

(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 2022/050006 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01) *B60W 40/06* (2012.01)
G08G 1/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/029533

(22) 国際出願日: 2021年8月10日(10.08.2021)

(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 2020-146631 2020年9月1日(01.09.2020) JP

(71) 出願人: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 竹村 雅幸 (TAKEMURA Masayuki);
〒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 健(ENDO Takeshi); 〒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). 志磨 健(SHIMA Takeshi);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番
地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).

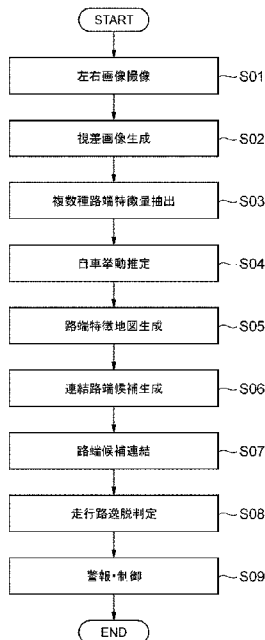
(74) 代理人: 特許業務法人平木国際特許事務所
(HIRAKI & ASSOCIATES); 〒1056232 東京都
港区愛宕二丁目 5 - 1 愛宕グリーンヒルズ
M O R I タワー 3 2 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置

図 2 4



S01 Capture left and right images
S02 Generate parallax image
S03 Extract a plurality of feature amounts of road edge
S04 Estimate behavior of host vehicle
S05 Generate road edge feature map
S06 Generate road edge candidates to be connected
S07 Connect road edge candidates
S08 Determine deviation from travel path
S09 Warning and control

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of obtaining an image processing device that, to control a vehicle more safely and comfortably, uses a sensor to sense the surrounding environment of a host vehicle and outputs information required for the control of the host vehicle and for warning. An image processing device according to the present invention detects a road edge of a travel path on the basis of a captured image from an on-vehicle camera, and is characterized by recognizing, from the captured image, the type of an object which constitutes the road edge and changing,

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))

in accordance with the type of the object, a parameter for detecting the road edge.

(57) 要約: 本発明の課題は、より安全かつ快適に車両を制御するために、センサを利用して自車両の周囲環境をセンシングし、自車両の制御や警報に必要な情報を出力する画像処理装置を得ることである。本発明の画像処理装置は、車載カメラの撮像画像に基づいて走行路の路端を検知するものであり、撮像画像から路端を構成するオブジェクトの種別を認識し、オブジェクトの種別に応じて、路端を検知するためのパラメータを変更することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両に搭載されたセンサを活用して車両周囲環境を認識する画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、センサを利用して路肩を検知し、予防安全や自動運転に利用する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-053818号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、予防安全に関する警報、制御機能が普及期を迎えている。この予防安全の実現のために未然に事故を予測するためのセンシング機能の開発も加速している。現在、普及している機能は、高速道路における予防安全機能、もしくは運転支援、もしくは一般道においては、衝突を未然に防ぐ緊急ブレーキに関するものが多い。その中で、予防安全機能の一つである、路端検知による走行路逸脱防止機能については、路端のセンシングの難易度が高いことからまだ普及期を迎えていない。

[0005] 走行路の区画を示すために人工的にペイントされた車線と異なり、路端には、必ずしも人工物の壁や歩道の段差があるわけではない。例えば高速道路の場合、路端には、人工的に整備された壁が設けられている場合が大半であり、車線ほどではないにしても連続的できれいな曲線であることが多く、路端の認識は比較的容易である。一方、一般道の場合は、電柱や岩、草、などの障害物が走行路に飛び出している場合もあり、車両が走行しやすいような曲率形状を事前にモデル化することが困難であり、路端を検知するセンシ

グの難易度が高い。また、一般道では、路端の形状だけでなく、路端の途切れ、また、路端の種別も混在するような環境であることも多く、路端の認識が難しいシーンが多数存在する。

[0006] 一般道においては、塀やガードレール、歩道などの構造物（オブジェクト）は、基本的に走行路に沿った方向の形状が多少なめらかな曲線でなかったとしても、連続につながっている場合が多い。ただし、これらの構造物であっても、店舗や自宅への入り口などでは、途切れが発生したり、他の障害物が遮っていたりするなど、不連続性があり、その路端の種別がすぐに変更されることもある。

[0007] また、走行路の側方には、非常に背が低く路面と高さの差がないような芝生や砂利、舗装のない土の領域や、または側溝、田んぼ、畑、などのように路面より高さの低い領域も存在し、これらの領域と走行路との間の境界も路端となる。そして、このように領域の種別がさまざまであるだけでなく、走行路の路端には、電柱や障害物、草や側溝の蓋、樹木などさまざまなものが不連続に存在し、これをより適切に認知することが重要な課題となる。

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、より安全かつ快適に車両を制御するために、センサを利用して自車両の周囲環境をセンシングし、自車両の制御や警報に必要な情報を出力する画像処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の画像処理装置は、車載カメラの撮像画像に基づいて走行路の路端を検知する画像処理装置であって、前記撮像画像から前記路端を構成するオブジェクトの種別を認識し、該オブジェクトの種別に応じて、前記路端を検知するためのパラメータを変更することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、一般道などにおいて複数種類の路端が不連続に存在するような環境であっても、適切に同一種類の路端の特徴を優先的に連結して認識することで、安定的かつ正確に、路端の検知を可能とし、走行路逸脱防止

機能の精度向上を図ることができる。

[0011] 本発明に関連する更なる特徴は、本明細書の記述、添付図面から明らかになるものである。また、上記した以外の、課題、構成及び効果は、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

[0012] [図1]本実施形態に係わる画像処理装置の全体構成を説明する図。

[図2]センサ部の内部構成を説明する図。

[図3]路端種別特徴部の内部構成を説明する図。

[図4]路端特徴量抽出部の内部構成を説明する図。

[図5]路端種別の具体例を模式的に示す図。

[図6]撮像画像を模式的に示す図と路端累積特徴量を抽出した画像を示す図。

[図7]低段差路端とマイナス路端の特徴量抽出方法を説明する図。

[図8]段差なし路端と走行路区分路端の特徴量抽出方法を説明する図。

[図9]自車挙動推定部の内部構成を説明する図。

[図10]自車挙動推定例を説明する図。

[図11]自己位置推定例を説明する図。

[図12]路端特徴地図生成部の内部構成を説明する図。

[図13]路端特徴地図の一例を示す図。

[図14]図13の路端特徴地図に内側特徴優先処理を施した地図を示す図。

[図15]種別に応じた走行路判定部の内部構成を説明する図。

[図16]連結路端候補生成条件を示す図。

[図17]図14に示す内側特徴優先処理を施した地図から連結路端候補を生成した地図を示す図。

[図18]路端候補連結条件を示す図。

[図19]複数種の路端の連結例(1)を示す図。

[図20]車両を含む路端の連結例(2)を示す図。

[図21]走行路区分を含む路端の連結例(3)を示す図。

[図22]警報制御部の内部構成を説明する図。

[図23]路端種別に対する警報と制御マージンの情報を示す図。

[図24]画像処理装置により実行される処理を説明するフローチャート。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

[0014] <画像処理装置>

図1は、本実施形態における画像処理装置の全体構成を示す図である。

画像処理装置1は、センサ部100と、路端種別特徴部200と、走行路判定部300と、警報制御部400を有している。

[0015] センサ部100は、障害物や走行路周辺の形状など車両周囲の環境を検出するセンサを有している。センサ部100は、車載フロントセンサを有する。本実施例では、図2上段(1)に示すように、左右カメラ部(ステレオカメラ)110を、車載フロントセンサの例として記載するが、センサ自体は、図2中段(2)に示すように、カメラ部150単体であっても、図2下段(3)に示すようにカメラ部170とL i d a r部180のF u s i o nセンサであってもよい。また、センサ部100は、必ずしもセンサを有している必要はなく、車両に設けられた各種センサからの検出信号を取得する構成であってもよい。

[0016] 路端種別特徴部200は、路端の種別に応じた特徴量(路端特徴量)の抽出を実施する。路端は、走行路とオブジェクトとの間に形成され、路端の種別は、オブジェクトによって異なる。路端種別特徴部200は、オブジェクトの種別ごとに路端特徴量を抽出し、その抽出した路端特徴量を用いて路端の種別を判定する。自車両の走行可否を示す走行可能領域を区分する境界、つまり、走行路の路端には、さまざまな種別が存在するため、同一の探索方法で異なる種別の路端の特徴量を抽出すること自体が難しかった。例えば、走行路の路面と比較して背の高い障害物、あるいは走行路の路面より低い領域、あるいは3次元の高さの差分はないものの走行路の路面と異なる性質の路面(例えば走行路面がアスファルトに対して、芝や砂利、土など)などのオブジェクトと走行路との境界を、路端として同一の画像処理アルゴリズム

で抽出することは困難であった。

[0017] これに対し、本実施形態では、路端種別特徴部 200 は、図 4 に示すように複数種類の抽出手段を組み合わせを利用して、複数の路端特徴量抽出アルゴリズムを併用する方式を採用する。路端種別特徴部 200 は、抽出した複数種別の路端の各特徴量を同一の空間（地図上）で統合する処理を実施し、ノイズ除去も併せて実施する。路端種別特徴部 200 は、抽出した路端特徴量をベースにして路端特徴地図を作成する。

[0018] 走行路判定部 300 は、路端種別特徴部 200 によって作成された路端特徴地図を利用して、路端の種別に応じた走行路判定を実施する。走行路判定部 300 では、路端種別特徴部 200 において路端の種別ごとに路端特徴量が抽出されるため、その路端特徴量を用いて路端特徴地図を作成する。そして、その路端特徴地図から路端候補を抽出し、それぞれの種別ごとに、路端候補の連結を実施し、連結された路端候補を利用して、互いに種別が異なる路端候補をさらに連結するかどうかを判定する。

[0019] 基本的に同一種別の路端特徴量は並んでいる可能性が高いが、路端特徴量の種別に応じてその連続性の発生頻度に違いが生じる。例えば、路端を示す道路脇のポールや、走行路を示す三角ポールなどの場合、互いに連結はされておらず、そもそもが連続して並ぶわけでもない。このため、走行路区分を示すマーカー自体が連続して並べることがほぼない上に、これらの場合には、互いに大きな間隔を有して走行路に並べられているため、これらの種別の特徴は、かなりの長い距離まで連結させて走行路区分を判断する必要がある。

[0020] 警報制御部 400 は、所定の状況下でドライバに警報を行い、状況が改善されない場合には、車両制御を行う。警報制御部 400 は、走行路判定部 300 の判定結果に応じて、車両が走行路の境界である路端に接近し、走行路から逸脱しそうな場合に、まず警報音の吹鳴や警報表示によりドライバに警報を行い、さらにそれでも、逸脱しそうな状況が継続される、もしくは、走行路境界との距離が著しく近い、もしくはこのまま操舵しなければ、ある一

定時間後には走行路を逸脱すると判定された場合には、操舵とブレーキの車両制御を実施し、車両が走行路を逸脱するのを抑制する。

[0021] <センサ部100>

図2は、センサ部の構成を説明する図である。

本実施例においては、先に示したように基本的には、ステレオカメラを前提とした実施例を記載する。ただし、先にも示したように、図2中段(2)、図2下段(3)にも示すように、センサ部100は、カメラ部150を有する単眼カメラであってもよく、また、カメラ部170とL i d a r部180を組み合わせたF u s i o nセンサであってもよいし、このほかのT O Fセンサや、ミリ波とカメラなどとのF u s i o nセンサなどであってもよい。

[0022] 図2上段(1)のセンサ部100がステレオカメラであると想定した本実施例においては、左右カメラ部110において左右カメラの撮像画像を取得し、これを幾何、感度の補正をして、左右カメラ部110の撮像画像がステレオマッチングするために必要な幾何的な補正である平行化を実施、左右カメラの色合い、輝度などが同じになるように設定する感度キャリブレーションを実施する。この感度と幾何のキャリブレーションを実施したのち、ステレオマッチング部120において左右の撮像画像のステレオマッチングを実施することで、視差画像を生成する。3D点群生成部130では、この視差画像からカメラ内部パラメータを利用して3次元点群を生成する。

[0023] <路端種別特徴部200>

図3は、路端種別特徴部の構成を説明する図である。

路端種別特徴部200は、路端特徴量抽出部210と、自車挙動推定部220と、路端特徴地図生成部230と、内側特徴優先部240と、内側特徴種別判定部250とを有している。

[0024] 路端種別特徴部200では、自車両が走行可能な領域を判定するために利用するための路端の特徴量を取得する。特に、路端特徴量抽出部210においては、走行可能な領域である道路と境界となる障害物や側溝、路肩ブロッ

クなどのオブジェクトが存在する位置からステレオカメラの3次元情報、カメラからの撮像画像の情報を利用して路端特徴量を抽出する。抽出した路端特徴量には、路端の種別情報と位置情報が含まれている。

[0025] 路端特徴量抽出部210では、これらの路端特徴量は、センサ部100で撮像される単フレームの結果ごとに、つまり、毎フレームにおいてそれぞれ抽出される。しかしながら、走行路の区分線は、単フレームのみで判定するよりも、過去に抽出した路端特徴量も合わせて判定した方が、安定的かつなめらかな境界を抽出可能である。つまり、前進する車両からすれば、自車の後方の路端を含めて走行路区分の境界を判定したほうがよい。

[0026] このため、抽出した路端特徴量を時系列に並べて地図上の路端特徴量とするために、自車挙動推定部220では、自車両の挙動を推定し、路端特徴地図生成部230では、推定した結果に基づいて、毎フレーム得られた路端特徴量を地図上に並べて投票する処理を行う。これにより、毎フレームにおいてそれぞれ得られた路端特徴量が自車両の上から見る俯瞰図上で並べられ、あたかも走行路との境界を示す地図のように路端特徴量が並べられる。この際に、特徴量の種別に関する情報も含めて地図上に投票する。つまり、地図上で路端が位置する点に、路端特徴量の種別に関する情報も紐付けて記憶させる処理が行われる。

[0027] しかしながら、この時点では、ノイズとして得られた路端特徴量も含めて地図上に並べられる。このため、地図上において、まずは、自車が走行する位置から横方向（走行路の路幅方向）に最も近い、つまり最も内側となるオブジェクトの特徴量を優先的に保持し、それよりも外側（路幅方向外側）に重複して存在する他のオブジェクトの特徴量を、地図上から削減する処理を、内側特徴優先部240にて実施する。これは、路端領域において、路幅方向内側に存在する路肩ブロックもしくは側溝、壁などのオブジェクトよりも、路幅方向外側に存在するより背の高い壁や樹木、ビルなどから構成されたオブジェクトの路端特徴量を排除することで、路幅方向で最も内側にあるオブジェクト、つまり、車両に最も近いオブジェクトによって構成される路端

を、より正しく、ノイズに影響をうけることなく判定できるようにする。

[0028] 次に、地図上にある閾値以上に投票された路端特徴量の種別情報について、自車両の右路端と左路端を別々に処理し、自車両の左右に並ぶ路端特徴量の種別を、内側特徴種別判定部250にて特定する。この際に、奥行き別に複数種類の特徴が混ざるような場合もありうる。基本は主となる特徴種別を特定、もしくは混合する特徴種別を複数個特定し、極端に特徴量の少ない種別に関してはノイズとする。

