

(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/002900 A1

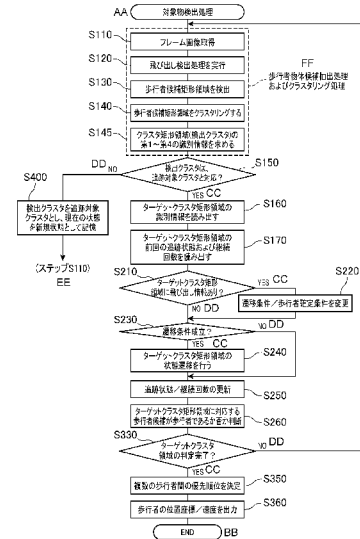
- (51) 国際特許分類:
G06T 7/20 (2006.01) **B60R 21/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069187
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-137006 2014 年 7 月 2 日(02.07.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 後藤 邦博(GOTO, Kunihiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町 1 8 番地 4 M Y K 四ツ谷 2 階 よつや国際特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING OBJECTS, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT

(54) 発明の名称: 物体検出用方法および装置、ならびにコンピュータプログラム製品

[図2]



S110 Acquire frame image
S120 Execute emergency detection process
S130 Detect pedestrian candidate rectangular regions
S140 Cluster pedestrian candidate rectangular regions
S145 Obtain first through fourth pieces of identification information for cluster rectangular region (detection cluster)
S150 Does detection cluster correspond to cluster being tracked?
S160 Read identification information for target cluster rectangular region
S170 Read previous tracking state of target cluster rectangular region and number of continuations
S220 Change transition condition/pedestrian confirmation condition
S230 Transition condition satisfied?
S240 Change state of target cluster rectangular region
S250 Update tracking state/number of continuations
S260 Determine whether pedestrian candidate corresponding to target cluster rectangular region is pedestrian
S330 Target cluster rectangular region determination completed?
S350 Determine priority order among multiple pedestrians
S360 Output pedestrian position coordinates/speed
S400 Set detection cluster as cluster being tracked and store current state as new state
AA Object detection process
BB End
CC Yes
DD No
EE Step S110
FF Pedestrian object candidate extraction process and clustering process

(57) Abstract: In this object detection device, every time information about one or more object candidates is obtained, a state transition unit determines on the basis of a prescribed state transition condition which of multiple states to which the information about the one or more object candidates belongs, thereby moving the information about the one or more object candidates between the multiple states, with these multiple states being predetermined on the basis of the relatedness of the one or more object candidates to a target object. Then, on the basis of transition information indicating the manner in which the state associated with the one or more object candidates has changed, a determination unit determines whether the one or more object candidates are the target object.

(57) 要約: 物体検出装置における状態遷移部は、少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、前記少なくとも1つの物体候補の情報を、複数の状態間で遷移させる。そして、判断部は、前記少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する。

WO 2016/002900 A1



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

物体検出用方法および装置、ならびにコンピュータプログラム製品

技術分野

[0001] 本発明は、車両の周囲に存在する検出対象の物体を検出するための装置およびコンピュータプログラム製品に関する。

背景技術

[0002] 車両の周囲に存在する歩行者等の検出対象の物体 (target object) を検出するための装置が多く提案されている。例えば、このような方法を実行する装置の一例として、特許文献 1 に開示された装置がある。この装置は、検出対象の物体の形状を検出するときの検出しやすさを表す指標を求める。該装置は、前記指標の値が低い、すなわち、検出対象物体の形状が検出しにくい、ほど、車両周囲から検出された物体を検出対象物体と判定するための閾値を小さく設定する。これにより、検出対象物体の検出率を向上させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許 4 9 3 7 0 2 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献 1 に開示された装置は、上記閾値を用いて、車両周囲から検出された物体が検出対象物体か否かを判断している。このため、該閾値が小さく設定されると、車両周囲から検出された、検出対象物体である信頼度が低い対象物であっても、検出対象物体である判定されやすくなる。このため、検出対象物体ではない物体を検出対象物体であると判定する誤検出が増える虞があった。

[0005] 本開示の一態様は、このような問題点に対処できる物体検出方法および装

置、ならびにコンピュータプログラム製品を提供するものである。すなわち、本開示の他の態様は、自車両の周囲に存在する検出対象となる物体をより精度よく検出できるようにする物体検出方法および装置、ならびにコンピュータプログラム製品を提供することを狙いとしている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様に関わる物体検出装置は、車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出する物体検出装置である。この物体検出装置は、前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する取得部を備えている。また、物体検出装置は、前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる状態遷移部を備えている。さらに、物体検出装置は、前記少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する判断部を備えている。

[0007] 本発明の第2の態様に関わるコンピュータプログラム製品は、車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出するためのコンピュータが読み取り可能なコンピュータプログラム製品である。このコンピュータプログラム製品は、コンピュータに、

(1) 前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する第1のステップと、

(2) 前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態

に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる第2のステップと、

(3) 前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、該少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する第3のステップと、
をそれぞれ実行させる。

[0008] 本発明の第3の態様に関わる物体検出方法は、車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出する物体検出方法である。この物体検出方法は、

(1) 前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する第1のステップと、

(2) 前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる第2のステップと、

(3) 前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、該少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する第3のステップと、
を備えている。

[0009] 本発明の第1～第3の態様は、検出対象物体の候補となる少なくとも1つの物体候補の情報が、前記少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態間をどのように遷移した

かを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が検出対象物体であるか否か判定している。このため、従来の、単純な閾値を用いて検出物体を検出対象物体か否か判断する構成と比べて、本発明の第1～第3の態様は、検出対象物体をより高精度に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態に関わる物体検出装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示す処理部のCPUが実行する対象物体検出処理の一例を示すフローチャートである。

[図3]図1に示すカメラにより撮影されたフレーム画像中の歩行者候補矩形の一例を示す図である。

[図4]クラスタ矩形領域としてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域、および前記クラスタ矩形領域に付与される第1の識別情報を説明するための図。

[図5]クラスタ矩形領域としてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域、および前記クラスタ矩形領域に付与される第2の識別情報を説明するための図。

[図6]クラスタ矩形領域としてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域、および前記クラスタ矩形領域に付与される第3の識別情報を説明するための図。

[図7]クラスタ矩形領域としてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域、および前記クラスタ矩形領域に付与される第4の識別情報を説明するための図。

[図8]対象物体検出処理により得られたクラスタ矩形領域の例を示す図。

[図9]ある追跡状態にある追跡対象クラスタが他の追跡状態に遷移するための条件の一例を示す表。

[図10]複数の追跡状態間の状態遷移の一例を示す図である。

[図11]追跡対象となる複数のクラスタ矩形領域の一例を示す図である。

[図12]図11に示す複数のクラスタ矩形領域の内の1つのターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態の経時的な遷移を、そのターゲットクラスタ矩形領域において飛び出し情報が検出されていない場合について示す図。

[図13]追跡対象となる複数のクラスタ矩形領域の一例を示す図であり、その

内の１つのターゲットクラスタ矩形領域において飛び出し情報が検出されている場合について示す図。

[図14]図１３に示すターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態の経時的な遷移を、そのターゲットクラスタ矩形領域において飛び出し情報が検出されている場合について示す図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に本発明にかかる実施の形態を図面と共に説明する。

〔実施形態の構成〕

本発明の実施形態に関わる物体検出装置１は、例えば乗用車等の車両Ｖに搭載されている。この物体検出装置１は、車両Ｖの周囲に存在する歩行者等の特定の種別の物体を、検出対象物体（target object）として検出する機能を備えている。物体検出装置１は、図１に示すように、処理部１０と、例えば撮像部を構成するカメラ２１と、複数のセンサ２２と、少なくとも１つの制御対象２６とを備えており、カメラ２１および少なくとも１つの制御対象２６は、通信可能に処理部１０に接続されている。

[0012] カメラ２１は、車両Ｖの周囲の少なくとも一部である、例えば、車両Ｖから当該車両Ｖの進行方向に沿って設定される所定の検出領域の画像を撮像可能になっている。本実施形態では、カメラ２１は、車両Ｖの走行する道路前方の領域、および道路前方領域の両側の所定領域を含む範囲の画像を撮像可能になっている。このカメラ２１は、上記検出領域のフレーム画像を、予め設定された周期（例えば、３０ frames per second（fps）、すなわち、１秒間に３０フレームの撮像レート）で撮像する周知のカメラとして構成されている。カメラ２１は、周期的に撮像されたフレーム画像を処理部１０に送る。

[0013] 複数のセンサ２２は、車両Ｖの位置情報および速度情報を取得する公知のセンサ、車両Ｖの周囲の物体（先行車、歩行者等）の位置情報および速度情報（例えば、車両Ｖに対する相対速度情報）等を取得する公知のセンサを含んでいる。

[0014] 少なくとも1つの制御対象26は、処理部10から、検出対象物体に関する情報が送られてくると、必要に応じて、この検出対象物体と車両Vとの衝突を回避する動作、または衝突による衝撃を緩和させる動作を行うデバイスである。例えば、制御対象26は、車両Vのブレーキおよび操舵装置をそれぞれ作動させる第1および第2のアクチュエータを含んでいる。第1および第2のアクチュエータはそれぞれ、対応するブレーキおよび操舵装置を作動させることで、検出対象物体との衝突を回避し、または万が一車両Vが検出対象物体に衝突した場合でも、その衝突の際の衝撃を緩和させる。

