

(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
2023年4月27日(27.04.2023)



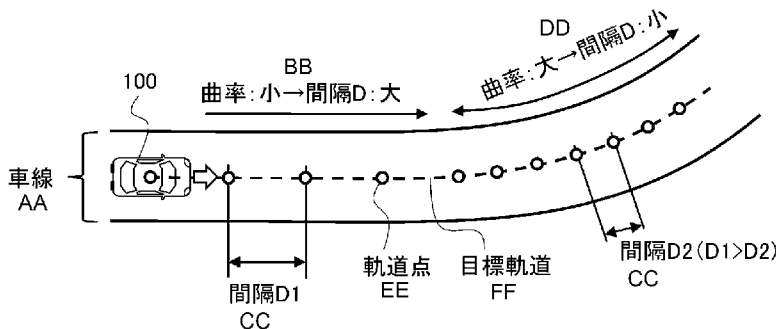
(10) 国際公開番号
WO 2023/067879 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 40/068 (2012.01) *B60W 30/10* (2006.01)
B60W 40/072 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030518
- (22) 国際出願日: 2022年8月10日(10.08.2022)
- (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 2021-171622 2021年10月20日(20.10.2021) JP
- (71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, 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: 伊庭 達哉(IBA, Tatsuya); 〒3128503 茨
城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立
A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP). 上野
健太郎(UENO, Kentaro); 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t
e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 小川 護晃, 外(OGAWA, Moriaki et al.);
〒1070052 東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 7 号
赤坂溜池タワー 1 1 階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,

(54) Title: VEHICLE CONTROL DEVICE, VEHICLE CONTROL METHOD, AND VEHICLE CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御システム

[図2]



AA... LANE
BB... CURVATURE: SMALL → INTERVAL D: LARGE
CC... INTERVAL
DD... CURVATURE: LARGE → INTERVAL D: SMALL
EE... TRAJECTORY POINT
FF... TARGET TRAJECTORY

(57) Abstract: In one embodiment of a vehicle control device, vehicle control method, and vehicle control system according to the present invention, setting conditions are acquired which include information pertaining to a travel environment of a travel route on which a vehicle travels and/or information pertaining to the status of the vehicle, and on the basis of the setting conditions, intervals between a plurality of trajectory points representing a target trajectory on which the vehicle is caused to travel are set, and a control command for causing the vehicle to travel along the target trajectory is outputted. It is thereby possible to minimize loss of the running performance of the vehicle even if there is a change in the conditions of the vehicle surroundings.

WO 2023/067879 A1

KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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：本発明に係る車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御システムによれば、その一態様として、車両が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、前記車両の状態に関する情報の少なくとも1つを含む、設定条件を取得し、前記設定条件に基づいて、前記車両を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔を設定し、前記目標軌道に沿って前記車両を走行させるための制御指令を出力する。これにより、車両の周囲状況に変化があっても、車両の走行性能の低下を抑制できる。

明 細 書

発明の名称：

車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1の車両運転支援装置は、目標到達位置への複数の経路候補から1つの経路候補を選択経路として選択するコントローラを備え、コントローラは、複数の経路候補を計算する経路候補計算処理と、複数の経路候補の各経路コストを計算する経路コスト計算処理と、経路コストに基づいて1つの経路候補を選択経路として選択する経路選択処理と、を実行し、コントローラは、経路コスト計算処理において、目標到達位置を中心として、目標到達位置からの距離が大きくなるほど、エネルギー値が小さくなる位置エネルギーの分布を設定し、各経路候補に沿って車両の運動エネルギーと位置エネルギーの合計値を計算し、各経路候補に沿った合計値の変動成分の累積値を経路コストとして計算する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-163971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、目標軌道に沿って車両を走行させるように車両の運動状態を制御する車両制御において、目標軌道を表す複数の軌道点の間隔が常に一定であると、状況によっては車両の走行性能が低下するおそれがあった。

[0005] 本発明は、従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、車両の走行性能の低下を抑制できる、車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御

システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によれば、その1つの態様において、車両が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、前記車両の状態に関する情報の少なくとも1つを含む設定条件に基づいて、前記車両を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔を設定する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、車両の走行性能の低下を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]車両制御システムの一態様を示すブロック図である。

[図2]走行経路の曲率による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図3]目標軌道の経路誤差、軌道点の間隔、曲率半径の相関を示す図である。

[図4]障害物からの距離による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図5]障害物からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図6]障害物からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図7]障害物からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第3態様を示す図である。

[図8]路面の摩擦係数による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図9]路面の摩擦係数に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図10]路面の摩擦係数に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図11]路面の摩擦係数に基づき軌道点の間隔を求める特性の第3態様を示す図である。

[図12]走行路の道幅による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図13]走行路の道幅に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図

である。

[図14]走行路の道幅に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図15]走行路の道幅に基づき軌道点の間隔を求める特性の第3態様を示す図である。

[図16]走行経路の曲率の変化による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図17]曲率の変化に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図18]曲率の変化に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図19]先行車からの距離による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図20]先行車からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の態様を示す図である。

[図21]相対速度による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図22]相対速度に基づき軌道点の間隔を求める特性の態様を示す図である。

[図23]車両からの距離による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図24]車両からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図25]車両からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図26]車両からの距離に基づき軌道点の間隔を求める特性の第3態様を示す図である。

[図27]目標速度による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図28]実速度が速いときの軌道点の間隔を示す図である。

[図29]実速度が遅いときの軌道点の間隔を示す図である。

[図30]左右方向の加加速度による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図31]左右方向の加加速度に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図32]左右方向の加加速度に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図33]舵角による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図34]舵角に基づき軌道点の間隔を求める特性の第1態様を示す図である。

[図35]舵角に基づき軌道点の間隔を求める特性の第2態様を示す図である。

[図36]測定誤差（認識精度）による軌道点の間隔の違いを示す図である。

[図37]測定誤差に基づき軌道点の間隔を求める特性の態様を示す図である。

[図38]軌道点の設定方法を説明するための図である。

[図39]軌道点の設定プロセス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

[0009] 以下、本発明に係る車両制御装置、車両制御方法、及び車両制御システムの実施形態を、図面に基づいて説明する。

図1は、4輪自動車などの車両100に搭載される車両制御システム200の一態様を示すブロック図である。

車両制御システム200は、車両100の運動を制御するシステムであって、外界認識部300、車両状態取得部400、車両制御装置500、アクチュエータ部600を備える。

[0010] 外界認識部300は、車両100の外界情報、換言すれば、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報を取得する。

外界認識部300は、GPS (Global Positioning System) 受信部310、地図データベース320、路車間通信装置330、カメラ340、レーダ350、LiDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 360を備える。

[0011] GPS受信部310は、GPS衛星から信号を受信することにより、車両100の位置の緯度及び経度を測定する。

地図データベース320は、車両100に搭載された記憶装置内に形成される。

なお、地図データベース320の地図情報は、道路位置、道路形状、交差

点位置などの情報を含む。

[0012] 路車間通信装置 330 は、車両 100 の情報を路側機に送信し、カーブや交差点などの道路交通情報を路側機から受信する。

なお、外界認識部 300 は、他の車両から、道路交通情報や他車の挙動情報などを取得する車車間通信装置を備えることができる。

[0013] カメラ 340 は、ステレオカメラ、単眼カメラ、全周囲カメラなどであり、車両 100 の周囲を撮影して、車両 100 の周囲の画像情報を取得する。

レーダ 350 及び LiDAR 360 は、車両 100 の周囲の物体を検出し、検出した物体に関する情報を出力する。

なお、レーダ 350 及び LiDAR 360 が検出物体は、移動物体及び静止物体を含む。

[0014] 車両状態取得部 400 は、車両 100 の運動状態に関する情報を含む、車両 100 の状態に関する情報を取得する。

車両状態取得部 400 は、車輪速センサ 410、加速度センサ 420、舵角センサ 430、ヨーレートセンサ 440 を備える。

[0015] 車輪速センサ 410 は、車両 100 の各車輪 101 - 104 それぞれの回転速度を検出するセンサである。

そして、車両制御装置 500 は、車輪速センサ 410 が検出する各車輪 101 - 104 の回転速度の情報に基づき、車両 100 の速度 V_S を演算する。

なお、車輪速センサ 410 に代えて、若しくは、車輪速センサ 410 とともに、車両 100 の速度を検出する車速センサを設けることができる。

[0016] また、加速度センサ 420 は、車両 100 の前後方向の加速度、横方向の加速度（換言すれば、左右方向の加速度）を検出する。

また、舵角センサ 430 は、車両 100 が備える電子制御パワーステアリング装置 640 によって変更される車輪の角度である舵角 SA を検出する。

なお、舵角センサ 430 は、舵角が操舵中立位置であるときに、舵角 = 0 deg として検出し、左右方向の舵角をプラス、マイナスの符合で区別して検出

する。

また、ヨーレイトセンサ440は、車両100のヨーレイトを検出する。

[0017] 車両制御装置500は、入力した情報に基づいて演算を行って演算結果を出力するコントロール部（若しくはコントロールユニット）としてのマイクロコンピュータ510を備える。

マイクロコンピュータ510は、図示を省略したMPU（Microprocessor Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）などを備える。

[0018] マイクロコンピュータ510は、外界認識部300から、車両100の位置情報、道路形状情報、路面情報、車両100周囲の物体に関する情報などを含む、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報を取得する。

また、マイクロコンピュータ510は、車両状態取得部400から、速度、加速度、舵角、ヨーレイトなどの車両100の運動状態に関する情報を取得する。

そして、マイクロコンピュータ510は、取得した各種情報に基づいて目標軌道を計画し、目標軌道に沿って車両100を走行させるための制御指令を、アクチュエータ部600に出力する。

[0019] マイクロコンピュータ510は、周囲状況認識部511、目標軌道生成部512、軌道点間隔設定部513、軌道追従制御部514としての機能をソフトウェアとして備える。

周囲状況認識部511は、外界認識部300から取得した走行環境に関する情報、及び、車両状態取得部400から取得した車両100の運動状態に関する情報に基づき、車両100の周囲の状況を認識する。

[0020] 周囲状況認識部511が認識する車両100の周囲の状況は、道路の曲率、路面カント、路面勾配、路面の摩擦係数 μ 、左右のレーンマーカの位置、左右の路端位置、移動物体、及び、静止物体などの情報を含む。

なお、移動物体とは、たとえば、歩行者、自転車、オートバイ、他の車両などであり、静止物体とは、たとえば、路上の落下物、交通信号機、ガード

レール、縁石、道路標識、樹木、看板などである。

[0021] 目標軌道生成部512は、周囲状況認識部511が認識した車両100の周囲の状況に基づき、車両100が将来自動的に走行する経路である目標軌道を計画する。

目標軌道（詳細には、目標走行経路）は、所定の走行距離ごとに車両100の到達すべき地点である軌道点を、順に並べたものとして表現される。

また、目標軌道生成部512は、目標軌道の情報として、所定のサンプリング時間ごとの目標速度及び目標加速度を計画する。

[0022] 軌道追従制御部514は、目標軌道生成部512が計画した目標軌道の情報を取得する。

そして、軌道追従制御部514は、目標軌道に沿って車両100を走行させるための制御指令、詳細には、操舵指令、加速指令、減速指令などを演算し、演算した制御指令をアクチュエータ部600に出力する。

なお、目標軌道の情報は、目標走行経路、目標速度、目標加速度の各情報を含む。

アクチュエータ部600は、軌道追従制御部514からの制御指令に基づいて、車両100の運動状態を制御する。

[0023] アクチュエータ部600は、車両100の駆動力を発生する内燃機関610やモータ620、車両100に制動力を付与する制動装置630、車両100の進行方向を変えるための電子制御パワーステアリング装置640、減衰力や車高の調整が可能な電子制御サスペンション650を備える。

そして、アクチュエータ部600は、軌道追従制御部514からの制御指令を応じて、駆動力、制動力、操舵力などを発生する。

なお、軌道追従制御部514は、モータ620を発電機として作動させて制動力、つまり、回生ブレーキ力を車両100に作用させることができる。

[0024] 軌道点間隔設定部513は、目標軌道生成部512が計画する目標軌道における軌道点の間隔 D [m] を、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、車両100の状態に関する情報の少なくとも1つを含む

設定条件に基づき、可変に設定する。

換言すれば、目標軌道生成部512は、軌道点間隔設定部513が設定した間隔D（換言すれば、軌道点間距離）ごとに、車両100が到達すべき地点である軌道点を定める。

[0025] このように、車両100に搭載されたマイクロコンピュータ510（コントロールユニット）は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、車両100の状態に関する情報の少なくとも1つを含む、設定条件を取得し、前記設定条件に基づいて、車両100を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔Dを設定し、前記目標軌道に沿って車両100を走行させるための制御指令を出力する、というプロセスの車両制御方法を実行する。

[0026] ここで、走行路の走行環境に関する情報とは、たとえば、走行路の道路形状に関する情報、走行路において車両100の前方に位置する障害物からの距離に関する情報、走行路の路面の摩擦係数に関する情報、走行路において車両100の前方を走行する先行車からの距離に関する情報、先行車に対する車両100の相対速度に関する情報、走行路における車両100から距離に関する情報などである。

そして、走行路の道路形状に関する情報とは、たとえば、走行経路の曲率に関する情報、走行路の道幅に関する情報、走行経路の曲率の変化に関する情報などである。

[0027] また、車両100の状態に関する情報とは、たとえば、車両100の運動状態に関する情報、車両100が備える外界認識部300の認識精度に関する情報などである。

そして、車両100の運動状態に関する情報とは、たとえば、車両100の速度に関する情報、車両100の左右方向の加加速度に関する情報、車両100の舵角に関する情報などである。

[0028] また、軌道点間隔設定部513は、走行路の走行環境に関する情報及び車両100の状態に関する情報のうちの複数の異なる情報を設定条件とし、こ

れら複数の異なる設定条件に基づいて、軌道点の間隔Dを設定することができる。

そして、軌道点間隔設定部513が、上記のような設定条件に基づき軌道点の間隔を設定することで、必要な軌道追従精度の確保、舵角制御の精度向上、走行環境の変化への対応などを実現でき、種々の状況下で車両100の走行性能が低下することを抑止できる。

尚、図1は車両制御システム200の一態様であり、外界認識部300が備える複数のセンサおよび車両状態取得部400が備える複数のセンサは、実施形態に応じて適宜選択することができる。

たとえば、後述するように路車間通信を必要としない実施形態を採用する場合には、外界認識部300は路車間通信装置330を備えていなくても良い。

[0029] 以下では、軌道点間隔設定部513の態様を、詳細に説明する。

「第1実施形態」

第1実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報として、道路形状に関する情報、詳細には、車両100の走行経路の曲率に関する情報を設定条件として取得する。

軌道点間隔設定部513は、走行経路の曲率を、車両100の位置情報に基づき地図データベース320を参照することで取得でき、また、路車間通信装置330を介して路側機から取得することができる。

また、軌道点間隔設定部513は、カメラ340によって認識されたセンターラインや白線などの情報から求められた曲率の情報を取得することができる。

[0030] そして、軌道点間隔設定部513は、走行経路の曲率が大きくなるにつれて、換言すれば、走行経路の曲率半径が小さくなるほど、軌道点の間隔D [m]（換言すれば、軌道点間の距離）が狭くなるように設定する。

ここで、車両100の走行経路の曲率とは、車線認識や地図データなどに基づく道路曲率、または、目標軌道（換言すれば、目標経路）の曲率である

。

[0031] 図2は、軌道点間隔設定部513が、走行経路の曲率に基づいて軌道点の間隔Dを設定したときに、軌道点の間隔Dが、直線区間とカーブ区間とで異なる値に設定される様子を示す。

軌道点間隔設定部513は、道路（若しくは目標軌道）の曲率が小さい直線区間を車両100が走行するときの間隔D1に比べて、道路の曲率が大きくなるカーブ区間を車両100が走行するときの間隔D2（ $D2 < D1$ ）を狭くする。

[0032] 車両100の到達すべき地点である軌道点を順に並べて目標軌道を表現する場合、曲率に対して間隔Dが広すぎると、カーブの形状を正確に表現することができなくなる。

逆に、間隔Dが狭いと、必要な長さの目標軌道を表すための軌道点の数が多くなって、目標軌道（詳細には、軌道点）を記憶しておくためのメモリ容量を多く確保する必要が生じ、また、マイクロコンピュータ510の演算負荷が多くなる。

これに対し、軌道点間隔設定部513は、走行経路の曲率が大きくなるにつれて間隔Dを狭くするから、カーブの形状を必要な精度で表現して軌道追従の精度を維持でき、また、直線区間では軌道点の数を減らすことで、メモリ容量の節約、マイクロコンピュータ510の演算負荷の軽減を実現できる。

。

[0033] 図3は、目標軌道の経路誤差TEが、軌道点の間隔Dと曲率半径Rとの関係によって生じることを示す。

ここで、隣接する2つの軌道点を結ぶ直線と、曲率半径Rの中心との距離 α は、数式1で求まる。

[数1]

$$\alpha = \frac{1}{2} \sqrt{4R^2 - D^2}$$

[0034] したがって、経路誤差TEは、数式2で求まる。

[数2]

$$TE = R - \frac{1}{2}\sqrt{4R^2 - D^2}$$

[0035] ここで、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔Dを、経路誤差TEが設定値 ΔTE （換言すれば、許容最大値）以下となる範囲内で可及的な長い距離に設定する。

