経路の制限速度と前記先行車の速度の差を前記先行車の動的特徴量として抽出し、

前記計画部は、前記先行車が前記制限速度を超えて走行し、かつ、前記先行車の車幅又は車高が所定値よりも大きい場合、前記先行車と前記自車との間の車間距離を拡大方向に補正する請求項4に記載の走行制御装置。

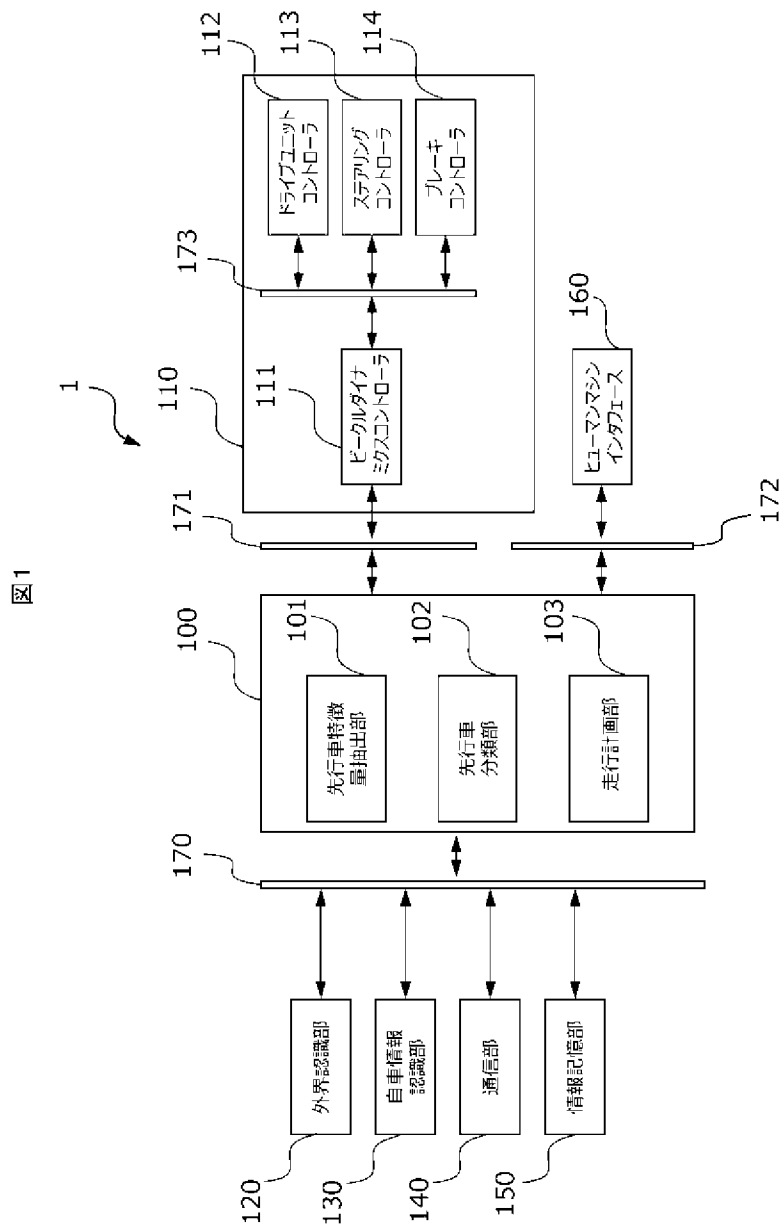
[請求項12] 前記抽出部は、前記先行車と前記先行車をさらに先行する車両との車間距離を前記先行車の動的特徴量として抽出し、

