

(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7月14日(14.07.2022)



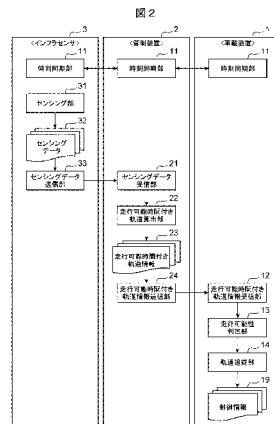
(10) 国際公開番号

WO 2022/149302 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) B60W 30/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031311
- (22) 国際出願日: 2021年8月26日(26.08.2021)
- (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 2021-000559 2021年1月5日(05.01.2021) JP
- (71) 出願人: 日立 Astemo 株式会社(HITACHI ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 加藤 有真(KATO Yuma); 〒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). 石郷岡 祐(ISHIGOOKA Tasuku); 〒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). 新 吉高(ATARASHI Yoshitaka); 〒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). 遠藤 英樹(ENDO Hideki); 〒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: 特許業務法人平木国際特許事務所(HIRAKI & ASSOCIATES); 〒1056232 東京都港区愛宕二丁目5-1 愛宕グリーンヒルズ MORIタワー32階 Tokyo (JP).

(54) Title: CONTROL SYSTEM, IN-VEHICLE DEVICE, AND COORDINATION DEVICE

(54) 発明の名称: 制御システム、車載装置、および管制装置



- 1 Onboard device
2 Coordination device
3 Infrastructure sensor
11 Timepoint synchronization unit
12 Unit that receives trajectory information including timespan over which travel is allowed
13 Travelability assessment unit
14 Trajectory tracking unit
19 Control information
21 Sensing data reception unit
22 Unit for calculating trajectory including timespan over which travel is allowed
23 Information regarding trajectory including timespan over which travel is allowed
24 Unit for transmitting information regarding trajectory including timespan over which travel is allowed
31 Sensing unit
32 Sensing data
33 Sensing data transmission unit

(57) Abstract: In an in-vehicle device for which automatic operation is not possible independently and assistance is required, both the guarantee of safety regarding vehicle control and improvement in availability are established. This control system 0 for addressing the aforementioned problem is configured from a timepoint-synchronized onboard device 1 and coordination device 2, wherein the control system 0 has a unit for calculating the timespan over which travel is allowed 225 that calculates the allowed timespan for travel over which it is guaranteed that there will be no collision with

(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))

any obstacle on a travel trajectory within a designated region through which a vehicle installed with the in-vehicle device 1 passes, a travelability assessment unit 13 that assesses the validity of the timespan over which travel is allowed, and a trajectory tracking unit 14 that allows the onboard device 1 to track the travel trajectory when the timespan over which travel is allowed is assessed to be valid.

(57) 要約: 単独で自動運転ができず車両制御の補助が必要な車載装置において、車両制御に関する安全性の保証と可用性の向上を両立させる。上記課題を解決するための制御システム0は、時刻同期された車載装置1と管制装置2で構成される制御システム0において、前記車載装置1を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部225と、前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部13と、前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置1に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部14と、を有する。

明 細 書

発明の名称： 制御システム、車載装置、および管制装置

技術分野

[0001] 本発明は、制御システム、車載装置、および管制装置に関する。

背景技術

[0002] 車両の自動運転を実現するための既存技術として、特開 2 0 2 0 - 4 5 0 9 0 号公報（特許文献 1）に記載の技術がある。この公報には、「車両制御補助の自動運転の態様を提供する」ことを課題とし、解決手段として、「車両の自動運転制御補助方法は、環境に車両と別に配置された少なくとも一つのセンサによって収集された、前記環境に関する感知情報を取得するステップと、取得された前記感知情報を処理することによって、前記環境における前記車両を含む複数の物体の関連情報を示す、前記環境に関する環境感知結果を決定するステップと、前記環境感知結果を前記車両に関連付けられた車側制御装置に提供することによって、前記車両の運転行動の制御を補助するステップとを含む」ことが記載されている。

[0003] また、特開 2 0 2 0 - 4 2 6 4 3 号公報（特許文献 2）において、「複数の通信装置間での通信処理が安定しない場合であっても、自動運転が行われる車両を安全に走行させる」ことを課題とし、解決手段として、「車両制御装置は、複数の通信装置の間での通信処理の通信周期を取得する取得部と、所定の通信周期を基準とする当該取得した通信周期の遅延時間が予め設定された閾値以上である場合、または複数の通信装置間での通信処理において再送制御が行われた場合、車両が物体と衝突しないように、車両の制動を開始する所定のタイミングにおける車両の速度を落とすか、若しくは所定のタイミングにおける減速度を上げる制御部と、を備える」ことが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-45090号公報

特許文献2：特開2020-42643号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、単独で自動運転ができず車両制御の補助が必要な車両に対し、管制装置が車両に対して走行軌道に関する情報を送信することにより車両制御を補助し、当該車両は前記軌道情報に追従することにより車両制御を自動で行うことが可能である。

[0006] しかしながら、管制装置と車載装置の間の通信に発生する遅延を考慮していないため、管制装置で計算を行う時刻と車載装置で制御を行う時刻にずれが生じ、車両制御が安全であることを保証できないという問題がある。

[0007] 一方、特許文献2では、管制装置と車載装置の間の通信周期に基づき通信遅延の閾値を設け、通信遅延が当該閾値を超えた場合に車両を減速または停止させることにより、車両制御の安全性を保証することが可能である。

[0008] しかしながら、管制装置が車載装置に送信した情報が有効な時間（すなわち許容される通信遅延量）は必ずしも通信周期に一致しない。例えば交差点の右折の場合、対向車両が接近している場合は許容される通信遅延は短く、対向車両が接近していない場合は許容される通信遅延は長い。したがって、通信遅延の閾値をあらかじめ定めた固定値で設定すると、安全のため閾値が悲観的に設定され、車両の減速や停止が頻繁に発生するという問題がある。

[0009] したがって、単独で自動運転ができず車両制御の補助が必要な車載装置において、車両制御に関する安全性の保証と可用性の向上を両立することが課題である。

[0010] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、車両制御の安全性を保証可能、かつ車両の減速や停止の発生回数を抑制することが可能な制御システム、車載装置、および管制装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するための制御システムは、時刻同期された車載装置と管制装置で構成される制御システムにおいて、前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部と、前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部と、前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部と、を有する。

[0012] また、上記課題を解決するための車載装置は、車両外部に設置した管制装置と時刻同期される車載装置であって、前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を前記管制装置から受信する受信部と、受信した前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部と、前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部と、を有する。

[0013] また、上記課題を解決するための管制装置は、車載装置と時刻同期される管制装置であって、前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部と、前記走行可能時間の有効性を判定するために前記走行可能時間を前記車載装置へ送信する送信部と、を有する。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、車載装置と管制装置の間の通信において実際に発生した遅延を考慮して車両制御を行うため、車両制御の安全性を保証可能となる。また、走行軌道生成時の障害物等の状況に基づき走行可能時間を算出するため、走行軌道上に障害物等が存在しない場合および障害物等が接近していない場合においては許容される通信遅延時間が長くなり、車両の減速や停止の発生回数を抑制することが可能となる。

[0015] 上記した以外の課題、構成および効果については、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施例 1 における制御システム 0 の構成を示した図である。

[図2]実施例 1 における制御システム 0 の機能ブロック構成ならびに全体動作フロー概要を示した図である。

[図3A]車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 にそれぞれ含まれる時刻同期部 1 1 において行う時刻同期の方法の例を示した図である。

[図3B]車載装置 1 と管制装置 2 における時刻同期の方法の例を示した図である。

[図4]センシングデータ 3 2 の例を示した図である。

[図5]センシングデータ 3 2 を入力とし走行可能時間付き軌道情報 2 3 を出力とする走行可能時間付き軌道算出部 2 2 の機能ブロック構成ならびに処理フローを示した図である。

[図6]障害物検知部 2 2 1 により生成した障害物検知結果 2 2 2 の例を示した図である。

[図7]軌道算出部 2 2 3 が生成する軌道情報 2 2 4 の例を示した図である。

[図8]走行可能時間算出部 2 2 5 の処理フローの概要を示した図である。

[図9]走行可能時間算出部 2 2 5 が生成する走行可能時間付き軌道情報 2 3 の例を示した図である。

[図10]図 9 の例における制御システム 0 および周囲の状況を模式的に表した図である。

[図11]走行可能性判定部 1 3 の処理フローの概要を示した図である。

[図12]走行可能性判定部 1 3 のT_followの算出処理に関する概要を示した図である。

[図13]軌道追従部 1 4 における処理フローの概要を示した図である。

[図14]実施例 2 における制御システム 0 の機能ブロック構成を示した図である。

[図15]独自走行可否判定部 1 5 が生成する要求情報 1 5 1 の例を示した図である。

[図16]実施例3における制御システム0の機能ブロック構成を示した図である。

[図17]実施例3における走行可能性判定部13の処理フローの概要を示した図である。

[図18]実施例4における制御システム0の機能ブロック構成を示した図である。

[図19]実施例4における走行可能時間付き軌道算出部22における処理フローの概要を示した図である。

[図20]実施例4における走行可能時間付き軌道算出部22が行う走行可能時間更新処理の概要を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本実施例は、制御システムに関するものであって、特に車両が走行軌道に追従（軌道追従）して自律走行する自動運転を実現するための制御システムに関する。

[0018] 以下、本発明に好適な実施形態の例（実施例）を図面を用いて説明する。

[0019] [実施例1]

<制御システムの構成>

図1は、実施例1における制御システム0の構成を示した図である。

制御システム0は、車載装置1と管制装置2とインフラセンサ3からなる。

[0020] 車載装置1は、単独で自動運転ができず車両制御の補助が必要であり、管制装置2から車両制御を補助する情報を受け取ることにより自動運転を行う。例えば、車載装置1は、所定の状況下においては車両（自車）に搭載したセンサで取得した情報や地図情報などを用いて（単独で）自動運転が可能であるが、交差点などの特定の状況下においては単独で自動運転ができず、管制装置2から車両制御を補助する情報を受け取る（取得する）ことにより自動運転を行う。

[0021] 管制装置2は、インフラセンサ3からの情報を基に車両制御を補助する情

報を生成し、前記生成した情報を無線通信により車載装置 1 に送信する役割を持つ。管制装置 2 は、インフラセンサ 3 と車載装置 1 以外の制御装置であり、具体的にはサーバまたはクラウドまたはRSU (Road Side Unit) などである。

[0022] インフラセンサ 3 は、例えばカメラ、LIDARセンサ、レーダー、その他センシングデバイスといった、車載装置 1 を搭載した車両が通過する対象領域内の障害物の速度や距離などの情報を測定可能なセンサである。

[0023] <制御システムの機能ブロック構成ならびに全体動作フロー概要>

図 2 は、実施例 1 における制御システム 0 の機能ブロック構成ならびに全体動作フロー概要を示した図である。

[0024] まず、車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 はそれぞれ時刻同期部 1 1 を持ち、互いに時刻同期を行う。

[0025] 次に、インフラセンサ 3 はセンシング部 3 1 とセンシングデータ送信部 3 3 を持つ。センシング部 3 1 は、センシングデータ 3 2 を生成する。例えばインフラセンサ 3 がカメラである場合、センシング部 3 1 はCMOS (Complementary MOS) イメージングセンサであり、センシングデータ 3 2 は画素情報データである。センシングデータ送信部 3 3 は、センシングデータ 3 2 を管制装置 2 に出力する。

[0026] 続いて、管制装置 2 はセンシングデータ受信部 2 1 と走行可能時間付き軌道算出部 2 2 と走行可能時間付き軌道情報送信部 2 4 を持つ。センシングデータ受信部 2 1 は、インフラセンサ 3 からセンシングデータ 3 2 を受け取り、前記センシングデータ 3 2 を走行可能時間付き軌道算出部 2 2 に入力する。走行可能時間付き軌道算出部 2 2 は、センシングデータ 3 2 に基づき、走行可能時間付き軌道情報 2 3 を出力する。走行可能時間付き軌道情報送信部 2 4 は、前記走行可能時間付き軌道情報 2 3 を車載装置 1 に出力する。

[0027] 車載装置 1 (詳しくは、車両制御を実施する制御ユニット) は走行可能時間付き軌道情報受信部 1 2 と走行可能性判定部 1 3 と軌道追従部 1 4 を持つ。走行可能時間付き軌道情報受信部 1 2 は、管制装置 2 から走行可能時間付

き軌道情報 2 3 を受け取り、前記走行可能時間付き軌道情報 2 3 を走行可能性判定部 1 3 に入力する。走行可能性判定部 1 3 は、前記走行可能時間付き軌道情報 2 3 に従い車載装置 1 を搭載した車両が走行可能か否か（すなわち、前記走行可能時間付き軌道情報 2 3 が有効か否か）を判定し、走行可能と判定した場合に限り、前記走行可能時間付き軌道情報 2 3 を軌道追従部 1 4 へ出力する。軌道追従部 1 4 は、走行可能時間付き軌道情報 2 3 を受け取ると、前記受け取った走行可能時間付き軌道情報 2 3 に従い車載装置 1 を搭載した車両を移動させるための制御情報 1 9 を出力する。

[0028] 上記の動作フローによれば、単独で自動運転ができず車両制御の補助が必要である車載装置 1 に対し、管制装置 2 がインフラセンサ 3 からの情報を基に車両制御を補助する軌道情報を生成して当該軌道情報を車載装置 1 に送信し、車載装置 1 は前記軌道情報を受け取り追従制御を行うことにより、車載装置 1 を搭載した車両の自動運転が実現される。

[0029] <時刻同期部>

図 3 A は、車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 にそれぞれ含まれる時刻同期部 1 1 において行う時刻同期の方法の例を示した図である。この例においては、時刻同期部 1 1 は、GNSS 情報取得部 1 1 0 と絶対時刻算出部 1 1 1 で構成される。

[0030] 時刻同期部 1 1 に含まれる GNSS 情報取得部 1 1 0 は、GNSS (Global Navigation Satellite System) から絶対時刻で表現された送信時刻を含んだデータを受け取る。この時、絶対時刻算出部 1 1 1 は、4 つ以上の人工衛星からデータを受け取ることにより、自装置に搭載されている時計の誤差を算出することが可能となる。そのため、絶対時刻である衛星が送信した時刻と、時計誤差から、現在の絶対時刻を算出することが可能となる。これにより、車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 の内部における時刻をすべて絶対時刻に同期する。

[0031] 図 3 B は、車載装置 1 と管制装置 2 における時刻同期の方法の例を示した図である。この例においては、車載装置 1 の時刻同期部 1 1 は、補正情報送

受信部 1 1 2 と時刻補正部 1 1 3 で構成される。また、管制装置 2 の時刻同期部 1 1 は、補正情報送受信部 1 1 2 と時刻補正部 1 1 3 で構成される。

[0032] 車載装置 1 の時刻同期部 1 1 に含まれる補正情報送受信部 1 1 2 は、管制装置 2 に管制装置 2 の内部における時刻を問い合わせる通信メッセージを送信する。管制装置 2 の時刻同期部 1 1 に含まれる補正情報送受信部 1 1 2 は、車載装置 1 から通信メッセージを受け取り、管制装置 2 内部の時刻情報を車載装置 1 に送信する。車載装置 1 の時刻同期部 1 1 に含まれる時刻補正部 1 1 3 は、通信メッセージを送信してから管制装置 2 から時刻情報を受信するまでの時間を計測しておくことにより、管制装置 2 との間の通信遅延時間を補正する。これにより、車載装置 1 と管制装置 2 の内部における時刻を同期する。同様に、管制装置 2 とインフラセンサ 3 の時刻も同期する。