[0015] 処理部10は、例えば、コンピュータ回路として構成されており、CPU11と、ROM、RAM等のメモリ12とを備えている。このメモリ12は、例えば、コンピュータ、すなわち、CPU、が読み取り可能な非過渡的な記憶媒体を含んでいる。CPU11は、メモリ12に格納されたプログラム、すなわち、プログラム命令P1に基づいて、後述する対象物体検出処理等の各種処理を実施する。

[0016] [本実施形態の処理]

このように構成された物体検出装置1において、処理部10は、図2に示す対象物体検出処理を実施する。対象物体検出処理は、カメラ21により撮像されたフレーム画像から、検出対象物体を検出する。対象物体検出処理は、車両Vがこの検出された検出対象物体と衝突する虞があるか否か判断する。車両Vが検出対象物体と衝突する恐れがあると判断した場合に、対象物体検出処理は、制御対象26を作動させる。

[0017] なお、本実施形態は、検出対象物体として歩行者を検出する対象物体検出処理について説明する。本実施形態の対象物体検出処理は、例えば車両Vの電源が投入されると開始され、その後、繰り返し実施される処理である。

[0018] 対象物体検出処理を開始すると、処理部10は、図2に示すように、まず、歩行者候補抽出処理およびクラスタリング処理を実施する(S110～S140)。この情報取得処理では、処理部10は、カメラ21により周期的に撮像され、該カメラ21から周期的に送られてくるフレーム画像を取得す

る（S 1 1 0）。続いて、処理部 1 0 は、今回取得したフレーム画像、および今回よりも過去に取得した少なくとも 1 枚のフレーム画像に基づいて飛び出し検出処理を行う（S 1 2 0）。

[0019] この飛び出し検出方法として、処理部 1 0 は、ステップ S 1 2 0 において、例えば、特開 2 0 1 4 - 0 2 9 6 0 4 号公報に記載されている手法を用いる。すなわち、処理部 1 0 は、複数のフレーム画像の内、今回取得したフレーム画像（例えば、 I_n とする）と、今回よりも過去に取得した少なくとも 1 枚のフレーム画像（ I_{n-1} 、 I_{n-2} ・・・）とを用いて、該フレーム画像 I_n 、 I_{n-1} 、 I_{n-2} ・・・中において、互いに対応する複数の特徴点を抽出する。処理部 1 0 は、抽出した各特徴点におけるオプティカルフローを算出する。処理部 1 0 は、算出したオプティカルフローに基づいて、車両 V の予測される走行領域（例えば、走行道路上の走行車線前方）に飛び出してくる確率が所定値よりも高い少なくとも 1 つの物体があるか否か判断する。なお、車両 V の予測される走行領域は、今回撮像されたフレーム画像に基づいて、推定することができる。

[0020] 例えば、処理部 1 0 は、算出したオプティカルフローに基づいて、該オプティカルフローに基づく例えば複数の物体が車両 V の予測される走行領域に進入する角度を求める。そして、処理部 1 0 は、この角度に基づいて、該複数の物体が車両 V の予測される走行領域に飛び出してくる確率を求める。

[0021] この判断の結果、車両 V の予測される走行領域に飛び出してくる確率が所定値よりも高い少なくとも 1 つの物体があると判断された場合、処理部 1 0 は、今回得られたフレーム画像空間に対応して設定された座標空間上における上記少なくとも 1 つの物体を飛び出し物体とし、この飛び出し物体の位置座標を、飛び出し情報として、該飛び出し物体の識別情報と対応付けてメモリ 1 2 に記憶する。なお、上記飛び出し物体の位置座標は、該飛び出し物体全体を包含する例えば矩形領域全体の座標でもよいし、該飛び出し物体における代表する 1 つの特徴点の位置座標でもよい。

[0022] なお、処理部 1 0 は、公知のパターン識別処理等を用いて、フレーム画像 I

I_n 、 I_{n-1} 、 I_{n-2} ・・・中に含まれる物体の種別を特定し、この特定した種別の物体に対して、オプティカルフローを用いて飛び出し判定を行うことも可能である。この点、上述したステップS 1 2 0で用いられた飛び出し検出処理は、少なくとも1つの物体の飛び出しの有無を、その種別を特定することなく判断することができる。このため、ステップS 1 2 0で用いられた飛び出し検出処理は、当該飛び出し検出処理を簡素かつ高速で行えるというメリットを有している。

[0023] 続いて、処理部10は、今回取得したフレーム画像、すなわち、カメラ21から今回送られてきたフレーム画像から、検出対象物体の候補、すなわち、歩行者らしい物体を検出する（S 1 3 0）。このステップS 1 3 0の処理は、今回得られたフレーム画像中から、予め用意された検出手法を用いて、検出対象物体である歩行者の候補が含まれる矩形の領域を示す多数の矩形領域（歩行者候補矩形領域）を検出する。

[0024] そして、処理部10は、多数の歩行者候補矩形領域において、互いに位置および／またはサイズが類似する歩行者候補矩形領域のグループを関連付け、1つの代表的なクラスタ矩形領域にまとめる（クラスタリングする）（S 1 4 0）。

[0025] なお、本実施形態では、検出対象物体である歩行者を含む多数のフレーム画像から、各フレーム画像中における歩行者を表す画素値のパターン、すなわち、フレーム画像中における歩行者の特徴的な画像パターンが予め学習されており、この学習パターンが予め辞書ファイルとしてメモリ12に記憶されている。例えば、本実施形態では、歩行者の上半身および下半身を含む全身の形状に基づく特徴的な画像パターンが辞書ファイルF 1としてメモリ12に記憶されている。また、例えば、本実施形態では、歩行者の上半身の形状に基づく特徴的な画像パターンが辞書ファイルF 2として、メモリ12に記憶されている。さらに、本実施形態では、歩行者の下半身の形状に基づく特徴的な画像パターンが辞書ファイルF 3として、メモリ12に記憶されている。

[0026] 本実施形態では、第1～第4の検出手法が予め用意されている。本実施形態に関わる検出手法は、上記辞書ファイルF1～F3の内の少なくとも1つを用いて、今回得られたフレーム画像から歩行者候補矩形領域を検出している。このため、例えば、図3に示すように、本実施形態に関わる検出手法において、実際の歩行者P1およびP2に対応して検出された歩行者候補矩形領域R1(P1)～Rn(P1)およびR1(P2)～Rm(P2)の数は、非歩行者である例えば、樹木や標識に対して誤って設定された歩行者候補矩形領域RWの数よりも、大きくなる。

[0027] なお、辞書ファイルF1～F3には、歩行者検出に関するそれぞれの信頼度が設定されており、例えば、辞書ファイルF1が最も信頼度が高く、次いで辞書ファイルF2の信頼度が高く、次に辞書ファイルF3の信頼度となっている。つまり、辞書ファイルF1を用いて求められたある矩形領域は、辞書ファイルF2を用いて求められたある矩形領域よりも、歩行者に対応する矩形領域である信頼度が高くなっている。

[0028] 本実施形態に関わる検出手法は、多数の歩行者候補矩形領域から、複数のクラスタ矩形領域を求めた後、各クラスタ矩形領域に対して、異なる識別情報を付与している。すなわち、本実施形態に関わる検出手法は、以下の第1～第8のステップを含む。

[0029] 第1のステップは、予め定められたサイズの検出用（探索用）矩形ウィンドウを用いて今回取得したフレーム画像上を走査、すなわち、探索する。なお、本実施形態では、今回取得したフレーム画像上の走査、すなわち、探索は、複数の探索方法を用いて行うことができる。

[0030] 例えば、本実施形態では、一例として、第1～第3の探索方法SM1～SM3を用いることができる。

[0031] 第1の探索方法SM1は、今回のフレーム画像における、該今回のフレーム画像よりも前に撮像されたフレーム画像、例えば、直前のフレーム画像、に対して得られた歩行者候補矩形領域およびその周辺の領域上において、検出用矩形ウィンドウを所定ピクセルずつ移動させて走査するとともに、それ

それぞれの走査位置における検出用矩形ウィンドウ内の画素値のパターン、すなわち、検出用矩形ウィンドウ内の画像の特徴パターンを求める。

[0032] 第2の探索方法SM2は、今回のフレーム画像よりも前に撮像されたフレーム画像、例えば、直前のフレーム画像において、ステップS120の処理により飛び出し情報が検出されていた場合、今回のフレーム画像における、飛び出し情報に対応する位置およびその周辺の領域上において、検出用矩形ウィンドウを所定ピクセルずつ移動させて走査するとともに、それぞれの走査位置における検出用矩形ウィンドウ内の画素値のパターン、すなわち、検出用矩形ウィンドウ内の画像の特徴パターンを求める。

[0033] 第3の探索方法SM3は、検出用矩形ウィンドウを、今回取得したフレーム画像上において、初期走査位置であるその左上のコーナー部から右下のコーナー部に到達するまで、矩形ウィンドウを、行方向および列方向に所定ピクセルずつ交互に移動させながら走査するとともに、それぞれの走査位置における検出用矩形ウィンドウ内の画素値のパターン、すなわち、検出用矩形ウィンドウ内の画像の特徴パターンを求める。

