

(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
2021年9月16日(16.09.2021)

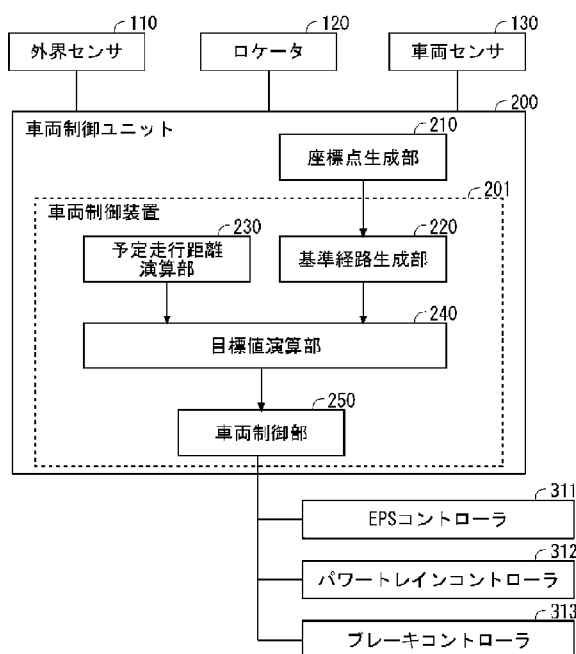


(10) 国際公開番号
WO 2021/181652 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 30/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011041
- (22) 国際出願日: 2020年3月13日(13.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:鵜生 知輝(UNO Tomoki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 凜(ITO Rin); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区域見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (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, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

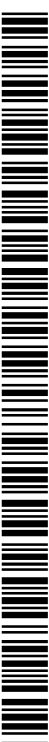
(54) Title: VEHICLE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 車両制御装置



- 110 External sensor
120 Locator
130 Vehicle sensor
200 Vehicle control unit
201 Vehicle control device
210 Coordinate point generation unit
220 Reference route generation unit
230 Planned travel distance computation unit
240 Target value computation unit
250 Vehicle control unit
311 EPS controller
312 Power train controller
313 Brake controller

(57) Abstract: In a vehicle control device (201), a reference route generation unit (220) acquires point sequence information including information on a plurality of coordinate points on which an own vehicle should travel, and generates a reference route, expressed as a polynomial, by approximating each of a travel direction position and a lateral direction position of the own vehicle by a polynomial that is a function of a route length from a preset reference point, on the basis of the plurality of coordinate points. A planned travel distance computation unit (230) calculates a planned travel distance that is a distance the own vehicle should travel per unit time of a predetermined length. A target value computation unit



WO 2021/181652 A1

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))

(240) calculates a target position that is a target value of the position of the own vehicle after the unit time on the basis of the polynomial of the travel direction position of the own vehicle, the polynomial of the lateral direction position of the own vehicle, and the planned travel distance. A vehicle control unit (250) controls an actuator of the own vehicle so as to reduce an error between the position of the own vehicle after the unit time and the target position.

(57) 要約 : 車両制御装置 (201) において、基準経路生成部 (220) は、自車が走行すべき複数の座標点の情報を含む点列情報を取得し、複数の座標点に基づいて、自車の進行方向位置および横方向位置のそれぞれを、予め設定された基準点からの経路長の関数である多項式で近似することで、多項式で表される基準経路を生成する。予定走行距離演算部 (230) は、予め定められた長さの単位時間で自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する。目標値演算部 (240) は、自車の進行方向位置の多項式、自車の横方向位置の多項式および予定走行距離に基づいて、単位時間後の自車の位置の目標値である目標位置を算出する。車両制御部 (250) は、単位時間後の自車の位置と目標位置との誤差が小さくなるように、自車のアクチュエータを制御する。

明 細 書

発明の名称：車両制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、車両の自動運転または運転支援を行う車両制御装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば下記の特許文献1には、追従対象である先行車の自車に対する相対位置を時刻ごとに記憶し、記憶した一連の相対位置を多項式近似することで自車の経路を算出し、その経路に沿って自車を走行させることによって、自車を先行車に追従させて走行させる車両制御装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-131149号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の技術では、例えば先行車が交差点で90度旋回（右左折した場合）やUターンしたような場合に、記憶した先行車の相対位置と多項式近似で得た経路との乖離が大きくなり、自車を精度良く先行車に追従させることが困難になる。その場合、自車の走行経路が先行車の走行経路から乖離してしまい、自車の乗員に違和感を与えるおそれがある。

[0005] 本開示は以上のような課題を解決するためになされたものであり、自車が90度旋回やUターンするような場合にも、自車が走行すべき経路を精度良く算出できる車両制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る車両制御装置は、自車が走行すべき複数の座標点の情報を含む点列情報を取得し、複数の前記座標点に基づいて、前記自車の進行方向位置および横方向位置のそれぞれを、予め設定された基準点からの経路長の関数である多項式で近似することで、前記多項式で表される基準経路を生成す

る基準経路生成部と、予め定められた長さの単位時間で前記自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する予定走行距離演算部と、前記自車の進行方向位置の多項式、前記自車の横方向位置の多項式および前記予定走行距離に基づいて、前記単位時間後の前記自車の位置の目標値である目標位置を算出する目標値演算部と、前記単位時間後の前記自車の位置と前記目標位置との誤差が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する車両制御部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、自車が走行すべき基準経路は、自車の進行方向位置および横方向位置を、基準点からの経路長の関数である多項式に近似することで算出される。そのため、自車が90度旋回やUターンするような場合でも、基準経路を精度よく表現することができる。

[0008] 本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施の形態1に係る車両制御ユニットの構成を示すブロック図である。
[図2]実施の形態1に係る車両制御ユニットを搭載した車両（自車）の概略構成を示す図である。
[図3]基準経路生成部の動作を示すフローチャートである。
[図4]自車座標系における複数の座標点および基準点の例を示す図である。
[図5]図4における経路長と座標点のx座標（自車進行方向位置）との関係を示す図である。
[図6]図4における経路長と座標点のy座標（自車横方向位置）との関係を示す図である。
[図7]目標値演算部の動作を説明するための図である。
[図8]実施の形態4に係る車両制御ユニットの構成を示すブロック図である。
[図9]実施の形態5に係る車両制御ユニットの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] <実施の形態1>

図1は、実施の形態1に係る車両制御ユニット200の概略構成を示すブロック図である。車両制御ユニット200は車両に搭載されており、当該車両に備えられた外界センサ110、ロケータ120、車両センサ130、EPS (Electric Power Steering) コントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313と接続されている。以下、車両制御ユニット200が搭載された車両を「自車」という。

[0011] 外界センサ110は、自車の周辺に存在する障害物や区画線などの位置を検出するセンサである。外界センサ110は、例えば、道路区画線の位置、角度および曲率を検知する前方カメラ、自車が追従する対象とする先行車の位置および速度を取得するレーダなどで構成される。また、外界センサ110は、例えばLiDAR (Light Detection and Ranging)、ソナー、車車間通信装置、路車間通信装置などで構成されてもよい。

[0012] ロケータ120は、自車の位置情報と地図情報とに基づいて、自車が走行すべき道路およびその周辺の地図情報を配信する装置である。ロケータ120が自車の位置情報を取得する方法としては、例えばGNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星から受信した測位信号から算出する方法でもよいし、LiDAR等で取得した自車周辺の地物の相対位置と地図情報とから算出する方法でもよい。

[0013] 車両センサ130は、自車の速度、加速度、方位、角速度など、自車の状態の情報を取得する。車両センサ130は、例えば、操舵角センサ、操舵トルクセンサ、ヨーレートセンサ、速度センサ、加速度センサなどで構成される。

[0014] EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313は、それぞれ自車の操舵角、駆動力および制動力の各目標値を実現するように、EPSモータ5、パワートレインユニット6およびブレーキユニット7を制御するコントローラである。

[0015] 車両制御ユニット200は、車両の動作を制御するユニットであり、自車

の操舵角、駆動力および制動力の各目標値を演算して、EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313に入力する。車両制御ユニット200は、マイクロプロセッサ等の集積回路であり、各種のプログラムを記憶するROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)などのメモリと、プログラムを実行するCPU (Central Processing Unit)などのプロセッサとを備え、プロセッサがプログラムを実行することにより車両制御ユニット200の機能が実現される。車両制御ユニット200の具体例としては、先進運転支援システム電子制御ユニット (ADAS-ECU)などがある。車両制御ユニット200の詳細については後述する。

[0016] 図2は、車両制御ユニット200を搭載した車両である自車1の概略構成を示す図である。自車1は、ステアリングホイール2と、ステアリング軸3と、操舵ユニット4と、EPSモータ5と、パワートレインユニット6と、ブレーキユニット7と、前方カメラ111と、レーダセンサ112と、GNSSセンサ121と、ナビゲーション装置122と、操舵角センサ131と、操舵トルクセンサ132と、ヨーレートセンサ133と、速度センサ134と、加速度センサ135と、図1に示した車両制御ユニット200、EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313とを備える。

[0017] ステアリングホイール2は、ドライバが自車1を操作するための、いわゆるハンドルである。ステアリングホイール2はステアリング軸3に結合されており、ステアリング軸3には操舵ユニット4が接続されている。操舵ユニット4は、操舵輪としての前輪を回動自在に支持すると共に、車体フレームに転舵自在に支持されている。従って、ドライバのステアリングホイール2の操作によって発生した操舵トルクはステアリング軸3を回転させ、ステアリング軸3の回転に応じて操舵ユニット4が前輪を左右方向へ転舵させる。これによって、ドライバは自車1が前進または後進する際の自車1の横移動量を操作することができる。