[0033] なお、車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 の内部における時刻が同期されていればよく、図 3 A による手法または図 3 B による手法のみならず、それらの組み合わせによる方法や GNSS 以外を用いた公知の時刻同期手法などを用いてもよい。

[0034] <センシング部>

本実施例においてはインフラセンサ 3 をフルハイビジョンでフレームレート 7 p のカメラとした場合で説明する。センシング部 3 1 は、インフラセンサ 3 の内部に搭載された CMOS イメージセンサであり、1 秒間に 7 枚の画像（フレーム）を受像する。

[0035] <センシングデータ>

図 4 は、本実施例におけるセンシングデータ 3 2 の例を示した図である。

センシングデータ 3 2 は、インフラセンサ 3 の内部に搭載したセンシング部 3 1（CMOS イメージセンサ）で受像した情報を基に、 1920×1080 の 2 次元配列で各画素値（RGB）を 0 ～ 255 の整数値で表現したフレームの集合である。前記フレームは 1 秒間に 7 枚生成される。画像はこれ以外の表現形式（YUV）や、通信や符号化時に圧縮されて必要に応じて展開されても良く、また MPEG（Moving Picture Experts Group）形式などの所定のビデオデータ形式に

圧縮されていてもよい。

[0036] <センシングデータ送信部>

センシングデータ送信部 33 は、センシングデータ 32 を管制装置 2 に送信する。

[0037] <センシングデータ受信部>

センシングデータ受信部 21 は、センシングデータ 32 を受信し、走行可能時間付き軌道算出部 22 に渡す。

[0038] <走行可能時間付き軌道算出部>

図 5 は、センシングデータ 32 を入力とし走行可能時間付き軌道情報 23 を出力とする走行可能時間付き軌道算出部 22 の機能ブロック構成ならびに処理フローを示した図である。

[0039] 走行可能時間付き軌道算出部 22 は、障害物検知部 221 と軌道算出部 223 と走行可能時間算出部 225 で構成される。

[0040] 障害物検知部 221 は、センシングデータ 32 を解析し、車両周辺（車載装置 1 を搭載した車両が通過する対象領域内）の障害物の有無およびその位置を表す障害物検知結果 222 を生成する（詳細は後で説明）。

[0041] 一方、軌道算出部 223 は、管制装置 2 の担当する道路に固有の道幅および道路長および曲率半径およびレーン数の少なくとも 1 つを含む道路情報 2231 と、車載装置 1 を搭載した車両の目的地までの経路を含む車両経路情報 2232 と障害物検知結果 222 のどちらか 1 つもしくは両方の情報に基づき、車載装置 1 の車両制御において追従すべき走行軌道の情報を表す軌道情報 224 を生成する（詳細は後で説明）。

[0042] 最後に、走行可能時間算出部 225 は、軌道情報 224 に含まれる走行軌道上の各点（Way Point）に対し、車載装置 1 を搭載した車両がその点（Way Point）を走行可能な時間帯を示した情報を付加した走行可能時間付き軌道情報 23 を生成する（詳細は後で説明）。

[0043] <障害物検知部／障害物検知結果>

図 6 は、障害物検知部 221 により生成した障害物検知結果 222 の例を

示した図である。

[0044] 障害物検知部 221 は、センシングデータ 32 を解析し、前記センシングデータ 32 に含まれる物体の識別子 (ID)、種別 (クラス)、座標 (位置)、移動速度、移動方向を算出する。例えば図 6 の場合、対向車両を ID 1 の障害物、横断歩行者を ID 2 の障害物としてそれぞれ検出し、種別はそれぞれ自動車、歩行者のように検知される。なお、移動方向は、インフラセンサ 3 の内部で用いられている座標系において、 x y 座標平面に平行なノルム (L2 ノルム) 1 の単位方向ベクトルを用いて表現する。なお、ビデオデータ形式によるセンシングデータ 32 から物体を識別するためには、DNN (Deep Neural Network) その他公知の画像認識・処理技術を用いればよい。

[0045] <軌道算出部／軌道情報>

図 7 は、軌道算出部 223 が生成する軌道情報 224 の例を示した図である。

[0046] 障害物検知結果 222 に含まれる検知した車両の移動方向または車両経路情報 2232 から車載装置 1 を搭載した車両がどのように進むかの挙動が分かるため、軌道算出部 223 は、障害物検知結果 222 と車両経路情報 2232 のどちらか一つもしくは両方と、道路情報 2231 に基づき、車載装置 1 の車両制御において追従すべき走行軌道の情報を表す軌道情報 224 を生成する。

[0047] 軌道情報 224 の生成は、画像データから白線を検知する技術その他公知の技術を用いれば実現される。生成した軌道は Way Point と呼ばれる軌道上の点を列とした集合で表現される。例えば図 7 の場合、軌道情報 224 には、生成した軌道上に 5 つの Way Point が存在し、車載装置 1 に近い順に WP0, WP1, ..., WP4 と番号付けされ、WP0, ..., WP4 それぞれについて、各 Way Point の座標 (x 座標、 y 座標) が指定される。

[0048] ここで、WP0 は現在の車載装置 1 の位置に一致する。現在の車載装置 1 の位置を取得する方式は、車載装置 1 から軌道算出部 223 に通知する、センシングデータ 32 を解析して同定する、のいずれでもよい。

[0049] なお、座標系については、直交座標系や極座標系など任意の地点を表現できればよく、また、車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 の間で同一の地点を識別できるようになっていれば、原点は道路端点や車両の位置などといった任意の原点を設定すればよい。

[0050] <走行可能時間算出部>

図 8 は、走行可能時間算出部 2 2 5 の処理フローの概要を示した図である。

[0051] ステップ S 2 2 5 1 において、障害物検知結果 2 2 2 を取得する。

[0052] ステップ S 2 2 5 2 において、軌道情報 2 2 4 を取得する。

[0053] ステップ S 2 2 5 3 において、前記取得した軌道情報 2 2 4 に未処理の軌道情報が含まれるか否かを確認し、含まれる場合はステップ S 2 2 5 4 に進み、含まれない場合は終了する。

[0054] ステップ S 2 2 5 4 において、軌道追従時に障害物と衝突しないための（障害物に衝突しないことを保証する）時間の条件（走行可能開始時刻および走行可能終了時刻）を計算する（詳細は後で説明）。

[0055] ステップ S 2 2 5 5 において、前記取得した軌道情報 2 2 4 に含まれる軌道情報の中から未処理の軌道情報を 1 つ選択し、ステップ S 2 2 5 3 に進む。

[0056] このような手順で走行可能時間算出部 2 2 5 は走行可能時間を算出する。

[0057] <走行可能時間付き軌道情報>

図 9 は、走行可能時間算出部 2 2 5 が生成する走行可能時間付き軌道情報 2 3 の例を示した図である。走行可能時間付き軌道情報 2 3 は、軌道算出部 2 2 3 が生成した軌道情報 2 2 4 に含まれる各 Way Point に対し、当該 Way Point の付近に障害物が存在せず車載装置 1 を搭載した車両が当該 Way Point の付近の走行をしてもよい（障害物に衝突しないことを保証する）時間帯の情報を追加した軌道情報である。Way Point の付近の走行をしてもよい時間帯は、走行可能開始時刻（ST）と走行可能終了時刻（FT）の組で表現する。

[0058] <走行可能開始時刻／走行可能終了時刻>

図 1 0 は、図 9 の例における制御システム 0 および周囲の状況を模式的に

表した図である。

[0059] 走行可能時間算出部 225 は、軌道算出部 223 が算出した軌道情報 224 に含まれる各 Way Point に対し、障害物検知結果 222 を参照して、各 Way Point に障害物が存在しない時間帯として、走行可能開始時刻 ST および走行可能終了時刻 FT を計算する。例えば、図 10 に示すように、移動方向が WP3 またはその周囲に一致している対向車両が WP3 の手前 100m に検出され、移動速度が毎秒 10m である場合、当該対向車両はあと 10 秒後に WP3 を通過する。

[0060] したがって、10 秒以内であれば走行可能、10 秒後以降は走行不可能と判定できる。以上より、現在時刻 T_0 を基準として、WP3 の走行可能開始時刻 ST3 は T_0 、WP3 の走行可能終了時刻 FT3 は $T_0 + 10$ 秒と計算する。

[0061] このように、走行可能時間算出部 225 は、障害物と各 Way Point の距離と障害物の移動速度に基づき、走行可能開始時刻 ST と走行可能終了時刻 FT を算出する。

[0062] なお、移動方向が一致しているか否かは線形代数学におけるベクトルの内積計算を用いることにより同定できる。

[0063] 余裕時分を考慮して、例えば $T_{\text{margin}} = 1$ 秒とし、FT3 を $T_0 + (10 - T_{\text{margin}})$ 秒としてもよい。余裕時分を考慮することにより、障害物検知結果 222 に含まれる座標や移動速度、移動方向の少なくとも 1 つに誤差が生じていても、車載装置 1 を搭載した車両は上記マージンの範囲内で障害物等に衝突しないようにすることが可能になる。

[0064] 走行可能時間算出部 225 は、他の Way Point についても同様に、走行可能開始時刻 ST と走行可能終了時刻 FT をそれぞれ算出する。

[0065] <走行可能時間付き軌道情報送信部>

走行可能時間付き軌道情報送信部 24 は、走行可能時間付き軌道情報 23 を車載装置 1 に送信する。

[0066] <走行可能時間付き軌道情報受信部>

走行可能時間付き軌道情報受信部 12 は、走行可能時間付き軌道情報 23 を受信し、走行可能性判定部 13 に渡す。

[0067] <走行可能性判定部>

図 1 1 は、走行可能性判定部 1 3 の処理フローの概要を示した図である。

ステップS 1 3 1 において、走行可能時間付き軌道情報 2 3 を取得する。

[0068] ステップS 1 3 2 において、各Way Point間の距離Dを計算する。Dは $D=\{D[1], D[2], \dots, D[4]\}$ として記述され、 $D[i]$ はWay Point i とWay Point $i-1$ の間のユークリッド距離であり、Way Point i のx座標を $x[i]$ 、y座標を $y[i]$ のように記述するとき、以下の（数 1）により計算される。

[0069] [数1]

$$D[i] = \sqrt{(x[i] - x[i-1])^2 * (y[i] - y[i-1])^2}$$

[0070] ステップS 1 3 3 において、車載装置 1 を搭載した車両が各Way Pointに到達する時刻 T_{follow} を計算する。 $T_{\text{follow}}=\{T_{\text{follow}}[1], T_{\text{follow}}[2], \dots, T_{\text{follow}}[4]\}$ であり、 $T_{\text{follow}}[i]$ はWay Point i に到達する時刻を表す。 T_{follow} の導出方法は後述する。

[0071] ステップS 1 3 4 において、処理対象のWay Pointのインデックス i に 0 を代入する。

[0072] ステップS 1 3 5 において、インデックス i と（Way Pointの数 - 1）の大きさを比較し、インデックス i のほうが小さければステップS 1 3 6 に進み、そうでなければステップS 1 3 9 に進む。

[0073] ステップS 1 3 6 において、Way Point i の走行可能開始時刻 ST と $T_{\text{follow}}[i]$ の時刻の前後関係を比較し、 ST のほうが前（現在時刻に近い）の場合はステップS 1 3 7 に進み、そうでなければステップS 1 3 Aに進む。

[0074] ステップS 1 3 7 において、Way Point i の走行可能終了時刻 FT と $T_{\text{follow}}[i]$ の時刻の前後関係を比較し、 $T_{\text{follow}}[i]$ のほうが前（現在時刻に近い）の場合はステップS 1 3 8 に進み、そうでなければステップS 1 3 Aに進む。

[0075] ステップS 1 3 8 において、インデックス i に 1 を加え、ステップS 1 3 5 に進む。

[0076] ステップS 1 3 9 において、軌道追従フラグに 1 を代入する。

[0077] ステップS13Aにおいて、軌道追従フラグに0を代入する。

[0078] 上記の処理フローに従うことにより、走行可能性判定部13は、車載装置1を搭載した車両が走行軌道上の各Way Pointに設定された走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTを満たして（そのSTとFTの間に）走行可能であるか否かを判定する、換言すれば、走行可能時間を構成する走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTの有効性を判定することが可能となる。

[0079] なお、余裕時分T_{margin}を考慮し、ステップS136およびステップS137における判定においては、T_{follow}と、ST+T_{margin}またはFT-T_{margin}との間の比較を行うこととしてもよい。余裕時分を考慮することにより、上記計算処理に多くの時間が生じる場合や軌道追従に誤差が生じる場合でも、上記マージンの範囲内で車載装置1を搭載した車両が障害物等に衝突しないように走行することが可能となる。

[0080] <T_{follow}算出>

図12は、走行可能性判定部13のT_{follow}の算出処理（図11のステップS133）に関する概要を示した図である。

[0081] ステップS1331において、処理対象のWay Pointを表すインデックスjに0を代入する。

[0082] ステップS1332において、インデックスjと（Way Pointの数-1）の大きさを比較し、インデックスjのほうが小さければステップS1333に進み、そうでなければ終了する。

[0083] ステップS1333において、T_{follow}[j]を計算する。

T_{follow}[j]は、車載装置1を搭載した車両がWay Point jに到着する時刻である。距離D[j]（D[j]はWay Point j-1とWay Point jの間の距離）だけ離れたWay Point間を、初速V0[j-1]（Way Point j-1における車載装置1を搭載した車両の速度）、車載装置1を搭載した車両の加速度aで等加速度運動により走行するためにかかる時間は、以下の（数2）である。

[0084] [数2]

$$\frac{\sqrt{2 * a * D[j] + V0[j-1]^2} - V0[j-1]}{a}$$

[0085] そのため以下の（数３）のように、Way Point $j-1$ を出発する時刻である $T_{follow}[j-1]$ に上記（数２）を加算することにより、車載装置１を搭載した車両がWay Point j に到着する時刻 $T_{follow}[j]$ を算出できる。

[0086] [数3]

$$T_{follow}[j] = \frac{\sqrt{2 * a * D[j] + V0[j-1]^2} - V0[j-1]}{a} + T_{follow}[j-1]$$

[0087] ここで、 $T_{follow}[0]$ は、走行可能性判定部１３が上記 T_{follow} の計算を開始した瞬間の車載装置１内部における時刻であり、 $V0[0]$ は、WP0における車載装置１を搭載した車両の現在の速度であって、それぞれ車載装置１で測定する。

[0088] また、車載装置１を搭載した車両の加速度 a は、車載装置１が任意に設定することができ、例えば、車載装置１を搭載した車両の最高設計加速度に０．８をかけた値としてもよい。

[0089] ステップS１３３４において、インデックス j に１を加える。

[0090] ステップS１３３５において、Way Point j における車載装置１を搭載した車両の速度 $V0[j]$ を計算する。これは１つ前のWay point $j-1$ における車載装置１を搭載した車両の速度 $V0[j-1]$ と、ステップS１３３３において計算した $T_{follow}[j]$ および $T_{follow}[j-1]$ を用いて次の（数４）の通り計算できる。

[0091] [数4]

$$V0[j] = V0[j-1] + a * (T_{follow}[j] - T_{follow}[j-1])$$

[0092] 車載装置１を搭載した車両の速度 $V0[j]$ の計算後、ステップS１３３２に進む。

[0093] 上記に示した T_{follow} の算出フローにおいて、各Way Pointの到着時刻 T_{follow} の算出は、走行可能性判定部１３に走行可能時間付き軌道情報２３が到着して計算を開始した時点の時刻（車載装置１の内部における時刻）である $T_{follow}[0]$ を起点として行われることに注意すべきである。これにより、走行可能性判定部１３の判定は、車載装置１と管制装置２の間に実際に発生し