[0034] 第1～第3の探索方法SM1～SM3には、歩行者検出に関するそれぞれの信頼度が設定されており、例えば、第1の探索方法SM1が最も信頼度が高く、次いで第2の探索方法SM2の信頼度が高く、次に第3の探索方法SM3の信頼度となっている。つまり、第1の探索方法SM1を用いて求められたある矩形領域は、第2の探索方法SM2を用いて求められたある矩形領域よりも歩行者に対応する矩形領域である信頼度が高くなっている。

[0035] 第2のステップは、第1のステップにおいて、検出用矩形ウィンドウの走査位置毎にそれぞれ得られた特徴パターンと、上記複数の辞書ファイルF1～F3の内の少なくとも1つの辞書ファイルに含まれる多数の特徴パターンとの類似度を求める。なお、この類似度のことを、スコアともいう。

例えば、検出用矩形ウィンドウとして、歩行者全体を含むサイズの検出用矩形ウィンドウを用いた場合、例えば、第2のステップは、辞書ファイルF1を用いて類似度を求めている。また、検出用矩形ウィンドウとして、歩行

者の上半身のサイズの検出用矩形ウィンドウを用いた場合、例えば、第4のステップは、辞書ファイルF2を用いて類似度を求めている。

[0036] 第3のステップは、第2のステップにおいて求めた一致度が所定の第1の閾値以上であった複数の走査位置における検出用矩形ウィンドウを、歩行者候補矩形領域とする。

[0037] なお、上記第1～第3のステップ（ステップS130に対応）は、検出用矩形ウィンドウのサイズを所定のサイズとしたが、本実施形態に関わる検出手法はこれに限定されるものではなく、異なるサイズの検出用矩形ウィンドウを用いてもよい。この場合、本実施形態に関わる検出手法は、それぞれのサイズの検出用矩形ウィンドウ毎に、上記第1～第3のステップを行うことにより、多数の検出用矩形ウィンドウを、歩行者候補矩形領域として検出することができる。

[0038] 次いで、本実施形態に関わる検出手法は、第4のステップとして、第3のステップにおいて求められた多数の歩行者候補矩形領域において、互いに位置および／またはサイズが類似する歩行者候補矩形領域のグループを関連付け、関連付けられた歩行者候補矩形領域の中から、1つの代表的なクラスタ矩形領域を選択する。この結果、多数の歩行者候補矩形領域は、代表的な複数のクラスタ矩形領域にまとめられることになる（ステップS140）。

[0039] そして、本実施形態に関わる検出手法は、第5のステップとして、各クラスタ矩形領域に対し、第1の識別情報、すなわち尤度関連情報として、対応するクラスタ矩形領域に関連付けられた矩形領域の数を付与する（ステップS145）。

[0040] 例えば、図4は、クラスタ矩形領域CRとしてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域R1～R4を示している。すなわち、このクラスタ矩形領域CRには、検出矩形領域数である4が第1の識別情報として付与される。

[0041] 次いで、本実施形態に関わる検出手法は、第6のステップとして、各クラスタ矩形領域に関連付けられた複数の矩形領域それぞれの類似度、すなわちスコアの最大値および平均値を最大スコアおよび平均スコアとして求め、こ

の最大スコアおよび平均スコアを、対応するクラスタ矩形領域に対する第2の識別情報、すなわち尤度関連情報として付与する（ステップS 1 4 5）。
なお、本実施形態では、平均スコアを第2の識別情報として用いる。

[0042] スコアが高い矩形領域は、実際に歩行者が含まれている領域である信頼度が高いことを意味する。

[0043] 例えば、図5は、上記クラスタ矩形領域C Rとしてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域R 1～R 4、および該歩行者候補矩形領域R 1～R 4それぞれのスコア（0.9、0.1、-0.3、0.2）を示している。すなわち、このクラスタ矩形領域C Rには、最大スコアである0.9および平均スコアである0.225が第2の識別情報として付与される。

[0044] 次いで、本実施形態に関わる検出手法は、第7のステップとして、各クラスタ矩形領域に関連付けられた複数の歩行者候補矩形領域それぞれの類似度を求める際に用いた複数の辞書ファイルの中で最大の信頼度を有する辞書ファイルを、対応するクラスタ矩形領域に対する第3の識別情報、すなわち尤度関連情報として付与する（ステップS 1 4 5）。

[0045] 例えば、図6は、クラスタ矩形領域C Rとしてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域R 1～R 4、および該歩行者候補矩形領域R 1～R 4それぞれに対応する辞書ファイル（F 1、F 1、F 2、F 3）を示している。すなわち、このクラスタ矩形領域C Rには、最大の信頼度を有する辞書ファイルF 1が第3の識別情報として付与される。

[0046] さらに、本実施形態に関わる検出手法は、第8のステップとして、各クラスタ矩形領域に関連付けられた複数の歩行者候補矩形領域をそれぞれ求める際に用いた探索方法の中で最大の信頼度を有する探索方法を、対応するクラスタ矩形領域に対する第4の識別情報、すなわち尤度関連情報として付与する（S 1 4 5）。

[0047] 例えば、図7は、クラスタ矩形領域C Rとしてまとめられた4つの歩行者候補矩形領域R 1～R 4、および該歩行者候補矩形領域R 1～R 4それぞれに対応する探索方法（SM 2、SM 2、SM 3、SM 2）を示している。す

なわち、このクラスタ矩形領域C Rには、最大の信頼度を有する探索方法S M 2が第4の識別情報として付与される。

[0048] なお、上記本実施形態に関わる検出手法において、カメラ21により得られたフレーム画像毎に歩行者候補矩形領域を求める際には、上記類似度（スコア）を算出できる公知の識別器を例えば複数個組み合わせて用いることができる。この各識別器としては、例えば公知のサポートベクターマシーン（SVM: Support vector machine）を用いることができる。また、検出用矩形ウィンドウ内の画像の特徴パターンとしては、例えば、公知のエッジ勾配のヒストグラム（HOG: Histograms of Oriented Edges）、すなわち、HOG特徴量や、Haar-like特徴量等を用いることができる。

[0049] 上述したように、処理部10は、本実施形態に関わる検出手法を実行することにより、ステップS 140において、検出された多数の歩行者候補矩形領域において、互いに位置および／またはサイズが類似する歩行者候補矩形領域のグループを関連付け、1つの代表的なクラスタ矩形領域にクラスタリングしている。

[0050] グループ毎にクラスタ矩形領域を決定すると、処理部10は、今回のフレーム画像空間に対応する座標空間における各グループのクラスタ矩形領域の位置座標を、第1～第4の識別情報に関連付けてメモリ12に記憶する（ステップS 145）。

[0051] 例えば、図8に示すように、破線枠で示された、グループ化された複数の歩行者候補矩形領域R 11は、実線枠で示された、1つのクラスタ矩形領域C R 11として表すことができる。同様に、破線枠で示された、グループ化された複数の歩行者候補矩形領域R 12は、実線枠で示された、1つのクラスタ矩形領域C R 12として表すことができる。

[0052] 続いて、処理部10は、ステップS 140において検出した、例えば複数のクラスタ矩形領域（検出クラスタ）が、現在追跡している、例えば複数のクラスタ矩形領域（追跡対象クラスタ）と対応関係にあるか否かを判断する（ステップS 150）。具体的には、処理部10は、ステップS 140にお

いて検出した各クラスタ矩形領域の座標位置が、現在追跡している複数の追跡対象クラスタにおける何れかの追跡対象クラスタの座標位置に近接する否かを判断する処理を行う（S 1 5 0）。

[0053] このステップS 1 5 0の判断の結果がN Oの場合（ステップS 1 5 0→N O）、処理部1 0は、ステップS 1 4 0において検出した複数のクラスタ矩形領域の中に、新たな追跡対象となるクラスタ矩形領域（新追跡対象クラスタ）であると判断する。この判断の結果、今回の対象物体検出処理、すなわち、今回のフレーム画像に対する対象物体検出処理は、ステップS 4 0 0の処理に移行する。

[0054] ステップS 4 0 0において、処理部1 0は、新追跡対象クラスタの現在の追跡状態を新規追跡状態とする。そして、処理部1 0は、新追跡対象クラスタの追跡状態として、新規追跡状態を、該新追跡対象クラスタの識別情報および座標位置に対応付けてメモリ1 2に記憶する。次いで、処理部1 0は、ステップS 1 1 0の処理に戻り、カメラ2 1から送られてくるフレーム画像に基づいて、ステップS 1 1 0～S 3 3 0の処理を実行する。

[0055] 一方、ステップS 1 5 0において、第1の判断処理および第2の判断処理の両方ともY E Sの場合（ステップS 1 5 0→Y E S）、処理部1 0は、ステップS 1 4 0において検出した各クラスタ矩形領域は、前回の対象物体検出処理、すなわち、前回のフレーム画像に対する対象物体検出処理、において追跡している追跡対象クラスタと対応していると判断する。この判断の結果、今回の対象物体検出処理は、ステップS 1 6 0の処理に移行する。

[0056] なお、図9に示すように、クラスタ矩形領域に対する追跡状態としては、上記初期追跡状態に加えて、予め次の3状態（追跡状態A、追跡状態B、追跡状態C）が準備されている。そして、本実施形態では、各追跡状態にある追跡対象クラスタが他の追跡状態に遷移するための条件が、例えば、図9に示すように、予め設定され、例えばメモリ1 2内、および／または対象物体検出処理のプログラム内に組み込まれている。新規追跡状態を除いた場合、追跡状態Aのクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が実際に歩行者である