[0029] <路端特徴量抽出部210>

図4は、路端特徴量抽出部の構成を説明する図である。路端特徴量抽出部210は、立体物累積部211、移動体部212、低段差部213、マイナス段差部214、段差なし路端部215、及び走行路区分立体物部216を備えている。

[0030] 路端特徴量抽出部210では、オブジェクトの種類に応じて路端を検知するためのパラメータを変更する。ここでは、オブジェクトの種別に応じてさまざまな種類の路端特徴量を抽出する。図5は、路端の種類の例を断面で模式的に示す図である。図5(1)は、走行路(車道)501の路幅方向右側に側溝502が存在し、走行路501の中心よりも路幅方向左側の路端に背の高いフェンスが設けられた立体物累積領域503と、さらにその立体物累積領域503の路幅方向左側に歩道504がある例を示している。

[0031] 図5(1)に示す例では、走行路501と側溝502との間の境界、及び、走行路501と立体物累積領域503との間の境界が、それぞれ路端となる。そして、図5(2)は、走行路511の路幅方向左側に比較的低い段差を介して歩道514が設けられ、走行路511の路幅方向右側に凸条の路肩ブロック512が配置され、さらにその右側に歩道513が配置されている例を示している。図5(2)に示す例では、走行路511と歩道514との間の境界、及び、走行路511と路肩ブロック512との間の境界が、それぞれ路端となる。

[0032] そして、図5(3)は、走行路521の路幅方向左側に芝、砂利、あるい

は土などが走行路 5 2 1 の路面と同じ高さで連続する段差なし領域 5 2 2 が配置され、走行路 5 2 1 の路幅方向右側には、例えば田んぼ、畑、低地など、走行路 5 2 1 との間に段差を介して走行路 5 2 1 の路面よりも低いマイナス段差領域 5 2 3 が存在している例が示されている。図 5 (3) に示す例では、走行路 5 2 1 と段差なし領域 5 2 2 との間の境界、及び、走行路 5 2 1 とマイナス段差領域 5 2 3 との間の境界が、それぞれ路端となる。

[0033] 例えば、図 5 (1) に示すように、立体物累積部 2 1 1 では、走行路 5 0 1 の路面と比較して背の高い立体物に対して特徴量を抽出する。立体物累積部 2 1 1 は、立体物の背が高いほど、つまり、路面高さが高いほど、より特徴量が累積して、安定した特徴量を抽出できる。図 6 (1) は、ステレオカメラで撮像した原画であり、図 6 (2) は、視差画像を利用して作成した累積特徴量抽出画像である。立体物累積部 2 1 1 では、左右一対の原画を用いて視差画像を生成し、走行路の視差画像に対する累積路端特徴量抽出処理を実施する。図 6 (1) に示す原画 6 0 1 には、先行車 6 0 2 が撮像されており、走行路 6 0 3 の左右には路肩ブロック 6 0 4、6 0 5 と壁 6 0 6、6 0 7 が配置されている。

[0034] 路端特徴量抽出部 2 1 0 では、図 6 (2) に示すように、横方向に画像横座標、縦方向は奥行きを示す視差値とし、下側にあるほど視差値が大きな近距離、上側であるほど視差値が小さな遠距離とする画像を生成する。そして、視差画像のそれぞれ横座標 1 列ずつ、投票処理を実施する。例えば、自車両の存在する画像中心で考えると、視差画像の下側は路面上の視差値であるため、視差画像の下側から 1 視差値ずつ読み込めば少しずつ遠距離の視差値となり投票場所が少しずつ上側に移動する累積路端特徴量抽出結果となる。

[0035] しかしながら、視差画像が先行車の足元位置にたどりついたところで、先行車の足元位置から屋根位置までの視差値は奥行き距離が一定となる。したがって、累積路端特徴量抽出画像では、同じ視差値、同じ画像横座標に累積路端特徴量の投票が集まることになり、投票値が高い結果となる。これは同様に、路肩ブロックや壁も同じような結果となる。

[0036] 視差画像上での路面は、視差画像の上側に行くほど、奥行きが遠くなるため、特徴量が累積されることなく分散した場所へ投票される。しかしながら、路肩ブロックや壁のように、高さのある物体の位置にさしかかると、視差画像上では上方向に連続して同じ視差値となるため、視差値と画像横座標とからなる投票空間上においては、視差値が累積される結果となる。このため、本実施例においては、この投票空間上において視差値が累積されるほど、壁や路肩ブロックなど路面よりも高い障害物が存在することを想定する。図6（2）に示す例では、左右の壁616、617の位置に、より多くの視差値が累積されており、明確に白く示されている。そして、路肩ブロック614、615の位置および先行車の足元位置にも、視差値が累積されて白く示されている。

[0037] 上記、立体物累積部211において得られた特徴量の中には、移動体の側面に関するような特徴量も存在する。例えば、移動体として隣接車線を走行する車両が存在する場合、単フレームの処理で考えれば、壁と同様に特徴量が累積されるため、この移動体に対しても特徴量の抽出が可能である。この抽出された特徴量と、車両検知の結果を合わせて利用することで、移動体に対する特徴量であることを移動体部212で特定し、立体物累積部211とは異なる種別の特徴量として扱う。つまり、移動体部212では、先行車や対向車等の移動体の特徴量を抽出する処理を行う。

[0038] 低段差部213では、立体物累積部211においては特徴量を抽出しづらい5cm程度の低段差の特徴量を主に抽出する処理を行う。図5（2）の左側に示すように、低段差の歩道514は、走行路511の路面と比較して高さの差が小さいことから、立体物累積部211において抽出される特徴量では累積量が少ない。したがって、低段差部213にて、専用に低段差の特徴量を抽出する処理を行う。

[0039] 図7は、低段差路端とマイナス路端の特徴量抽出方法を説明する図である。例えば図7の左側に矢印711で示すように、視差画像701上を走行路703の中心位置702から左方向に探索する。視差値と画像位置から3次

元位置を計算し、走行路 703 の路面の高さと比較して高い段差が生じるかを比較し、走行路 703 との間に閾値以上の高い特徴量が連続して抽出された箇所を、走行路 703 との間の路端特徴量として抽出する。

[0040] 同様に、マイナス段差部 214 では、これまでの手法では特徴量を抽出することができなかった走行路 703 の路面より低い段差を抽出する。センサ部 100 のステレオカメラでは、例えば側溝 705 などの走行路 703 の路面よりも低い段差を検出することができる。マイナス段差部 214 は、例えば図 5 (1) 右に示す側溝 502 や、また、図 5 (3) 右に示す田んぼや畑などの、走行路よりも低いマイナス段差領域 523 の特徴量を抽出する。例えば図 7 の右側に矢印 712 で示すように、視差画像上を走行路 703 の中心位置 702 から右方向に探索する。視差値と画像位置から 3 次元位置を計算し、路面の高さと比較して、路面よりも低い段差が生じるかを判断し、走行路 703 の路面よりも閾値以上に低い特徴量が連続して抽出された箇所を、走行路 703 との間の路端特徴量として抽出する。図 7 に示す例では、低段差部 213 によって路面よりは高いがその高さが低い歩道 704 の特徴量を抽出し、マイナス段差部 214 によって路面よりも低い側溝 705 の特徴量を抽出することができる。

[0041] 図 8 は、段差なし路端と走行路区分路端の特徴量抽出方法を説明するイメージ図である。段差なし路端に関しては、図 8 の左側に示すように、舗装された道路の左側に走行路 803 A と同じ高さであるにもかかわらず、芝や砂利、土など、走行路 803 と異なる物質で構成され、走行に適さない段差なし領域 805 との境界を、段差なし路端の路端特徴量として抽出する。この段差なし領域 805 の識別のためには、基本的に Deep Learning のような機械学習を利用して、走行可能な路面領域（走行路 803 A）と走行不可な段差なし領域 805 とを抽出し、この境界を、路端特徴量として段差なし路端部 215 にて抽出する。

[0042] 最後に、走行路区分立体物に関しては、図 8 の右側に示すように、工事中などの理由によって車両の走行を制限する目的で、三角ポールを臨時的な並

べるような場合が存在する。また、車両移動方向を制限する目的などで駐車場や店舗に入る前の交差点など、ポールが常設されているような場合もある。特に工事の三角ポールなどは暫定できない目的であるため、三角ポール同士の距離が離れている、そもそも設置個数が少ないなど、走行可能領域と工事のため走行不可にしたい領域との分割が難しい。

[0043] ただし、ステレオカメラでは、走行路803Bに並べられている三角ポールを立体物として抽出可能である。このため、立体物として検知された後に、その大きさが一般的な三角ポールの範囲内であるとする、識別機にてこれが車両の移動を制限するために利用されるような三角ポールであるかどうかの識別を実施する。車両の移動を制御する目的の走行路区分立体物であると識別された場合には、路端特徴量として走行路区分立体物部216にて抽出する。

[0044] 路端特徴量抽出部210は、各抽出部211～216において抽出された種々の特徴量に対して、抽出された処理ごとに、種別情報を付加する。これにより、どの種別の特徴量が並んでいるかなどの判定に利用する。

[0045] <自転車挙動推定部220>

図9は、自転車挙動推定部の構成を説明する図である。

自転車挙動推定部220では、自転車の挙動をCAN情報である車速センサの結果や、ヨーレートもしくは操舵角度などの車両情報を活用し、図10(1)に示すような4輪モデルによる自転車の挙動予測を挙動推定演算部221にて実施する。

[0046] この自転車挙動推定結果に基づいて、図13及び図14に示すように、路端特徴量を自転車を上から俯瞰したような2次元の座標系において並べることで、自転車が走行したエリアにおける短期間の自転車相対の地図を生成する。しかしながら、図10(1)に示すようなCAN情報から自転車挙動を推定する手法では、タイヤの空気圧や滑りなど、誤差が多い。このため、CAN情報からの予測だけでなく、もっと高精度の予測を行うために、図10(2)に示すように、時系列の対応点を活用して、自転車の2フレーム間の挙動推定

を相対位置姿勢推定部 222 にて実施する。つまり、本実施形態では、自車の車両情報とステレオカメラの撮像画像を用いて自車の挙動を認識する。図 10 (2) には、タイミング T [frame] と $T+1$ [frame] において自車の右カメラで撮像された画像と、互いの画像において対応する点が示されている。

[0047] この手法の場合には、車のタイヤの滑りやタイヤの空気圧、サイズなどに影響されることなく、自車の挙動推定を実施することができる。より精度の高い自車挙動を利用したい場合には、挙動推定演算部 221 の結果を利用する。ただし、この相対位置姿勢推定部 222 は、撮影された画像によっては、対応点を必ずしも安定的に抽出できるかわからない。このため、実際には、基本的にはフレーム間の対応点が得られ相対位置を推定できた場合には相対位置姿勢推定部 222 の結果を利用し、反対に対応点が得られなかった、もしくは得られたとしても移動体などが多く安定した車両挙動が得られなかった場合には、挙動推定演算部 221 の結果を利用する併用方式を採用する。

[0048] さらに、計算負荷が高くなるものの SLAM を利用したような自己地図位置推定部 223 の結果を活用してもよい。この SLAM の結果が利用できなかった場合にのみ挙動推定演算部 221 の結果を利用してもよい。図 11 (1) は、壁 1102 および 1103 で囲まれた道路 1101 の曲がり角を、車両 V_0 が通過する状態と、車両 V_0 が曲がり角を通過する際に埋め込んだ前回のセンシング結果 (T [frame]) 及び今回のセンシング結果 ($T+1$ [frame]) を示す図である。図 11 (1) に示すように自分で生成した地図の中に対応点の情報を埋め込んでおいて再度同じルートを通る際に、自己生成した地図内に保存された対応点の情報と、現フレームから抽出された対応点をマッチングさせることで、地図上での自己位置姿勢を推定し、時系列の移動量も求めるような方式でもよい。

[0049] 図 11 (2) は、高精度地図のイメージ図である。

本実施形態では、高精度地図位置推定部 224 の結果を活用しても良い。

高精度地図 1110 は、例えば、走行車線 1111 と、走行車線 1111 から分岐する分岐車線 1112 と、分岐車線 1112 の路端 1113 と、分岐 1114 と、中央分離帯 1115 と、反対車線 1116 と、反対車線 1116 に合流する合流車線 1117 と、合流車線 1117 の路端 1118 の情報を含んでいる。図 11 (2) に示すような自動運転のために高精度地図がもともと準備されているような場合には、この高精度地図と自車位置姿勢の推定を実施する手法であってもよい。もしくは高精度 GNSS を活用して、このような高精度地図上の位置を把握する手法であってもよい。これら自車挙動推定部 220 では、これら複数の手法で並列して自車挙動を推定し、その中から精度の高いものを採用する。

[0050] <路端特徴地図生成部>

図 12 は、路端特徴地図生成部の構成を説明する図である。

路端特徴地図生成部 230 では、毎フレーム抽出された路端特徴量抽出部 210 で得られた路端の特徴量を、自車挙動推定部 220 で得られた結果を利用して、図 13 に記載するように、自車両真上から見た俯瞰図である路端特徴地図において時系列に並べる。

[0051] 更に、自己位置推定用地図生成部 232 においては、路端の地図だけでなく、フレーム間の移動量を抽出するために利用された対応点の位置、およびその際の対応点の特徴量などを地図上に 3 次元位置で保存する。一旦、自己位置推定用地図が完成してしまえば、次回、同じ道路を走行する際には、その正確な位置を復元するために、地図に保存された対応点の位置と、現フレームで検出された対応点とで対応関係を抽出することで、フレーム間だけでなく、地図上との対応点も得ることにより、地図上における位置を特定することが可能となる。

[0052] <路端特徴地図>

図 13 は、路端特徴地図の一例を示す図である。

図 13 に示すようなシーンにおいては、図 13 の上側に示される走行路 1311 では、車両 V_0 が中央分離帯側の走行路 1311A を走行し、ステレオ

カメラで検知範囲 1 3 2 0 の検知を行う。そして、路端特徴量抽出部 2 1 0 によって車両 V_0 の進行方向左側の路端特徴量が抽出され、自車挙動推定部 2 2 0 の推定情報に基づき、路端特徴地図生成部 2 3 0 によって、その時系列の結果が俯瞰の地図上に示される。このシーンにおいては、側溝 1 3 1 3 が走行路 1 3 1 1 B の白線よりも路幅方向外側（側方）にあり、さらにその外側に複数の建築物 1 3 1 5 が並んで配置されている。このような場合には、側溝 1 3 1 3 の特徴量と、その奥の建築物 1 3 1 5 に対する立体物累積（路端特徴量） 1 3 3 1 とが、それぞれ 2 種類とも抽出できる。なお、側溝 1 3 1 3 は、走行路 1 3 1 1 B に沿って連続して設けられているが、一部に蓋 1 3 1 4 が被せられて部分的に途切れた箇所があり、走行方向における特徴量の隙間となる。