- [0018] なお、ステアリング軸3はEPSモータ5によって回転させることも可能である。EPSコントローラ311は、EPSモータ5に流れる電流を制御することで、ドライバのステアリングホイール2の操作と独立して、前輪を自在に転舵させることができる。
- [0019] 車両制御ユニット200には、前方カメラ111、レーダセンサ112、GNSSセンサ121、ナビゲーション装置122、操舵角センサ131、操舵トルクセンサ132、ヨーレートセンサ133、速度センサ134、加速度センサ135、EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312、ブレーキコントローラ313が接続されている。
- [0020] 前方カメラ111は、車両前方の区画線が画像として検出できる位置に設置され、画像情報を基に、車線情報や障害物の位置などの自車の前方環境を検出する。ここでは、前方環境を検出する前方カメラのみを示しているが、後方や側方の環境を検出するカメラも自車1に設置されてもよい。レーダセンサ112は、レーダを照射し、その反射波を検出することで、自車1を基準にした障害物の相対距離および相対速度を出力する。レーダセンサ112としては、ミリ波レーダ、LiDAR、レーザーレンジファインダ、超音波レーダなど周知のものを用いることができる。ここでは、図1に示した外界センサ110は、前方カメラ111およびレーダセンサ112により構成されるものとする。なお、前方カメラ111を、障害物の相対距離と相対速度を検出する手段として用いることも可能である。
- [0021] GNSSセンサ121は測位衛星からの電波をアンテナで受信し、測位演算することによって自車1の絶対位置および絶対方位を出力する。ナビゲーション装置122は、ドライバが設定した行き先（目的地）に対する最適な走行ルートを演算する機能を有し、道路網を構成する各道路の道路情報を含む地図データを記憶している。道路情報は、道路線形を表現する地図ノードデータであり、各地図ノードデータには各ノードの絶対位置（緯度、経度、標高）、車線幅、道路曲率、カント角、傾斜角情報などが含まれている。ここでは、図1に示したロケータ120は、GNSSセンサ121およびナビ

ゲーション装置 122 により構成されるものとする。

[0022] 操舵角センサ 131 は、ステアリングホイール 2 の操舵角を検出する。操舵トルクセンサ 132 は、ステアリング軸 3 の操舵トルクを検出する。ヨーレートセンサ 133 は、自車 1 のヨーレートを検出する。速度センサ 134 は、自車 1 の速度を検出する。加速度センサ 135 は、自車 1 の加速度を検出する。ここでは、図 1 に示した車両センサ 130 は、操舵角センサ 131、操舵トルクセンサ 132、ヨーレートセンサ 133、速度センサ 134 および加速度センサ 135 により構成されるものとする。

[0023] 図 2 には、自車 1 の例として、エンジンのみを駆動力源とする車両を示したが、自車 1 は、電動モータを駆動力源とする電気自動車や、エンジンと電動モータの両方を駆動力源とするハイブリッド車などでもよい。

[0024] 図 1 に戻り、実施の形態 1 に係る車両制御ユニット 200 の詳細について説明する。図 1 に示すように、車両制御ユニット 200 は、座標点生成部 210 と車両制御装置 201 と備えている。

[0025] 座標点生成部 210 は、外界センサ 110 から得られる道路区画線情報および先行車の位置情報履歴、ならびにロケータ 120 から得られる地図情報の少なくとも 1 つに基づいて、自車が走行すべき複数の位置を表す複数の座標点を含む点列情報を生成する。例えば、車両制御ユニット 200 が自車の車線維持制御を行う場合は、少なくとも道路区画線情報に基づいて点列情報が生成され、車両制御ユニット 200 が自車を先行車に追従させる場合は、少なくとも先行車の位置情報履歴に基づいて点列情報が生成され、車両制御ユニット 200 が自車を目的地までの経路に沿って走行させる場合は、少なくとも地図情報に基づいて座標点が生成される。座標点生成部 210 は、道路区画線情報、位置情報履歴および地図情報の 2 つ以上の組み合わせから、点列情報を生成してもよい。

[0026] 以下、説明の簡略化のため、座標点生成部 210 が生成した自車が走行すべき位置を表す座標点を、単に「座標点」といい、座標点生成部 210 が生成した複数の座標点を含む点列情報を、単に「点列情報」というものとする

- 。
- [0027] 車両制御装置 201 は、基準経路生成部 220、予定走行距離演算部 230、目標値演算部 240 および車両制御部 250 を備えている。
- [0028] 基準経路生成部 220 は、座標点生成部 210 が生成した点列情報に基づいて、予め設定された基準点から各座標点までの経路長（座標点を時系列順に辿った距離）を算出し、複数の座標点を、基準点からの経路長の関数である多項式で近似する多項式近似を行うことで、基準となる経路である基準経路を生成する。
- [0029] 基準経路生成部 220 の動作を、図 3 のフローチャートを参照しつつ説明する。まず、基準経路生成部 220 は、座標点生成部 210 が生成した複数の座標点を含む点列情報を取得する（ステップ S 221）。本実施の形態では、各座標点は、自転車の位置を基準とする自転車座標系で表されるものとする。ここでは、図 4 のように、自転車位置を原点とし、自転車の正面前方へ向かう方向に x 座標、自転車の真横へ向かう方向に y 座標をとった座標系を自転車座標系として定義する。そのため、各座標点 (x, y) の x 座標を「進行方向位置」、 y 座標を「横方向位置」という。
- [0030] 次に、基準経路生成部 220 は、自転車位置の近傍に、経路長を計算するための基準となる基準点を設定する（ステップ S 222）。基準点の位置は、座標点上、もしくは座標点の間、もしくは座標点間を結ぶ直線または曲線の延長線上、のいずれかに設定される。図 4 に基準点の例を示す。図 4 では、 $x \geq 0$ を満たす最小の x 座標を持つ座標点と $x < 0$ を満たす最大の x 座標を持つ座標点とを結ぶ直線と、 $x = 0$ の直線との交点に基準点が設定されている。基準点の設定方法はこの例に限られず、任意の方法でよい。例えば、複数の座標点を多項式関数やスプライン関数で近似した曲線と $x = 0$ との交点や、複数の座標点を多項式関数やスプライン関数で近似した曲線と自転車位置からその曲線へ引いた法線との交点などを、基準点としてもよい。
- [0031] 続いて、基準経路生成部 220 は、ステップ S 222 で設定した基準点から各座標点までの経路長 L を求める（ステップ S 223）。本実施の形態で

は、基準点から座標点を直線的に辿った距離を経路長 L とする。ただし、経路長 L の定義はこれに限られない。例えば、複数の座標点を多項式関数やスプライン関数で近似した曲線を線積分して得られる距離を経路長 L として定義してもよい。また、座標点が高度（標高）を含む3次元座標として得られる場合、基準点から座標点を辿った3次元の距離を経路長 L と定義してもよい。その場合、予定走行距離演算部230は、予定走行距離を3次元の距離として算出する。

[0032] そして、基準経路生成部220は、複数の座標点の x 座標（自車進行方向位置）および y 座標（自車横方向位置）のそれぞれを、経路長 L の関数である M 次（ M は1以上の整数）の多項式で近似する多項式近似を実施する（ステップS224）。例えば図4に例示した複数の座標点において、経路長 L と自車進行方向位置 x との関係は図5のようになり、経路長 L と自車横方向位置 y との関係は図6のようになる。基準経路生成部220は、経路長 L と自車進行方向位置 x との関係を近似した多項式 $f_x(L)$ と、経路長 L と自車横方向位置 y との関係を近似した多項式 $f_y(L)$ とを求める。

[0033] 本実施の形態では、基準経路生成部220が、自車進行方向位置 x および自車横方向位置 y のそれぞれを3次多項式で近似するものとする。この場合、自車進行方向位置 x および自車横方向位置 y は、それぞれ次の式101および式102で表現され、基準経路生成部220は、式101および式102に含まれる各係数の値を算出する。

[0034] [数1]

$$x = f_x(L) = C_{3x}L^3 + C_{2x}L^2 + C_{1x}L + C_{0x} \quad (\text{式 101})$$

[0035] [数2]

$$y = f_y(L) = C_{3y}L^3 + C_{2y}L^2 + C_{1y}L + C_{0y} \quad (\text{式 102})$$

[0036] 本実施の形態では、基準経路生成部220が取得する点列情報には、各座標点の x 座標（自車進行方向位置）および y 座標（自車横方向位置）だけが含まれるものとするが、点列情報には、それ以外の情報、例えば、各座標点で自車がとるべき車速およびヨーレート、各座標点における道路の曲率、道

路の方位角などが含まれていてもよい。点列情報がそれらの情報を含む場合、基準経路生成部220は、それらの情報も多項式で近似してもよい。つまり、基準経路生成部220は、座標点生成部210から取得される点列情報の内容、および車両制御部250が目標値算出の対象とするパラメータに応じて、あらゆる情報を多項式で近似してもよい。

[0037] 予定走行距離演算部230は、自車の車速もしくは目標車速の片方または両方に基づいて、予め定められた単位時間で自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する。予定走行距離の演算に用いる自車の車速もしくは目標車速を V_{tg} とし、単位時間を Δt とすると、単位時間での自車の予定走行距離 L_{tg} は、 $L_{tg} = V_{tg} \Delta t$ と表される。

[0038] 目標値演算部240は、基準経路生成部220が生成した多項式で表された基準経路と、予定走行距離演算部230が算出した自車の予定走行距離とに基づいて、自車のアクチュエータの制御に用いる各パラメータの目標値を演算する。具体的には、予定走行距離演算部230は、単位時間後の自車の位置の目標値である目標位置と、単位時間後の自車の方位角の目標値である目標方位角とを算出する。また、目標値演算部240は、自車の目標位置および目標方位角と、目標位置における道路の曲率とから、単位時間後の自車の操舵角の目標値である目標操舵角を算出する。

[0039] 図7に示すように、自車の目標位置の x 座標を x_{tg} 、 y 座標を y_{tg} とすると、 x_{tg} および y_{tg} は、それぞれ次のように表される。