た通信遅延に基づき行われ、車載装置 1 を搭載した車両は、管制装置 2 が安全を保証している時間内に走行（軌道追従）を完了することが可能となる。

[0094] また、各Way Pointに障害物等が接近していない場合、走行可能時間帯（STとFTの間の時間）が長くなるため、通信遅延が通常よりも長く発生しても、図 1 1 の処理フローに従い走行可能性判定部 1 3 が軌道追従フラグに 1 を代入する場合は、車載装置 1 は軌道追従を行うことができる。

[0095] <軌道追従部>

図 1 3 は、軌道追従部 1 4 における処理フローの概要を示した図である。

ステップS 1 4 1 にて、走行可能時間付き軌道情報 2 3 と軌道追従フラグを取得する。

[0096] ステップS 1 4 2 にて、軌道追従フラグが 1 であるか否かを確認し、軌道追従フラグが 1 である場合（つまり、車載装置 1 を搭載した車両が走行軌道上の各Way Pointに設定された走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTを満たして（そのSTとFTの間に）走行可能である、換言すれば、走行可能時間を構成する走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTが有効である場合）はステップS 1 4 3 に進み、軌道追従フラグが 1 でない場合（つまり、車載装置 1 を搭載した車両が走行軌道上の各Way Pointに設定された走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTを満たして（そのSTとFTの間に）走行不可能である、換言すれば、走行可能時間を構成する走行可能開始時刻STと走行可能終了時刻FTが有効でない場合）は処理を終了する。

[0097] ステップS 1 4 3 にて、取得した走行可能時間付き軌道情報 2 3 を制御値に変換する。

[0098] ステップS 1 4 4 にて、ステップS 1 4 3 にて生成した制御値を制御情報 1 9 として出力する。

[0099] ステップS 1 4 3 における制御値の決定およびステップS 1 4 4 における制御情報 1 9 の生成は、公知の先進運転支援システム（Advanced driver-assistance systems）に搭載された方法で実現可能である。

[0100] 上記処理フローに従うことにより、軌道追従部 1 4 は、走行可能性判定部

13が軌道追従を可能と判断した場合に限り、軌道追従制御を行う（車載装置1に走行軌道の追従を許可する）ことができる。

[0101] ＜作用効果＞

以上で説明したように、本実施例1の制御システム0は、時刻同期された車載装置1と管制装置2で構成される制御システム0において、前記車載装置1を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部225と、前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部13と、前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置1に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部14と、を有する。

[0102] また、前記走行可能性判定部13は、前記車載装置1を搭載した車両が前記走行可能時間を構成する前記走行軌道上の各点に設定された走行可能開始時刻と走行可能終了時刻を満たして走行可能であるか否かを判定する。

[0103] 換言すれば、本実施例1の制御システム0は、管制装置2と車載装置1の間で時刻同期を行う手段と、車載装置1を搭載した車両が通過する予定の走行軌道において車載装置1を搭載した車両が障害物に衝突しないことを保証する時間帯を算出する手段と、車載装置1が管制装置2から走行軌道情報を受信するまでに発生した通信遅延に基づき、車載装置1を搭載した車両が前記時間帯を充足して走行可能か否かを判定する手段と、前記判定が走行可能である場合に車載装置1が前記走行軌道情報に追従する手段と、を備える。

[0104] 本実施例1によれば、車載装置1と管制装置2の間の通信において実際に発生した遅延を考慮して車両制御を行うことにより車両制御の安全性を保証するとともに、走行軌道上に障害物等が存在しない場合および障害物等が接近していない場合においては許容される通信遅延時間を長くすることにより車載装置1を搭載した車両の減速や停止の発生回数を抑制する効果を有する。

[0105] [実施例2]

本発明の実施例2における制御システムおよび方法について説明する。実

施例 1 と異なる点は、車載装置 1 から管制装置 2 に自動運転の補助を行うよう要求を出することができる点である。なお、実施例 1 と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0106] <制御システムの構成>

図 1 4 は、実施例 2 における車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 からなる制御システム 0 の機能ブロック構成を示した図である。インフラセンサ 3 の構成は実施例 1 と同様である。車載装置 1 は、実施例 1 における構成要素に加えて独自走行可否判定部 1 5 と要求送信部 1 6 を構成要素とし、管制装置 2 は、実施例 1 における構成要素に加えて要求受信部 2 5 を構成要素とする。

[0107] <要求情報>

図 1 5 は、独自走行可否判定部 1 5 が生成する要求情報 1 5 1 の例を示した図である。要求情報 1 5 1 は、管制装置 2 に車両制御の補助を要求するかどうかを示すフラグを含む。

[0108] <独自走行可否判定部／要求送信部>

独自走行可否判定部 1 5 は、車載装置 1 を搭載した車両単独で走行できるかどうかを判定する。例えば、目的地までの経路情報と車両の現在位置から、レーンキープの機能を有する車両が右左折などによって車両単独で走行できない、または、車両のセンサが壊れたため車両単独で走行できない等といったことを判定することにより、車両単独で走行できるかどうか（換言すれば、車載装置 1 を搭載した車両が単独で安全に実施（走行）できない行動があるか否か）を判定する。前記判定は、例えば従来公知の方法に従い、少なくとも車載装置 1 を搭載した車両の位置情報、周囲の走行環境情報、及び走行計画のいずれか一つの情報に基づいて走行可能か否かを判定してもよいし、道路の形状や交差点に関する情報を含んだ地図データから走行可能か否かを判定してもよい。

[0109] 前記独自走行可否判定部 1 5 によって独自走行ができないと判定された場合、要求送信部 1 6 は、管制装置 2 に図 1 5 に示す要求情報 1 5 1 を送信す

る。要求情報 151 は、管制装置 2 による補助が必要か否かを示したフラグを含み、要求送信部 16 が（独自走行可否判定部 15 が生成する要求情報 151 の）当該フラグに 1 を代入して管制装置 2 に前記要求情報 151 を送信する。

[0110] また、独自走行可否判定部 15 は、走行可能性判定部 13 が管制装置 2 から受け取った走行可能時間付き軌道情報 23 に追従できないと判定した場合に、要求送信部 16 が管制装置 2 に要求を出してもよい。これは、車載装置 1 と管制装置 2 の間の通信に大きな遅延が生じ、管制装置 2 が計算した時点では走行可能であったものの、車載装置 1 を搭載した車両への障害物等の接近により、車載装置 1 に前記情報が到着した時点では走行不可能となる場合に、管制装置 2 が最新のセンシングデータ 32 を用いて走行可能時間付き軌道情報 23 を再生成して車載装置 1 に送信することを可能とする効果を有する。

[0111] <要求受信部>

要求受信部 25 は、車載装置 1 から要求情報 151 を受け取り、前記要求情報 151 を走行可能時間付き軌道算出部 22 に入力する。これにより、管制装置 2 は、（車載装置 1 からの要求に応じて）前述した走行可能時間付き軌道情報 23（走行軌道における走行可能開始時刻 ST および走行可能終了時刻 FT を含む）を生成し、生成した走行可能時間付き軌道情報 23 を走行可能時間付き軌道情報送信部 24 によって車載装置 1 に送信する。

[0112] <作用効果>

以上で説明したように、本実施例 2 の制御システム 0 は、前記車載装置 1 を搭載した車両が単独で安全に実施（走行）できない行動があるか否かを前記走行軌道から判定する独自走行可否判定部 15 と、実施できない行動があると判定された場合、前記管制装置 2 に前記走行軌道における走行可能開始時刻および走行可能終了時刻を含む前記走行可能時間を要求する要求送信部 16 と、を有する。

[0113] 本実施例 2 によれば、車載装置 1 側からの要求がなければ、管制装置 2 は

走行可能時間付き軌道情報 2 3 を算出する必要がないため、管制装置 2 の処理負荷を低減することが可能になる。また、車載装置 1 と管制装置 2 の間の通信は車載装置 1 からの要求時に限られるため、車載装置 1 と管制装置 2 の間の通信の回数および頻度を削減し、通信負荷および通信遅延による車両制御への影響を低減しながら制御（軌道追従）を継続することが可能になる。

[0114] [実施例 3]

本発明にかかる実施例 3 における制御システムおよび方法について説明する。実施例 1 と異なる点は、車載装置 1 を搭載した車両が緊急停止した場合には走行可能開始時刻 ST および走行可能終了時刻 FT にかかわらず Way Point の座標情報のみを用いて車載装置 1 を搭載した車両が運転を継続する点である。なお、実施例 1 と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0115] <制御システムの構成>

図 1 6 は、実施例 3 における車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 からなる制御システム 0 の機能ブロック構成を示した図である。

[0116] 実施例 3 における車載装置 1 は、実施例 1 における構成要素に加えて、緊急停止部 1 7 と速度制限部 1 8 を有する。

[0117] <緊急停止部>

緊急停止部 1 7 は、車載装置 1 が何らかの障害物に接近して衝突が予測される場合に、軌道追従の有無によらずブレーキをかけて車載装置 1 を搭載した車両を緊急停止させる機能を持つ。衝突の予測およびブレーキをかける方法は、公知の先進運転支援システム（Advanced driver-assistance systems）に搭載された方法により実施可能である。

[0118] <速度制限部>

速度制限部 1 8 は、車載装置 1 を搭載した車両の最高速度を制限する機能および前記制限を解除する機能を持つ。本実施例においては、障害物を検知した場合に直ちに停止可能とするよう、速度制限を行う場合の最高速度を時速 5km とする。なお、本実施例では時速 5km としたが、これに限らない。最高

速度を制限する方法は、公知のデジタルタコグラフなど何らかの方法によればよく、本実施例に直接関連しないため、方法に関する詳細な説明は割愛する。

[0119] ＜走行可能性判定部＞

図 1 7 は、実施例 3 における走行可能性判定部 1 3 の処理フローの概要を示した図である。図 1 7 のステップ S 1 3 1 からステップ S 1 3 9、S 1 3 A までは、実施例 1 で説明した図 1 1 のステップ S 1 3 1 からステップ S 1 3 9、S 1 3 A までと同じである。

[0120] ステップ S 1 3 B において、車両単独障害物検知結果を取得する。

[0121] ステップ S 1 3 C において、取得した車両単独障害物検知結果から走行軌道上に障害物が存在するか否かを確認し、走行軌道上に障害物が存在する場合は終了し、走行軌道上に障害物が存在しない場合はステップ S 1 3 D に進む。

[0122] ステップ S 1 3 D において、車載装置 1 を搭載した車両の速度制限を任意の速度に設定し、軌道追従フラグに 1 を代入する。

[0123] 上記の処理フローに従うことにより、例えば、走行軌道の追従中に車載装置 1 の緊急停止部 1 7 の判断による緊急停止によって、走行可能時間内に軌道追従を開始または終了できない（換言すれば、現在の走行軌道の走行可能時間の走行可能開始時刻 ST および走行可能終了時刻 FT を守れない）と判定した場合において、走行軌道上に障害物が存在しなければ（つまり、緊急停止の条件が解除された後）、走行可能時間の走行可能開始時刻 ST および走行可能終了時刻 FT によらずに、速度制限部 1 8 に車載装置 1 を搭載した車両の最高速度を制限するよう指示したうえで、車載装置 1（の軌道追従部 1 4）は、減速（低速走行）しながら走行軌道を通過するなどして、単独で自動運転を継続することが可能となる。

[0124] ＜作用効果＞

以上で説明したように、本実施例 3 の制御システム 0 は、前記軌道追従部 1 4 は、前記走行軌道の追従中に前記車載装置 1 を搭載した車両の緊急停止によって、現在の前記走行軌道の前記走行可能時間を守れない場合、前記緊

急停止の条件が解除された後（走行軌道上に障害物が存在しなければ）、前記走行可能時間によらずに、前記車載装置 1 を搭載した車両を減速させながら前記走行軌道を通過させる。

[0125] 本実施例 3 によれば、緊急停止が発生してから障害物等が退避するまでの間、車載装置 1 を搭載した車両が停止して待機することにより走行可能時間の走行可能開始時刻STおよび走行可能終了時刻FTを充足しなくなった場合において、管制装置 2 との再通信および管制装置 2 による再計算を不要としながら徐行（減速ないし低速走行）して走行軌道を走行することにより、安全を確保しながら車両制御を継続し、再通信および再計算による遅延の発生を回避することが可能となる。

[0126] [実施例 4]

本発明にかかる実施例 4 における制御システムおよび方法について説明する。実施例 1 と異なる点は、管制装置 2 が当該管制装置 2 と連携する別の車両のために生成した走行可能時間付き軌道情報を加味して走行可能時間付き軌道情報を生成する点にある。なお、実施例 1 と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0127] <制御システムの構成>

図 18 は、実施例 4 における車載装置 1 と管制装置 2 とインフラセンサ 3 からなる制御システム 0 の機能ブロック構成を示した図である。

[0128] 実施例 4 における管制装置 2 は、実施例 1 における構成要素に加えて、走行可能時間付き軌道算出結果保存部 26 を構成要素として有する。

[0129] <走行可能時間付き軌道算出結果保存部>

走行可能時間付き軌道算出結果保存部 26 は、走行可能時間付き軌道算出部 22 で生成（算出）した（制御対象の複数の車両の）走行可能時間付き軌道情報 23 を保存しておく。

[0130] <走行可能時間付き軌道算出部>

図 19 は、実施例 4 における走行可能時間付き軌道算出部 22 における処理フローの概要を示した図である。図 19 のステップ S2251 からステップ

S2255までは、実施例1で説明した図8のステップS2251からステップS2255までと同じである。

- [0131] ステップS2251において、障害物検知結果222を取得する。
- [0132] ステップS2252において、軌道情報224を取得する。
- [0133] ステップS2253において、前記取得した軌道情報224に未処理の軌道情報が含まれるか否かを確認し、含まれる場合はステップS2254に進み、含まれない場合は終了する。
- [0134] ステップS2254において、軌道追従時に障害物と衝突しないための（障害物に衝突しないことを保証する）時間の条件を計算する。
- [0135] ステップS2257において、走行可能時間付き軌道算出結果保存部26を参照し、走行可能時間更新処理を行う。走行可能時間更新処理の詳細は後述する。
- [0136] ステップS2255において、前記取得した軌道情報224に含まれる軌道情報の中から未処理の軌道情報を1つ選択し、ステップS2253に進む。
- [0137] 上記フローに従い、走行可能時間付き軌道算出部22は、ステップS2252において取得した軌道情報224に対し、走行可能時間付き軌道算出結果保存部26に保存された他の車両（の車載装置1）に対して生成した軌道情報を参照して、軌道追従時に障害物と衝突しない時間を計算する。
- [0138] <走行可能時間更新処理>

図20は、実施例4における走行可能時間付き軌道算出部22が行う走行可能時間更新処理（図19のステップS2257）の概要を模式的に示した図である。本実施例4における制御システム0は車載装置1を搭載した車両の台数を2台としているが、これに限らない。

- [0139] WP_Aは車両Aのために算出された走行軌道、WP_Bは車両Bのために算出された走行軌道を示し、WP_Aの走行可能時間（STおよびFT）はWP_Bの走行可能時間（STおよびFT）よりも前に算出されているとする。
- [0140] WP_Bに対する走行可能時間（STおよびFT）の算出において、まずWP_Bに含まれる各Way Pointに対し、WP_Aに含まれる各Way Pointが近接しているか否