[0053] 図 1 3 の下側に示される走行路 1 3 1 2 に関しても同じように、車両 V_1 が路肩ブロック側の走行路 1 3 1 2 B を走行し、車両 V_1 の進行方向左側の路端特徴量を抽出し、その時系列の結果が俯瞰の地図上に示されている。走行路 1 3 1 2 B の白線よりも路幅方向外側には、背の低い 1 5 c m 程度の路肩ブロック 1 3 1 6 と、さらにその外側に歩道 1 3 1 7 を介して壁 1 3 1 8 が配置されており、これらに関しても同様に立体物累積の特徴量抽出が可能となる。なお、路肩ブロック 1 3 1 6 は、走行路 1 3 1 2 B に沿って連続して設けられているが、部分的に途切れた箇所があり、走行方向における特徴量の隙間となる。

[0054] このように走行路の路幅方向一方側と他方側にはそれぞれ複数の特徴量が 2 重に存在し、かつ走行方向に特徴量の隙間が存在するような場合には、その隙間が長くなるほど、どのように特徴量を連結して路端と判断すべきかが難しくなる。

[0055] 高精度地図情報付加更新部 2 3 3 は、図 1 1 （2）に示すような高精度地図に対して高精度地図と自己位置の関係を保存する対応点の保存を実施し、これを適宜更新する処理を行う。

[0056] <内側特徴優先部>

図 1 4 は、内側特徴優先部による内側特徴優先処理を実行した後の路端特徴地図の一例を示す図である。

路端種別特徴部 2 0 0 の内側特徴優先部 2 4 0 は、走行路の側方に複数の特徴量が重複して存在する場合に、重複する外側の特徴量を消去する処理を行う。本実施例においては、走行領域の内側に近い特徴量、つまり、路幅方向において自車両に近い方の路端特徴量を優先させるための処理として、自車両走行方向から見て内側の特徴量を路端特徴量として優先し、その外側に存在する特徴量を消去する処理を実装する。図 1 4 に示すように、自車両から見て最も内側にある路端特徴量 1 3 3 1、1 3 3 3、1 3 3 4 のみを残し、その外側にある重複した特徴量 1 4 0 1～1 4 0 6 を俯瞰の地図上から削除する。これによりまず内側に存在する路端の特徴量を優先して選定することが可能となる。

[0057] しかしながら、内側にある路端特徴量が、ほぼ連続して存在するような場合には、あまり問題にはならないが、実際の走行シーンにおいては、内側に存在する路端に関しても、歩道 1 3 1 7 に車の出入りを考慮して途切れている区間や交差点の近くでは路端がなくなる区間も存在する。側溝 1 3 1 3 に関しても車や歩行者が通行できるように舗装されている区間や蓋 1 3 1 4 によって閉塞されている区間など、特徴量が途切れることはよくあるため、単純に路端特徴量を走行方向に沿って連結すると問題が生じるシーンは多々存在する。このために種別に応じて適切に路端候補を連結することを考慮する必要がある。

[0058] <内側特徴種別判定部>

本実施形態では、内側特徴種別判定部 2 5 0 により、まず、どのような路端種別の特徴量が現状存在するかを判定し、さらに、これらの種別ごとの特徴量の横位置の最頻値を算出する。例えば、図 1 4 において上側に示される例の場合には、車両 V_0 から見て、路幅方向外側 5 m の位置（横位置）にマイナス段差の特徴量（側溝 1 3 1 3 の特徴量）が存在し、この特徴量の半分くらいの量（走行方向に沿った長さ）ではあるものの、さらに路幅方向外側で

ある 8 m の位置（横位置）に、建築物 1 3 1 5 を抽出した立体物累積（路端特徴量） 1 3 3 1 が存在する。このように図 1 4 において残っている特徴量を車両の進行方向に対して投影するように累計する。つまり、横位置別にどのような種別の特徴量が、どの程度進行方向に並んでいるかを調査する。ある種別の累積結果が蓄積されることにより、内側路端候補の種別を特定する。このように種別と大まかな横位置を抽出することで、この後に適切に路端候補を連結するための判断材料に利用する情報とする。

[0059] <走行路判定部>

図 1 5 は、走行路判定部の構成を説明する図、図 1 6 は、連結路端候補生成条件を示す図である。

走行路判定部 3 0 0 は、路端特徴量の種別に応じた走行路の判定を行う。この種別に応じた走行路判定部 3 0 0 では、路端種別特徴部 2 0 0 で抽出された複数種類の路端特徴量を地図上に投票し、内側優先でノイズ除去した地図上の路端特徴量とその種別情報を活用して、最終的な走行路判定を実施する。走行路判定部 3 0 0 は、連結路端候補生成部 3 1 0 と、路端候補連結部 3 2 0 と、走行路区分判定部 3 3 0 を有している。

[0060] 連結路端候補生成部 3 1 0 では、図 1 6（１）に示すように、地図上の路端特徴量を利用して、同一の特徴量種別の路端を路端候補として選別して連結するか否かの判断処理を行う。ただし、連結すべきか、また路端候補とすべきかの連結路端候補生成条件となる閾値を、図 1 6（２）に示すように、路端の種別に応じて変更する。これは、オブジェクトによって構成される路端の種別に応じて、特徴量の信頼度や、道路構造上連続して存在しやすい物体かどうかの条件を考慮することで、走行路区分判定部 3 3 0 においてより適切に走行路区分を判定することができる。

[0061] 路端候補連結部 3 2 0 は、路端の種別を考慮して、同一種別の特徴量の路端候補を優先的に連結することにより、自転車に対して路幅方向内側に存在する正確な路端を正しくトレースすることを可能とする。例えば種別を判断せず、単に路幅方向内側に存在する特徴量を優先して接続すると、特徴量の途

切れごとに、異なる路幅方向外側の壁などにも、路端境界線が引かれてしまい、安定した路端境界線を引くことが難しい。同一種別の路端特徴量を優先して連結して路端境界線を引くことによって、より安定的に路幅方向内側の路端候補を連結することが可能となる。

[0062] <連結路端候補生成>

図16(2)に示す表の見方としては、路面高は、地図1点における特徴量の投票量を意味しており、背の高い物体であるほど、ステレオカメラの視差画像上で多くの奥行き情報を得ることができるため投票量が多く、信頼度が高くなる。路面高は地図上の投票量の多さでこの閾値以上の投票量があれば路端候補として連結する。

[0063] 図16(3)に示すように、路端種別特徴部200の立体物累積部211が走行路の路幅方向外側1612に存在する物体1316の路端特徴量を抽出し、走行路判定部300の連結路端候補生成部310が、路端特徴量として連続する立体物累積1333を接続しつづけた結果、最小の走行方向長さL0が、図16(2)の表において最小長と記された閾値未満であれば、路端候補としては短すぎるため、路端候補として認めないこととする。さらにこの特徴量に走行方向に隙間が空いた場合にも、この最大間隔L1が、図16(2)の表に示される閾値未満であれば、同一の路端候補であるとし、この路端候補を連結して扱う。

[0064] 例えば、壁や障害物であれば、基本的に背の高い立体物であるため、投票量が高く、また連続を考慮すると壁の連続性は高いものの、たとえば樹木や電柱などの障害物も考慮すると、走行方向への長さは短い可能性も十分にある。このため、高さ方向の投票量が多ければ、多少短い50cm以上の奥行き方向でも路端候補として認めると考量する。さらに、最大間隔とは、走行路において隙間が空く場合を考慮して同一と扱うと判断する最大の奥行き幅の閾値とし、壁や障害物はよく隙間が空くことを考慮して最大500cmまでは同一路端候補の接続条件とし、連結して扱う。

[0065] 次に、移動体(車)の場合には、ある程度の車高であることが特定されて

いることから高さは100cm以上とし、また長さは50cm以上で2輪なども対象とする。2輪車や4輪車においても途中で途切れることはないが、車体の途中で画像的な特徴が少ないためにステレオの視差が出にくい領域があることも考慮して隙間の最大間隔は100cmまでは認めるものとし、移動体の同一特徴量を連結する。つまり、最大間隔が100cm未満のものについては、同一の移動体であるとして、路端候補を連結する。

[0066] 次に、路肩ブロック1316の特徴量においては、歩道と車道を分離するブロックの高さが10cm以上のものを対象とする。歩道は、壁や移動体と比較して高さが低いため、路端としての特徴の1点1点の投票量が少ない。したがって、走行方向に沿ってある程度の長さがある初めて路肩ブロック1316の候補として認めるようにするために、最小長を100cm以上とする。路肩ブロック1316の場合には、車の出入りする場所や、樹木が植えてあるような場合など含めてしばしば途切れる場合が多い。このため、最大間隔が500cmまでは路端候補を連結することとする。

[0067] 路肩ブロック1316に関しては、それ以上に隙間が空くような場合もあるが、これ以上に伸ばしていくと交差点などで途切れた路肩ブロック1316も連結されてしまい、直交する交差点へ右左折できないような判定になると困る。したがって、基本的には最大間隔が500cmまでの路肩ブロック1316を連結する。これ以上に路肩ブロック1316の隙間が広い場合には、別の路肩ブロックとして扱うこととする。

[0068] マイナス路端に関しては、マイナス段差部214において、走行路面と比較して低くなる段差に対して特徴量を抽出している。走行路面より低い場所にある畑や田、側溝など、の境界に特徴量を抽出している。しかしながら、走行路面より低い場所の特徴量は、影の影響などを受けて特徴量が出にくい場合も多く、信頼度が低い。また、高さ方向に同じ奥行きの特徴量が累積されるなどのこともないために、信頼度が低い。このため、200cm以上とある程度の長さの条件が整わない場合には、信頼度が低いため、路端候補連結部320では、そのようなマイナス段差を路端候補としては利用しない。

マイナス段差も途切れる場合が多々あるが、あまりに長い距離を結ぶと誤検知の影響も気になるため、ここでは300cmまでの隙間は、同一の路端候補として連結するものとする。

[0069] 段差なし路端に関しても同様に、路端特徴量抽出部210の段差なし路端部215において、撮像画像が有する路面上のテクスチャ情報を使用して、走行路と側方領域との区別を実施し、走行路と側方領域との間でテクスチャが異なると判定された境界領域に特徴量が投票されている。この地図上の得票を利用して、段差なし路端としての路端候補を接続する。テクスチャの判定にも不安定な場合が存在するため、200cm以上連続した場合にのみ、路端候補とし、また隙間については300cmまでとする。

[0070] 最後に、三角ポールなどの走行路区分立体物に関しては、高さ30cm以上を対象とし、最小の走行方向の幅は10cm以上とする。走行路区分立体物に関しては、かなりの大きな隙間が空いている場合やかなり短い物体を接続して路端として認識するために、この特徴量に関しては、識別機を利用している。このため10cm以上の幅で路端候補として特定するだけでなく、800cmまでは離れた走行路区分立体物も接続して、路端候補とする。

[0071] 走行路区分判定部330は、路端候補連結部320によって連結された路端候補の情報を用いて自車の走行路区分を判定する処理を行う。

[0072] <連結路端候補の生成>

図17は、図16の条件に基づいて、連結路端候補生成部310によって同一の特徴量種別の路端候補を連結した例を示す。

内側優先により外側の路端特徴量が削除されている状況において、図17の上側に示される走行路1311Aを走行する車両V₀の左側の路端について連結を説明する。

[0073] まず、立体物累積1331の特徴量については、路面高さ及び最小長が50cm以上のものを路端候補とする。したがって、図17に示す例では、建築物1315については、2つの路端候補1702、1703が発生する。これら2つの路端候補1702、1703は、最大間隔が500cm以上離

れているため、互いに連結されずに、別々の路端候補として生成される。図 17 では、立体物累積 1331 の特徴量を示す黒丸を直線でつなぐことによって、連結したことを表現している。

[0074] 次に、複数の互いに隣接するマイナス段差特徴量 1334 を連結する。図 17 に示す例では、側溝 1313 のマイナス段差は、側溝 1313 を閉塞する蓋 1314 によって一部が途切れている。しかし、連結状態でマイナス段差の最小長が 200 cm 以上を路端候補として、マイナス段差の最大間隔が 300 cm 未満であればそのマイナス段差特徴量 1334 の連結を継続し、マイナス段差の最大間隔が 300 cm 以上に離れている場合には、別の路端候補として扱う。このため、図 17 の上側に示される車両 V_0 の左側の路端としては、路幅方向内側にマイナス段差の 2 つの路端候補 1701、1704 ができることとなる。

[0075] マイナス段差は、蓋 1314 によって途切れている 1 つの部分の長さが 300 cm 以上途切れていることから、2 つに分割されて一方がマイナス段差の路端候補 1701 となり、蓋 1314 で途切れている他方は、途切れた部分の長さが 300 cm 未満のため、連結された 1 つの路端候補 1704 とする。

[0076] 次に、図 17 の下側に示される走行路 1312B を走行する車両 V_1 についての進行方向左側の路端候補について考慮すると、路幅方向外側の壁 1318 は、内側優先の処理でノイズ除去されているため、比較的短い 2 つの路端候補 1712、1713 ができる。さらに、その内側に低段差の路肩ブロック 1316 が路端候補として連結されるが、路肩ブロック 1316 の途切れ部分が 2 つある。一方の途切れ部分が閾値の 500 cm 未満の長さであり、もう一方の途切れ部分が閾値の 500 cm 以上の長さであるため、一方の低段差 1333 どうしを連結した路端候補 1714 と、他方に低段差 1333 が分割された路端候補 1711 を生成する。

[0077] <路端候補連結条件>

次に、生成された路端候補を連結する条件を図 18 に示す。特に複数種の

路端候補に対する連結を実施するが、複数種の中に移動体を含むような場合と、走行路区分立体物が含まれる場合には条件が異なる。

[0078] 特に、複数種の路端候補の中に移動体を含む場合には、路端横位置のずれが大きい場合であっても連結を実施する。これは、移動体の場合、路肩ブロックや壁と比較すると横位置が大きく変化することが予想されるためであり、本実施形態では、横位置（他の路端候補との路幅方向の距離）が±600cm離れていても路端候補の連結先として認めることとする。反対に他の路端候補においては、それほど大きく横位置が変化することは少ないことから、±200cm程度までを路端候補の連結先として認める。もちろん滑らかに広がっていく走行路のような場合には、そのまま接続する。また、走行路区分立体物の場合には、そもそも路肩ブロックや壁、側溝などから横位置を離して並べることで車両が入れないような区分線として利用することが多いため、横位置の分布を±300cmまでは路端候補の連結先として認めるものとする。

[0079] <路端候補連結例（１）－（３）>

図19から図21までに、上記の連結路端候補同士をさらに連結する路端候補連結部320において路端候補の連結例を示す。この路端連結結果を利用して、走行路区分判定部330において、最終路端位置と種別を確定する。図19から図21では、太い黒破線によって、路端候補の連結後の最終結果を示すこととする。

[0080] 図19は、複数種路端連結例(1)を説明する図である。

図19の上側に示されている車両V₀にとっての左側路端を考慮すると、こちらの路端は、路端候補1701と1704との間のように側溝1313の路端が途切れている個所において、500cm以上進行方向から離れた位置に再度側溝1313がでてきて、側溝1313を塞ぐ蓋1314が、500cm以上続いている。このため、横位置の異なる方向に接続可能かを検討するが、進行方向に対する横位置を200cmよりも離れた図で上側に示された位置に建築物1315の路端候補1702がある。

[0081] しかし、連結条件より離れているため、今回の連結対象にならず、ここは単体の側溝 1 3 1 3 の路端が 2 つ存在する最終結果となる。したがって、路端候補の連結結果は、黒破線 1 9 0 1 と 1 9 0 2 の 2 つになる。