尤度が最も高く、次いで、追跡状態 B のクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が実際に歩行者である尤度が高く、追跡状態 C のクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が実際に歩行者である尤度は、追跡状態 B のクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が実際に歩行者である尤度よりも低く設定されている。すなわち、追跡状態 A、追跡状態 B、追跡状態 C は、その対応する尤度の順番は、高い順に、追跡状態 A、追跡状態 B、追跡状態 C となっている。

[0057] 図 9 に示すように、前回の対象物体検出処理において新規追跡状態であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理において、その第 1 の識別情報の値（すなわち、検出矩形領域の数、 N とする）が第 1 の閾値 $TH1$ よりも大きくなったと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において新規追跡状態であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においては、追跡状態 A に遷移したと判断される。

[0058] 同様に、前回の対象物体検出処理において追跡状態 A であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理において、その第 1 の識別情報の値 N が第 2 の閾値 $TH2$ よりも大きく、その第 2 の識別情報の値（すなわち、平均スコア、 AS とする）が第 3 の閾値 $TH3$ よりも大きく、かつその第 3 の識別情報の値（すなわち、最大の信頼度を有する辞書ファイル、 F ）が辞書ファイル $F3$ 以外であると仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態 A であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においても、追跡状態 A である（つまり、追跡状態 A を維持している）と判断される。

[0059] なお、図 9 に示すように、上記仮定した条件は、論理演算子を用いると次のように表すことができる。

$$(N > TH2) \& \& (AS > TH3) \& \& (F \neq F3)$$

ここで、論理演算子 $\& \&$ は、論理積を示し、論理演算子 $!=$ は、両辺が等しくないことを示す。

[0060] 一方、前回の対象物体検出処理において追跡状態 A であったクラスタ矩形

領域は、今回の対象物体検出処理において、その第 1 の識別情報の値 N が第 2 の閾値 $TH2$ 以下であるか、その第 2 の識別情報の値 AS が第 3 の閾値 $TH3$ 以下であるか、あるいは、その第 3 の識別情報の値 F が辞書ファイル $F3$ であると仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態 A であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時において、追跡状態 B に遷移したと判断される。

[0061] なお、図 9 に示すように、上記仮定した条件は、論理演算子を用いると次のように表すことができる。

$$(N \leq TH2) || (AS > TH3) || (F == F3)$$

なお、論理演算子 $||$ は、論理和を示し、論理演算子 $==$ は、両辺が等しいことを示す。

[0062] また、前回の対象物体検出処理において追跡状態 A であったクラスタ矩形領域に対応するクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、存在しないと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態 A であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時において、追跡状態 C に遷移したと判断される。

[0063] 前回の対象物体検出処理において追跡状態 B であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理において、その第 1 の識別情報の値が第 4 の閾値 $TH4$ より大きく、かつその第 2 の識別情報の値が第 5 の閾値 $TH5$ より大きいと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態 B であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時において、追跡状態 A に遷移したと判断される。なお、上記条件である第 1 の識別情報の値が第 4 の閾値 $TH4$ より大きく、かつその第 2 の識別情報の値が第 5 の閾値 $TH5$ より大きいという条件を、追跡状態 A 遷移条件とする。

[0064] また、前回の対象物体検出処理において追跡状態 B であったクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理においても存在するが、上記追跡状態 A 遷移条件を満足しない場合、前回の対象物体検出処理時において追跡状態 B であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においても、追跡状

態Bである（つまり、追跡状態Bを維持している）と判断される。

[0065] 一方、前回の対象物体検出処理において追跡状態Bであったクラスタ矩形領域に対応するクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、存在しないと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態Bであったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時において、追跡状態Cに遷移したと判断される。

[0066] 前回の対象物体検出処理において追跡状態Cであったクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理においても存在する場合、前回の対象物体検出処理時において追跡状態Cであったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時において、追跡状態Bに遷移したと判断される。

[0067] 一方、前回の対象物体検出処理において追跡状態Cであったクラスタ矩形領域に対応するクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、存在しないと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態Cであったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においても、追跡状態Cである（つまり、追跡状態Cを維持している）と判断される。

[0068] なお、新規追跡状態は、ステップS140で検出されたクラスタ矩形領域が新追跡対象クラスタであると判断された場合に、その新追跡対象クラスタに設定される特殊な状態である。

[0069] なお、第2の閾値TH2は、第1および第4の閾値TH1およびTH4よりも大きい値に設定され、また、第4の閾値TH4は、第1の閾値TH1よりも大きい値に設定されている。また、第3の閾値TH3は、第5の閾値TH5よりも大きい値に設定されている。

[0070] また、図9に示すように、各追跡状態にある追跡対象クラスタは、対応する所定の条件を満たすと消滅するように設定されている。つまり、各追跡状態にある追跡対象クラスタは、対応する所定の条件を満たすと、該追跡対象クラスタに対する追跡が終了される。

[0071] 例えば、前回の対象物体検出処理において新規追跡状態であったクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、その第1の識別情報の値が

第1の閾値 $TH1$ 以下になったと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において新規追跡状態であったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においては、消滅したと判断される。

[0072] また、過去4回のフレーム画像に対する対象物体検出処理（過去4回の対象物体検出処理）において、追跡状態Bあるいは追跡状態Cであり、かつ前回のフレーム画像に対する対象物体検出処理において追跡状態Bであると判断されたクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、さらに追跡状態Bあるいは追跡状態Cであったと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態Bであったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においては、消滅したと判断される。

[0073] さらに、前回のフレーム画像に対する対象物体検出処理において追跡状態Cであると判断されたクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、さらに追跡状態Cであったと仮定する。このとき、前回の対象物体検出処理時において追跡状態Cであったクラスタ矩形領域は、今回の対象物体検出処理時においては、消滅したと判断される。

[0074] 図10は、上述した追跡状態（新規追跡状態、追跡状態A、追跡状態B、追跡状態C、消滅）間の状態遷移の一例を表す図である。

[0075] なお、本実施形態においては、各追跡状態にある追跡対象クラスタが状態遷移をする場合、尤度が上位となる追跡状態への遷移条件は厳しく、尤度が下位となる追跡状態への遷移条件は緩く設定されている。

[0076] さらに、本実施形態では、過去2回のフレーム画像に対する対象物体検出処理において、追跡状態Aと判断されたクラスタ矩形領域が、今回の対象物体検出処理において、さらに追跡状態Aであったと仮定する。つまり、継続して3回のフレーム画像に対する対象物体検出処理において、クラスタ矩形領域が追跡状態Aと判断された場合、このクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補は、歩行者であると確定されるように構成されている（後述するステップS260参照）。なお、この継続して3回のフレーム画像に対する対象物体検出処理において、クラスタ矩形領域が追跡状態Aと判断されるという

条件、すなわち、対応するクラスタ矩形領域に基づく歩行者候補が歩行者として確定される条件(判定条件)を、歩行者確定条件とする。このとき、上記追跡状態Aが継続される回数である3回を、対象物体検出処理における回数閾値とする。

[0077] また、各追跡状態にある追跡対象クラスタが状態遷移をする場合、尤度が上位への遷移は1段階ずつしかできない一方、尤度が下位への遷移については無制限に遷移できるよう設定されている。

[0078] 例えば、ステップS140において複数のクラスタ矩形領域が検出されている場合、処理部10は、該クラスタ矩形領域毎に、ステップS160～S330の処理を実行する。以下、ステップS140において検出した複数のクラスタ矩形領域における1つのクラスタ領域をターゲットクラスタ矩形領域とし、このターゲットクラスタ矩形領域に対するステップS160～S330の処理について説明する。

[0079] ステップS160において、処理部10は、ターゲットクラスタ矩形領域の第1～第4の識別情報をメモリ12から読み出す。次いで、ステップS170において、処理部10は、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する追跡対象クラスタにおける、前回の対象物体検出処理の後述するステップS250で更新されてメモリ12に記憶された追跡状態、およびその追跡状態の継続回数を、メモリ12から読み出す。

[0080] 続いて、処理部10は、ターゲットクラスタ矩形領域に対して、飛び出し情報が設定されているか否かを判断する(ステップS210)。

[0081] すなわち、処理部10は、ターゲットクラスタ矩形領域の位置座標と、ステップS120において検出され、メモリ12に記憶された飛び出し物体の飛び出し情報における位置座標とを比較し、この比較結果に基づいて、ターゲットクラスタ矩形領域の位置座標と、メモリ12に記憶された飛び出し物体の飛び出し情報との間に相関関係があるか否かを判断する。

[0082] この比較の結果、ターゲットクラスタ矩形領域の位置座標と、メモリ12に記憶された飛び出し物体の飛び出し情報と相関関係が無い場合(ステップ

S 2 1 0 の判断の結果 N O) 、対象物体検出処理は、後述するステップ S 2 3 0 の処理に移行する。

[0083] 一方、上記比較の結果、ターゲットクラスタ矩形領域の位置座標と、メモリ 1 2 に記憶された少なくとも 1 つの物体の飛び出し情報との間に相関関係がある場合 (ステップ S 2 1 0 の判断の結果 Y E S) 、処理部 1 0 は、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補は、飛び出し物体であると判定する。そして、処理部 1 0 は、ターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態を遷移させるための遷移条件、および／またはターゲットクラスタ矩形領域に対する歩行者確定条件を変更する (ステップ S 2 2 0) 。

