

(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
2020年3月19日(19.03.2020)



(10) 国際公開番号

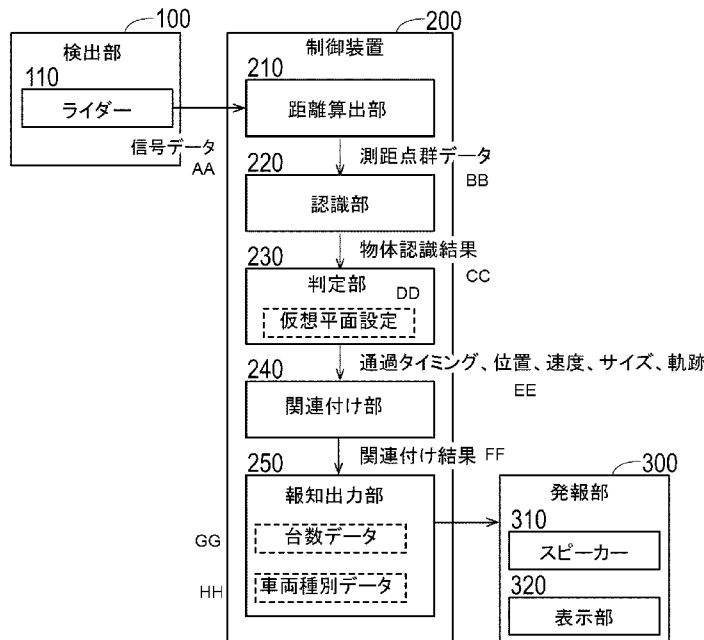
WO 2020/054110 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/42 (2006.01) G01S 17/89 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/010313
- (22) 国際出願日: 2019年3月13日(13.03.2019)
- (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 2018-170831 2018年9月12日(12.09.2018) JP
- (71) 出願人: コニカ ミノルタ 株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 今井 諒 (IMAI, Makoto); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカ ミノルタ 株式会社内 Tokyo (JP). 寺田 健二 (TERADA, Kenji); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカ ミノルタ 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 八田 国際 特許 業務 法人 (HATTA & ASSOCIATES); 〒1020084 東京都千代田区二番町11番地9 ダイアパレス二番町 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: OBJECT DETECTION SYSTEM AND OBJECT DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 物体検出システム、および物体検出方法

10



100 Detection unit
110 Lidar
200 Control device
210 Distance calculation unit
220 Recognition unit
230 Determination unit
240 Association unit
250 Notification output unit
300 Signaling unit
310 Speaker
320 Display unit
AA Signal data
BB Range-finding point group data
CC Object recognition result
DD Set virtual plane
EE Passing timing, position, speed, size, trajectory
FF Association result
GG Unit number data
HH Vehicle type data

(57) Abstract: [Problem] To suitably perform detection of an object which moves in a measurement space. [Solution] This object detection system 10 is provided with: a distance calculation unit 210 which calculates the distance to a target object in each irradiation direction on the basis of a time interval from when a transmission and receiving unit 110 transmits a transmission wave to when the transmission and receiving unit 110 receives a reflection wave of the transmission wave, and which generates range-finding point group data that indicates a distribution of distance values to the target object in a

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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)）

measurement space 60; a recognition unit 220 which recognizes the object in the measurement space 60 on the basis of the range-finding point group data; a determination unit 230 which calculates a timing at which each of the plurality of objects recognized by the recognition unit 220 passes a virtual plane 70 preset in the measurement space 60 and determines, as a first determination condition, whether a time difference between the timings of two objects among the plurality of objects is equal to or smaller than a prescribed threshold; and an association unit 240 which associates the two objects that meet the first determination condition.

(57) 要約：【課題】測定空間内で移動する物体の検出を適切に行う。【解決手段】物体検出システム10は、送受信部110が、送信波を送信してから、送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの照射方向における対象物までの距離を算出し、測定空間60内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを生成する距離算出部210と、測距点群データに基づいて、測定空間60内の物体を認識する認識部220と、認識部220が認識した複数の物体のそれぞれが、測定空間60内に予め設定した仮想平面70を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定する判定部230と、第1判定条件を満たした、前記2つ物体を関連付ける関連付け部240と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 物体検出システム、および物体検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、物体検出システム、および物体検出方法に関する。

背景技術

[0002] 測定空間での人や車両等の物体の移動等を検出する物体検出装置として、測距点群データ（距離画像とも称される）を用いるものが提案されている。ここで測距点群データとは、距離情報を有する多数の測定点から構成されるものである。具体的には、レーザー光を測定空間へ向けて送出し、その送出から反射光の受光までの時間から測定空間内の対象物までの距離を計測する物体検出装置が知られている。このような物体検出装置では、レーザー光の照射方向を順次変えて測定空間内を2次元的に走査することにより、測定空間に向けた複数の方向に関する距離情報を得ることができ、これにより測距点群データを生成する。

[0003] そして、生成した測距点群データから、物体認識処理を行い、物体を認識することで、測定空間内の物体の状況を把握する。この物体認識処理は、一般に隣接、または近接する画素間において、距離値が近い画素は同一の物体からの反射光によるものと推定し、物体の認識を行う。

[0004] このような物体認識処理の課題として、実際には複数の物体を、物体認識処理において、1つの物体として誤って認識したり、またその反対に、実際には1つの物体を、複数の物体と誤って認識したりする。例えば、車道を走行する車両の認識を行う場合に、車体部分からの反射光の強度が十分でない場合には、その車体部分からの反射光が検知されたり、されなかったりすることがある。この場合、その先行車両に関する測距データが不安定になる。また、単に反射物の位置のみに基づいて一体のものかどうかを判定すると、例えば、通過する車両の横に静止物があるとこれらが一体のものともみなされてしまう。特許文献1では、これらの課題を解決するため、距離値が近いだ

けでなく、反射強度の差が所定値以下の場合に同一の物体と認識する物体認識処理を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-198323号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、レーザー等を照射して得られた測距点群データから物体を認識するような場合には、略直方体の外形の車両等の物体の場合には、物体の進行方向と、レーザー等の照射方向が平行に近いと、奥行き方向の正確な長さを捉えにくくなる。すなわち、測距点群データにおいて、隣接する画素間において、距離値が離散的になる。特に、全長が長い車両の場合では、距離値の広がりが大きくなり、このような場合には、1つの物体を、複数の物体と誤って認識してしまう虞がある。

[0007] 特許文献1では、物体の誤認識を抑制するために、距離値の近接度だけでなく、反射強度の差が少ないことにより、物体の認識を行っているが、例えばトラック車両においては、一般に、車両全面部と荷台では、異なる反射強度を示すため、実際には1つの物体ではあるが、それぞれの部分から別々の物体を誤認識してしまうため、同一の物体として認識できない。また、距離値が離散することで反射強度が変化する場合にも、実際には1つの物体として認識できない。

[0008] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、測定空間内で移動する物体を適切に検出することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

[0010] (1) 複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波に応じた受信信号を出力する送

受信部と、

前記送受信部が、前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを生成する距離算出部と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識する認識部と、

前記認識部が認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定する判定部と、

前記第1判定条件を満たした、前記2つ物体を関連付ける関連付け部と、を備える、物体検出システム。

[0011] (2) 前記判定部は、前記第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第2判定条件として、前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定し、

前記関連付け部は、前記第1判定条件および前記第2判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、上記(1)に記載の物体検出システム。

[0012] (3) 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第3判定条件として、前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第3判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、上記(1)、または上記(2)に記載の物体検出システム。

[0013] (4) 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第4判定条件として、前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第4判定条件

を満たす前記2つの物体を関連付ける、上記（1）から上記（3）のいずれかに記載の物体検出システム。

- [0014] （5）前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第5判定条件として、前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第5判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、上記（1）から上記（4）のいずれかに記載の物体検出システム。

- [0015] （6）前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、

前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第2判定条件、

前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第3判定条件、

前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定する第4判定条件、および、

前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定する第5判定条件について判定を行い、

前記関連付け部は、前記判定部による前記第2から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、前記第2から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、前記2つの物体を関連付ける、上記（1）に記載の物体検出システム。

- [0016] （7）複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波を受信する送受信部と、

前記送受信部が、前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを算出する距離算出部と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識する認識部と、

前記認識部が認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定する第1判定条件、

前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第2判定条件、

前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第3判定条件、

前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定する第4判定条件、および、

前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定する第5判定条件について判定を行う判定部と、

前記判定部による前記第1から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、前記第1から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、2つの物体を関連付ける関連付け部と、を備える物体検出システム。

[0017] (8) 前記測定空間には、車両が通行する道路が含まれ、前記仮想平面は、前記道路を通行する車両の移動方向に対向して設けられている、上記(1)から上記(7)のいずれかに記載の物体検出システム。

[0018] (9) 前記送受信部は、ライダーであり、前記送信波としてレーザー光を照射する、上記(1)から上記(8)のいずれかに記載の物体検出システム。

[0019] (10) さらに、前記測距点群データに基づいて、生成した画像を出力する、出力部を備え、

前記関連付け部は、前記出力部が出力する前記画像において、関連付けた前記2つの物体に対して、1つの検知枠を付与する、上記(1)から上記(

9) のいずれかに記載の物体検出システム。

[0020] (11) 前記関連付け部は、関連付けた前記2つの物体に対して、1つの物体としてカウントを行う、上記(1)から上記(10)のいずれかに記載の物体検出システム。

[0021] (12) 前記関連付け部は、関連付けた前記2つの物体に対して、1つの物体として、物体の種類の判別を行う、上記(1)から上記(11)のいずれかに記載の物体検出システム。

[0022] (13) 前記関連付け部は、関連付けた前記2つの物体に対して、1つの物体として、発報処理を行う、上記(1)から上記(12)のいずれかに記載の物体検出システム。

[0023] (14) 複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波に応じた受信信号を出力する送受信部を備える物体検出システムにおける物体検出方法であって、

前記送受信部が前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを算出するステップ(a)と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識するステップ(b)と、

前記ステップ(b)で認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定するステップ(c)と、

前記第1判定条件を満たした、前記2つ物体を関連付けるステップ(d)と、

を含む物体検出方法。

発明の効果

[0024] 本発明に係る物体検出システムは、送受信部からの信号により生成した測

距点群データに基づいて、測定空間内の物体を認識し、認識した複数の物体のそれぞれが、測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、複数の物体のうち、2つの物体のタイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定し、第1判定条件を満たした2つの物体を関連付ける。これにより、1つの物体を同一の物体として認識できない場合であっても、これらの物体を関連付けることにより、測定空間内で移動する物体の検出を適切に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]物体検出システムの主要構成を示すブロック図である。

[図2]車両が通行する道路上が測定空間となるようにライダーを配置した状態を示す模式図である。

[図3]ライダーの構成を示す断面図である。

[図4A]物体の向きに応じた測定点の離散状態を示す模式図である。

[図4B]離散状態による物体認識への影響を示す模式図である。

[図5]認識した複数の物体（動体）のある時点での位置情報データの例である。

[図6]第1の実施形態に係る物体検出システムで行われる、物体検出処理を示すフローチャートである。

[図7]第1の実施形態におけるステップ15の処理を示すサブルーチンフローチャートである。

[図8A]仮想平面に向かって進む物体を示す模式図である。

[図8B]第1判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図9]表示部に表示した表示画面の例である。

[図10]第2の実施形態におけるステップ15の処理を示すサブルーチンフローチャートである。

[図11]第2判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図12A]仮想平面に向かって進む物体を示す模式図である。

[図12B]第3判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図13]第4判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図14A]仮想平面に向かって進む物体を示す模式図である。

[図14B]第5判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図14C]第5判定条件における関連付け処理を示す模式図である。

[図15]第3の実施形態におけるステップ15の処理を示すサブルーチンフローチャートである。

[図16]第4の実施形態におけるステップ15の処理を示すサブルーチンフローチャートである。

[図17]2次元カメラにより認識した物体における仮想平面の通過判定を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、添付した図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0027] 図1は、物体検出システムの主要構成を示すブロック図である。物体検出システム10は、検出部100、制御装置200、および発報部300を備える。検出部100は、送受信部としてのライダー110(L i d A R : L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g)を備える。最初にライダー110の構成について説明し、制御装置200、および発報部300の構成については後述する。

[0028] 図2は、車両が通行する車道61上が測定空間60となるようにライダー110を配置した状態を示す模式図である。ライダー110は柱62の上部に、車道61に向けて配置されている。測定空間60内の車道61上には、物体(動体)81~84が存在する。同図の例では、物体81、84は、トラック車両であり、物体82は普通乗用車の車両であり、物体83は歩行者である。また、後述する判定処理に用いる(制御上の)仮想平面70を、車道61を通行する車両の進行方向に対向するように配置している。仮想平面

70は、ユーザーからのUI（ユーザーインターフェース）を通じた指示により設定しているが、これに限られず、ライダー110が取得した画像から道路の延在方向、または車両の移動方向を判定し、その延在方向、または移動方向に垂直な平面を仮想平面として、制御側で自動的に設定してもよい。設定された、仮想平面70の位置情報は、後述する制御装置200のメモリに記憶される。

[0029] (ライダー110)

以下、図3を参照し、ライダー110の構成について説明する。図3は、ライダー110の概略構成を示す断面図である。ライダー110は、投受光ユニット111を有する。投受光ユニット111は、半導体レーザー51、コリメートレンズ52、ミラーユニット53、レンズ54、フォトダイオード55、およびモーター56、ならびにこれらの各構成部材を収容する筐体57を有する。筐体57内には、制御装置200の距離算出部210が配置されている。投受光ユニット111は、レーザースポット光によりライダー110の監視空間内（測定空間内）を走査することで得られた各画素の受光信号を出力する。距離算出部210は、この受光信号に基づいて、測距点群データを生成する。この測距点群データは距離画像、または距離マップとも称される。

[0030] 半導体レーザー51は、パルス状のレーザー光束を出射する。コリメートレンズ52は、半導体レーザー51からの発散光を平行光に変換する。ミラーユニット53は、コリメートレンズ52で平行とされたレーザー光を、回転するミラー面により測定領域に向かって走査投光するとともに、対象物からの反射光を反射させる。レンズ54は、ミラーユニット53で反射された対象物からの反射光を集光する。フォトダイオード55は、レンズ54により集光された光を受光し、Y方向に並んだ複数の画素を有する。モーター56はミラーユニット53を回転駆動する。

[0031] 距離算出部210は、これらの半導体レーザー51の出射タイミングと、フォトダイオード55の受光タイミングとの時間間隔（時間差）に基づいて

距離情報（距離値）を求める。距離算出部210は、CPU（Central Processing Unit）とメモリで構成され、メモリに記憶しているプログラムを実行することにより各種の処理を実行することによって測距点群データを求めるが、測距点群データ生成用の専用ハードウェア回路を備えてもよい。また、距離算出部210は、後述する制御装置200の筐体内部に組み込まれ、ハードウェア的に統合されてもよい。