つまり、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔Dを、数式3を満たすように設定する。

[数3]

$$D \leq 2\sqrt{(2R - \Delta TE)\Delta TE}$$

[0036] なお、軌道点間隔設定部513は、設定値 ΔTE を曲率半径Rに応じて可変に設定することができる。

また、軌道点間隔設定部513は、曲率半径Rが設定値を超え、走行経路が略直線区間であると判断した場合、軌道点の間隔Dを、最大値 D_{max} に設定する。

つまり、軌道点間隔設定部513は、曲率半径Rが短くなるにつれて、軌道点の間隔Dを最大値 D_{max} 以下の範囲でより短くする。

[0037] 「第2実施形態」

第2実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報として、走行路において車両100の前方に位置する障害物からの距離に関する情報を設定条件として取得する。

そして、軌道点間隔設定部513は、障害物からの距離が短くなるにつれて、軌道点の間隔Dが狭くなるように設定する。

軌道点間隔設定部513は、障害物の位置情報を、カメラ340、レーダ350或いはLiDAR360による物体の認識情報として取得することができる。

。

ここで、走行路上に車両100の走行の障害となる障害物が存在する場合、目標軌道生成部512は、外界認識部300が認識した障害物を避けて車両100が走行する目標軌道を計画する。

[0038] 図4は、走行路に障害物OBが存在する場合の目標軌道の設定例として、車両100の進行方向左側に障害物OBが存在する場合を示す。

このとき、目標軌道生成部512は、車両100が障害物OBを避けて走行するように、目標軌道を、障害物OBの右側を迂回するように設定する。

ここで、障害物OBを避けるように設定された経路（つまり、目標軌道）に対する車両100の追従精度が低いと、車両100が障害物OBと接触するなどのおそれがあり、障害物OB付近において目標軌道への高い追従精度が求められる。

[0039] そこで、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β が近いほど軌道点の間隔Dを狭くすることで、車両100が障害物OBを避けて走行するための目標軌道を正確に表現し、障害物OBを避ける目標軌道に車両100が高い精度で追従するようにする。

なお、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β を、図4に示した障害物の中心からの距離とすることができ、また、障害物OBからの最短距離、或いは、障害物OBの端部から車線の延びる方向への距離とすることができる。

[0040] 以下では、障害物OBからの距離 β に応じた軌道点の間隔Dの決め方を、詳細に設定する。

図5は、軌道点間隔設定部513が、障害物OBからの距離 β が短くなるにつれて、軌道点の間隔Dを比例的に減少させる特性を示す。

図5に示した特性によると、軌道点間隔設定部513は、車両100の前方に存在する障害物OBからの距離 β が第1所定値 β_1 以上である領域、つまり、障害物OBから離れた領域では、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} に設定する。

なお、所定の最大値 D_{max} とは、障害物OBが存在しないときの通常値であ

る。

[0041] そして、障害物OBからの距離 β が第1所定値 β_1 を下回る領域では、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β が短くなるにつれて軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} から比例的に短くする。

また、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β が第1所定値 β_1 よりも短い第2所定値 β_2 ($\beta_1 > \beta_2 > 0$) 以下の領域、つまり、障害物OBの付近では、軌道点の間隔Dを、所定の最大値 D_{max} よりも短い所定の最小値 D_{min} ($D_{max} > D_{min} > 0$) に設定する。

所定の最小値 D_{min} は、障害物OBを迂回する経路を正確に表すことができるように、通常値よりも短く設定した、軌道点の間隔Dである。

[0042] なお、障害物OBからの距離 β の変化に対する軌道点の間隔Dの変化は、定数倍の関係に限定されない。

図6は、軌道点の間隔Dと、障害物OBからの距離 β との相関を、 \tanh 関数（ハイパボリックタンジェント関数）などによって表すことで、距離 β の変化に対して間隔Dがより滑らかに変化するようにした例を示す。

[0043] 図6の場合も、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β が第1所定値 β_1 以上の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} に設定し、障害物OBからの距離 β が第2所定値 β_2 ($\beta_2 < \beta_1$) 以下の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、障害物OBからの距離 β が第1所定値 β_1 と第2所定値 β_2 とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔Dを、 \tanh 関数などで表される特性で、障害物OBからの距離 β の減少に対して減少変化させる。

[0044] 図7は、障害物OBからの距離 β が所定値 β_3 (所定値 $\beta_3 > 0$ [m]) よりも長いかに短いかに応じて、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} (換言すれば、通常値) と所定の最小値 D_{min} (換言すれば、通常値よりも短い距離) とのいずれか一方に切り替える特性を示す。

つまり、軌道点の間隔Dを、障害物OBからの距離 β の変化に応じて漸増

、漸減させる特性に限定されず、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、軌道点の間隔 D を、障害物 OB からの距離 β が閾値よりも長い場合と短い場合とで異なる 2 値の値をとり得る変数とすることができる。

[0045] 「第 3 実施形態」

第 3 実施形態において、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、車両 1 0 0 が走行する走行路の走行環境に関する情報として、走行路の路面の摩擦係数 μ に関する情報を設定条件として取得し、路面の摩擦係数 μ が小さくなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定する。

つまり、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、軌道点を設定する走行路の摩擦係数 μ に応じて軌道点の間隔 D を変更し、摩擦係数 μ が低い走行路に軌道点を設定する場合は、摩擦係数 μ が高い走行路に軌道点を設定する場合に比べて、軌道点の間隔 D を狭くする。

[0046] なお、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、実際の車両挙動と車両モデルの出力差から推定された摩擦係数 μ の情報を取得することができる。

また、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、路車間通信装置 3 3 0 を介して路側機から摩擦係数 μ の情報を取得することができる。

[0047] 車両 1 0 0 が摩擦係数 μ の小さい路面を走行する場合、車両 1 0 0 の車輪が滑り易く、目標軌道への追従精度が低下する可能性がある。

そこで、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、路面の摩擦係数 μ が小さくなるにつれて軌道点の間隔 D を狭くすることで、目標軌道を正確に表現できるようにし、路面の摩擦係数 μ が小さく滑り易い路面を車両 1 0 0 が走行するときに、車両 1 0 0 が高い精度で目標軌道に追従するようにする。

[0048] 図 8 は、車両 1 0 0 の前方の走行路に水溜まりや氷結部分などの摩擦係数 μ が小さい領域が部分的に存在する場合における、軌道点の間隔 D の変化を示す。

この場合、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、水溜まりなどの摩擦係数 μ が小さい領域では、軌道点の間隔 D を前後の乾燥路のときよりも狭く設定し、摩擦係数 μ が小さい領域において目標軌道を正確に表現する。

[0049] なお、軌道点間隔設定部 513 は、降雨などによって走行路の全域で摩擦係数 μ が小さくなっている場合、目標軌道を表す軌道点の間隔 D を一律に短くする。

また、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 の右車輪と左車輪とで路面の摩擦係数 μ が異なる場合、たとえば、左右の摩擦係数 μ のうちの小さい方に基づき軌道点の間隔 D を設定することができる。

[0050] 図 9 は、軌道点間隔設定部 513 が、路面の摩擦係数 μ が小さくなるにつれて、軌道点の間隔 D を比例的に減少させる特性を示す。

図 9 に示した特性によると、軌道点間隔設定部 513 は、路面の摩擦係数 μ が第 1 所定値 μ_1 以上の領域、つまり、乾燥路などの摩擦係数 μ が十分に高い路面については、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} に設定する。

つまり、第 1 所定値 μ_1 は、たとえば、路面が一般的な乾燥路であるか、乾燥路よりも滑り易い路面であるかを区別するための閾値である。

また、所定の最大値 D_{max} は、乾燥路において目標軌道への追従精度を十分に得られる、軌道点の間隔 D の通常値である。

[0051] 軌道点間隔設定部 513 は、路面の摩擦係数 μ が第 1 所定値 μ_1 を下回るようになると、路面の摩擦係数 μ が小さくなるにつれて軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} から比例的に短くする。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、路面の摩擦係数 μ が第 1 所定値 μ_1 よりも小さい第 2 所定値 μ_2 以下の領域では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

[0052] なお、路面の摩擦係数 μ の変化に対する軌道点の間隔 D の変化は、定数倍の関係に限定されない。

図 10 は、軌道点の間隔 D と、路面の摩擦係数 μ との相関を、 \tanh 関数などによって表すことで、摩擦係数 μ の変化に対して間隔 D がより滑らかに変化するようにした例を示す。

[0053] 図 10 に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部 513 は、路面の摩擦係数 μ が第 1 所定値 μ_1 以上の領域においては、軌道点の間隔 D を所定の最大

値 D_{max} に設定し、路面の摩擦係数 μ が第 2 所定値 μ_2 ($\mu_2 < \mu_1$) 以下の領域においては、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、路面の摩擦係数 μ が第 1 所定値 μ_1 と第 2 所定値 μ_2 とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、 \tanh 関数などで表される特性で、路面の摩擦係数 μ の減少に対して減少変化させる。

[0054] また、図 11 は、軌道点間隔設定部 513 が、路面の摩擦係数 μ が所定値 μ_3 よりも大きいかに小さいかに応じて、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} (換言すれば、通常値) と所定の最小値 D_{min} (換言すれば、通常値よりも短い距離) とのいずれかに切り替える特性を示す。

つまり、軌道点の間隔 D を、路面の摩擦係数 μ の変化に応じて漸増、漸減させる特性に限定されず、軌道点間隔設定部 513 は、軌道点の間隔 D を、路面の摩擦係数 μ が閾値よりも小さい場合と大きい場合とで異なる 2 値の値をとり得る変数とすることができる。

[0055] 「第 4 実施形態」

第 4 実施形態において、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 が走行する走行路の走行環境に関する情報、詳しくは、道路形状に関する情報として、走行路の道幅 (換言すれば、車線幅或いは幅員) に関する情報を設定条件として取得し、走行路の道幅が狭くなるにつれて、軌道点の間隔 D を狭くする。

軌道点間隔設定部 513 は、道幅の情報を、車両 100 の位置情報に基づき地図データベース 320 を参照することで取得でき、また、路車間通信装置 330 を介して路側機から取得することができる。

また、軌道点間隔設定部 513 は、カメラ 340 によって認識された、白線、路肩、路端の位置などから求められた道幅の情報を取得することができる。

[0056] 走行路の道幅が狭い場合は、車両 100 が車線から逸脱することがないように、道幅が広い場合に比べて、目標軌道に対する追従精度をより高くする

ことが求められる。

そこで、軌道点間隔設定部 513 は、走行路の道幅が狭くなるにつれて軌道点の間隔 D を狭くすることで、目標軌道が正確に表現されるようにする。

これにより、道幅が狭い路面を車両 100 が走行するときに、車両 100 が高い精度で目標軌道に追従し、車両 100 が車線を逸脱することなどが抑止される。

[0057] 図 12 は、直進路の途中に道幅 RW が部分的に狭められた領域が存在する場合での、軌道点の間隔 D の変化を例示する。

この場合、軌道点間隔設定部 513 は、軌道点の間隔 D を、道幅 RW が狭められた領域では前後の道幅 RW が比較的広いときよりも狭く設定し、道幅 RW が狭められる領域において目標軌道を正確に表現する。

[0058] なお、軌道点間隔設定部 513 は、軌道点の間隔 D の設定に用いる道幅 RW の情報として、地図データとしての道幅 RW の情報や、白線認識などに基づき求められた道幅 RW の情報などを用いることができる。

また、軌道点間隔設定部 513 は、障害物などによって車両 100 が走行できる道幅 RW が狭くなっている場合、実際に車両 100 が走行できる道幅 RW を、軌道点の間隔 D の設定に用いることができる。

さらに、軌道点間隔設定部 513 は、目標軌道が車線中央から左右にずれて設定される場合、目標軌道から左右の路端までの距離のうち短い方を道幅 RW に関する情報として用いることができる。

[0059] 図 13 は、軌道点間隔設定部 513 が、走行路の道幅 RW が狭くなるにつれて軌道点の間隔 D を比例的に減少させる特性を示す。

図 13 に示した特性によると、軌道点間隔設定部 513 は、走行路の道幅 RW が第 1 所定値 $RW1$ 以上のときは、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} (換言すれば、通常値) に設定する。

[0060] また、軌道点間隔設定部 513 は、走行路の道幅 RW が第 1 所定値 $RW1$ を下回るようになると、道幅 RW が狭くなるにつれて軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} から比例的に短くする。

そして、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、走行路の道幅 RW が第 1 所定値 RW_1 よりも短い第 2 所定値 RW_2 以下になると、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

[0061] なお、走行路の道幅 RW の変化に対する軌道点の間隔 D の変化は、定数倍の関係に限定されない。

図 1 4 は、軌道点の間隔 D と、走行路の道幅 RW との相関を、 \tanh 関数などによって表すことで、道幅 RW の変化に対して間隔 D がより滑らかに変化するようにした例を示す。

[0062] 図 1 4 に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、道幅 RW が第 1 所定値 RW_1 以上のときは、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} に設定し、道幅 RW が第 2 所定値 RW_2 ($RW_2 < RW_1$) 以下のときは、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、道幅 RW が第 1 所定値 RW_1 と第 2 所定値 RW_2 とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、 \tanh 関数などで表される特性で、道幅 RW の減少に対して減少変化させる。

[0063] また、図 1 5 は、軌道点間隔設定部 5 1 3 が、走行路の道幅 RW が所定値 RW_3 よりも広い狭いかに応じて、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} (換言すれば、通常値) と所定の最小値 D_{min} (換言すれば、通常値よりも短い距離) とのいずれかに切り替える特性を示す。

つまり、軌道点の間隔 D を、走行路の道幅 RW の変化に応じて漸増、漸減させる特性に限定されず、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、軌道点の間隔 D を、走行路の道幅 RW が閾値よりも狭い場合と広い場合とで異なる 2 値の値を取り得る変数とすることができる。

[0064] 「第 5 実施形態」

第 5 実施形態において、軌道点間隔設定部 5 1 3 は、車両 1 0 0 が走行する走行路の走行環境に関する情報、詳しくは、道路形状に関する情報として、車両 1 0 0 の走行経路の曲率 (換言すれば、曲率半径 R) の変化に関する情報を設定条件として取得し、曲率の変化が大きくなるにつれて、軌道点の

間隔Dが狭くなるように設定する。

走行経路の曲率の変化が大きい状態とは、車両100の舵角（換言すれば、タイヤ角）の変化が大きくなる状態である。

[0065] このため、軌道点間隔設定部513は、走行経路の曲率の変化が大きいときは、曲率の変化が小さいときに比べて軌道点の間隔Dを狭め、目標経路の形状を正確に表現することで、舵角制御の精度を向上させる。

なお、車両100の走行経路の曲率とは、第1実施形態と同様に、車線認識や地図データなどに基づく道路曲率、または、目標軌道（詳細には、目標経路）の曲率である。

[0066] 図16は、車両100が直線区間から緩和曲線区間を経て曲線区間を走行するときに、曲率の変化の大きさに応じて軌道点の間隔Dが変更される様子を例示する。

車両100が直進する直線区間では、曲率の変化が小さいため、軌道点の間隔Dは通常値D1に設定される。

そして、車両100が直進路からカーブに進入し、緩和曲線区間を走行するときは、曲率の変化（換言すれば、舵角の変化）が大きくなることで、軌道点の間隔Dは通常値D1よりも狭い値D2に変更される。

次いで、車両100が、曲率が一定である曲線区間を走行するようになると、曲率の変化が小さいため、軌道点の間隔Dは、緩和曲線の領域での値D2よりも広い通常値D1に戻される。

[0067] 図17は、軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔Dを曲率変化CCの絶対値に応じて設定する特性として、軌道点の間隔Dを曲率変化CCの絶対値に反比例させる場合（軌道点の間隔D＝係数a／曲率変化CCの絶対値）を示す。

図17の特性例の場合、軌道点間隔設定部513は、曲率変化CCの絶対値が第2所定値CC2を下回る領域、つまり、曲率変化CCが十分に小さい領域では、軌道点の間隔Dを所定の最大値Dmax（換言すれば、通常値）とする。

[0068] 一方、軌道点間隔設定部 513 は、曲率変化 CC の絶対値が第 2 所定値 $CC2$ よりも大きい第 1 所定値 $CC1$ を上回る領域では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} （換言すれば、通常値よりも短い距離）に設定する。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、曲率変化 CC の絶対値が第 2 所定値 $CC2$ と第 1 所定値 $CC1$ とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を曲率変化 CC の絶対値に反比例させる。

[0069] 図 18 は、軌道点の間隔 D と、曲率変化 CC の絶対値との相関を、 \tanh 関数などによって表すことで、曲率変化 CC に対して間隔 D がより滑らかに変化するようにした例を示す。

図 18 に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部 513 は、曲率変化 CC の絶対値が第 2 所定値 $CC2$ 以下の領域では、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} に設定し、曲率変化 CC の絶対値が第 1 所定値 $CC1$ ($CC2 < CC1$) 以上の領域では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、曲率変化 CC の絶対値が第 1 所定値 $CC1$ と第 2 所定値 $CC2$ とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、 \tanh 関数などで表される特性で、曲率変化 CC の絶対値の増大に対して減少変化させる。

