

(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
2022年3月10日(10.03.2022)



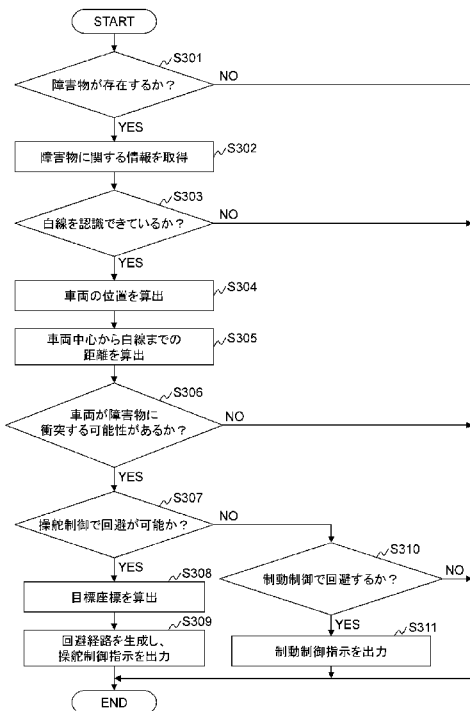
(10) 国際公開番号

WO 2022/049802 A1

- (51) 国際特許分類:
B60T 7/12 (2006.01) B60W 30/09 (2012.01)
G08G 1/16 (2006.01) B60W 30/095 (2012.01)
B62D 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/007426
- (22) 国際出願日: 2021年2月26日(26.02.2021)
- (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 2020-148743 2020年9月4日(04.09.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内
一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 浦 力 (NISHIURA Chikara);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6
番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
柏村 聡(KASHIWAMURA Satoshi); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人藤央特許事務所
(TOU-OU PATENT FIRM); 〒1050001 東京都
港区虎ノ門一丁目16番4号アーバ
ン虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(54) Title: VEHICLE CONTROL DEVICE AND OBSTACLE AVOIDANCE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 車両制御装置及び障害物回避制御方法



S301... Is there an obstacle present?
S302... Obtain information pertaining to the obstacle
S303... Has the white line been recognized?
S304... Calculate the vehicle position
S305... Calculate distance from center of car to white line
S306... Is there the possibility of the vehicle colliding with the obstacle?
S307... Can the obstacle be avoided by using steering control?
S308... Calculate target coordinates
S309... Generate avoidance route and output steering control instruction
S310... Can the obstacle be avoided by using braking control?
S311... Output braking control instruction

(57) Abstract: A vehicle control device comprising: a vehicle position calculation unit; an obstacle determination unit; a collision possibility determination unit; an avoidance means selection unit; an avoidance route calculation unit; and a steering control value calculation unit that calculates a steering control value and outputs same to a steering actuator control unit. The avoidance route calculation unit: calculates a target point for avoiding an obstacle; divides an avoidance segment that connects the vehicle position and the target point into a plurality of partial segments; calculates partial avoidance

(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, IT, JO, 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))

routes for each partial segment; and calculates an avoidance route comprising the plurality of partial avoidance routes.

(57) 要約: 車両制御装置は、車両位置算出部と、障害物判定部と、衝突可能性判定部と、回避手段選択部と、回避経路算出部と、操舵制御値を算出し、操舵アクチュエータ制御部に出力する操舵制御値算出部と、を備え、回避経路算出部は、障害物の回避するための目標点を算出し、車両の位置及び目標点を結ぶ回避区間を複数の部分区間に分割し、各部分区間の部分回避経路を算出し、複数の部分回避経路からなる回避経路を算出する。

明 細 書

発明の名称：車両制御装置及び障害物回避制御方法

参照による取り込み

- [0001] 本出願は、2020年9月4日に提出された日本特許出願第2020-148743号の優先権を主張し、その内容を参照することにより、本出願に取り込む。

技術分野

- [0002] 本発明は、障害物を回避するための車両制御技術に関する。

背景技術

- [0003] 障害物の自動緊急回避において、車速に応じて制動回避（ブレーキ回避）と操舵回避（ステアリング操作）のいずれかを選択し、最適化処理を用いて目標走行経路計算をする技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。
- [0004] また、目標経路生成時に、更新時間内に経路補正が間に合わなく、障害物をよりよく回避できないことが無いように、単独の回避経路を算出する部位を別途設け、障害物と衝突の恐れのある場合には、回避経路を優先して出力する技術が提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2010-155545号公報
特許文献2：特開2019-43194号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 後方カメラ、後方レーダ、及び側面レーダ等を持たないシステム、すなわち、前方カメラ及び前方レーダで構成されるシステムにおいて自動操舵による障害物回避を実施する場合、システムは後方から接近する車両を検知できないため自車線内で障害物を回避する必要がある。その場合、障害物を回避

しながら自車線内に留まらなくてはならないため、高い車両位置精度が必要となる。

[0007] しかし、従来技術では、回避経路の確実な算出（経路算出の特化、または主目標経路算出と回避経路算出の個別化）に主眼が置かれている。そのため、車両が算出した回避経路に基づいて障害物を回避しようとした場合、アクチュエータの無駄時間、車両の動特性の遅れ等により正しく回避経路をトレースできず、障害物を回避できないおそれがあった。また、従来技術では、障害物回避時に障害物ぎりぎりを通過する経路が算出されるため、車両が不安定状態のまま障害物の近辺を通過する可能性があり、ドライバーに多大な不安感を与えるおそれがあった。

課題を解決するための手段

[0008] 本願において開示される発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。すなわち、車両を制御する車両制御装置であって、前記車両の位置を算出する車両位置算出部と、前記車両の走行経路上の障害物の有無を判定する障害物判定部と、前記車両が前記障害物に衝突するか否かを判定する衝突可能性判定部と、前記障害物の回避手段として制動又は操舵のいずれかを選択する回避手段選択部と、前記障害物を回避する制動を実現するための制動制御値を算出し、前記車両の制動を制御する制動アクチュエータ制御部に出力する制動制御値算出部と、前記障害物を回避する回避経路を算出する回避経路算出部と、前記車両の位置及び前記回避経路に基づいて、前記障害物を回避する操舵を実現するための操舵制御値を算出し、前記車両の操舵を制御する操舵アクチュエータ制御部に出力する操舵制御値算出部と、を備え、前記回避経路算出部は、前記障害物の回避するための目標点を算出し、前記車両の位置及び前記目標点を結ぶ回避区間を複数の部分区間に分割し、前記各部分区間の部分回避経路を算出し、前記複数の部分回避経路からなる前記回避経路を算出する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、ドライバーへ安心感を与え、かつ、精度が高い障害物の

回避を実現する車両制御装置を提供できる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明によって明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例1の運転支援システムを搭載する車両の構成の一例を示す図である。

[図2A]実施例1の運転支援システムの機能構成の一例を示す図である。

[図2B]実施例1の運転支援システムの機能構成の一例を示す図である。

[図3]実施例1の運転支援システムが実行する障害物回避判定処理の一例を説明するフローチャートである。

[図4]実施例1の座標系及び物理量を説明する図である。

[図5]実施例1の行動戦略コントローラが生成する回避経路の一例を説明する図である。

[図6A]実施例1の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[図6B]実施例1の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[図7]実施例1の運転支援システムによる操舵回避の動作例を示す図である。

[図8]実施例1の運転支援システムによる制動回避の動作例を示す図である。

[図9]実施例2の運転支援システムが実行する制御状態確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[図10]実施例2の運転支援システムが実行する第1故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[図11A]実施例2の運転支援システムが実行する障害物回避判定処理の一例を説明するフローチャートである。

[図11B]実施例2の運転支援システムが実行する障害物回避判定処理の一例を説明するフローチャートである。

[図12]実施例2の運転支援システムが実行する第2故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[図13]実施例2の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[図14]実施例2の車両の状態を示す図である。

[図15]実施例2の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[図16]実施例2の運転支援システムが実行する第3故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[図17]実施例2の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[図18]実施例2の車両の状態を示す図である。

[図19]実施例3の車両の走行車線及び回避経路の一例を示す図である。

[図20]実施例3の回避経路の終点座標の算出方法を説明する図である。

[図21]実施例3の回避経路の関数曲線始点Aの算出方法を説明する図である。

[図22]実施例3の回避経路の関数曲線終点Bの算出方法を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の思想ないし趣旨から逸脱しない範囲で、その具体的構成を変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。以下に説明する発明の構成において、同一又は類似する構成又は機能には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。本明細書等における「第1」、「第2」、「第3」等の表記は、構成要素を識別するために付するものであり、必ずしも、数又は順序を限定するものではない。図面等において示す各構成の位置、大きさ、形状、及び範囲等は、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、及び範囲等を表していない場合がある。したがって、本発明では、図面等の開示された位置、大きさ、形状、及び範囲等に限定されない。

実施例 1

[0012] 図1は、実施例1の運転支援システムを搭載する車両の構成の一例を示す図である。

[0013] 車両100は、左前輪101、右前輪102、左後輪103、右後輪104を有する4輪車両である。各車輪101、102、103、104は、液圧式ブレーキシステムを構成するホイルシリンダ105、106、107、108を備える。

[0014] また、車両100は、ホイルシリンダ液圧制御装置（制動制御装置）109、ステアリング装置110、外界認識コントロールユニット111、行動戦略コントローラ112、運動戦略コントローラ113、エンジン114を有する。

[0015] 外界認識コントロールユニット111、行動戦略コントローラ112、及び運動戦略コントローラ113は、マイクロコンピュータを備え、車載ネットワークを介して他の装置と通信可能に接続される。

[0016] ホイルシリンダ液圧制御装置109は、横滑り装置に代表される、各ホイルシリンダ105、106、107、108の液圧を調整する装置である。なお、液圧式の摩擦ブレーキに限定されず、電動式の摩擦ブレーキとすることができる。

[0017] エンジン114は、出力トルクが電子制御される内燃機関である。

[0018] ステアリング装置110は、操舵アシスト力を発生するモータを備える電動パワーステアリング装置に代表される、操舵に関するアクチュエータを備えた自動操舵可能な装置である。

[0019] 外界認識コントロールユニット111は、地図情報及びカメラによって取得された画像情報を処理して、車両100の前方の外界情報を取得する装置である。

[0020] 行動戦略コントローラ112は、外界認識コントロールユニット111によって取得された外界情報に基づいて、車両100が障害物に衝突する可能性を判定する。行動戦略コントローラ112は、車両100が障害物に衝突

する可能性がある場合、操舵回避及び制動回避のいずれかの回避手段を選択する。また、行動戦略コントローラ 112 は、操舵回避が選択された場合、回避経路を算出する。

[0021] 運動戦略コントローラ 113 は、車両 100 の運動情報、外界情報によって得られた自車位置、及び行動戦略コントローラ 112 によって算出された回避経路等の情報に基づいて、ホイルシリンダ液圧制御装置 109 及びステアリング装置 110 の制御内容を決定する。

[0022] 図 2 A 及び図 2 B は、実施例 1 の運転支援システムの機能構成の一例を示す図である。なお、説明の便宜上 2 つの図に分けている。

[0023] 外界情報取得部 201 は、外界認識コントロールユニット 111 が有する機能部であり、画像情報を処理して、車両 100 の前方の外界情報を取得する。

[0024] 車両運動情報取得部 202 は、車両 100 の運動状態に関する運動情報を取得する。運動情報には、車両 100 のヨーレート、車速、及びブレーキ液圧等が含まれる。

[0025] 行動戦略コントローラ 112 は、自車位置算出部 211、障害物判定部 212、衝突可能性判定部 213、操舵回避可否判定部 214、目標座標算出部 215、回避経路算出部 216、及び制動回避判定部 217 を有する。なお、図示していないが、行動戦略コントローラ 112 は車両 100 の諸元値を保持する。当該値は、予め、行動戦略コントローラ 112 に設定してもよいし、外部から入力してもよい。

[0026] 自車位置算出部 211 は、外界情報取得部 201 から入力された外界情報、及び車両運動情報取得部 202 から入力された運動情報に基づいて、車両 100 の現在の位置を算出する。自車位置算出部 211 は、算出された車両 100 の現在の位置を示す情報（自車位置情報）を運動戦略コントローラ 113 に出力する。

[0027] 障害物判定部 212 は、外界情報取得部 201 から入力された外界情報に基づいて、車両 100 の前方に障害物が存在するか否かを判定する。障害物

判定部 212 は、車両 100 の前方に障害物が存在する場合、衝突可能性判定部 213 に起動指示を出力する。

[0028] 衝突可能性判定部 213 は、車両 100 が前方に存在する障害物に衝突する確率値を算出する。衝突可能性判定部 213 は、確率値と閾値との比較結果に基づいて、車両 100 が前方に存在する障害物に衝突する可能性があるか否かを判定する。衝突可能性判定部 213 は、車両 100 が前方に存在する障害物に衝突する可能性がある場合、操舵回避可否判定部 214 に起動指示を出力する。

[0029] 操舵回避可否判定部 214 は、操舵操作によって障害物を回避できるか否かを判定する。操舵回避可否判定部 214 は、操舵操作によって障害物を回避できる場合、目標座標算出部 215 に起動指示を出力し、操舵操作によって障害物を回避できない場合、制動回避判定部 217 に起動指示を出力する。操舵回避可否判定部 214 は、操舵回避及び制動回避の 2 つの回避手段を選択する機能部として機能する。

[0030] 目標座標算出部 215 は、障害物を回避するための車両 100 の目標点の座標（目標座標）を算出する。

[0031] 回避経路算出部 216 は、目標座標算出部 215 から入力された目標座標に基づいて、操舵操作によって障害物への衝突を回避するための回避経路を算出する。回避経路算出部 216 は、算出された回避経路の情報（回避経路情報）とともに操舵制御指示を運動戦略コントローラ 113 に出力する。

[0032] 制動回避判定部 217 は、制動操作によって障害物を回避するか否かを判定する。制動回避判定部 217 は、制動操作によって障害物を回避する場合、回避を行うための制動制御の指示を運動戦略コントローラ 113 に出力する。

[0033] 運動戦略コントローラ 113 は、制動力算出部 221 及び操舵量算出部 222 を有する。

[0034] 制動力算出部 221 は、制動操作を行うための制動力を算出し、制動アクチュエータ制御部 231 に出力する。制動力算出部 221 は、制動制御によ

る回避指示を受信した場合、自車位置算出部 2 1 1 から入力された自車位置情報、及び制動回避判定部 2 1 7 から入力された起動指示に基づいて、障害物への衝突を回避するための制動操作を行うための制動力を算出する。

[0035] 操舵量算出部 2 2 2 は、操舵操作を行うための操舵量を算出し、操舵アクチュエータ制御部 2 3 2 に出力する。操舵量算出部 2 2 2 は、操舵制御による回避指示を受信した場合、自車位置算出部 2 1 1 から入力された自車位置情報、及び回避経路算出部 2 1 6 から入力された回避経路情報に基づいて、障害物への衝突を回避するための操舵操作を行うための操舵量を算出する。

[0036] 制動アクチュエータ制御部 2 3 1 は、ホイルシリンダ液圧制御装置 1 0 9 が有する機能であり、制動力算出部 2 2 1 から入力された制動力の情報に基づいて、各ホイルシリンダ 1 0 5、1 0 6、1 0 7、1 0 8 へ制御値を出力する。

[0037] 操舵アクチュエータ制御部 2 3 2 は、ステアリング装置 1 1 0 が有する機能であり、操舵量算出部 2 2 2 から入力された操舵量の情報に基づいて、ステアリング装置 1 1 0 へ制御値を出力する。

[0038] なお、行動戦略コントローラ 1 1 2 及び運動戦略コントローラ 1 1 3 が有する各機能部については、複数の機能部を 1 つの機能部にまとめてもよいし、1 つの機能部を機能毎に複数のモジュールに分けてもよい。

[0039] 次に、障害物の回避制御の詳細について説明する。実施例 1 では、車両 1 0 0 が直線の車線を走行している場合の障害物の回避制御について説明する。