[0084] 例えば、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が飛び出し物体であると判定した場合、処理部 1 0 は、ターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態を遷移させるための遷移条件、および／またはターゲットクラスタ矩形領域に対する歩行者確定条件を、現在の条件よりも緩くなるように、すなわち、歩行者と判定されやすくなるように、変更する (ステップ S 2 2 0) 。具体的には、処理部 1 0 は、上述した第 1 ～第 5 の閾値 T H 1 ～T H 5 を小さな値に変更したり、あるいは、上記歩行者確定条件の閾値を、予め定められた値 (3 回) から、小さい値に変更する (ステップ S 2 2 0) 。

[0085] なお、ステップ S 2 2 0 の処理は、ステップ S 2 1 0 の判断処理において肯定判定された場合だけ実行される。すなわち、仮に、前回のフレーム画像に対する対象物体検出処理においてステップ S 2 1 0 が肯定され、ステップ S 2 2 0 の処理が実行された場合でも、今回のフレーム画像に対する対象物体検出処理においてステップ S 2 1 0 が否定された場合には、ターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態を遷移させるための遷移条件、および／またはターゲットクラスタ矩形領域に対する歩行者確定条件の値は、変更前の値となる。

[0086] 続いて、処理部 1 0 は、ステップ S 1 6 0 において読み出されたターゲットクラスタ矩形領域の第 1 ～第 4 の識別情報、およびステップ S 1 7 0 で読み出されたターゲットクラスタ矩形領域に対応する追跡対象クラスタの追跡

状態（すなわち、前回の追跡状態）に基づいて、ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第４の識別情報の少なくとも一部が、前回の追跡状態における遷移条件を満足するか否か判断する（ステップＳ２３０）。

[0087] 例えば、上述したように、処理部１０は、前回の追跡状態が追跡状態Ａ～Ｃの何れである場合、その前回の追跡状態に対応する遷移条件（図９参照）を、ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第３の識別情報、あるいは第１および第２の識別情報が満足するか否か判断する（ステップＳ２３０）。

[0088] なお、図９では、前回の追跡状態に対応する遷移条件（図９参照）は、ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第３の識別情報、あるいは第１および第２の識別情報に基づいて設定されているが、本発明は、上記に限定されるものではない。すなわち、本発明では、前回の追跡状態に対応する遷移条件（図９参照）を、ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第４の識別情報の内の少なくとも１つを用いて設定することが可能である。また、第２の識別情報としては、平均スコアではなく、最大スコアを用いてもよい。

[0089] また、上述したように、処理部１０は、前回の追跡状態が新規追跡状態である場合、その前回の追跡状態に対応する遷移条件（図９参照）を、ターゲットクラスタ矩形領域の第１の識別情報が満足するか否か判断する（ステップＳ２３０）。

[0090] ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第４の識別情報の少なくとも一部が、前回の追跡状態における遷移条件を満足していない場合（ステップＳ２３０の判断の結果ＮＯ）、対象物体検出処理は、後述するステップＳ２５０の処理に移行する。一方、ターゲットクラスタ矩形領域の第１～第４の識別情報の少なくとも一部が、前回の追跡状態における遷移条件を満足している場合（ステップＳ２３０の判断の結果ＹＥＳ）、処理部１０は、ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態を、前回の追跡状態から、上記遷移条件に対応する追跡状態に変更する（ステップＳ２４０）。

[0091] 続いて、処理部１０は、ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態の継続回数を更新する（ステップＳ２５０）。すなわち、処理部１０は、ター

ゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が、前回の追跡状態と変化していなければ、メモリ 12 に記憶されている、ターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態の継続回数を 1 インクリメントして更新する（ステップ S 250）。一方、ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が、前回の追跡状態に対して変化していれば、処理部 10 は、今回の追跡状態の継続回数を 1 に設定し、メモリ 12 に記憶する（ステップ S 250）。

[0092] このターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態の継続回数は、該ターゲットクラスタ矩形領域がある追跡状態に遷移してから、同一の追跡状態が継続される時間を表すパラメータである。

[0093] ステップ S 250 の処理後、処理部 10 は、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者を表しているか否かを、該ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が追跡状態 A であり、かつ継続回数が回数閾値（3 回）に到達しているか否かに基づいて判断する（ステップ S 260）。

[0094] ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が追跡状態 A であり、かつ継続回数が回数閾値（3 回）に到達している場合、処理部 10 は、該ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者を表していると結論付ける（ステップ S 260）。

[0095] 一方、ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が消滅を示している場合、処理部 10 は、該ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補は歩行者を表していないと結論付ける（ステップ S 260）。

[0096] さらに、ターゲットクラスタ矩形領域の今回の追跡状態が追跡状態 A および消滅以外の状態であるか、あるいは追跡状態 A であっても、その継続回数が回数閾値（3 回）に到達していない場合、処理部 10 は、該ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者であるか否かの判定が未確定であるとする（ステップ S 260）。

[0097] ステップ S 260 の判断が完了すると、処理部 10 は、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補は歩行者であるか、あるいは歩行者を表していないと結論付けられているか否かを判断する（ステップ S 330）。

- [0098] ステップS 3 3 0の判断の結果、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者であるか、あるいは歩行者を表していないと結論付けられているか否か結論付けられていない場合（ステップS 3 3 0の判断の結果N O）、処理部1 0は、ステップS 1 1 0の処理に戻り、カメラ2 1から送られてくるフレーム画像に基づいて、ステップS 1 1 0～S 3 3 0の処理を実行する。
- [0099] 一方、ステップS 3 3 0の判断の結果、ターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者であるか、あるいは歩行者を表していないと結論付けられているか否か結論付けられている場合（ステップS 3 3 0の判断の結果Y E S）、対象物体検出処理は、ステップS 3 5 0の処理に移行する。
- [0100] 上述したように、ステップS 1 4 0において複数のクラスタ矩形領域が検出されている場合、処理部1 0は、この複数のクラスタ矩形領域それぞれに対応する複数のターゲットクラスタ矩形領域毎に、ステップS 1 6 0～S 3 3 0の処理を実行している。すなわち、処理部1 0は、複数のターゲットクラスタ矩形領域の中で、少なくとも1つのターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者であるか、あるいは歩行者でないと結論付けられている場合、ステップS 3 5 0を実行するとともに、複数のターゲットクラスタ矩形領域の中で、少なくとも1つのターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者候補が歩行者であるか否か結論付けられていない場合、処理部1 0は、ステップS 1 1 0～S 3 3 0の処理を実行する。
- [0101] ステップS 3 5 0において、処理部1 0は、ステップS 3 3 0の判断の結果、複数のターゲットクラスタ矩形領域に対応する複数の歩行者候補が歩行者であると結論付けられている場合、メモリ1 2に記憶された、その複数の歩行者に対応する複数のターゲットクラスタ矩形領域の位置座標、飛び出し物体の飛び出し情報、および車両Vの予測走行領域に基づいて、処理部1 0は、複数の歩行者間の優先順位を決定する。例えば、処理部1 0は、次の条件で複数の歩行者間の優先順位を決定する。
- [0102] （1）条件1として、複数の歩行者に対応する複数のターゲットクラスタ

矩形領域の内の１つに飛び出し情報が設定されている場合、そのターゲットクラスタ矩形領域に対応する歩行者の優先順位を最大とする。

[0103] （２）条件２として、複数の歩行者に対応する複数のターゲットクラスタ矩形領域の内の複数の飛び出し情報が設定されている場合、その複数のターゲットクラスタ矩形領域間の位置座標と車両Ｖの予測走行領域との関係から、予測走行領域に近い順番で優先順位を決定する。

[0104] （３）条件３として、複数の歩行者に対応する複数のターゲットクラスタ矩形領域の内に飛び出し情報が設定されていない場合、その複数のターゲットクラスタ矩形領域間の位置座標と車両Ｖの予測走行領域との関係から、予測走行領域に近い順番で優先順位を決定する。

[0105] なお、ステップＳ１４０において１つのクラスタ矩形領域しか検出されていない場合、処理部１０は、そのままステップＳ３６０の処理を実行する。

[0106] ステップＳ３５０において複数の歩行者間の優先順位が決定されている場合、処理部１０は、決定された優先順位に基づいて、複数の歩行者それぞれの位置座標および／または速度情報を、少なくとも１つの制御対象２６に出力し（ステップＳ３６０）、対象物体検出処理を終了する。一方、ステップＳ３５０において優先順位が決定されていない場合、すなわち、単独の歩行者が検出されている場合、処理部１０は、その歩行者の位置座標および／または速度情報を、少なくとも１つの制御対象２６に出力し（ステップＳ３６０）、対象物体検出処理を終了する。出力された少なくとも一人の歩行者の位置座標および／または速度情報に基づいて、少なくとも１つの制御対象２６は、必要に応じて、この少なくとも一人の歩行者と車両Ｖとの衝突を回避する動作、または衝突による衝撃を緩和させる動作を行う。

[0107] なお、検出された歩行者の速度情報は、フレーム画像に基づいて処理部１０により求めることができ、また、センサ２２により求められた速度情報を用いることもできる。