かを確認する。図20の場合、WP_BのWP_B3はWP_AのWP_A1との距離が70cmであるため、近接していると判定される。当該近接の判定は、別途設けた閾値に基づきWP間の距離が閾値よりも近ければ近接と判定され、当該閾値は例えば1mである。

[0141] 次に、走行可能時間付き軌道算出部22は、WP_Aに関する走行可能時間付き軌道情報23を参照し、WP_A1のFTがT3であることから、車両AはT3までにWP_A1すなわちWP_B3の付近の走行を完了している、または、WP_A1すなわちWP_B3の付近の走行を開始していないことが分かる。したがって、走行可能時間付き軌道算出部22は、WP_A1と近接しているWP_B3のSTをT3以降の値とする。なお、車載装置1を搭載した車両が他に存在しても、同様に他車の走行可能時間付き軌道情報を参照して走行可能時間を更新することができる。

[0142] <作用効果>

以上で説明したように、本実施例4の制御システム0は、前記管制装置2は、複数の前記車載装置1に対して算出した前記走行可能時間を前記走行軌道と紐付けて保存する走行可能時間算出結果保存部（走行可能時間付き軌道算出結果保存部26）を有する。

[0143] 本実施例4によれば、別の車両の走行軌道および走行時刻を考慮して走行可能時間付き軌道情報23を生成するため、同一時刻に複数の車両が同一の地点に存在することを確実に回避可能とする（言い換えれば、排他制御性を確保する）効果を有する。

[0144] <各実施例の作用効果のまとめ>

実施例1における制御システムおよび方法によれば、車載装置1と管制装置2の間の通信において実際に発生した遅延を考慮して車両制御を行うことにより車両制御の安全性を保証するとともに、走行軌道上に障害物等が存在しない場合および障害物等が接近していない場合においては許容される通信遅延時間を長くすることにより車載装置1を搭載した車両の減速や停止の発生回数を抑制する効果を有する。

[0145] 実施例2における制御システムおよび方法によれば、車載装置1側からの

要求がなければ、管制装置 2 は走行可能時間付き軌道情報 2 3 を算出する必要がないため、管制装置 2 の処理負荷を低減することが可能となる。また、車載装置 1 と管制装置 2 の間の通信は車載装置 1 からの要求時に限られるため、車載装置 1 と管制装置 2 の間の通信の回数および頻度を削減し、通信負荷および通信遅延による車両制御への影響を低減しながら制御（軌道追従）を継続することが可能となる。

[0146] 実施例 3 における制御システムおよび方法によれば、緊急停止が発生してから障害物等が退避するまでの間、車載装置 1 を搭載した車両が停止して待機することにより走行可能時間の走行可能開始時刻STおよび走行可能終了時刻FTを充足しなくなった場合において、管制装置 2 との再通信および管制装置 2 による再計算を不要としながら徐行（減速ないし低速走行）して走行軌道を走行することにより、安全を確保しながら車両制御を継続し、再通信および再計算による遅延の発生を回避することが可能となる。

[0147] 実施例 4 における制御システムおよび方法によれば、別の車両の走行軌道および走行時刻を考慮して走行可能時間付き軌道情報 2 3 を生成するため、同一時刻に複数の車両が同一の地点に存在することを確実に回避可能とする（言い換えれば、排他制御性を確保する）効果を有する。

[0148] 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。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、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0149] 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、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各

機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0150] また、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。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

- [0151] 0 制御システム
 - 1 車載装置
 - 2 管制装置
 - 3 インフラセンサ
 - 1 1 時刻同期部
 - 1 1 0 GNSS情報取得部
 - 1 1 1 絶対時刻算出部
 - 1 1 2 補正情報送受信部
 - 1 1 3 時刻補正部
 - 1 2 走行可能時間付き軌道情報受信部
 - 1 3 走行可能性判定部
 - 1 4 軌道追従部
 - 1 5 独自走行可否判定部
 - 1 6 要求送信部
 - 1 7 緊急停止部
 - 1 8 速度制限部
 - 1 9 制御情報
- 2 1 センシングデータ受信部
- 2 2 走行可能時間付き軌道算出部
 - 2 2 1 障害物検知部
 - 2 2 2 障害物検知結果

2 2 3 軌道算出部

2 2 3 1 道路情報

2 2 3 2 車両経路情報

2 2 4 軌道情報

2 2 5 走行可能時間算出部

2 3 走行可能時間付き軌道情報

2 4 走行可能時間付き軌道情報送信部

2 5 要求受信部

2 6 走行可能時間付き軌道算出結果保存部（走行可能時間算出結果保存部
）

3 1 センシング部

3 2 センシングデータ

3 3 センシングデータ送信部

請求の範囲

- [請求項1] 時刻同期された車載装置と管制装置で構成される制御システムにおいて、
- 前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部と、
- 前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部と、
- 前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部と、を有する、制御システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の制御システムにおいて、
- 前記走行可能性判定部は、前記車載装置を搭載した車両が前記走行可能時間を構成する前記走行軌道上の各点に設定された走行可能開始時刻と走行可能終了時刻を満たして走行可能であるか否かを判定する、制御システム。
- [請求項3] 請求項1に記載の制御システムにおいて、
- 前記車載装置を搭載した車両が単独で安全に実施できない行動があるか否かを前記走行軌道から判定する独自走行可否判定部と、
- 実施できない行動があると判定された場合、前記管制装置に前記走行軌道における走行可能開始時刻および走行可能終了時刻を含む前記走行可能時間を要求する要求送信部と、を有する、制御システム。
- [請求項4] 請求項1に記載の制御システムにおいて、
- 前記軌道追従部は、前記走行軌道の追従中に前記車載装置を搭載した車両の緊急停止によって、現在の前記走行軌道の前記走行可能時間を守れない場合、前記緊急停止の条件が解除された後、前記走行可能時間によらずに、前記車載装置を搭載した車両を減速させながら前記走行軌道を通過させる、制御システム。
- [請求項5] 請求項1に記載の制御システムにおいて、

前記管制装置は、複数の前記車載装置に対して算出した前記走行可能時間を前記走行軌道と紐付けて保存する走行可能時間算出結果保存部を有する、制御システム。

- [請求項6] 車両外部に設置した管制装置と時刻同期される車載装置であって、
前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を前記管制装置から受信する受信部と、
受信した前記走行可能時間の有効性を判定する走行可能性判定部と、
前記走行可能時間が有効であると判定された場合、前記車載装置に前記走行軌道の追従を許可する軌道追従部と、を有する、車載装置。

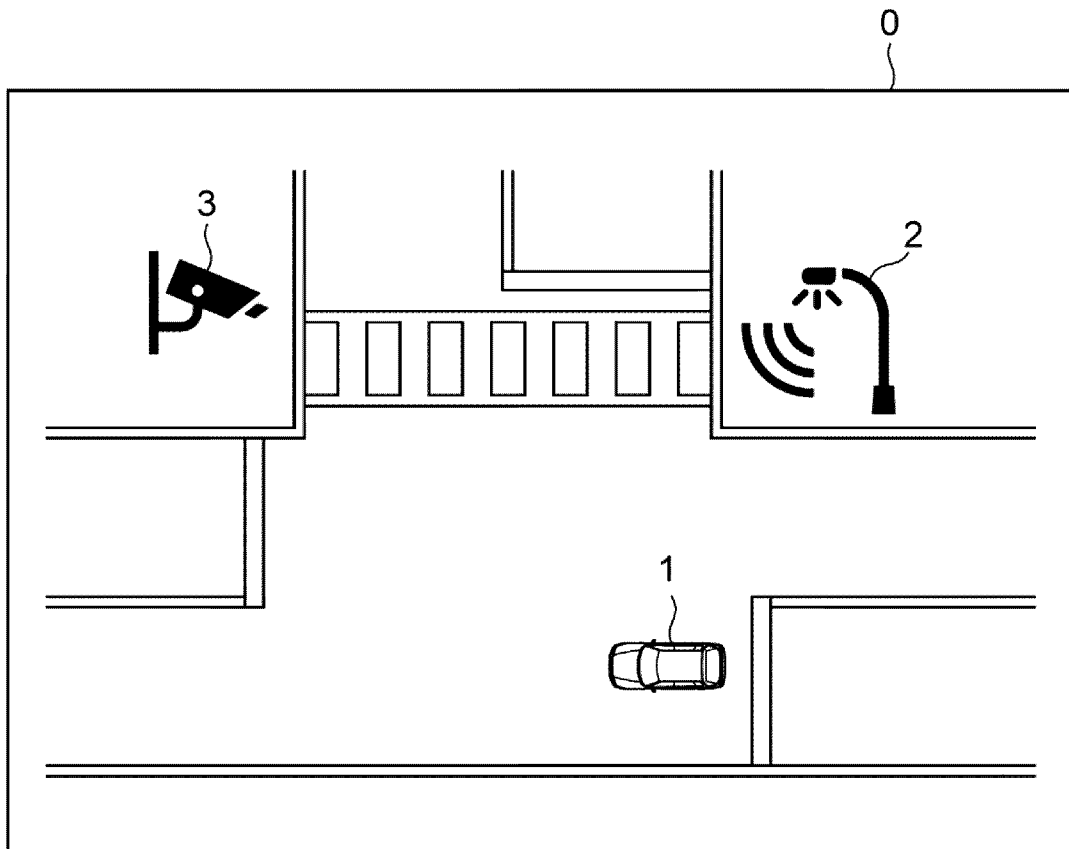
- [請求項7] 請求項6に記載の車載装置であって、
前記車載装置を搭載した車両が単独で安全に実施できない行動があるか否かを前記走行軌道から判定する独自走行可否判定部と、
実施できない行動があると判定された場合、前記管制装置に前記走行軌道における走行可能開始時刻および走行可能終了時刻を含む前記走行可能時間を要求する要求送信部と、を有する、車載装置。

- [請求項8] 車載装置と時刻同期される管制装置であって、
前記車載装置を搭載した車両が通過する対象領域内の走行軌道において前記車両が障害物に衝突しないことを保証する走行可能時間を算出する走行可能時間算出部と、
前記走行可能時間の有効性を判定するために前記走行可能時間を前記車載装置へ送信する送信部と、を有する、管制装置。

- [請求項9] 請求項8に記載の管制装置であって、
前記送信部は、前記車両が単独で安全に実施できない行動があると判定され、前記車載装置から要求があった場合に、前記走行軌道における走行可能開始時刻および走行可能終了時刻を含む前記走行可能時間を前記車載装置へ送信する、管制装置。

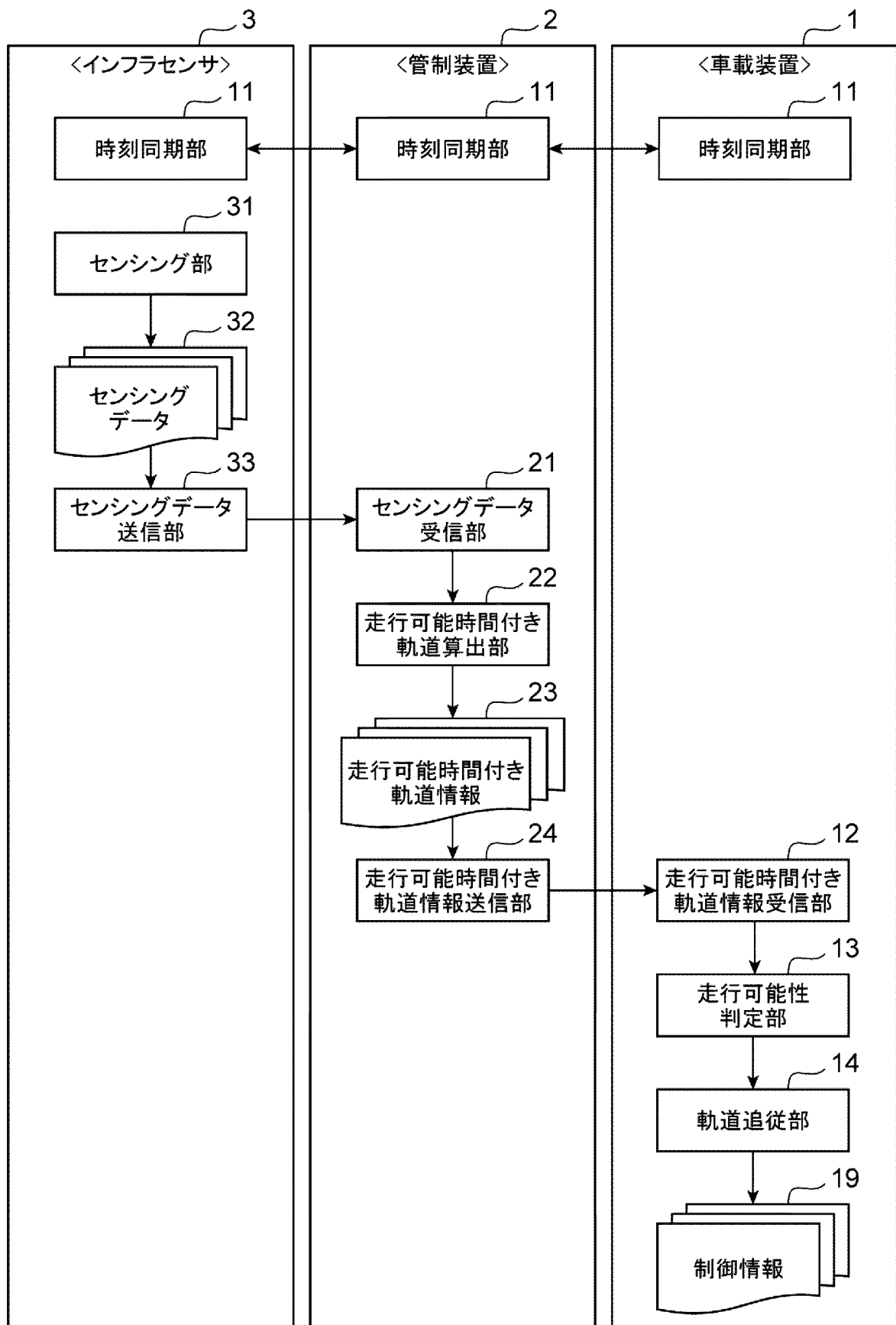
[図1]

図 1



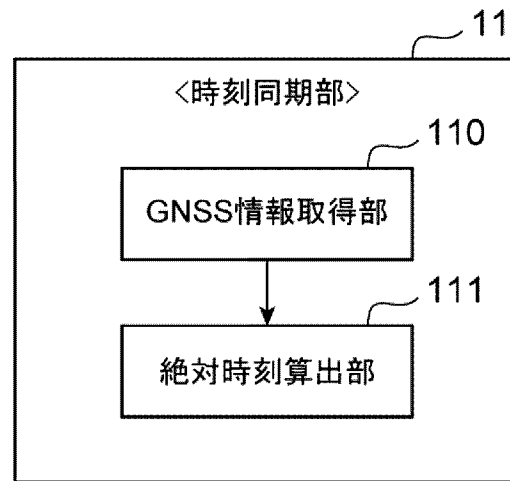
[図2]