[0040] [数3]

$$x_{tg} = f_x(L_{tg}) = C_{3x}L_{tg}^3 + C_{2x}L_{tg}^2 + C_{1x}L_{tg} + C_{0x} \quad (\text{式 } 103)$$

[0041] [数4]

$$y_{tg} = f_y(L_{tg}) = C_{3y}L_{tg}^3 + C_{2y}L_{tg}^2 + C_{1y}L_{tg} + C_{0y} \quad (\text{式 } 104)$$

[0042] このとき、目標とする自車の方位角 θ_{tg} および道路の曲率 κ_{tg} は、 x 、 y の3次多項式を用いて、次のように計算できる。

[0043]

[数5]

$$\theta_{tg} = \text{atan} \left(\frac{dx}{dy} \right) \Big|_{L_{tg}} \quad (\text{式 } 105)$$

[0044] [数6]

$$\kappa_{tg} = \left(\frac{d^2x}{dy^2} \right) / \left(1 + \left(\frac{dx}{dy} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}} \Big|_{L_{tg}} \quad (\text{式 } 106)$$

[0045] なお、点列情報に、座標点のそれぞれで自車がとるべき方位角、および座標点のそれぞれにおける道路の曲率の情報が含まれる場合は、目標とする自車の方位角 θ_{tg} および道路の曲率 κ_{tg} を、3次多項式を用いて以下のように計算してもよい。

[0046] [数7]

$$\theta_{tg} = f_{\theta}(L_{tg}) = C_{3\theta}L_{tg}^3 + C_{2\theta}L_{tg}^2 + C_{1\theta}L_{tg} + C_{0\theta} \quad (\text{式 } 107)$$

[0047] [数8]

$$\kappa_{tg} = f_{\kappa}(L_{tg}) = C_{3\kappa}L_{tg}^3 + C_{2\kappa}L_{tg}^2 + C_{1\kappa}L_{tg} + C_{0\kappa} \quad (\text{式 } 108)$$

[0048] 車両制御部250は、車両センサ130で取得される現時刻での自車の位置および方位角と目標値演算部240が算出した自車の目標位置および目標方位角との誤差が小さくなるよう、また、自車の操舵角および速度が自車の目標曲率に応じた値となるように、アクチュエータへの制御目標値、具体的には、目標操舵角、目標駆動力および目標制動力を算出する。そして、車両制御部250は、EPSコントローラ311に目標操舵角を送信し、パワートレインコントローラ312に目標駆動力を送信し、ブレーキコントローラ313に目標制動力を送信する。

[0049] EPSコントローラ311は、車両制御部250から受信した目標操舵角を実現するように、EPSモータ5を制御する。パワートレインコントローラ312は、車両制御部250から受信した目標駆動力を実現するように、パワートレインユニット6を制御する。ブレーキコントローラ313は、車両制御部250から受信した目標制動力を実現するように、ブレーキユニット

ト7を制御する。その結果、自車は、式101および式102で表される基準経路に沿って走行するように制御される。

[0050] なお、自車の操舵制御をドライバーが行っている状況では、EPSコントローラ311は、ステアリングホイール2の操舵トルクに基づいてEPSモータ5を制御する。また、自車の速度制御をドライバーが行っている状況では、パワートレインコントローラ312は、アクセルペダルの踏み込み量に基づいてパワートレインユニット6を制御し、ブレーキコントローラ313は、ブレーキペダル踏み込み量に基づいてブレーキユニット7を制御する。

[0051] 上の説明では、目標値演算部240が、自車の位置および方位角の目標値と、自車が走行する道路の曲率とを算出するものとしたが、例えば、点列情報に各座標点で自車がとるべきヨーレートの情報が含まれている場合、基準経路生成部220が、各座標点で自車がとるべきヨーレートを基準点からの経路長の関数である多項式で近似し、目標値演算部240が、その多項式と予定走行距離とから、単位時間後の自車のヨーレートの目標値である目標ヨーレートを算出してもよい。その場合、車両制御部250は、単位時間後に車両センサ130で取得される自車のヨーレートと目標ヨーレートとの誤差が小さくなるように、アクチュエータの制御を行う。

[0052] 以上のように、実施の形態1に係る車両制御ユニット200は、自車の走行すべき複数の位置を表す複数の座標点を含む点列情報を生成する座標点生成部210と、点列情報に含まれる複数の座標点を多項式近似することで基準経路を算出し、自車を基準経路に沿って走行させるための目標操舵角、目標駆動力および目標制動力を算出する車両制御装置201とを備える。車両制御装置201は、複数の座標点を、基準点からの経路長の関数である多項式に近似することで基準経路を算出するため、自車が90度旋回やUターンするような場合でも、自車が走行すべき基準経路を精度よく表現することができる。それにより、自車の自動制御における経路追従性が向上する。

[0053] なお、車両が後退する場合は、予定走行距離演算部230が自車の予定走行距離の算出に用いる自車の車速もしくは目標車速(V_{tg})を負の値にする

ことで、目標値演算部240は後退時の目標位置を算出することができる。そのため、本実施の形態は、自車が前進するときだけでなく後退するときにも適用可能である。

[0054] また、予定走行距離演算部230が予定走行距離を算出に用いる単位時間(Δt)を、前方注視時間とすれば、自車が前方注視点に沿って走行するように制御でき、自車の乗員に違和感を与えない走行を実現できる。ここで、前方注視点は、ドライバが自車を手動運転するとき注視すると想定される地点であり、前方注視時間は、自車が前方注視点に到達するまでに要する時間として定義される。

[0055] 本実施の形態では、EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313の全てが車両制御ユニット200に接続される構成を示したが、例えば、車両制御ユニット200で自車の加減速制御を行わない場合は、車両制御ユニット200にパワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313が接続される必要はない。

[0056] 上述したように、車両制御ユニット200は、マイクロプロセッサ等の集積回路であり、A/D変換回路、D/A変換回路、CPU (Central Processing Unit) などのプロセッサ、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) などのメモリ等を備える。車両制御ユニット200のプロセッサは、外界センサ110、ロケータ120および車両センサ130から入力された情報を、ROMに格納されたプログラムに従って処理することで、上記した座標点生成部210、基準経路生成部220、予定走行距離演算部230、目標値演算部240および車両制御部250の各機能を実現し、自車の目標操舵角、目標駆動力および目標制動力を算出する。

[0057] 言い換えれば、車両制御ユニット200は、プロセッサにより実行されるときに、自車が走行すべき複数の座標点の情報を含む点列情報を取得し、複数の座標点に基づいて、自車の進行方向位置および横方向位置のそれぞれを、予め設定された基準点からの経路長の関数である多項式で近似することで

、多項式で表される基準経路を生成する処理と、予め定められた長さの単位時間で自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する処理と、自車の進行方向位置の多項式、自車の横方向位置の多項式および予定走行距離に基づいて、単位時間後の自車の位置の目標値である目標位置を算出する処理と、単位時間後の自車の位置と目標位置との誤差が小さくなるように、自車のアクチュエータを制御する処理と、が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリを備える。このプログラムは、車両制御ユニット200の構成要素の動作の手順や方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

[0058] <実施の形態2>

実施の形態1では、予定走行距離演算部230が単位時間での自車の予定走行距離(L_{tg})を1つだけ算出したが、実施の形態2では、長さの異なる複数の単位時間を用いて、複数の単位時間のそれぞれに対応する複数の予定走行距離を算出する。実施の形態2の車両制御ユニット200の基本的な構成および動作は、実施の形態1と同様であるため、実施の形態1と重複する説明は省略する。

[0059] ここでは、予定走行距離演算部230が2つの予定走行距離を算出する例を示す。すなわち、予定走行距離演算部230は、自車の車速もしくは目標車速に基づいて、予め定められた第1の単位時間で自車が走行すべき距離である第1の予定走行距離と、予め定められた第2の単位時間で自車が走行すべき距離である第2の予定走行距離とを算出する。予定走行距離の演算に用いる自車の車速もしくは目標車速を V_{tg} とし、第1の単位時間を Δt_1 、第2の単位時間を Δt_2 とすると、第1の予定走行距離 L_{tg1} および第2の予定走行距離 L_{tg2} は、それぞれ $L_{tg1} = V_{tg} \Delta t_1$ 、 $L_{tg2} = V_{tg} \Delta t_2$ と表される。

[0060] 目標値演算部240は、基準経路生成部220が生成した多項式で表された基準経路と、予定走行距離演算部230が算出した自車の第1の予定走行距離および第2の予定走行距離とに基づいて、自車のアクチュエータの制御

の目標値を演算する。このとき、目標値演算部240は、目標値算出の対象とするパラメータごとに、第1の予定走行距離または第2の予定走行距離のいずれかを選択して用いる。

[0061] 例えば、予定走行距離演算部230が、自車の目標位置のy座標（目標横位置） y_{tg} および目標方位角 θ_{tg} を第1の予定走行距離 L_{tg1} を用いて算出し、道路の曲率 κ_{tg} を第2の予定走行距離 L_{tg2} を用いて算出すると仮定すると、目標横位置 y_{tg} 、目標方位角 θ_{tg} および道路の曲率 κ_{tg} はそれぞれ次のように計算される。

[0062] [数9]

$$y_{tg} = f_y(L_{tg1}) = C_{3y}L_{tg1}^3 + C_{2y}L_{tg1}^2 + C_{1y}L_{tg1} + C_{0y} \quad (\text{式 201})$$

[0063] [数10]

$$\theta_{tg} = \text{atan} \left(\frac{dx}{dy} \right) \Big|_{L_{tg1}} \quad (\text{式 202})$$

[0064] [数11]

$$\kappa_{tg} = \left(\frac{d^2x}{dy^2} \right) / \left(1 + \left(\frac{dx}{dy} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}} \Big|_{L_{tg2}} \quad (\text{式 203})$$