[0032] 本実施形態において、半導体レーザー51とコリメートレンズ52とで出射部501を構成し、レンズ54とフォトダイオード55とで受光部502を構成する。出射部501、受光部502の光軸は、ミラーユニット53の回転軸530に対して直交していることが好ましい。

[0033] 剛体である柱62等に固定して設置されたボックス状の筐体57は、上壁57aと、これに対向する下壁57bと、上壁57aと下壁57bとを連結する側壁57cとを有する。側壁57cの一部に開口57dが形成され、開口57dには透明板58が取り付けられている。

[0034] ミラーユニット53は、2つの四角錐を逆向きに接合して一体化した形状を有し、すなわち対になって向き合う方向に傾いたミラー面531a、531bを4対（但し4対に限られない）有している。ミラー面531a、531bは、ミラーユニットの形状をした樹脂素材（例えばPC（ポリカーボネート））の表面に、反射膜を蒸着することにより形成されていることが好ましい。

[0035] ミラーユニット53は、筐体57に固定されたモーター56の軸56aに連結され、回転駆動されるようになっている。本実施形態では、例えば、柱62に設置された状態で、軸56aの軸線（回転軸線）が鉛直方向であるY方向に延在しており、Y方向に直交するX方向およびZ方向によりなすXZ平面が水平面となっているが、軸56aの軸線を鉛直方向に対して傾けてもよい。なお、図2においては、ライダー110のXYZ空間とともに、これを道路の向き（車両の進行方向）に対応させ座標変換させたX'Y'Z'空間を示している。X'Y'Z'空間において、Y'方向は鉛直方向であり、

Z' 方向は道路の延在方向に平行であり、X' 方向はこれらに直交する方向である。なお、仮想平面 70 は、X' Y' 平面に平行となるように設定されている。

[0036] 次に、ライダー 110 の対象物検出原理について説明する。図 3 において、半導体レーザー 51 からパルス状に間欠的に出射された発散光は、コリメートレンズ 52 で平行光束に変換され、回転するミラーユニット 53 の第 1 ミラー面 531a に入射する。その後、第 1 ミラー面 531a で反射され、さらに第 2 ミラー面 531b で反射した後、透明板 58 を透過して外部の測定空間 60 に向けて、例えば縦長の矩形断面を持つレーザースポット光として走査投光される。なお、レーザースポット光が出射される方向と、出射されたレーザースポット光が対象物で反射し、反射光として戻ってくる方向は重複し、この重複する 2 方向を投受光方向という（なお、図 3 では分かり易さのため、図面では出射光と反射光をずらして示している）。同一の投受光方向に進行するレーザースポット光は、同一の画素で検出される。

[0037] ここで、ミラーユニット 53 の対のミラー（例えば第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面 531b）の組み合わせにおいて、4 対はそれぞれ交差角が異なっている。レーザー光は、回転する第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面 531b にて、順次反射される。まず 1 番対の第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面 531b にて反射したレーザー光は、ミラーユニット 53 の回転に応じて、測定空間 60 の一番上の領域を水平方向（「主走査方向」ともいう）に左から右へと走査される。次に、2 番対の第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面 531b で反射したレーザー光は、ミラーユニット 53 の回転に応じて、測定空間 60 の上から 2 番目の領域を水平方向に左から右へと走査される。次に、3 番対の第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面 531b で反射したレーザー光は、ミラーユニット 53 の回転に応じて、測定空間 60 の上から 3 番目の領域を水平方向に左から右へと走査される。次に、4 番対の第 1 ミラー面 531a と第 2 ミラー面で反射したレーザー光は、ミラーユニット 53 の回転に応じて、測定空間 60 の最も下の領域を水平方向に左から

右へと走査される。これによりライダー１１０が測定可能な測定空間６０全体の１回の走査が完了する。この４つの領域の走査により得られた画像を組み合わせて、１つのフレームが得られる。そして、ミラーユニット５３が１回転した後、再び１番対の第１ミラー面５３１ａと第２ミラー面５３１ｂに戻り、以降は測定空間６０の一番上の領域から最も下の領域までの走査（この上下方向を「副走査方向」ともいう）を繰り返し、次のフレームが得られる。

[0038] 図３において、走査投光された光束のうち対象物に当たって反射したレーザー光の一部は、再び透明板５８を透過して筐体５７内のミラーユニット５３の第２ミラー面５３１ｂに入射し、ここで反射され、さらに第１ミラー面５３１ａで反射されて、レンズ５４により集光され、それぞれフォトダイオード５５の受光面で画素毎に検知される。さらに、距離算出部２１０が、半導体レーザー５１の出射タイミングとフォトダイオード５５の受光タイミングとの時間差に応じて距離情報を求める。これにより測定空間６０内の全領域で対象物の検出を行って、画素毎に距離情報を持つ測距点群データとしてのフレームを得ることができる。また、ユーザーの指示により、得られた測距点群データを背景画像データとして、距離算出部２１０内のメモリ、または制御装置２００のメモリに記憶してもよい。

[0039] なお、検出部１００は、赤外線（８００～１０００ｎｍ程度）のレーザー光を用いたライダー１１０とすることで、高い分解能で、測距点群データを得ることができる。しかしながら、送受信部として、ライダー１１０に換えて、ミリ波等の他の周波数の送信波を照射し、その送信波の反射波から測距点群データを得るミリ波レーダーを適用してもよい。

[0040] （物体検出システム１０の制御装置２００）

次に、図１を参照し、制御装置２００（制御部ともいう）の各構成について説明する。制御装置２００は、例えば、コンピューターであり、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、メモリ（半導体メモリ、磁気記録媒体（ハードディスク等））、入出力部（ディスプレイ、キー

ボード、等)、通信 I/F (interface) 等を備える。通信 I/F は、外部機器と通信するためのインターフェースである。通信には、イーサネット (登録商標)、SATA、PCI Express、USB、IEEE 1394 などの規格によるネットワークインターフェースが用いてもよい。また、通信には、Bluetooth (登録商標)、IEEE 802.11、4G などの無線通信インターフェースを用いてもよい。

[0041] 制御装置 200 は、図 1 に示すように、距離算出部 210、認識部 220、判定部 230、関連付け部 240、および報知出力部 250 を備える。以下、それぞれの機能について説明する。

[0042] (距離算出部 210)

距離算出部 210 の機能については、上述したとおりである。距離算出部 210 は、測定時に、ライダー 110 の投受光ユニット 111 により、複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間 60 に渡って照射し、測定空間 60 内の物体 (対象物) からの送信波の反射波に応じた受信信号を取得する。そして、この受信信号の受信タイミング (送受信の時間間隔) に応じて複数の照射方向における、それぞれの距離情報を得る。そしてこれにより、測距点群データを生成する。

[0043] (認識部 220)

認識部 220 は、測定空間 60 内の物体を認識する。本実施形態では、例えば背景差分法を採用する。この背景差分法では、予め生成し、保存しておいた背景画像 (基準画像ともいう) データを用いる。具体的には、測定の前準備 (前処理) として、ユーザーの指示により、車両や動物等の移動物体が存在しない状態で、ライダー 110 からレーザースポット光を走査する。これにより背景対象物 (静止物) から得られた反射光に基づいて、背景画像を得ることができる。実際の測定時においては、背景対象物の手前に行動解析の対象者である物体として例えば車両 (物体 81) が現れた場合、物体 81 からの反射光が新たに生じる。

[0044] 認識部 220 は、動体を認識する機能を有する。認識部 220 はメモリに

保持している背景画像データと現時点での測距点群データとを比較して、差が生じた場合、車両等の何らかの動体（前景の物体）が測定空間 60 内に現れたことを認識できる。例えば、背景差分法を用いて、背景データと、現時点での測距点群データ（距離画像データ）とを比較することで、前景データを抽出する。そして抽出した前景データの画素（画素群）を、例えば画素の距離値に応じてクラスタに分ける。そして、各クラスタのサイズを算定する。例えば、垂直方向寸法、水平方向寸法、総面積等を算出する。なお、ここでいう「サイズ」は、実寸法であり、見た目上の大きさ（画角、すなわち画素の広がり）とは異なり、対象物までの距離に応じて画素群の塊が判断される。例えば、認識部 220 は算定したサイズが抽出対象の解析対象の動体を特定するための所定のサイズ閾値以下か否か判定する。サイズ閾値は、測定場所や行動解析対象等により任意に設定できる。車両、人を追跡して行動を解析するのであれば、車両、または人の大きさのそれぞれの最小値を、クラスタリングする場合のサイズ閾値とすればよい。逆にあらゆる動体を追跡するのであれば、サイズ閾値はこれらよりも小さな値としてもよい。また、このときに、その形状を構成する画素を細かく抽出してもよいが、物体全体を取り囲む 1 個の直方体、または数個（例えば 2、3 個）の直方体を合成した立体としてクラスタリングしてもよい。以下に説明する本実施形態においては、底面が地面（仮想的な地面、あるいは XZ 平面）に平行な 1 個の直方体としてクラスタリングするものとする。

[0045] （物体認識による物体の分離（誤認識））

次に判定部 230 の機能について説明をする前に、図 4 A、図 4 B を参照して、物体の分離について説明する。図 4 A は、物体の向きに応じた測定点の離散状態を示す模式図である。図 4 B は、離散状態による物体認識への影響を示す模式図である。

[0046] 図 4 A（a）、（b）は、それぞれ上面視における物体の向きに応じた測定点の離散状態を示している。物体 80 はライダー 110 に対して図 4 A（a）では正対しており、図 4（b）では、斜めを向いている。同図の矢印は

、ライダー１１０から照射したレーザー光（送信波）を示している。

[0047] 図４Ｂ（ａ）、（ｂ）は、それぞれ、図４Ａ（ａ）、（ｂ）の状態それぞれ配置された物体８０を、認識部２２０が認識した物体（検知物体ともいう）を示している。図４Ｂ（ａ）では、認識が正しく、１つの物体８０を１つの物体９０１として認識している。一方で図４Ｂ（ｂ）では、物体の面が、レーザー光の照射方向と平行に近い。そのため、物体表面において隣接する測定点間の距離値が離散する。このため、距離値に応じたクラスタリングによる認識が上手く機能せずに、実際には１つの物体８０を、３つの物体９０２～９０４と認識してしまう（誤認識）。この誤認識により、分離した物体９０２～９０４の関連付けを、以下に説明する判定部２３０、および関連付け部２４０により行う。

[0048] （判定部２３０）

判定部２３０は、認識部２２０が認識した物体（例えば物体９０１～９０４）のそれぞれについて、各時刻の位置情報を追跡することで、物体の移動軌跡を把握する。また、制御装置２００のメモリに記憶している仮想平面７０の位置情報を参照することで、この移動により、物体が仮想平面７０を通過したか否かを判定する。また、判定部２３０は、仮想平面７０を通過した時のそれぞれの物体の速度を算出する。この速度は、例えば、仮想平面７０を通過する前後、または直前の数フレーム（例えば、数百ｍｓｅｃ期間）における移動距離から算出できる。なお、この速度は、進行方向を考慮しない速度であるが、仮想平面７０に対する速度、すなわちＺ方向成分の速度を算出し、これを用いるようにしてもよい。

[0049] 図５は、認識部２２０が、認識したある時点での物体９０１～９０４それぞれの位置情報の例である。それぞれの物体９０１～９０４は、所定周期（例えば０．１ｓｅｃ）で連続して取得されるフレームそれぞれにおいて、位置情報を判定し、その動きを追跡する。各物体９０１～９０４の位置情報としては、物体の３次元的な中心位置を用いてもよく、中心以外の外周面を用いてもよい。例えば物体の先端部、または後端部（後尾側）を用いてもよい。

。また、本実施形態のようにそれぞれの物体で異なる位置を用いてもよい。以下に説明する本実施形態においては、物体を1個の直方体としてクラスタリングした場合に、移動方向において、判定の対象となる複数のクラスタのうち、先頭のクラスタでは後端部を位置情報として用い、これと比較する先頭以外の他のクラスタでは先端部を位置情報として用いる。そしてこれらの位置により各判定（仮想平面70の通過等）を行う。このようにすることで、特に後述する第1の実施形態における第1判定条件（追加タイミング）においては、車間距離を加味した判定を行えるため、車両の長さ（車長）が長い場合に、判定時間を変更するといった処理が不要となるので車長による影響を少なくできる。

[0050] （関連付け部240）

関連付け部240は、複数の物体のうち、2つの物体について、第1、第2、第3、第4、および／または第5判定条件を満足するかを判定し、満足する場合には、その2つの物体の関連付けを行う。関連付けとしては、各物体同士に関連付けを示すタグを付与してもよく、あるいは、関連付けた2つの物体を、統合し、以降は、1つの物体として後続の処理を行うようにしてもよい。

[0051] 各判定条件の詳細については後述するが、概略としては、以下のとおりである。

（i）第1判定条件では、2つの物体それぞれの仮想平面70の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下か否かを判定する。

（i i）第2判定条件では、2つの物体が仮想平面70を通過したときの位置の差分が所定閾値以下であるか否かを判定する。この位置としては、仮想平面70上における距離を用いてもよく、2つ物体のうち遅い方が仮想平面70を通過した時点での3次元的な距離を用いてもよい。

（i i i）第3判定条件では、2つの物体それぞれが仮想平面70を通過したときの速度を算出し、その速度の差分が所定閾値以下であるか否かを判定する。

(i v) 第4判定条件では、仮想平面70を通過した物体のサイズが所定の閾値以上であるか否かを判定する。このサイズは、体積、または画素数で判定してもよい。

(v) 第5判定条件では、仮想平面70を通過するまでの物体それぞれの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かにより判定する。所定条件としては、移動軌跡を重ねた場合の各点での差分（間隔）の振れ幅が所定閾値以下に収まるか否か、あるいは比較する移動軌跡同士の各点が同じ相対位置関係を維持しているか否かにより判定できる。

[0052] (報知出力部250)

報知出力部250は、道路を移動する物体への検知枠付与、種別判定、カウント、およびアラート判定を行い、これらの結果を発報部300に送る。

[0053] 報知出力部250は、発報部300に出力する測定空間60の状態を示す画像データを作成、この画像データ内の物体に対して検知枠を付与する。このときに、関連付け部240で関連付けた物体に対して1つの検知枠を付与する（後述の図9参照）。

[0054] 報知出力部250は、関連付け部240で関連付けた物体を1つの物体として種別判定を行う。この種別判定は、例えば種類毎の特徴（サイズ、形状）が予め制御装置200のメモリに記憶されており、この特徴とマッチングすることにより行う。例えば、人、普通車車両、大型車両（トラック等）、および二輪車の種別を判定する。また、この種別判定アルゴリズムは公知のアルゴリズムにより事前に機械学習するようにしてもよい。この機械学習は、膨大なデータを用いて、事前に他の高性能なコンピュータで実施し、パラメータを決定する。報知出力部250は、決定したパラメータを用いて、種別を判定する。

[0055] また、報知出力部250は、道路を移動する物体のカウントを行う。このカウントは、例えば仮想平面70を通過する物体の種類別の通過数（台数）をカウントする。