図 2



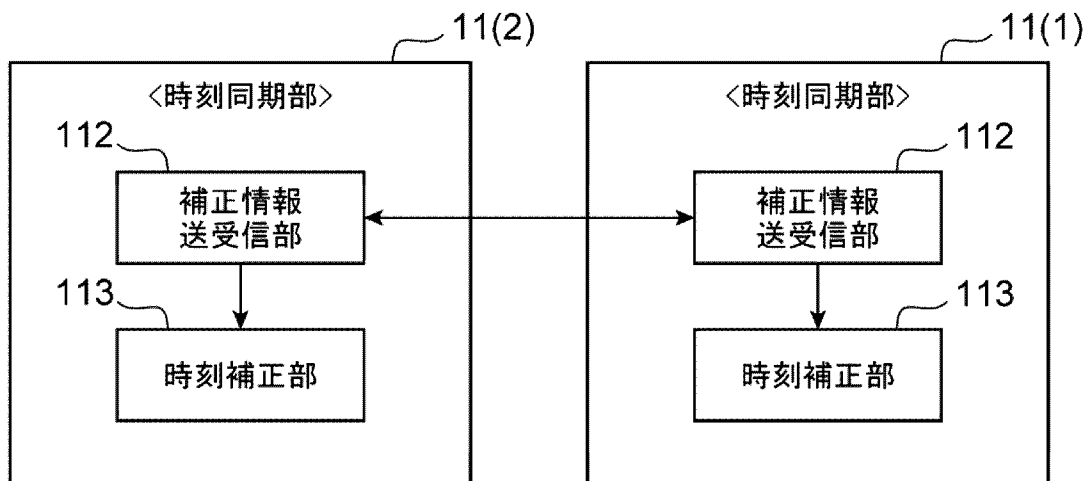
[図3A]

図 3 A



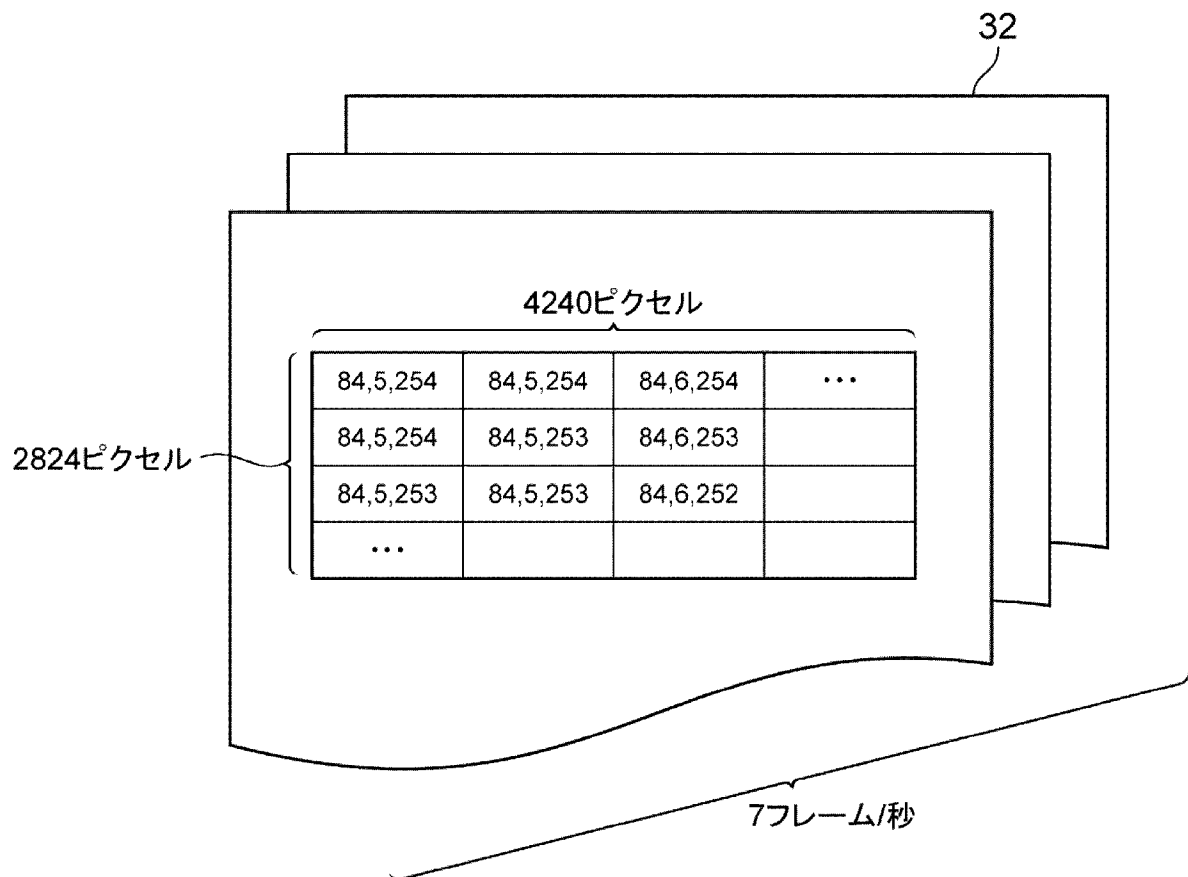
[図3B]

図 3 B



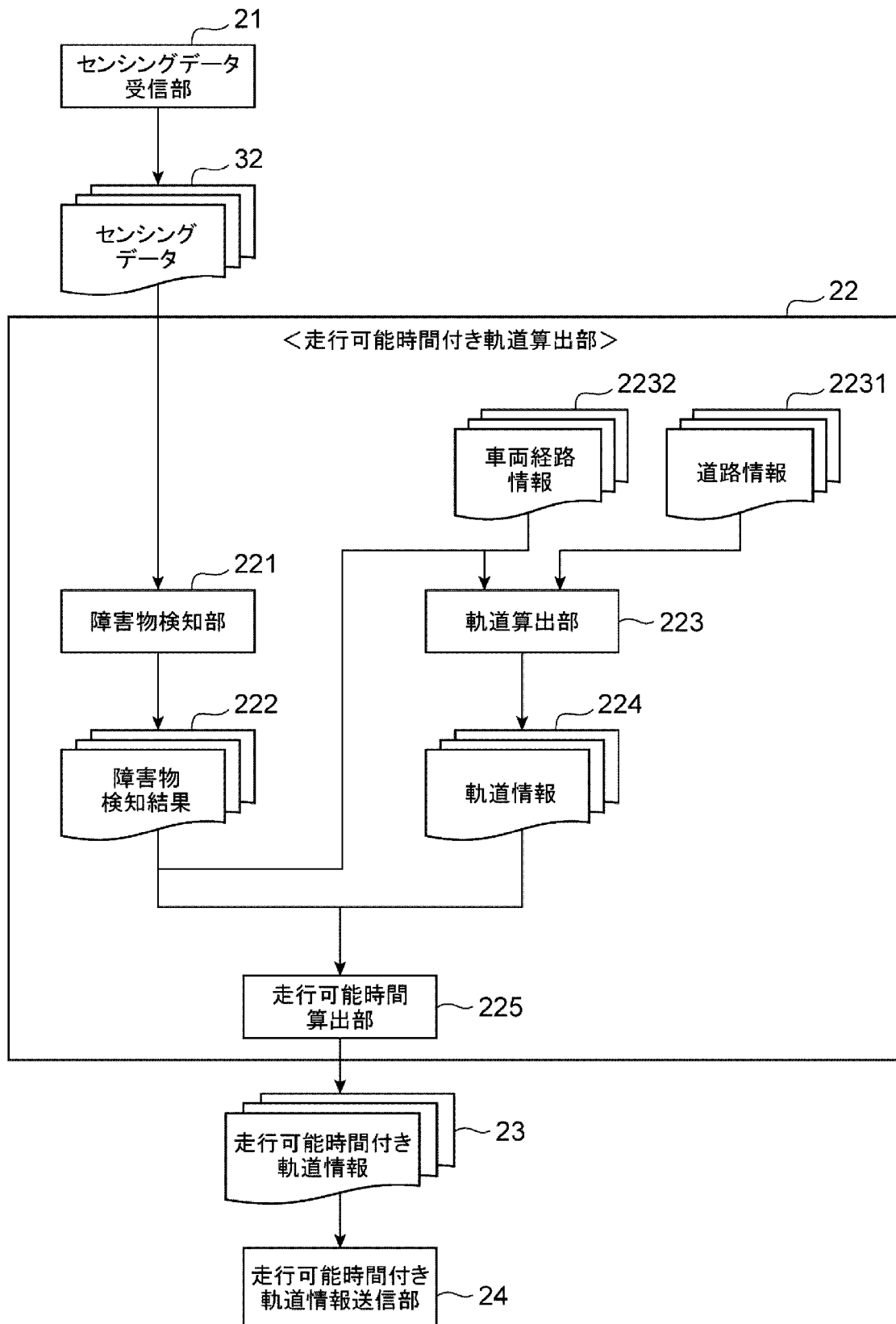
[図4]

図 4



[図5]

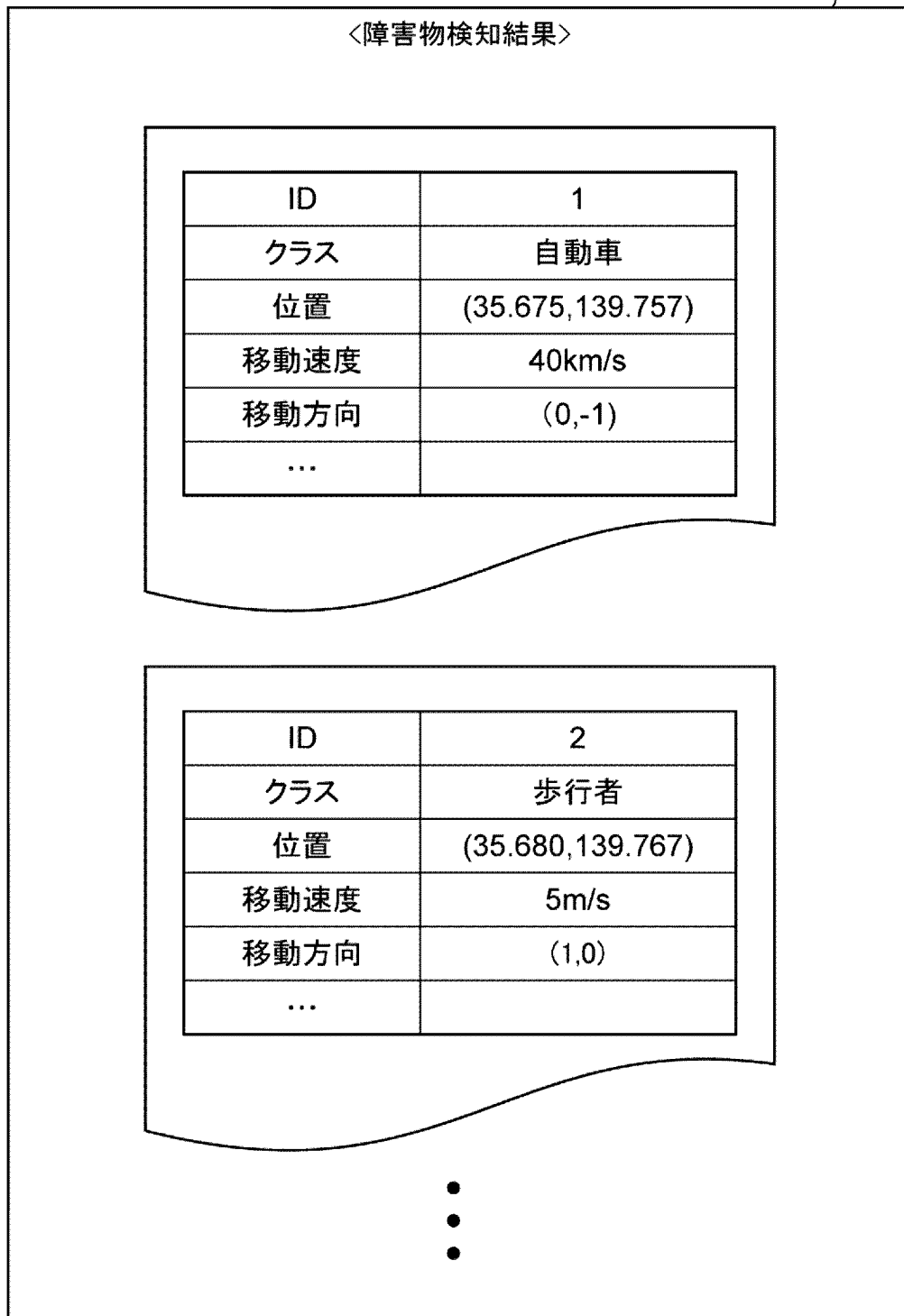
図 5



[図6]

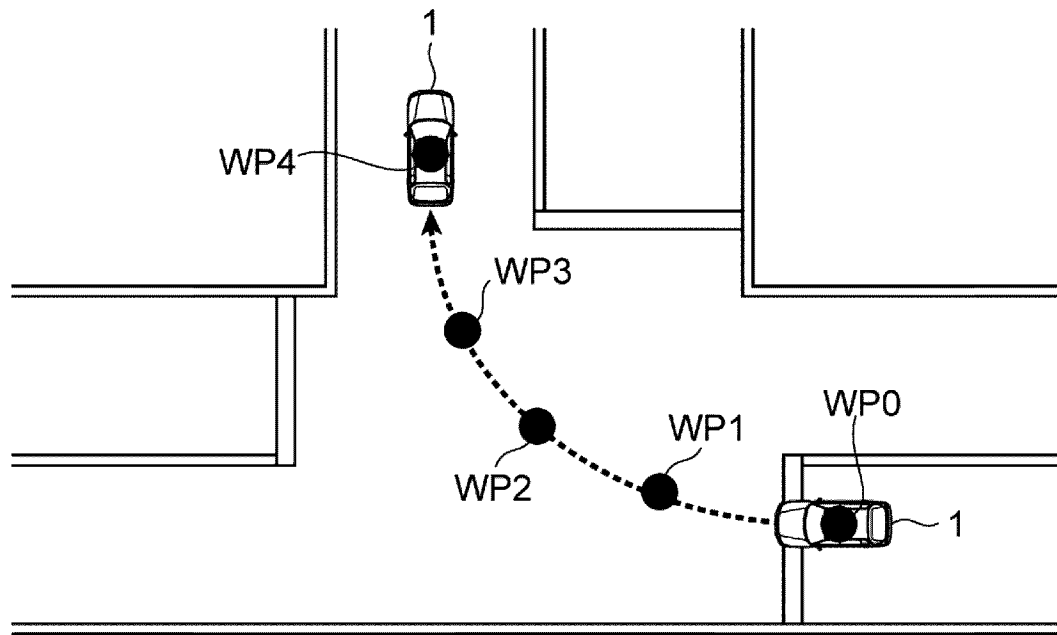
図 6

222



[図7]