[0040] 図 3 は、実施例 1 の運転支援システムが実行する障害物回避判定処理の一例を説明するフローチャートである。図 4 は、実施例 1 の座標系及び物理量を説明する図である。図 5 は、実施例 1 の行動戦略コントローラ 1 1 2 が生成する回避経路の一例を説明する図である。

[0041] 以下の説明において、[m]、[rad]、[%]、[Nm] は単位を表す。

[0042] まず、図 4 を用いて実施例 1 の座標系を説明する。実施例 1 では、障害物

回避判定処理の開始時の車両 100 の位置を回避経路始点（原点）とする。

また、回避経路始点における白線方位を X 軸と定義し、またヨー角は X 軸正方向を 0 と定義する。また、実施例 1 では、進行方向に対して車両 100 の左側を Y 軸の正の方向と定義し、車両 100 の右側を Y 軸の負の方向と定義する。

[0043] 行動戦略コントローラ 112 は、周期的に、以下で説明する障害物回避判定処理を実行する。

[0044] 行動戦略コントローラ 112 の障害物判定部 212 は、外界情報取得部 201 が取得した外界情報に基づいて、車両 100 の進行路の前方に障害物 H が存在するか否かを判定する（ステップ S301）。

[0045] 車両 100 の進行路の前方に障害物 H が存在しない場合、行動戦略コントローラ 112 は障害物回避判定処理を終了する。操舵制御介入フラグ及び制動制御介入フラグのいずれかが立っていた場合、行動戦略コントローラ 112 はフラグを解除する。

[0046] 車両 100 の進行路の前方に障害物 H が存在する場合、行動戦略コントローラ 112 の衝突可能性判定部 213 は、外界情報から障害物 H に関する情報を取得する（ステップ S302）。

[0047] 障害物 H に関する情報には、障害物 H の位置及び大きさ、並びに、障害物 H と車両 100 との間の距離 L_{vh} [m] が含まれる。ここで、障害物 H の位置は、例えば、障害物 H の中心座標 (x_H, y_H) であり、障害物 H の大きさは、例えば、障害物 H の幅 OW [m] である。

[0048] 行動戦略コントローラ 112 の衝突可能性判定部 213 は、外界情報に基づいて、運転支援システムが白線を認識できているか否かを判定する（ステップ S303）。すなわち、自車線を認識できるか否かが判定される。

[0049] 運転支援システムが白線を認識できていない場合、行動戦略コントローラ 112 は障害物回避判定処理を終了する。この場合、運転者が自ら回避行動を行うことになる。

[0050] 運転支援システムが白線を認識できている場合、行動戦略コントローラ 1

12の自車位置算出部211は、車両100の現在の位置及び向きを算出する（ステップS304）。具体的には、自車位置算出部211は、車両100の現在の中心座標（ x_v , y_v ）と向き θ_v を算出する。中心座標（ x_v , y_v ）と向き θ_v を併せて、自車座標（ x_v , y_v , θ_v ）とする。

[0051] 行動戦略コントローラ112の自車位置算出部211は、車両100の中心座標から左右の白線までの距離WR [m]、WL [m]を算出する（ステップS305）。

[0052] 行動戦略コントローラ112の衝突可能性判定部213は、車両100が障害物Hに衝突する可能性を表す確率値を算出し、確率値に基づいて、車両100が障害物Hに衝突する可能性があるか否かを判定する（ステップS306）。具体的には、以下のような処理が実行される。

[0053] 衝突可能性判定部213は、車両100の諸元値より車幅VW [m]を取得する。衝突可能性判定部213は、自車位置のy成分 y_v 及び障害物Hの中心座標のy成分 y_H に基づいて、車両100の中心位置と障害物Hの中心位置との間のy方向の距離SL [m]を算出する。

[0054] 衝突可能性判定部213は、WR [m]、WL [m]、SL [m]、OW [m]に基づいて、障害物Hの右端と右側白線の距離PW_R [m]と、障害物Hの左端と左側白線の距離PW_L [m]とを算出する。具体的には、PW_R [m]は式（1）で算出され、PW_L [m]は式（2）で算出される。

[0055] [数1]

$$PW_R = WR - (SL - \frac{OW}{2}) \dots (1)$$

[0056] [数2]

$$PW_L = WL - (SL + \frac{OW}{2}) \dots (2)$$

[0057] 衝突可能性判定部213は、PW_R [m]、PW_L [m]、WR [m]、WL [m]、及びVW [m]に基づいて、車両100と障害物Hとが重

なっている距離（オーバーラップ）を算出する。

[0058] さらに、衝突可能性判定部 213 は、オーバーラップを車両 100 の幅 VW [m] で除算することによって、左右の重なり率（オーバーラップ率） LAP_{rate_R} [%]、 LAP_{rate_L} [%] を算出する。具体的には、右側のオーバーラップ率 LAP_{rate_R} [%] は式（3）で算出され、左側のオーバーラップ率 LAP_{rate_L} [%] は式（4）で算出される。

[0059] [数3]

$$LAP_{rate_R} = \frac{\left\{WR - \left(\frac{VW}{2}\right)\right\} - PW_R}{VW} \times 100 \dots (3)$$

[0060] [数4]

$$LAP_{rate_L} = \frac{\left\{WL + \left(\frac{VW}{2}\right)\right\} - PW_L}{VW} \times 100 \dots (4)$$

[0061] 衝突可能性判定部 213 は、オーバーラップ率の大きさを、車両 100 が障害物 H に衝突する可能性を表す確率値とする。

[0062] 衝突可能性判定部 213 は、式（5）及び式（6）のいずれかを満たす場合、車両 100 が障害物 H に衝突する可能性があるとは判定する。

[0063] [数5]

$$-50\% \leq LAP_{rate_R} < 0\% \dots (5)$$

[0064] [数6]

$$0\% < LAP_{rate_L} \leq 50\% \dots (6)$$

[0065] 車両 100 が障害物 H に衝突する可能性がない場合、行動戦略コントローラ 112 は障害物回避判定処理を終了する。

[0066] 車両 100 が障害物 H に衝突する可能性がある場合、行動戦略コントローラ 112 の操舵回避可否判定部 214 は、操舵制御による回避が可能であるか否かを判定する（ステップ S307）。

[0067] 例えば、操舵回避可否判定部 214 は、障害物 H と左右の白線の各々との

間の距離 PW_R [m]、 PW_L [m]（左右の通過スペース）のいずれかが車幅 VW [m] 以上であるか否かを判定する。 PW_R [m]、 PW_L [m] のいずれかが VW [m] 以上である場合、操舵回避可否判定部 214 は、操作制御による回避が可能であると判定する。 PW_R [m]、 PW_L [m] のいずれもが VW [m] より小さい場合、操舵回避可否判定部 214 は、操作制御による回避が不可能であると判定する。

[0068] 操舵制御による回避が可能である場合、行動戦略コントローラ 112 の目標座標算出部 215 は回避経路の目標座標 (x_s, y_s) 及び目標ヨー角 θ_s を算出する（ステップ S308）。ここでは、回避経路の始点の座標 (x_0, y_0) 及びヨー角 θ_0 と、回避経路の終点（目標点）の座標 (x_s, y_s) 及び目標ヨー角 θ_s とが算出される。具体的には、以下のような処理が実行される。

[0069] 目標座標算出部 215 は、回避経路の始点座標 (x_0, y_0) を原点に設定する。すなわち、目標座標算出部 215 は始点座標 (x_0, y_0) を $(0, 0)$ に設定する。また、目標座標算出部 215 は、回避経路の始点におけるヨー角 θ_0 を 0 に設定する。すなわち、白線と平行な方向が目標方位に設定される。なお、回避経路の始点座標 (x_0, y_0) は、障害物回避判定処理の開始時の車両 100 の位置の座標である。

[0070] 目標座標算出部 215 は、X 軸方向の車両 100 及び障害物 H の距離を回避経路の目標座標の x_s に設定する。

[0071] 回避経路の目標座標の y_s は障害物 H を避けるために必要な横移動量を表す。一方、自車線内に留まった回避経路とする必要がある。したがって、回避経路の始点の y_0 から通過スペース中心へ移動するポイントを目標座標の y_s に設定すればよい。そこで、目標座標算出部 215 は、式 (7) 又は式 (8) のいずれかを目標座標の y_s に設定する。

[0072] [数7]

$$y_s = y_0 + \frac{PW_R}{2} \dots (7)$$

[0073]

[数8]

$$y_s = y_0 + \frac{PW_L}{2} \dots (8)$$

[0074] 最後に、目標座標算出部215は回避経路の終点の目標ヨー角 θ_s を算出する。以上がステップS308の処理の説明である。

[0075] 行動戦略コントローラ112の回避経路算出部216は回避経路を算出し、回避経路の情報とともに操舵制御指示を運動戦略コントローラ113に出力する（ステップS309）。このとき、回避経路算出部216は操舵制御介入フラグを立てる。その後、行動戦略コントローラ112は障害物回避判定処理を終了する。具体的には、以下のような処理が実行される。

[0076] 回避経路算出部216は、図5に示すように、X軸方向の始点及び終点を結ぶ回避区間 $[x_0, x_s]$ を第1区間、第2区間、及び第3区間の3つに分割する。

[0077] 回避経路算出部216は、第1区間について、始点座標 (x_0, y_0) からX軸の正方向に平行な、長さ L_{START} [m]の第1部分回避経路を算出する。

[0078] 第1区間は以下のような理由により設定される。アクチュエータは、操舵指令値の入力に対して、実操舵が遅れて作動するため無駄時間が存在する。また、車両は操舵後の横運動の動特性を持っている（一般的には、2次遅れを伴う）。そのため、操舵回避の介入が開始された地点から横移動させる目標経路（回避経路）を与えても目標経路上に車両100をトレースできない。自車線内の自動操舵のような機能は非常に繊細な車両位置精度が求められるため、物理的に実現が難しい目標経路を与えた場合、車両位置精度を十分確保することが困難である。車両を無理なく目標経路上にトレースするためには、横移動の開始点を介入開始地点から前方（進行方向）にシフトさせる必要がある。以上のような理由から、実施例1の運転支援システムは、第1区間を設定し、当該区間に対して前述したような第1部分回避経路を算出する。すなわち、第1部分回避経路は、アクチュエータの応答遅れ及び車両100の動特性の遅れの少なくともいずれかを補償するために、障害物を回避

するための操舵が行われない経路となる。

[0079] なお、 L_{START} [m] は車両 100 の種別によるアクチュエータ及び動特性の各々に関するパラメータに応じて自由に設定できる。例えば、アクチュエータパラメータに関するパラメータの最悪値を基準に L_{START} [m] を設定する。

[0080] 回避経路算出部 216 は、第 2 区間について、終点 (x_s , y_s) から X 軸の負方向に平行な、長さ L_{END} [m] の第 2 部分回避経路を算出する。

[0081] 車両が旋回運動しながら障害物の近辺を通過する回避と、車両が障害物の手前で旋回運動を完了し、直進運動しながら障害物の近辺を通過する回避とでは、後者の回避の方がドライバーの安心感が大きい。実施例 1 の運転支援システムは、ドライバーの安心感を確保する目的で第 2 区間を設定し、当該区間に対して前述したような第 2 部分回避経路を算出する。すなわち、第 2 部分回避経路は、障害物の回避における車両挙動の安定性を確保するために、障害物を回避するための操舵が行われない経路となる。

[0082] なお、 L_{END} [m] はドライバーの安心感を確保の観点から任意に設定される。ただし、 L_{END} [m] はドライバーへ与える安心感の度合いに関するパラメータに基づいて自由に設定できる。

[0083] 回避経路算出部 216 は、第 3 区間について、式 (9) で示すような 3 次関数で表現される曲線の第 3 部分回避経路を算出する。すなわち、第 3 部分回避経路は、第 1 区間の終点から障害物を回避するための操舵が行われ、かつ、第 2 区間の開始点前に操舵が終了する経路となる。

[0084] [数9]

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d \dots (9)$$

[0085] なお、第 3 部分回避経路は、第 1 部分回避経路の終点と、第 2 回避経路の始点とを結ぶ経路であれば、どのような経路でもよい。

[0086] 回避経路算出部 216 は、第 1 部分回避経路、第 2 部分回避経路、及び第 3 部分回避経路から構成される回避経路の情報を運動戦略コントローラ 11

3に出力する。以上がステップS309の処理の説明である。

[0087] ステップS307において、操舵制御による回避が不可能である場合、行動戦略コントローラ112の制動回避判定部217は、制動制御により障害物Hを回避するか否かを判定する（ステップS310）。

[0088] 具体的には、制動回避判定部217は、車両100と障害物Hとの間の距離 L_{vh} [m] が介入閾値 $Thresh_Brake$ より小さいか否かを判定する。 L_{vh} [m] が介入閾値 $Thresh_Brake$ より小さい場合、制動回避判定部217は、制動制御により障害物Hを回避すると判定する。ここで、介入閾値 $Thresh_Brake$ は式(10)で与えられる。

[0089] [数10]

$$Thresh_Brake = \left(\frac{V_{brake}^2}{2S_{brake}} + Dist_Offset \right) \dots (10)$$

[0090] ここで、 V_{brake} は制動開始判定車速を表し、 S_{brake} は設定減速度を表し、 $Dist_Offset$ はアクチュエータの応答遅れ及び空走距離を考慮した距離を表す。

[0091] 制動制御により障害物Hを回避しない場合、行動戦略コントローラ112は障害物回避判定処理を終了する。

[0092] 制動制御により障害物Hを回避する場合、行動戦略コントローラ112の制動回避判定部217は、運動戦略コントローラ113に制動制御指示を出力する（ステップS311）。このとき、制動回避判定部217は制動制御介入フラグを立てる。その後、行動戦略コントローラ112は障害物回避判定処理を終了する。

[0093] 図6A及び図6Bは、実施例1の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。

[0094] 図6Aは、行動戦略コントローラ112から回避経路の情報とともに操舵制御指示が出力された場合に実行される制御処理を示す。図6Aの制御処理は、障害物を回避するまで周期的に実行される。

[0095] 運動戦略コントローラ113の操舵量算出部222は、行動戦略コントロ

ーラ 112 から自車位置 (x_v , y_v , θ_v) の情報を取得し (ステップ S601)、回避経路に追従するために必要な目標舵角を算出する (ステップ S602)。

[0096] 例えば、操舵量算出部 222 は、自車位置 (x_v , y_v , θ_v) から、例えば前方注視モデルを用いて目標舵角 $target_ \delta_{steer} [deg]$ を算出する。なお、 $L_{START} [m]$ は前方注視距離以上に設定することが望ましい。

[0097] 運動戦略コントローラ 113 の操舵量算出部 222 は、目標舵角 $target_ \delta_{steer} [deg]$ と、ステアリング装置 110 から取得される現在の舵角 $real_ \delta_{steer} [deg]$ との差分のフィードバックより、目標操舵トルク $T_{rq_{steer}}$ を算出する (ステップ S603)。

[0098] 運動戦略コントローラ 113 の操舵量算出部 222 は、目標操舵トルク $T_{rq_{steer}}$ を操舵アクチュエータ制御部 232 に出力する (ステップ S604)。

[0099] 操舵アクチュエータ制御部 232 は、目標操舵トルク $T_{rq_{steer}}$ に基づいてステアリング装置 110 を制御することによって障害物の回避を行う。

[0100] 図 6B は、行動戦略コントローラ 112 から制動制御指示が出力された場合に実行される制御処理を示す。

[0101] 運動戦略コントローラ 113 の制動力算出部 221 は目標制動力を算出する (ステップ S611)。例えば、制動力算出部 221 は設定減速度を目標制動力として算出する。

[0102] 運動戦略コントローラ 113 の制動力算出部 221 は目標制動力を制動アクチュエータ制御部 231 に出力する (ステップ S612)。

[0103] 制動アクチュエータ制御部 231 は、目標制動力に基づいてホイールシリンダ 105、106、107、108 を制御することによって障害物の回避を行う。