[0070] 「第 6 実施形態」

第 6 実施形態において、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 が走行する走行路の走行環境に関する情報として、走行路において車両 100 の前方を走行する先行車からの距離に関する情報を設定条件として取得する。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、先行車からの距離が短くなるにつれて、換言すれば、先行車に近い領域ほど、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定する。

なお、軌道点間隔設定部 513 は、カメラ 340 によって認識された先行車の位置情報を取得することができ、また、車車間通信で先行車の位置情報を取得することができる。

[0071] 図 19 は、車両 100 の前方を走行する先行車 800 からの距離 γ が短く

なるにつれて、軌道点の間隔 D を狭めた状態を示す。

つまり、先行車 800 の近傍では、先行車 800 から離れた位置よりも軌道点の間隔 D が狭められるため ($D_1 > D_2$)、先行車 800 に近い領域において、目標軌道が正確に表現され、目標軌道に対して高い追従精度が得られる。

これにより、車両 100 が先行車 800 に近づき、目標軌道に対する追従精度が求められるときに、目標軌道の形状が正確に表現されるため、目標軌道に対する追従精度を向上させることができる。

[0072] 以下では、先行車 800 からの距離 γ に応じた軌道点の間隔 D の決め方を説明する。

図 20 は、軌道点間隔設定部 513 が、先行車 800 からの距離 γ が短くなるにつれて、軌道点の間隔 D を比例的に減少させる特性を示す。

図 20 に示した特性によると、軌道点間隔設定部 513 は、先行車 800 からの距離 γ が第 1 所定値 γ_1 以上の領域、つまり、先行車 800 から十分に離れた領域では、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} に設定する。

[0073] 一方、軌道点間隔設定部 513 は、先行車 800 からの距離 γ が第 1 所定値 γ_1 を下回る領域では、先行車 800 からの距離 γ が短くなる（換言すれば、先行車 800 に近づく）につれて、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} から比例的に短くする。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、先行車 800 からの距離 γ が第 1 所定値 μ_1 よりも小さい第 2 所定値 μ_2 以下の領域、つまり、先行車 800 の周辺領域では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

つまり、軌道点間隔設定部 513 は、先行車 800 に近い領域ほど、軌道点の間隔を狭く設定する。

[0074] 「第 7 実施形態」

第 7 実施形態において、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 が走行する走行路の走行環境に関する情報として、走行路において車両 100 の前方を走行する先行車に対する車両 100 の相対速度に関する情報を設定条件と

して取得する。

そして、軌道点間隔設定部513は、相対速度が速くなるにつれて、換言すれば、先行車よりも車両100の速度が速いときほど、軌道点の間隔Dが狭くなるように設定する。

なお、軌道点間隔設定部513は、たとえば、カメラ340によって認識された先行車の位置情報から求められた先行車の速度の情報を取得して、相対速度を求めることができる。

[0075] 図21の上段は、車両100の速度 V_{S1} が、先行車800の速度 V_{S2} と同様、若しくは、先行車800の速度 V_{S2} よりも遅い状態での軌道点の間隔 D_1 を示す。

また、図21の上段は、車両100の速度 V_{S1} が、先行車800の速度 V_{S2} よりも速い状態、つまり、先行車800に対する車両100の相対速度が速い状態での軌道点の間隔 D_2 を示す。

[0076] ここで、軌道点間隔設定部513は、先行車800に対する車両100の相対速度が速いときほど軌道点の間隔Dを狭くするから、図21の例では、間隔 D_1 よりも間隔 D_2 を狭くする。

つまり、車両100が先行車800に追いつこうとする状態、換言すれば、車両100と先行車800との車間距離（若しくは車間時間）が縮まりつつあるときで、目標軌道に対する追従精度が求められるときに、目標軌道の形状が正確に表現されるため、目標軌道に対する追従精度を向上させることができる。

[0077] 図22は、軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔Dを、先行車に対する車両100の相対速度 R_V に応じて設定する特性として、軌道点の間隔Dを相対速度 R_V に反比例させる場合（軌道点の間隔 $D = \text{係数 } b / \text{相対速度 } R_V$ ）を示す。

図22の特性例の場合、軌道点間隔設定部513は、相対速度 R_V が第2所定値 R_{V2} を下回るとき、つまり、車間距離が一定で推移する状況や車間距離が増大する状況のときに、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{\max} （換言す

れば、通常値)とする。

[0078] 一方、軌道点間隔設定部513は、相対速度RVが第2所定値RV2よりも速い第1所定値RV1を上回るとき、つまり、車両100が先行車800に急速に接近しつつある状態で車間距離が急減するときは、軌道点の間隔Dを所定の最小値Dmin(換言すれば、通常値よりも短い距離)に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、相対速度が第2所定値RV2と第1所定値RV1とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔Dを相対速度RVに反比例させる。

[0079] 「第8実施形態」

第8実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報として、走行路における車両100からの距離に関する情報を設定条件として取得し、車両100からの距離が短くなるにつれて、換言すれば、車両100に近いほど、軌道点の間隔Dが狭くなるように設定する。

つまり、軌道点間隔設定部513は、車両100の位置情報に基づき、車両100からの距離が短くなるにつれて、軌道点の間隔Dを狭くする。

[0080] 図23は、車両100からの距離 δ が短くなるにつれて、軌道点の間隔Dを狭めた状態を示す。

つまり、図23に示す間隔D1、D2、D3は、車両100からの距離 δ が相互に異なる地点での軌道点の間隔Dを示す。そして、間隔D1のときの距離 δ が最も短く、間隔D2のときの距離 δ が中間値で、間隔D3のときの距離 δ が最も長い。

ここで、間隔D1、D2、D3は、 $D3 > D2 > D1$ を満たし、車両100からの距離 δ が短いほど軌道点の間隔Dが狭められる特性を例示する。

[0081] つまり、軌道点間隔設定部513は、車両100の前方の車両100から遠い領域であって、実際に車両100が通過するまでに時間の余裕がある領域では、軌道点の間隔Dを広くして、マイクロコンピュータ510の演算負荷を下げる。

マイクロコンピュータ510の演算負荷が下がると、死角に隠れた障害物や、合流車両や対向車のはみ出しなどの走行環境の変化に対応し易くなる。

一方、軌道点間隔設定部513は、車両100の直前の領域であって直ぐに車両100が通過する領域では、軌道点の間隔Dを狭めて目標軌道の形状を正確に表現し、目標軌道に対する追従精度を向上させる。

[0082] 図24は、軌道点間隔設定部513が、車両100からの距離 δ が短くなるにつれて、軌道点の間隔を比例的に減少させる特性を示す。

図24に示した特性によると、軌道点間隔設定部513は、車両100からの距離 δ が第1所定値 δ_1 以上の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、車両100からの距離 δ が第1所定値 δ_1 を下回る領域では、車両100からの距離 δ が短くなるにつれて軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} から比例的に短くし、車両100からの距離 δ が第1所定値 δ_1 よりも短い第2所定値 δ_2 以下の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最小値 D_{min} に設定する。

[0083] なお、車両100からの距離 δ の変化に対する軌道点の間隔の変化は、定数倍の関係に限定されない。

図25は、軌道点の間隔と、車両100からの距離 δ との相関を、 \tanh 関数などによって表すことで、距離 δ の変化に対して間隔Dがより滑らかに変化するようにした例を示す。

[0084] 図25に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部513は、車両100からの距離 δ が第1所定値 δ_1 以上の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最大値 D_{max} に設定し、車両100からの距離 δ が第2所定値 δ_2 ($\delta_2 < \delta_1$) 以下の領域では、軌道点の間隔Dを所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、車両100からの距離 δ が第1所定値 δ_1 と第2所定値 δ_2 とで挟まれる領域内では、軌道点の間隔Dを、 \tanh 関数などで表される特性で、車両100からの距離 δ の減少に対して減少変化させる。

[0085] また、図26は、車両100からの距離 δ が所定値 δ_3 （所定値 $\delta_3 > 0$ [m]）よりも長いかに短いかに応じて、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} （換言すれば、通常値）と所定の最小値 D_{min} （換言すれば、通常値よりも短い距離）とのいずれかに切り替える特性を示す。

つまり、軌道点の間隔 D を、車両100からの距離 δ の変化に応じて漸増、漸減させる特性に限定されず、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔 D を、車両100からの距離 δ が閾値よりも長い場合と短い場合とで異なる2値の値をとり得る変数とすることができる。

[0086] 「第9実施形態」

第9実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100の状態に関する情報、詳しくは、車両100の運動状態に関する情報である車両100の速度 V_S に関する情報を設定条件として取得し、車両100の速度が遅くなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定する。

車両100の速度 V_S が低い場合は、時間あたりに車両100が進む距離が短くなり、ある軌道点から次の軌道点に到達するまでに要する時間が長くなるため、車両100の軌道追従の精度が低下するおそれがある。

そこで、軌道点間隔設定部513は、車両100の速度 V_S が遅くなるにつれて軌道点の間隔 D を狭めることで、車両100が低速で走行する状態において、軌道追従の精度を確保する。

[0087] なお、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔 D を車両100の速度に基づいて決定するときの特性としては、たとえば、図24－図26の横軸を、車両100からの距離 δ に代えて、車両100の速度 V_S としたときの特性を採用できる。

車両100の速度 V_S は、目標速度または実速度とすることができる。

また、軌道点間隔設定部513は、目標軌道生成部512が目標軌道の情報として設定した目標速度、或いは、車輪速センサ410が検出した各車輪101－104の回転速度に基づいて演算された速度の測定値を、車両100の速度 V_S に関する情報として取得することができる。

[0088] 図27は、軌道点間隔設定部513が、目標軌道の情報として設定した目標速度に基づいて軌道点の間隔Dを設定する場合であって、車両100が、将来、直線区間を経て曲線区間を走行する予定であるときに、目標速度に応じて軌道点の間隔Dが変更される様子を示す。

車両100が、将来、直線区間を経て曲線区間を走行する予定である場合、目標軌道の計画において、一般的に、直線区間に比べて曲線区間での目標速度が低く設定される。

このため、軌道点間隔設定部513は、目標速度に基づき軌道点の間隔Dを設定することで、目標速度が高い直線区間での間隔D1に比べて、目標速度が直線区間よりも低い曲線区間での間隔D2を狭める設定を実施することになる。

[0089] 図28及び図29は、軌道点間隔設定部513が、車両100の速度VSの測定値（換言すれば、実速度）に基づいて軌道点の間隔Dを設定する場合における、軌道点の間隔Dを例示する。

図28は、車両100が曲線区間手前の直線区間を走行している状態を示し、車両100の実速度VSAに基づき間隔D1に設定される。

一方、図29は、車両100が曲線区間の走行に備えて減速した状態を示す。

ここで、曲線区間での車両100の実速度VSBは、直線区間での実速度VSAよりも低く、この実速度VSBに基づく間隔D2は、直線区間での間隔D1よりも狭く設定される。

[0090] ところで、軌道点の間隔を距離に代えて時間で規定し、軌道点の間隔時間を一定とした場合、車両100の速度VSが遅くなると軌道点の間隔距離は狭くなる。

しかし、間隔時間を一定とする制御は、車両100の速度VSを基準として間隔距離を変更するものではない。つまり、間隔時間を一定とする制御での間隔距離は、速度VSと間隔時間とを乗算した結果として一義的に決まり、車両100の速度VSによって間隔距離が結果的に変化するに過ぎない。

[0091] したがって、間隔時間を一定とする制御では、速度 V と間隔距離との相関を任意に設定することはできず、速度 V の条件に応じて間隔距離を最適化することは難しい。

このため、第9実施形態の速度 V に応じた間隔 D （つまり、間隔距離）の設定は、間隔時間を一定とする制御とは異なる技術である。

[0092] 「第10実施形態」

第10実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100の運動状態に関する情報として車両100の左右方向の加加速度に関する情報を設定条件として取得し、車両100の左右方向の加加速度が大きくなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定する。

軌道点間隔設定部513は、加速度センサ420が検出した左右方向の加速度の情報から求められた左右方向の加加速度の情報を取得することができる。

[0093] 図30は、車両100の左右方向の加加速度の違いによって、軌道点の間隔 D が変化する様子を示す。

車両100が直線区間からカーブに進入すると、緩和曲線区間での曲率の変化にともなって左右方向の加加速度が大きくなり、その後、曲率が一定である曲線区間を車両100が走行するようになると、左右方向の加加速度は小さくなる。

この場合、軌道点間隔設定部513は、緩和曲線区間で車両100の左右方向の加加速度が大きくなると、緩和曲線区間の手前の直線区間での間隔 D_1 よりも狭い間隔 D_2 を設定し、その後、曲線区間になって左右方向の加加速度が小さくなると、間隔 D を緩和曲線区間での間隔 D_2 よりも広げる。

[0094] 車両100の左右方向の加加速度が大きい状態は、車両100の舵角変化が大きい状態である。

このため、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔 D を狭めて目標軌道の形状を正確に表現することで、舵角操作の精度を向上させる。

[0095] なお、車両100の左右方向の加加速度は、舵角の変化速度が大きいと大

きくなるから、舵角の変化速度の情報は、車両100の左右方向の加加速度に関する情報である。

したがって、軌道点間隔設定部513は、車両100の左右方向の加加速度に代えて、舵角の変化速度が大きくなるにつれて、軌道点の間隔Dが狭くなるように設定することができる。

そして、この場合も、車両100の左右方向の加加速度に基づいて軌道点の間隔Dを設定する場合と同様な作用効果が得られる。

[0096] 図31は、軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔Dを、車両100の左右方向の加加速度JKの絶対値に応じて設定する特性として、軌道点の間隔Dを加加速度JKの絶対値に反比例させる場合（軌道点の間隔D = 係数a / 加加速度JKの絶対値）を示す。

図31の特性の場合、軌道点間隔設定部513は、加加速度JKの絶対値が第2所定値JK2を下回るとき、つまり、左右方向（換言すれば、横方向）の加速度の変化が十分に小さいときは、軌道点の間隔Dを所定の最大値Dmax（換言すれば、通常値）とする。

[0097] 一方、軌道点間隔設定部513は、加加速度JKの絶対値が第2所定値JK2よりも大きい第1所定値JK1を上回るときは、軌道点の間隔Dを所定の最小値Dmin（換言すれば、通常値よりも短い距離）に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、加加速度JKの絶対値が第2所定値JK2と第1所定値JK1とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔Dを、加加速度JKの絶対値に反比例させる。

[0098] 図32は、軌道点の間隔Dと、加加速度JKの絶対値との相関を、tanh関数などによって表すことで、加加速度JKの変化に対して間隔Dがより滑らかに変化するようにした例を示す。

図32に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部513は、加加速度JKの絶対値が第2所定値JK2以下のときは、軌道点の間隔Dを所定の最大値Dmaxに設定し、加加速度JKの絶対値が第1所定値JK1（JK2 < JK1）以上のときは、軌道点の間隔Dを所定の最小値Dminに設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、加加速度JKの絶対値が第1所定値JK1と第2所定値JK2とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔Dを、 \tanh 関数などで表される特性で、加加速度JKの絶対値の増大に対して減少変化させる。

[0099] 「第11実施形態」

第11実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100の運動状態に関する情報として車両100の舵角に関する情報を設定条件として取得し、車両100の舵角が大きくなるにつれて、軌道点の間隔Dが狭くなるように設定する。

なお、舵角は、タイヤの切れ角であり、操舵される車輪の中心面と、車両100の前後軸とがなす角度である。

そして、軌道点間隔設定部513は、目標軌道に車両100を追従させるための目標舵角、若しくは、舵角センサ430が検出する実舵角を、軌道点の間隔Dの設定条件として取得する。

[0100] 図33は、車両100の舵角の違いによって、軌道点の間隔Dが変化する様子を示す。

車両100が直線区間を走行するときは、舵角が小さいため、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔Dを、比較的広い間隔D1に設定する。

そして、車両100が直線区間から曲線区間へ進入し、舵角が増大すると、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔Dを、直線区間であって舵角が小さいときの間隔D1よりも狭い間隔D2に設定する。

[0101] つまり、車両100の舵角が大きい状態とは、曲率の大きいカーブを車両100が走行する状態であり、軌道点の間隔Dが広すぎると、カーブ（若しくは目標経路）の形状を正確に表現することができなくなる。

そこで、軌道点間隔設定部513は、車両100の舵角が大きくなるにつれて、軌道点の間隔Dを狭くすることで、車両100がカーブを走行するときの軌道追従精度を向上させる。

[0102] なお、目標軌道に追従させるための舵角制御においては、ヨーレイトや左

右方向の加速度を制御目標とする場合がある。

したがって、軌道点間隔設定部 513 は、舵角の情報に代えて、ヨーレートや左右方向の加速度に基づいて軌道点の間隔 D を設定することができる。

[0103] 詳細には、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 のヨーレートが大きくなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定することができる。

また、軌道点間隔設定部 513 は、車両 100 の左右方向の加速度が大きくなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定することができる。

このように、舵角に関する情報は、舵角、ヨーレート、左右方向の加速度のうちのいずれかである。

[0104] 図 34 は、軌道点間隔設定部 513 が、軌道点の間隔 D を、車両 100 の舵角 SA の絶対値に応じて設定する特性として、軌道点の間隔 D を舵角 SA の絶対値に反比例させる場合（軌道点の間隔 $D = \text{係数 } a / \text{舵角 } SA \text{ の絶対値}$ ）を示す。