[0108] また、ステップＳ３３０の判断の結果、複数のターゲットクラスタ矩形領域に対応する複数の歩行者候補が歩行者でないと結論付けられている場合、

処理部 10 は、ステップ S 350 および S 360 の処理を行うことなく、対象物体検出処理を終了する。

[0109] 上述した対象物体検出処理を実行することにより、図 11 に示すように、あるフレーム画像 I から、4 つのクラスタ矩形領域 C R 2 1 ~ C R 2 4 が検出されると、この 4 つのクラスタ矩形領域 C R 2 1 ~ C R 2 4 の状態の追跡が実施される。この 4 つのクラスタ矩形領域 C R 2 1 ~ C R 2 4 における任意の 1 つのクラスタ矩形領域（ターゲットクラスタ矩形領域）の追跡状態は、例えば、図 12 に示すように、時刻 1、すなわち、最初にこのターゲットクラスタ矩形領域が検出された時の対象物体検出処理（以下、第 1 回目の検出処理とする）においては、新規状態となり、時刻 2、すなわち、第 2 回目の検出処理においては、追跡状態 A に遷移している。その後、フレーム画像がカメラ 21 から送られる毎に（時刻 3、4、…）、そのターゲットクラスタ矩形領域が遷移条件を満足するか否かに応じて、ターゲットクラスタ矩形領域の追跡状態が図 12 に示すように遷移している。

[0110] また、図 13 に示すように、あるフレーム画像 I 1 から、4 つのクラスタ矩形領域 C R 3 1 ~ C R 3 4 が検出され、この 4 つのクラスタ矩形領域 C R 3 1 ~ C R 3 4 におけるクラスタ矩形領域 C R 3 1 に飛び出し情報が設定されているとする。このクラスタ矩形領域 C R 3 1 の追跡状態の状態遷移の一例を図 14 に示す。図 14 に示すように、時刻 1、すなわち、最初にこのターゲットクラスタ矩形領域が検出された時の対象物体検出処理（以下、第 1 回目の検出処理とする）では、ステップ S 220 の処理において、クラスタ矩形領域 C R 1 の追跡状態を遷移させるための遷移条件、および／またはクラスタ矩形領域 C R 1 に対する歩行者確定条件が変更され、この変更された遷移条件、および／または歩行者確定条件に基づいて、それぞれ対応する状態遷移判定および／または歩行者判定が実行される。同様に、時刻 3（3 回目の検出処理）、時刻 6（6 回目の検出処理）、および時刻 7（7 回目の検出処理）それぞれにおいても、クラスタ矩形領域 C R 1 の追跡状態を遷移させるための遷移条件、および／またはクラスタ矩形領域 C R 1 に対する歩行者

確定条件が変更され、この変更された遷移条件、および／または歩行者確定条件に基づいて、それぞれ対応する状態遷移判定および／または歩行者判定が実行される。なお、それ以外の時刻 2、4、および 5（2 回目、4 回目、および 5 回目の検出処理）においては、遷移条件、および歩行者確定条件が変更されることなく、状態遷移判定および歩行者判定が実行される。

[0111] [本実施形態により得られる効果]

以上のように詳述した物体検出装置 1 は、車両 V の周囲の特定の種別の物体（例えば、歩行者）を、検出対象物体として検出する装置である。この物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記検出対象物体の候補となる、車両 V の周囲に存在する少なくとも 1 つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報（例えば、少なくとも 1 つの物体の位置および形状に基づく情報）を繰り返し取得する。

[0112] 前記少なくとも 1 つの物体候補の情報を求める毎に、処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報が、該少なくとも 1 つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも 1 つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる。

[0113] そして、処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも 1 つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断している。

[0114] 上記物体検出装置 1 は、検出対象物体の候補となる少なくとも 1 つの物体候補の情報が、前記少なくとも 1 つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態間をどのように遷移したかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも 1 つの物体候補が検出対象物体であるか否かを判定している。このため、従来の、単純な閾値を用いて検出物体を検出対象物体か否かを判断する構成と比べて、物体検出装置 1 は、検出対象物体をより高精度に検出することができる。

- [0115] また、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報が前記複数の状態における第 1 の状態に遷移してからの継続時間を表すパラメータの値を取得し、このパラメータの値が所定の遷移判定値に到達した場合に、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報を、前記複数の状態における前記第 1 の状態以外の第 2 の状態に遷移させる。
- [0116] 上記物体検出装置 1 によれば、少なくとも 1 つの物体候補の情報が前記複数の状態における第 1 の状態に遷移してからの継続時間を表すパラメータの値が所定の遷移判定値に到達したか否かを、前記状態遷移条件の 1 つとすることができる。
- [0117] さらに、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報が前記複数の状態における特定の状態に遷移してからの継続時間を表すパラメータの値を取得し、このパラメータの値が所定の判定値に到達したことを、判定条件として用い、前記パラメータの値が所定の判定値に到達していた場合に、前記少なくとも 1 つの物体候補を、前記検出対象物体と判断する。
- [0118] この物体検出装置 1 によれば、前記少なくとも 1 つの物体候補が前記検出対象物体であることを、特定の状態に遷移してからの継続時間に基づいて、確実に判断することができる。
- [0119] そして、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補が車両の予測走行領域に対して飛び出してくるか否かに関する飛び出し情報を取得し、前記飛び出し情報が、前記少なくとも 1 つの物体候補が車両の予測走行領域に対して飛び出してくることを表している場合に、前記状態遷移条件または前記判定条件を変更する。
- [0120] 上記物体検出装置 1 は、前記飛び出し情報が前記少なくとも 1 つの物体候補が車両の予測走行領域に対して飛び出してくることを表している場合に、例えば、前記判定条件を、例えば、該少なくとも 1 つの物体が前記検出対象物体として検出されやすくなるように、変更することができる。このため、前記少なくとも 1 つの物体候補が車両 V の予測走行領域に対して飛び出して

くる場合、この飛び出してくる物体候補が検出対象物体であることを迅速に判断することができる。

[0121] 上記物体検出装置 1 のカメラ 21 は、車両 V の周囲のフレーム画像を繰り返し撮像し、撮像したフレーム画像を繰り返し処理部 10 に送る。処理部 10 は、今回送られてきたフレーム画像上で、所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記検出対象物体の複数の特徴パターンと類似する画像特徴パターンを有する複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求める。そして、処理部 10 は、求められた物体候補クラスタが前記検出対象物体に対応することの尤もらしさを表す尤度に関連する尤度関連情報を、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報の一部として求める。

[0122] 処理部 10 は、該少なくとも 1 つの物体候補の情報である前記物体候補クラスタの尤度関連情報を求める毎に、該物体候補クラスタの尤度関連情報が、前記複数の状態における何れの状態に属するかを、前記所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、前記物体候補クラスタを、前記複数の状態間で遷移させる。

[0123] そして、処理部 10 は、前記少なくとも 1 つの物体候補の情報である前記物体候補クラスタの尤度関連情報を求める毎に、該物体候補クラスタに対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該物体候補クラスタが前記検出対象物体に対応するか否かを判断している。

[0124] 上記物体検出装置 1 によれば、フレーム画像内において、前記検出対象物体の特徴パターンと類似し、かつ互いに関連する画像特徴パターンを有する複数の候補領域のグループである物体候補クラスタにおける、前記検出対象物体である尤もらしさを表す尤度に関連する尤度関連情報に基づいて、前記物体候補クラスタの前記複数の状態間の遷移情報を求め、この遷移情報に基づいて、該物体候補クラスタが前記検出対象物体に対応するか否かを判断している。このため、従来の、単純な閾値を用いて検出物体を検出対象物体か

否か判断する構成と比べて、物体検出装置 1 は、検出対象物体を、より高精度に検出することができる。

[0125] 上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記尤度関連情報の一部として、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域の数を用い、当該物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域の数と予め設定された閾値より大きいかな否かを、前記状態遷移条件の一部として用いている。

[0126] また、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれの、前記検出対象物体の特徴パターンに対する類似度を表すスコアを求め、当該複数の候補領域それぞれのスコアの最大値および平均値の内の少なくとも一方を、前記尤度関連情報の一部として用いるとともに、当該スコアの最大値および平均値の内の少なくとも一方が予め設定された閾値よりも大きいかな否かを、前記状態遷移条件として用いている。

[0127] 前記検出対象物体の複数の特徴パターンは、種別毎に複数の辞書ファイルに保持されており、この複数の辞書ファイルには、検出対象物体検出に関連する信頼度の値が予め異なる値として設定されており、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記複数の辞書ファイルを記憶している一方、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、今回送られてきたフレーム画像上で、所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記複数の辞書ファイルにおける何れかの辞書ファイルに記憶された複数の特徴パターンと類似する画像特徴パターンを有する候補領域を複数求め、求められた複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求める。

[0128] そして、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれを求める際に前記複数の辞書ファイルの何れを用いたかを表す情報を前記尤度関連情報として求め、当該物体候補クラスタにおける求めた尤度関連情報に基づいて、前記物体候補クラ

スタの前記複数の状態間の遷移情報を求めている。

[0129] 上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、今回送られてきたフレーム画像上で所定の探索領域をどのように移動させるかを表す複数の探索方法における何れか 1 つの探索方法を用いて前記所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記検出対象物体の複数の特徴パターンと類似する画像特徴パターンを有する候補領域を複数求め、求められた複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求める。