前記計画部は、前記先行車と前記先行車をさらに先行する車両との車間距離が、前記自車が前記先行車の速度で走行する場合の前記先行

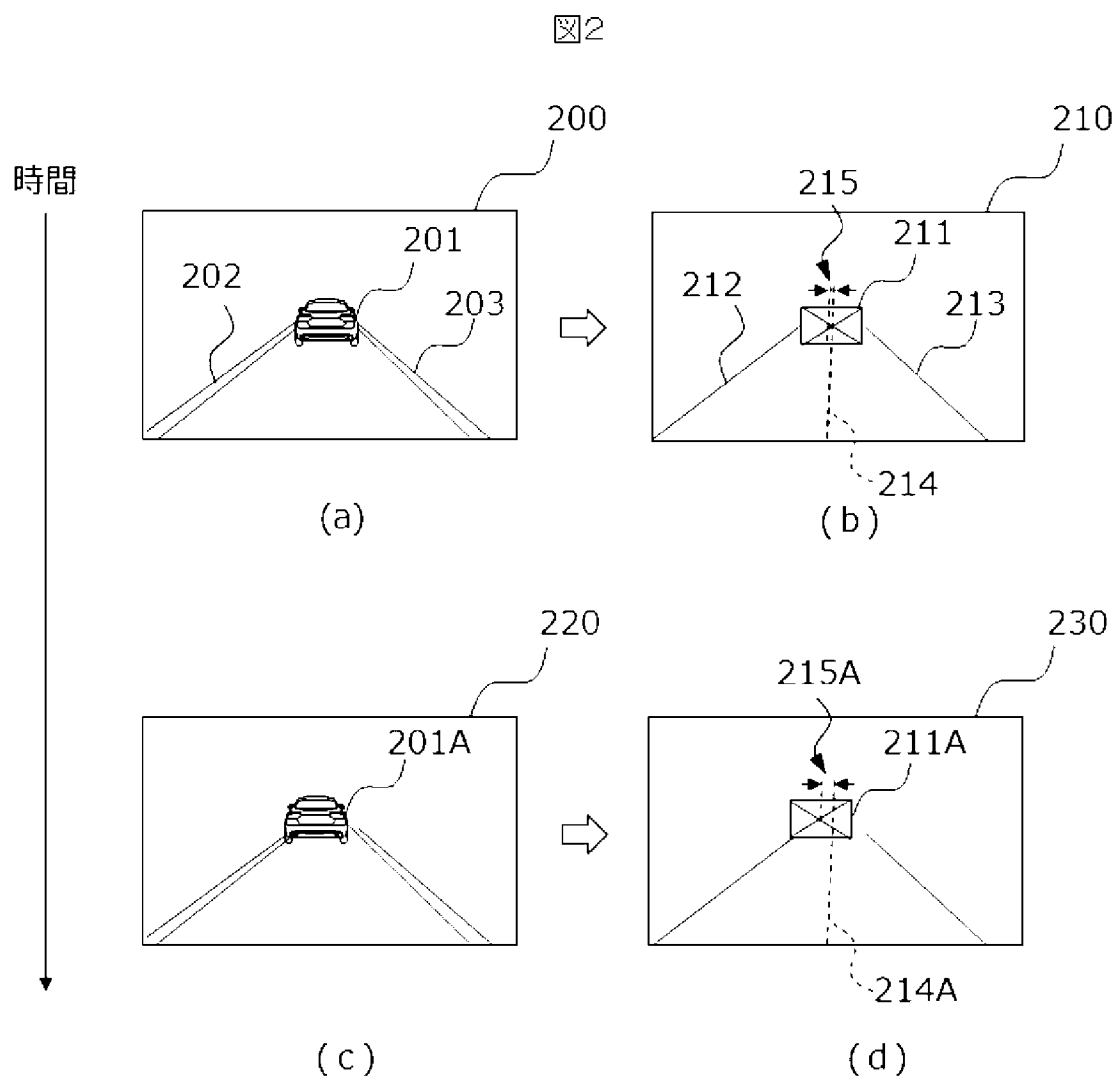
車との車間距離と比較して短い場合、通常の追従走行に対し、省エネルギー志向の補正を選択するか、車線変更を選択する請求項4に記載の走行制御装置。

- [請求項13] 第1車両が追従する第2車両の運動に依存する動的特徴量と、前記第2車両の運動に依存しない前記第2車両の静的特徴量を抽出し、
前記動的特徴量及び前記静的特徴量に基づいて前記第2車両を分類し、
前記第2車両の分類結果に基づいて前記第1車両の走行計画を作成する走行制御方法。

[図1]