図 7

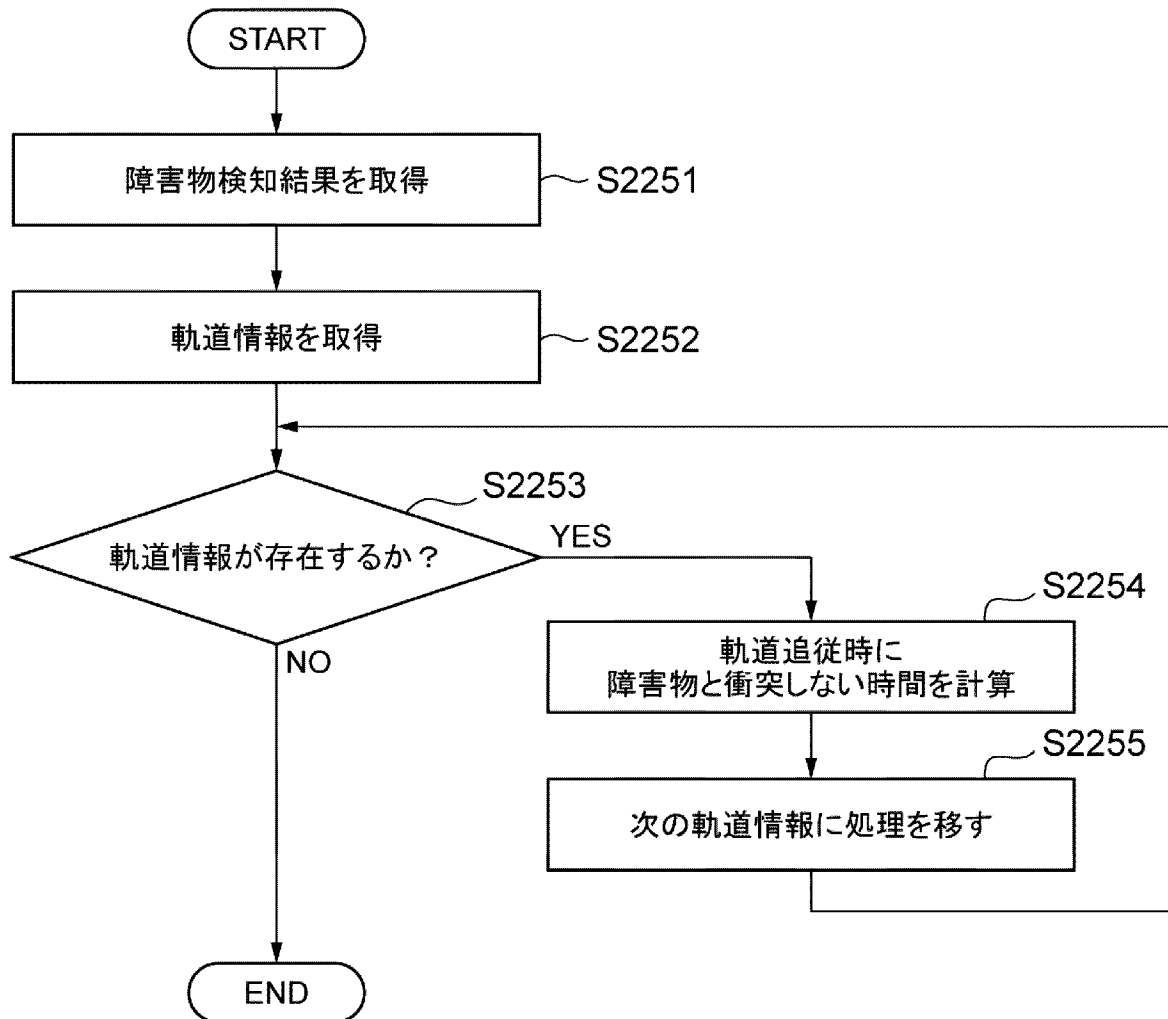


224

<軌道情報>	
ID	WP0
座標	(35.670,139.800)
ID	WP1
座標	(33.641,139.790)
ID	WP2
座標	(30.660,140.193)
ID	WP3
座標	(28.220,147.976)
ID	WP4
座標	(27.430,152.190)

[図8]

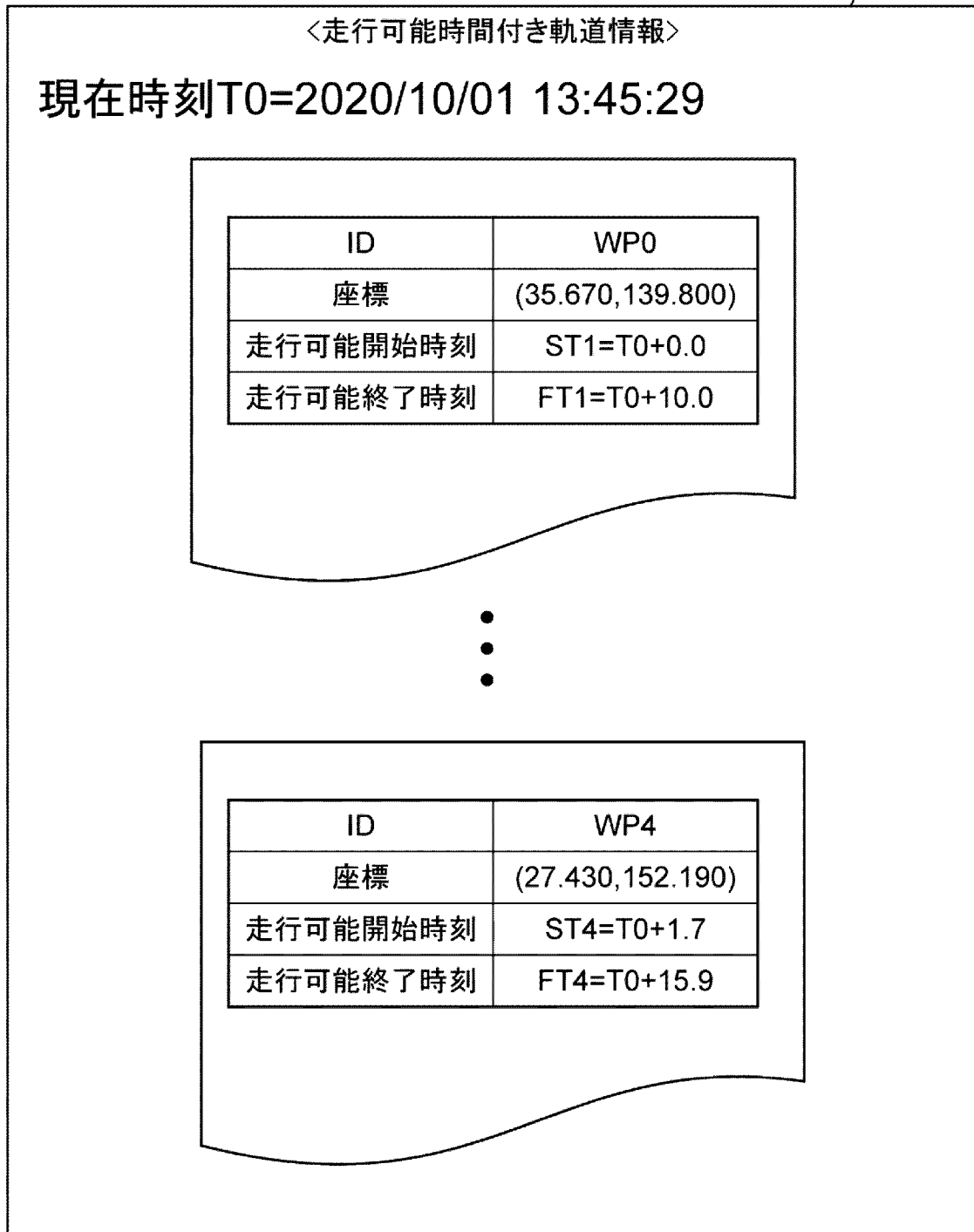
図 8



[図9]

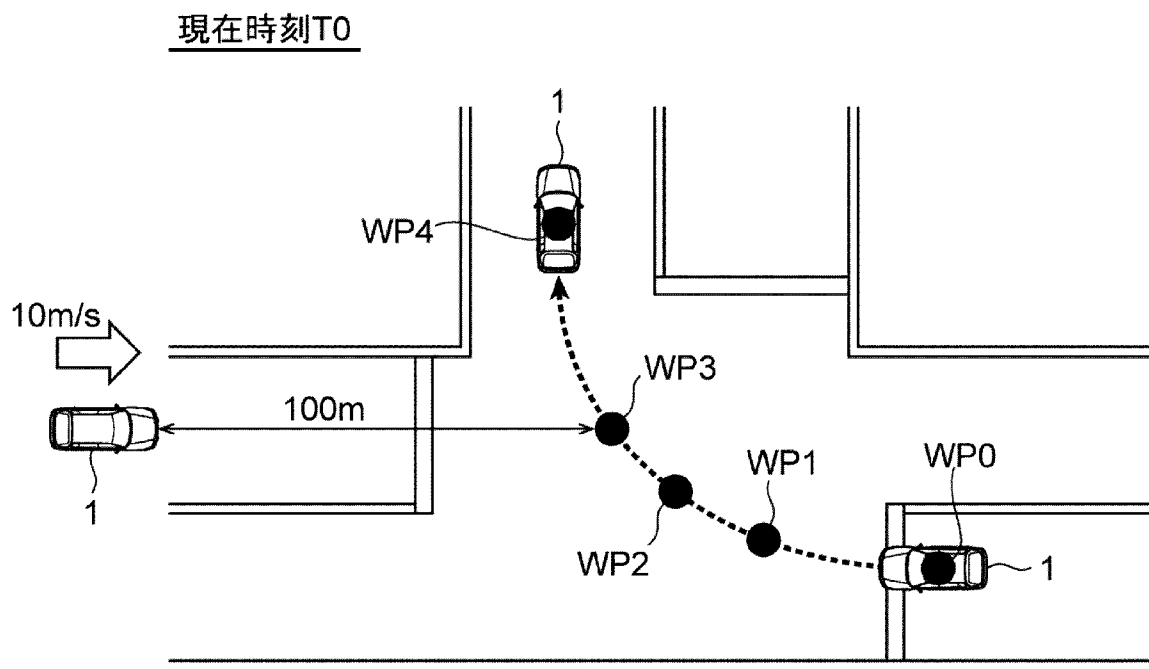
図 9

23



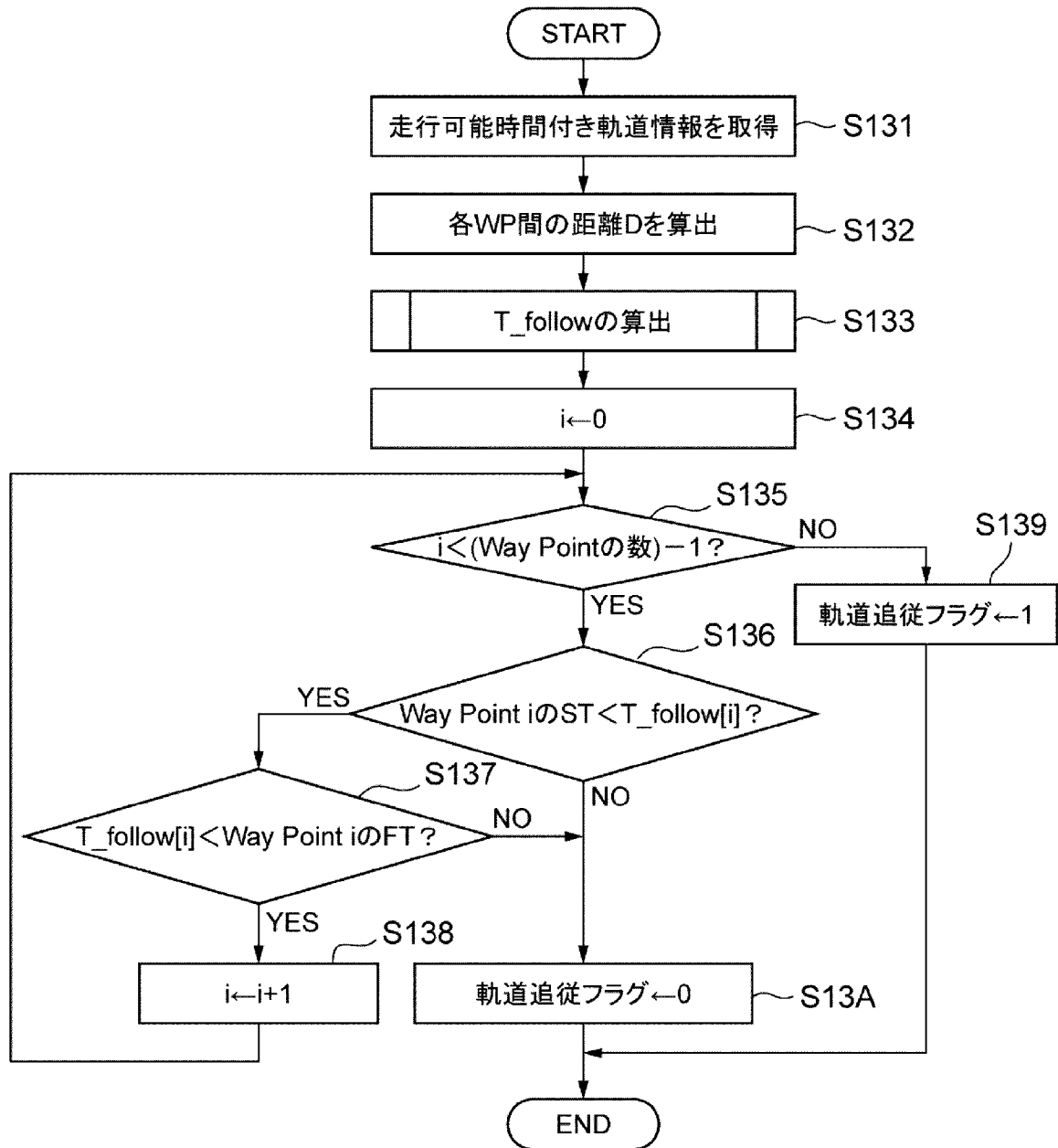
[図10]

図 10



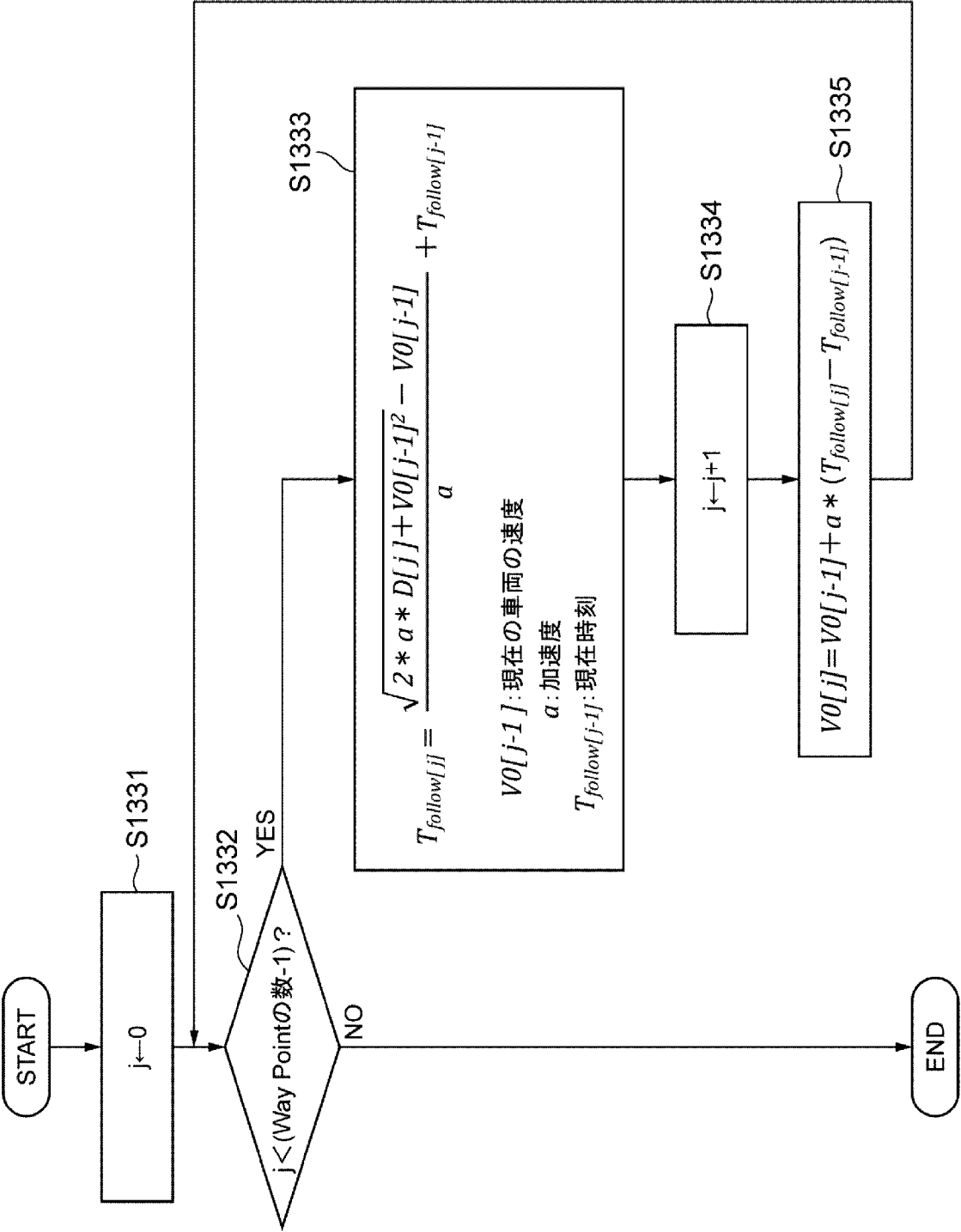
[図11]