[0082] 反対に、図 1 9 の下側に示される車両 V_1 にとっての左側路端は、最初は壁 1 3 1 8 が存在し、その先に路肩ブロック 1 3 1 6 が存在する。最初は壁側の立体物累積 1 3 3 1 の路端を利用するが、その先には、路肩ブロックである低段差 1 3 3 3 が存在する。壁 1 3 1 8 と路肩ブロック 1 3 1 6 との間の離間距離は 2 0 0 c m 未満であるため、ここでは壁と路肩ブロックを連結することとする。したがって、路端候補の連結結果は、1 本の黒破線 1 9 0 3 となる。

[0083] <車両含む路端連結例>

図 2 0 は、車両含む路端連結例を説明する図である。

図 2 0 では、移動体である車両を含む路端候補の連結結果を示す。図 2 0 の上側に示される走行路 1 3 1 1 の路端は、図 1 9 と同様であるため、図 2 0 の下側に示される走行路 1 3 1 2 の路端についてのみ説明する。図 2 0 の下側に示される走行路 1 3 1 2 A を走行している後方車両にとっての路端連結結果を示す。

[0084] 図 2 0 に示される例の場合、走行路 1 3 1 2 の路幅方向外側には、路肩ブロック 1 3 1 6 の低段差(路端特徴量) 1 3 3 3 が大半並んでおり、内側車線となる走行路 1 3 1 2 A には、車両 V_1 が存在し、外側隣り車線となる走行路 1 3 1 2 B には、先行する移動体である車両 V_2 が存在する。移動体 V_2 の速度や車形状であることから特徴量が移動体であることが既知である。この状態では、車両 V_1 においては、路肩ブロック 1 3 1 6 の特徴量 1 3 3 3 と、移動体 V_2 の特徴量 1 3 3 2 との 2 種類の特徴量が存在し、それぞれの特徴量種別で連結候補線 1 7 1 4 と 2 0 0 1 を引いている。

[0085] この移動体 V_2 と路肩ブロック 1 3 1 6 のそれぞれの連結候補線 1 7 1 4、2 0 0 1 をさらに互いに連結するかを、図 1 8 に示す連結条件と比較して判断する。図 2 0 に示される例の場合、連結候補線 1 7 1 4 と 2 0 0 1 との横

位置（路幅方向の離間距離）が600cm未満であるため、移動体 V_2 の連結候補線1714と、路肩ブロック1316の連結候補線2001とを接続した黒破線を、最終結果の路端2002として検知する。

[0086] ＜走行路区分を含む路端連結例＞

図21は、走行路区分を含む路端連結例を説明する図である。

図21の上側に示される車両 V_0 の左側路端を連結する路端連結例について説明する。これまでと異なり、工事中の現場に一般車両が入らないように複数の三角ポール2101が走行路1311Bに並べられている。したがって、側溝1313の一部の路端候補1701と、走行路区分である三角ポール2101を連結した路端候補2102の2つが、路幅方向内側に存在するので、この2つの路端候補1701と2102とを接続し、最終結果の路端2111として検知する。走行路区分の連結成分より内側にできた路端候補についてはそもそも連結対象として取り扱わない。

[0087] 次に、図21の下側に示される走行路1312を走行する車両 V_1 に関しては、路肩ブロック1316と壁1318に2つの連結候補1711、1712とが存在する。この場合には、2つの連結候補1711、1712との横位置（路幅方向の離間距離）が200cm以上離れているので、奥行き方向（車両進行方向）には、ほぼ離れていないものの連結対象外として2つの異なる路端のまま検知するものとする。

[0088] ＜走行路区分判定＞

走行路判定部300では、上記の路端連結結果が片側に複数存在するような場合において、より内側の路端を優先して採用するとともに、奥行き別に路端の種別を決定する。これを左右について実施することで、奥行き別の横位置を決定する。さらに、この結果を利用しながら、空間的に滑らかな走行路区分となるように、曲線フィッティングを実施する。時系列の情報も活用したうえで曲線フィッティングすることで、空間的に滑らかで、時間的に安定的な路端の位置を算出する。

[0089] ＜警報制御部＞

図 2 2 は、警報制御部の構成を説明する図、図 2 3 は、路端種別に対する警報と制御マージンの情報を示す図である。

警報制御部 4 0 0 は、種別に応じた走行路判定の結果を利用して、警報制御を実施するかどうかを判定し、最終的なドライバに対する警報や車両制御を実施する。警報制御部 4 0 0 は、自車挙動予測部 4 1 0 と、路端種別接触逸脱判定部 4 2 0 と、警報部 4 3 0 と、制御部 4 4 0 とを有する。

[0090] 自車挙動予測部 4 1 0 では、車両の操舵角や車速に応じて、自車が進行する方向や位置を予測する。路端種別接触逸脱判定部 4 2 0 は、自車挙動予測部 4 1 0 により予測した車両挙動上で路端と接触可能性があるかどうかを判定する。警報部 4 3 0 と制御部 4 4 0 は、路端種別に応じて、警報や制御の扱い方を変更することで、より適切な制御を実施する。例えば路端種別が壁や障害物の場合には接触、もしくは衝突すると、車両や乗員に対する影響が大きい。したがって、このような大きな影響を及ぼしそうな路端種別に対しては、早めの警報と制御を実施する。

[0091] 例えば、図 2 3 に示すように、路端種別が、壁、障害物、あるいはマイナス段差（側溝）など、車両が接触、逸脱すると大きな影響を与えそうな対象に対しては、走行路判定部 3 0 0 にて認識した路端と車両との位置が 1 0 0 c m 未満の状態、ドライバに警報を行う。そして、車両がさらに対象に接近した場合には、その離間距離が 5 0 c m 未満のときに、車両が路端に接触、または、走行路から逸脱しないように車両制御を実施する。

[0092] 更に、障害物よりも接触時の影響が大きくなる移動体（車など）に関しては、1 5 0 c m 未満の距離となるとドライバへの警報を実施し、更に、7 5 c m 未満で車両制御を実施する。ただし、これらの変数は車速に応じて、幅を削減するような動的な方法とすることができ、例えば低速時に意図的に接近するような運転を認めるような調整をしてもよい。特に、2 0 k m / h 未満の低速時において徐々に数値の距離を小さくし、ほぼ 0 k m の場合には、図 2 3 の表に示す値の半分程度になるような制御を実施することで、よりドライバの意図を優先する設定としてもよい。

[0093] 障害物が路肩ブロック 1 3 1 6 の場合には、軽い接触であればタイヤだけの接触となるなど、壁やマイナス段差、移動体との接触と比較すれば、車両や乗員に対する影響は比較的少なくなる場合が多い。また、車体から延びるミラーなどは接触対象外の高さであることも考慮し、警報は 8 0 c m 未満、車両制御は 4 0 c m 未満とする。

[0094] 段差なし路端に関しては、路面の材質が異なることから高速状態で逸脱すると、車両の制御を失うような場合も発生する可能性があるが、低速であれば大きな問題とならない可能性が高い。このため、警報を 5 0 c m 未満、車両制御は 2 0 c m 未満とする。走行路区分立体物である三角ポールなども接触による被害などは比較的小さい。このため、警報は 8 0 c m 未満、車両制御は 2 0 c m 未満とする。

[0095] このように、路端種別に応じて警報や車両制御のマージン量を変更することで、ドライバにとってより自然で、ドライバの運転意図を妨げずに安全となるような警報、及び車両制御を実施する。これらの路端種別ごとに設定された横位置の距離に応じて、警報や制御を実施する。また、片側の路端が、複数種類の路端で構成される場合には、よりマージンの大きい種別の値を利用して、警報や制御を実施することで、より安全な警報と車両制御を実現する。

[0096] <処理フローチャート>

図 2 4 は、画像処理装置により実行される認識処理の内容を説明するフローチャートである。本フローでは、ステレオカメラを利用して路端を検知し、さらに、警報制御を実施する処理を行う。

[0097] まず、ステレオカメラで左右画像を撮像する（S 0 1）。そして、左右画像の平行化、及び感度補正を実施した後に、ステレオマッチングを実施し、視差画像を生成する（S 0 2）。ステレオマッチングの結果と、カメラ幾何や基線長を利用して車両周辺の構造物の 3 次元座標上の点の集合体である 3 D 点群を取得する。そして、視差画像と 3 D 点群を併用しながら複数種の路端特徴量を取得する（S 0 3）。舵角、ヨーレート、車速を入力として、4

輪モデルを利用した自転車挙動推定を実施し、自転車挙動を推定する（S 0 4）。その際、カメラから得られた特徴点を利用したカメラの相対位置を取得することで、自転車挙動をさらに高精度に推定してもよい。この推定された自転車挙動と、取得した路端特徴量を利用して、路端特徴量の地図を生成する（S 0 5）。

[0098] 次に、上記の路端特徴地図上で、特徴量を連結する。特徴量の連結は、自転車両の走行方向に対して行われる。そして、路端の種別ごとに連結条件を変更して、路端候補の生成を実施する（S 0 6）。次に、連結されて線状になった路端候補を、更に連結するかどうかを判定し、最終的な走行路となる路端を認知する（S 0 7）。上記の路端の認知結果をベースに、走行路を自転車両が逸脱しそうな状況かどうかを判定する（S 0 8）。上記の判定結果をもとに、警報や制御を実施する（S 0 9）。

[0099] 本実施形態の画像処理装置によれば、路端特徴量と自転車挙動から路端特徴量の地図を作成し、路端の種別ごとに連結条件を変更して路端候補を生成し、路端候補同士を連結条件に基づいて連結し、走行路の路端として検知する。

[0100] 従来の走行路を解析するような認識ロジックは、基本的に路端の種別を特定することなく走行路の形状を認知している。このため、複数種の路端が混在するような環境において適切に路端形状を検知することが困難であり、路端が点在して存在するような場合に接続すべきかどうかの判定が適切にできず不検知となるような課題がある。

[0101] 本発明によれば、従来難しかった路肩ブロックや壁、側溝などの複数種類のオブジェクトが混在する複雑な路端環境において、同一種の路端特徴量を優先的に接続し、種別に応じて接続すべき路端かどうかを適切に判断することで、より適切な路端を安定的に検知することを可能とする。

[0102] 以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、

前記した実施の形態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、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

- [0103] 100 センサ部
- 110 左右カメラ部
- 120 ステレオマッチング部
- 130 3D点群生成部
- 150 カメラ部
- 170 カメラ部
- 180 Lidar部
- 200 路端種別特徴部
- 210 路端特徴量抽出部
- 211 立体物累積部(壁、障害物)
- 212 移動体部(車など)
- 213 低段差部(路肩ブロック)
- 214 マイナス段差部
- 215 段差なし路端部
- 216 走行路区分立体物部
- 220 自車挙動推定部
- 221 挙動推定演算部
- 222 相対位置姿勢推定部
- 223 自己地図位置推定部
- 224 高精度地図位置推定部
- 230 路端特徴地図生成部

- 2 3 1 路端認識用時系列地図生成部
- 2 3 2 自己位置推定用地図生成部
- 2 3 3 高精度地図情報付加更新部
- 2 4 0 内側特徴優先部
- 2 5 0 内側特徴種別判定部
- 3 0 0 走行路判定部
- 3 1 0 連結路端候補生成部
- 3 2 0 路端候補連結部
- 3 3 0 走行路区分判定部
- 4 0 0 警報制御部
- 4 1 0 自転車挙動予測部
- 4 2 0 路端種別接触逸脱判定部
- 4 3 0 警報部
- 4 4 0 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 車載カメラの撮像画像に基づいて走行路の路端を検知する画像処理装置であって、
- 前記撮像画像から前記路端を構成するオブジェクトの種別を認識し、
- 該オブジェクトの種別に応じて、前記路端を検知するためのパラメータを変更することを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記車載カメラは、ステレオカメラであり、
- 該ステレオカメラから得られる前記オブジェクトの特徴量を自車の挙動に応じて地図上に投票し、
- 該地図上の投票結果を用いて前記路端の検知を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記オブジェクトの複数の種別を認識し、
- 同時に複数の種別の前記オブジェクトを利用して前記路端の検知を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記撮像画像から認識した複数の前記オブジェクトの中から同一種別の前記オブジェクトを抽出し、
- 該同一種別の前記オブジェクトの特徴量を連結して前記路端の検知を行うことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記撮像画像から前記走行路の路面よりも低い位置にある領域と前記走行路との間の段差を、前記オブジェクトの1つの種別として認識することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記撮像画像が有するテクスチャ情報を利用して前記走行路の路面と同じ高さ位置にある領域と前記走行路との間の境界を、前記オブジェクトの1つの種別として認識することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記撮像画像から走行路区分を示す立体物を前記オブジェクトの1つの種別として認識し、

前記オブジェクトの特徴量を連結可能な走行方向の間隔が、他の種別のオブジェクトと比較して長いことを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記撮像画像から移動体である立体物を前記オブジェクトの1つの種別として認識し、前記オブジェクトの特徴量を連結可能な路幅方向の間隔が、他の種別のオブジェクトと比較して大きいことを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記自車の挙動は、該自車の車両情報と前記ステレオカメラの撮像画像を用いて認識されることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記オブジェクトの種別に応じて、前記オブジェクトの特徴量の連結性を判断する際の路面高さの閾値を変更することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記オブジェクトの種別に応じて、前記オブジェクトの特徴量を路端候補として選別するための最小長の閾値を変更することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

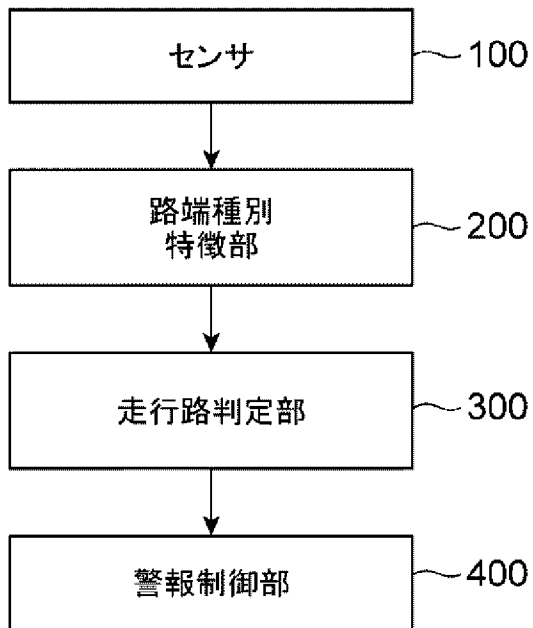
[請求項12] 前記オブジェクトの種別に応じて、前記オブジェクトの特徴量の連結性を判断する際のオブジェクト間の最大間隔の閾値を変更することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項13] 前記オブジェクトの種別に応じて、警報と車両制御の制御マージンを変更することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項14] 前記路端を構成するオブジェクトの種別が複数あると認識された場合に、前記警報及び車両制御の制御マージンには、前記複数のオブジェクトの種別の中で最も大きな制御マージンを使用することを特徴とする請求項13に記載の画像処理装置。