[0056] また、報知出力部250は、アラート判定を行う。例えば、検出部100

の測定空間を監視領域に配置した場合に、許可されていない種類の車両の通過、接近を検知した場合には、アラートを出力する。

[0057] (発報部300)

発報部300は、スピーカー310、および表示部320を含む。発報部300は、報知出力部250からアラートが受信された場合に、スピーカー310により警告音等の音声を出力する。

[0058] また、発報部300は、報知出力部250から受信した測定空間60の状態を示す画像データを液晶ディスプレイで構成される表示部320に表示する。また、このときに、物体の種別情報や、所定期間内のカウントデータを表示するようにしてもよい。なお、以上においては、物体検出システム10が発報部300を含む例を説明したが、これに限られない。ネットワークに接続した外部の装置（例えばパーソナルコンピュータ）に、表示用の画像データや、音声データを送信することにより、外部の装置を発報部として機能させるようにしてもよい。

[0059] (第1の実施形態における報知処理)

図6～図9を参照し、第1の実施形態に係る物体検出システム10で実行する物体検出処理について説明する。図6、図7は、第1の実施形態に係る物体検出システム10で行われる、物体検出処理を示すフローチャートである。

[0060] (ステップS11)

図6に示すように、最初に、検出部100は、ライダー110により、測定空間60内の測定（走査）を行う。距離算出部210は、ライダー110により得られた受信信号のタイミングから、多数の各照射方向における、それぞれの距離情報を得る。そしてこれらにより、各画素（方向）における距離値の分布を表す測距点群データを生成し、出力する。これを所定周期（数十msec）で繰り返す。

[0061] (ステップS12)

認識部220は、ステップS11で生成し、得られた測距点群データから

物体の認識を行う。

[0062] 図8Aは、仮想平面70に向かって進む物体を示す模式図である。同図では、車道61上を仮想平面70に向かって進行する物体81（トラック車両）を俯瞰、すなわちY'方向視した状態を示している。また、紙面に対して上下方向がZ'方向、垂直な方向がY'方向である（図8B、および後述の図11～図14Cにおいても同様）。図8Bは、第1判定条件における関連付け処理を示す模式図であり、図8Aの状態を測定することで得られた測距点群データから、ステップS12の処理で、認識した物体を示している。図8B（a）から（d）は時系列順の図であり、図8B（a）は、図8Aの時点の認識部220による認識状態を示しており、同図では、1個の実際の物体81を2つの物体911、912（物体1、物体2）と認識している。

[0063] （ステップS13）

判定部230は、ステップS12で認識した物体（動体）の追跡処理を行う。それぞれの物体の位置情報を時系列で追跡することで、物体の移動軌跡を把握する。

[0064] （ステップS14）

判定部230は、物体911、912について、仮想平面70を通過したか否か、すなわち各物体911、912の後端が仮想平面70を越えたか否かの判定を行う。図8B（b）の状態では、判定部230は判定対象となる複数の物体のうち、先頭の物体911が仮想平面70を通過した（後端が通過）と判定する。続く、図8B（c）の状態では、判定部230は先頭以外の他の物体912も仮想平面を通過した（先端が通過）と判定する。

[0065] （ステップS15）

ここでは、関連付け部240は、複数の物体のうち、2つの物体の関連付けを行う。図7は、ステップS15のサブルーチンフローチャートである。

[0066] （ステップS501）

図7に示すように、関連付け部240は、仮想平面70を通過した複数の物体のうち2つの物体を抽出する。図8B（d）の状態では、物体911、

9 2 2 の 2 つの物体を抽出する。

[0067] (ステップ S 5 0 2)

関連付け部 2 4 0 は、第 1 判定条件を満足するか否かを判定する。すなわち、2 つの物体の仮想平面 7 0 の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下か否かを判定する。図 8 B の例では、図 8 B (b) の物体 9 1 1 が仮想平面 7 0 を通過した通過タイミング (時刻 t_2) と、次の物体 9 1 2 が仮想平面 7 0 を通過した通過タイミング (時刻 t_3) の差分時間 ($t_3 - t_2$) が所定閾値以下か否かを判定する。

[0068] この所定閾値は、測定空間 6 0 を設定した車道 6 1 において、想定される通過する車両の大きさ (全長)、および通行速度、ならびに車間距離により適宜設定される。例えば所定閾値は、連続して走行する車両が 1 つの物体として関連付けられないように、車間距離よりも短い距離に相当する時間となるように通行速度を考慮して設定される。この所定閾値は、予め設定されるものであるが、ユーザーが、適宜設定できるようにしてもよい。また、この所定閾値は、物体の移動速度に応じて、複数段階で、リアルタイムで設定するようにしてもよい。例えば、物体の移動速度が高速の場合には、この所定閾値を小さくし、低速の場合には大きくする。

[0069] 関連付け部 2 4 0 は、物体 9 1 1 と物体 9 1 2 の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下であれば (YES)、処理をステップ S 5 0 3 に進め、所定閾値を超えれば (NO)、処理をステップ S 5 0 4 に進める。

[0070] (ステップ S 5 0 3)

関連付け部 2 4 0 は、第 1 判定条件を満たす物体 9 1 1 と物体 9 1 2 の関連付けを行う。例えば、図 8 B (d) に示すように、関連付け部 2 4 0 は、物体 9 1 1、9 1 2 を関連付けすることにより統合し、以降は、1 つの物体 9 9 1 として後続の処理を行う。このとき、物体 9 9 1 は、統合する前の直方体の物体 9 1 1、および直方体の物体 9 1 2 の双方を包括するような直方体として統合する。

[0071] (ステップ S 5 0 4)

ここでは、関連付け部240は、第1判定条件を満たさない2つの物体を関連付けしない。このとき、判定チェック済みであることを示すフラグを各物体に付与してもよい。以降は、サブルーチンフローチャートの処理を終了し、図6のメインのフローチャートに戻る。

[0072] (ステップS16)

仮想平面70を通過した全ての物体のチェック（判定処理）が終了していなければ（NO）、処理をステップS15に戻し、チェックしていない物体の判定処理を行う。一方で全ての物体のチェックが終了したならば（YES）、処理をステップS17に進める。

[0073] (ステップS17)

報知出力部250は、出力する画像データ上において、物体に検知枠を付与する。ステップS15の処理で関連付けられた2つの物体については、1つの物体として1つの検知枠を物体の周辺、または近傍に付与する。例えば、認識した直方体の物体に外接するように検知枠を付与する。

[0074] 図9は、測距点群データに基づいて作成した画像データを、発報部300の表示部320に表示した表示画面の例である。同図においては、物体81～83を囲むように検知枠F1～F3を付与している。また物体81（物体991（図8B（d）参照））に対しては、1つの検知枠F1を付与している。

[0075] (ステップS18)

報知出力部250は、物体に対して、各種の制御処理を行う。この制御処理は、上述のように、道路を移動する物体の種類（普通車車両、大型車両、等）を判別し、判別した種類毎のカウントを行う。また、許可されていない物体の通過を検知した場合、または、警告対象の種類 of 物体の通過を検知した場合には、アラート判定を行ってもよい。これらの、制御処理による結果は、要求、または設定に応じて、発報部300に送信する。

[0076] このように第1の実施形態においては、検出部100からの信号により生成した測距点群データに基づいて、測定空間内の物体を認識し、認識した複

数の物体（検知物体）のそれぞれが、測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、複数の物体のうち、2つの物体のタイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定し、第1判定条件を満たした2つ物体を関連付ける。これにより、物体の面が送信波の照射方向に平行に近い等により、1つの物体を、複数の物体として誤認識した場合であっても、第1判定条件を満たした2つの物体を関連付けることにより物体検出を適切に行うことができる。

[0077] なお、以上の説明においては、2つの物体の関連付けについて説明したが、3つ以上の物体（検知物体）がある場合には、同様に、順次関連付けを行う。例えば、図8Bの例において、物体911に対して、物体912以外に、第1判定条件を満たす他の物体がある場合には、その物体も物体911、または物体912に関連付ける。また、その場合、物体911、912と他の物体を1つの物体991として統合するようにしてもよい。

[0078] （第2の実施形態）

以下、図10から図14Cを参照し、第2の実施形態に係る物体検出システム10で実行する物体検出処理について説明する。図10は、第2の実施形態におけるステップS15のサブルーチンフローチャートである。図11～図14Cは、第2～第5判定条件それぞれにおける関連付け処理を示す模式図である。この第2の実施形態においては、図10に示すステップS15の関連付け判定処理が異なる以外は、第1の実施形態と同一であり、その他の説明は省略する。

[0079] （ステップS601）

ステップS501と同様に、関連付け部240は、仮想平面70を通過した複数の物体のうち2つの物体を抽出する。

[0080] （ステップS602）

次に、関連付け部240は、第1判定条件を満足するか否かを判定する。すなわち、2つの物体の仮想平面70の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下か否かを判定する。この処理も、ステップS502と同様であり、

説明を省略する。

[0081] 関連付け部240は、認識した2つの物体の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下であれば（YES）、処理をステップS603に進め、所定閾値を超えれば（NO）、処理をステップS605に進める。

[0082] （ステップS603）

ここでは、関連付け部240は、第2～第5の判定条件のいずれかを満足するか否かを判定する。第2～第5判定条件については後述する。第2～第5判定条件のいずれかを満足した場合には、処理をステップS604に進める。一方で、全てを満足しない場合には、処理をステップS605に進める。

[0083] （ステップS604）

関連付け部240は、第1判定条件、および第2～第5判定条件の少なくとも1つを満たす2つの物体の関連付けを行う。以降は、関連付けた2つの物体は、1つの物体として後続の処理を行う。

[0084] （ステップS605）

ここでは、関連付け部240は、第1判定条件を満たさない2つの物体、または、第1判定条件を満たすが、第2～第5判定条件の全てを満たさない2つの物体を関連付けしない。このとき、判定チェック済みであることを示すフラグを付与してもよい。以降は、サブルーチンフローチャートの処理を終了し、図6のメインのフローチャートに戻る。

[0085] （第2～第5判定条件）

ここで、第2～第5の判定条件そのそれぞれについて図11～図14Cを参照し、具体的に説明する。

[0086] （第2判定条件（通過位置の差分））

第2判定条件では、2つの物体が仮想平面70を通過したときの位置の差分が所定閾値以下であるか否かを判定する。図11は、第2判定条件における関連付け処理を示す模式図である。同図は、並走する2つの物体81、84（トラック車両）が、仮想平面70を通過している状態を示している。物

体 9 2 1 ~ 9 2 3 は、ステップ S 1 2、S 1 3 で認識部 2 2 0、および判定部 2 3 0 それぞれが、認識し、追跡している検知物体である。図 1 1 に示す状態では、判定部 2 3 9 は、ステップ S 1 4 で、物体 9 2 1 ~ 9 2 3 の全てが仮想平面 7 0 を通過したと判定している。そして、物体 9 2 1 ~ 9 2 3 は全て、ほぼ、同じタイミングで仮想平面 7 0 を通過しているため、相互に第 1 判定条件を満足している（ステップ S 6 0 2 : Y E S）。

[0087] 関連付け部 2 4 0 は、第 2 判定条件として、物体 9 2 1 ~ 9 2 3 に対して、このうちの 2 つの物体が仮想平面 7 0 を通過したときの位置の差分が所定閾値 X_d 以下であるか否かをそれぞれ判定する。この位置の差分は、例えば、図 1 1 (a) に示すように X' 方向の距離により行っている。同図に示すように物体 9 2 1 と物体 9 2 2 との距離（隙間）は x_1 であり、物体 9 2 2 と物体 9 2 3 との距離は x_2 であり、物体 9 2 1 と物体 9 2 3 との距離は x_3 である。距離 x_2 は所定閾値 X_d 以下であることから、物体 9 2 2 と物体 9 2 3 とは、第 2 判定条件を満たす。一方で、物体 9 2 1 の物体 9 2 2、9 2 3 それぞれとの組み合わせでは所定閾値 X_d を超えるので第 2 判定条件を満たさない。図 1 1 (b) に示すように、関連付け部 2 4 0 は、第 1、第 2 判定条件の両方を満たす、2 つの物体 9 2 2、9 2 3 を関連付けすることにより統合し、以降は、1 つの物体 9 9 2 として後続の処理を行う。

[0088] この所定閾値 X_d は、並走する車両間の車間距離、および通行する車両の大きさ（全幅）を考慮して予め設定されるものであるが、ユーザーが、適宜設定できるようにしてもよい。

[0089] （第 3 判定条件（通過速度の差分））

第 3 判定条件では、2 つの物体それぞれが仮想平面 7 0 を通過したときの速度を算出し、その速度の差分が所定閾値以下であるか否かを判定する。図 1 2 A は、仮想平面 7 0 に向かって進む物体を示す模式図である。図 1 2 B は、第 3 判定条件における関連付け処理を示す模式図であり、図 1 2 A の状態を測定することで得られた測距点群データから、ステップ S 1 2 の処理で、認識した物体を示している。同図は、物体 8 1（トラック車両）、および

物体 8 3（歩行者）が、仮想平面 7 0 を通過する状態を示している。物体 9 3 1 ～ 9 3 4 は、ステップ S 1 2、S 1 3 で認識部 2 2 0、および判定部 2 3 0 それぞれが、認識し、追跡している検知物体である。図 1 2 B（a）に示す状態では、判定部 2 3 9 は、ステップ S 1 4 で、物体 9 3 1、9 3 2 が仮想平面 7 0 を通過したと判定している。判定部 2 3 9 は、図 1 2 B（b）では、残りの物体 9 3 3、9 3 4 が仮想平面を通過したと判定している。これらの物体 9 3 1 ～ 9 3 4 は全て、通過タイミングの差分が所定閾値以下の範囲内で仮想平面 7 0 を通過しているため、相互に第 1 判定条件を満足している（ステップ S 6 0 2：YES）。

[0090] 関連付け部 2 4 0 は、第 3 判定条件として、物体 9 3 1 ～ 9 3 4 に対して、このうちの 2 つの物体が仮想平面 7 0 を通過したときの速度の差分が所定閾値 V_d 以下であるか否かをそれぞれ判定する。この速度は、判定部 2 3 0 により算出されたものであり、図 1 2 B に示す例では、物体 9 3 1 ～ 9 3 4 の速度は、それぞれ速度 $v_1 \sim v_4$ である。この速度は方向に依存しない速度であるが、Z 方向成分の速度を用いてもよい。速度 $v_1 \sim v_3$ は、互いの差分が所定閾値 V_d 以下であることから、物体 9 3 1 ～ 9 3 3 は相互に第 3 判定条件を満たす。一方で、物体 9 3 4 は、他の物体 9 3 1 ～ 9 3 3 との組み合わせでは差分が所定閾値 V_d を超えるので、物体 9 3 4 と他の物体 9 3 1 ～ 9 3 3 のいずれかとの組み合わせでは第 3 判定条件を満たさない。図 1 2 B（c）に示すように関連付け部 2 4 0 は、第 1、第 3 判定条件の両方を満たす、複数の物体 9 3 1、9 3 2、9 3 3 を関連付けすることにより統合し、以降は、1 つの物体 9 9 3 として後続の処理を行う。