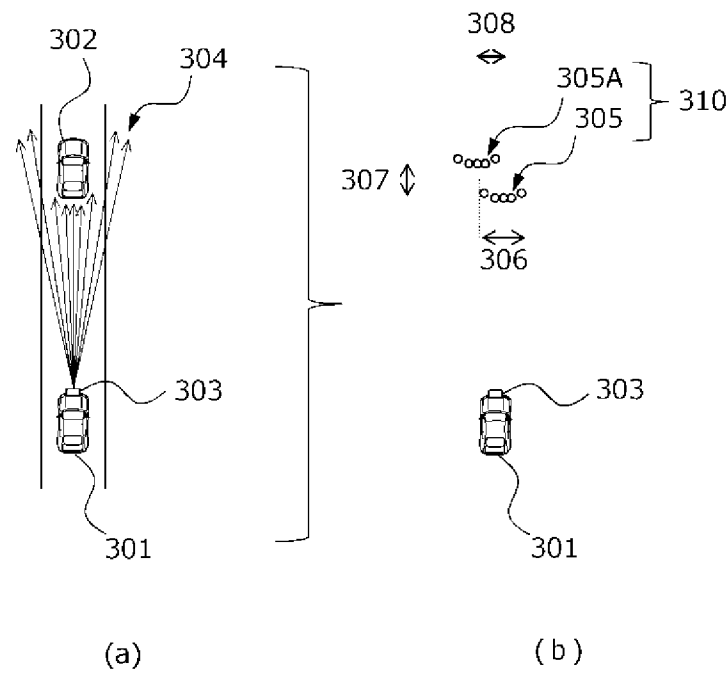


[図2]



[図3]

図3



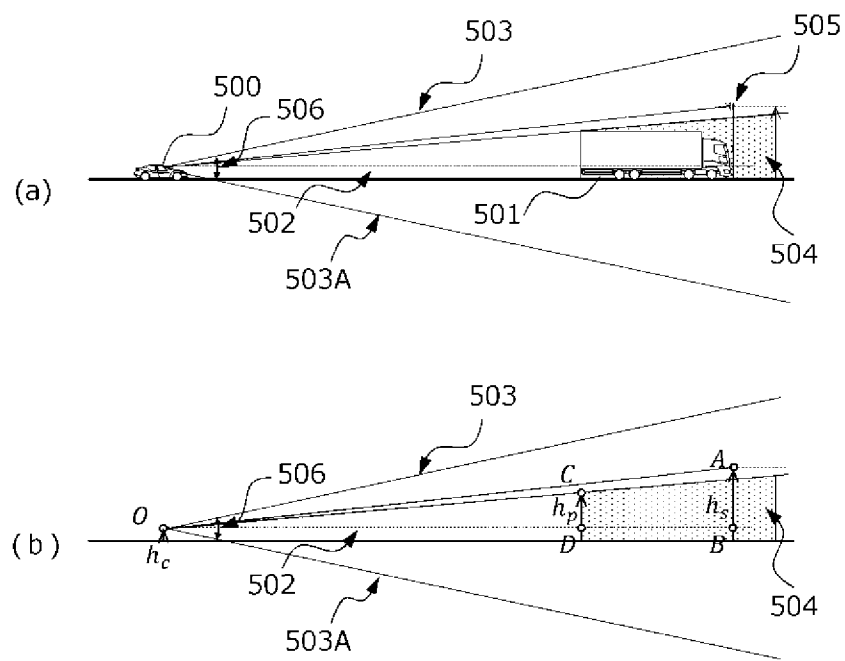
[図4]

図4

		静的特徴量(車幅、及び車高)	
		大型車	小型車
(動的特徴量 (車長方向の加速度))	大	安全志向補正+ エネルギー志向補正	エネルギー志向補正
	小	安全志向補正	通常の追従制御

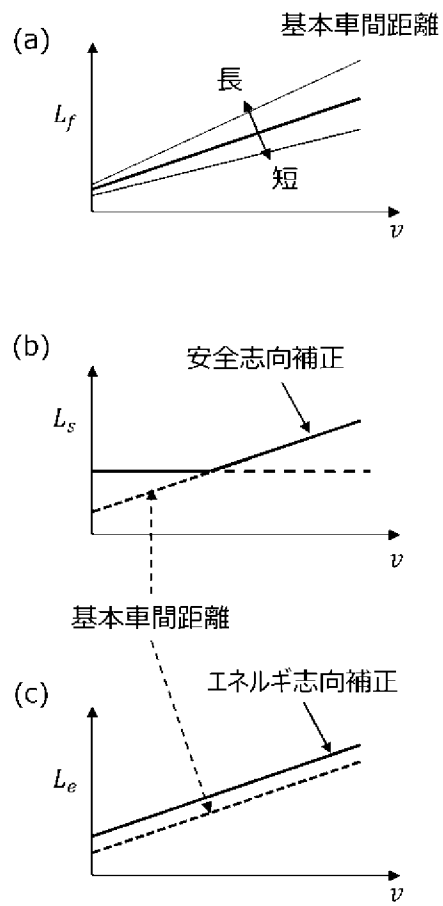
[図5]