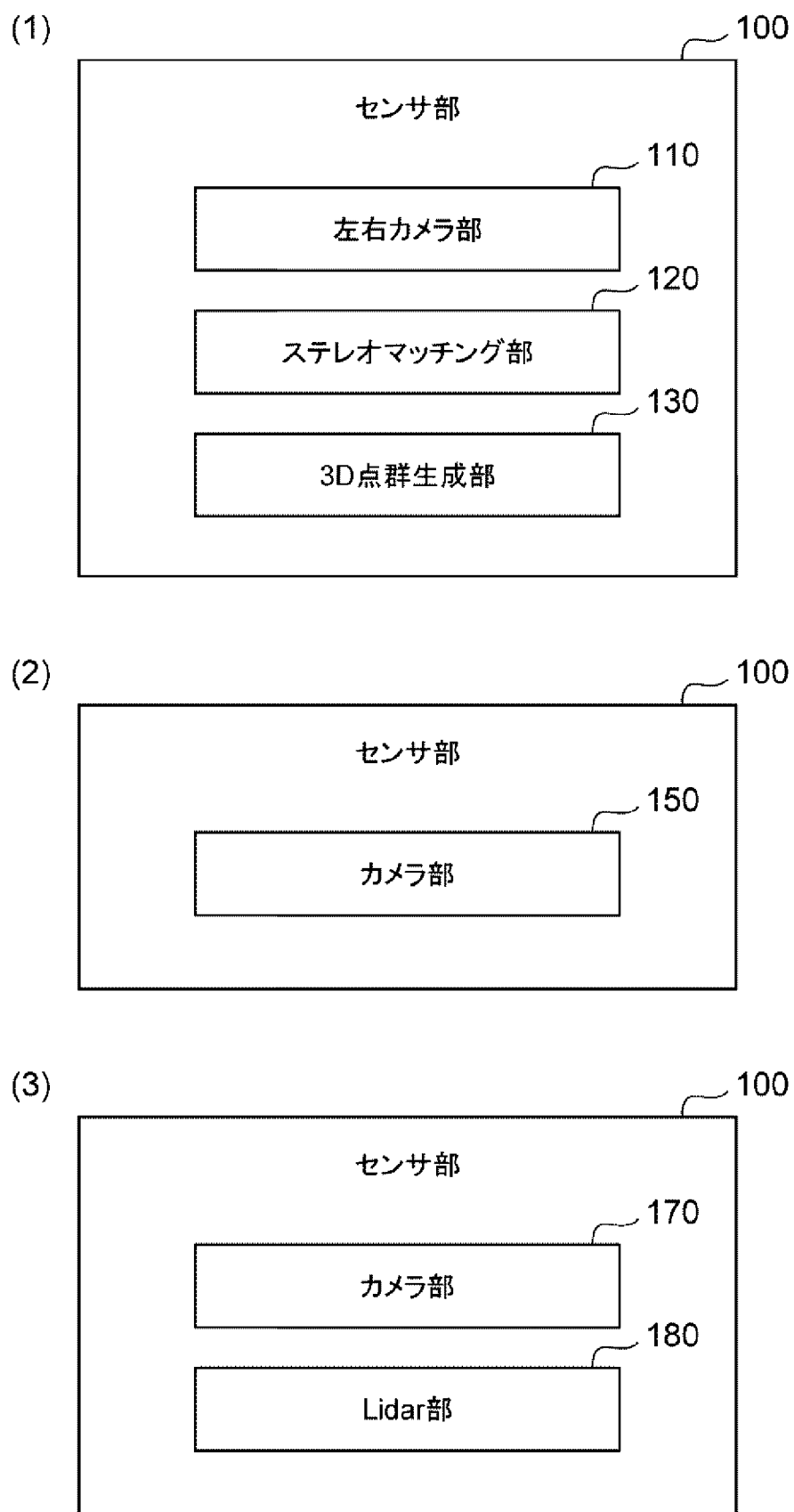
[図1]

図 1



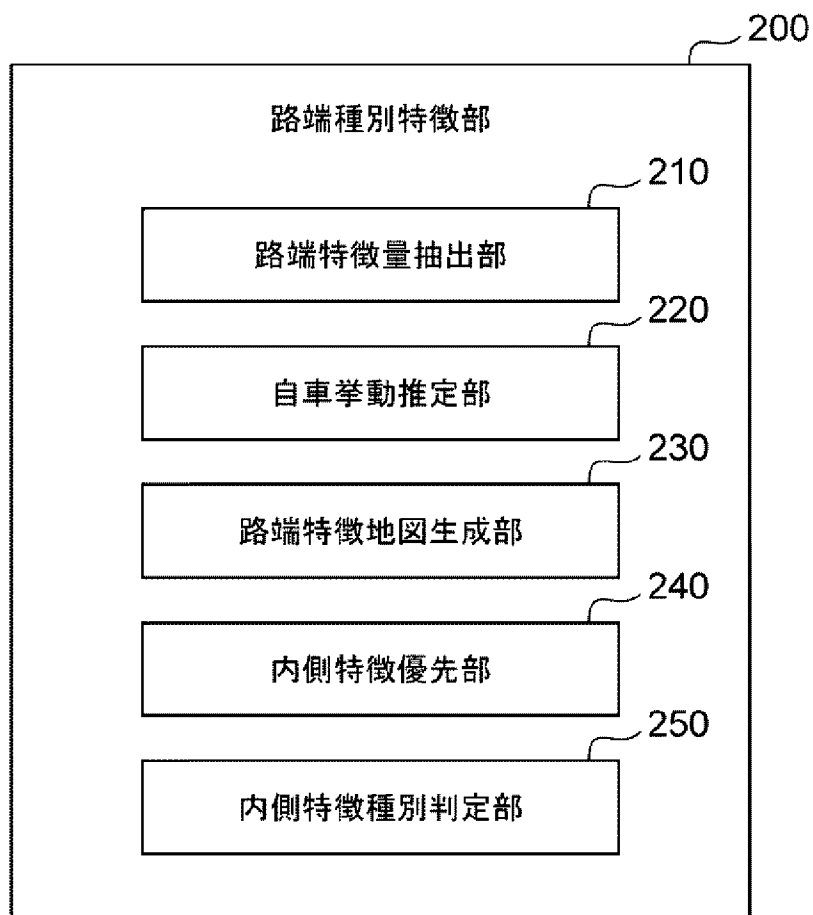
[図2]

図 2



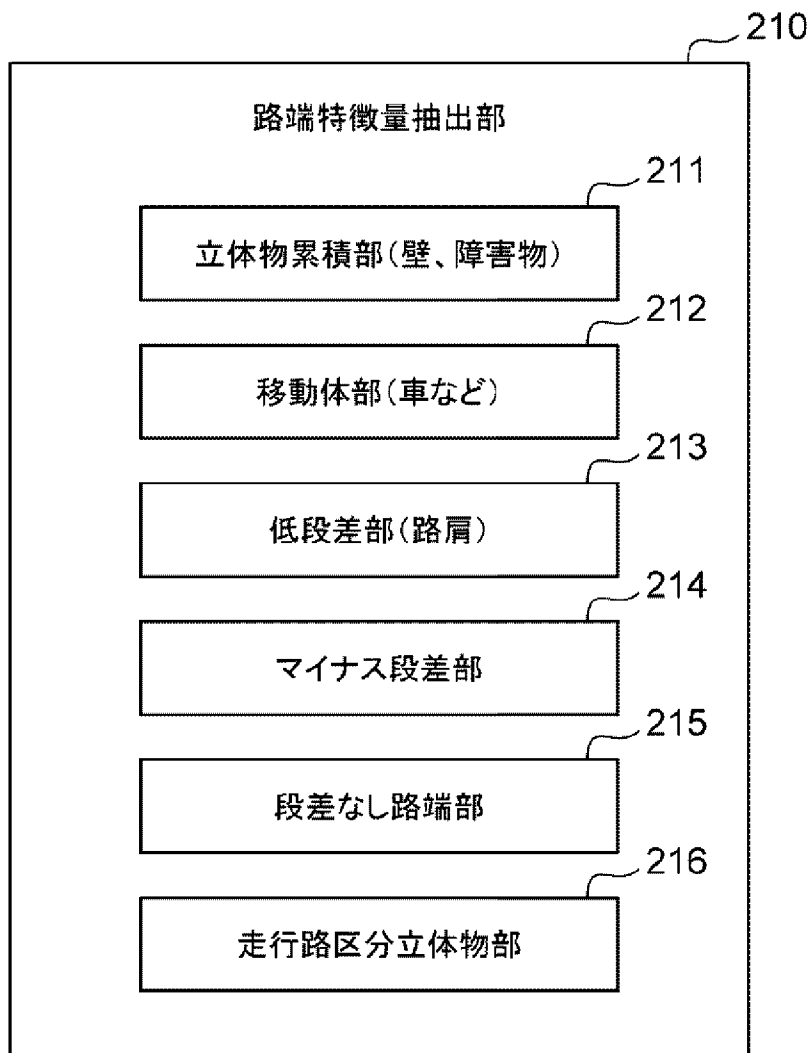
[図3]

図 3



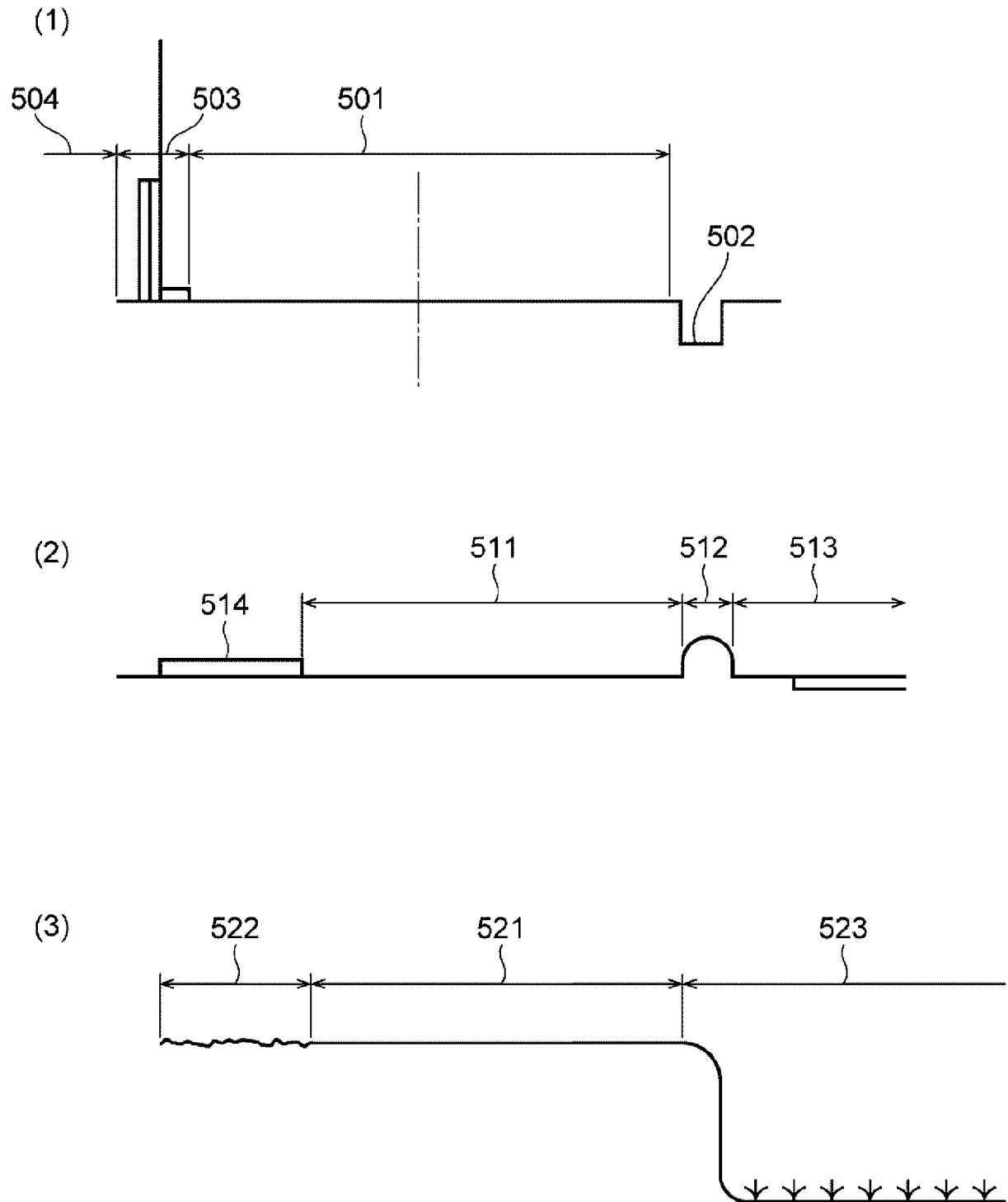
[図4]

図 4



[図5]

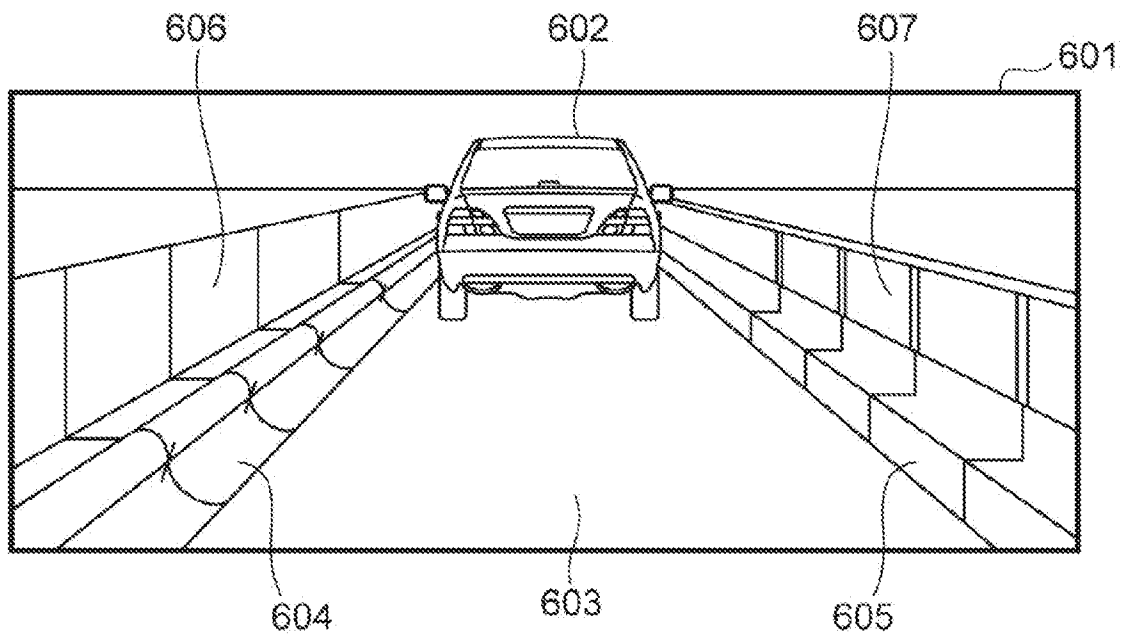
図 5



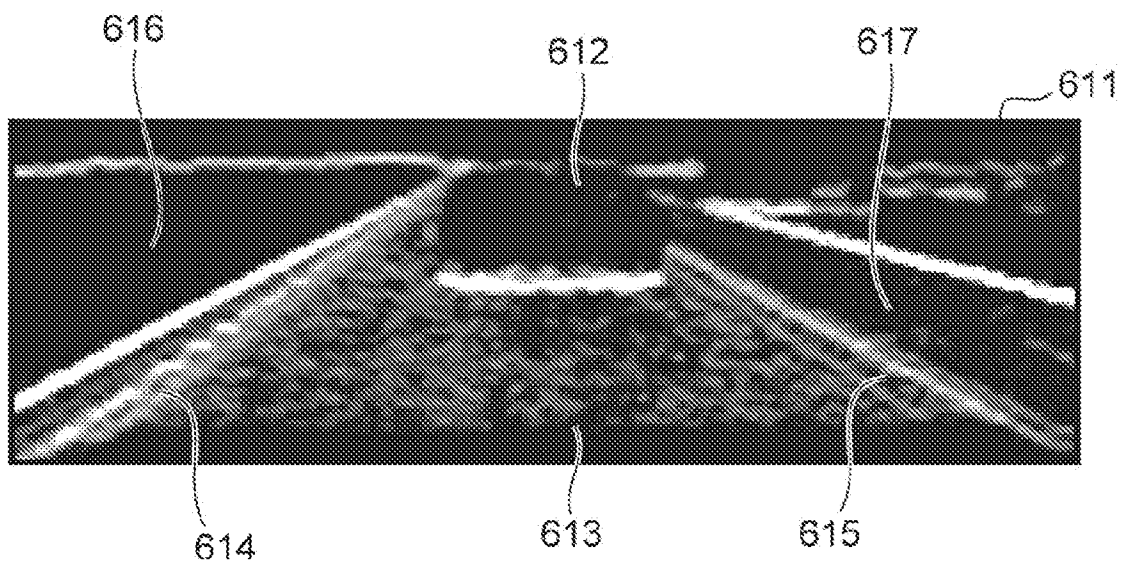
[図6]