[0104] 図 7 は、実施例 1 の運転支援システムによる操舵回避の動作例を示す図である。

[0105] 行動戦略コントローラ 112 は、操舵制御による回避が可能と判定した場

合（ステップS307がYES）、操舵制御介入フラグを立てて、回避経路とともに操舵制御指示を出力する（ステップS309）。

[0106] 運動戦略コントローラ113は、操舵を開始する場合、 L_{START} [m] 先の地点を基準に目標舵角を算出し（ステップS602）、この目標舵角に実舵角が合うように操舵トルク指令値を算出する（ステップS603）。具体的には、目標舵角及び実舵角の差分（斜線部分）に対応した操舵トルク指令値が算出される。これによって、舵角が制御され、車両が横運動を行う。

[0107] 図8は、実施例1の運転支援システムによる制動回避の動作例を示す図である。

[0108] 行動戦略コントローラ112は、操舵制御による回避が不可能と判定し（ステップS307がNO）、かつ、制動制御により障害物Hを回避すると判定した場合、制動制御介入フラグを立てて、制動制御指示を出力する（ステップS311）。

[0109] 運動戦略コントローラ113は、所定の目標制動力をステップで与える（ステップS612）。この制動力指令値に基づき、制動アクチュエータ制御部231がホイールシリンダ105、106、107、108を制御して、車速を減速する。

[0110] 実施例1によれば、運転支援システムは、操舵回避の回避経路を生成する場合、アクチュエータの無駄時間及び車両の応答遅れ等を考慮した経路と、ドライバーの安心感を与える車両100の安定性を考慮した経路と含むように回避経路を生成する。当該回避経路に基づいて車両100の操舵制御を行うことによって、ドライバーに安心感を与えつつ、高い精度で障害物を回避できる。

実施例 2

[0111] 実施例2では、車両100の故障を考慮した制御を行う点が実施例1と異なる。以下、実施例1との差異を中心に実施例2について説明する。

[0112] 実施例2の車両100の装置構成及び機能構成は実施例1と同一である。実施例2では、運転支援システムが実行する処理が実施例1と異なる。

- [0113] 図9は、実施例2の運転支援システムが実行する制御状態確認処理の一例を説明するフローチャートである。制御状態確認処理は周期的に実行される。
- [0114] 行動戦略コントローラ112は、操舵回避の実行中であるか否かを判定する（ステップS901）。例えば、行動戦略コントローラ112は、操舵制御介入フラグが立っている場合、操舵回避の実行中であると判定する。
- [0115] 操舵回避の実行中である場合、行動戦略コントローラ112は、第2故障確認処理を開始する（ステップS902）。第2故障確認処理の詳細は図12を用いて説明する。
- [0116] 操舵回避の実行中ではない場合、行動戦略コントローラ112は、制動回避の実行中であるか否かを判定する（ステップS903）。例えば、行動戦略コントローラ112は、制動制御介入フラグが立っている場合、制動回避の実行中であると判定する。
- [0117] 制動回避の実行中である場合、行動戦略コントローラ112は、第3故障確認処理を開始する（ステップS904）。第3故障確認処理の詳細は図16を用いて説明する。
- [0118] 制動回避の実行中でない場合、行動戦略コントローラ112は、第1故障確認処理を開始する（ステップS905）。第1故障確認処理の詳細は図10を用いて説明する。
- [0119] 図10は、実施例2の運転支援システムが実行する第1故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。
- [0120] 行動戦略コントローラ112は、外界情報取得部201が故障しているか否かを判定する（ステップS1001）。例えば、行動戦略コントローラ112は、外界認識コントロールユニット111に問い合わせることによって外界情報取得部201に故障が発生しているか否かを判定できる。
- [0121] 外界情報取得部201が故障している場合、行動戦略コントローラ112は、故障フラグ及び種別「0」を設定し（ステップS1002）、第1故障確認処理を終了する。

- [0122] 外界情報取得部201が故障していない場合、行動戦略コントローラ112は、操舵アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS1003）。例えば、行動戦略コントローラ112は、操舵アクチュエータ制御部232に問い合わせることによって操舵アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定できる。
- [0123] 操舵アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ112は、制動アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS1004）。行動戦略コントローラ112は、例えば、制動アクチュエータ制御部231に問い合わせることによって制動アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定できる。
- [0124] 制動アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ112は、運動戦略コントローラ113に制御終了指示を出力し（ステップS1002）、第1故障確認処理を終了する。
- [0125] 制動アクチュエータに故障が発生していない場合、行動戦略コントローラ112は、故障フラグ及び種別「1」を設定し（ステップS1005）、第1故障確認処理を終了する。
- [0126] ステップS1003において、操舵アクチュエータに故障が発生していないと判定された場合、行動戦略コントローラ112は、制動アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS1006）。ステップS1006の処理はステップS1004の処理と同一である。
- [0127] 制動アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ112は、故障フラグ及び種別「2」を設定し（ステップS1007）、第1故障確認処理を終了する。
- [0128] 制動アクチュエータに故障が発生していない場合、行動戦略コントローラ112は第1故障確認処理を終了する。
- [0129] 実施例2では、故障フラグ及び種別によって、障害物回避判定処理の処理内容が異なる。
- [0130] 故障フラグが設定されていない場合、実施例1で説明した障害物回避判定

処理が実行される。故障フラグ及び種別「0」が設定されている場合、障害物回避判定処理は実行されない。

[0131] 図11A及び図11Bは、実施例2の運転支援システムが実行する障害物回避判定処理の一例を説明するフローチャートである。

[0132] 図11Aは、故障フラグ及び種別「1」が設定された場合に実行される障害物回避判定処理である。図11Aに示す障害物回避判定処理は、実施例1の障害物回避判定処理とほぼ同一であるため、異なる部分について説明する。

[0133] ステップS306において、車両100が障害物Hに衝突する可能性があると判定された場合、行動戦略コントローラ112の制動回避判定部217は、制動制御により障害物Hを回避するか否かを判定する（ステップS310）。その後の処理は実施例1と同一である。

[0134] 操舵アクチュエータに故障が発生しているため、操舵回避に関する処理（ステップS307、S308、S309）は省略される。

[0135] 図11Bは、故障フラグ及び種別「2」が設定された場合に実行される障害物回避判定処理である。図11Aに示す障害物回避判定処理は、実施例1の障害物回避判定処理とほぼ同一であるため、異なる部分について説明する。

[0136] ステップS307において、操舵制御による回避が不可能であると判定された場合、行動戦略コントローラ112は障害物回避判定処理を終了する。

[0137] 制動アクチュエータに故障が発生しているため、制動回避に関する処理（ステップS310、S311）は省略される。

[0138] 図12は、実施例2の運転支援システムが実行する第2故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[0139] 行動戦略コントローラ112は、操舵アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS1201）。ステップS1201の処理はステップS1003の処理と同一である。

[0140] 操舵アクチュエータに故障が発生していない場合、行動戦略コントローラ

112は第2故障確認処理を終了する。この場合、運動戦略コントローラ113は、障害物Hを回避するまで図6Aの障害物回避判定処理を実行する。なお、外界情報取得部201が故障している場合、車両100の位置はヨーレート及び車速等に基づいて推定される。

[0141] 操舵アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ112は、制動アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS1202）。ステップS1202の処理はステップS1004の処理と同一である。

[0142] 制動アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ112は、故障フラグ及び種別「0」を設定し、運動戦略コントローラ113に操舵制御停止指示を出力する（ステップS1203）。その後、行動戦略コントローラ112は第2故障確認処理を終了する。操舵制御停止指示には種別「0」が含まれる。

[0143] 制動アクチュエータに故障が発生していない場合、行動戦略コントローラ112は、故障フラグ及び種別「1」を設定し、運動戦略コントローラ113に操舵制御停止指示を出力する（ステップS1204）。操舵制御停止指示には種別「1」が含まれる。

[0144] 行動戦略コントローラ112は、車両100の現在の位置を算出する（ステップS1205）。ステップS1205の処理はステップS304の処理と同一である。なお、外界情報取得部201が故障している場合、車両100の位置はヨーレート及び車速等に基づいて推定される。

[0145] 行動戦略コントローラ112は、制動制御により障害物Hを回避するか否かを判定する（ステップS1206）。ステップS1206の処理はステップS310の処理と同一である。

[0146] 制動制御により障害物Hを回避する場合、行動戦略コントローラ112は運動戦略コントローラ113に制動制御の指示を出力し（ステップS1207）、第2故障確認処理を終了する。ステップS1207の処理はステップS311の処理と同一である。

- [0147] 図 1 3 は、実施例 2 の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。図 1 4 は、実施例 2 の車両 1 0 0 の状態を示す図である。
- [0148] 図 1 3 の処理は、運動戦略コントローラ 1 1 3 が、種別「0」を含む操舵制御停止指示を受信した場合に実行される。
- [0149] 運動戦略コントローラ 1 1 3 は、目標操舵トルクの漸減処理を実行する（ステップ S 1 3 0 1）。
- [0150] 図 1 4 に示すように、操舵回避の実行中に操舵アクチュエータが故障した場合、運動戦略コントローラ 1 1 3 は、故障発生時の操舵トルク指令値を一定勾配で 0 にする。漸減処理を行うことによって急激なトルク変化によるドライバーへの違和感を低減できる。
- [0151] 図 1 5 は、実施例 2 の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。
- [0152] 図 1 5 は、運動戦略コントローラ 1 1 3 が、種別「1」を含む操舵制御停止指示を受信した場合に実行される制御処理を示す。
- [0153] 運動戦略コントローラ 1 1 3 は、目標操舵トルクの漸減処理を実行する（ステップ S 1 5 0 1）。ステップ S 1 5 0 1 の処理はステップ S 1 3 0 1 の処理と同一である。
- [0154] 運動戦略コントローラ 1 1 3 は、行動戦略コントローラ 1 1 2 から制動制御指示を受信したか否かを判定する（ステップ S 1 5 0 2）。
- [0155] 運動戦略コントローラ 1 1 3 は、目標操舵トルクの漸減処理の完了後、一定時間、制動制御指示の入力を待つ。一定時間経過後、制動制御指示が入力されていない場合、運動戦略コントローラ 1 1 3 は、行動戦略コントローラ 1 1 2 から制動制御指示を受信していないと判定する。
- [0156] 行動戦略コントローラ 1 1 2 から制動制御指示を受信していない場合、行動戦略コントローラ 1 1 2 は制御処理を終了する。
- [0157] 行動戦略コントローラ 1 1 2 から制動制御指示を受信した場合、運動戦略コントローラ 1 1 3 の制動力算出部 2 2 1 は目標制動力を算出する（ステッ

プS 1 5 0 3)。ステップS 1 5 0 3の処理はステップS 6 1 1の処理と同一である。

[0158] 運動戦略コントローラ 1 1 3の制動力算出部 2 2 1は目標制動力を制動アクチュエータ制御部 2 3 1に出力する（ステップS 1 5 0 4）。ステップS 1 5 0 4の処理はステップS 6 1 2の処理と同一である。

[0159] 図 1 6 は、実施例 2 の運転支援システムが実行する第 3 故障確認処理の一例を説明するフローチャートである。

[0160] 行動戦略コントローラ 1 1 2 は、制動アクチュエータに故障が発生しているか否かを判定する（ステップS 1 6 0 1）。ステップS 1 6 0 1の処理はステップS 1 0 0 4の処理と同一である。

[0161] 制動アクチュエータに故障が発生していない場合、行動戦略コントローラ 1 1 2 は第 3 故障確認処理を終了する。この場合、運動戦略コントローラ 1 1 3 は、障害物 H を回避するまで図 6 B の障害物回避判定処理を実行する。

[0162] 制動アクチュエータに故障が発生している場合、行動戦略コントローラ 1 1 2 は、故障フラグ及び種別「2」を設定し、運動戦略コントローラ 1 1 3 に制動制御停止指示を出力する（ステップS 1 6 0 2）。その後、行動戦略コントローラ 1 1 2 は第 3 故障確認処理を終了する。

[0163] 図 1 7 は、実施例 2 の運転支援システムが実行する制御処理の一例を説明するフローチャートである。図 1 8 は、実施例 2 の車両 1 0 0 の状態を示す図である。

[0164] 図 1 7 は、運動戦略コントローラ 1 1 3 が制動制御停止指示を受信した場合に実行される制御処理を示す。

[0165] 運動戦略コントローラ 1 1 3 は、目標制動力の漸減処理を実行する（ステップS 1 7 0 1）。

[0166] 図 1 8 に示すように、制動回避の実行中に制動アクチュエータが故障した場合、運動戦略コントローラ 1 1 3 は、故障発生時の制動力指令値を一定勾配で 0 にする。漸減処理を行うことによって急激な指令値変化による G 変動を低減できる。

[0167] 実施例 2 によれば、車両 100 の故障を考慮しつつ、実施例 1 で説明した障害物の回避制御を実現できる。

実施例 3

[0168] 実施例 3 では、車両 100 が曲線車線を走行している場合の制御について説明する。以下、実施例 1 との差異を中心に実施例 3 について説明する。

[0169] 実施例 3 の車両 100 の装置構成及び機能構成は実施例 1 と同一である。実施例 3 の運転支援システムが実行する処理は実施例 1 と同一である。ただし、回避経路の算出方法が異なる。

[0170] 実施例 1 では、車両 100 が直線車線を走行している場合における障害物 H との衝突の回避を想定しているため、第 1 区間及び第 2 区間の部分回避経路は直線経路であった。実施例 3 では、車両 100 が曲線車線を走行している場合の第 1 区間及び第 2 区間の部分回避経路の算出方法が異なる。

[0171] 図 19 は、実施例 3 の車両 100 の走行車線及び回避経路の一例を示す図である。図 19 に示すように、実施例 3 では車両 100 は曲率が一定の曲線車線を走行するものとする。

[0172] 図 20 は、実施例 3 の回避経路の終点座標の算出方法を説明する図である。図 21 は、実施例 3 の回避経路の関数曲線始点 A の算出方法を説明する図である。図 22 は、実施例 3 の回避経路の関数曲線終点 B の算出方法を説明する図である。

[0173] まず、図 20 を用いて回避経路の終点の座標及びヨー角の算出方法を説明する。

[0174] 行動戦略コントローラ 112 は、曲線進入位置を回避経路始点（原点）に設定することによって、回避始点座標とヨー角 $(x_0, y_0, \theta_0) = (0, 0, 0)$ を得る。また、行動戦略コントローラ 112 は、障害物 H の端の座標 (x_{H2}, y_{H2}) を受け取り、原点及び障害物 H の端の座標 (x_{H2}, y_{H2}) の 2 点がなす曲線の半径 R [m] を算出する。また、行動戦略コントローラ 112 は、回避のための横移動量を LY [m] と、始点座標と終点座標の中心角度 θ_{0s} とから、式 (11) に示すような回避経路の終点の座標及びヨー角

を得る。

[0175] [数11]

$$(x_S, y_S, \theta_S) = (x_{H2} + LY \sin(\theta_{0S}), y_{H2} - LY \cos(\theta_{0S}), \theta_{0S}) \dots (11)$$

[0176] ここで、回避経路始点と終点の距離を LS_0 [m] とした場合、 θ_{0S} は式 (12) で与えられる。なお、 LS_0 [m] は式 (13) で与えられる。

[0177] [数12]

$$\theta_{0S} = \cos^{-1}((R^2 + (R + LY)^2 - LS_0^2)/(2R(R + LY))) \dots (12)$$

[0178] [数13]

$$LS_0 = \sqrt{x_S^2 + y_S^2} \dots (13)$$

[0179] 次に、図 21 を用いて回避経路の関数曲線始点 A の座標及びヨー角の算出方法を説明する。

[0180] 行動戦略コントローラ 112 は、原点座標と、終点座標及びヨー角とを入力情報として、第 1 区間に、走行曲率に応じた長さ L_{START} [m] の曲線（第 1 部分回避経路）を設定する。曲率 R の円弧上を L_{START} [m] 走った先の位置である関数曲線始点 A のヨー角 θ_A は、X 軸と関数曲線始点 A の接線とからなる角度であり、原点と関数曲線始点 A のなす中心角と等しいため式 (14) の関係が得られる。