[0091] この所定閾値 V_d は、通行する各種類の物体それぞれの平均速度を考慮して予め設定されるものであるが、ユーザーが、適宜設定できるようにしてもよい。

[0092] （第 4 判定条件（物体サイズ））

第 4 判定条件では、仮想平面 7 0 を通過した物体のサイズが所定の閾値以上であるか否かを判定する。図 1 3 は、第 4 判定条件における関連付け処理

を示す模式図である。同図は、物体 8 1（トラック車両）、および物体 8 3（歩行者）が、仮想平面 7 0 を通過する状態を示している。物体 9 4 1～9 4 4 は、ステップ S 1 2、S 1 3 で認識部 2 2 0、および判定部 2 3 0 それぞれが、認識し、追跡している検知物体である。図 1 3（a）に示す状態では、判定部 2 3 0 は、ステップ S 1 4 で、物体 9 4 1、9 4 2 が仮想平面 7 0 を通過したと判定している。判定部 2 3 0 は、図 1 3（b）では、残りの物体 9 4 3、9 4 4 が仮想平面を通過したと判定している。これらの物体 9 4 1～9 4 4 は全て、通過タイミングの差分が所定閾値以下の範囲内で仮想平面 7 0 を通過しているため、相互に第 1 判定条件を満足している（ステップ S 6 0 2 : YES）。

[0093] 関連付け部 2 4 0 は、第 4 判定条件として、物体 9 4 1～9 4 4 に対して、それぞれの物体サイズを所定閾値と比較する。この物体サイズは体積であり、1 個の直方体としてクラスタリングされ、認識された物体 9 4 1～9 4 4 のそれぞれの体積（直方体の体積）を、所定閾値以上か否かを判定する。

[0094] 図 1 3 に示す例では、物体 9 4 1～9 4 3 の体積は所定閾値以上であり、物体 8 3（歩行者）に対応する物体 9 4 4 の体積は所定閾値未満である。図 1 3（c）に示しように、関連付け部 2 4 0 は、第 1、第 4 判定条件の両方を満たす、物体 9 4 1～9 4 3 を相互に関連付けすることにより統合し、以降は、1 つの物体 9 9 4 として後続の処理を行う。

[0095] （第 5 判定条件（移動軌跡））

第 5 判定条件では、仮想平面 7 0 を通過するまでの物体それぞれの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かにより判定する。図 1 4 A は、仮想平面 7 0 に向かって進む物体を示す模式図である。図 1 4 B、図 1 4 C は、第 5 判定条件における関連付け処理を示す模式図である。これらの図は、物体 8 1、8 4（トラック車両）が、仮想平面 7 0 を通過する状態を示しており、同図においては、物体 8 1 は、仮想平面 7 0 を越える前に、左折を行っていた。

[0096] 物体 9 5 1～9 5 3 は、ステップ S 1 2、S 1 3 で認識部 2 2 0、および

判定部 230 それぞれが、認識し、追跡している検知物体である。図 14B に示す状態では、判定部 239 は、ステップ S14 で、物体 951～953 が仮想平面 70 を通過したと判定している。これらの物体 951～953 は全て、通過タイミングの差分が所定閾値以下の範囲内で仮想平面 70 を通過しているため、相互に第 1 判定条件を満足している（ステップ S602：YES）。

[0097] 関連付け部 240 は、第 5 判定条件として物体 951～953 に対して、このうちの 2 つの物体が仮想平面 70 を通過するまでの移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かをそれぞれ判定する。この移動軌跡は、判定部 230 により算出されたものであり、図 14B には、物体 951～953 それぞれの移動軌跡 961～963 を示している。関連付け部 240 は、所定条件としては、移動軌跡を重ねた場合の各点での差分（間隔）の振れ幅が所定閾値以下に収まるか否か、あるいは比較する移動軌跡同士の各点と同じ相対位置関係を維持しているか否かにより判定できる。

[0098] 移動軌跡 962 と移動軌跡 963 は、移動軌跡同士が類似し、差分が所定条件を満たすので、第 5 判定条件を満たす。一方で、移動軌跡 961 は、他の移動軌跡 962、963 との組み合わせでは差分が所定条件を満たさないので第 5 判定条件を満たさない。図 14C に示すように、関連付け部 240 は、第 1、第 5 判定条件の両方を満たす、物体 952、953 を関連付けることにより統合し、以降は、1 つの物体 995 として後続の処理を行う。

[0099] このように、第 2 の実施形態においては、検出部 100 からの信号により生成した測距点群データに基づいて、測定空間内の物体を認識し、認識した複数の物体（検知物体）のそれぞれが、測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第 1 判定条件として、複数の物体のうち、2 つの物体のタイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定し、第 1 判定条件を満たす場合に、さらに、第 2～第 5 判定条件のいずれかを満たすか否かを判定し、いずれかの判定条件を満たす場合に、2 つ物体を関連付ける。これにより第 1 の実施形態と同様の効果が得られると

ともに、第1判定条件のみにより判定することにより、本来は2つの物体であるのに、1つの物体として誤認識してしまうことを防止できる。すなわち、第2の実施形態によれば、物体検出をより適切に行うことができる。

[0100] (第2の実施形態の変形例)

第2の実施形態においては、関連付け部240は、第2～第5判定条件の全てについて判定したが、これに限られず、少なくとも1つについて判定するようにしてもよい。

[0101] また、第1判定条件を満たした2つの物体に対して、その後、第2～第5判定条件の全てについて判定し、いずれかを満たす場合には、2つの物体の関連付けを行った。これに限られず、第1判定条件から第5判定条件の少なくとも2つ以上について判定し、その全ての満たす場合に2つの物体を関連付けるようにしてもよい。このようにすることで、関連付ける条件がより厳しくなり、2つの物体を1つの物体として誤認識してしまうことを、より精度よく防止できる。

[0102] (第3の実施形態)

以下、図15を参照し、第3の実施形態に係る物体検出システム10で実行する物体検出処理について説明する。図15は、第3の実施形態におけるステップS15のサブルーチンフローチャートである。第3の実施形態においては、図15に示すステップS15の関連付け判定処理が異なる以外は、第1、第2の実施形態と同一であり、その他の説明は省略する。

[0103] (ステップS701)

ステップS501と同様に、関連付け部240は、仮想平面70を通過した複数の物体のうち2つの物体を抽出する。

[0104] (ステップS702)

関連付け部240は、第1判定条件を満足するか否かを判定する。すなわち、2つの物体の仮想平面70の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下か否かを判定する。この処理も、ステップS502と同様であり、説明を省略する。

[0105] 関連付け部240は、認識した2つの物体の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下であれば（YES）、処理をステップS703に進め、所定閾値を超えれば（NO）、処理をステップS713に進める。

[0106] （ステップS703～S710）

関連付け部240は、ステップS703、S705、S707、S709でそれぞれ第2～第5判定条件について判定し、判定条件を満たす場合には、ステップS704、S706、S708、S710でそれぞれに対応する判定フラグをONにする。この第2～第5判定条件は、第2の実施形態で説明したとおりであり、説明を省略する。

[0107] （ステップS711）

関連付け部240は、第2～第5判定条件の判定結果により、現時点のフラグ状態が所定条件を満たすか否かを判定する。例えば、第2、第3判定条件は優先度「高」に設定し、第4、第5判定条件は優先度「低」に設定し、優先度「高」のフラグは全てONで、かつ優先度「低」はいずれかのフラグがONの場合にステップS711の所定条件を満たすと判定する。所定条件を満たす場合（YES）には、処理をステップS712に進め、満たさない場合（NO）には処理をステップS713に進める。

[0108] 別の例としては、第2、第3判定条件の重み付け係数を「2.0」、第3、第4判定条件の重み付け係数を「1.0」にし、各フラグONの基本点を1点とし、これに重み付け係数を乗じた合計点数が所定閾値以上の場合には、所定条件を満たすと判定する。例えば、所定閾値を2点とし、第2判定条件のみを満たす場合には合計2点となり、第4、第5判定条件の2つのみを満たす場合にも合計2点となり、このいずれかの場合は、ステップS711の所定条件を満たすと判定する。各判定条件間の優先度、または各判定条件それぞれの重み付け係数については、予め設定されたものであるが、ユーザーが適宜設定できるようにしてもよい。

[0109] （ステップS712、S713）

関連付け部240は、ステップS712、S713でそれぞれステップS

604、S605と同様の処理を行う。以降は、サブルーチンフローチャートの処理を終了し、図6のメインのフローチャートに戻る。

[0110] このように第3の実施形態においては、第2から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、第2から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、2つの物体を関連付ける。これにより、第2の実施形態と同様の効果が得られる。

[0111] (第4の実施形態)

以下、図16を参照し、第4の実施形態に係る物体検出システム10で実行する物体検出処理について説明する。図16は、第4の実施形態におけるステップS15のサブルーチンフローチャートである。第4の実施形態においては、図15に示すステップS15の関連付け判定処理が異なる以外は、第1、第2の実施形態と同一であり、その他の説明は省略する。

[0112] (ステップS801)

ステップS701と同様である。関連付け部240は、仮想平面70を通過した複数の物体のうち2つの物体を抽出する。

[0113] (ステップS802)

関連付け部240は、第1判定条件を満足するか否かを判定する。すなわち、2つの物体の仮想平面70の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下か否かを判定する。この処理も、ステップS502と同様であり、説明を省略する。

[0114] 関連付け部240は、認識した2つの物体の通過タイミングの差分時間が、所定閾値以下であれば(YES)、処理をステップS820に進め、所定閾値を超えれば(NO)、処理をステップS803に進める。

[0115] (ステップS820)

関連付け部240は、第1判定条件のフラグをONする。

[0116] (ステップS803～S810)

関連付け部240は、ステップS703～S710と同様の処理を行う。第2～第5判定条件について判定し、それぞれの判定結果に応じて、各フラ

グのON/OFFを行う。

[0117] (ステップS 8 1 1)

関連付け部240は、ステップS 7 1 1と同様の処理を行う。ここでは第1判定条件のフラグも含め、第1～第5判定条件の判定結果により、現時点のフラグ状態が所定条件を満たすか否かを判定する。所定条件を満たす場合(Y E S)には、処理をステップS 8 1 2に進め、満たさない場合(N O)には処理をステップS 7 1 3に進める。この判定条件は、第3の実施形態と同様であり、説明を省略する。

[0118] (ステップS 8 1 2、S 8 1 3)

関連付け部240は、ステップS 8 1 2、S 8 1 3でそれぞれステップS 7 1 2、S 7 1 3と同様の処理を行う。以降は、サブルーチンフローチャートの処理を終了し、図6のメインのフローチャートに戻る。

[0119] このように第4の実施形態においては、第1から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、第1から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、2つの物体を関連付ける。これにより、第2、3の実施形態と同様の効果が得られる。

[0120] (ライダー110の利点)

ここで、ライダー110等の測距点群データを取得する検出部100を用いる利点について説明する。図17は、2次元カメラにより認識した物体における仮想平面70の通過判定を説明する模式図である。図17は、図2と対応し、同じ車道61上を2次元カメラ65により撮影するように配置させた状態を示しており、横方向(X' 方向)から見た図である。図17において、2次元カメラ65は、車道61、および仮想平面70に向けて斜め下方向を撮影する。そして2次元カメラ65により得られた画像を画像認識することにより仮想平面70の通過判定をする場合を想定する。

[0121] 図17に示すように、物体81(トラック車両)の車高は、物体82(普通車車両)の車高よりも高い。2次元カメラ65により得られた画像を用いた物体認識により仮想平面70の通過を判断する場合には、以下に説明する

ように車高の影響がある。

[0122] 物体 8 1、8 2 で、仮想平面 7 0 の通過開始の判定は、前面側の下端（地面側）で行えるので、車高の影響はない。一方で、仮想平面 7 0 の通過終了の判定には車高が影響する。

[0123] 図 1 7（b）は、物体 8 1 の仮想平面 7 0 の通過開始を判定するタイミングである。図 1 7（c）では、物体 8 1 は、実際には、仮想平面 7 0 を通過しているが、2 次元の画像データからは、その判定を行うことができず、その後、図 1 7（d）の状態になってから、初めて物体 8 1 の仮想平面 7 0 の通過終了を判定できる。図 1 7（e）には、車高が低い物体 8 2 の通過終了を判定したタイミングを示している。図 1 7（d）を図 1 7（e）と比較することで明らかなように、車高が低い物体 8 2 よりも高い物体 8 3 の方がより遅いタイミングで仮想平面 7 0 の通過終了を判定している。このように、2 次元の画像データを用いた物体認識により、物体の通過を判定する場合には、判定する物体のサイズ（車高）により、通過判定に誤差が生じる。このような物体のサイズによる影響を少なくするためには、真下に向けてカメラを配置し、得られた俯瞰画像により画像認識する必要がある、カメラの配置位置が限定される。一方で、本実施形態のようにライダー 1 1 0 からの 3 次元の測距点群データを用いた物体認識により、物体の通過を判定する場合には、そのような配置位置に関する制約はない。すなわち、本実施形態では、3 次元のデータにより判定するので、図 1 7（c）の状態、車高等の形状に依存せずに認識した物体が、仮想平面 7 0 を通過し終わったことを正しく判定できる。

[0124] 以上に説明した物体検出システム 1 0 の構成は、上述の実施形態の特徴を説明するにあたって主要構成を説明したのであって、上述の構成に限られず、特許請求の範囲内において、種々改変することができる。また、一般的な物体検出システム 1 0 が備える構成を排除するものではない。

[0125] 例えば、上述の実施例では、3 つ以上の物体を認識し、これらの関連付けの判定を第 1 判定条件等により行う場合に、1 つの物体と複数の他の物体と

順に判定していた。この判定処理を行う場合に、2つの関連付けした物体を1つの統合した物体と判定し、以降の関連付けの判定を行うようにしてもよい。例えば、図12Bの例においては、物体931、932の関連付けを判断した場合には、以降の処理では、これらを1つの統合した物体として、残りの物体933と関連付けの判定を行う。

[0126] 上述した実施形態に係る物体検出システム10における各種処理を行う手段および方法は、専用のハードウェア回路、またはプログラムされたコンピュータのいずれによっても実現することが可能である。上記プログラムは、例えば、USBメモリやDVD(Digital Versatile Disc)−ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体によって提供されてもよいし、インターネット等のネットワークを介してオンラインで提供されてもよい。この場合、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムは、通常、ハードディスク等の記憶部に転送され記憶される。また、上記プログラムは、単独のアプリケーションソフトとして提供されてもよいし、装置の一機能としてその装置のソフトウェアに組み込まれてもよい。

[0127] 本出願は2018年9月12日に出願された日本特許出願(特願2018−170831号)に基づいており、その開示内容は、参照され、全体として組み入れられている。

符号の説明

[0128] 10 物体検出システム

100 検出部

110 ライダー

200 制御装置

210 距離算出部

220 認識部

230 判定部

240 関連付け部

- 2 5 0 報知出力部
- 3 0 0 発報部
- 3 1 0 スピーカー
- 3 2 0 表示部
- 6 0 測定空間
- 7 0 仮想平面

請求の範囲

[請求項1] 複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波に応じた受信信号を出力する送受信部と、