図 34 に示した特性の場合、軌道点間隔設定部 513 は、舵角 SA の絶対値が第 2 所定値 SA_2 を下回るとき、つまり、車両 100 が略直進している状態では、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{\max} （換言すれば、通常値）とする。

[0105] 一方、軌道点間隔設定部 513 は、舵角 SA の絶対値が第 2 所定値 SA_2 よりも大きい第 1 所定値 SA_1 を上回るとき、つまり、車両 100 がカーブを走行している状態では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{\min} （換言すれば、通常値よりも短い距離）に設定する。

そして、軌道点間隔設定部 513 は、舵角 SA の絶対値が第 2 所定値 SA_2 と第 1 所定値 SA_1 とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、舵角 SA の絶対値に反比例させる。

[0106] 図 35 は、軌道点の間隔 D と、舵角 SA の絶対値との相関を、 \tanh 関数などによって表すことで、舵角 SA の変化に対して間隔 D がより滑らかに変化するようにした例を示す。

図 35 に示した特性の場合も、軌道点間隔設定部 513 は、舵角 SA の絶

対値が第2所定値 $S A 2$ 以下のときは、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} に設定し、舵角 $S A$ の絶対値が第1所定値 $S A 1$ ($S A 2 < S A 1$)以上のときは、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、舵角 $S A$ の絶対値が第1所定値 $S A 1$ と第2所定値 $S A 2$ とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、 \tanh 関数などで表される特性で、舵角 $S A$ の絶対値の増大に対して減少変化させる。

[0107] 「第12実施形態」

第12実施形態において、軌道点間隔設定部513は、車両100の状態に関する情報として外界認識部300の認識精度に関する情報を取得し、外界認識部300の認識精度が低くなるにつれて、軌道点の間隔 D が狭くなるように設定する。

軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔 D の設定条件として取得する外界認識部300の認識精度とは、物理量を識別できる能力であり、たとえば、カメラ340やレーダ350などの距離の測定精度である。

[0108] ここで、マイクロコンピュータ510の不揮発性メモリに、車両100の仕様として、外界認識部300の認識精度の情報を保存しておき、軌道点間隔設定部513は、認識精度の情報を不揮発性メモリから読み出すことができる。

また、認識精度の情報を、外界認識部300からの距離区分ごとの情報とすることができる。

[0109] また、たとえば、マイクロコンピュータ510が、外界認識部300による認識精度を、外界認識部300による長さ或いは距離の測定結果と規定値とを比較することで求める機能を有することができる。

具体的には、マイクロコンピュータ510は、外界認識部300による、高速道路に設置される車間距離確認標識までの距離の測定結果や、車線を定める白色の破線の長さの測定結果などから、外界認識部300による認識精度（換言すれば、測定誤差）を求めることができる。

[0110] 軌道点間隔設定部513は、たとえば、外界認識部300による長さの測定誤差を、 $\pm 0.01\text{m}$ 、 $\pm 0.05\text{m}$ 、 $\pm 0.1\text{m}$ などの複数レベルに判別し、長さの測定誤差が大きいほど外界認識部300の認識精度が低いと判断して、軌道点の間隔Dをより狭くすることができる。

なお、軌道点間隔設定部513は、車両100からの距離の情報と、外界認識部300の認識精度の情報とを取得し、たとえば、同じ認識精度の領域であっても、車両100からの距離が近いほど、軌道点の間隔Dを狭くすることができる。

[0111] 図36は、外界認識部300の認識精度の違いによって、軌道点の間隔Dが変化する様子を示す。

ここで、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の認識精度を、高、中、低の3段階に判別し、認識精度が低い領域ほど軌道点の間隔Dを狭める。

[0112] 換言すれば、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の測定誤差を、たとえば、 $\pm 0.01\text{m}$ 、 $\pm 0.05\text{m}$ 、 $\pm 0.1\text{m}$ などの大、中、小の3段階に判別し、測定誤差が大きい領域ほど軌道点の間隔Dを狭める。

つまり、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の認識精度が低い領域、換言すれば、外界認識部300の測定誤差が大きい領域では、軌道点の間隔Dを狭めて軌道形状を正確に表現することで、軌道追従の精度を向上させる。

[0113] 図36に示した例の場合、外界認識部300の認識範囲のうち、車両100から第1距離までが、最も認識精度が高い第1領域、第1距離から第2距離（第2距離>第1距離）までの間が、認識精度が中程度の第2領域、第2距離から第3距離（第3距離>第2距離）までの間が、認識精度が最も低い第3領域である。

つまり、第1領域は測定誤差 $=\pm 0.01\text{m}$ の領域、第2領域は測定誤差 $=\pm 0.05\text{m}$ の領域、第3領域は測定誤差 $=\pm 0.1\text{m}$ の領域である。

そして、軌道点間隔設定部513は、第1領域での軌道点の間隔Dを最も

広い間隔 D_1 に、第2領域での軌道点の間隔 D を中間値である間隔 D_2 に、第3領域での軌道点の間隔 D を最も狭い間隔 D_3 ($D_3 < D_2 < D_1$) に設定する。

[0114] 図37は、軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔 D を、外界認識部300の認識精度に応じて設定する特性として、軌道点の間隔 D を、測定誤差に反比例させる場合 (軌道点の間隔 $D = \text{係数 } a / \text{測定誤差}$) を示す。

図37に示した特性の場合、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の測定誤差 ME が第2所定値 ME_2 を下回る領域、つまり、外界認識部300の認識精度が高い領域では、軌道点の間隔 D を所定の最大値 D_{max} (換言すれば、通常値) とする。

[0115] 一方、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の測定誤差 ME が第2所定値 ME_2 よりも大きい第1所定値 ME_1 を上回る領域、つまり、外界認識部300の認識精度が低い領域では、軌道点の間隔 D を所定の最小値 D_{min} (換言すれば、通常値よりも短い距離) に設定する。

そして、軌道点間隔設定部513は、外界認識部300の測定誤差 ME が第2所定値 ME_2 と第1所定値 ME_1 とで挟まれる領域内であるときは、軌道点の間隔 D を、測定誤差 ME に反比例させる。

[0116] 「第13実施形態」

第13実施形態において、軌道点間隔設定部513は、走行環境に関する情報または車両の状態に関する情報のうちの異なる複数の情報を設定条件として取得し、複数の異なる設定条件を組み合わせ、軌道点の間隔 D を設定する。

詳細には、軌道点間隔設定部513は、複数の異なる設定条件ごとに軌道点の間隔 D を設定し、たとえば、複数の間隔 D のうちの最小値を最終的な軌道点の間隔 D とするセレクトロー処理によって、軌道点の間隔 D を定める。

[0117] 軌道点間隔設定部513は、たとえば、走行経路の曲率、外界認識部300の認識精度、車両100の速度 VS の3つの設定条件を組み合わせ、軌道点の間隔 D を設定する。

つまり、軌道点間隔設定部513は、第1実施形態に示したように、走行経路の曲率が大きくなるにつれて軌道点の間隔 D_C を狭く設定する。

また、軌道点間隔設定部513は、第12実施形態に示したように、外界認識部300の認識精度が低くなるにつれて（換言すれば、測定誤差 ME が大きくなるにつれて）軌道点の間隔 D_{ME} を狭く設定する。

[0118] さらに、軌道点間隔設定部513は、第9実施形態に示したように、車両100の速度 V_S が遅くなるにつれて軌道点の間隔 D_{VS} を狭くする。

そして、軌道点間隔設定部513は、上記間隔 D_C 、間隔 D_{ME} 、間隔 D_{VS} のうちの最も短い値を選択するセレクトロー処理を実施し、選択した間隔 D の情報を、目標軌道生成部512に与える。

[0119] なお、軌道点間隔設定部513が、複数の設定条件ごとに求めた軌道点の間隔 D から最終的な間隔 D を定める方法は、セレクトロー処理に限定されない。

たとえば、軌道点間隔設定部513は、平均値を求める処理、中央値を求める処理、最小二乗偏差値を求める処理などによって、複数の設定条件ごとに求めた複数の間隔 D から、最終的な間隔 D を定めることができる。

[0120] また、軌道点間隔設定部513は、メインとする設定条件と、サブとする設定条件とを組み合わせ、最終的な間隔 D を定めることができる。

たとえば、軌道点間隔設定部513は、メインとする1つ若しくは複数の設定条件を選定し、メインの設定条件から求めた間隔 D を、セレクトロー処理の入力信号とする。

[0121] また、軌道点間隔設定部513は、サブとする1つ若しくは複数の設定条件を選定して、サブの設定条件から求めた間隔 D が所定の閾値を下回る場合のみ、サブの設定条件から求めた間隔 D をセレクトロー処理の入力信号とし、サブの設定条件から求めた間隔 D が所定の閾値以上であれば、セレクトロー処理の対象に含めないようにする。

そして、軌道点間隔設定部513は、セレクトロー処理の出力信号を最終的な間隔 D に定め、目標軌道の生成に適用させる。

[0122] ここで、軌道点間隔設定部513は、たとえば、走行路の曲率や先行車からの距離などをメインの設定条件とし、先行車に対する車両100の相対速度をサブの設定条件とすることができる。

また、軌道点間隔設定部513は、サブの設定条件から求めた間隔Dを、セレクトロー処理の対象に含めるか否かを切り分けるための間隔Dの閾値を、サブの設定条件ごとに独立に設定することができる。

[0123] ところで、軌道点間隔設定部513が、軌道点の間隔Dを、たとえば第9実施形態（図28、図29参照）に示したように、車両100の実速度に基づき設定する場合、車両100の実速度の変動に応じて軌道点の間隔Dが変化することで、高い軌道追従性が求められるときに軌道が正確に表現されず、追従性が損なわれるおそれがある。

ここで、車両100の実速度が下がる場合は、同じ軌道をより間隔Dの狭い軌道点で表現することになるので、軌道形状を正確に表現でき、追従性の低下は抑止される。

しかし、車両100の実速度が上がる場合は、同じ軌道をより間隔Dの広い軌道点で表現することになるので、軌道形状の表現が急に粗くなって追従性が一時的に低下する可能性がある。

[0124] そこで、目標軌道生成部512は、目標軌道の同じ部分での軌道点の間隔Dが広がる場合、同じ場所について設定された目標軌道を重ねたときに、広げられた間隔Dに基づく新たな軌道点の間に、以前の狭い間隔Dで設定された軌道点が複数存在する場合（換言すれば、急激に軌道点の間隔Dが広がった場合）、以前の狭い間隔Dで設定された軌道点のうちのいくつかを追加で採用することができる。

そして、目標軌道生成部512は、広げられた間隔Dに基づく新たな軌道点に、以前の狭い間隔Dで設定された軌道点のいくつかを付加して、これらの軌道点が連なった目標軌道を生成する。

[0125] 係る構成によれば、軌道点の間隔Dを急に広げる指令が軌道点間隔設定部513から出力されても、目標軌道生成部512は、目標軌道を表現する軌

道点の間隔が急に広がることを抑止でき、軌道追従性が低下することを抑止できる。

なお、軌道点間隔設定部513は、目標軌道生成部512に出力する間隔Dの情報の増大変化を遅らせる処理を実施することができ、この場合も、軌道点の間隔が急に広がって軌道追従性が低下することを抑止できる。

[0126] 以下では、マイクロコンピュータ510（目標軌道生成部512及び軌道点間隔設定部513）による軌道点の設定方法の態様を説明する。

「第1の軌道点設定方法」

図38は第1の軌道点設定方法の概要を示す状態図、図39は第1の軌道点設定方法のプロセスを示すフローチャートであり、これらを参照しつつ第1の軌道点設定方法を説明する。

[0127] マイクロコンピュータ510は、まず、車両100の前方に1点目（換言すれば、始点）の軌道点を定め（ステップS901）、係る1点目の軌道点を対象点に設定する（ステップS902）。

次いで、マイクロコンピュータ510は、走行路の走行環境に関する情報及び／または車両100の状態に関する情報に基づいて軌道点の間隔Dを設定する（ステップS903）。

[0128] そして、マイクロコンピュータ510は、対象点から軌道点の間隔Dだけ離れた点を次の軌道点として定め（ステップS904）、新に定めた軌道点を対象点に設定する（ステップS905）。

ここで、マイクロコンピュータ510は、軌道点の連なりで表現される目標軌道の長さが、所定の長さ以上になっているか否かを判断する（ステップS906）。

[0129] 目標軌道の長さが不足している場合、マイクロコンピュータ510は、軌道点の間隔Dを決定する処理（ステップS903）、対象点から軌道点の間隔Dだけ離れた点を次の軌道点として定める処理（ステップS904）、さらに、新に定めた軌道点を対象点に設定する処理（ステップS905）を繰り返す。

一方、目標軌道の長さが所定の長さに達すると、マイクロコンピュータ510は、新たな軌道点の設定を停止する。

係る第1の軌道点設定方法は、計画された目標軌道について実際に採用する軌道点をサンプリングしていると見なすことができ、また、目標軌道の計画と軌道点の設定とを同時に行っていると見なすこともできる。

[0130] 「第2の軌道点設定方法」

マイクロコンピュータ510は、軌道点の間隔Dに関する評価関数を設定し、係る評価関数に基づき目標軌道を最適化させることができる。

つまり、マイクロコンピュータ510は、走行路の走行環境に関する情報及び／または車両100の状態に関する情報に基づいて設定した軌道点の間隔Dを目標値とする。

[0131] また、マイクロコンピュータ510は、目標軌道を表現する軌道点の間隔Dが目標値に近づくように評価関数を設計する。

そして、マイクロコンピュータ510は、評価関数に基づき目標軌道を表現する軌道点の間隔Dを評価し、逐次最適化することで、目標の間隔Dに基づいた軌道点列、つまり、目標軌道を生成する。

係る第2の軌道点設定方法は、目標軌道の計画と軌道点の間隔Dの設定とをまとめて行っていると見なすことができる。

[0132] 上記実施形態で説明した各技術的思想は、矛盾が生じない限りにおいて、適宜組み合わせ使用することができる。

また、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

[0133] たとえば、軌道点間隔設定部513は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報として、気象に関する情報、換言すれば、晴雨、風などの天気に関する情報を取得し、取得した気象に関する情報を設定条件として、軌道点の間隔を設定することができる。

具体的には、軌道点間隔設定部513は、横風が強くなるにつれて、軌道

点の間隔が狭くなるように設定することができる。

これは、横風が強いほど、車両100の姿勢が乱れ易くなって、目標軌道への追従性が低下する傾向となるためである。

[0134] また、軌道点間隔設定部513は、霧や降雨などによって視程が短くなるにつれて、軌道点の間隔が狭くなるように設定することができる。

なお、視程とは、大気の見通し、或いは、肉眼で物体がはっきりと確認できる最大の距離である。

これは、霧や降雨などによって視程が短くなっている走行環境のときは、カメラ340などによる外界の認識精度（換言すれば、測定精度）が低下するためである。

換言すれば、視程若しくは霧や降雨などの天候は、外界認識部300の認識精度に関する情報であると見なすことができる。

[0135] また、軌道点間隔設定部513は、車両100が走行する走行路の走行環境に関する情報として、橋梁、トンネル、市街地道路、郊外道路などの道路情報を、軌道点の間隔の設定条件とし、軌道点の間隔を設定することができる。

車両100が橋梁を走行するときや、トンネルの出口などでは、風などの影響を受けて車両100の姿勢が乱れる可能性がある。

そこで、軌道点間隔設定部513は、橋梁上やトンネルの出口などを車両100が走行するときに、橋梁の手前やトンネル内を走行するときに比べて軌道点の間隔をより狭く変更することで、軌道追従性を確保することができる。

[0136] また、市街地道路は、一般的に郊外道路に比べて車両及び歩行者の交通量が多く、また、走行環境がより複雑で走行環境の変化も大きいため、郊外道路に比べてより高い軌道追従性が要求される。

そこで、軌道点間隔設定部513は、車両100が市街地道路を走行しているときには、郊外道路を走行している場合に比べて、軌道点の間隔を狭くすることができる。

換言すれば、軌道点間隔設定部513は、車両及び／または歩行者の交通量が多くなるにつれて、軌道点の間隔が狭くなるように設定することができる。

[0137] また、軌道点間隔設定部513は、車両100の運動状態に関する情報として、車両100の前後方向における目標加減速度、または、実加減速度の情報を取得し、加減速度が大きくなるにつれて、軌道点の間隔が狭くなるように設定することができる。

車両100が急加減速する状態では、車両100の姿勢が乱れ易いため、軌道点間隔設定部513は、軌道点の間隔を狭くすることで、軌道追従性を確保する。

符号の説明

[0138] 100…車両、200…車両制御システム、300…外界認識部、400…車両状態取得部、500…車両制御装置、510…マイクロコンピュータ（コントロール部、コントロールユニット）、600…アクチュエータ部

請求の範囲

- [請求項1] 入力した情報に基づいて演算した結果を出力するコントロール部を備える車両制御装置であって、
前記コントロール部は、
車両が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、前記車両の状態に関する情報の少なくとも1つを含む、設定条件を取得し、
前記設定条件に基づいて、前記車両を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔を設定し、
前記目標軌道に沿って前記車両を走行させるための制御指令を出力する、
車両制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の車両制御装置であって、
前記設定条件は、前記走行環境に関する情報である、
車両制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路の道路形状に関する情報である、
車両制御装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の車両制御装置であって、
前記道路形状に関する情報は、前記車両の走行経路の曲率に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記曲率が大きくなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。
- [請求項5] 請求項3に記載の車両制御装置であって、
前記道路形状に関する情報は、前記走行路の道幅に関する情報であり、