図 6

(1)

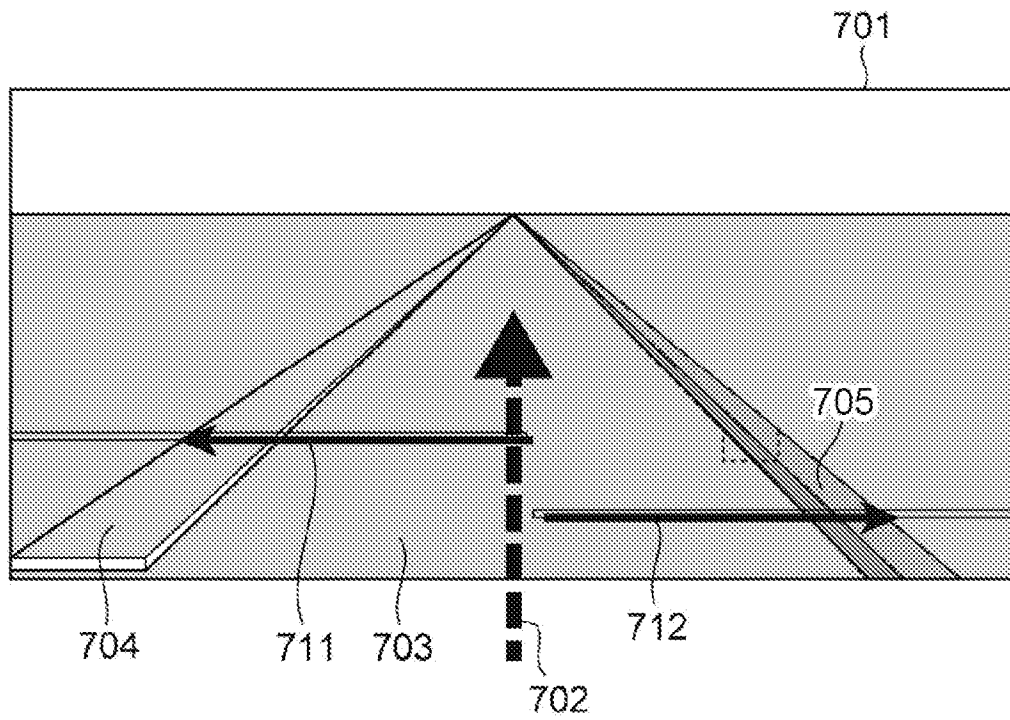


(2)



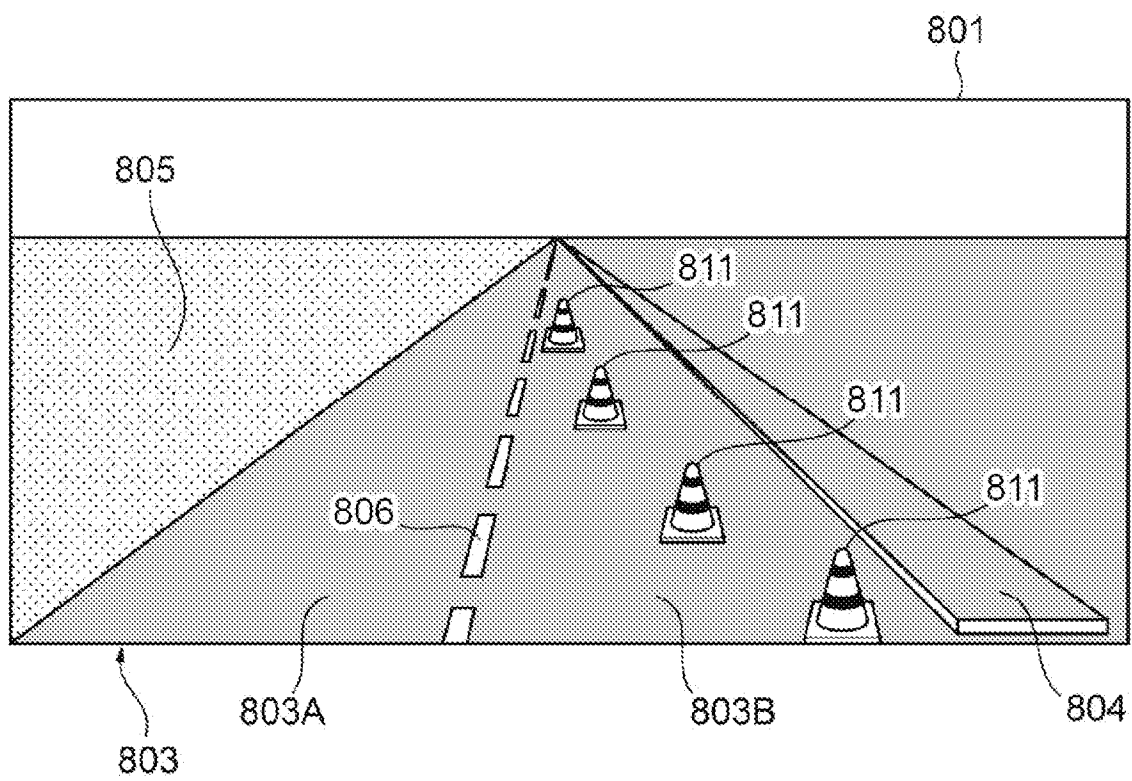
[図7]

図 7



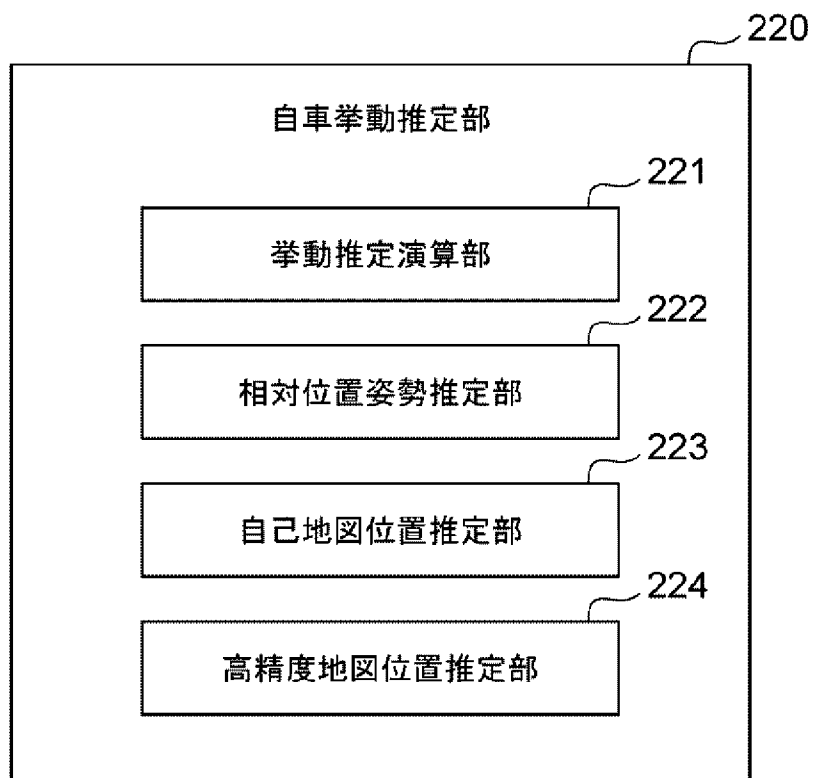
[図8]

図 8



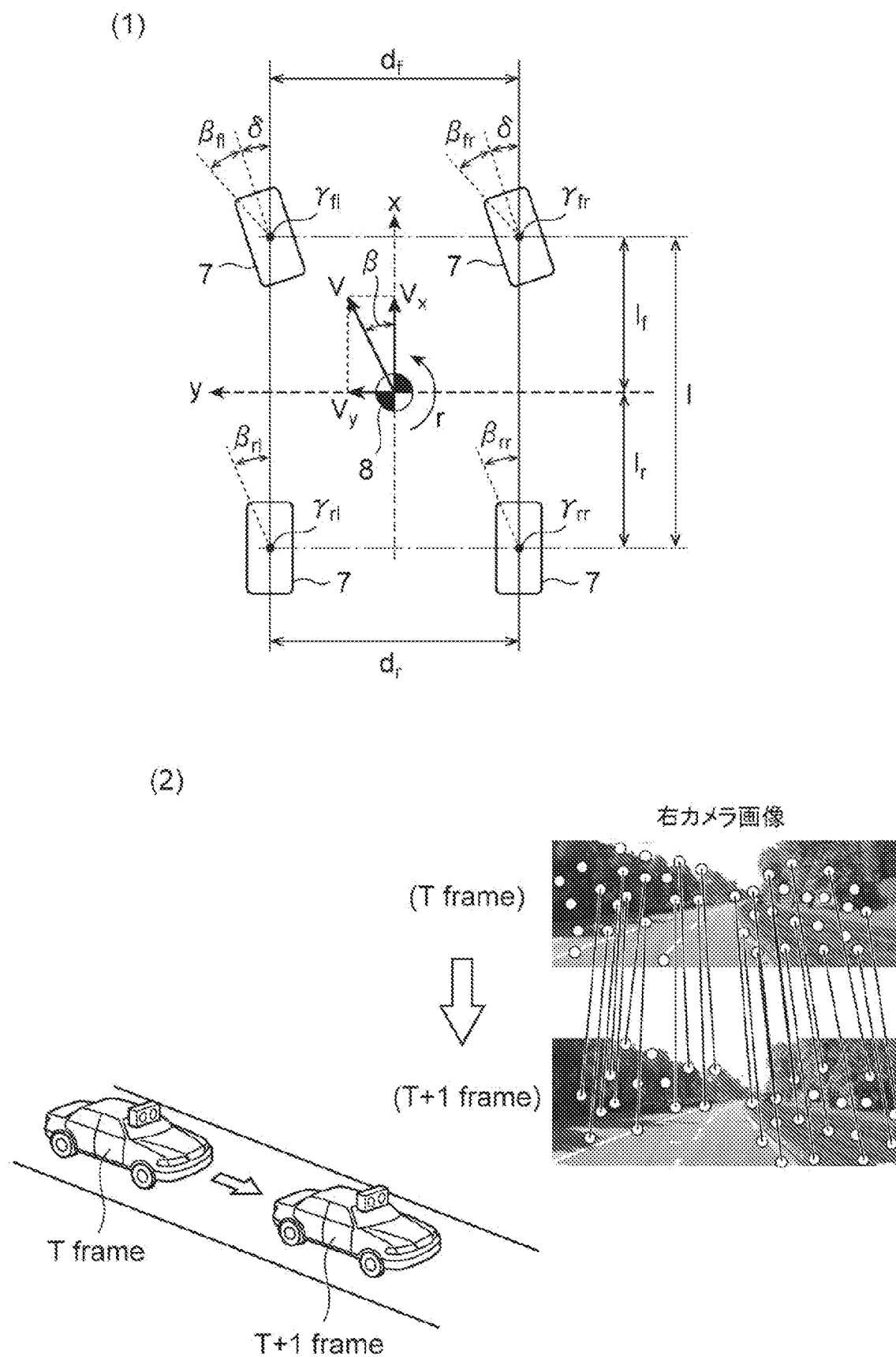
[図9]