[0181] [数14]

$$\theta_A = L_{START}/R \dots (14)$$

[0182] 原点と関数曲線始点 A の距離 LS_1 [m] は式 (15) の関係が得られる。

[0183] [数15]

$$LS_1 = 2R \sin(\theta_A/2) \dots (15)$$

[0184] 直線 LS_1 の傾きと X 軸とがなす角度は $\theta_A/2$ であるため、関数曲線始

点Aの座標 (x_A , y_A) は式 (16) で与えられる。

[0185] [数16]

$$(x_A, y_A) = (LS_1 \cos\left(\frac{\theta_A}{2}\right), LS_1 \sin\left(\frac{\theta_A}{2}\right)) \dots (16)$$

[0186] 以上より、関数曲線始点Aの座標及びヨー角は式 (17) のように与えられる。

[0187] [数17]

$$(x_A, y_A, \theta_A) = (LS_1 \cos\left(\frac{\theta_A}{2}\right), LS_1 \sin\left(\frac{\theta_A}{2}\right), \theta_A) \dots (17)$$

[0188] 次に、図22を用いて回避経路の関数曲線終点Bの座標及びヨー角の算出方法を説明する。

[0189] 行動戦略コントローラ112は第2区間に長さ L_{END} [m] の第2部分回避経路を設定する。第2部分回避経路は曲率Rに回避のための横移動量 LY [m] を加えた曲率半径 $R + LY$ [m] の曲線として設定される。

[0190] 関数曲線終点Bと回避経路の終点とのなす角を θ_B は式 (18) の関係が得られる。

[0191] [数18]

$$\theta_B = L_{END} / (R + LY) \dots (18)$$

[0192] また、関数曲線終点Bのヨー角 θ_R は式 (19) の関係が得られる。

[0193] [数19]

$$\theta_R = \theta_{0S} - \theta_B \dots (19)$$

[0194] また、関数曲線終点Bと回避経路終点との間の距離を LS_2 [m] は式 (20) の関係が得られる。

[0195] [数20]

$$LS_2 = 2(R + LY) \sin\left(\frac{\theta_B}{2}\right) \dots (20)$$

[0196] 直線 LS_2 の傾きとX軸とがなす角度は $\theta_R + \theta_B / 2$ であるため、関数

曲線終点Bの座標 (x_R , y_R) は式 (21) で与えられる。

[0197] [数21]

$$(x_R, y_R) = (x_S - (LS_2 \cos(\theta_R + \frac{\theta_B}{2})), y_S - (LS_2 \sin(\theta_R + \frac{\theta_B}{2}))) \dots (21)$$

[0198] 以上より、関数曲線終点Bの座標及びヨー角は式 (22) のようになる。

[0199] [数22]

$$(x_R, y_R, \theta_R) = (x_S - (LS_2 \cos(\theta_R + \frac{\theta_B}{2})), y_S - (LS_2 \sin(\theta_R + \frac{\theta_B}{2})), \theta_R) \dots (22)$$

[0200] 関数曲線始点A及び関数曲線終点Bの2つの座標 (x_A , y_A , θ_A)、(x_R , y_R , θ_R) を結ぶ第3区間について、式 (23) で示すような3次関数で表現される曲線の第3部分回避経路を算出する。

[0201] [数23]

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d \dots (23)$$

[0202] 実施例3によれば、曲線経路においても実施例1と同様の効果が得られる回避経路を算出することができる。なお、実施例3に実施例2を組み合わせてもよい。

[0203] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために構成を詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、各実施例の構成の一部について、他の構成に追加、削除、置換することが可能である。

[0204] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、本発明は、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードによっても実現できる。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体をコンピュータに提供し、そのコンピュータが備えるプロセッサが記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、

そのプログラムコード自体、及びそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。このようなプログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROM、ハードディスク、SSD (Solid State Drive)、光ディスク、光磁気ディスク、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどが用いられる。

[0205] また、本実施例に記載の機能を実現するプログラムコードは、例えば、アセンブラ、C/C++、perl、Shell、PHP、Python、Java等の広範囲のプログラム又はスクリプト言語で実装できる。

[0206] さらに、実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを、ネットワークを介して配信することによって、それをコンピュータのハードディスクやメモリ等の記憶手段又はCD-RW、CD-R等の記憶媒体に格納し、コンピュータが備えるプロセッサが当該記憶手段や当該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するようにしてもよい。

[0207] 上述の実施例において、制御線や情報線は、説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。全ての構成が相互に接続されていてもよい。

請求の範囲

[請求項1]

車両を制御する車両制御装置であって、
前記車両の位置を算出する車両位置算出部と、
前記車両の走行経路上の障害物の有無を判定する障害物判定部と、
前記車両が前記障害物に衝突するか否かを判定する衝突可能性判定部と、
前記障害物の回避手段として制動又は操舵のいずれかを選択する回避手段選択部と、
前記障害物を回避する制動を実現するための制動制御値を算出し、前記車両の制動を制御する制動アクチュエータ制御部に出力する制動制御値算出部と、
前記障害物を回避する回避経路を算出する回避経路算出部と、
前記車両の位置及び前記回避経路に基づいて、前記障害物を回避する操舵を実現するための操舵制御値を算出し、前記車両の操舵を制御する操舵アクチュエータ制御部に出力する操舵制御値算出部と、
を備え、
前記回避経路算出部は、
前記障害物の回避するための目標点を算出し、
前記車両の位置及び前記目標点を結ぶ回避区間を複数の部分区間に分割し、
前記各部分区間の部分回避経路を算出し、
前記複数の部分回避経路からなる前記回避経路を算出することを特徴とする車両制御装置。

[請求項2]

請求項1に記載の車両制御装置であって、
前記回避経路算出部は、
前記回避区間を、前記車両の位置を含む第1区間、前記目標点を含む第2区間、及び前記第1区間と第2区間とを接続する第3区間に分割し、

前記第 1 区間について、前記操舵アクチュエータ制御部の操舵の応答遅れ及び前記車両の動特性の遅れの少なくともいずれかを補償するための第 1 部分回避経路を算出し、

前記第 2 区間について、前記障害物の回避における車両挙動の安定性を確保するための第 2 部分回避経路を算出し、

前記第 3 区間について、前記障害物を回避するための第 3 部分回避経路を算出することを特徴とする車両制御装置。

[請求項3]

請求項 2 に記載の車両制御装置であって、

前記第 1 部分回避経路及び前記第 2 部分回避経路は、前記障害物を回避するための操舵が行われない経路であり、

前記第 3 部分回避経路は、前記第 1 区間の終点から前記障害物を回避するための操舵が行われ、かつ、前記第 2 区間の始点において当該操舵が終了する経路であることを特徴とする車両制御装置。

[請求項4]

請求項 2 に記載の車両制御装置であって、

前記第 1 区間の長さは、前記操舵アクチュエータ制御部の操舵の応答遅れに関するパラメータの最悪値及び前記車両の動特性の遅れに関するパラメータの最悪値の少なくともいずれかに基づいて設定されることを特徴とする車両制御装置。

[請求項5]

請求項 2 に記載の車両制御装置であって、

前記第 2 区間の長さは、ドライバーへ与える安心感の度合いに関するパラメータに基づいて設定されることを特徴とする車両制御装置。

[請求項6]

請求項 1 に記載の車両制御装置であって、

前記回避手段選択部は、前記制動アクチュエータ制御部及び前記操舵アクチュエータ制御部の故障状態に基づいて、前記障害物の回避手段を選択することを特徴とする車両制御装置。

[請求項7]

車両を制御する車両制御装置が実行する障害物回避制御方法であって、

前記車両制御装置は、前記車両の制動を制御する制動アクチュエー

タ制御部及び前記車両の操舵を制御する操舵アクチュエータ制御部を制御するコントローラを含み、

前記障害物回避制御方法は、

前記コントローラが、前記車両の走行経路上の障害物の有無を判定する第1のステップと、

前記コントローラが、前記車両の位置を算出する第2のステップと、

、

前記コントローラが、前記車両が前記障害物に衝突する可能性があるか否かを判定する第3のステップと、

前記コントローラが、前記車両が前記障害物に衝突する可能性があるとして判定された場合、前記障害物の回避手段として制動又は操舵のいずれかを選択する第4のステップと、

前記障害物の回避手段として制動が選択された場合、前記コントローラが、前記障害物を回避する制動を実現するための制動制御値を算出し、前記制動アクチュエータ制御部に出力する第5のステップと、

前記障害物の回避手段として操舵が選択された場合、前記コントローラが、回避経路を算出し、前記車両の位置及び前記回避経路に基づいて、前記障害物を回避する操舵を実現するための操舵制御値を算出し、前記操舵アクチュエータ制御部に出力する第6のステップと、

を含み、

前記第6のステップは、

前記コントローラが、前記障害物の回避するための目標点を算出する第7のステップと、

前記コントローラが、前記車両の位置及び前記目標点を結ぶ回避区間を複数の部分区間に分割する第8のステップと、

前記コントローラが、前記各部分区間の部分回避経路を算出する第9のステップと、

前記コントローラが、前記複数の部分回避経路からなる前記回避経

路を算出する第10のステップと、を含むことを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項8]

請求項7に記載の障害物回避制御方法であって、

前記第8のステップは、前記コントローラが、前記回避区間を、前記車両の位置を含む第1区間、前記目標点を含む第2区間、及び前記第1区間と第2区間とを接続する第3区間に分割するステップを含み、

前記第9のステップは、

前記コントローラが、前記第1区間について、前記操舵アクチュエータ制御部の操舵の応答遅れ及び前記車両の動特性の遅れの少なくともいずれかを補償するための第1部分回避経路を算出するステップと、

前記コントローラが、前記第2区間について、前記障害物の回避における車両挙動の安定性を確保するための第2部分回避経路を算出するステップと、

前記コントローラが、前記第3区間について、前記第1区間の終点から前記障害物を回避するための第3部分回避経路を算出するステップと、を含むことを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項9]

請求項8に記載の障害物回避制御方法であって、

前記第1部分回避経路及び前記第2部分回避経路は、前記障害物を回避するための操舵が行われない経路であり、

前記第3部分回避経路は、前記障害物を回避するための操舵が行われ、かつ、前記第2区間の始点において当該操舵が終了する経路であることを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項10]

請求項8に記載の障害物回避制御方法であって、

前記第1区間の長さは、前記操舵アクチュエータ制御部の操舵の応答遅れに関するパラメータの最悪値及び前記車両の動特性の遅れに関するパラメータの最悪値の少なくともいずれかに基づいて設定される

ことを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項11]

請求項7に記載の障害物回避制御方法であって、

前記第2区間の長さは、ドライバーへ与える安心感の度合いに関するパラメータに基づいて設定されることを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項12]

請求項7に記載の障害物回避制御方法であって、

前記第4のステップは、前記コントローラが、前記制動アクチュエータ制御部及び前記操舵アクチュエータ制御部の故障状態に基づいて、前記障害物の回避手段を選択するステップを含むことを特徴とする障害物回避制御方法。

[請求項13]

車両を制御する車両制御装置であって、

前記車両の位置を算出する車両位置算出部と、

前記車両の走行経路上の障害物の有無を判定する障害物判定部と、

前記車両が前記障害物に衝突するか否かを判定する衝突可能性判定部と、

前記障害物を回避する回避経路を算出する回避経路算出部と、

前記車両の位置及び前記回避経路に基づいて、前記障害物を回避する操舵を実現するための操舵制御値を算出し、前記車両の操舵を制御する操舵アクチュエータ制御部に出力する操舵制御値算出部と、

を備え、

前記回避経路算出部は、

前記障害物の回避するための目標点を算出し、

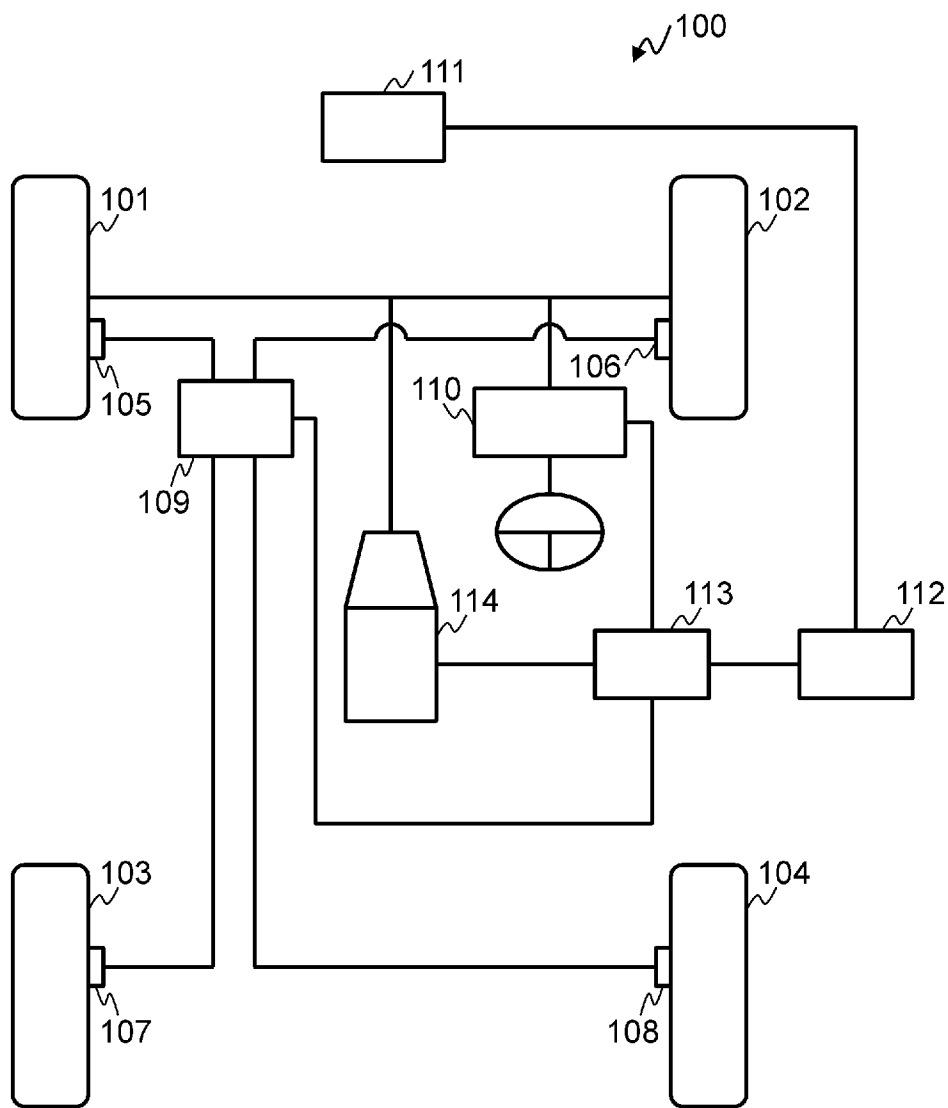
前記車両の位置及び前記目標点を結ぶ回避区間を、前記車両の位置を含む第1区間、前記目標点を含む第2区間、及び前記第1区間と第2区間とを接続する第3区間に分割し、