図5



[図6]

図6

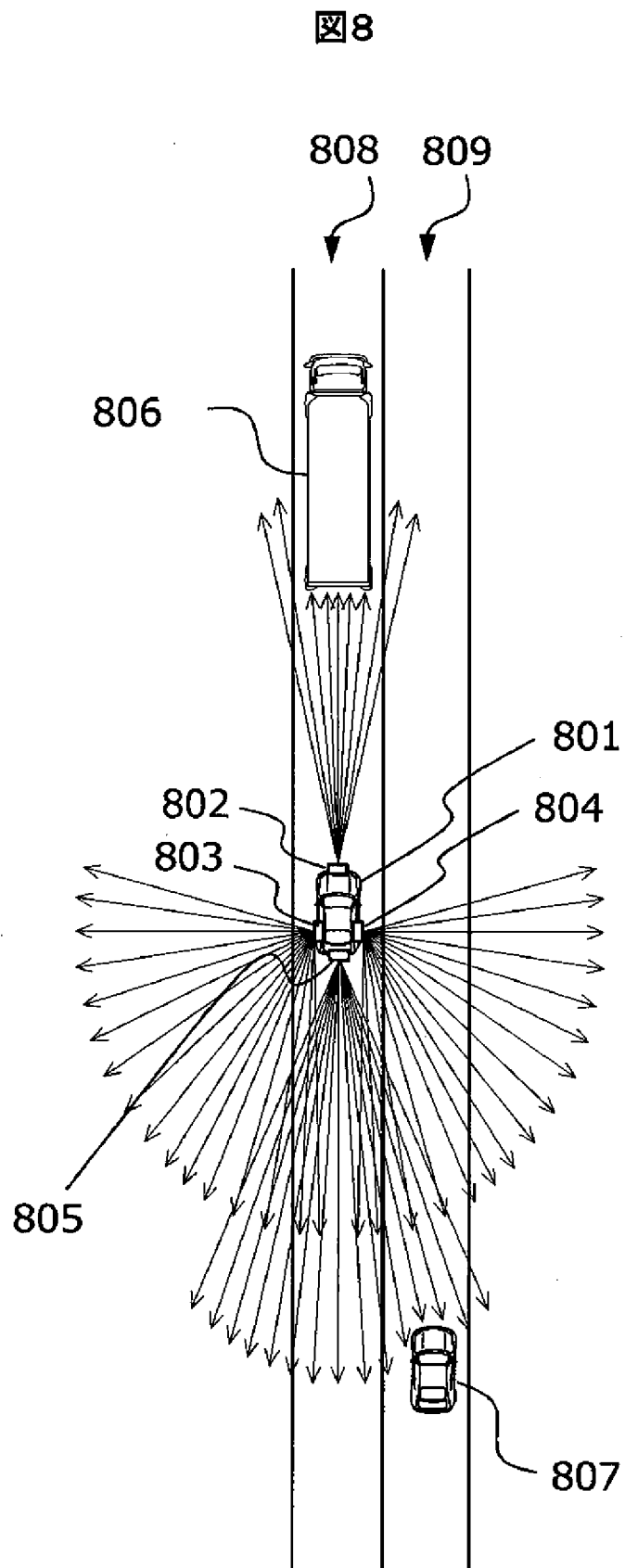


[図7]