[0130] そして、上記物体検出装置 1 の処理部 10 は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれを求める際に前記複数の探索方法の何れを用いたかを表す情報を前記尤度関連情報として求め、当該物体候補クラスタにおける求めた尤度関連情報に基づいて、前記物体候補クラスタの前記複数の状態間の遷移情報を求めている。

[0131] 上述した尤度関連情報を用いる物体検出装置 1 は、従来の、単純な閾値を用いて検出物体を検出対象物体か否か判断する構成と比べて、検出対象物体を、より高精度に検出することができる。

[0132] また、前記物体候補クラスタは複数求められており、前記処理部 10 は、前記複数の物体候補クラスタそれぞれが前記検出対象物体であるか否かを判断しており、この判断の結果、前記複数の物体候補クラスタにおける一部の物体候補クラスタがそれぞれ前記検出対象物体であると判断された場合、前記処理部 10 は、前記一部の物体候補クラスタを選択し、選択された物体候補クラスタそれぞれの位置情報に基づいて、該選択された物体候補クラスタそれぞれに対応する検出対象物体間の優先順位を決定する。

[0133] 上記物体検出装置 1 により決定された複数の検出対象物体間の優先順位に従って、例えば、車両 V に搭載された少なくとも 1 つの制御対象 26 は、該検出された複数の対象物体に対する処理を実行することができる。この結果、車両 V に搭載された少なくとも 1 つの制御対象 26 は、複数の検出対象物体それぞれに対する処理を並列的に実行する場合に比べて、該検出された複

数の対象物体に対する処理を効率よくかつスムーズに実行することができる。

[0134] [その他の実施形態]

本発明は、上記の実施形態によって何ら限定して解釈されない。また、上記の実施形態の構成の一部を、課題を解決できる限りにおいて省略した態様も本発明の実施形態に含まれる。また、上記の実施形態および後述するその変形例を適宜組み合わせる構成される態様も本発明の実施形態に含まれる。また、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される発明の本質を逸脱しない限度において考え得るあらゆる態様も本発明の実施形態に含まれる。また、上記の実施形態の説明で用いる符号を特許請求の範囲にも適宜使用しているが、各請求項に係る発明の理解を容易にする目的で使用しており、各請求項に係る発明の技術的範囲を限定する意図ではない。

[0135] 例えば、上記実施形態において、特定の種別の物体の一例である歩行者を検出対象物体として検出するよう構成したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、例えば、樹木や車両等、歩行者以外の種別の物体を検出対象物体として検出してもよい。

[0136] [実施形態の構成と本発明の手段との対応関係の一例]

上記実施形態において処理部 10 が実行する処理における例えばステップ S 1 1 0、S 1 3 0、S 1 4 0、S 1 4 5 の処理は、本発明における例えば取得部に対応し、上記実施形態において処理部 10 が実行する処理における例えば、ステップ S 1 2 0 の処理は、本発明における例えば飛び出し情報取得部に対応する。

[0137] 上記実施形態において処理部 10 が実行する処理における例えばステップ S 1 5 0、S 1 6 0、S 1 7 0、S 2 1 0、S 2 2 0、S 2 3 0、S 2 4 0 の処理は、本発明における例えば状態遷移部に対応する。

[0138] 上記実施形態において処理部 10 が実行する処理における例えばステップ S 2 6 0 の処理は、本発明における例えば判断部に対応する。

[0139] 上記実施形態において処理部 10 が実行する処理における例えばステップ

S 1 7 0 の処理は、本発明における例えばパラメータ取得部に対応する。

[0140] 上記実施形態において処理部 1 0 が実行する処理における例えばステップ S 1 4 0 の処理は、本発明における例えばクラスタ部に対応し、上記実施形態において処理部 1 0 が実行する処理における例えばステップ S 1 4 5 の処理は、本発明における例えば関連情報算出部に対応する。

[0141] さらに、上記実施形態における S 1 7 0 の処理は本発明でいう継続時間取得手段に相当し、上記実施形態における S 2 1 0、S 2 2 0 の処理は本発明でいう条件変更手段に相当する。また、上記実施形態における S 2 3 0、S 2 4 0 の処理は本発明でいう物体状態遷移手段に相当し、上記実施形態における S 2 6 0、S 3 3 0、S 3 6 0 の処理は本発明でいう出力手段に相当する。

[0142] さらに、上記実施形態において、第 1 の識別情報（対応するクラスタ矩形領域に関連付けられた矩形領域の数）、第 2 の識別情報（対応するクラスタ矩形領域における最大あるいは平均スコア）、第 3 の識別情報（最大の信頼度を有する辞書ファイル）、および第 4 の識別情報（最大の信頼度を有する探索方法）は、本発明における例えば尤度関連情報に対応する。

符号の説明

[0143] 1 …物体検出装置、1 0 …処理部、1 1 …CPU、1 2 …メモリ、2 1 …カメラ、2 2 …センサ、2 6 …制御対象

請求の範囲

[請求項1] 車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出する物体検出装置（1）であって、

前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する取得部（S110、S130、S140、S145）と、

前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる状態遷移部（S150、S160、S170、S210、S220、S230、S240）と、

前記少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する判断部（ステップS260）と、

を備えた物体検出装置。

[請求項2] 前記状態遷移部は、前記少なくとも1つの物体候補の情報が前記複数の状態における第1の状態に遷移してからの継続時間を表すパラメータの値を取得するパラメータ取得部（ステップS170）を備え、前記状態遷移部は、このパラメータの値が所定の遷移判定値に到達した場合に、前記少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態における第1の状態以外の他の第2の状態に遷移させるように構成された請求項1記載の物体検出装置。

[請求項3] 前記状態遷移部は、前記少なくとも1つの物体候補の情報が前記複数の状態における特定の状態に遷移してからの継続時間を表すパラメータの値を取得するパラメータ取得部（ステップS170）を備え、

前記判断部は、このパラメータの値が所定の判定値に到達したことを、判定条件として用い、前記パラメータの値が所定の判定値に到達していた場合に、前記少なくとも1つの物体候補を、前記検出対象物体と判断するように構成された請求項1または2記載の物体検出装置。

[請求項4] 前記少なくとも1つの物体候補が車両の予測走行領域に対して飛び出してくるか否かに関する飛び出し情報を取得する飛び出し情報取得部（ステップS120）をさらに備え、

前記判断部は、前記飛び出し情報が、前記少なくとも1つの物体候補が車両の予測走行領域に対して飛び出してくることを表している場合に、前記状態遷移条件を変更するように構成された請求項1乃至3の内の何れか1項記載の物体検出装置。

[請求項5] 前記車両の周囲のフレーム画像を繰り返し撮像し、繰り返し撮像したフレーム画像を前記取得部に送る撮像部（21）をさらに備え、

前記取得部は、今回送られてきたフレーム画像上で、所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記検出対象物体の複数の特徴パターンと類似する画像特徴パターンを有する複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求めるクラスタ部（S140）と、

求められた物体候補クラスタが前記検出対象物体に対応することの尤もらしさを表す尤度に関連する尤度関連情報を、前記少なくとも1つの物体候補の情報の一部として求める関連情報算出部（S145）とを備え、

前記状態遷移部は、該少なくとも1つの物体候補の情報である前記物体候補クラスタの尤度関連情報を求める毎に、該物体候補クラスタの尤度関連情報が、前記複数の状態における何れの状態に属するかを、前記所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、前記物体候補クラスタを、前記複数の状態間で遷移させるように構成され、

前記判断部は、前記物体候補クラスタに対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該物体候補クラスタが前記検出対象物体に対応するか否かを判断するように構成されている請求項1乃至4の内の何れか1項記載の物体検出装置。

[請求項6]

前記関連情報算出部は、前記尤度関連情報の一部として、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域の数を求めるように構成されており、

前記状態遷移部は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域の数と予め設定された閾値より大きいかな否かを、前記状態遷移条件の一部として用いるように構成された請求項5記載の物体検出装置。

[請求項7]

前記関連情報算出部は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれの、前記検出対象物体の特徴パターンに対する類似度を表すスコアを求め、当該複数の候補領域それぞれのスコアの最大値および平均値の内の少なくとも一方を、前記尤度関連情報の一部として求めるように構成されており、

前記状態遷移部は、前記スコアの最大値および平均値の内の少なくとも一方が予め設定された閾値よりも大きいかな否かを、前記状態遷移条件の一部として用いるように構成された請求項5または6記載の物体検出装置。

[請求項8]

前記検出対象物体の複数の特徴パターンは、種別毎に複数の辞書ファイルに保持されており、この複数の辞書ファイルには、前記検出対象物体検出に関連する信頼度の値が予め異なる値として設定されており、

前記複数の辞書ファイルを記憶する記憶部（12）をさらに備え、

前記クラスタ部は、今回送られてきたフレーム画像上で、所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記複数の辞書ファイルにおける何れかの辞書ファイルに記憶された複数の特徴パ

ターンと類似する画像特徴パターンを有する候補領域を複数求め、求められた複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求めるように構成されており、

前記関連情報算出部は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれを求める際に前記複数の辞書ファイルの何れを用いたかを表すファイル情報を、前記尤度関連情報の一部として求めるように構成されており、

前記状態遷移部は、当該物体候補クラスタにおける求めたファイル情報に基づいて、前記物体候補クラスタの前記複数の状態間の遷移情報を求めるように構成された請求項5乃至7の内の何れか1項記載の物体検出装置。

[請求項9]