[0065] 車両制御部250は、車両センサ130で取得される現時刻での自車の位置および方位角と目標値演算部240が算出した自車の目標位置および目標方位角との誤差が小さくなるよう、また、自車の操舵角および速度が自車の目標曲率に応じた値となるように、アクチュエータへの制御目標値、具体的には、目標操舵角、目標駆動力および目標制動力を算出する。そして、車両制御部250は、EPSコントローラ311に目標操舵角を送信し、パワートレインコントローラ312に目標駆動力を送信し、ブレーキコントローラ313に目標制動力を送信する。

[0066] 例えば、第1の単位時間 Δt_1 を前方注視時間とすれば、自車の横位置および方位角は、自車が前方注視点に沿って走行するように制御される。また、第2の単位時間 Δt_2 を0とすれば、自車の操舵角が、自車の現在位置における道路の曲率に応じて制御されるようになる。

[0067] 実施の形態2によれば、自車の予定走行距離を複数用いることで、パラメータごとに異なる位置での目標値を設定できるため、経路追従性および安定性のより高い制御を行うことができる。本実施の形態では、2つの予定走行距離を用いたが、3つ以上でもよく、最大で車両制御部250が目標値算出の対象とするパラメータの数まで増やすことができる。

[0068] <実施の形態3>

実施の形態3では、予定走行距離演算部230が、単位時間 Δt [秒]ごとの自車の予定走行距離 L_{tg} を、現在時刻から $N \cdot \Delta t$ [秒]先の時刻までについて算出する。つまり、予定走行距離演算部230は、現在時刻から単位時間 Δt [秒]ごとの複数の時刻のそれぞれに対応する複数の予定走行距離 L_{tg} を算出する。予定走行距離の演算に用いる自車の車速もしくは目標車速を V_{tg} とすると、予定走行距離 L_{tg} は $L_{tg} = V_{tg} T_i$ ($i = 0, \dots, N$)と表されるベクトル量となる。

[0069] 目標値演算部240は、基準経路生成部220が生成した多項式で表された基準経路と、予定走行距離演算部230が算出した自車の予定走行距離とに基づいて、自車のアクチュエータの制御の目標値を演算する。予定走行距離 L_{tg} がベクトル量であるため、自車のアクチュエータの制御の目標値もベクトル量として演算される。自車の目標横位置 y_{tg} 、目標方位角 θ_{tg} および目標速度 V_{tg} は、それぞれ次のように計算される。

[0070] [数12]

$$y_{tg} = f_y(L_{tg}) = C_{3y}L_{tg}^3 + C_{2y}L_{tg}^2 + C_{1y}L_{tg} + C_{0y} \quad (\text{式 301})$$

[0071] [数13]

$$\theta_{tg} = f_\theta(L_{tg}) = C_{3\theta}L_{tg}^3 + C_{2\theta}L_{tg}^2 + C_{1\theta}L_{tg} + C_{0\theta} \quad (\text{式 302})$$

[0072] [数14]

$$V_{tg} = f_v(L_{tg}) = C_{3v}L_{tg}^3 + C_{2v}L_{tg}^2 + C_{1v}L_{tg} + C_{0v} \quad (\text{式 303})$$

[0073] 車両制御部250は、自車の位置および方位角ならびに速度が、目標値演算部240で演算された複数地点での目標値（複数時刻での目標値）に追従

するように、車両のダイナミクスを数学的に表した運動モデルである動的車両モデルを用いて、現在の時刻0から単位時間 Δt の間隔で、 $N \cdot \Delta t$ だけ先までの自車の挙動を予測し、自車の望ましい動作を表現する評価関数を最小化する制御入力 u を求める最適化問題を一定期間ごとに解くことで、最適な目標操舵量、あるいは、最適な目標操舵量および目標加速度を演算する。このとき、予測する車両状態量は N 点となる。

[0074] 本実施の形態では、車両制御部250が、以下の制約付き最適化問題を一定期間ごとに解く。

[0075] [数15]

$$\min_u J \quad (\text{式 304})$$

[0076] [数16]

$$\begin{aligned} \text{s. t. } & \dot{x} = f(x, u) \\ & x_0 = x(0) \\ & g(x, u) \leq 0 \end{aligned} \quad (\text{式 305})$$

[0077] ここで、 J は評価関数、 x は車両状態量、 u は制御入力、 f は動的車両モデルに関するベクトル値関数、 x_0 は初期値、 g は制約に関するベクトル値関数である。なお、本実施の形態では上記の最適化問題を最小化問題として扱っているが、評価関数の符号を反転させることで最大化問題として扱うこともできる。

[0078] 上記の車両状態量 x と制御入力 u は次のように設定される。

[0079] [数17]

$$x = [X_c, Y_c, \theta, \beta, \gamma, \delta, V, \alpha]^T \quad (\text{式 306})$$

[0080] [数18]

$$u = [\omega, j]^T \quad (\text{式 307})$$

[0081] ここで、 β は横滑り角、 γ はヨーレート、 δ は舵角、 ω は舵角速度、 α は加速度、 j は躍度である。このとき、制御入力 u とアクチュエータ制御部（EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312およびブレーキコントローラ313）の制御量を一致させる必要はない。これにより、

アクチュエータ制御部の制御量に依存せずに車両状態量 x と制御入力 u とを設定できる。そして、舵角ではなく舵角速度を制御入力とすることで、評価関数や制約の設定次第で舵角の変動の大きさを容易に制限でき、乗り心地が向上する。同様に、加速度ではなく躍度を制御入力とすることで、評価関数や制約の設定次第で加速度の変動の大きさを容易に制限でき、車両の乗り心地が向上する。

[0082] 動的車両モデル f は次に示す二輪モデルを用いる。

[0083] [数19]

$$\dot{x} = f(x, u) = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ -\left(1 + \frac{2(C_f l_f - C_r l_r)}{MV^2}\right) \gamma - \frac{2}{MV} (C_f + C_r) \beta + \frac{2C_f}{MV} \delta \\ -\frac{2}{IV} (C_f l_f^2 + C_r l_r^2) \gamma - \frac{2}{I} (C_f l_f - C_r l_r) \beta + \frac{2}{I} C_f l_f \delta \\ \omega \\ \alpha \\ j \end{bmatrix} \quad (\text{式 308})$$

[0084] なお、モデルをコンパクトにするために、 $x = [X_c, Y_c, \theta, \beta, \gamma, V]^T$, $u = [\delta, \alpha]^T$ としてもよい。

[0085] 本実施の形態では、評価関数 J には次式を用いる。

[0086] [数20]

$$J = (\mathbf{h}_N(\mathbf{x}_N) - \mathbf{r}_N)^T W_N (\mathbf{h}_N(\mathbf{x}_N) - \mathbf{r}_N) + \sum_{k=0}^{N-1} (\mathbf{h}(\mathbf{x}_k, \mathbf{u}_k) - \mathbf{r}_k)^T W (\mathbf{h}(\mathbf{x}_k, \mathbf{u}_k) - \mathbf{r}_k) \quad (\text{式 309})$$

[0087] ここで、 x_k は予測点 k ($k = 0, \dots, N$) における車両状態量、 u_k は予測点 k ($k = 0, \dots, N-1$) における制御入力である。 h は評価項目に関するベクトル値関数、 h_N は終端 (予測点 N) における評価項目に関するベクトル値関数、 r_k は予測点 k ($k = 0, \dots, N$) における目標値である。 W , W_N は重み行列で、各評価項目に対する重みを対角成分に有する対角行列であり、パラメータとして適宜変更可能である。

[0088] 小さな制御入力で車両が車線中央を走行するように操舵制御し、車速を目標車速に追従させるために、評価項目に関するベクトル値関数 h , h_N を次の

ように設定する。

[0089] [数21]

$$\mathbf{h} = [e_{Y,k}, e_{\theta,k}, \omega_k, e_{V,k}, j_k]^T \quad (\text{式 310})$$

[0090] [数22]

$$\mathbf{h}_N = [e_{Y,N}, e_{\theta,N}, e_{V,N}]^T \quad (\text{式 311})$$

[0091] ここで、 $e_{Y,k}$ 、 $e_{\theta,k}$ 、 $e_{V,k}$ はそれぞれ、予測点 k ($k = 0, \dots, N$)における目標経路、目標方位角、目標車速に対する追従誤差（予測値と目標値との差）である。経路追従誤差 $e_{Y,k}$ は、 $e_{Y,k} = Y_{c,k} - y_{tg,k}$ と表され、角度追従誤差 $e_{\theta,k}$ は、 $e_{\theta,k} = \theta_k - \theta_{tg,k}$ と表され、車速追従誤差 $e_{V,k}$ は、 $e_{V,k} = V_k - V_{tg,k}$ と表される。そして、経路追従誤差 $e_{Y,k}$ と、角度追従誤差 $e_{\theta,k}$ と、操舵速度 ω_k と、車速追従誤差 $e_{V,k}$ と躍度 j_k とが小さくなるように、目標値 r_k 、 r_N を次のように設定する。

[0092] [数23]

$$\mathbf{r}_k = [0,0,0,0,0]^T \quad (k = 0, \dots, N - 1) \quad (\text{式 312})$$

[0093] [数24]

$$\mathbf{r}_N = [0,0,0]^T \quad (\text{式 313})$$

[0094] なお、本実施の形態では、経路追従誤差と角度追従誤差と操舵速度と車速追従誤差と躍度とを評価するように評価項目を設定したが、車両の乗り心地を向上させるために、加速度やヨーレートなどを評価項目に加えてもよい。

[0095] 次に、制約に関するベクトル値関数 g について説明する。関数 g は、制約付き最適化問題において、車両状態量 x と、制御入力 u の上限値および下限値（以下「上下限值」ということもある）とを設定するためのものであり、最適化は $g(x, u) \leq 0$ の条件のもと実行される。