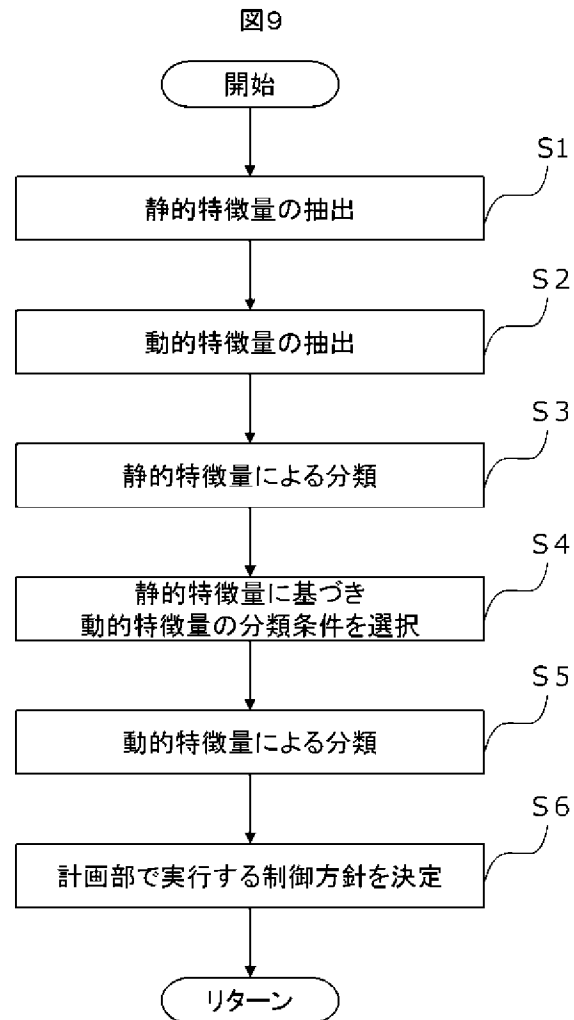
図7

静的特徴量(車幅、及び車高)			
	大型車		小型車
	大	車線変更可能な場合： 車線変更	エネルギー志向補正
		車線変更不可能な場合： 安全志向補正 + エネルギー志向補正	
	小	安全志向補正	通常の追従制御
動的特徴量 (車長方向の加速度)			

[図8]



[図9]

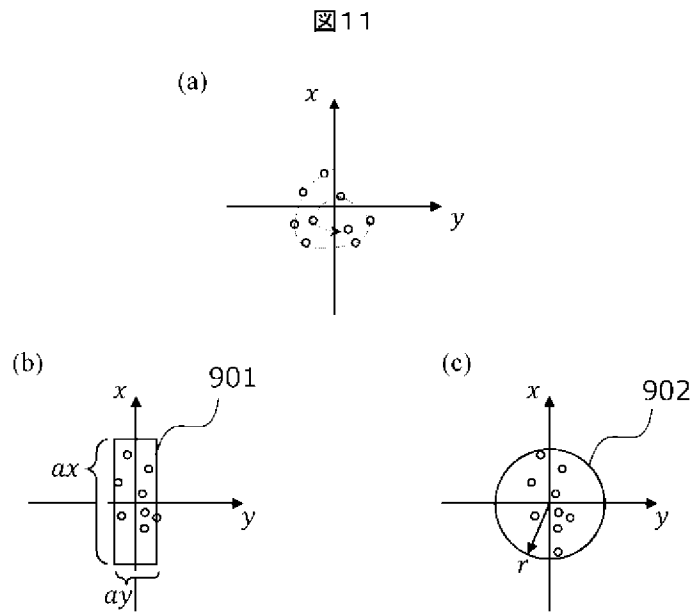


[図10]

図10

静的特徴量の分類結果		
動的特徴量の閾値 (例えば加速度の絶対値)	大型車	小型車
	加 速 度 大 と す る 閾 値	0.12G以上 0.20G以上
	加 速 度 中 と す る 閾 値	0.07以上~0.12G未満 0.09以上~0.20G未満
	加 速 度 小 と す る 閾 値	0.07G未満 0.09G未満

[図11]



[図12]

図12

		静的特徴量(車幅、及び車高)	
		大型車	小型車
動的特徴量 (加速度平面の形状)	x軸に長い	車線変更可能な場合： 車線変更	エネルギー志向補正
		車線変更不可能な場合： 安全志向補正 + エネルギー志向補正	
	均等	通常の追従制御	通常の追従制御
	y軸に長い	車間を開く	車幅方向の追従ゲインを下げる

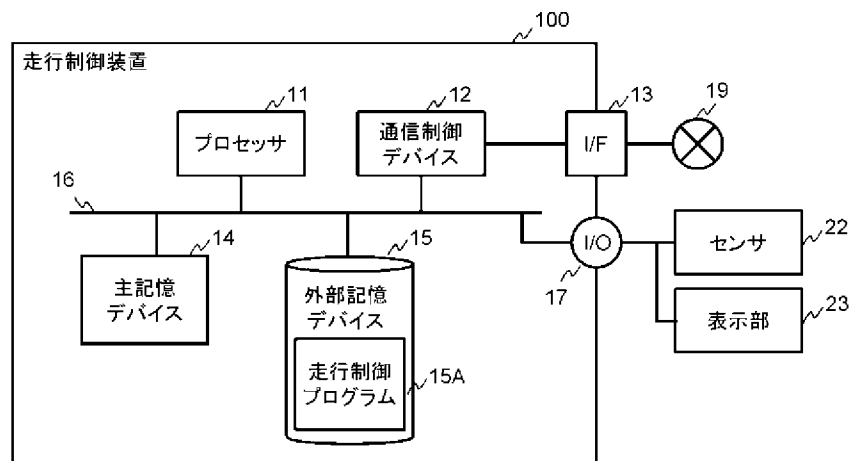
[図13]