前記第1区間について、前記操舵アクチュエータ制御部の操舵の応答遅れ及び前記車両の動特性の遅れの少なくともいずれかを補償するための第1部分回避経路を算出し、

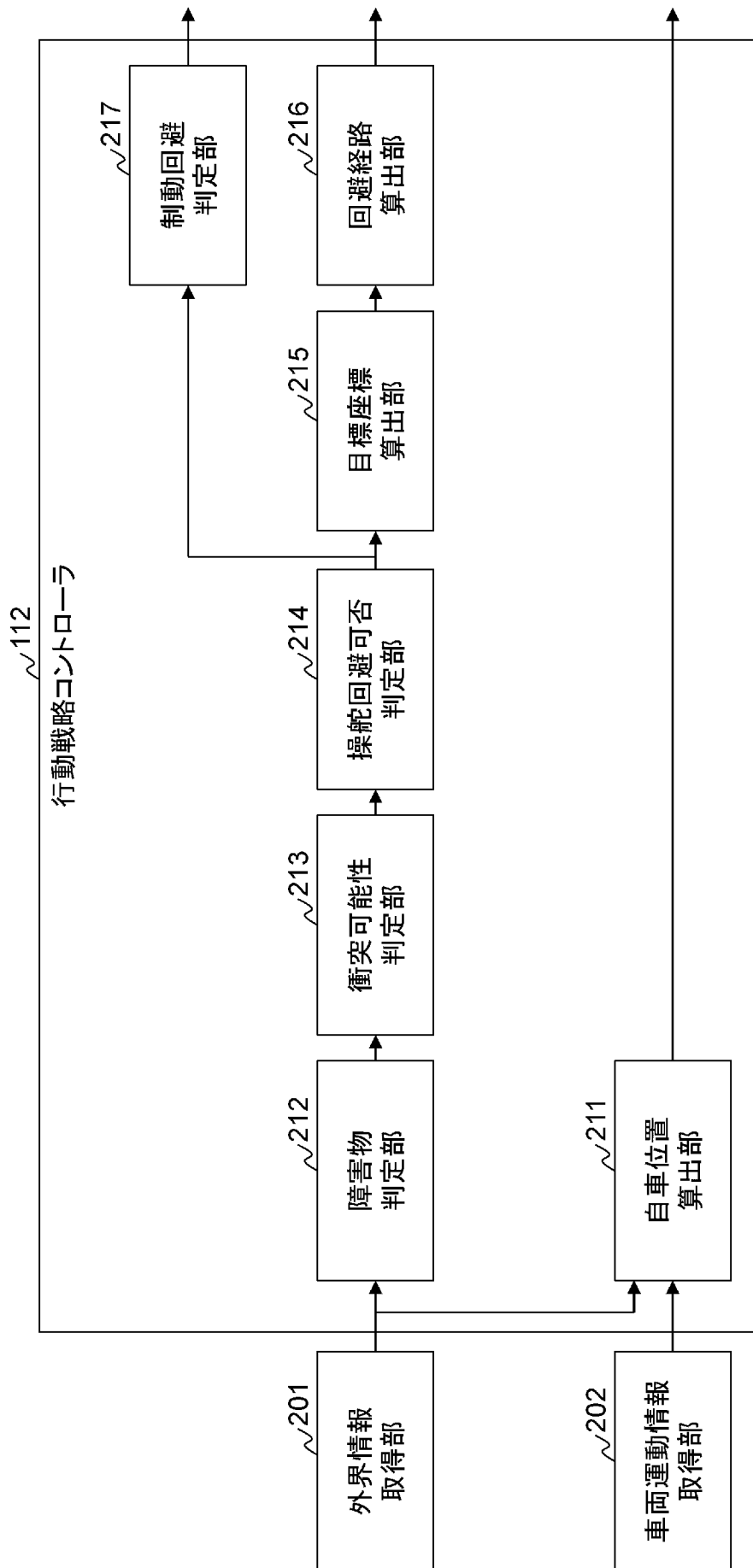
前記第 2 区間について、前記障害物の回避における車両挙動の安定性を確保するための第 2 部分回避経路を算出し、

前記第 3 区間について、前記障害物を回避するための第 3 部分回避経路を算出することを特徴とする車両制御装置。

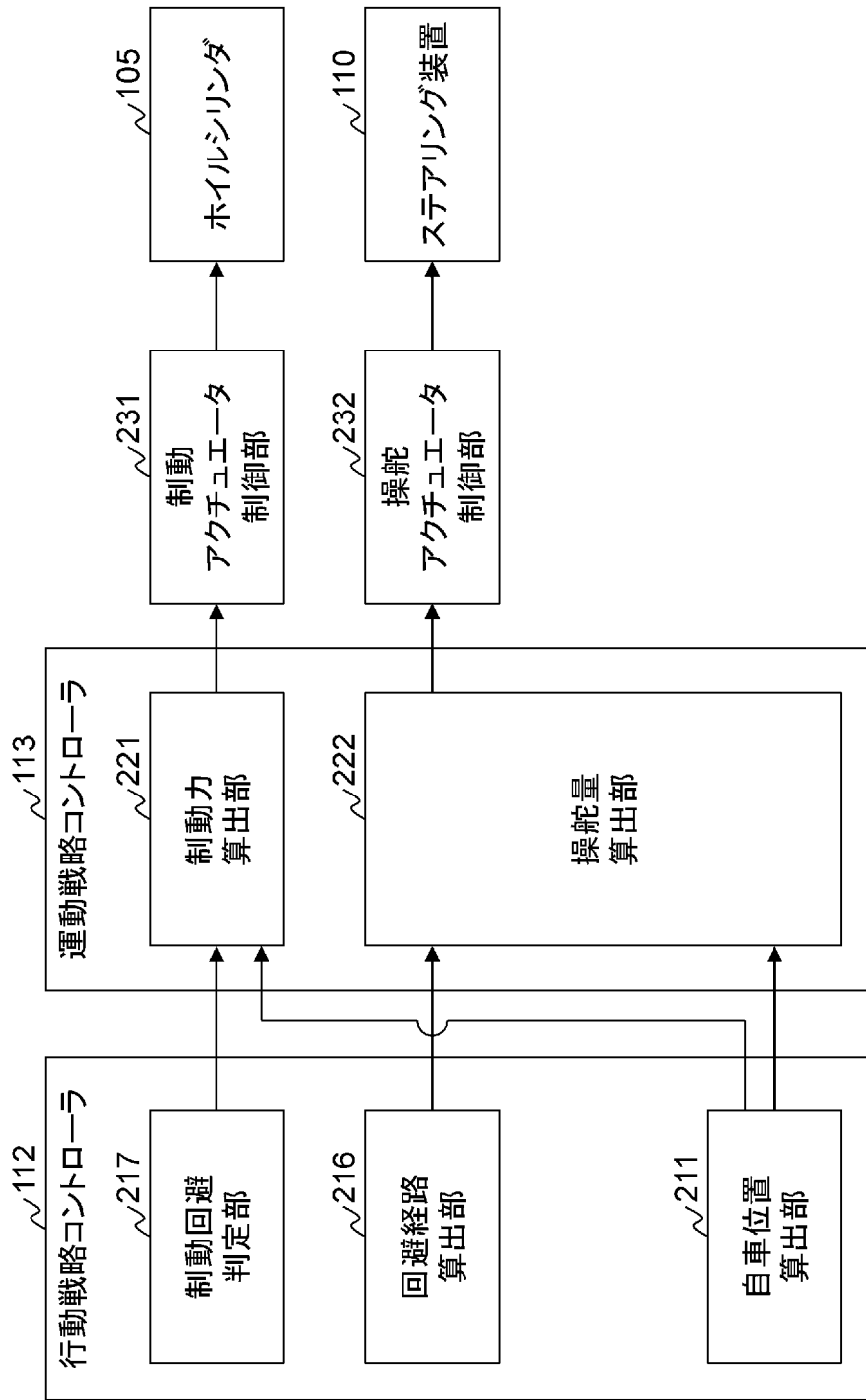
[図1]



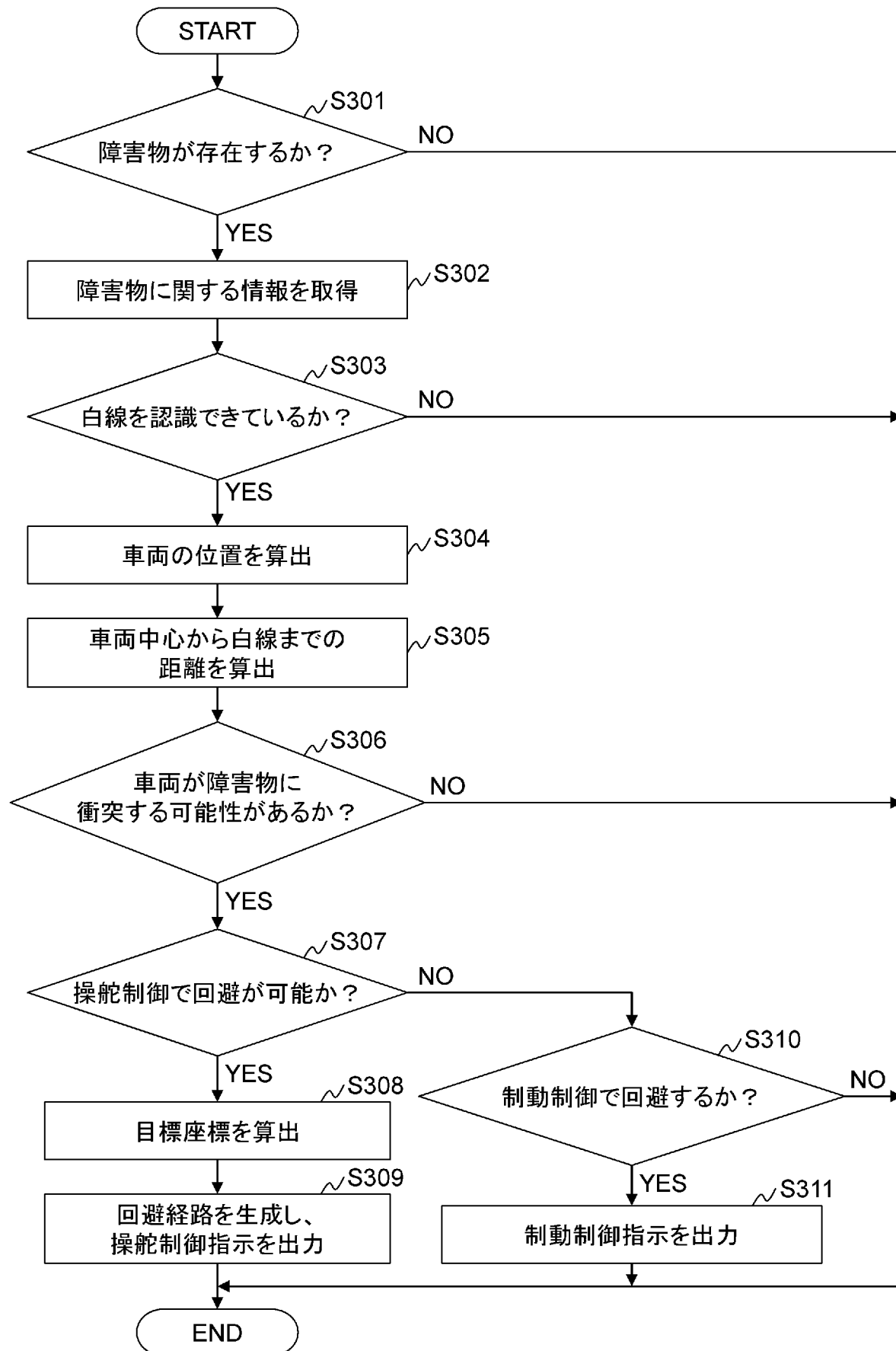
[図2A]



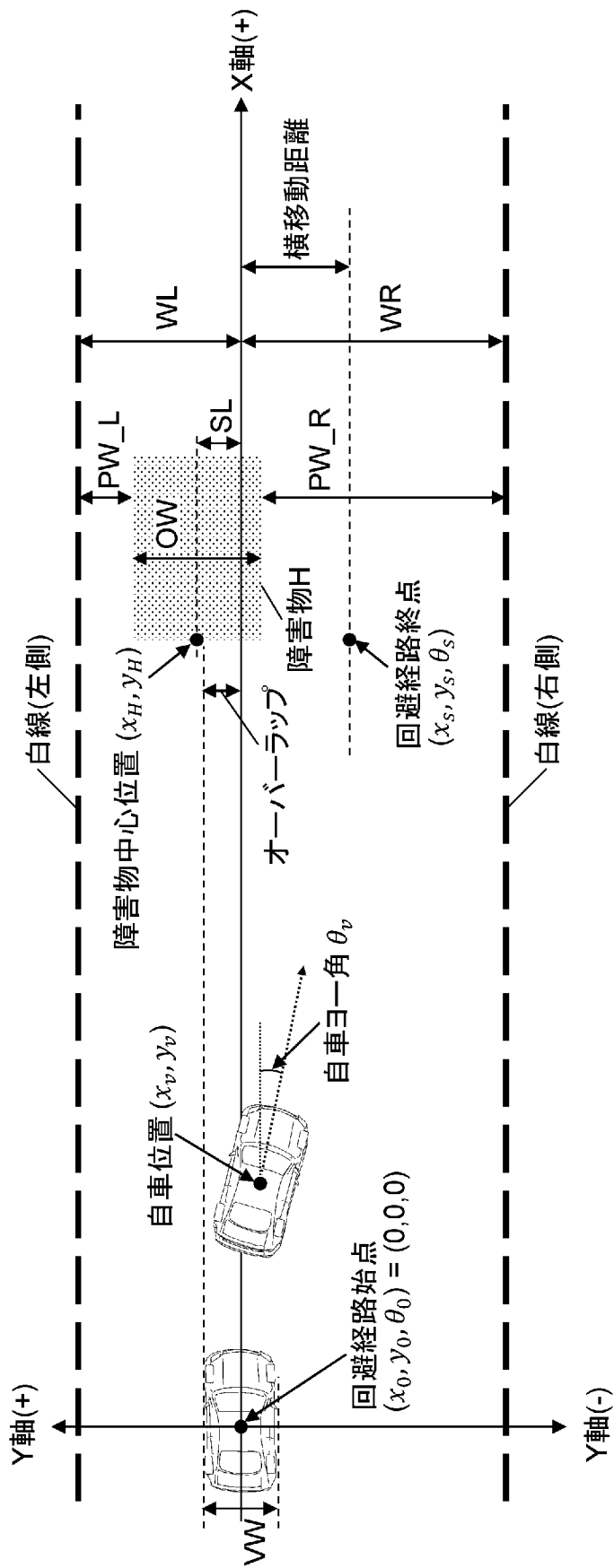
[図2B]



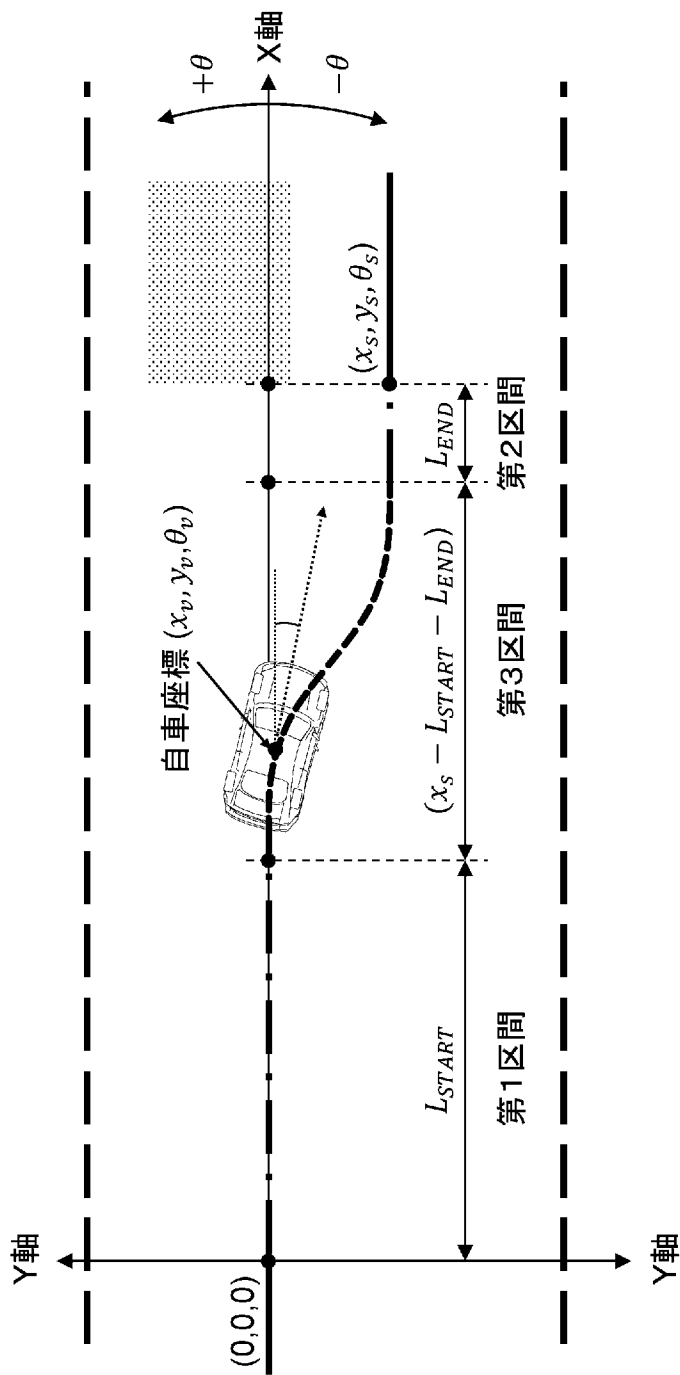
[図3]