[0096] 本実施の形態では、一定範囲内の制御入力で動作するために、操舵速度 ω 、躍度 j の上限値を $\overline{\omega}$ 、 \overline{j} (> 0)、下限値を $\underline{\omega}$ 、 \underline{j} (< 0)として、関数 g を以下のように設定する（記号「 $\underline{\quad}$ 」はそれに続く文字に付されたアンダーバーを意味し、記号「 $\overline{\quad}$ 」はそれに続く文字に付されたオーバー

バーを意味している)。

[0097] [数25]

$$\mathbf{g} = \begin{bmatrix} \omega - \bar{\omega} \\ -\omega + \bar{\omega} \\ j - \bar{j} \\ -j + \bar{j} \end{bmatrix} \quad (\text{式 314})$$

[0098] 操舵速度 ω 、躍度 j の上下限值を設定することで、乗り心地を確保した車両制御を行うことができる。なお、乗り心地を確保するために、方位、ヨーレート、加速度などに上下限值を設定したり、制限速度を厳守するために、車速の上下限值を設定したりしてもよい。

[0099] 車両制御部250は、以上の制約付き最適化問題を解くことにより、自車の目標操舵角、目標加速度を演算し、EPSコントローラ311、パワートレインコントローラ312、ブレーキコントローラ313に送信する。

[0100] 実施の形態3によれば、車両制御部250は、複数の目標位置に対して誤差の累積が小さい目標操舵角、目標加速度を演算することができるため、自車の経路追従性が向上する。さらに、ヨーレートや加速度を評価関数で評価することで乗り心地が向上するという効果も得られる。

[0101] <実施の形態4>

図8は、実施の形態4に係る車両制御ユニット200の構成を示すブロック図である。実施の形態4の車両制御ユニット200の構成は、図1の構成に対し、車両制御装置201に演算結果記憶部260を追加したものである。演算結果記憶部260は、車両制御部250の演算結果を記憶する。その他の構成は、実施の形態1～3と同様であるため、実施の形態1～3と重複する説明は省略する。

[0102] 演算結果記憶部260は、車両制御部250の速度に関する演算結果を記憶する。具体的には、単位時間後の自車の位置、方位角および操舵角とそれらの目標値との誤差を求める際に計算した自車の予測速度の情報が、演算結果記憶部260に記憶される。演算結果記憶部260に記憶される予測速度の情報は、任意の時刻の速度(V_k)でもよいし、速度の時系列情報(V_i (

$i = 1, \dots, N)$) でもよい。

[0103] 予定走行距離演算部 230 は、演算結果記憶部 260 に記憶された予測速度の情報を用いて、単位時間 Δt で自車が走行すべき距離である予定走行距離を演算する。また、本実施の形態を実施の形態 3 に適用した場合、予定走行距離演算部 230 は、演算結果記憶部 260 に記憶された速度の情報を用いて、現在時刻から $N \cdot \Delta t$ 先までの、単位時間 Δt ごとの予定走行距離を演算する。

[0104] 実施の形態 4 によれば、予定走行距離演算部 230 が、車両制御部 250 による速度の演算結果、つまり将来予測される自車の速度の演算結果を利用して、予定走行距離を算出する。その結果、車両制御部 250 において、より走行しやすい経路が生成されるようになり、車両の乗り心地が向上する。

[0105] <実施の形態 5>

図 9 は、実施の形態 4 に係る車両制御ユニット 200 の構成を示すブロック図である。実施の形態 4 の車両制御ユニット 200 の構成は、図 1 の構成とほぼ同じであるが、基準経路生成部 220 から予定走行距離演算部 230 へ、自車の速度を多項式近似した結果が入力される。予定走行距離演算部 230 は、基準経路生成部 220 から取得した自車の速度の多項式を利用して、単位時間 Δt で自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する。その他の構成は、実施の形態 1～3 と同様であるため、実施の形態 1～3 と重複する説明は省略する。

[0106] 実施の形態 5 では、点列情報に各座標点で自車がとるべき車速の情報が含まれているものとし、基準経路生成部 220 は、さらに、各座標点で自車がとるべき速度を、基準点からの経路長の関数である多項式で近似する多項式近似を行う。ここでは、基準経路生成部 220 は、自車がとるべき速度を 3 次多項式で近似するものとする。この場合、自車がとるべき速度 V は次の 3 次多項式で表現される。

[0107] [数 26]

$$V = f_V(L) = C_{3V}L^3 + C_{2V}L^2 + C_{1V}L + C_{0V} \quad (\text{式 501})$$

- [0108] 予定走行距離演算部 230 では、基準経路生成部 220 が算出した速度 V の 3 次多項式と、車両が車速 V で単位時間 Δt だけ走行したときの距離 L の関係式 $L = V \Delta t$ との連立方程式を解くことで、単位時間 Δt での自車の予定走行距離 L_{tg} を演算する。
- [0109] 実施の形態 5 によれば、座標点生成部 210 から取得した複数の座標点から算出される速度で単位時間 Δt だけ走行したときの距離が、予定走行距離 L_{tg} として算出されるため、自車の経路追従性が向上する。
- [0110] なお、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。
- [0111] 上記した説明は、すべての態様において、例示であって、例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

符号の説明

- [0112] 1 自車、2 ステアリングホイール、3 ステアリング軸、4 操舵ユニット、5 EPS モータ、6 パワートレインユニット、7 ブレーキユニット、50 処理回路、51 プロセッサ、52 メモリ、110 外界センサ、111 前方カメラ、112 レーダセンサ、121 GNSS センサ、122 ナビゲーション装置、131 操舵角センサ、132 操舵トルクセンサ、133 ヨーレートセンサ、134 速度センサ、135 加速度センサ、120 ロケータ、130 車両センサ、200 車両制御ユニット、201 車両制御装置、210 座標点生成部、220 基準経路生成部、230 予定走行距離演算部、240 目標値演算部、250 車両制御部、260 演算結果記憶部、311 EPS コントローラ、312 パワートレインコントローラ、313 ブレーキコントローラ。

請求の範囲

[請求項1] 自車が走行すべき複数の座標点の情報を含む点列情報を取得し、複数の前記座標点に基づいて、前記自車の進行方向位置および横方向位置のそれぞれを、予め設定された基準点からの経路長の関数である多項式で近似することで、前記多項式で表される基準経路を生成する基準経路生成部と、

予め定められた長さの単位時間で前記自車が走行すべき距離である予定走行距離を算出する予定走行距離演算部と、

前記自車の進行方向位置の多項式、前記自車の横方向位置の多項式および前記予定走行距離に基づいて、前記単位時間後の前記自車の位置の目標値である目標位置を算出する目標値演算部と、

前記単位時間後の前記自車の位置と前記目標位置との誤差が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する車両制御部と、を備える車両制御装置。

[請求項2] 前記予定走行距離演算部は、現在時刻から前記単位時間ごとの複数の時刻のそれぞれに対応する複数の前記予定走行距離を算出し、

前記目標値演算部は、前記複数の前記予定走行距離に基づいて、前記複数の時刻のそれぞれに対応する複数の前記目標位置を算出し、

前記車両制御部は、前記自車の運動モデルを用いて計算した前記複数の時刻のそれぞれに対応する前記自車の位置と前記複数の時刻のそれぞれに対応する複数の前記目標位置との誤差の累積が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する、請求項1に記載の車両制御装置。

[請求項3] 前記予定走行距離演算部は、前記自車の速度もしくは目標速度の少なくとも片方に基づいて、前記予定走行距離を算出する、請求項1または請求項2に記載の車両制御装置。

[請求項4] 前記車両制御部が前記単位時間後の前記自車の位置と前記目標位置との誤差を求める際に計算された前記自車の予測速度に関する情報を

記憶する演算結果記憶部をさらに備え、

前記予定走行距離演算部は、前記演算結果記憶部に記憶された情報に基づいて、前記予定走行距離を算出する、

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両制御装置。

[請求項5]

前記点列情報には、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべき速度の情報が含まれており、

前記基準経路生成部は、さらに、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべき速度を、前記基準点からの経路長の関数である多項式で近似し、

前記予定走行距離演算部は、前記自車がとるべき速度の多項式に基づいて、前記予定走行距離を算出する、

請求項 1 または請求項 2 に記載の車両制御装置。

[請求項6]

前記点列情報には、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべき方位角の情報が含まれており、

前記基準経路生成部は、さらに、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべき方位角を、前記基準点からの経路長の関数である多項式で近似し、

前記目標値演算部は、さらに、前記自車がとるべき方位角の多項式および前記予定走行距離に基づいて、前記単位時間後の前記自車の方位角の目標値である目標方位角を算出し、

前記車両制御部は、さらに、前記単位時間後の前記自車の方位角と前記目標方位角との誤差が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の車両制御装置。

[請求項7]

前記点列情報には、複数の前記座標点のそれぞれにおける道路の曲率の情報が含まれており、

前記基準経路生成部は、さらに、複数の前記座標点のそれぞれにおける前記道路の曲率を、前記基準点からの経路長の関数である多項式

で近似し、

前記目標値演算部は、さらに、前記道路の曲率の多項式および前記予定走行距離に基づいて、前記単位時間後の前記自車の操舵角の目標値である目標操舵角を算出し、

前記車両制御部は、さらに、前記単位時間後の前記自車の操舵角と前記目標操舵角との誤差が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する、

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の車両制御装置。

[請求項8]

前記点列情報には、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべきヨーレートの情報が含まれており、

前記基準経路生成部は、さらに、複数の前記座標点のそれぞれで前記自車がとるべきヨーレートを、前記基準点からの経路長の関数である多項式で近似し、

前記目標値演算部は、さらに、前記自車がとるべきヨーレートの多項式および前記予定走行距離に基づいて、前記単位時間後の前記自車のヨーレートの目標値である目標ヨーレートを算出し、