図 13

静的特徴量F1		内燃機関を搭載している		電動機を搭載している	
静的特徴量F2		大型車	小型車	大型車	小型車
(動的 特徴量)	大	車線変更可能： 車線変更	工ネルギ志向補正	車線変更可能： 車線変更	工ネルギ志向補正
	小	車線変更不可能： 安全志向補正		車線変更不可能： 安全志向補正	
		車線変更可能： 車線変更	通常の追従制御	安全志向補正	通常の追従制御
		車線変更不可能： 車間距離を拡大			

[図14]

図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B60W30/16(2012.01)i, B60W30/09(2012.01)i, B60W30/14(2006.01)i,
B60W40/04(2006.01)i, 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)

Int.Cl. B60W10/00-50/16, G08G1/00-99/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y A	JP 2018-24359 A (DENSO CORP.) 15 February 2018, claims 1-2, paragraphs [0008]-[0010], [0019], [0023]-[0038], [0051] & US 2019/0168758 A1, claims 1-2, paragraphs [0013]-[0015], [0030], [0034]-[0049] & WO 2018/030271 A1 & CN 109562788 A	1, 3-4, 13 8 2, 5-7, 9-12
X Y A	JP 2007-30655 A (NISSAN DIESEL MOTOR CO., LTD.) 08 February 2007, claims 1-2, paragraphs [0003], [0021]-[0027], [0037] (Family: none)	1-4, 13 8 5-7, 9-12

☒ 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

"I" 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
25 November 2019 (25.11.2019)

Date of mailing of the international search report
03 December 2019 (03.12.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029568

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-177465 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 October 2016, claims 1, 6-7, paragraphs [0016]-[0017], [0041], [0055] (Family: none)	8
A	JP 2-40798 A (MAZDA MOTOR CORPORATION) 09 February 1990, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2017-87906 A (DENSO CORP.) 25 May 2017, entire text, all drawings & US 2017/0137033 A1, entire text, all drawings	1-13
A	JP 2018-101302 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 28 June 2018, entire text, all drawings & US 2018/0173236 A1, entire text, all drawings & CN 108202746 A	1-13
A	JP 2006-193082 A (DENSO CORP.) 27 July 2006, entire text, all drawings & US 2006/0161331 A1, entire text, all drawings & DE 102006001649 A1	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60W30/16(2012.01)i, B60W30/09(2012.01)i, B60W30/14(2006.01)i, B60W40/04(2006.01)i, 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 (IPC))

Int.Cl. B60W10/00-50/16, G08G1/00-99/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y A	JP 2018-24359 A (株式会社デンソー) 2018.02.15, 請求項 1-2, 段落[0008]-[0010], [0019], [0023]-[0038], [0051] & US 2019/0168758 A1, 請求項 1-2, 段落[0013]-[0015], [0030], [0034]-[0049] & WO 2018/030271 A1 & CN 109562788 A	1, 3-4, 13 8 2, 5-7, 9-12
X Y A	JP 2007-30655 A (日産ディーゼル工業株式会社) 2007.02.08, 請求項 1-2, 段落[0003], [0021]-[0027], [0037] (ファミリーなし)	1-4, 13 8 5-7, 9-12

☑ 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	「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

25.11.2019

国際調査報告の発送日

03.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

増子 真

3Z

5783

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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
Y	JP 2016-177465 A (三菱電機株式会社) 2016. 10. 06, 請求項 1, 6-7, 段落[0016]-[0017], [0041], [0055] (ファミリーなし)	8
A	JP 2-40798 A (マツダ株式会社) 1990. 02. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2017-87906 A (株式会社デンソー) 2017. 05. 25, 全文, 全図 & US 2017/0137033 A1, 全文, 全図	1-13
A	JP 2018-101302 A (本田技研工業株式会社) 2018. 06. 28, 全文, 全図 & US 2018/0173236 A1, 全文, 全図 & CN 108202746 A	1-13
A	JP 2006-193082 A (株式会社デンソー) 2006. 07. 27, 全文, 全図 & US 2006/0161331 A1, 全文, 全図 & DE 102006001649 A1	1-13