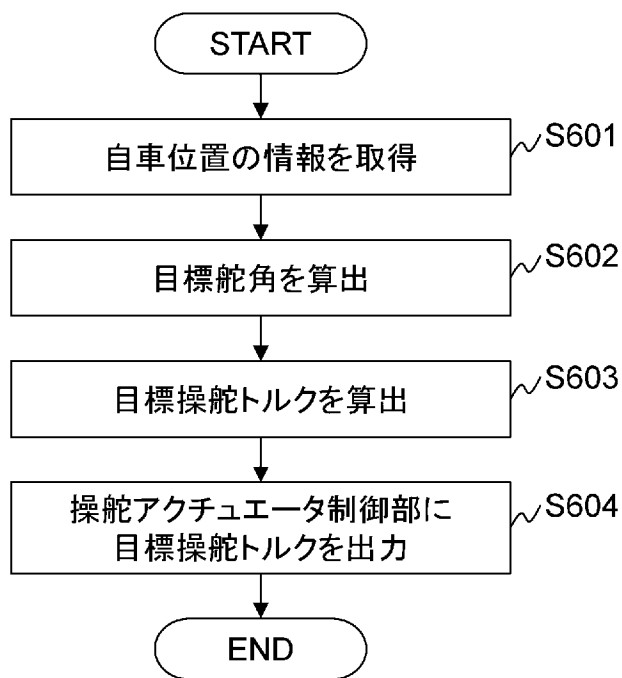
[図4]



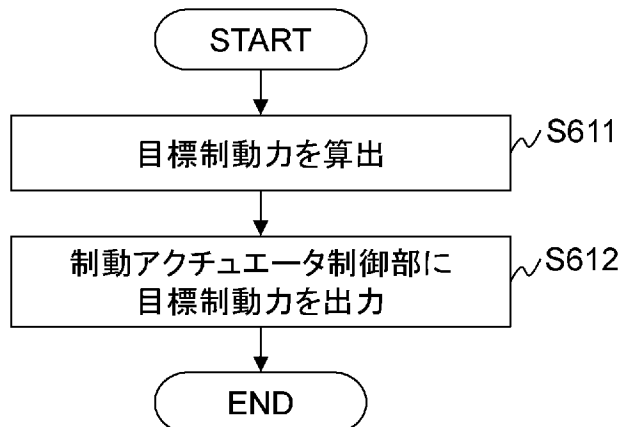
[図5]



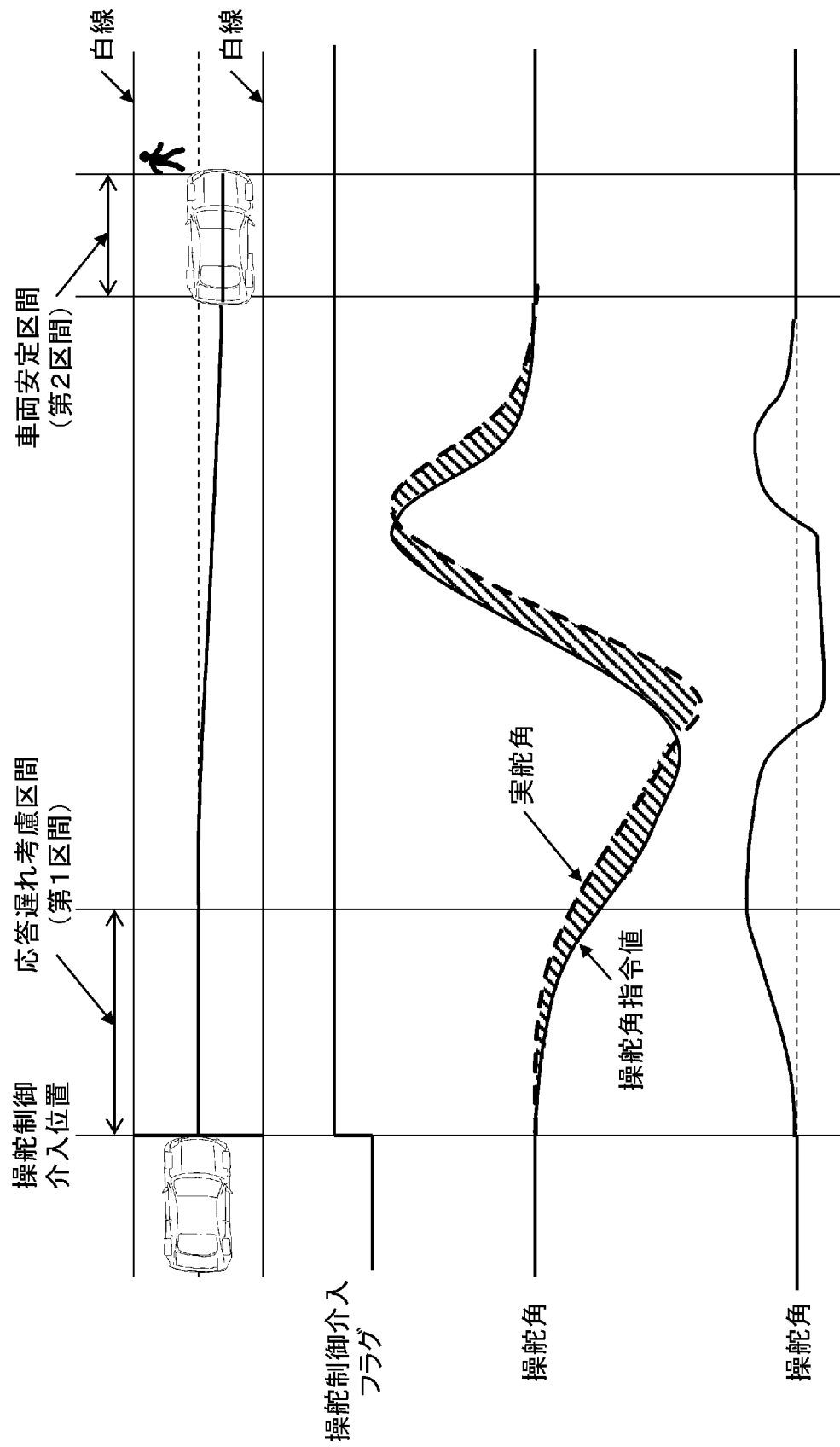
[図6A]



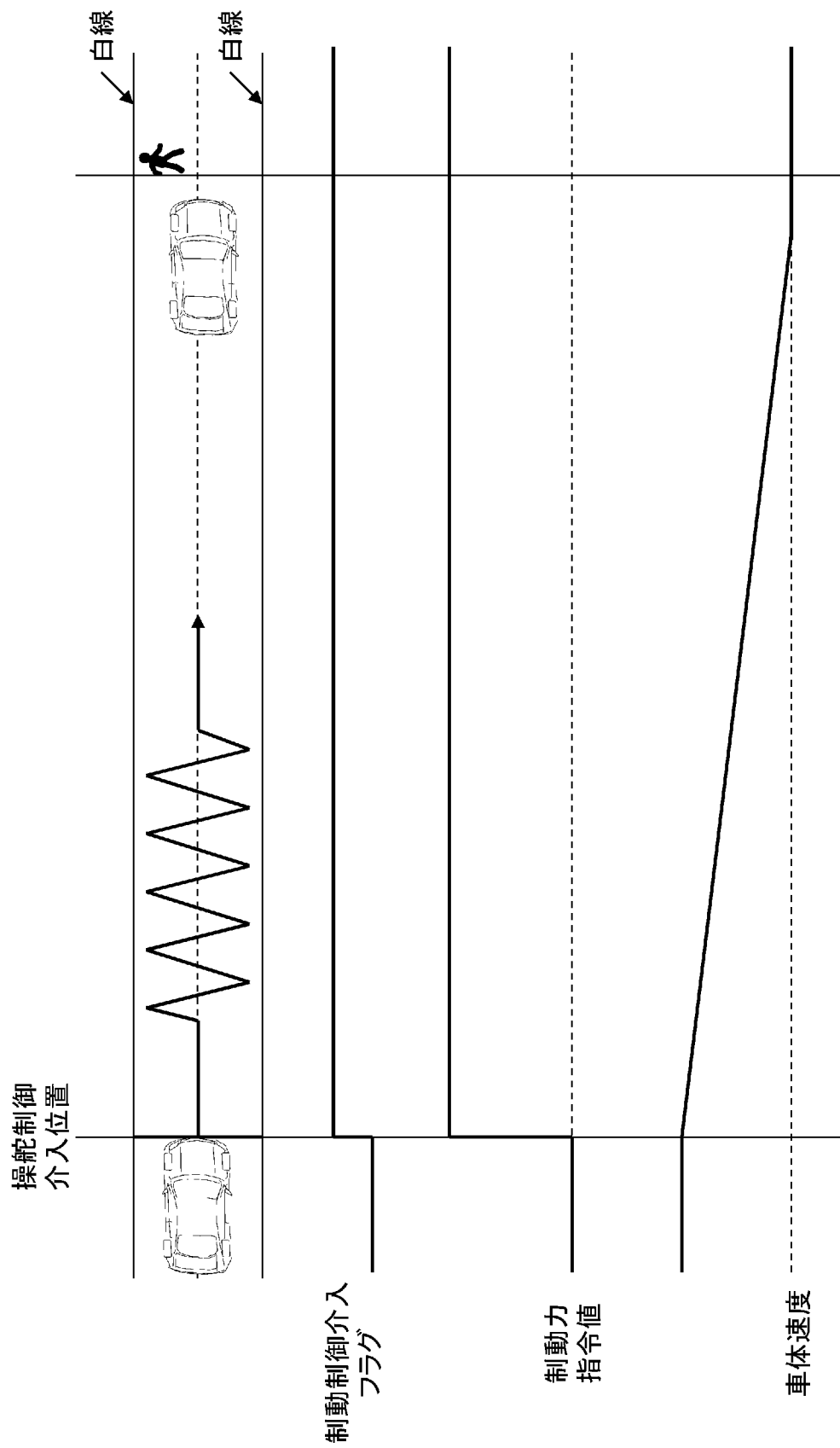
[図6B]



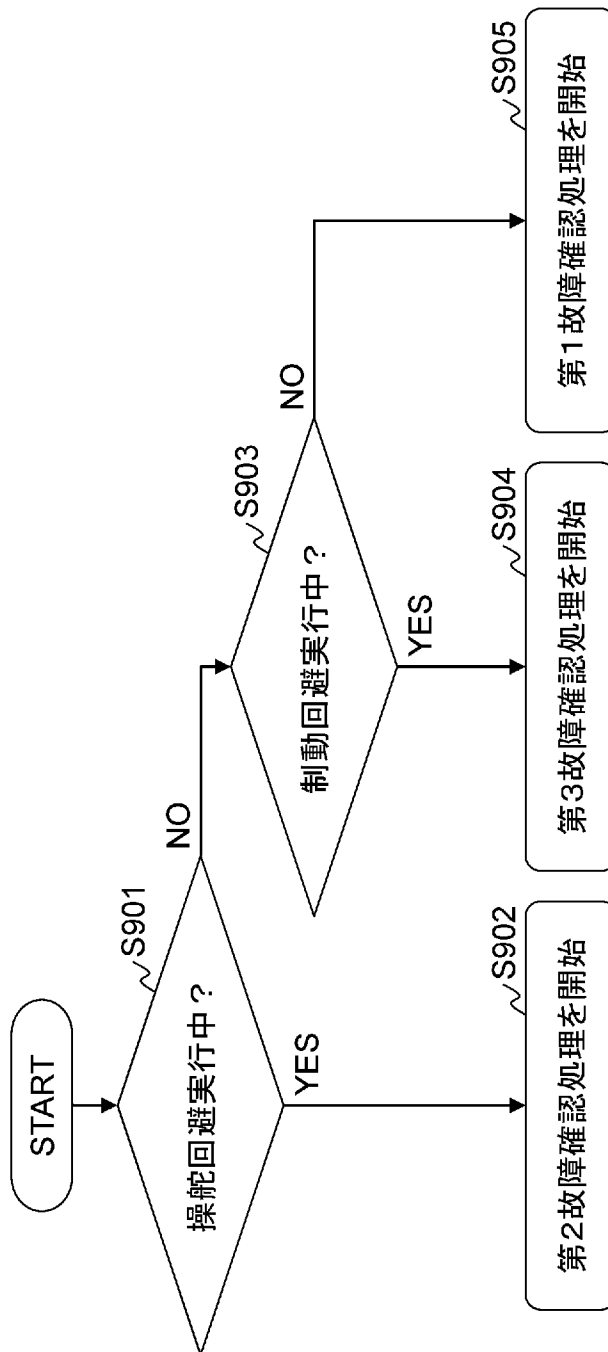
[図7]



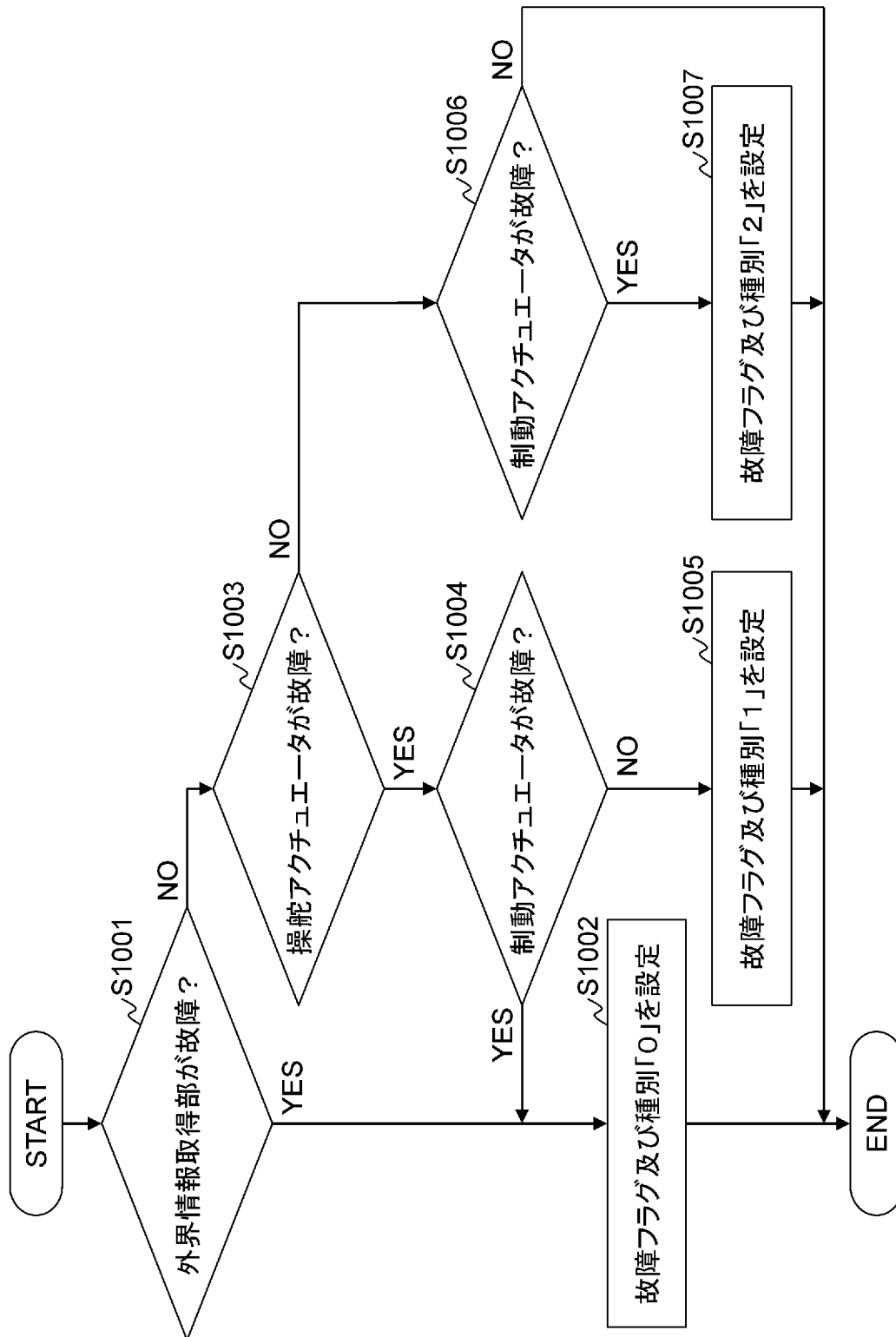
[図8]