前記送受信部が、前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを生成する距離算出部と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識する認識部と、

前記認識部が認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定する判定部と、

前記第1判定条件を満たした、前記2つ物体を関連付ける関連付け部と、

を備える、物体検出システム。

[請求項2] 前記判定部は、前記第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第2判定条件として、前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定し、

前記関連付け部は、前記第1判定条件および前記第2判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、請求項1に記載の物体検出システム。

[請求項3] 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第3判定条件として、前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第3判

定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、請求項1、または請求項2に記載の物体検出システム。

[請求項4] 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第4判定条件として、前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第4判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、請求項1から請求項3のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項5] 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、第5判定条件として、前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定し、

前記関連付け部は、少なくとも前記第1判定条件および前記第5判定条件を満たす前記2つの物体を関連付ける、請求項1から請求項4のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項6] 前記判定部は、第1判定条件を満たす前記2つの物体について、さらに、

前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第2判定条件、

前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第3判定条件、

前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定する第4判定条件、および、

前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定する第5判定条件について判定を行い、

前記関連付け部は、前記判定部による前記第2から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、前記第2から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、前記2つの物体を関連付

ける、請求項 1 に記載の物体検出システム。

[請求項7]

複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波を受信する送受信部と、

前記送受信部が、前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを算出する距離算出部と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識する認識部と、

前記認識部が認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定する第1判定条件、

前記仮想平面を通過した前記物体の位置の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第2判定条件、

前記仮想平面を通過した時の速度の差分が、所定閾値以下であるか否かを判定する第3判定条件、

前記物体のサイズそれぞれが、所定閾値以上か否かを判定する第4判定条件、および、

前記仮想平面を通過するまでの移動軌跡を比較し、移動軌跡の差分が所定条件を満たすか否かを判定する第5判定条件について判定を行う判定部と、

前記判定部による前記第1から第5の判定条件に関する判定結果、および、予め設定した、前記第1から第5判定条件の優先度、または重み付け係数を用いて、2つの物体を関連付ける関連付け部と、を備える物体検出システム。

[請求項8]

前記測定空間には、車両が通行する道路が含まれ、前記仮想平面は、前記道路を通行する車両の移動方向に対向して設けられている、請

求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項9] 前記送受信部は、ライダーであり、前記送信波としてレーザー光を照射する、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項10] さらに、前記測距点群データに基づいて、生成した画像を出力する、出力部を備え、

前記関連付け部は、前記出力部が出力する前記画像において、関連付けた前記 2 つの物体に対して、1 つの検知枠を付与する、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項11] 前記関連付け部は、関連付けた前記 2 つの物体に対して、1 つの物体としてカウントを行う、請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項12] 前記関連付け部は、関連付けた前記 2 つの物体に対して、1 つの物体として、物体の種類の判別を行う、請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項13] 前記関連付け部は、関連付けた前記 2 つの物体に対して、1 つの物体として、発報処理を行う、請求項 1 から請求項 12 のいずれかに記載の物体検出システム。

[請求項14] 複数の照射方向に向けた送信波を、測定空間に渡って照射し、該測定空間内の対象物からの前記送信波の反射波に応じた受信信号を出力する送受信部を備える物体検出システムにおける物体検出方法であって、

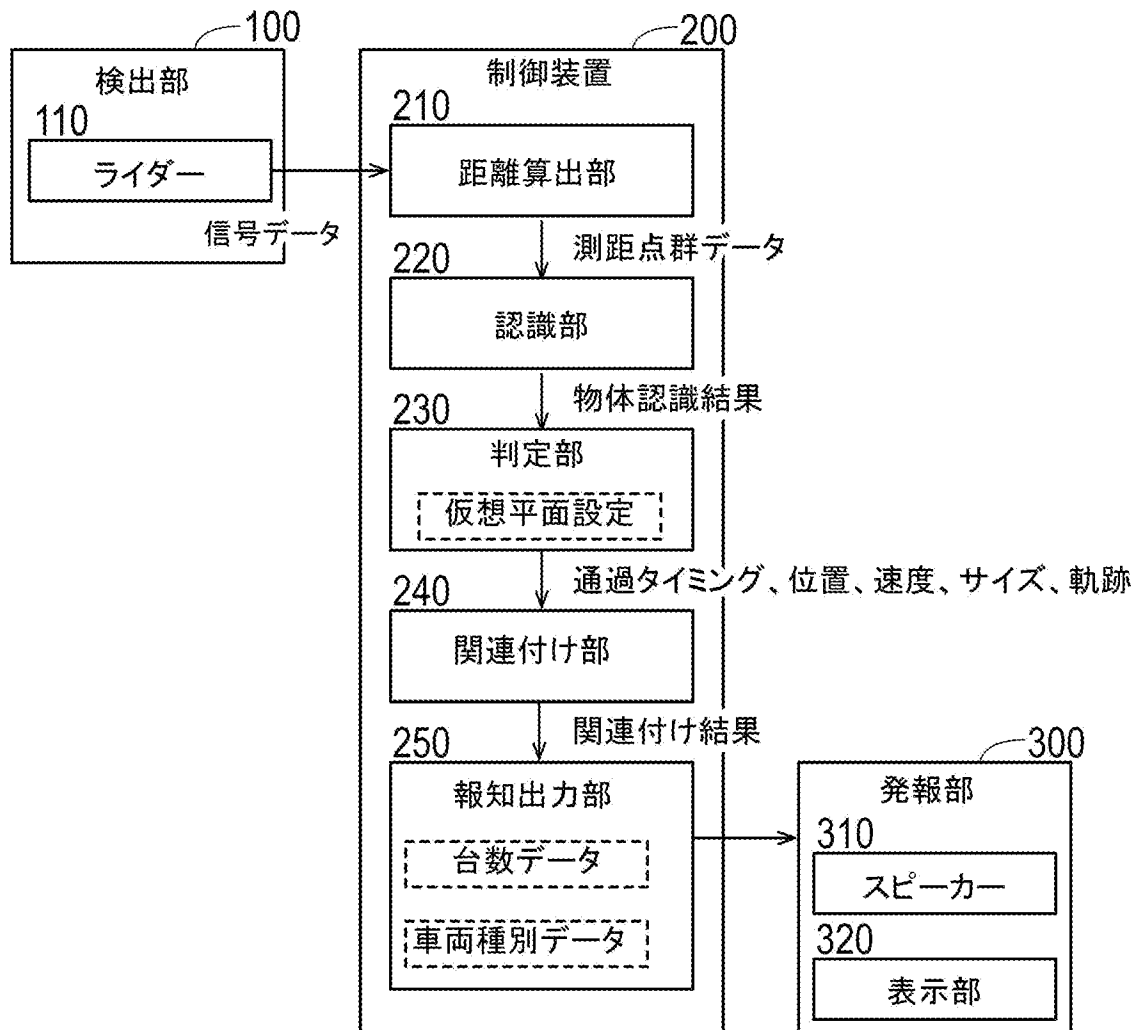
前記送受信部が前記送信波を送信してから、該送信波の反射波を受信するまでの時間間隔に基づいて、それぞれの前記照射方向における対象物までの距離を算出し、前記測定空間内の対象物までの距離値の分布を示す測距点群データを算出するステップ (a) と、

前記測距点群データに基づいて、前記測定空間内の物体を認識するステップ (b) と、

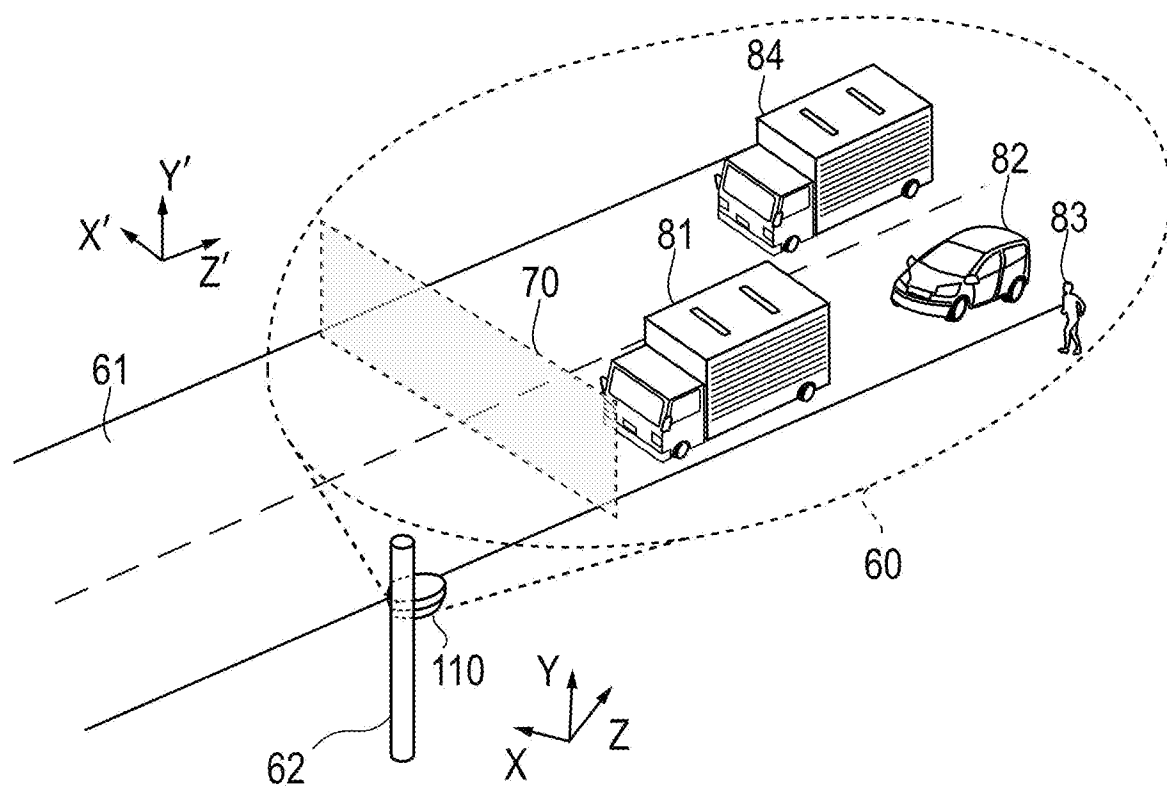
前記ステップ（b）で認識した前記複数の物体のそれぞれが、前記測定空間内に予め設定した仮想平面を通過したタイミングを算出するとともに、第1判定条件として、前記複数の物体のうち、2つの物体の前記タイミング間の差分時間が所定閾値以下であるか否かを判定するステップ（c）と、

前記第1判定条件を満たした、前記2つ物体を関連付けるステップ（d）と、
を含む物体検出方法。

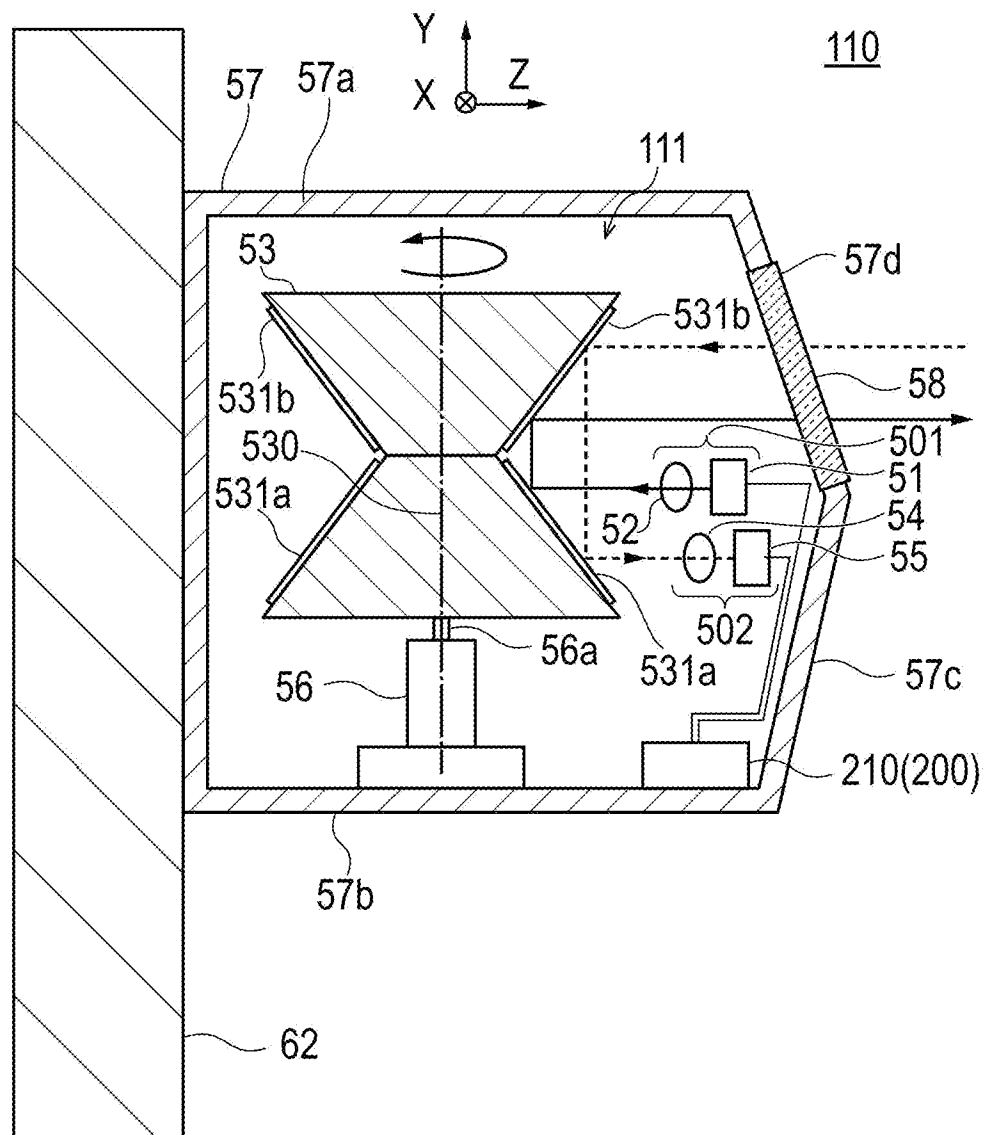
[図1]