前記コントロール部は、
前記道幅が狭くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項6] 請求項3に記載の車両制御装置であって、
前記道路形状に関する情報は、前記車両の走行経路の曲率の変化に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記曲率の変化が大きくなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項7] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路において前記車両の前方に位置する障害物からの距離に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記障害物からの距離が短くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項8] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路の路面の摩擦係数に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記摩擦係数が小さくなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項9] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路において前記車両の前方を走行する先行車からの距離に関する情報であり、

前記コントロール部は、
前記先行車からの距離が短くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項10] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路において前記車両の前方を走行する先行車に対する前記車両の相対速度に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記相対速度が速くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項11] 請求項2に記載の車両制御装置であって、
前記走行環境に関する情報は、前記走行路における前記車両から距離に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記車両から距離が短くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項12] 請求項1に記載の車両制御装置であって、
前記設定条件は、前記車両の状態に関する情報である、
車両制御装置。

[請求項13] 請求項1 2に記載の車両制御装置であって、
前記車両の状態に関する情報は、前記車両の運動状態に関する情報である、
車両制御装置。

[請求項14] 請求項1 3に記載の車両制御装置であって、
前記車両の運動状態に関する情報は、前記車両の速度に関する情報であり、

前記コントロール部は、
前記車両の速度が遅くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項15] 請求項13に記載の車両制御装置であって、
前記車両の運動状態に関する情報は、前記車両の左右方向の加加速度に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記車両の左右方向の加加速度が大きくなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項16] 請求項13に記載の車両制御装置であって、
前記車両の運動状態に関する情報は、前記車両の舵角に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記舵角が大きくなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項17] 請求項12に記載の車両制御装置であって、
前記車両は、前記走行路の走行環境に関する情報を取得する外界認識部を備え、
前記車両の状態に関する情報は、前記外界認識部の認識精度に関する情報であり、
前記コントロール部は、
前記認識精度が低くなるにつれて、前記軌道点の間隔が狭くなるように設定する、
車両制御装置。

[請求項18] 請求項1に記載の車両制御装置であって、

前記コントロール部は、
前記設定条件として、複数の異なる設定条件を取得し、
前記複数の異なる設定条件に基づいて、前記軌道点の間隔を設定する、
車両制御装置。

[請求項19] 車両に搭載されたコントロールユニットが実行する車両制御方法であって、

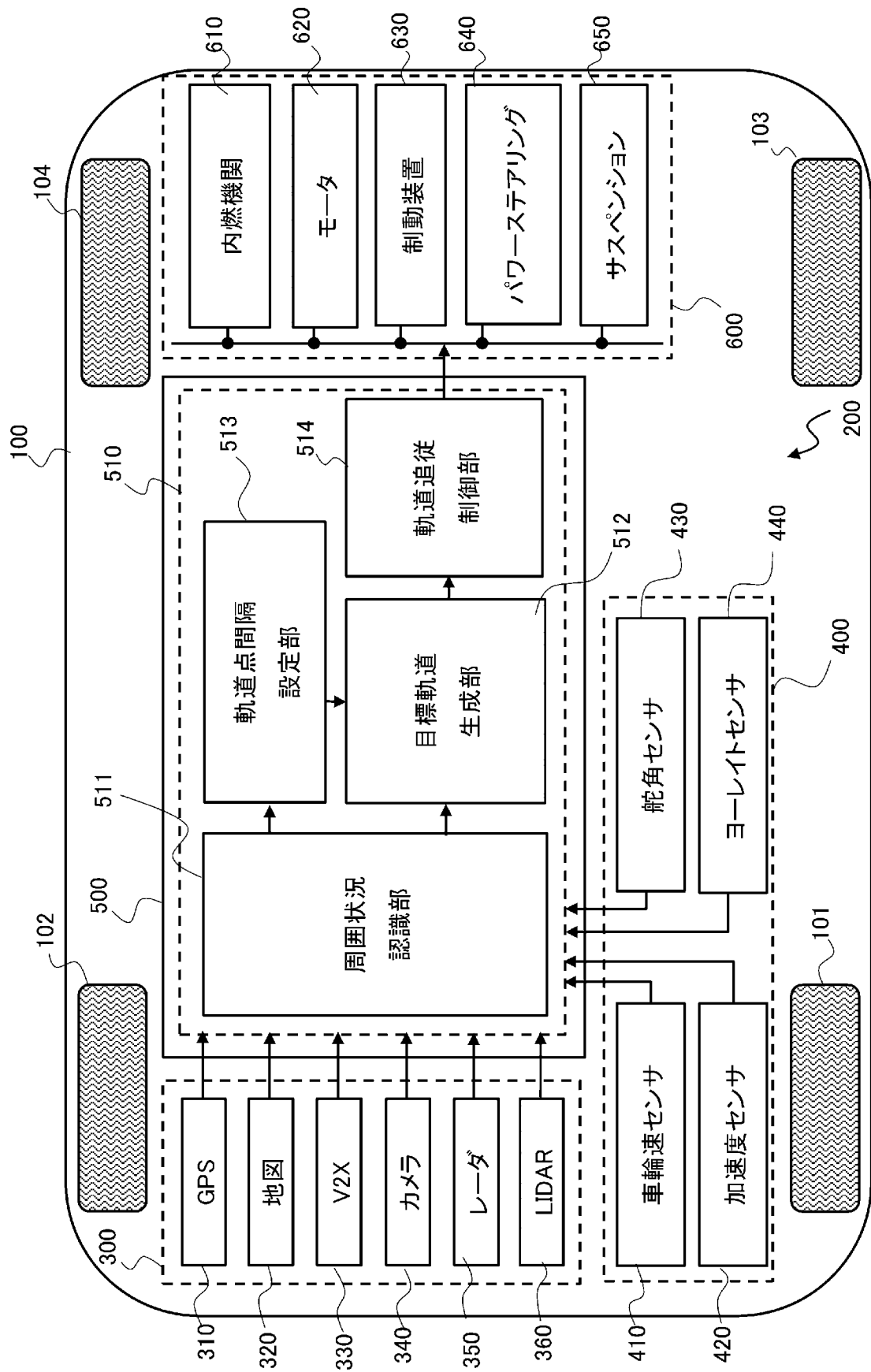
前記コントロールユニットは、
車両が走行する走行路の走行環境に関する情報、または、前記車両の状態に関する情報の少なくとも1つを含む、設定条件を取得し、
前記設定条件に基づいて、前記車両を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔を設定し、
前記目標軌道に沿って前記車両を走行させるための制御指令を出力する、
車両制御方法。

[請求項20] 車両が走行する走行路の走行環境に関する情報を取得する外界認識部と、

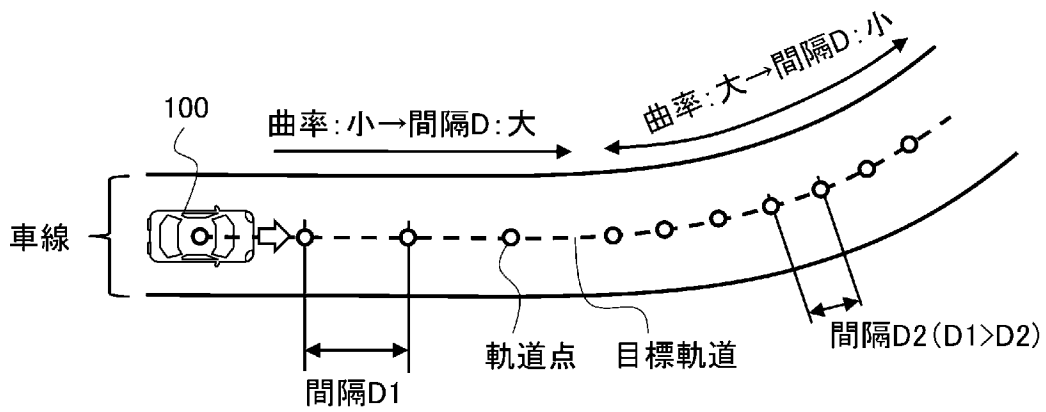
前記車両の状態に関する情報を取得する車両状態取得部と、
入力した情報に基づいて演算した結果を出力するコントロール部であって、
前記走行環境に関する情報、または、前記車両の状態に関する情報の少なくとも1つを含む、設定条件を取得し、
前記設定条件に基づいて、前記車両を走行させる目標軌道を表す複数の軌道点の間隔を設定し、
前記目標軌道に沿って前記車両を走行させるための制御指令を出力する、
前記コントロール部と、
前記制御指令に基づいて、前記車両の運動状態を制御するアクチュ

エータ部と、
を備える、車両制御システム。

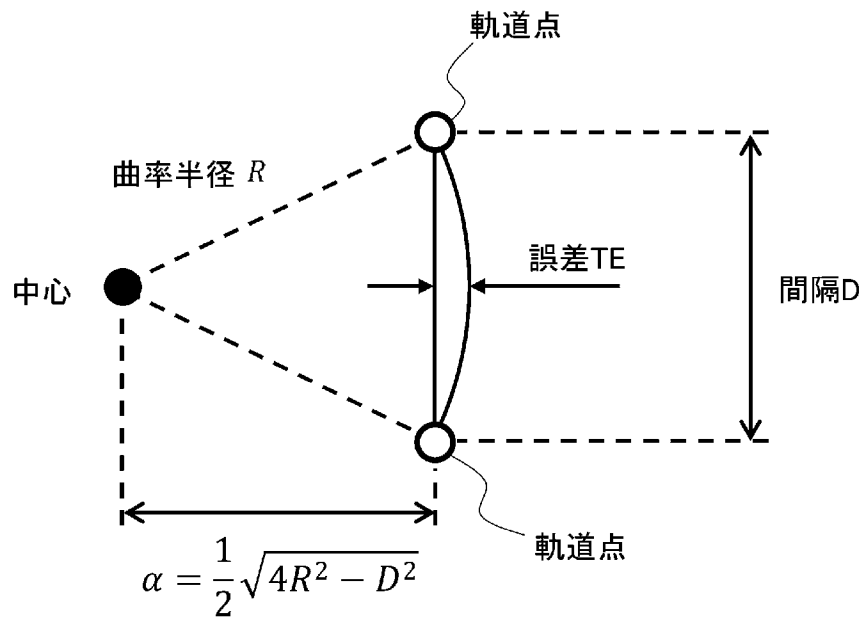
[図1]



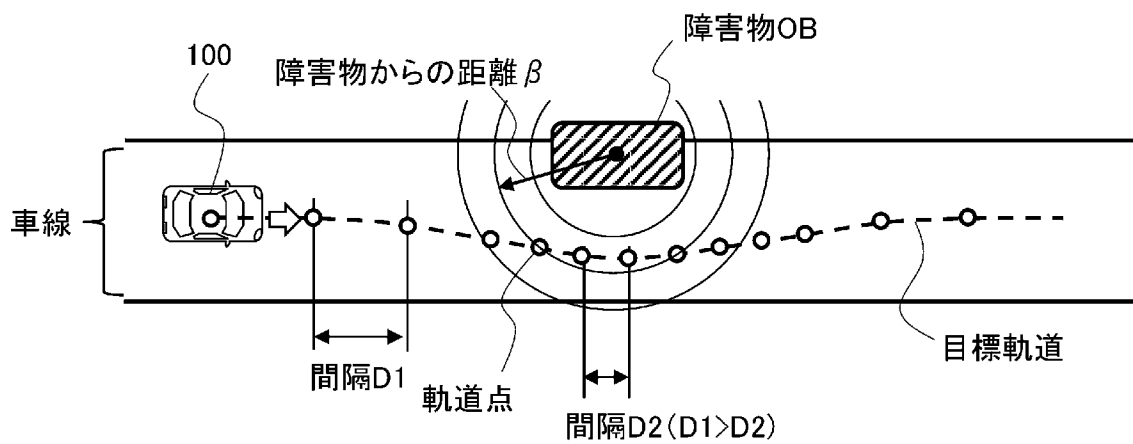
[図2]



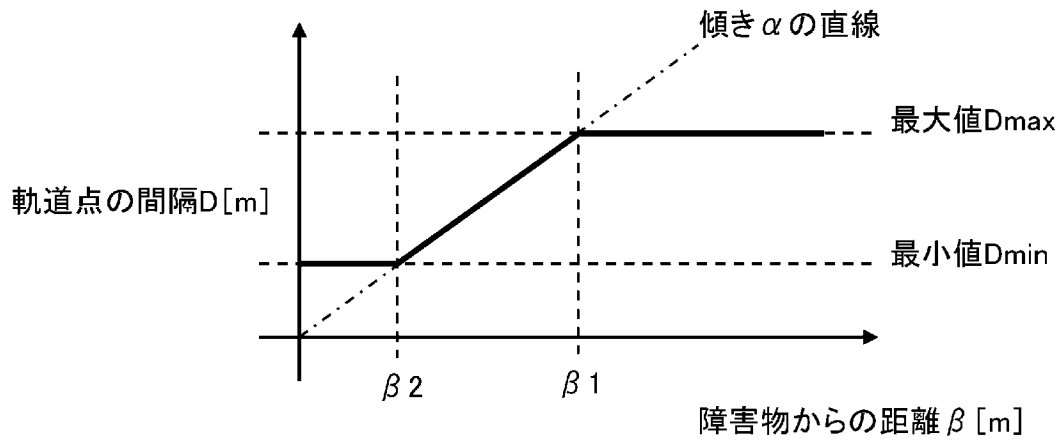
[図3]



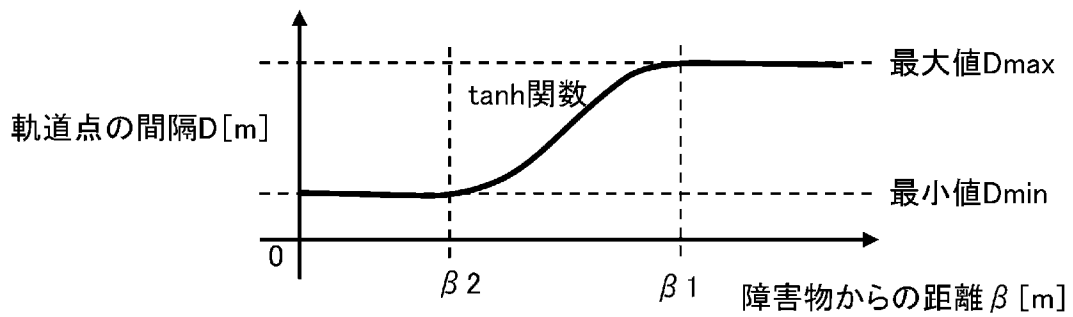
[図4]



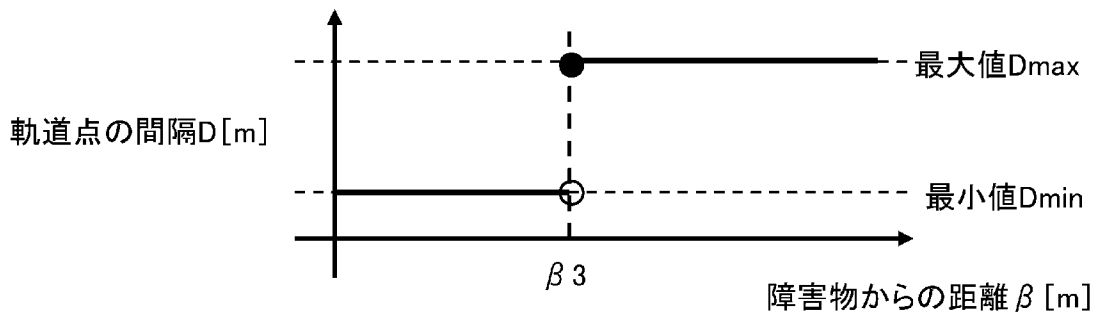
[図5]



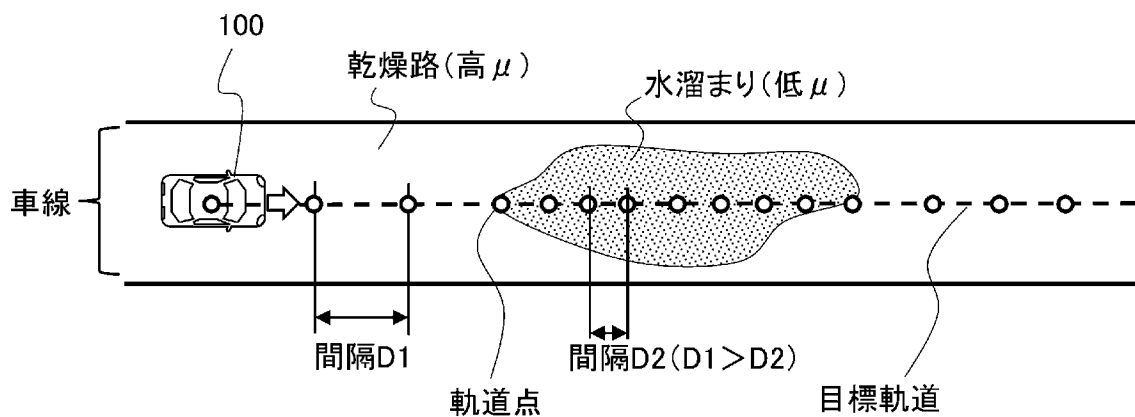
[図6]