図 1 1



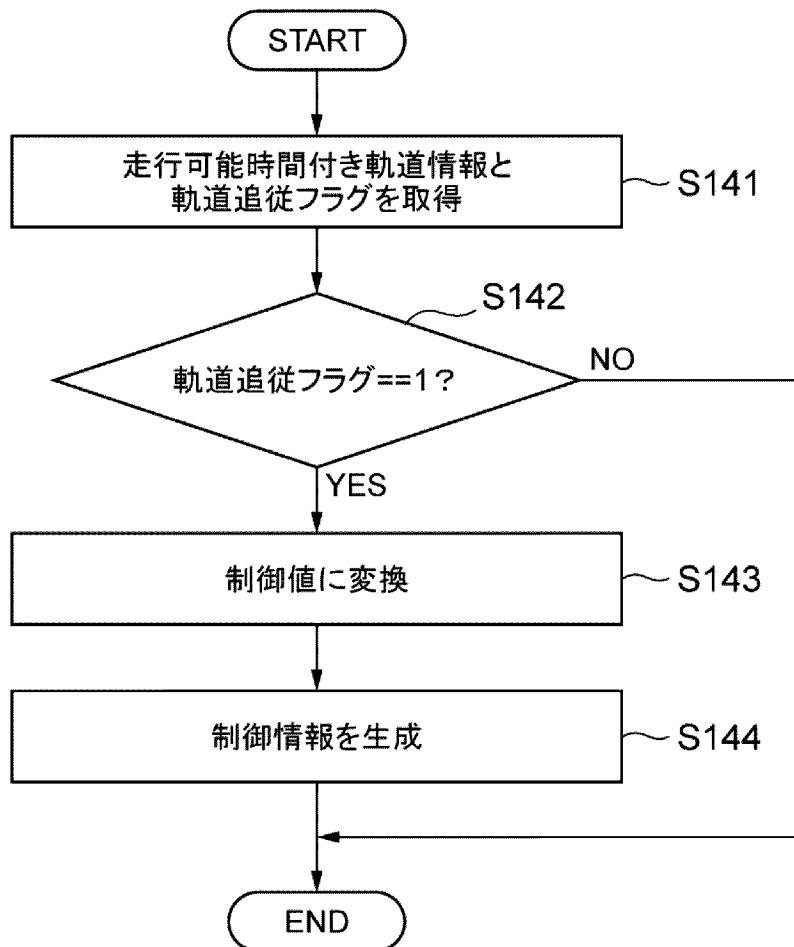
[図12]

図 1 2



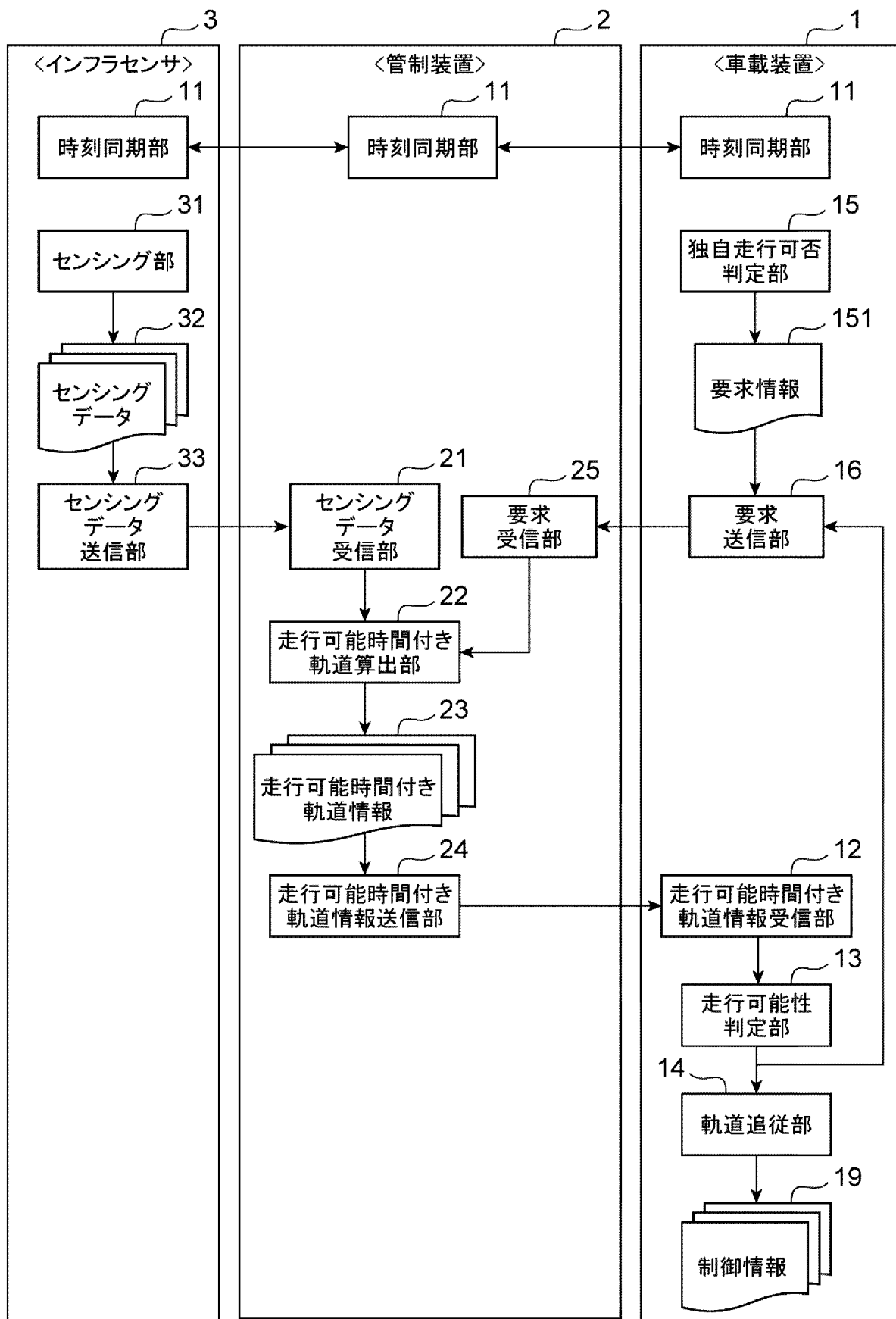
[図13]

図 1 3



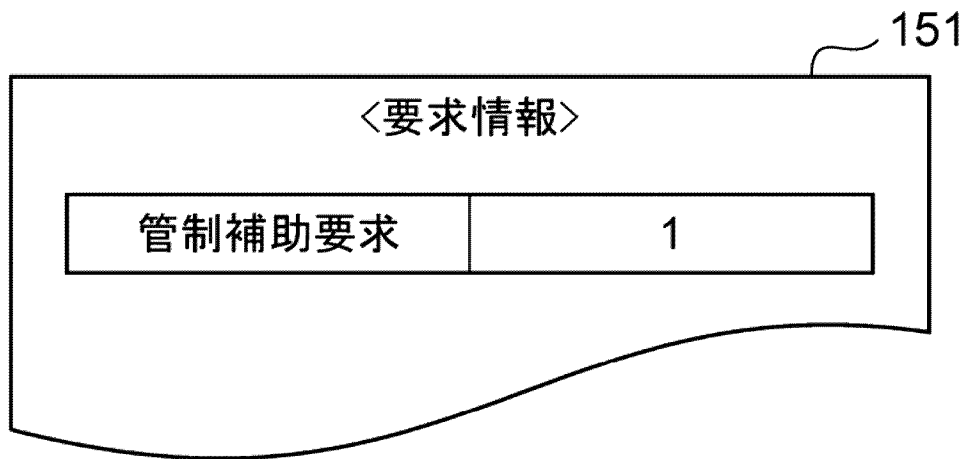
[図14]

図 1 4



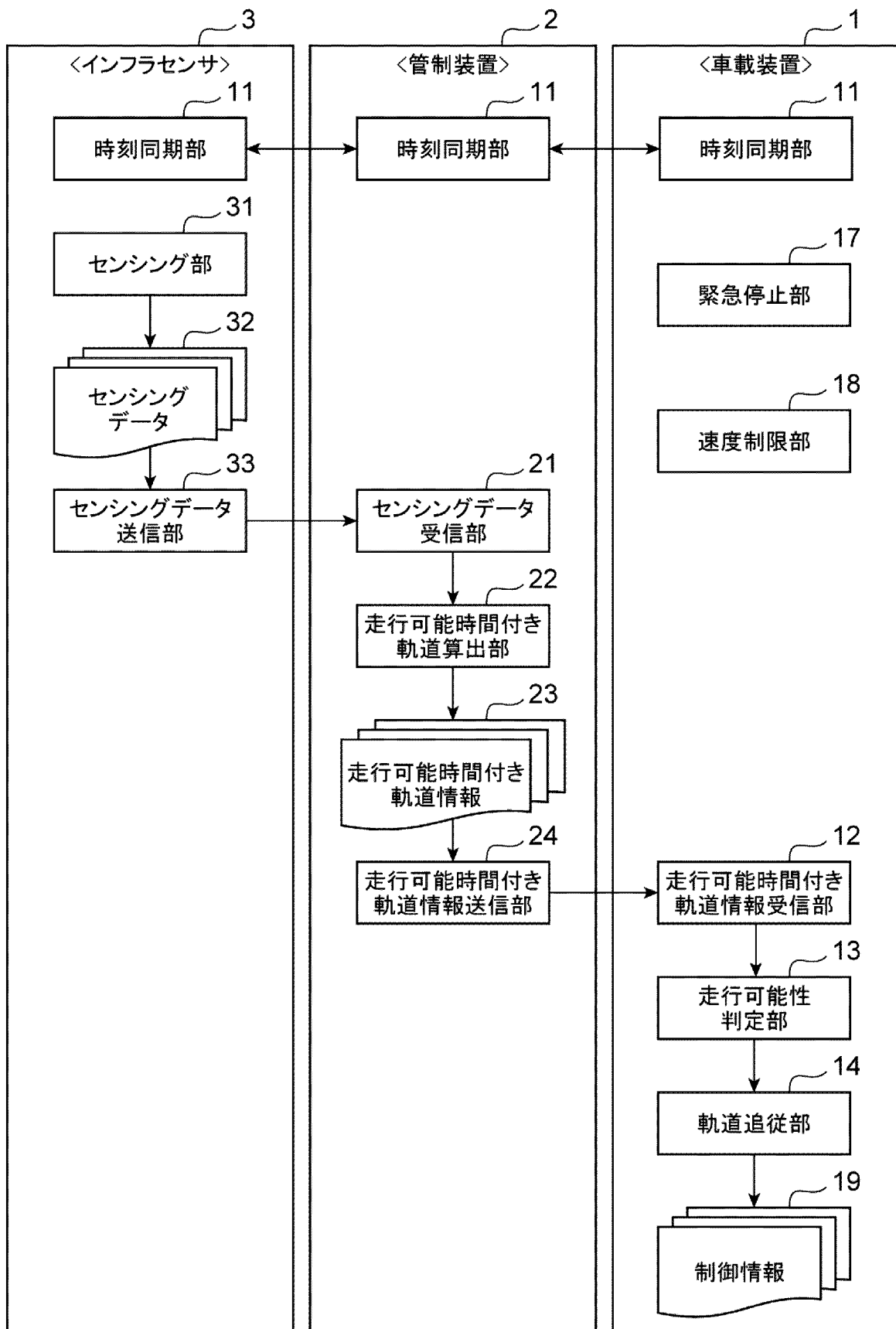
[図15]

図 1 5



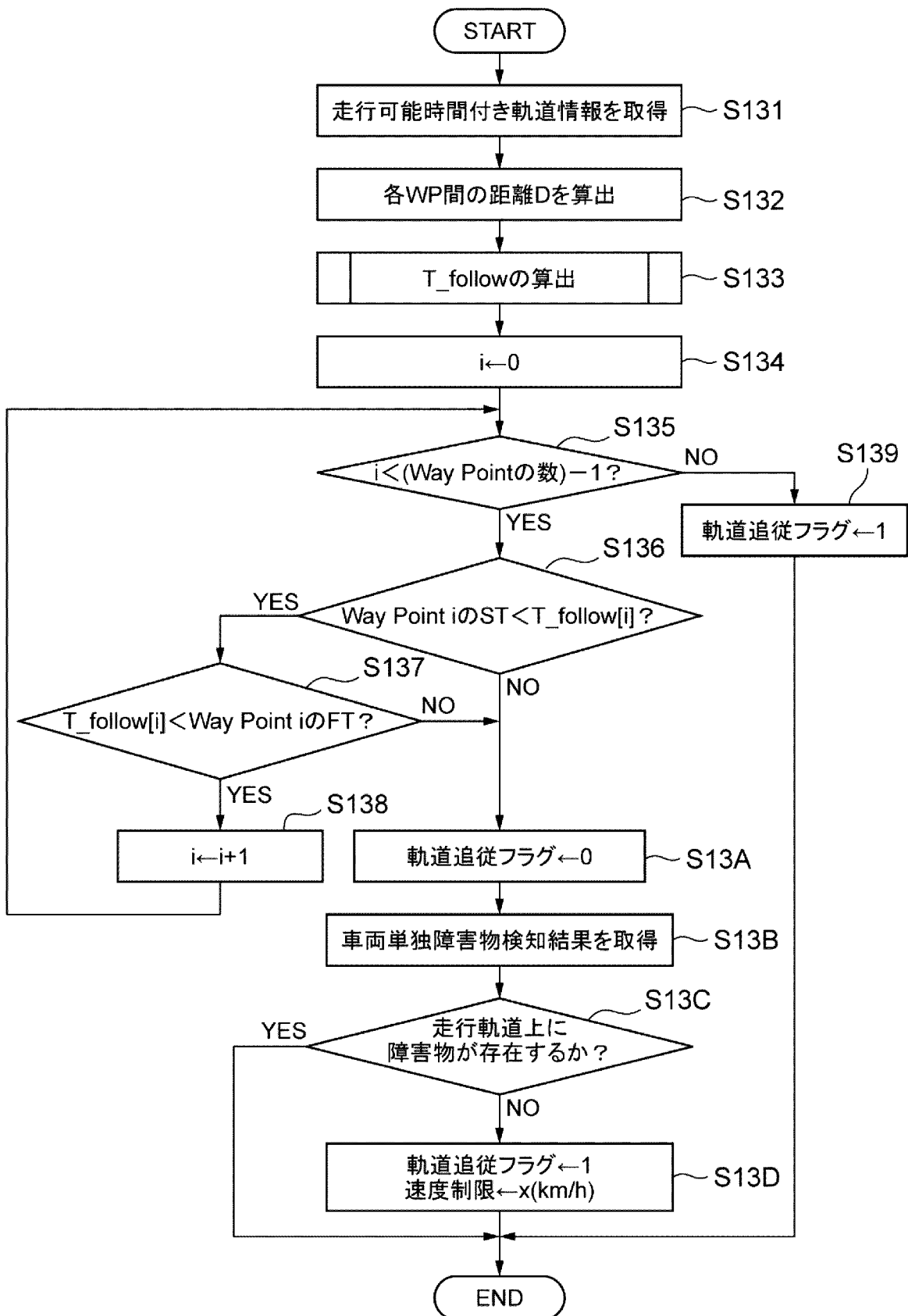
[図16]