前記車両制御部は、さらに、前記単位時間後の前記自車のヨーレートと前記目標ヨーレートとの誤差が小さくなるように、前記自車のアクチュエータを制御する、

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の車両制御装置。

[請求項9]

前記予定走行距離演算部は、長さの異なる複数の前記単位時間のそれぞれに対応する複数の前記予定走行距離を算出し、

前記目標値演算部は、目標値算出の対象とするパラメータに応じて、複数の前記予定走行距離のうちのいずれかを選択して使用する、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の車両制御装置。

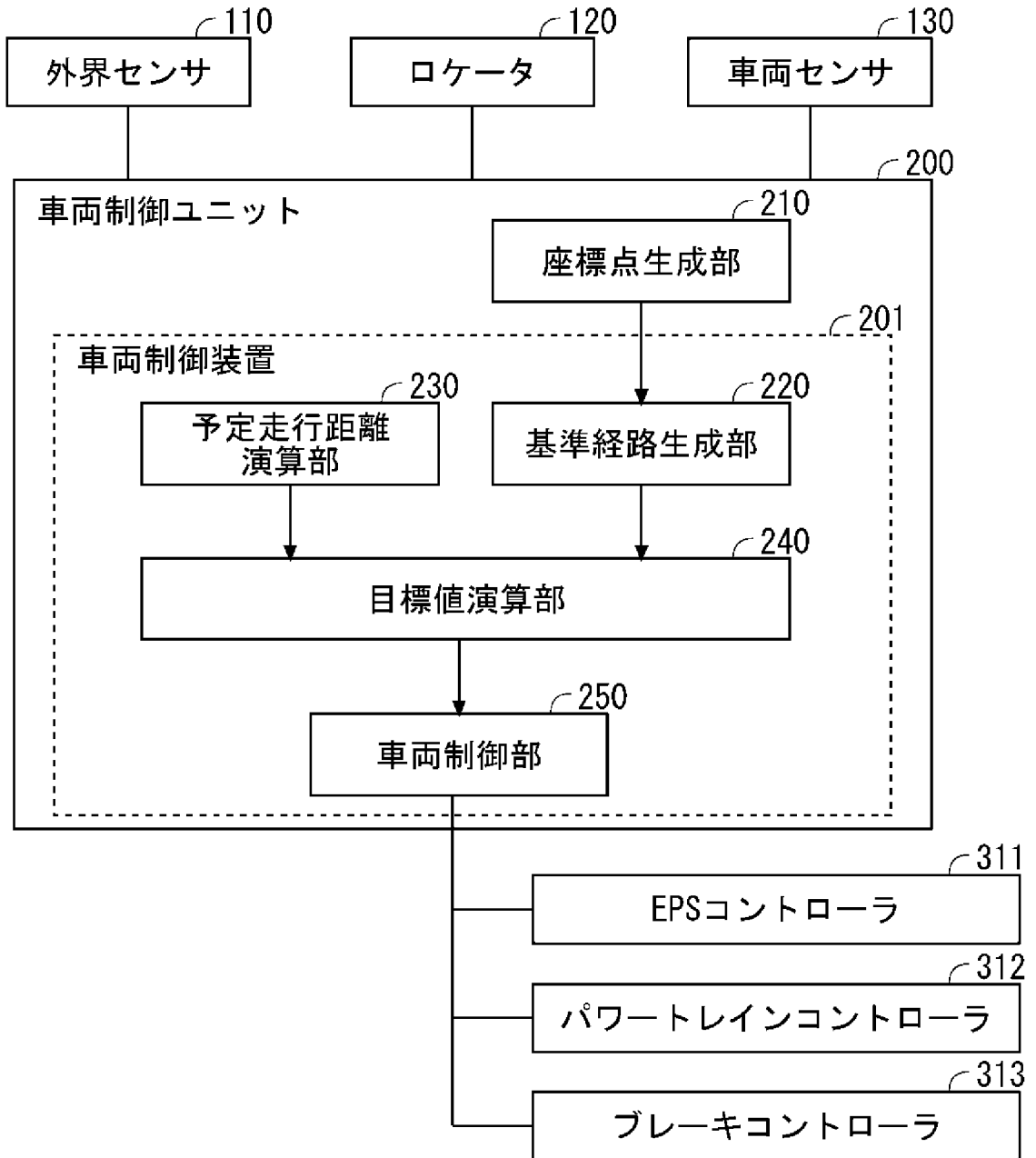
[請求項10]

複数の前記座標点のそれぞれは、高度の情報を含む 3 次元の座標点であり、

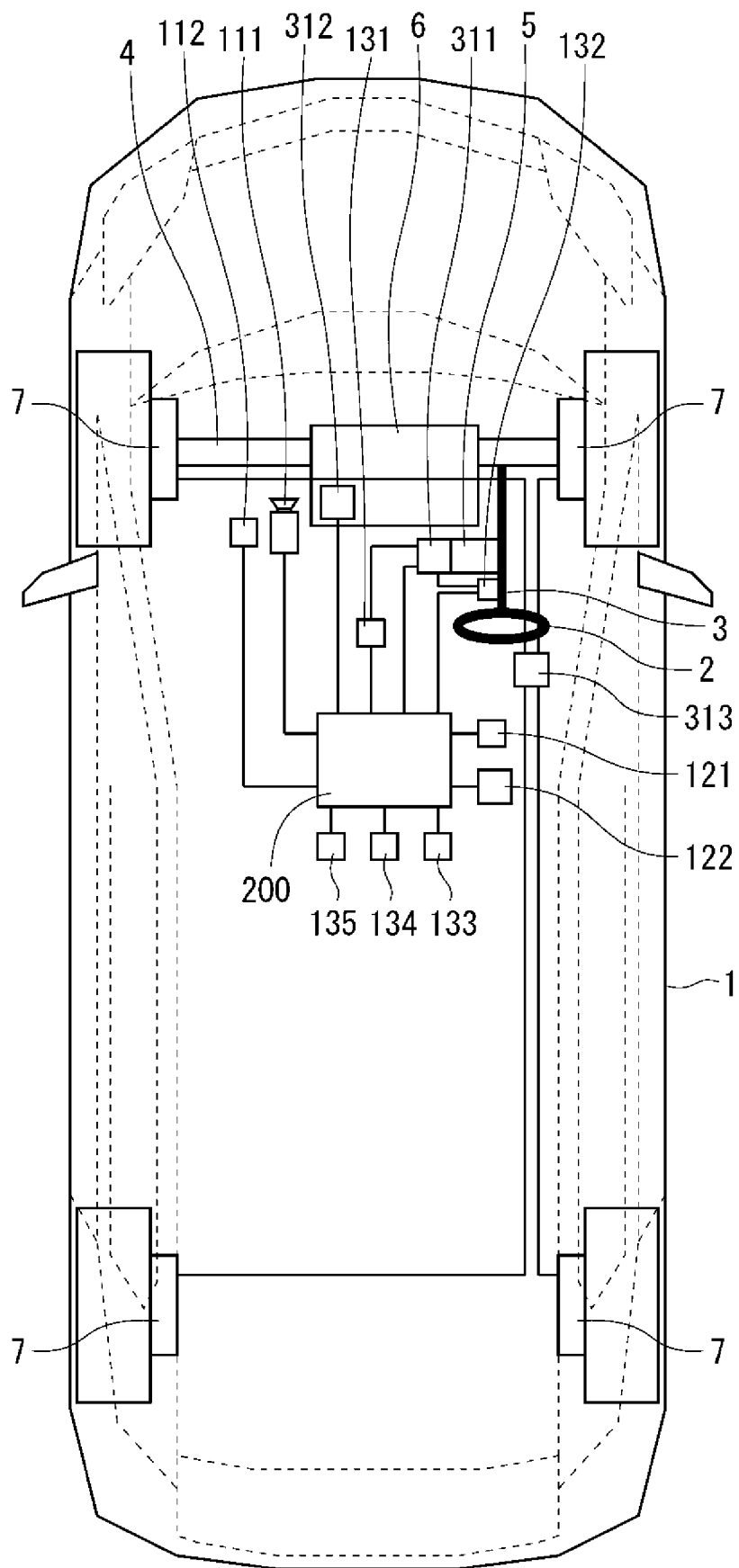
前記経路長および前記予定走行距離は、3次元の距離である、

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の車両制御装置。

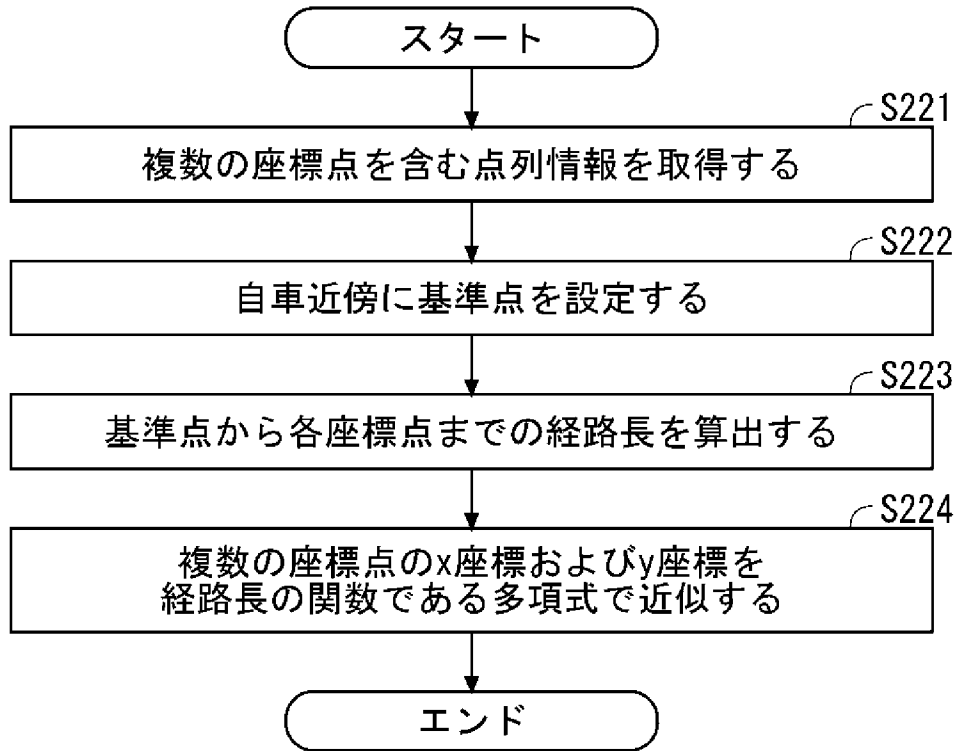
[図1]