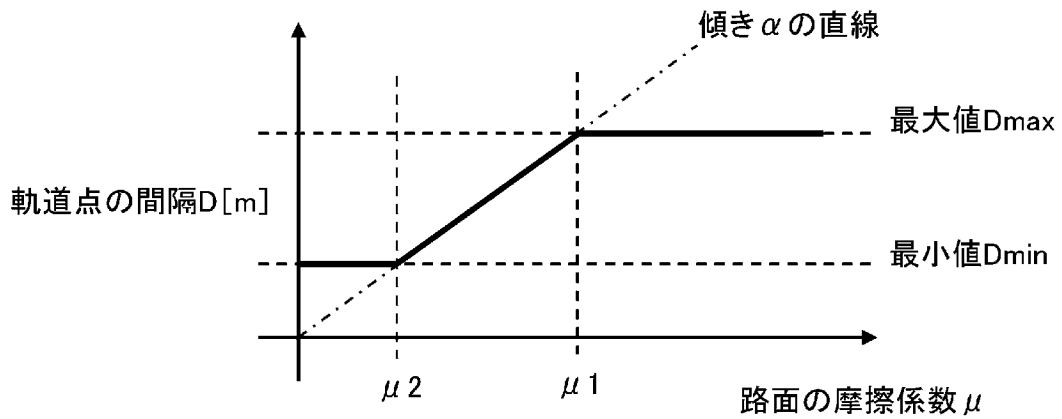
[図7]



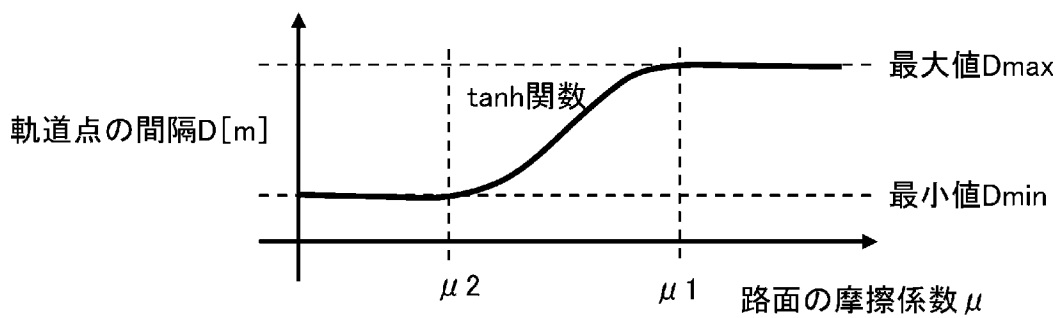
[図8]



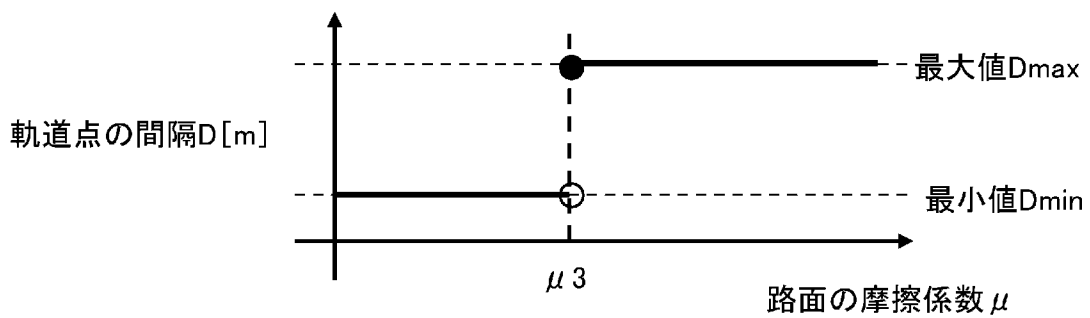
[図9]



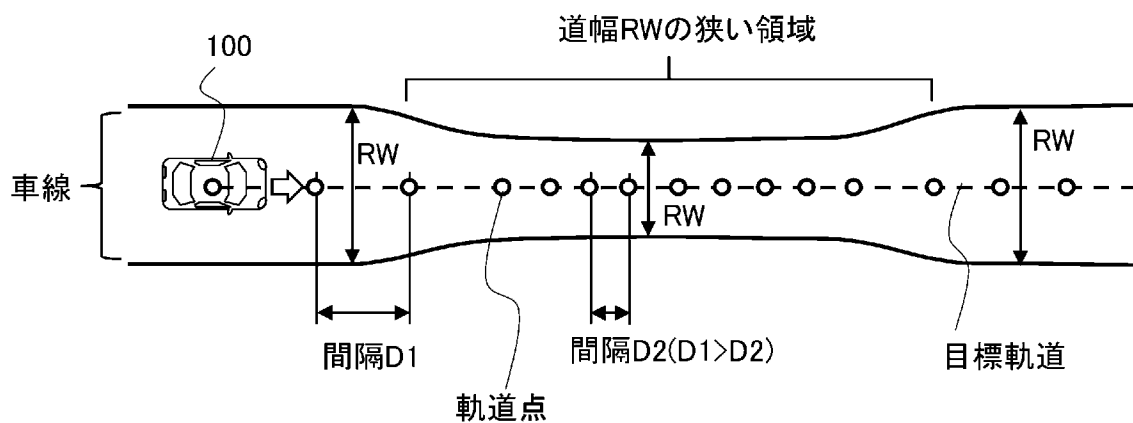
[図10]



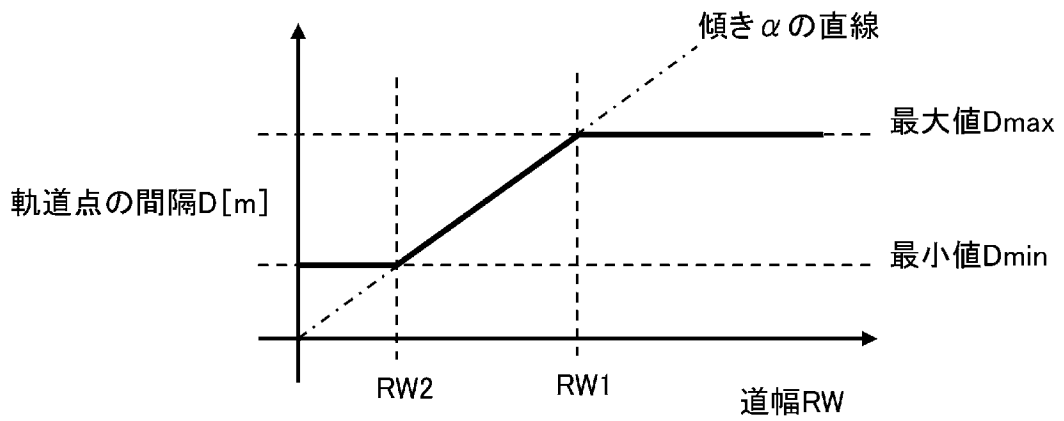
[図11]



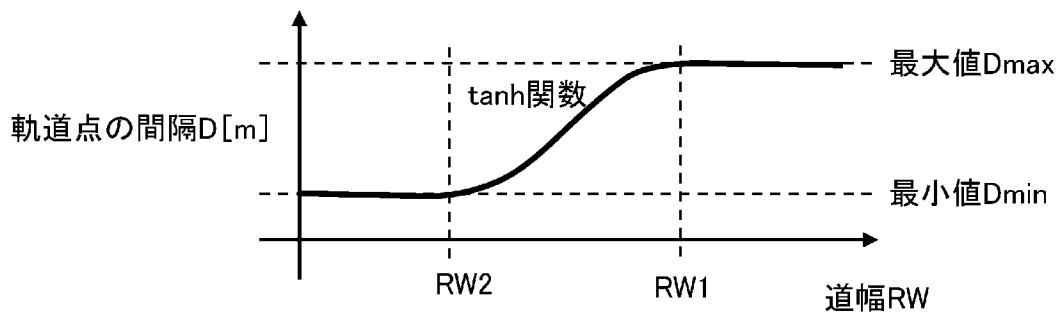
[図12]



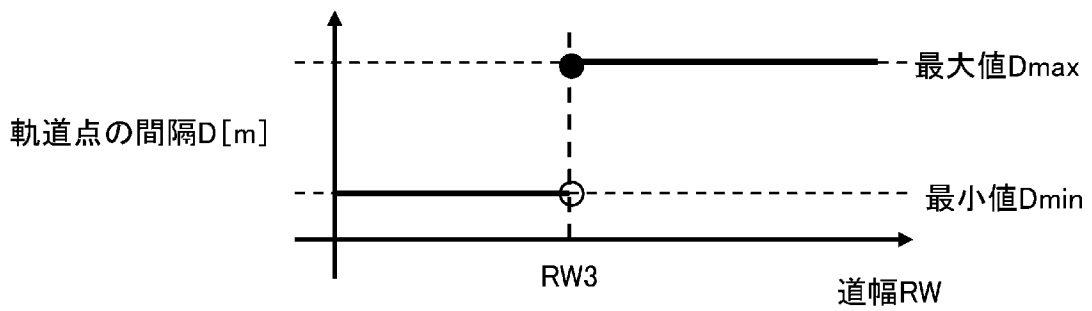
[図13]



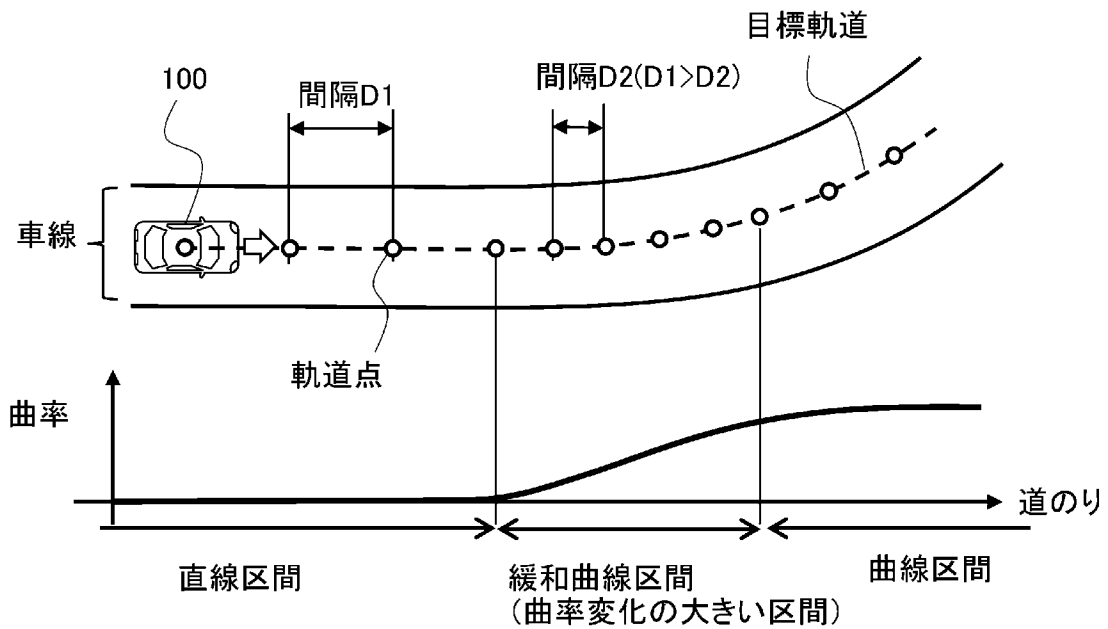
[図14]



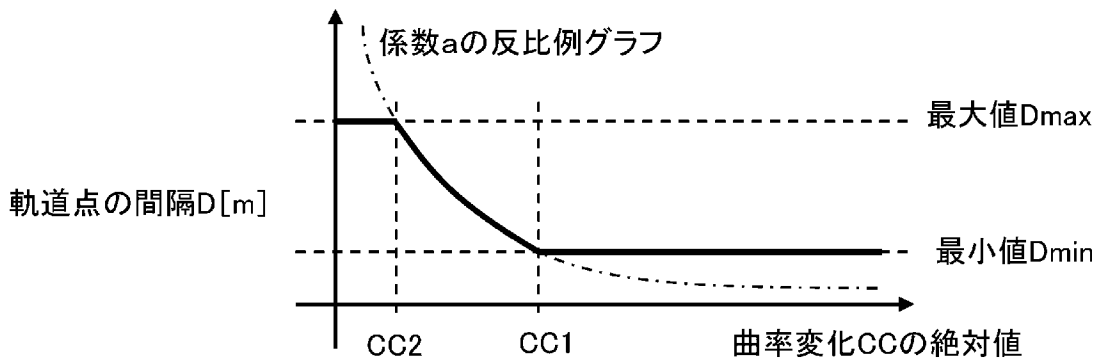
[図15]



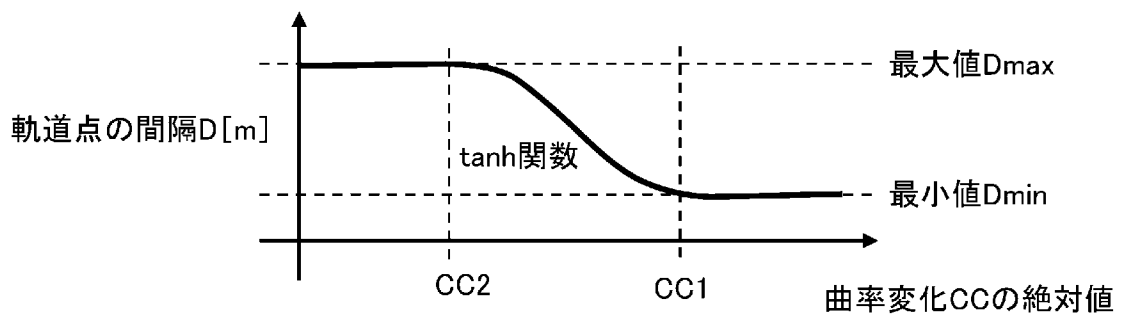
[図16]



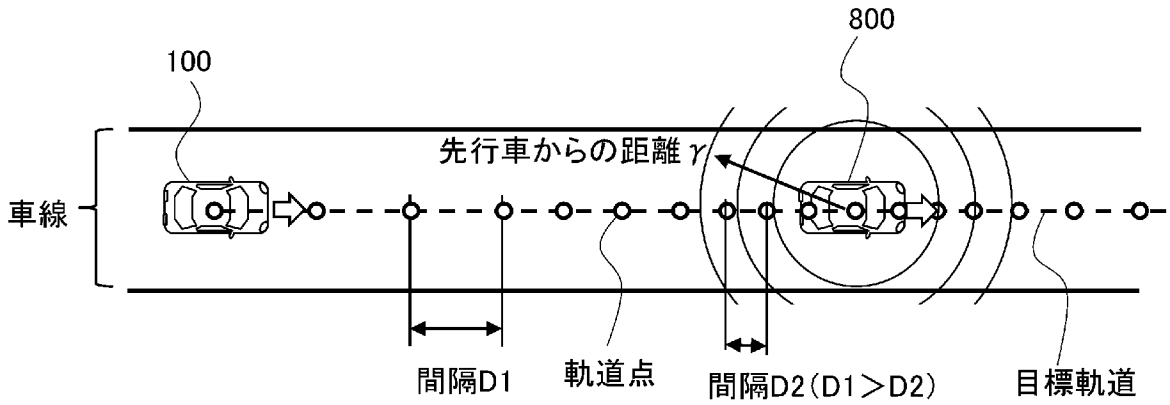
[図17]



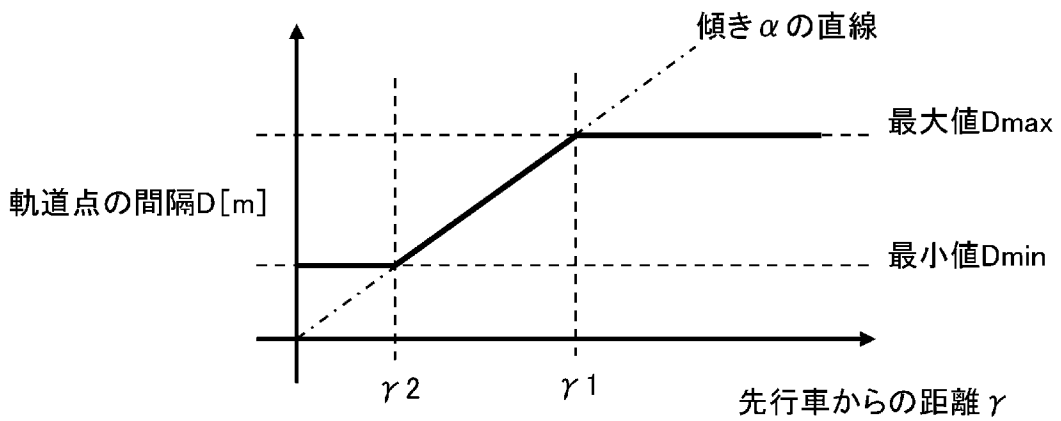
[図18]