10

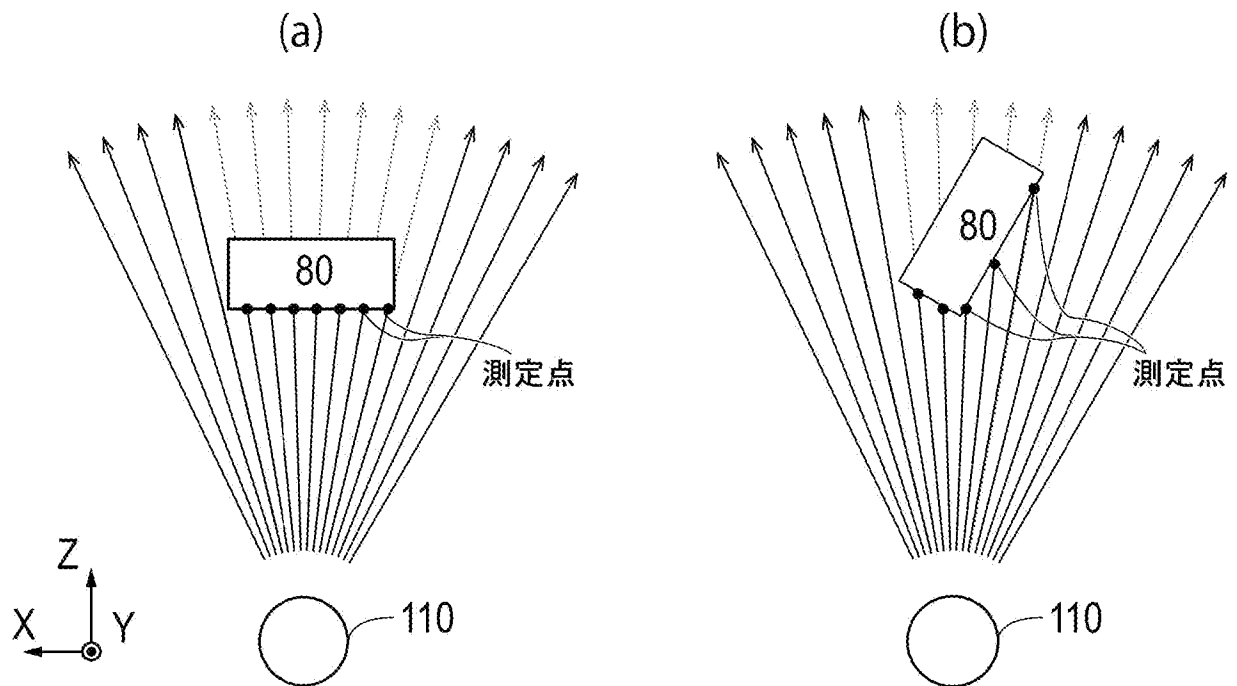
[図2]



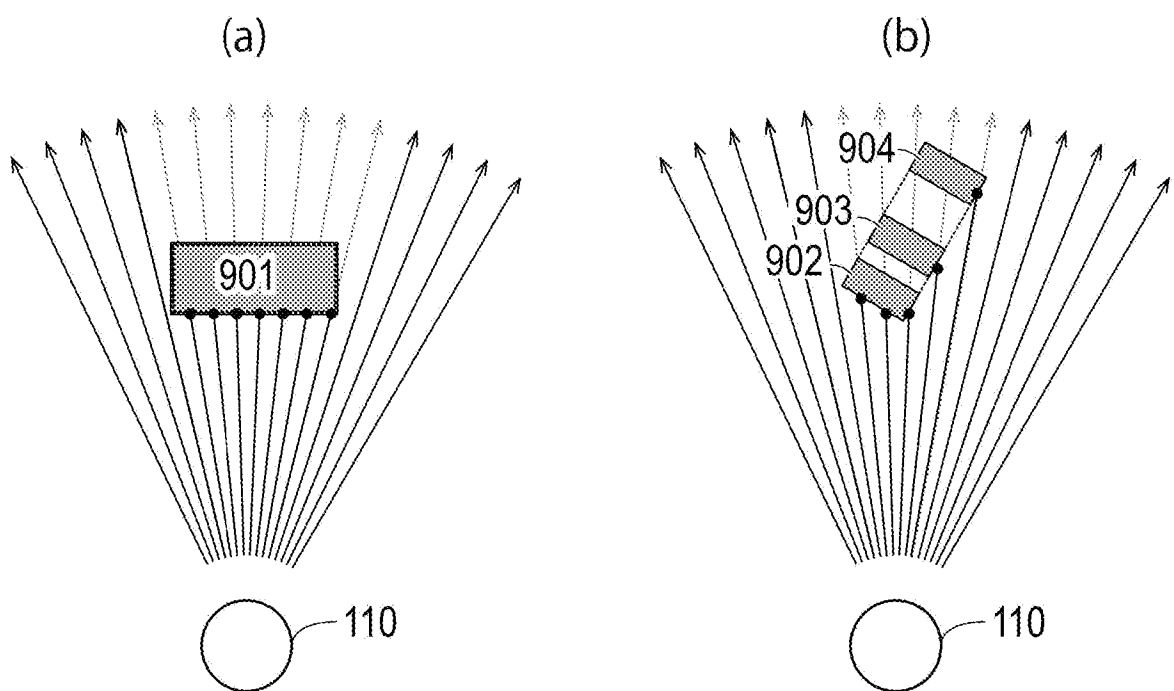
[図3]



[図4A]



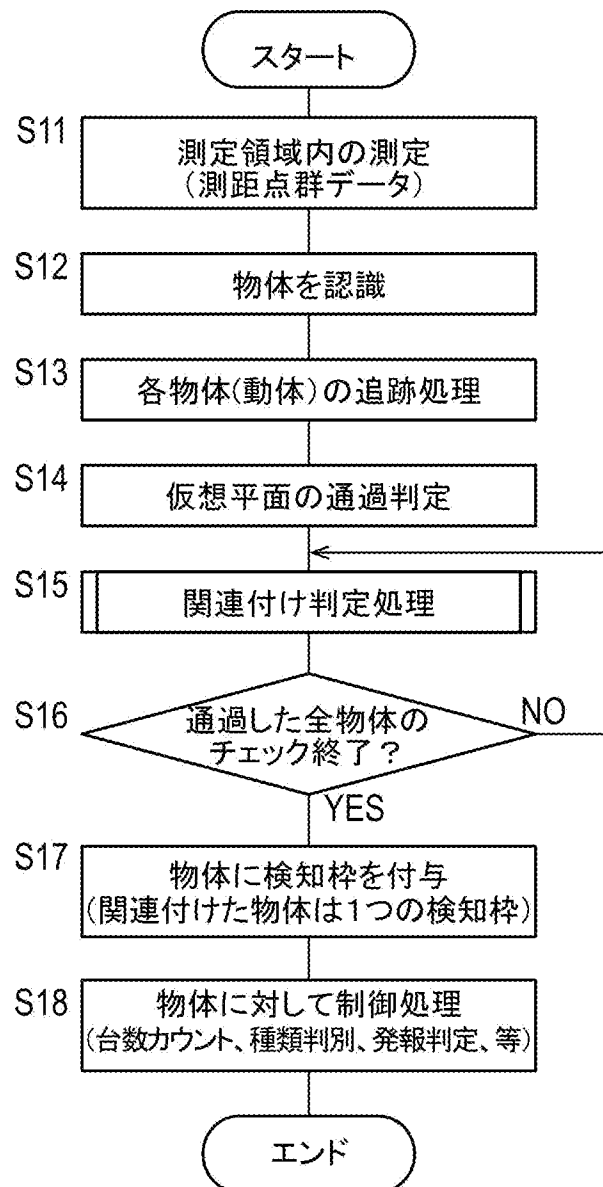
[図4B]



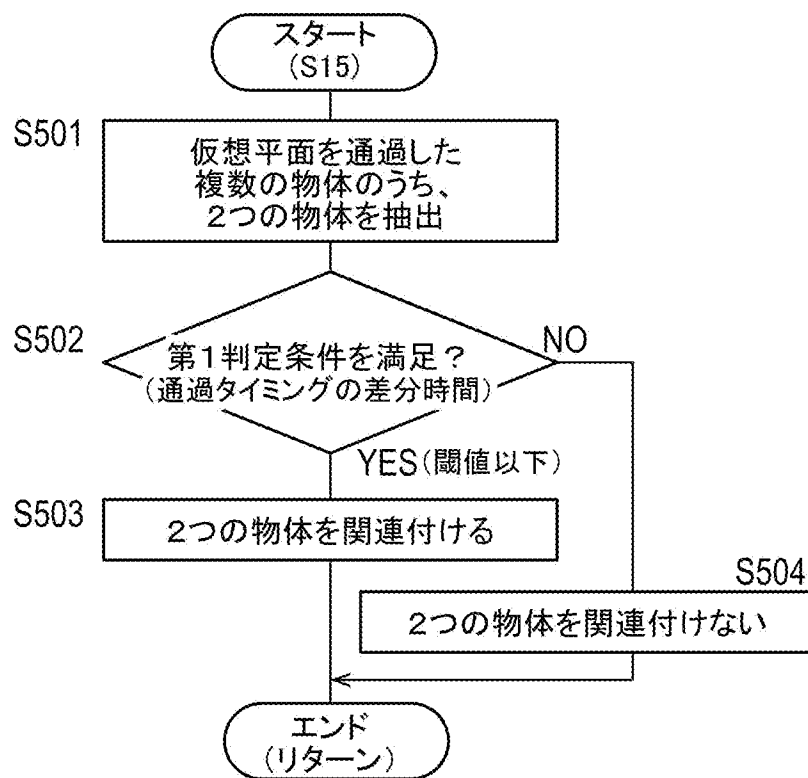
[図5]

時刻T	検知物体ID	位置座標		
		X'	Y'	Z'
10:00:05.1	901	5.0	1.5	10.0
	902	*	*	*
	903	*	*	*
	904	*	*	*
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

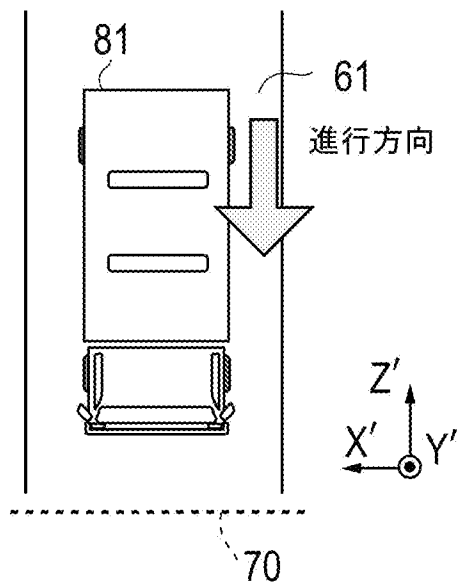
[図6]



[図7]

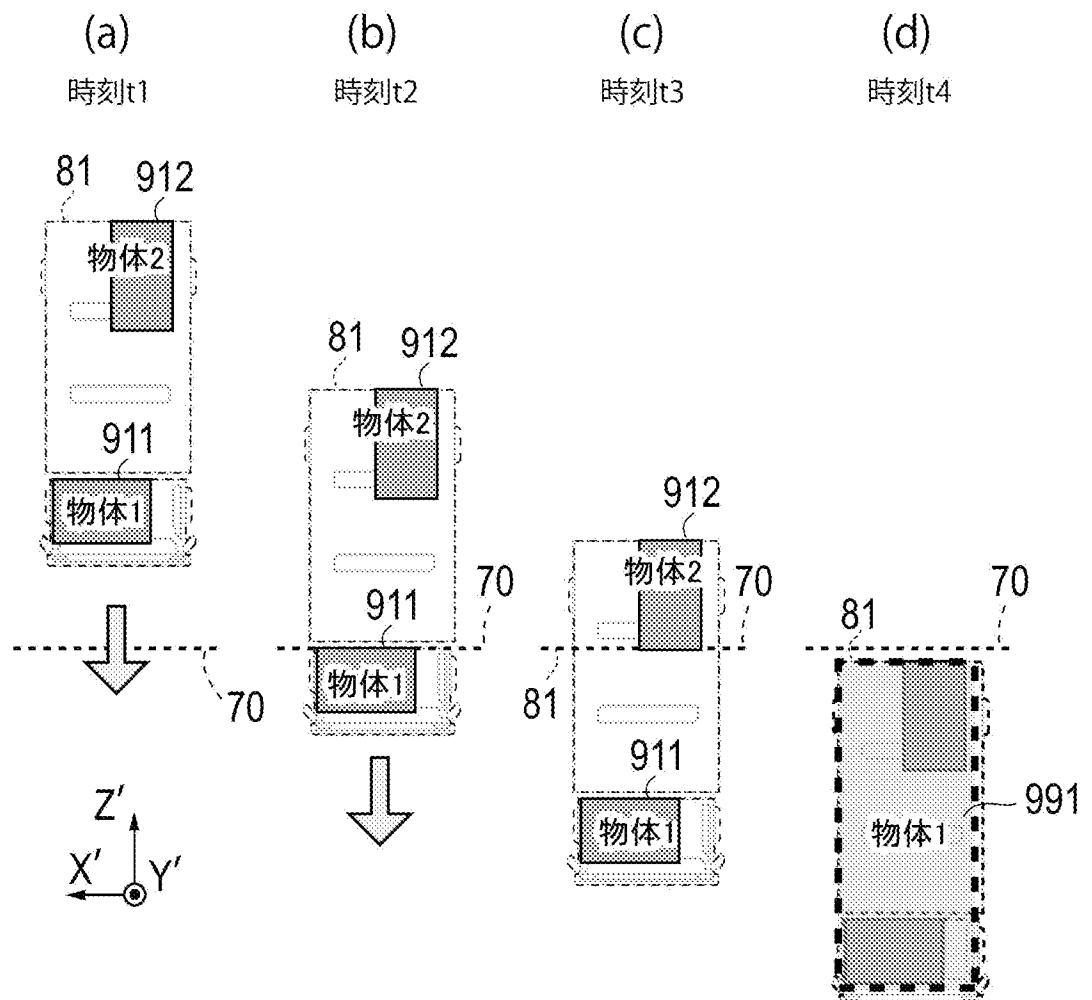


[図8A]

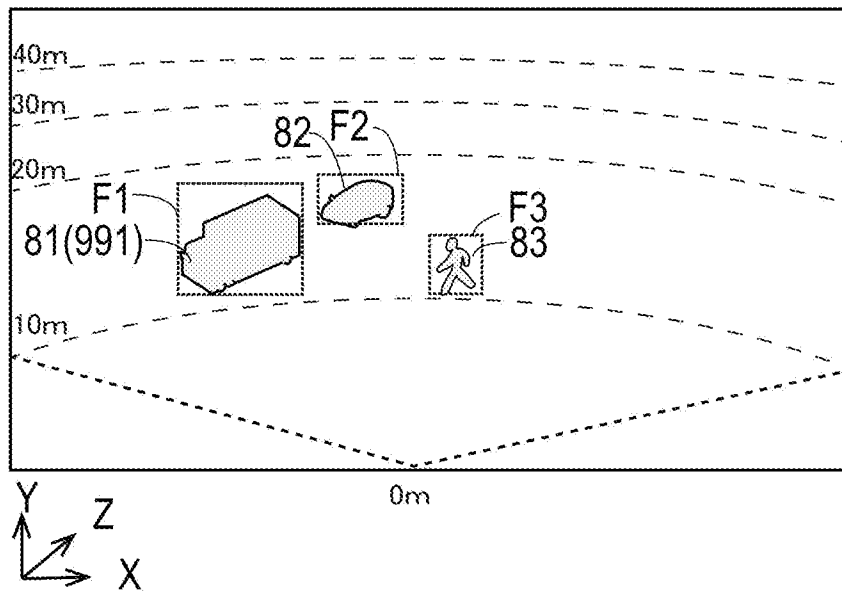


[図8B]