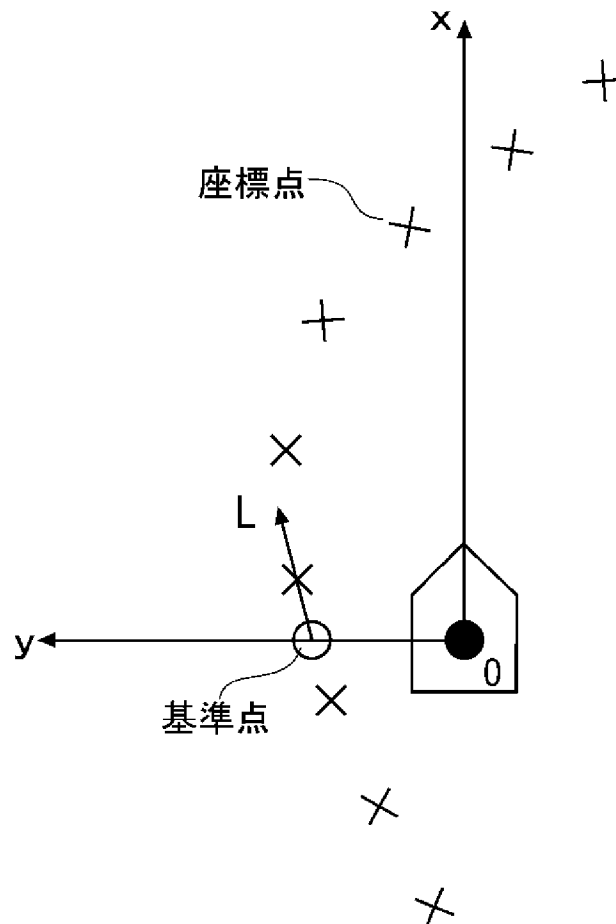
[図2]



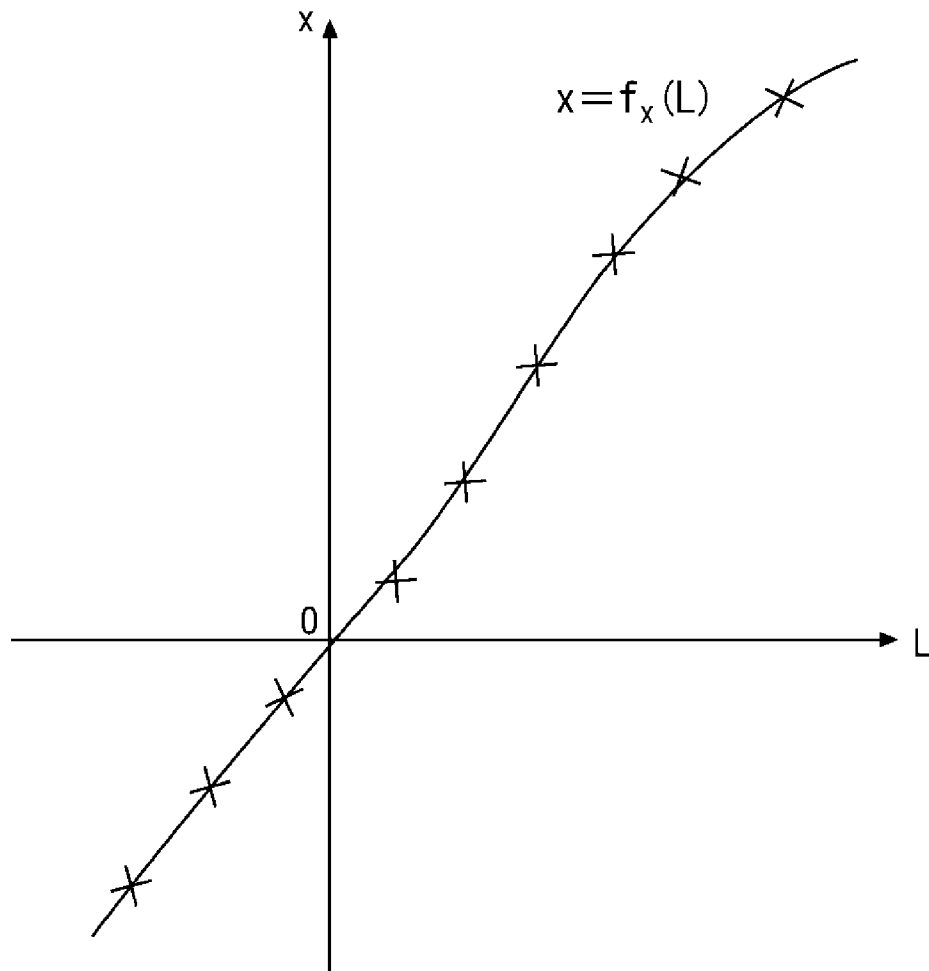
[図3]



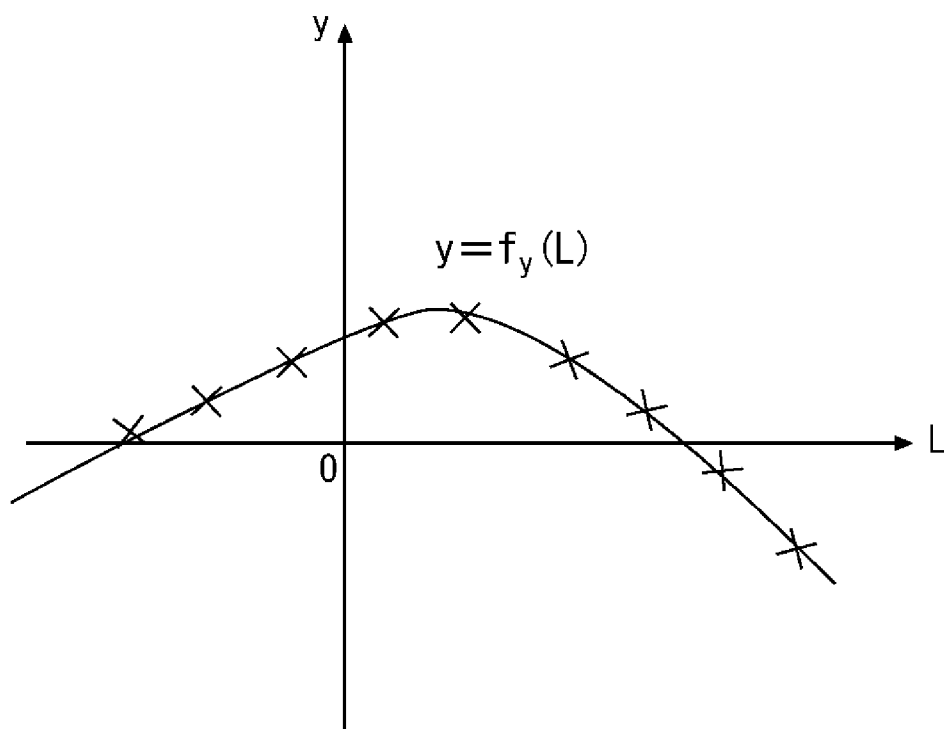
[図4]



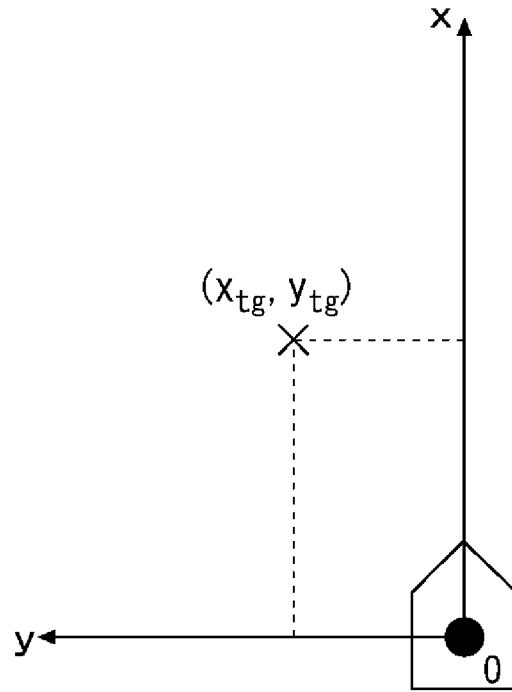
[圖5]