図 9



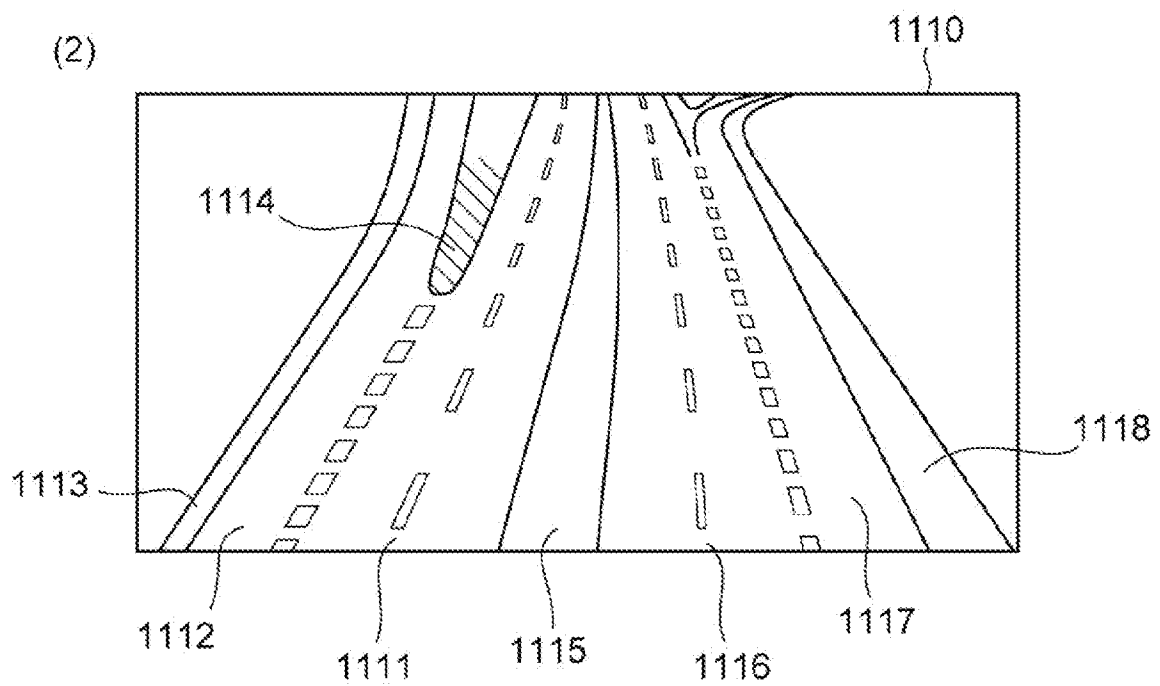
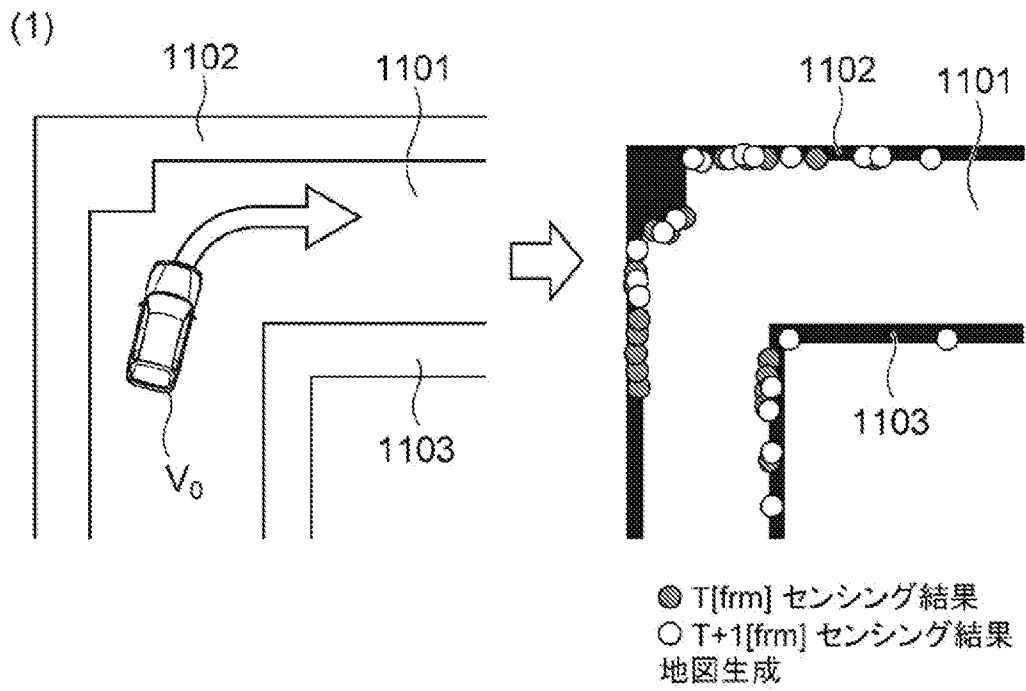
[図10]

図 10



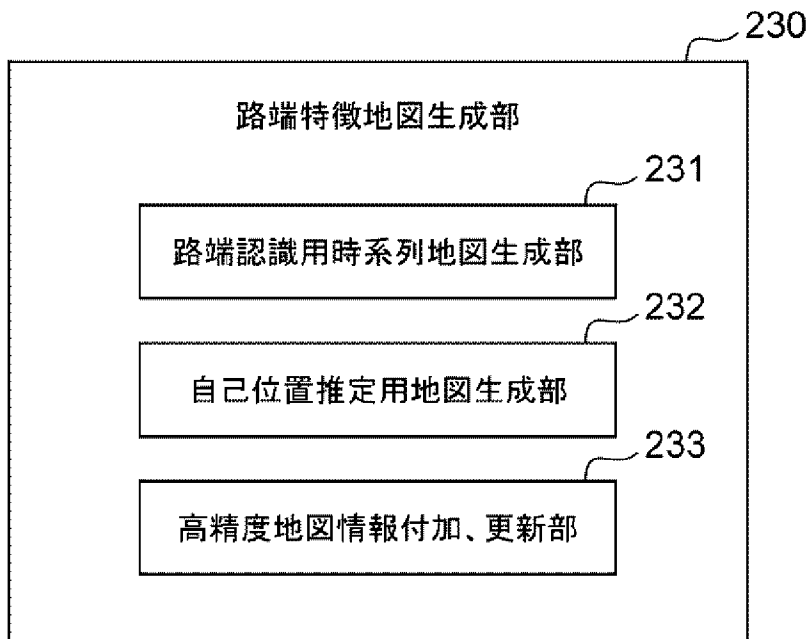
[図11]

図 1 1



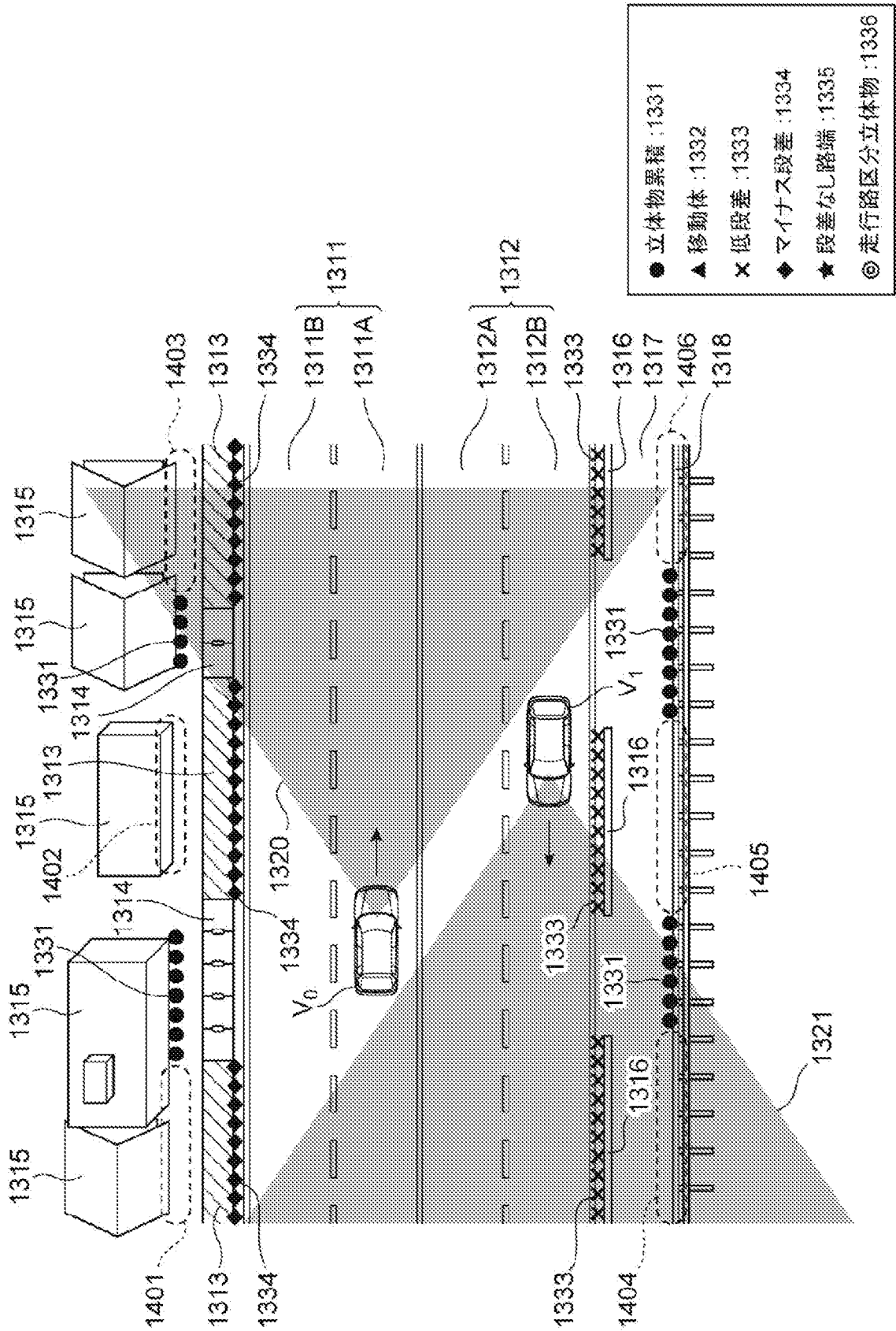
[図12]

図 1 2



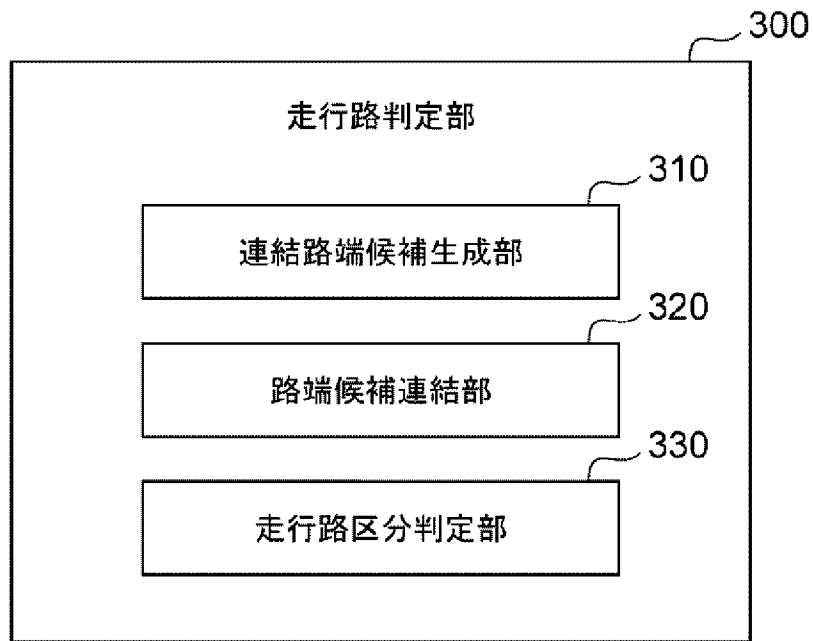
[図14]

図 14



[図15]

図 1 5



[図16]

図 1 6

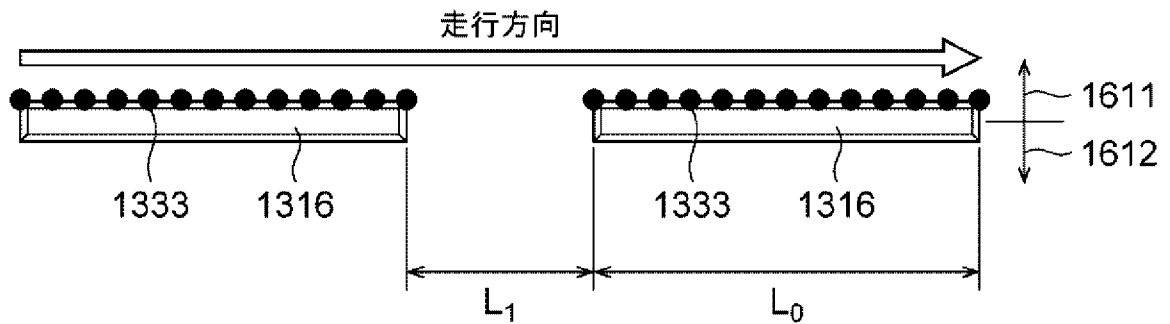
(1)

- ・ 同一特徴量を連結判断
- ・ 最小長より短ければ路端候補としては削除
- ・ 最大間隔までは同一候補として接続

(2)

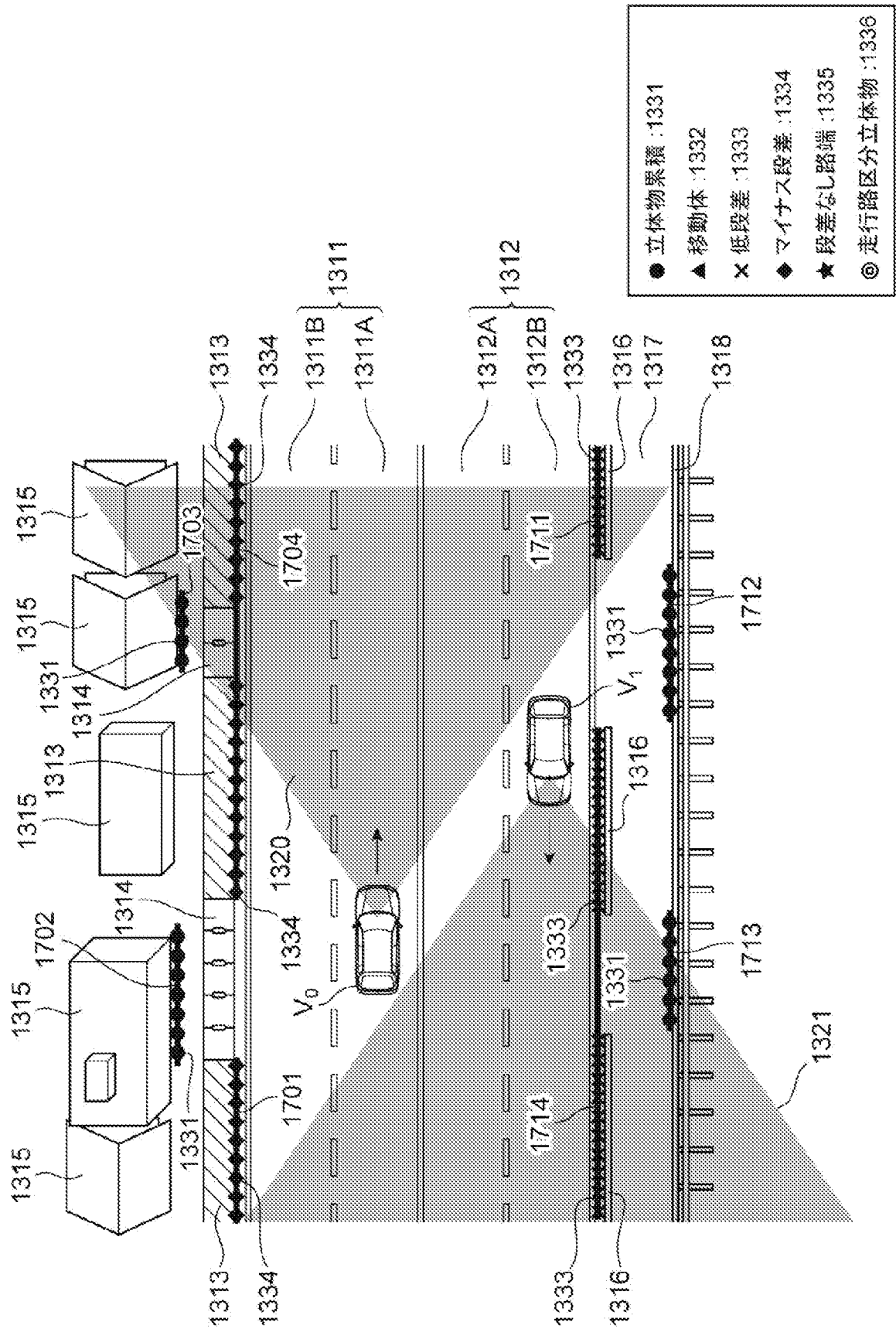
特徴量種別	路面高	最小長	最大間隔
壁、障害物	50cm～	50cm～	～500cm
移動体(車など)	100cm～	50cm～	～100cm
路肩ブロック	10cm～	100cm～	～500cm
マイナス段差	-10cm～	200cm～	～300cm
段差無	0cm	200cm～	～300cm
走行路区分立体物 (ポール、三角)	30cm～	10cm～	～800cm