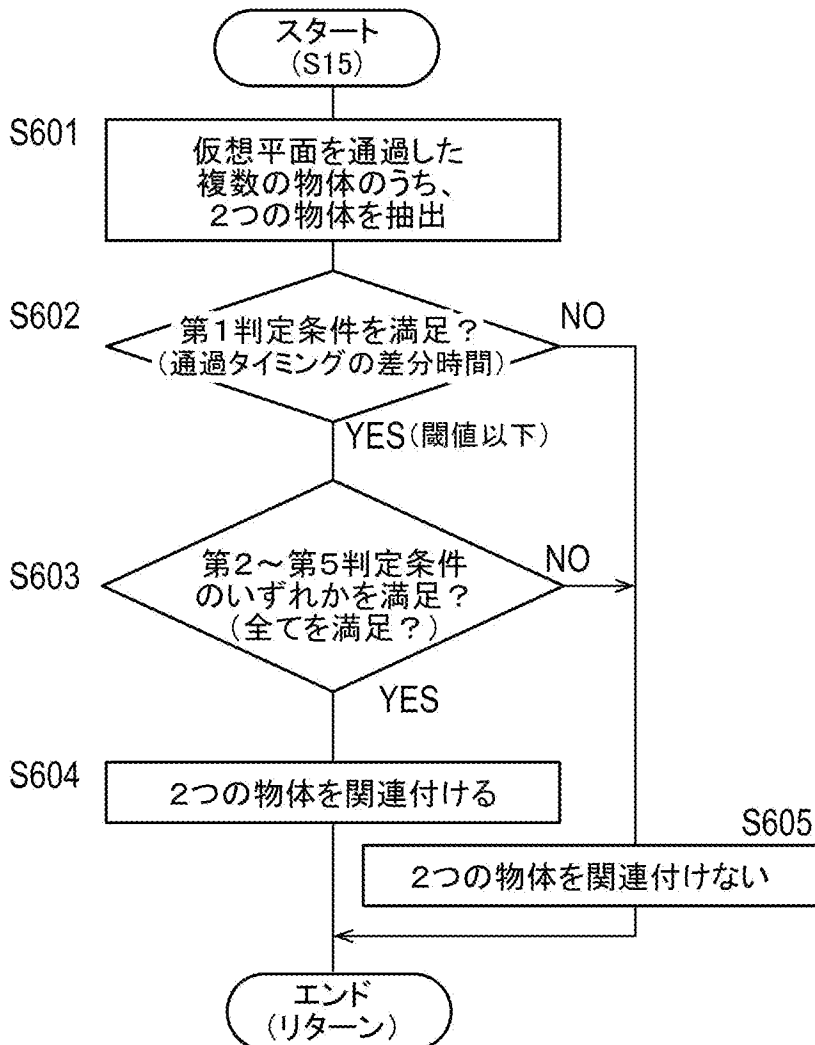
第1判定条件(通過タイミング)



[図9]

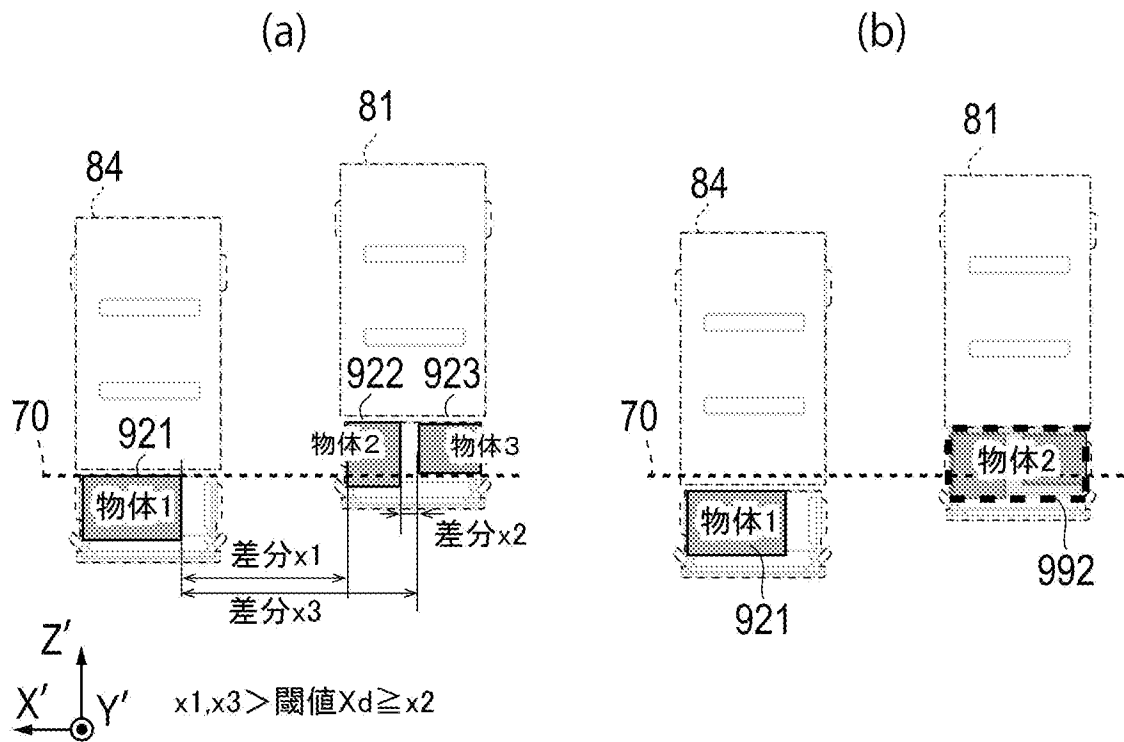


[図10]

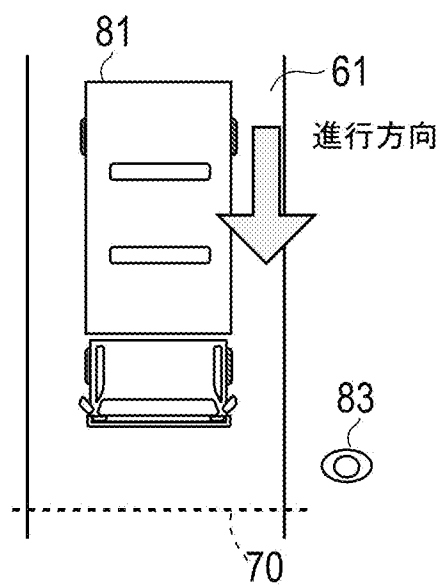


[図11]

第2判定条件(通過位置の差分)

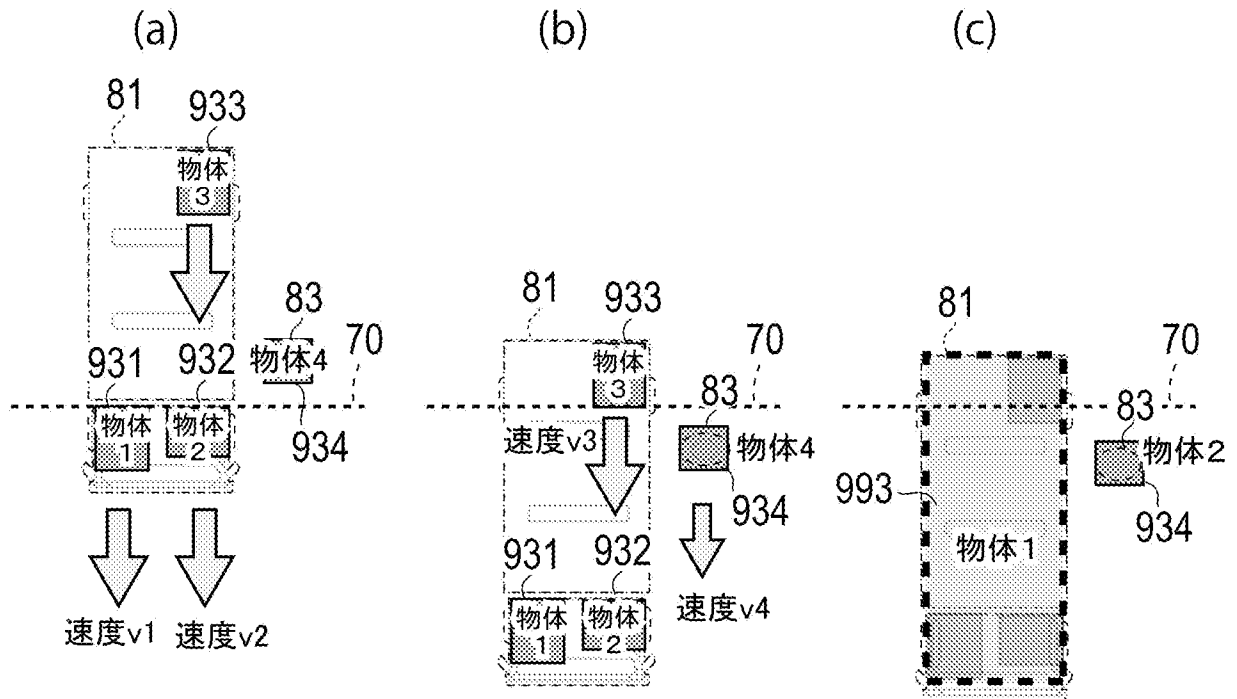


[図12A]



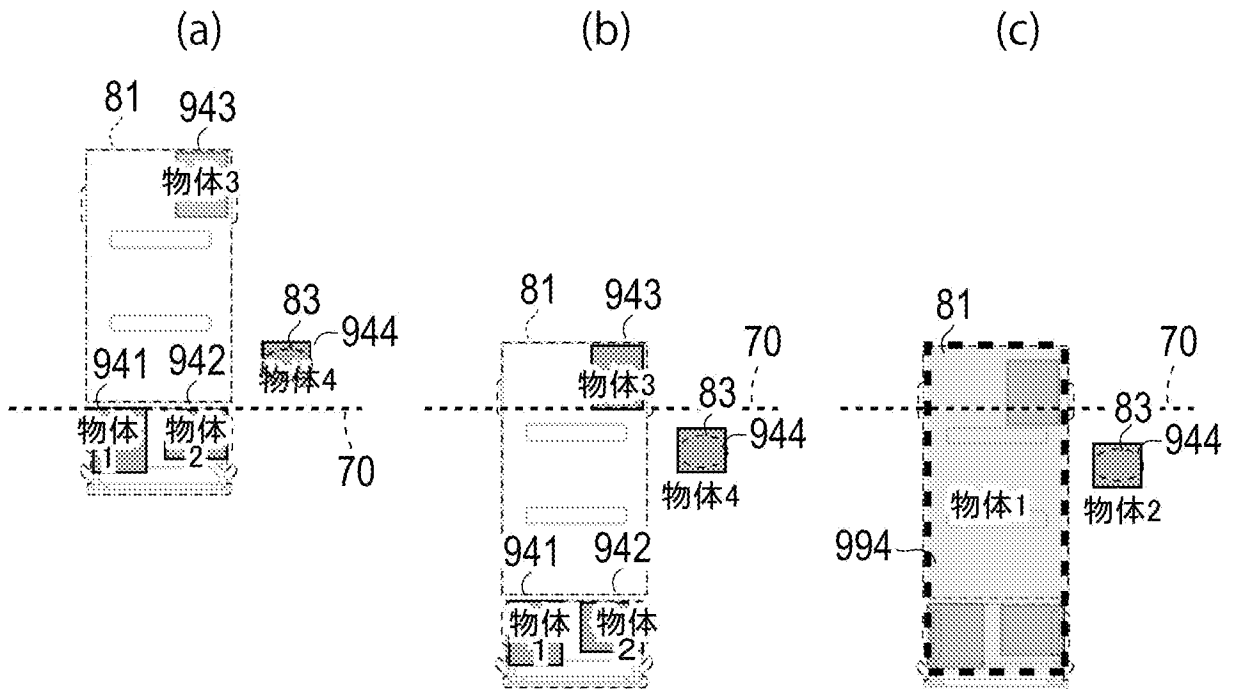
[図12B]

第3判定条件(通過速度の差分)

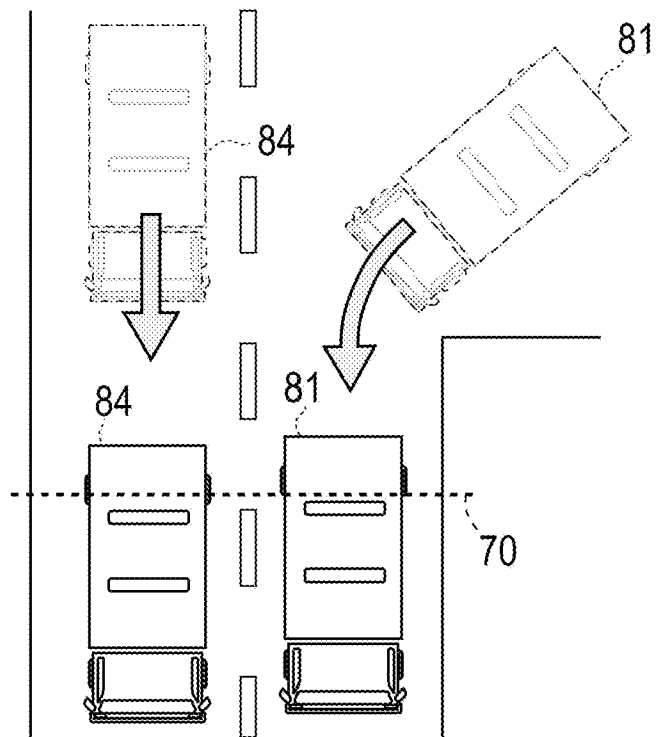


[図13]

第4判定条件(物体サイズ)

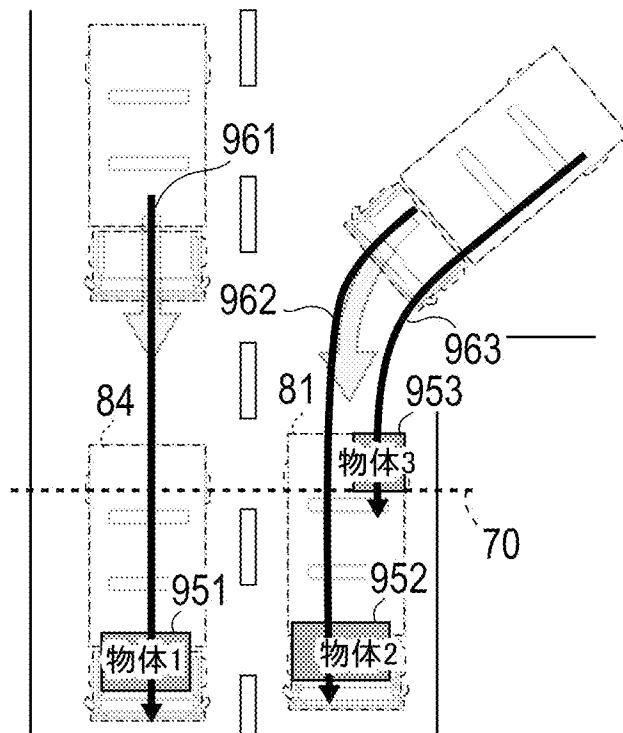


[図14A]