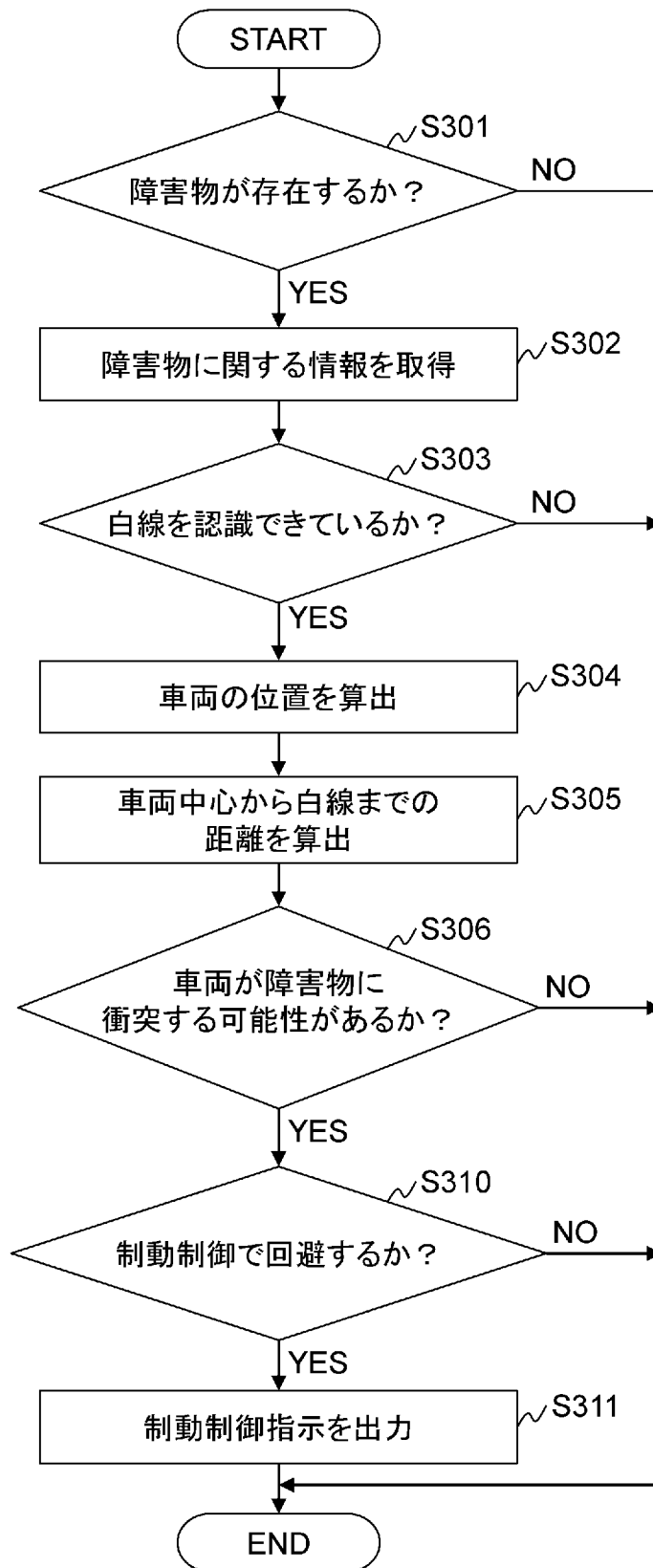
[図9]



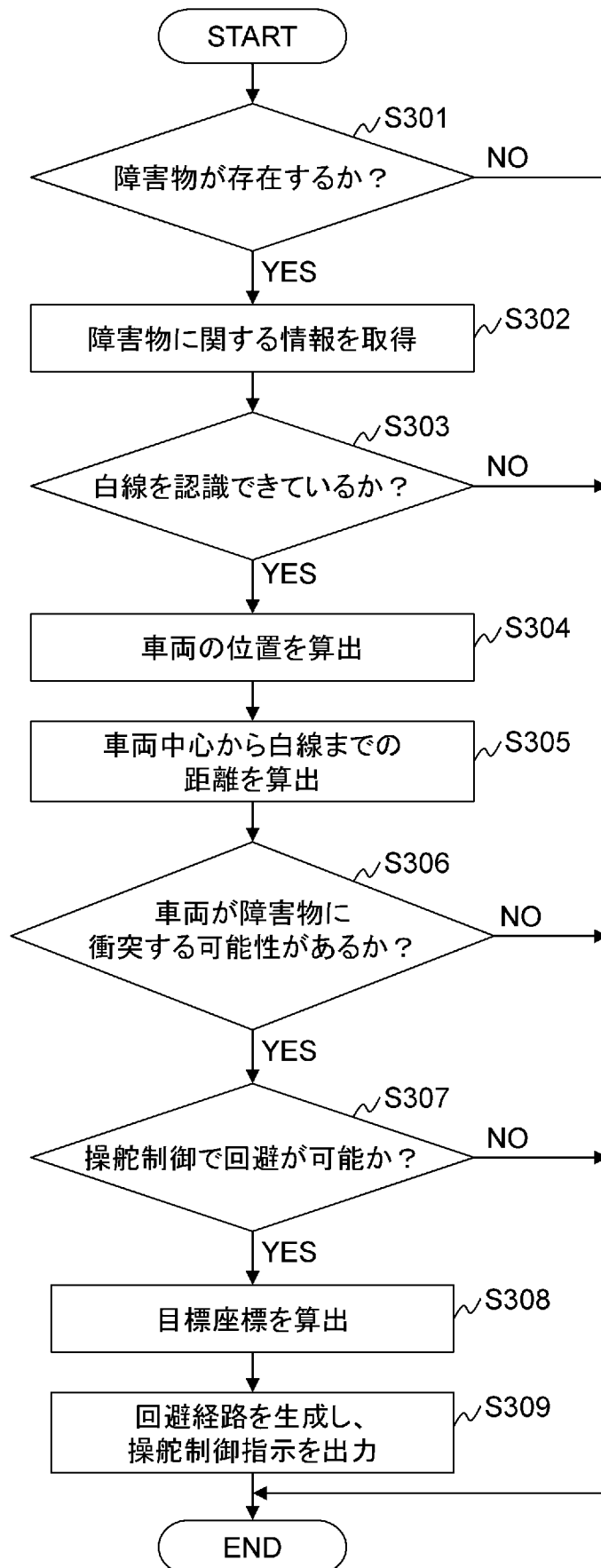
[図10]



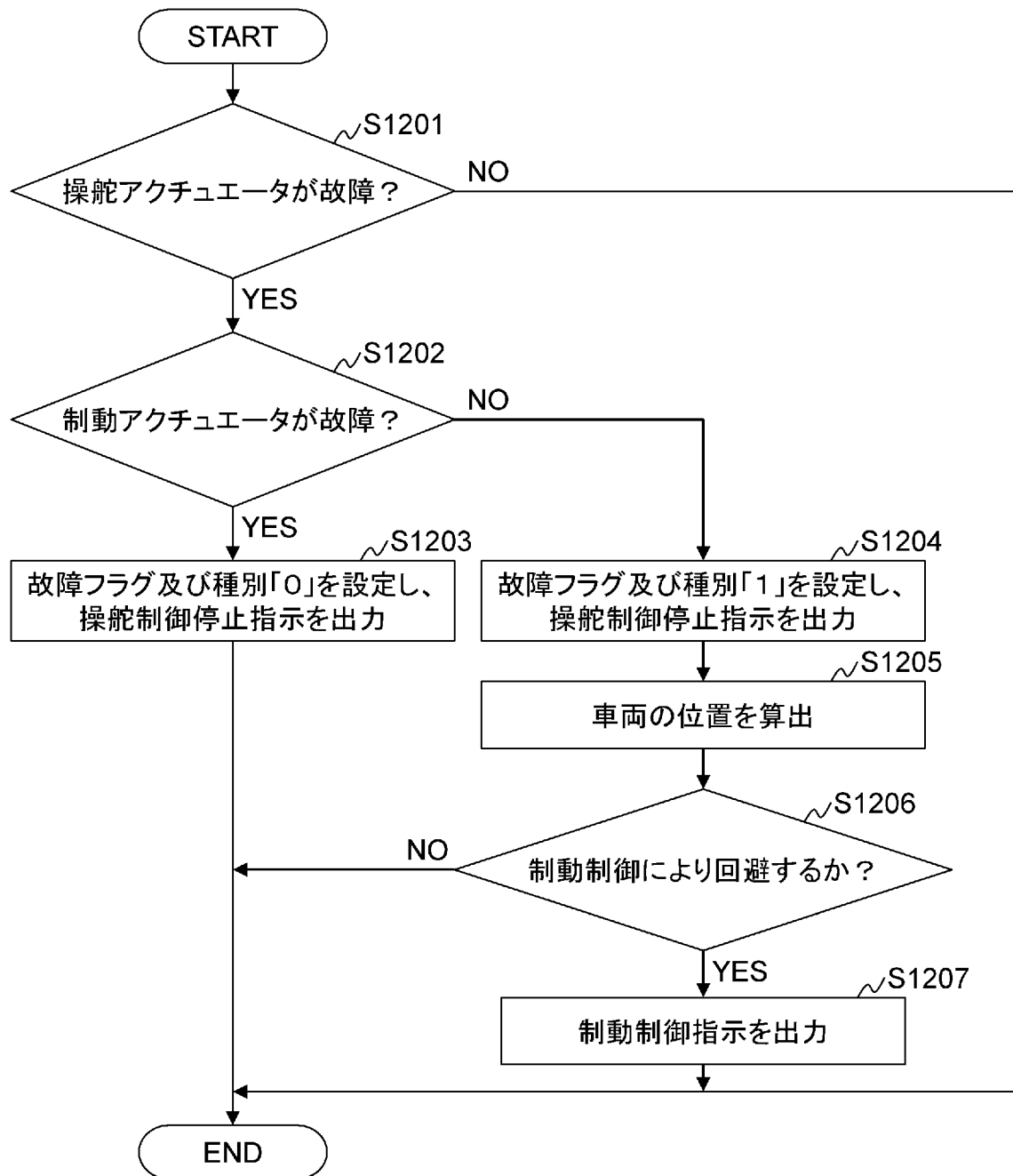
[図11A]



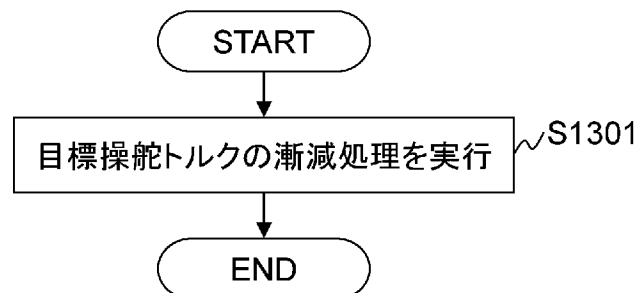
[図11B]



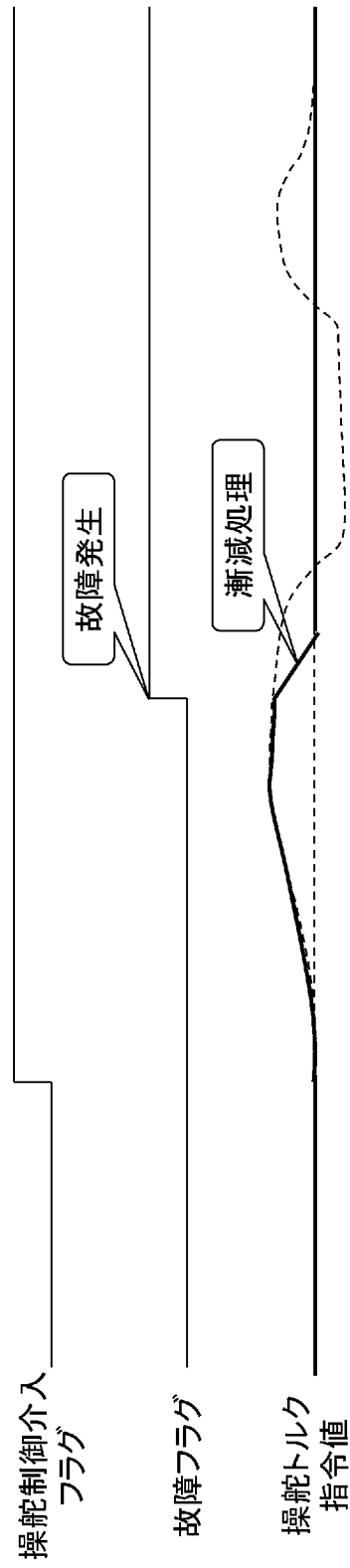
[図12]



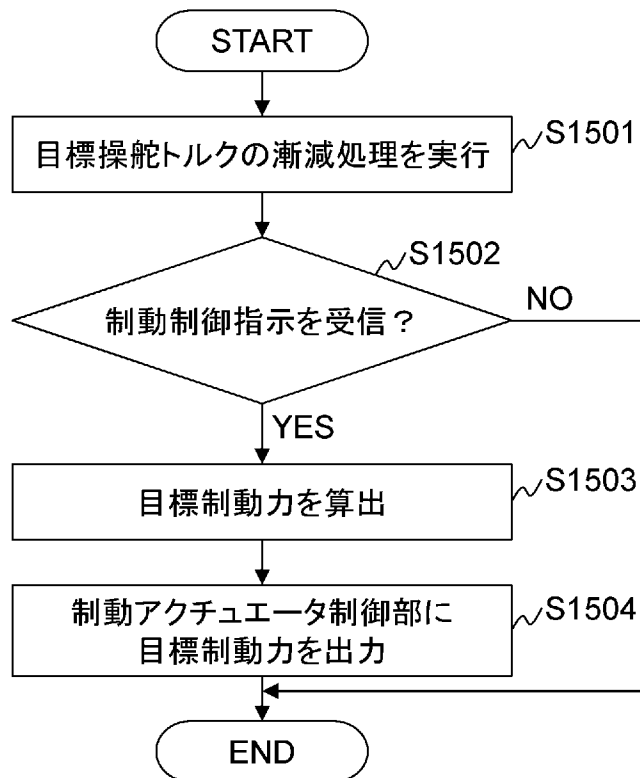
[図13]



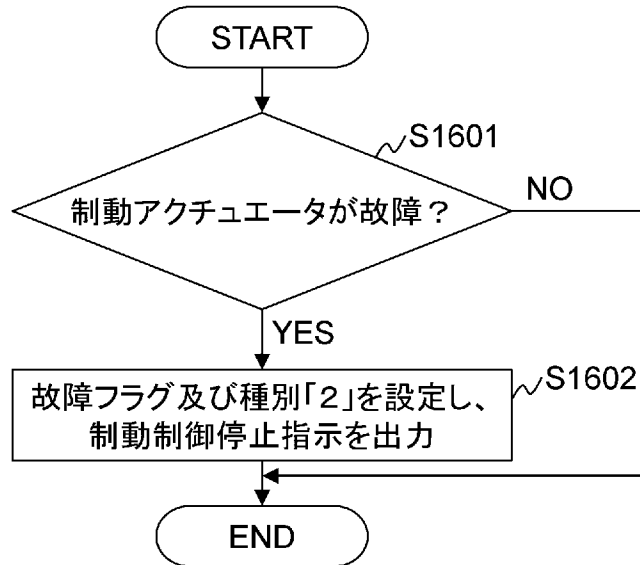
[図14]