(3)



[図17]

図 17



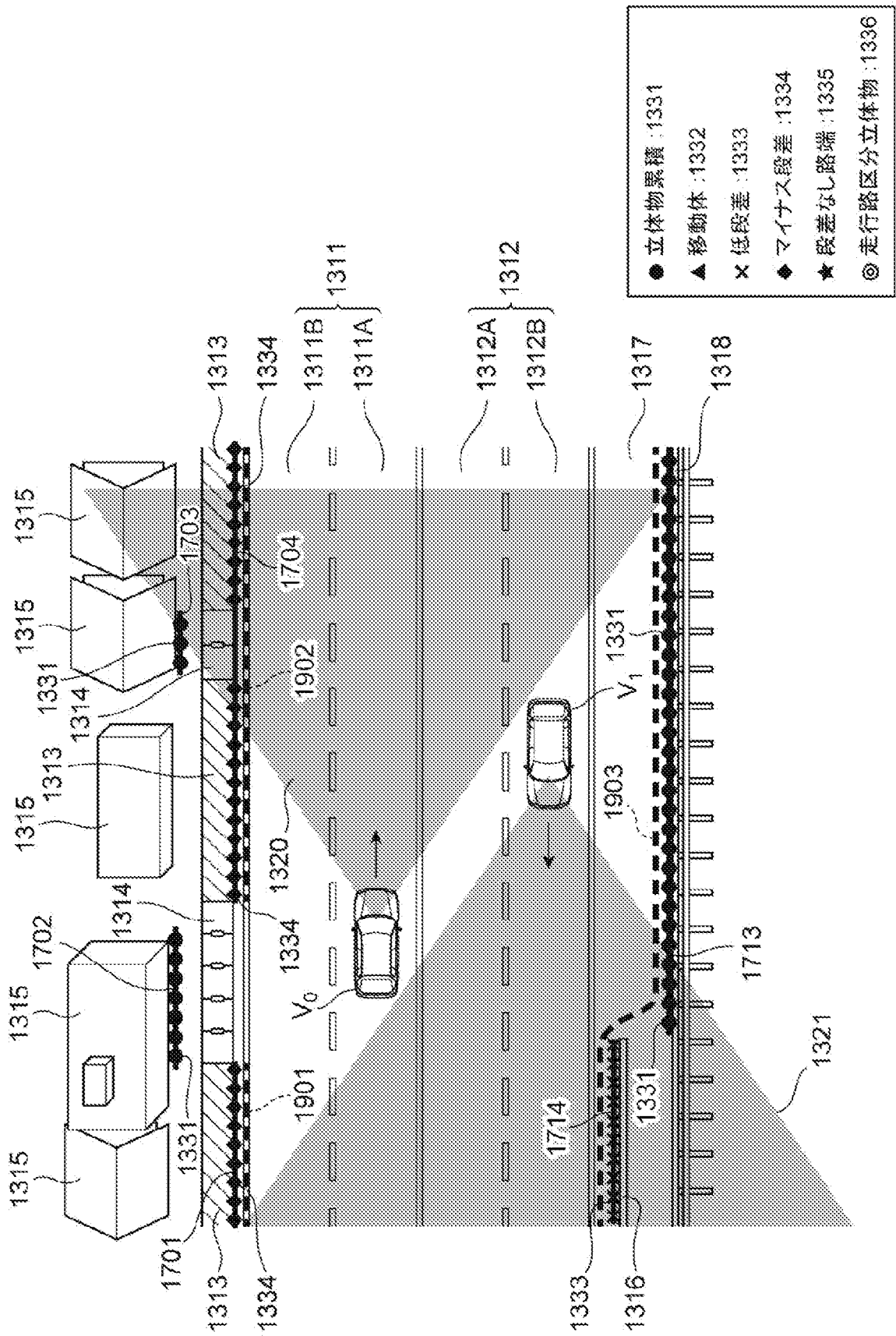
[図18]

図 18

区分線状況	奥行間隔	横位置分布	制御マージン
途切れ有 路端(複数種)	200-500cm 未満	±200cm	中
途切れ有 路端(移動体含む複数種)	200-500cm 未満	±600cm	大
走行路区分立体物	～500cm	±300cm	大

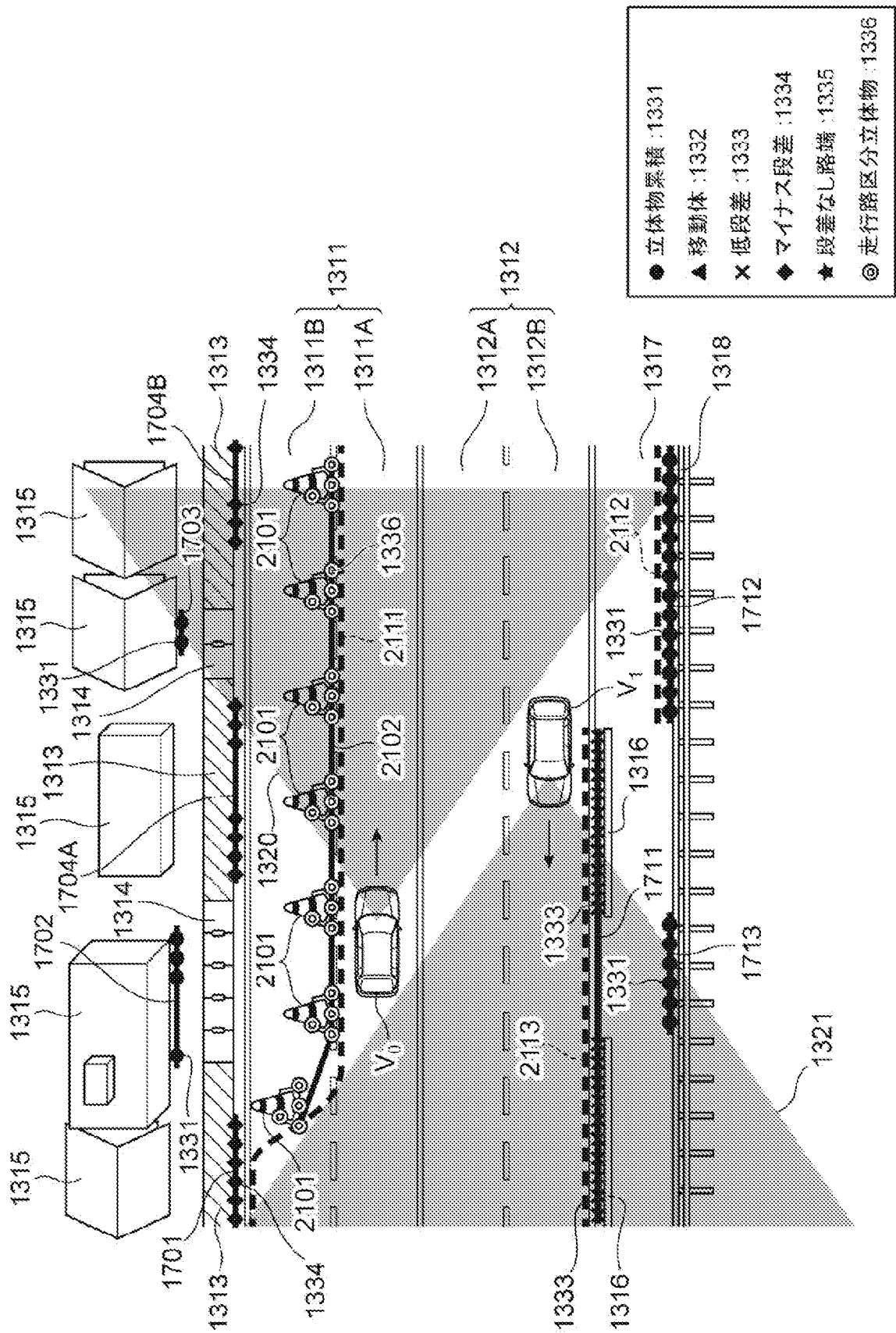
[図19]

図 19



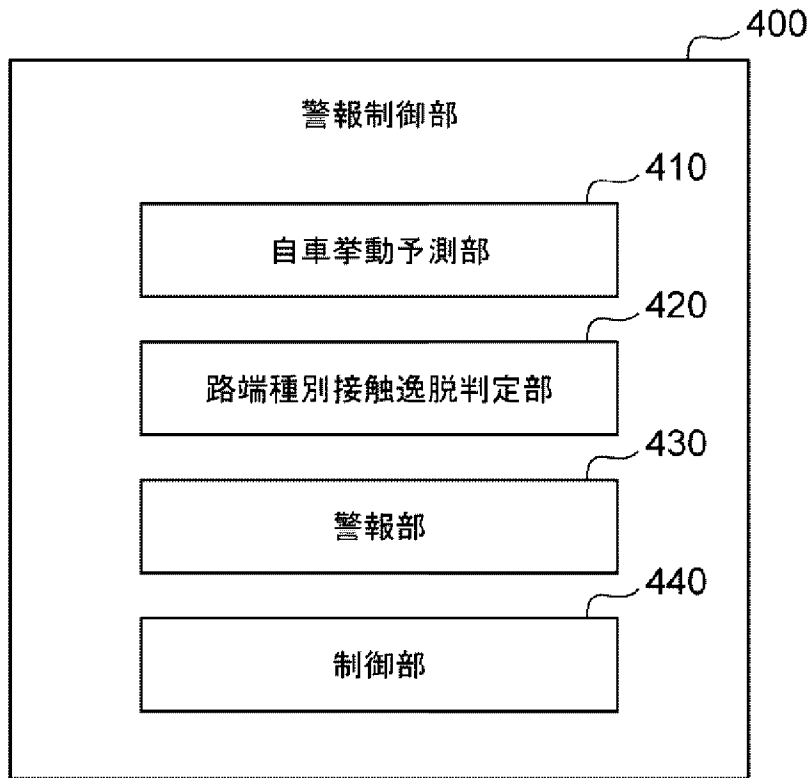
[図21]

図 21



[図22]

図 2 2



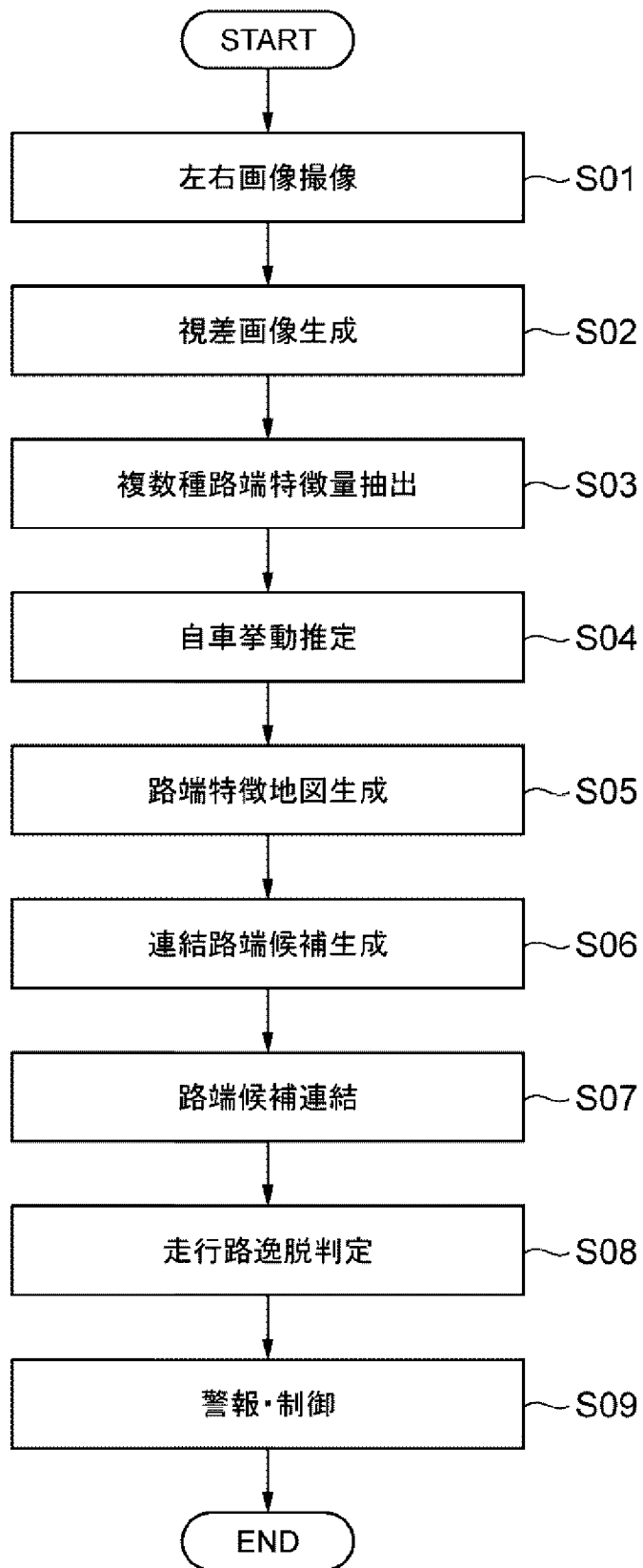
[図23]

図 2 3

路端種別	警報	制御
壁、障害物	100cm未満	50cm未満
移動体(車など)	150cm未満	75cm未満
路肩ブロック	80cm未満	40cm未満
マイナス段差	100cm未満	50cm未満
段差無	50cm未満	20cm未満
走行路区分立体物	80cm未満	20cm未満

[図24]

図 24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G08G1/00 (2006.01) i, G08G1/16 (2006.01) i, B60W40/06 (2012.01) i
FI: G08G1/00 J, G08G1/16 C, B60W40/06

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. G08G1/00, G08G1/16, B60W40/06

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 2015-148887 A (RICOH CO., LTD.) 20 August 2015	1-4, 7-14
Y	(2015-08-20), paragraphs [0010]-[0017], [0022]-[0046], fig. 4, 7, 8, 11	5-6
Y	WO 2012/081096 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 21 June 2012 (2012-06-21), paragraph [0031]	5-6

☐ 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
02.09.2021

Date of mailing of the international search report
14.09.2021

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/029533

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-148887 A	20.08.2015	(Family: none)	
WO 2012/081096 A1	21.06.2012	US 2015/0307096 A1	
		paragraph [0042]	
		EP 2654026 A1	
		CN 103262138 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/00(2006.01)i; G08G 1/16(2006.01)i; B60W 40/06(2012.01)i FI: G08G1/00 J; G08G1/16 C; B60W40/06										
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）） G08G1/00; G08G1/16; B60W40/06										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021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
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 2015-148887 A（株式会社リコー）20.08.2015（2015-08-20） 段落0010-0017, 0022-0046, 図4, 7-8, 11	1-4, 7-14								
Y		5-6								
Y	WO 2012/081096 A1（トヨタ自動車株式会社）21.06.2012（2012-06-21） 段落0031	5-6								
☐ 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 02.09.2021	国際調査報告の発送日 14.09.2021									
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） 白石 剛史 3Z 3725 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/JP2021/029533

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-148887	A	20.08.2015	(ファミリーなし)	
WO	2012/081096	A1	21.06.2012	US 2015/0307096	A1
				段落0042	
				EP 2654026	A1
				CN 103262138	A