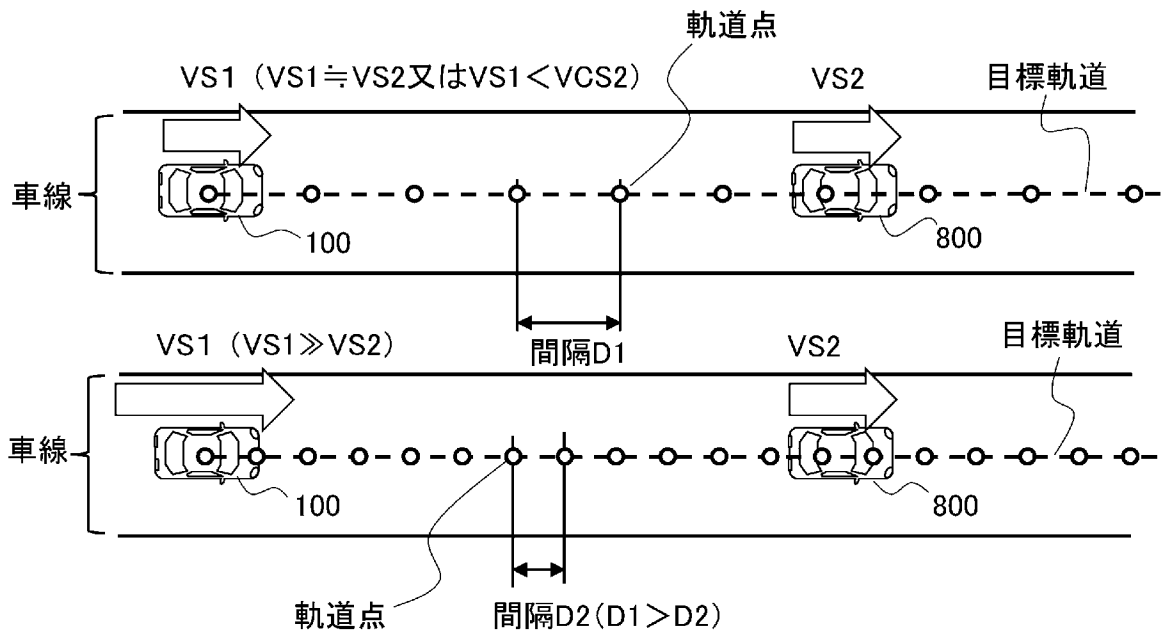
[図19]



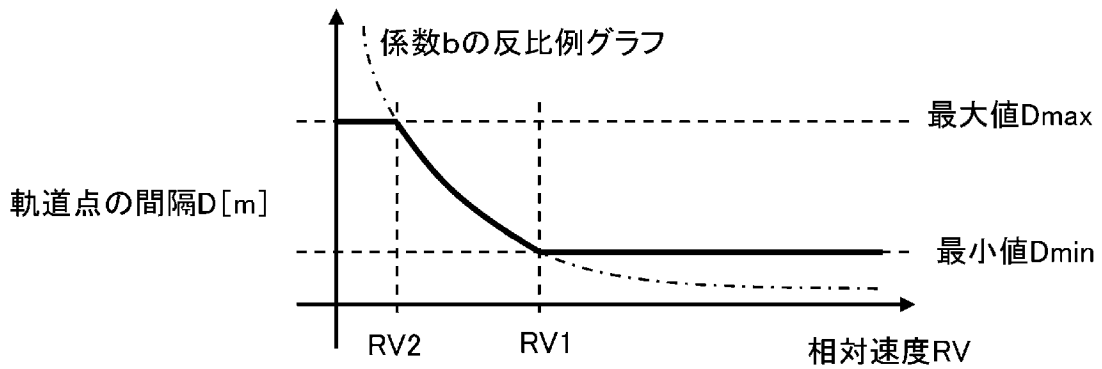
[図20]



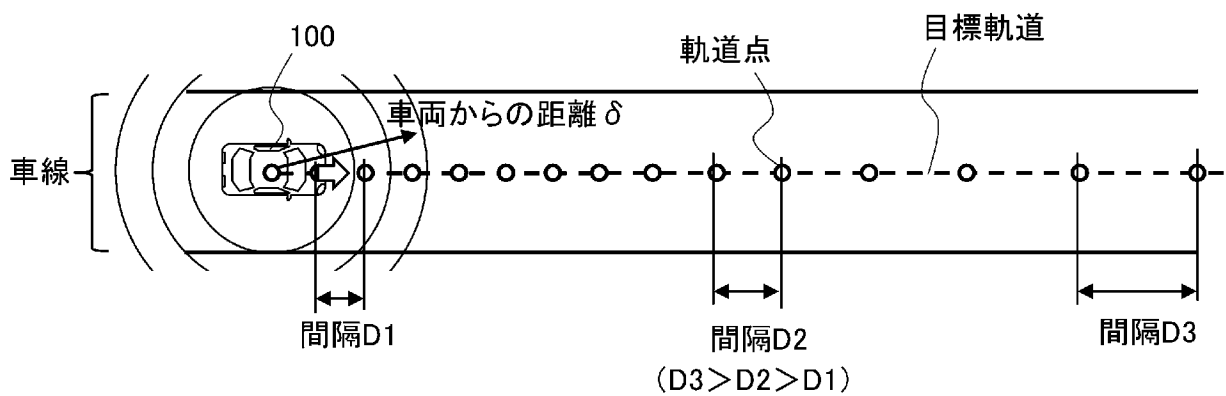
[図21]



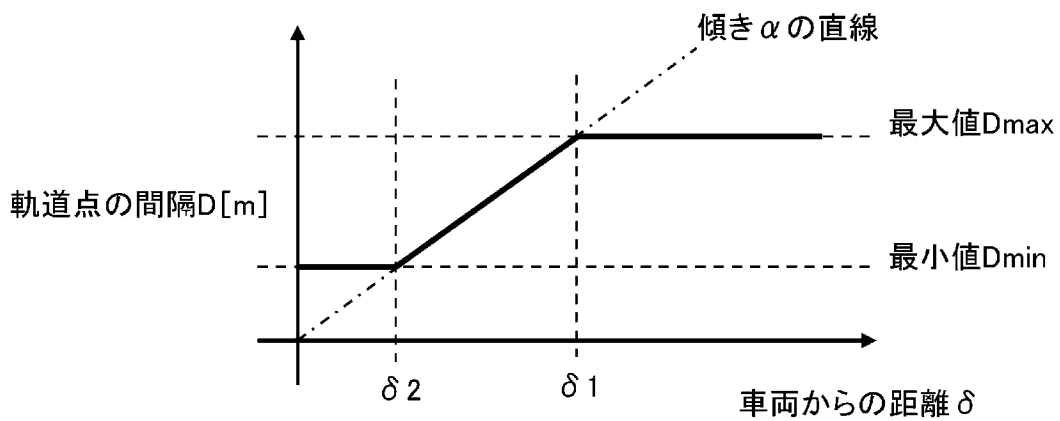
[図22]



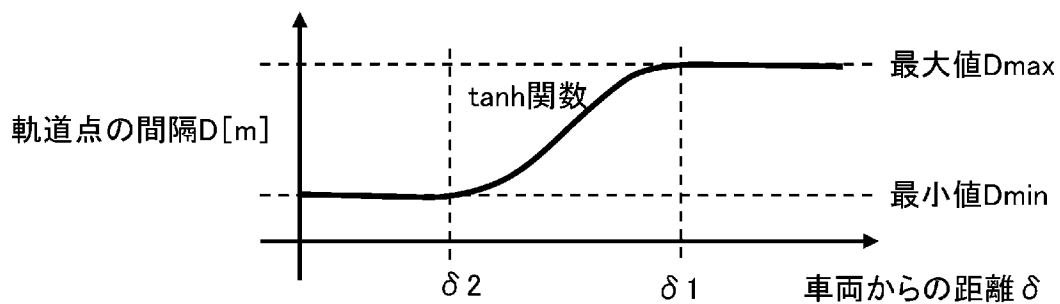
[図23]



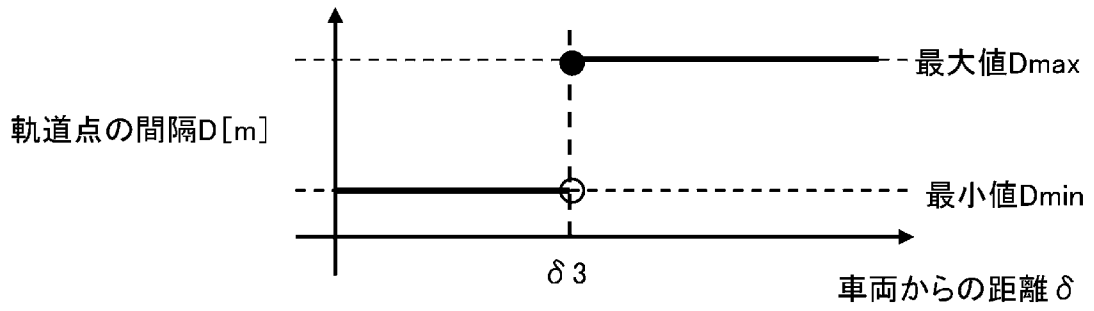
[図24]



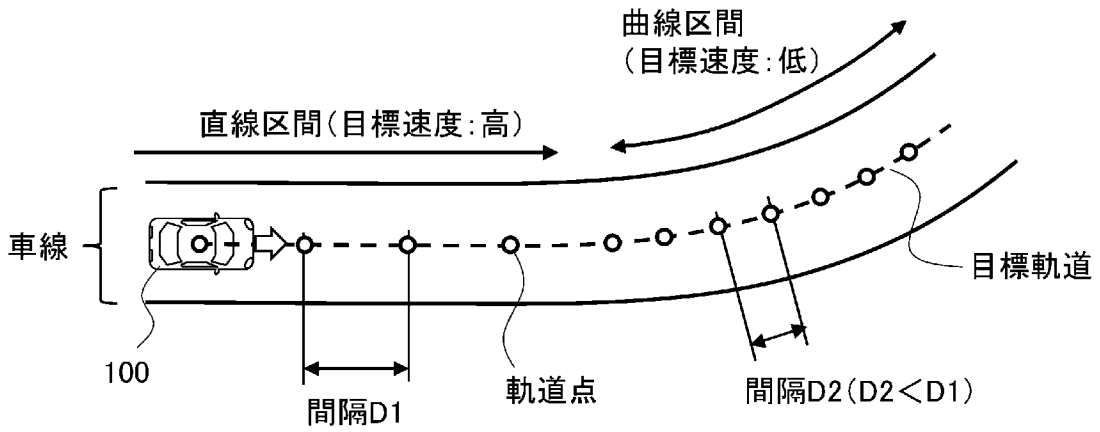
[図25]



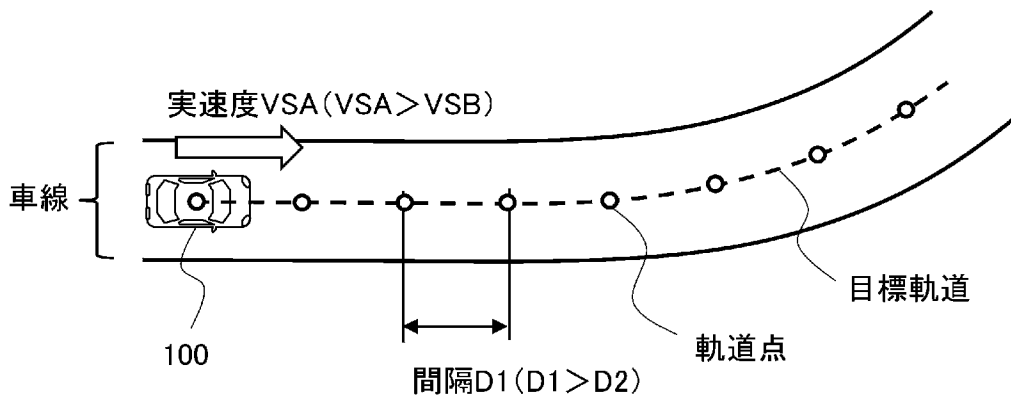
[図26]



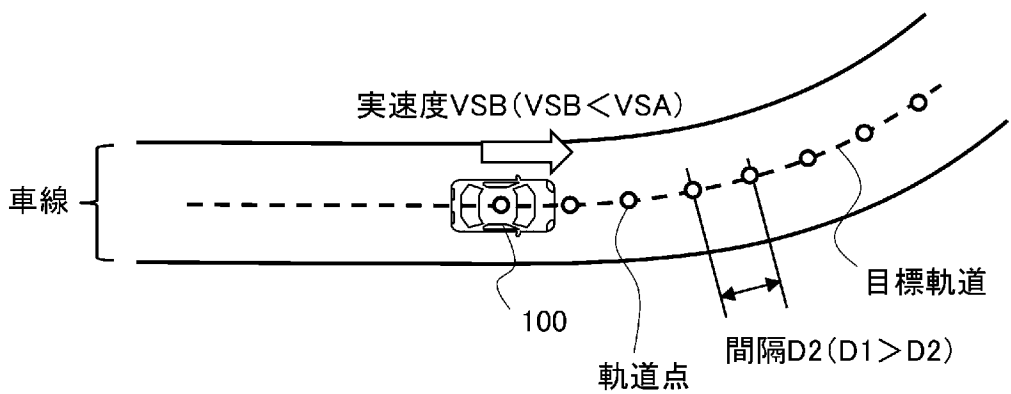
[図27]



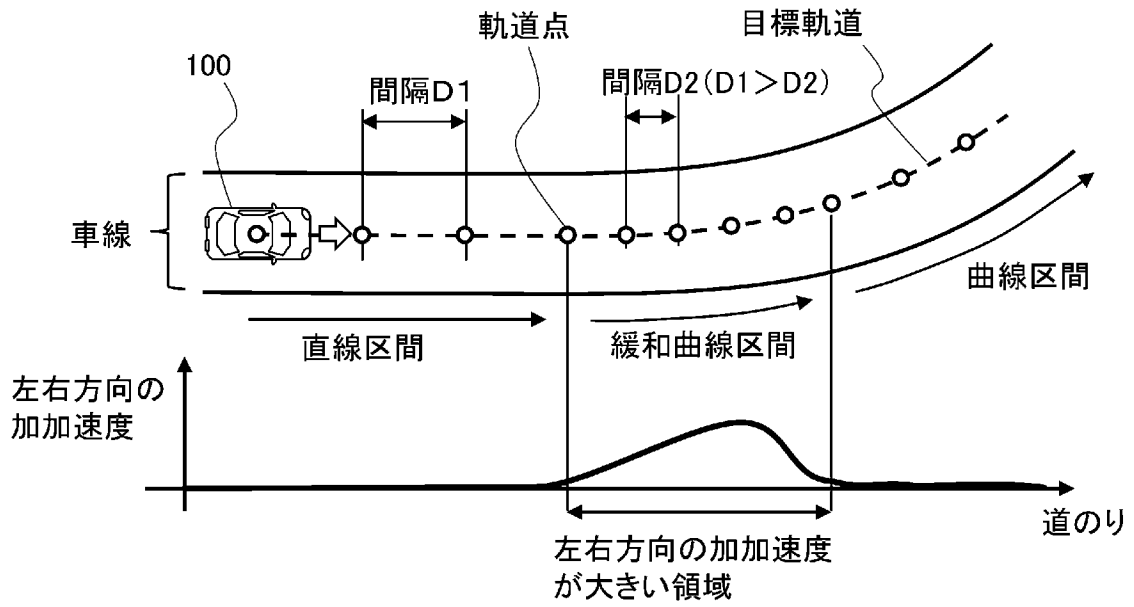
[図28]



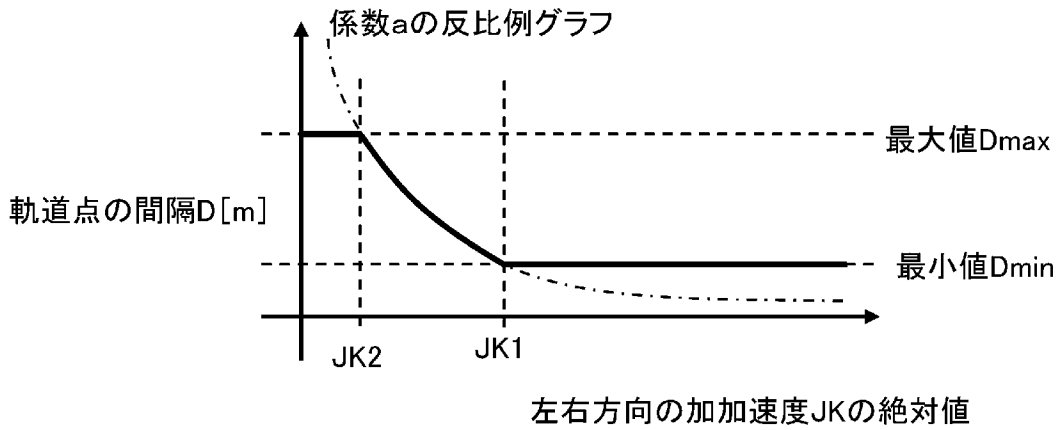
[図29]