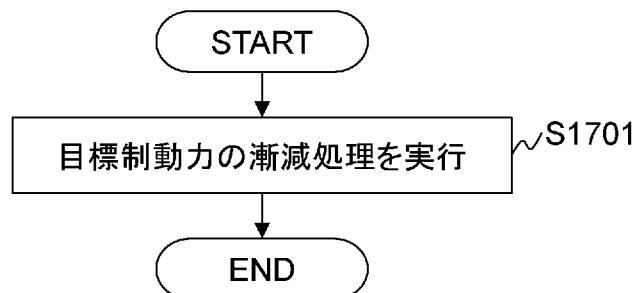
[図15]



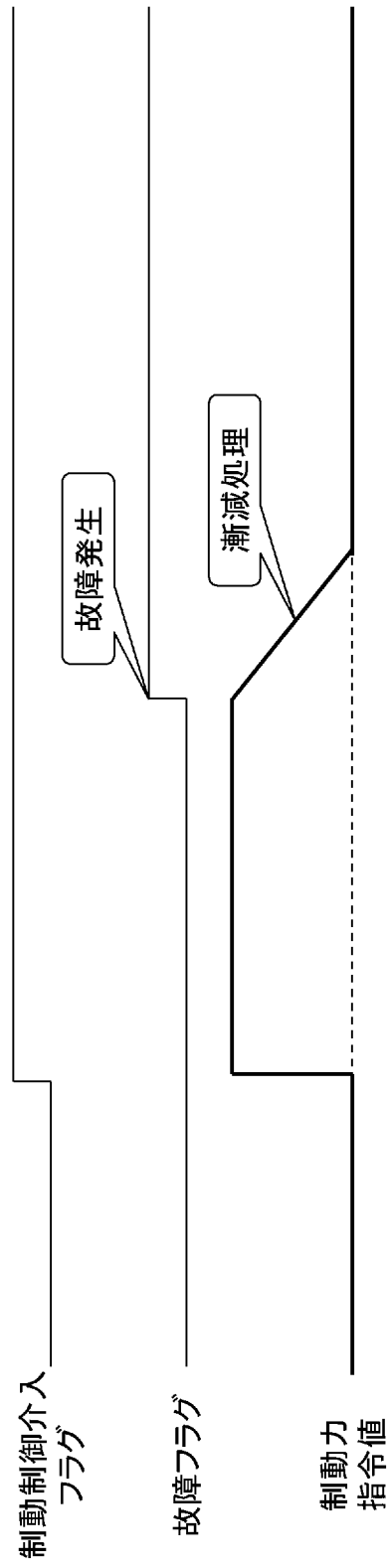
[図16]



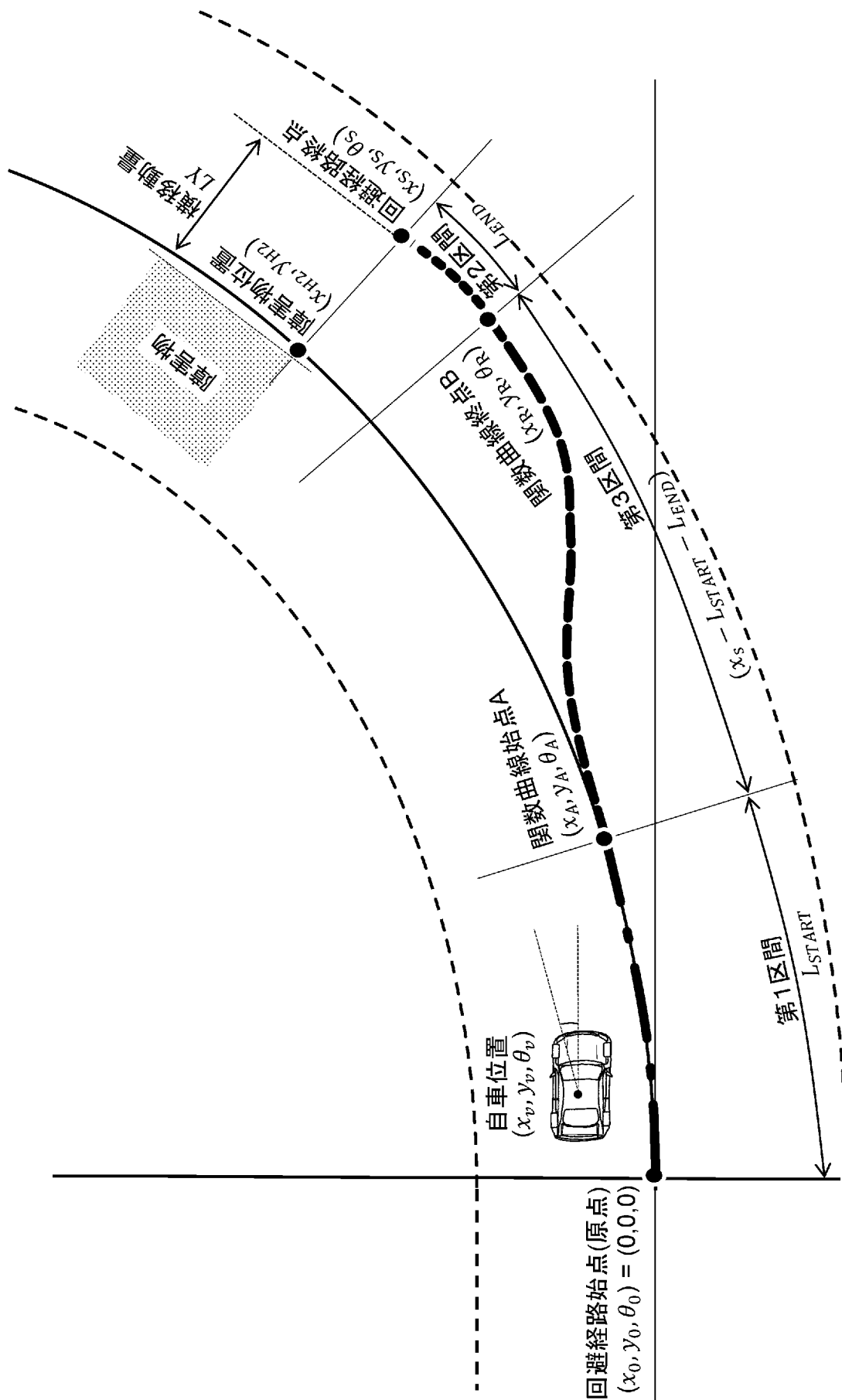
[図17]



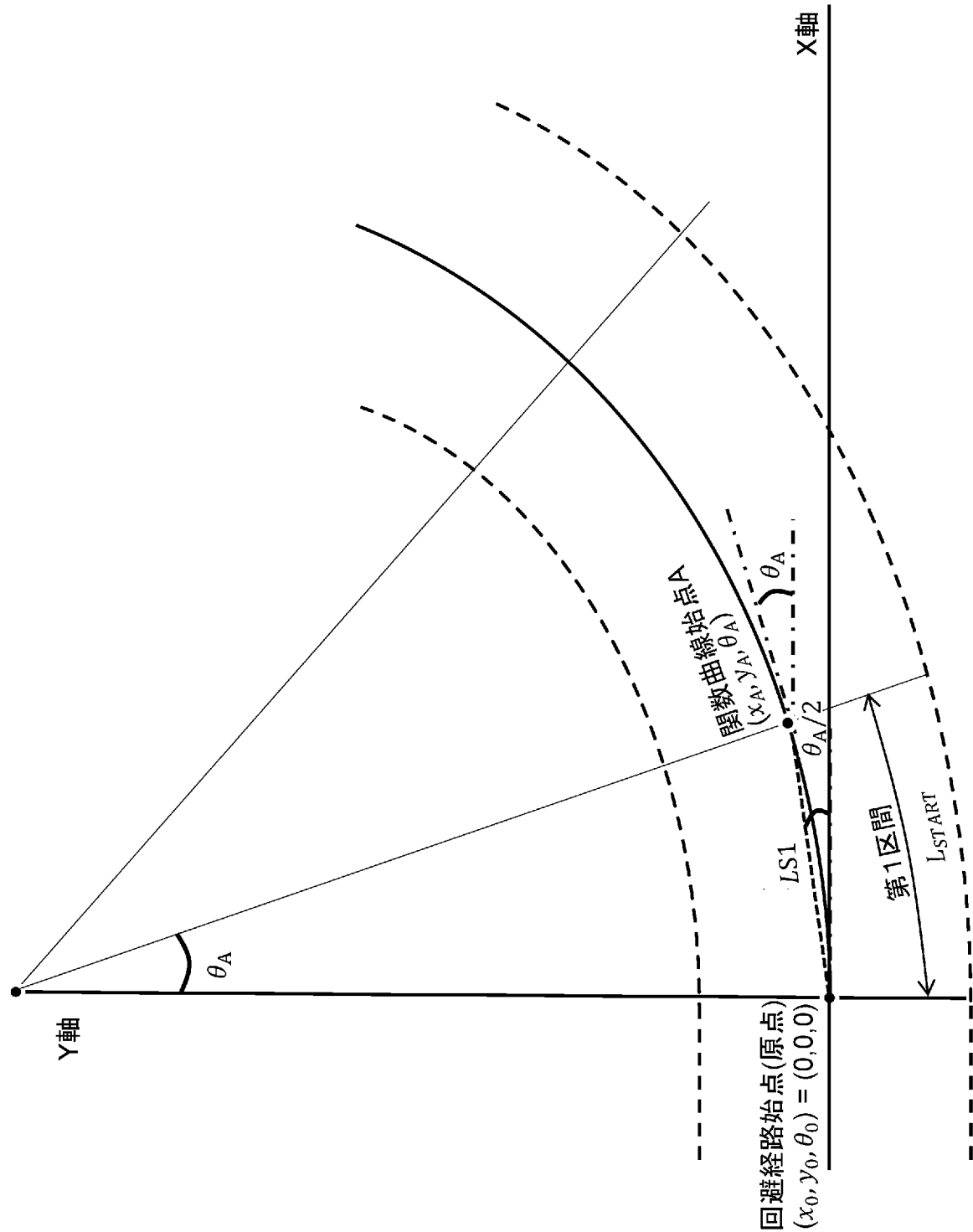
[図18]



[図19]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/007426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B60T7/12(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i,
B60W30/09(2012.01)i, B60W30/095(2012.01)i
FI: B60W30/095, B60W30/09, G08G1/16C, B60T7/12C, B60T7/12D, B62D6/00
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. B60T7/12, G08G1/16, B62D6/00, B60W30/09, B60W30/095

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2017-182563 A (SUBARU CORP.) 05 October 2017 (2017-10-05), paragraphs [0014], [0018], [0020], [0022], [0025], [0026], [0029], [0032], [0058], [0060], fig. 9, 10	1-3, 5, 7-9, 11, 13
Y		6, 12
A		4, 10
Y	US 2020/0201323 A1 (MANDO CORPORATION) 25 June 2020 (2020-06-25), paragraph [0050]	6, 12
A	JP 2017-226344 A (ADVICS CO., LTD.) 28 December 2017 (2017-12-28), paragraph [0026]	1-13
A	JP 2020-15489 A (HONDA RESEARCH INSTITUTE EUROPE GMBH) 30 January 2020 (2020-01-30), fig. 5	1-13
A	JP 2019-199185 A (DENSO IT LABORATORY INC.) 21 November 2019 (2019-11-21), fig. 4, 5	1-13



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

10 May 2021

Date of mailing of the international search report

18 May 2021

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/JP2021/007426

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-13749 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 19 January 2017 (2017-01-19), fig. 10	1-13
A	US 2014/0207364 A1 (VOLVO CAR CORPORATION) 24 July 2014 (2014-07-24), fig. 8	1-13
A	WANG, Y. et al., Trajectory planning and tracking control of vehicle obstacle avoidance based on optimization control, 2019 Chinese Control Conference, 2019, pp. 3157-3162, particularly, fig. 2, 3	1-13
A	LI, S. et al., Dynamic trajectory planning and tracking for autonomous vehicle with obstacle avoidance based on model predictive control, IEEE Access, 2019, vol. 7, pp. 132074-132086, particularly, fig. 7	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/007426

JP 2017-182563 A	05 October 2017	(Family: none)
US 2020/0201323 A1	25 June 2020	KR 10-2020-0081530 A
JP 2017-226344 A	28 December 2017	US 2019/0329759 A1 paragraph [0027] WO 2017/222047 A1
JP 2020-15489 A	30 January 2020	US 2019/0377352 A1 fig. 5 EP 3579211 A1
JP 2019-199185 A	21 November 2019	(Family: none)
JP 2017-13749 A	19 January 2017	US 2017/0008522 A1 fig. 10B EP 3115272 A1 CN 106338988 A
US 2014/0207364 A1	24 July 2014	EP 2759897 A1 fig. 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60T 7/12(2006.01)i; G08G 1/16(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B60W 30/09(2012.01)i; B60W 30/095(2012.01)i FI: B60W30/095; B60W30/09; G08G1/16 C; B60T7/12 C; B60T7/12 D; B62D6/00		
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）） B60T7/12; G08G1/16; B62D6/00; B60W30/09; B60W30/095 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年 国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に利用した用語）		
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	JP 2017-182563 A (株式会社SUBARU) 05.10.2017 (2017-10-05) [0014], [0018], [0020], [0022], [0025]-[0026], [0029], [0032], [0058], [0060], 図 9-10	1-3, 5, 7-9, 11, 13
Y		6, 12
A		4, 10
Y	US 2020/0201323 A1 (MANDO CORPORATION) 25.06.2020 (2020-06-25) [0050]	6, 12
A	JP 2017-226344 A (株式会社アドヴィックス) 28.12.2017 (2017-12-28) [0026]	1-13
A	JP 2020-15489 A (ホンダ リサーチ インスティテュート ヨーロッパ ゲーエムベー ハー) 30.01.2020 (2020-01-30) 図5	1-13
A	JP 2019-199185 A (株式会社デンソーアイティラボラトリ) 21.11.2019 (2019- 11-21) 図4-5	1-13
☒ 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 10.05.2021		国際調査報告の発送日 18.05.2021
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） 鈴木 崇文 3Z 4855 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2017-13749 A (トヨタ自動車株式会社) 19.01.2017 (2017 - 01 - 19) 図10	1-13
A	US 2014/0207364 A1 (VOLVO CAR CORPORATION) 24.07.2014 (2014 - 07 - 24) Fig.8	1-13
A	WANG, Y. et al, Trajectory Planning and Tracking Control of Vehicle Obstacle Avoidance based on Optimization Control, 2019 Chinese Control Conference , 2019, pp. 3157-3162 特にFigures 2-3	1-13
A	LI, S. et al, Dynamic Trajectory Planning and Tracking for Autonomous Vehicle With Obstacle Avoidance Based on Model Predictive Control, IEEE Access, 2019, vol. 7, pp. 132074-132086 特にFIGURE 7	1-13

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/JP2021/007426

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-182563	A	05.10.2017	(ファミリーなし)	
US	2020/0201323	A1	25.06.2020	KR 10-2020-0081530	A
JP	2017-226344	A	28.12.2017	US 2019/0329759	A1
				[0027]	
				WO 2017/222047	A1
JP	2020-15489	A	30.01.2020	US 2019/0377352	A1
				FIG. 5	
				EP 3579211	A1
JP	2019-199185	A	21.11.2019	(ファミリーなし)	
JP	2017-13749	A	19.01.2017	US 2017/0008522	A1
				FIG. 10B	
				EP 3115272	A1
				CN 106338988	A
US	2014/0207364	A1	24.07.2014	EP 2759897	A1
				Fig. 8	