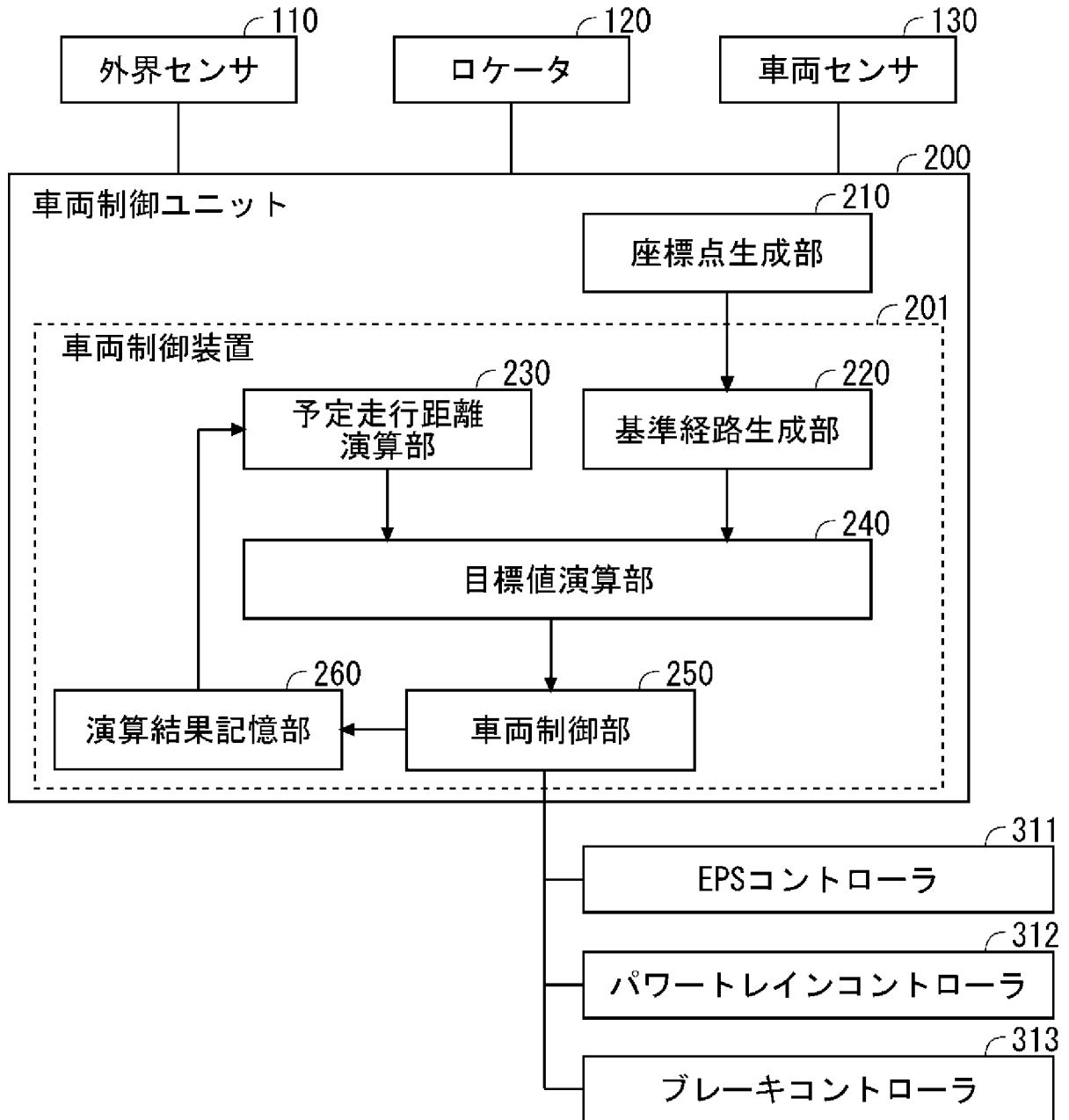
[圖6]



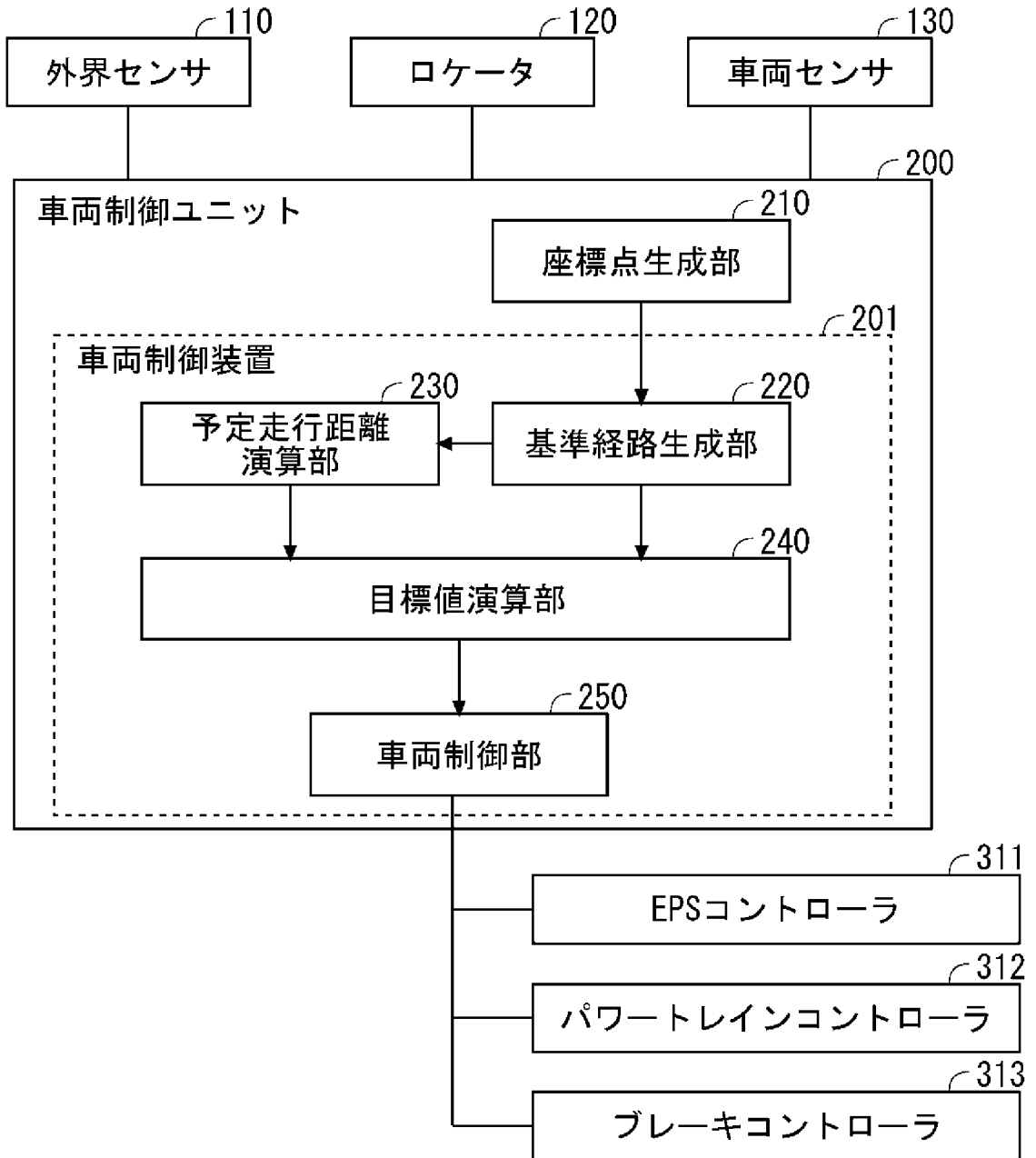
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B60W30/10 (2006.01) i
FI: B60W30/10

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. 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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y A	JP 2020-1678 A (BAIDU USA LLC) 09 January 2020, paragraphs [0007]-[0078], fig. 1-10	1-4, 6-7, 9-10 5, 8
Y A	JP 2020-37339 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 March 2020, paragraphs [0032]-[0065], [0072]-[0099], fig. 1-4	1-4, 6-7, 9-10 5, 8
Y A	JP 2019-525148 A (MOBILEYE VISION TECHNOLOGIES LTD.) 05 September 2019, paragraph [0162], fig. 9B	10 5, 8
A	US 2008/0275602 A1 (PEAKE, John W.) 06 November 2008, entire text	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02.06.2020

Date of mailing of the international search report
16.06.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/011041

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-1678 A	09.01.2020	US 2020003564 A1 paragraphs [0016]- [0098], fig. 1-10 CN 110728014 A (Family: none)	
JP 2020-37339 A	12.03.2020	(Family: none)	
JP 2019-525148 A	05.09.2019	WO 2018/015811 A1 paragraph [0224], fig. 9B US 2018/0025235 A1 EP 3400556 A1 CA 3029124 A1 KR 10-2019-0069384 A CN 108496178 A (Family: none)	
US 2008/0275602 A1	06.11.2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60W 30/10(2006.01)i FI: B60W30/10		
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）） B60W30/10		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
Y A	JP 2020-1678 A (パイドウ・ユーエスエイ・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー) 09.01.2020 (2020-01-09) 段落[0007]-[0078], 図1-10	1-4, 6-7, 9-10 5, 8
Y A	JP 2020-37339 A (三菱電機株式会社) 12.03.2020 (2020-03-12) 段落[0032]-[0065], [0072]-[0099], 図1-4	1-4, 6-7, 9-10 5, 8
Y A	JP 2019-525148 A (モービルアイ ビジョン テクノロジーズ リミテッド) 05.09.2019 (2019-09-05) 段落[0162], 図9B	10 5, 8
A	US 2008/0275602 A1 (Peake John W.) 06.11.2008 (2008-11-06) 全文	1-10
<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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 02.06.2020	国際調査報告の発送日 16.06.2020	
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） 稲葉 大紀 3Z 1138 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/JP2020/011041

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-1678 A	09.01.2020	US 2020003564 A1 段落[0016]-[0098], 図1-10 CN 110728014 A	
JP 2020-37339 A	12.03.2020	(ファミリーなし)	
JP 2019-525148 A	05.09.2019	WO 2018/015811 A1 段落[0224], 図9B US 2018/0025235 A1 EP 3400556 A1 CA 3029124 A1 KR 10-2019-0069384 A CN 108496178 A	
US 2008/0275602 A1	06.11.2008	(ファミリーなし)	