図 1 6



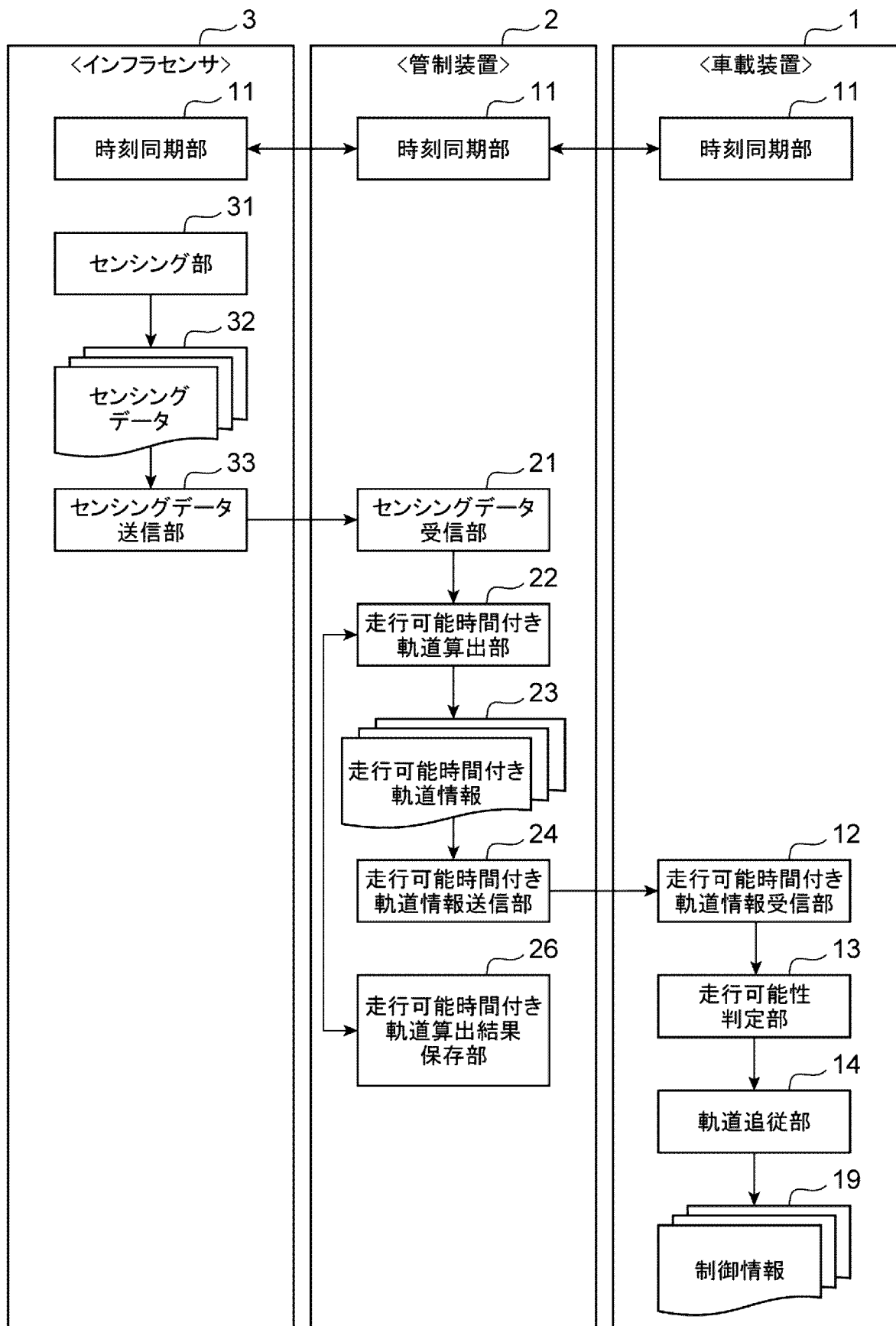
[図17]

図 1 7



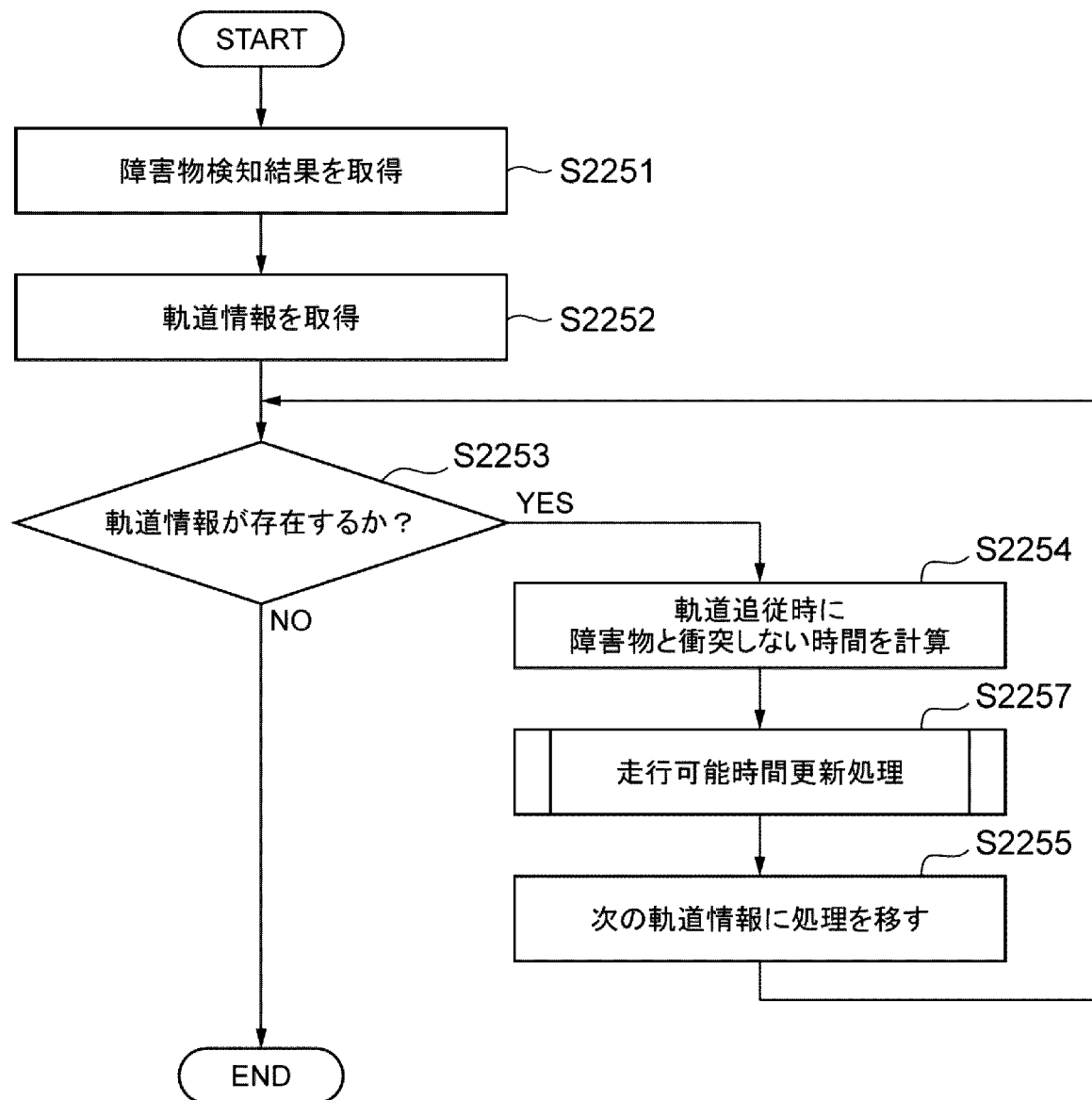
[図18]

図 1 8



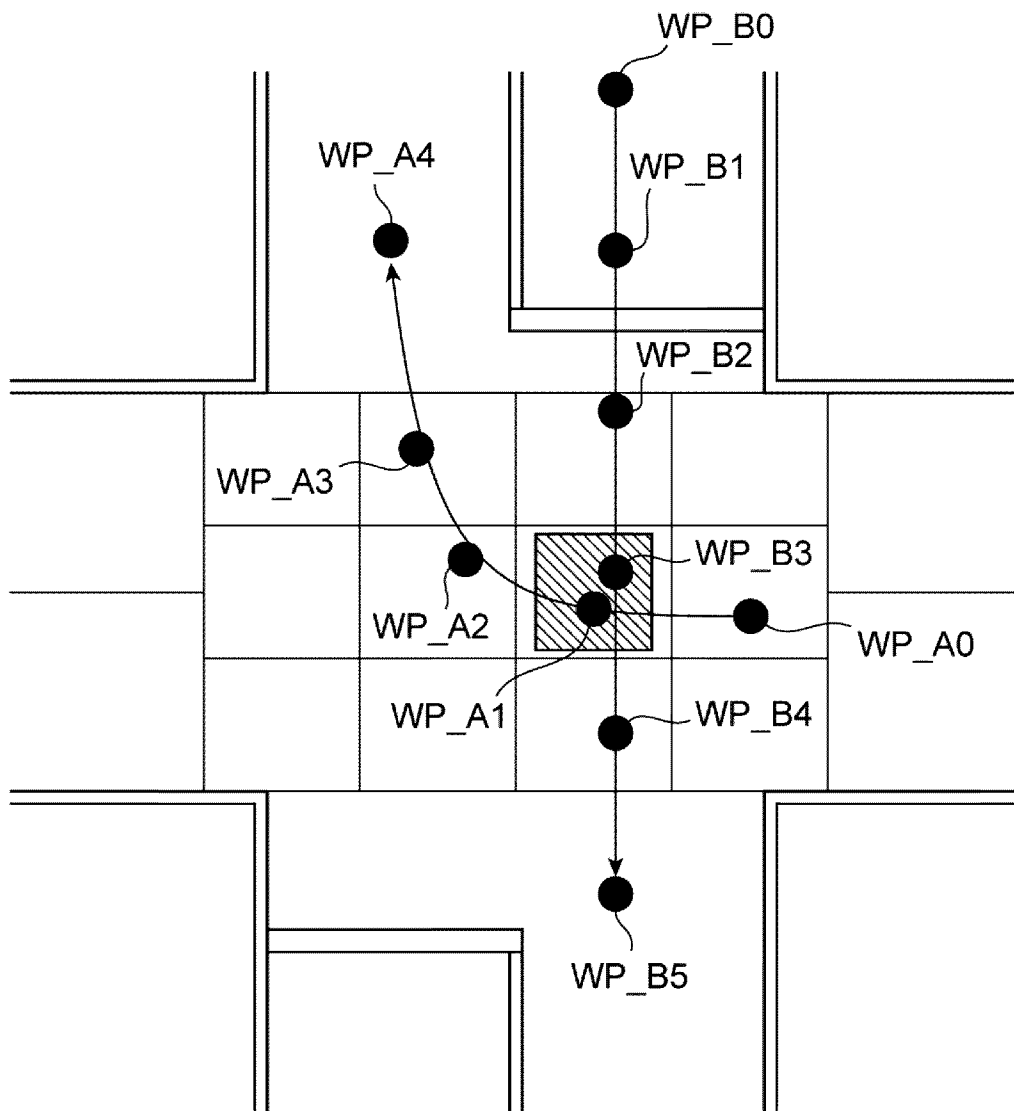
[図19]

図 1 9



[図20]

図 20



	ST	FT
WP_A0	T0	T2
WP_A1	T1	T3
WP_A2	T2	T4
WP_A3	T3	T5
WP_A4	T4	T6

	ST
WP_B0	T0
WP_B1	T1
WP_B2	T2
WP_B3	T3
WP_B4	T4
WP_B5	T5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G08G 1/16**(2006.01)i; **B60W 30/10**(2006.01)i

FI: G08G1/16 A; 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)

G08G 1/00-99/00; B60W10/00-10/30; B60W30/00-60/00; G01C21/00-21/36; G01C23/00-25/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

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 2017-173905 A (DENSO CORP.) 28 September 2017 (2017-09-28) paragraphs [0012]-[0042], fig. 1-3	1, 5
Y	paragraphs [0012]-[0042], fig. 1-3	6, 8
A	paragraphs [0012]-[0042], fig. 1-3	2-4, 7, 9
Y	JP 2020-91663 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraphs [0025]-[0033], fig. 1	6, 8
A	JP 2020-6763 A (DENSO CORP.) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraphs [0015]-[0042], fig. 1-6	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 October 2021

Date of mailing of the international search report

16 November 2021

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/JP2021/031311

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-173905	A	28 September 2017	US 2019/0079161 A1 paragraphs [0019]-[0054], fig. 1-3 WO 2017/159238 A1 EP 3432289 A1 CN 108701410 A	
JP	2020-91663	A	11 June 2020	US 2020/0180519 A1 paragraphs [0038]-[0046], fig. 1 CN 111273765 A	
JP	2020-6763	A	16 January 2020	US 2021/0114591 A1 paragraphs [0030]-[0059], fig. 1-6 WO 2020/008850 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/16(2006.01)i; B60W 30/10(2006.01)i FI: G08G1/16 A; 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）） G08G 1/00-99/00; B60W10/00-10/30; B60W30/00-60/00; G01C21/00-21/36; G01C23/00-25/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021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		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2017-173905 A（株式会社デンソー） 28.09.2017（2017-09-28） 段落[0012]-[0042], 図1-3	1, 5
Y	段落[0012]-[0042], 図1-3	6, 8
A	段落[0012]-[0042], 図1-3	2-4, 7, 9
Y	JP 2020-91663 A（トヨタ自動車株式会社） 11.06.2020（2020-06-11） 段落[0025]-[0033], 図1	6, 8
A	JP 2020-6763 A（株式会社デンソー） 16.01.2020（2020-01-16） 段落[0015]-[0042], 図1-6	1-9
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 22.10.2021		国際調査報告の発送日 16.11.2021
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） 平井 功 3Z 1177 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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/JP2021/031311

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-173905	A	28.09.2017	US	2019/0079161	A1	
				段落[0019]-[0054], 図1-3			
				WO	2017/159238	A1	
				EP	3432289	A1	
				CN	108701410	A	
JP	2020-91663	A	11.06.2020	US	2020/0180519	A1	
				段落[0038]-[0046], 図1			
				CN	111273765	A	
JP	2020-6763	A	16.01.2020	US	2021/0114591	A1	
				段落[0030]-[0059], 図1-6			
				WO	2020/008850	A1	