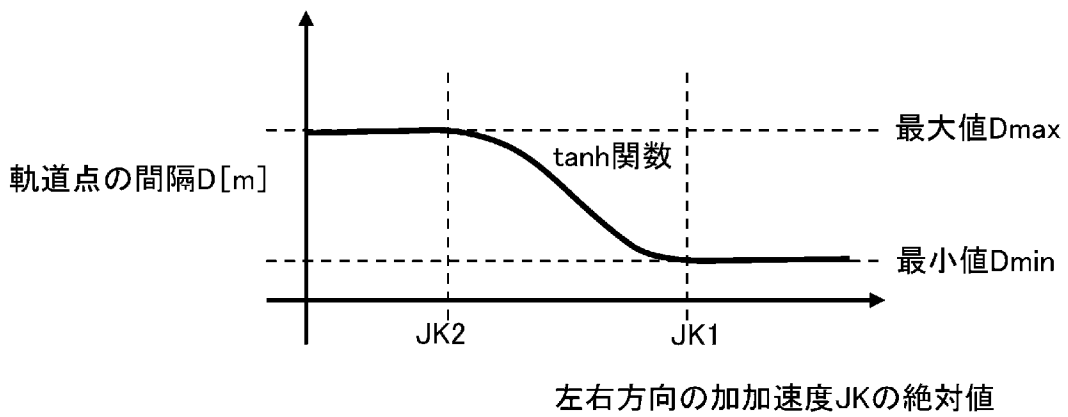
[図30]



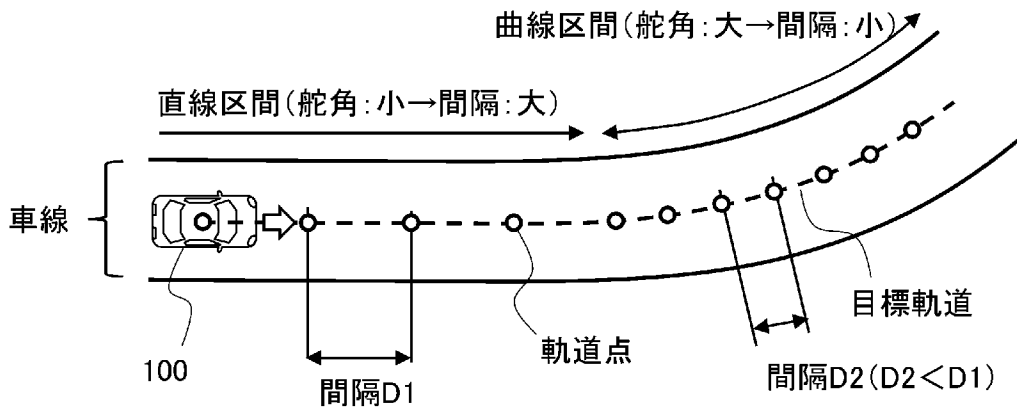
[図31]



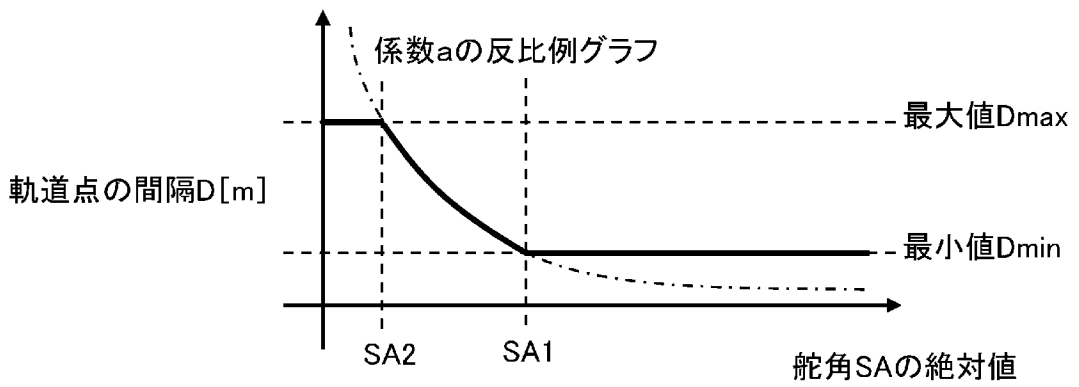
[図32]



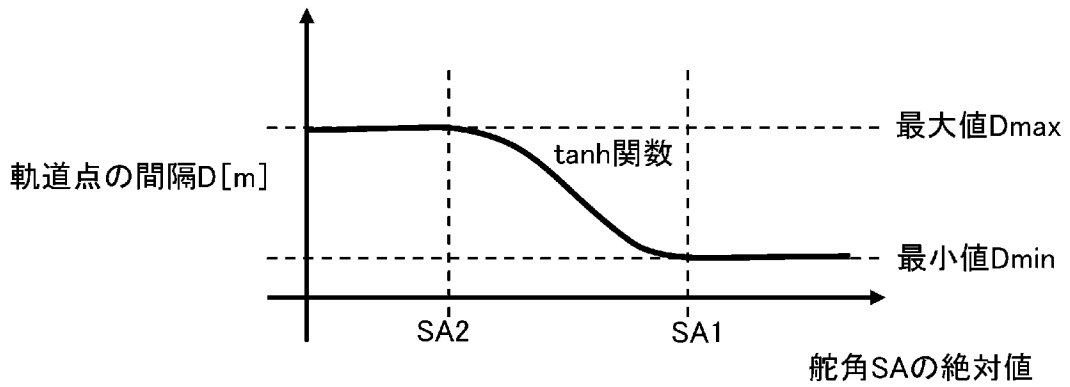
[図33]



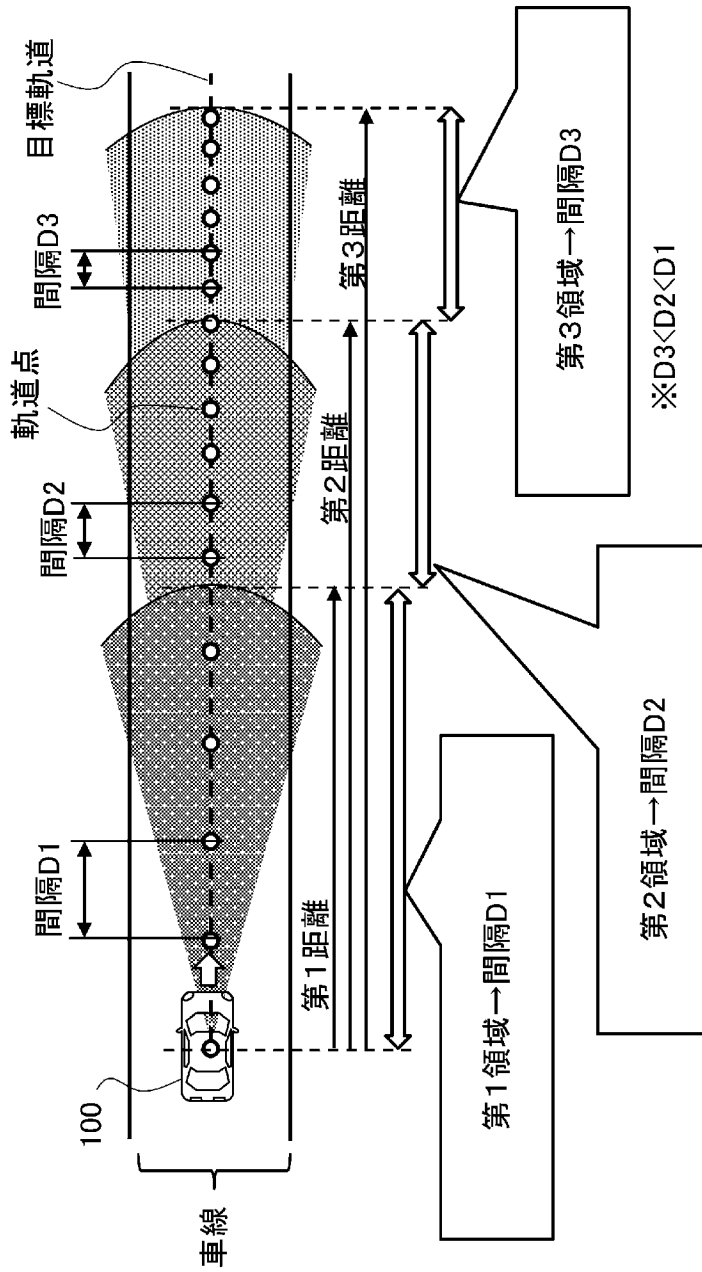
[図34]



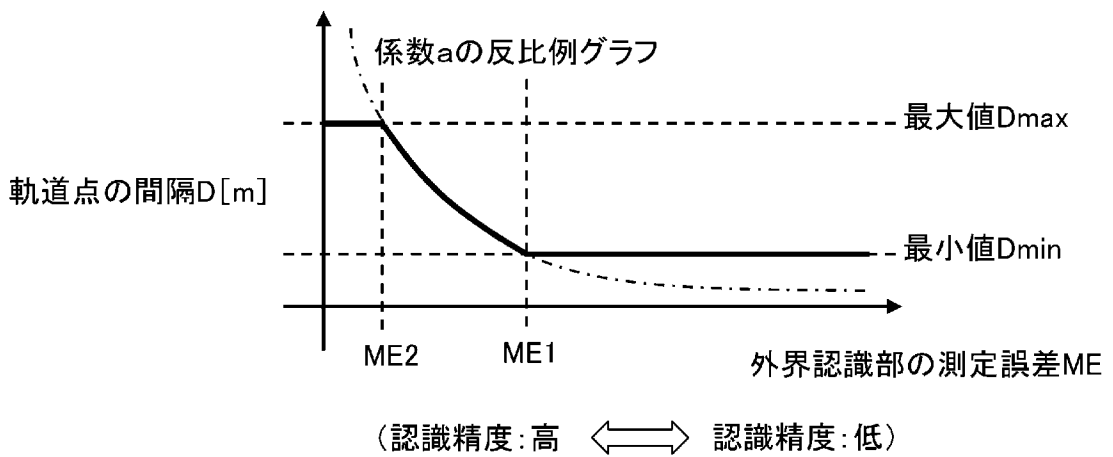
[図35]



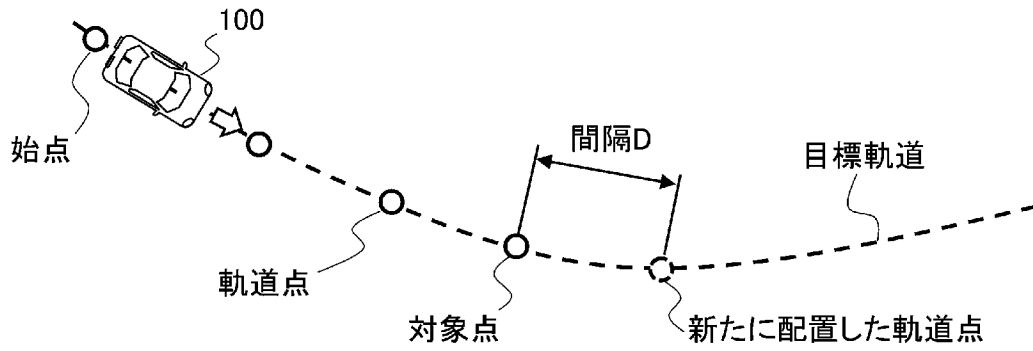
[図36]



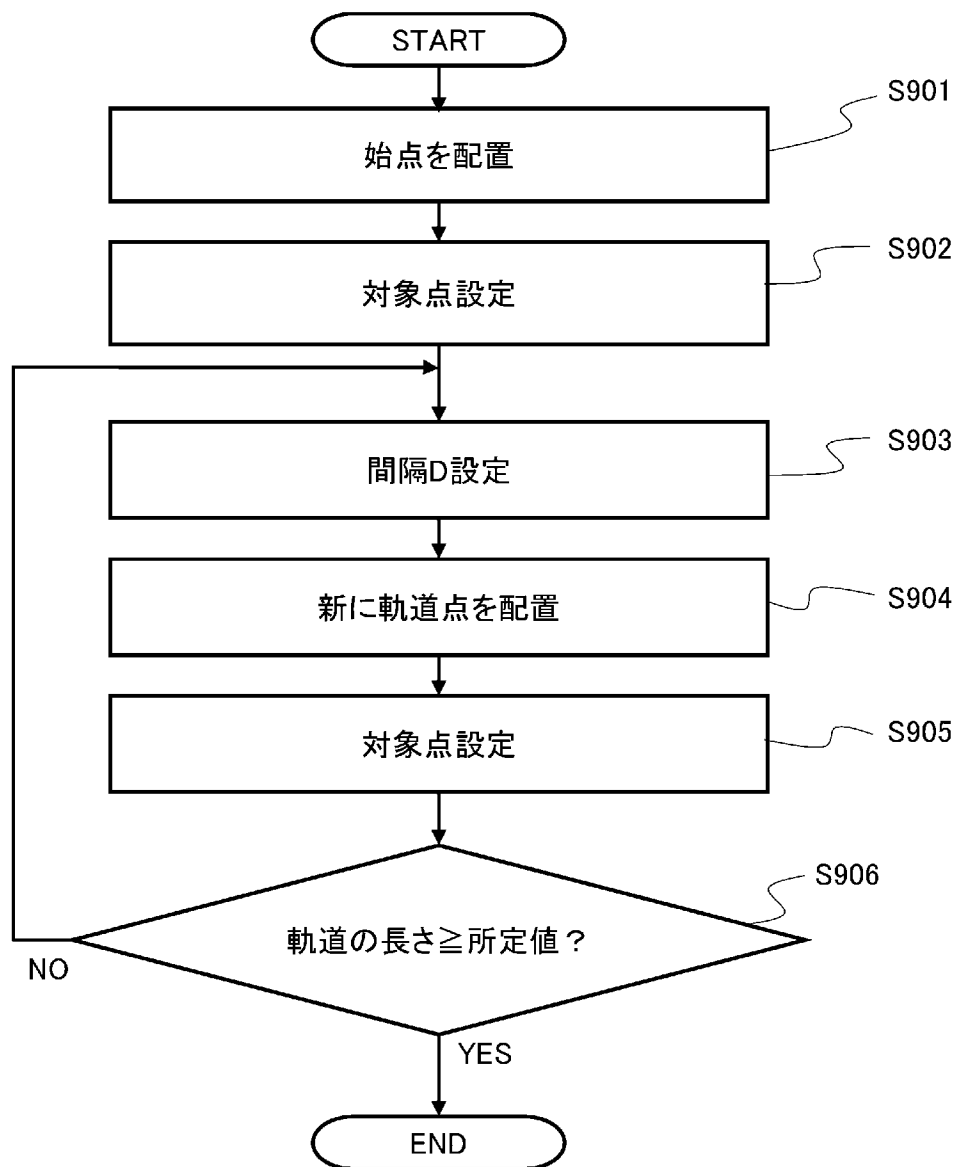
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60W 40/068</i> (2012.01)i; <i>B60W 40/072</i> (2012.01)i; <i>B60W 30/10</i> (2006.01)i FI: B60W30/10; B60W40/068; B60W40/072		
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) B60W40/068; B60W40/072; B60W30/10		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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	JP 2020-163984 A (HONDA MOTOR CO LTD) 08 October 2020 (2020-10-08) paragraphs [0024]-[0108], fig. 1-7	1-20
X	WO 2017/168738 A1 (HONDA MOTOR CO LTD) 05 October 2017 (2017-10-05) paragraphs [0020]-[0133], fig. 1-21	1-20
X	JP 2017-165153 A (HONDA MOTOR CO LTD) 21 September 2017 (2017-09-21) paragraphs [0025]-[0150], fig. 1-22	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 13 October 2022		Date of mailing of the international search report 01 November 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/030518

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-163984	A	08 October 2020	CN	111824127	A	
<hr/>							
WO	2017/168738	A1	05 October 2017	US	2019/0118831	A1	paragraphs [0040]-[0163], fig. 1-21
				CN	108883775	A	
<hr/>							
JP	2017-165153	A	21 September 2017	US	2017/0259819	A1	paragraphs [0048]-[0173], fig. 1-22
<hr/>							

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B6W 40/068(2012.01)i; B6W 40/072(2012.01)i; B6W 30/10(2006.01)i FI: B6W30/10; B6W40/068; B6W40/072</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B6W40/068; B6W40/072; B6W30/10</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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	JP 2020-163984 A（本田技研工業株式会社）08.10.2020（2020 - 10 - 08） 段落0024 - 0108, 図1 - 7	1 - 20								
X	WO 2017/168738 A1（本田技研工業株式会社）05.10.2017（2017 - 10 - 05） 段落0020 - 0133, 図1 - 21	1 - 20								
X	JP 2017-165153 A（本田技研工業株式会社）21.09.2017（2017 - 09 - 21） 段落0025 - 0150, 図1 - 22	1 - 20								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>										
国際調査を完了した日	13.10.2022	国際調査報告の発送日								
名称及びあて先	日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 戸田 耕太郎 3G 9329 電話番号 03-3581-1101 内線 3355								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/030518

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-163984	A	08.10.2020	CN	111824127	A	

WO	2017/168738	A1	05.10.2017	US	2019/0118831	A1	
					段落0040-0163,		
					図1-21		
				CN	108883775	A	

JP	2017-165153	A	21.09.2017	US	2017/0259819	A1	
					段落0048-0173,		
					図1-22		