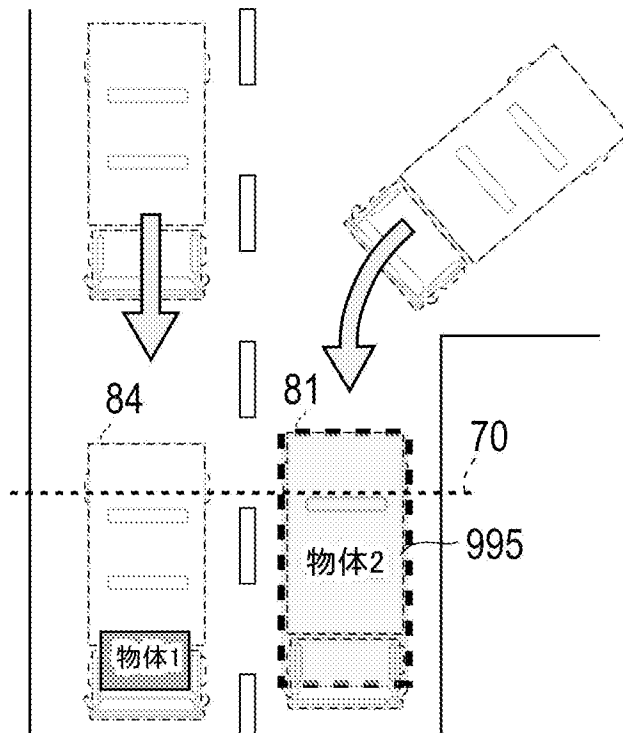


[図14B]

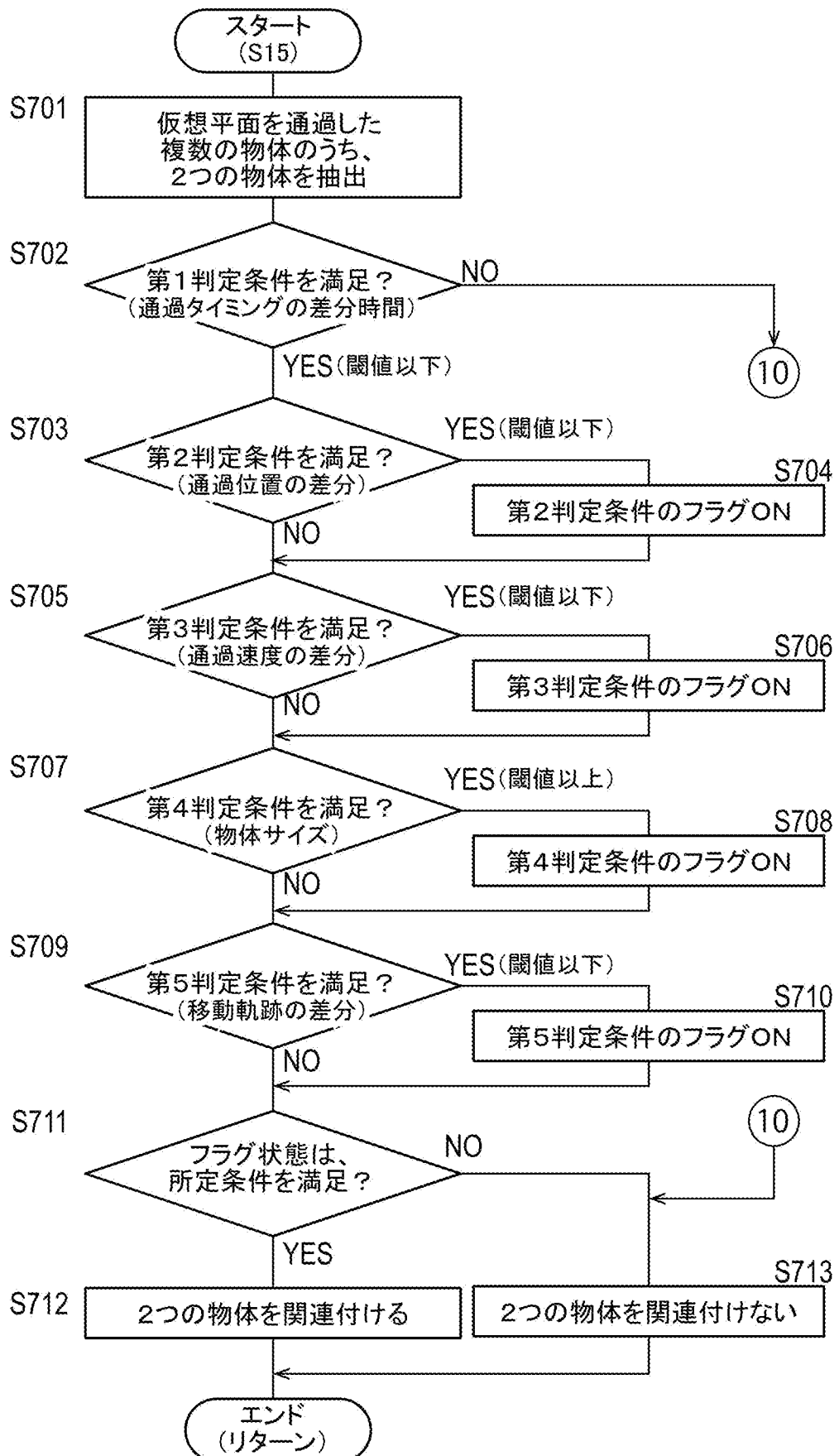
第5判定条件(移動軌跡)



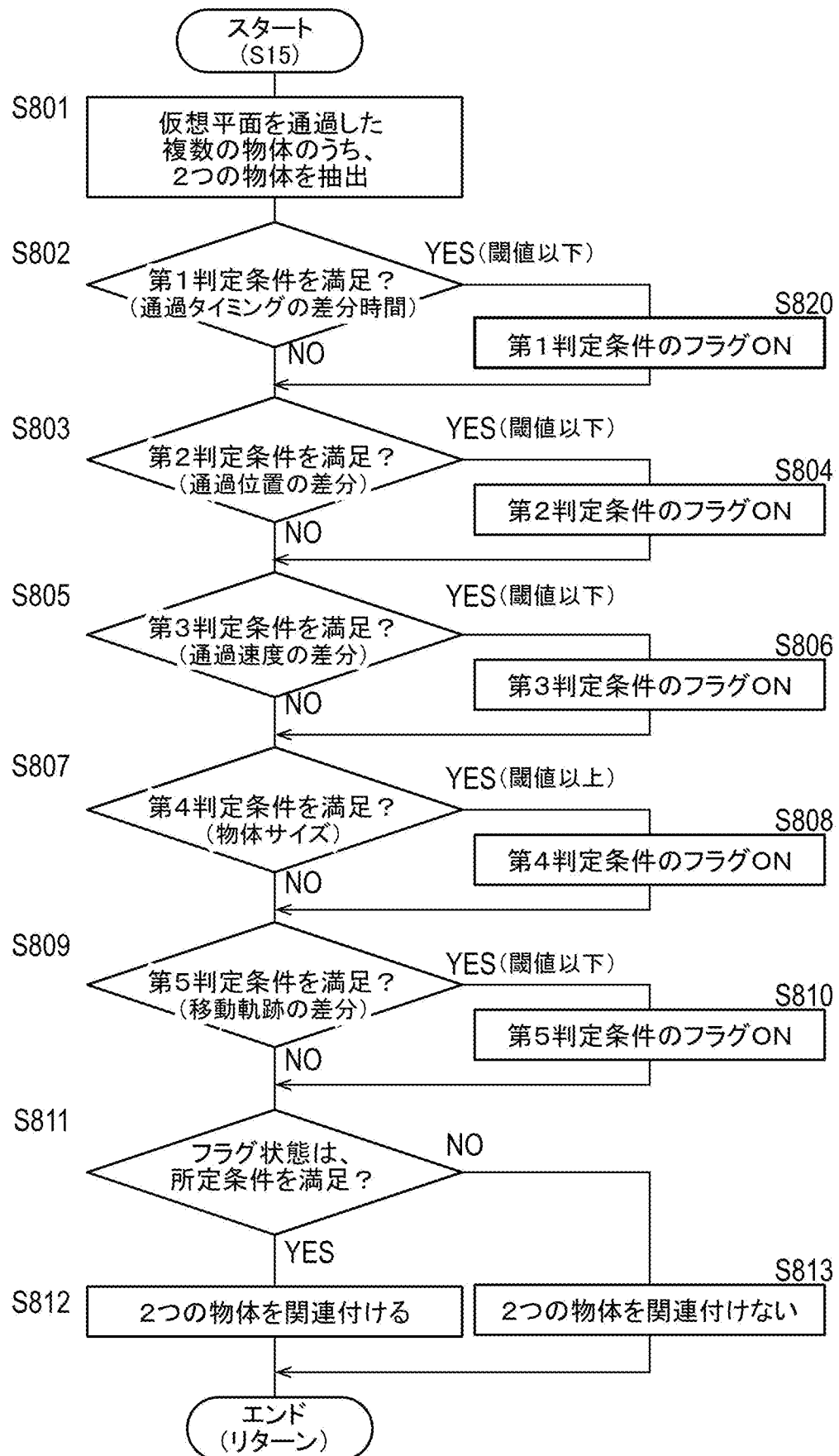
[図14C]



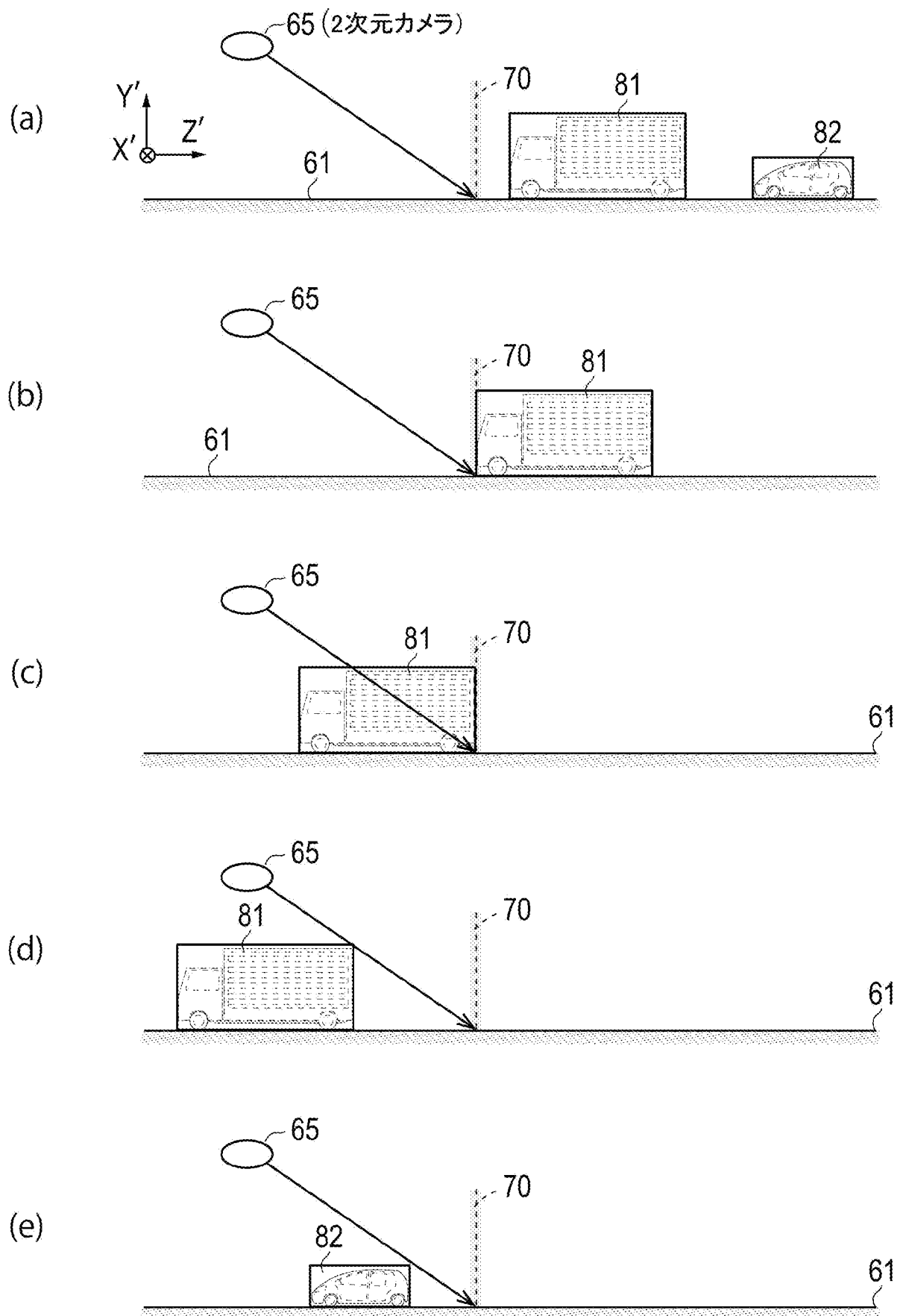
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/010313

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S17/42(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i

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. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01B11/00-G01B11/30, G01C3/00-G01C3/32

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
<u>X</u> Y	JP 2014-167802 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 11 September 2014, paragraphs [0005], [0009], [0014], [0025]-[0044], [0050], [0062], [0098]-[0099], [0121]-[0122], [0140]-[0141], fig. 1, 7 (Family: none)	<u>1-9, 14</u> 10-13
Y	WO 2018/159144 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 07 September 2018, paragraphs [0006], [0042], fig. 3, 5-7 & JP 536590661	10-13

☐ 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
23.04.2019

Date of mailing of the international search report
14.05.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S 17/42(2006.01)i, G01C 3/06(2006.01)i, G01S 17/89(2006.01)i

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））

Int.Cl. G01S 7/48 - G01S 7/51, G01S 17/00 - G01S 17/95, G01B 11/00 - G01B 11/30, G01C 3/00 - G01C 3/32

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2014-167802 A（三菱電機株式会社）2014.09.11	1-9, 14
Y	*[0005], [0009], [0014], [0025]-[0044], [0050], [0062], [0098]-[0099], [0121]-[0122], [0140]-[0141], 図1, 7* (ファミリーなし)	10-13
Y	WO 2018/159144 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社）2018.09.07 *[0006], [0042], 図3, 5-7* & JP 6365906 B1	10-13

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矛盾するものではなく、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

23.04.2019

国際調査報告の発送日

14.05.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 純

2S

7857

電話番号 03-3581-1101 内線 3216