前記クラスタ部は、今回送られてきたフレーム画像上で所定の探索領域をどのように移動させるかを表す複数の探索方法における何れか1つの探索方法を用いて前記所定の探索領域を変化させながら、該フレーム画像内において、前記検出対象物体の複数の特徴パターンと類似する画像特徴パターンを有する候補領域を複数求め、求められた複数の候補領域の中で、互いに関連する候補領域のグループを表す物体候補クラスタを求めるように構成されており、

前記関連情報算出部は、前記物体候補クラスタとしてグループ化された複数の候補領域それぞれを求める際に前記複数の探索方法の何れを用いたかを表す探索情報を、前記尤度関連情報の一部として求めるように構成されており、

前記状態遷移部は、当該物体候補クラスタにおける求めた探索情報に基づいて、前記物体候補クラスタの前記複数の状態間の遷移情報を求めるように構成された請求項5乃至8の内の何れか1項記載の物体検出装置。

[請求項10]

前記物体候補クラスタは複数求められており、前記判断部は、前記複数の物体候補クラスタそれぞれが前記検出対象物体であるか否かを

判断しており、この判断の結果、前記複数の物体候補クラスタにおける一部の物体候補クラスタがそれぞれ前記検出対象物体であると判断された場合、前記判断部は、前記一部の物体候補クラスタを選択し、選択した一部の物体候補クラスタそれぞれの位置情報に基づいて、該選択された物体候補クラスタそれぞれに対応する検出対象物体間の優先順位を決定するように構成された請求項5乃至9の内の何れか1項記載の物体検出装置。

[請求項11]

車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出するためのコンピュータが読み取り可能なコンピュータプログラム製品であって、

前記コンピュータプログラム製品は、コンピュータに、

前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する第1のステップ（S110、S130、S140、S145）と、

前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる第2のステップ（S150、S160、S170、S210、S220、S230、S240）と、

前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、該少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する第3のステップ（ステップS260）と、

をそれぞれ実行させるコンピュータプログラム製品。

[請求項12]

車両の周囲に存在する特定の種別の物体を検出対象物体として検出

する物体検出方法であって、

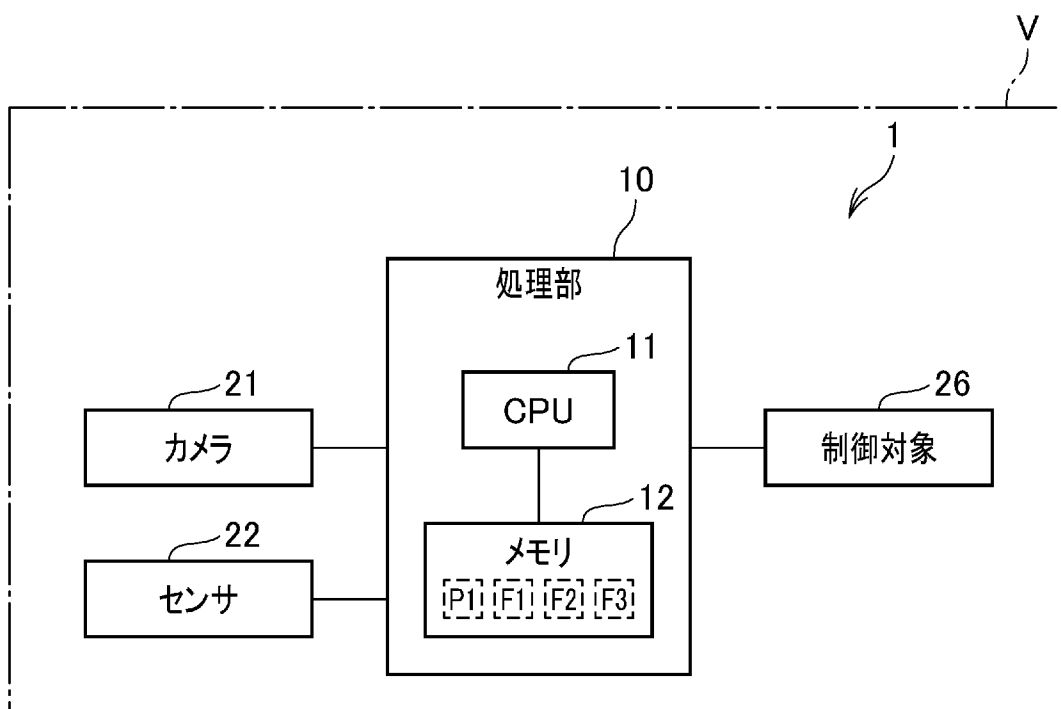
前記検出対象物体の候補となる、前記車両の周囲に存在する少なくとも1つの物体候補の少なくとも位置に基づく情報を繰り返し取得する第1のステップ（S110、S130、S140、S145）と、

前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、前記少なくとも1つの物体候補の情報が、該少なくとも1つの物体候補の前記検出対象物体に対する関連性に基づいて予め定められた複数の状態における、何れの状態に属するかを、所定の状態遷移条件に基づいて判断することにより、該少なくとも1つの物体候補の情報を、前記複数の状態間で遷移させる第2のステップ（S150、S160、S170、S210、S220、S230、S240）と、

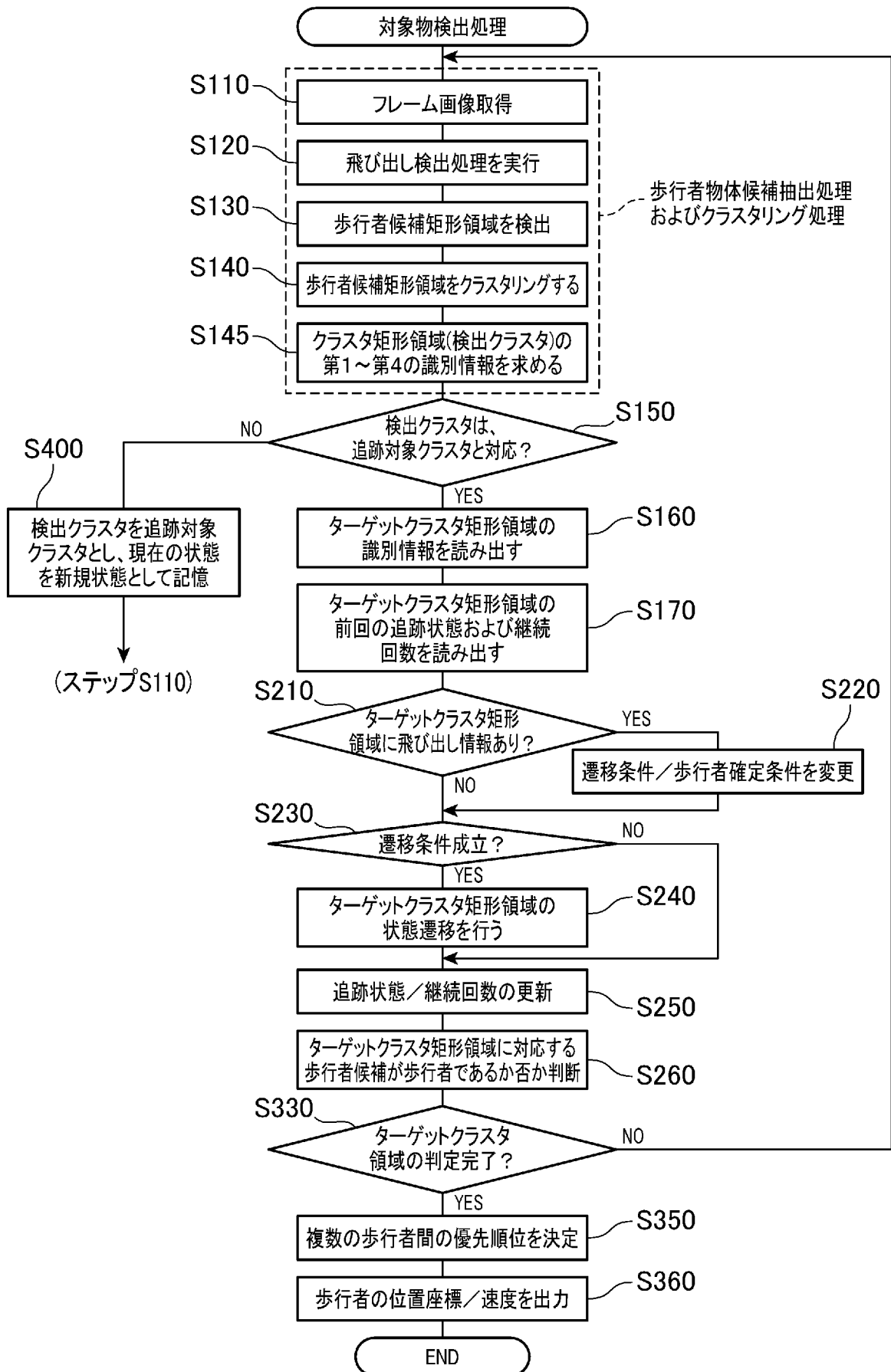
前記少なくとも1つの物体候補の情報を求める毎に、該少なくとも1つの物体候補に対して対応付けられた状態がどのように遷移してきたかを表す遷移情報に基づいて、該少なくとも1つの物体候補が前記検出対象物体であるか否かを判断する第3のステップ（ステップS260）と、

を備えたことを特徴とする物体検出方法。

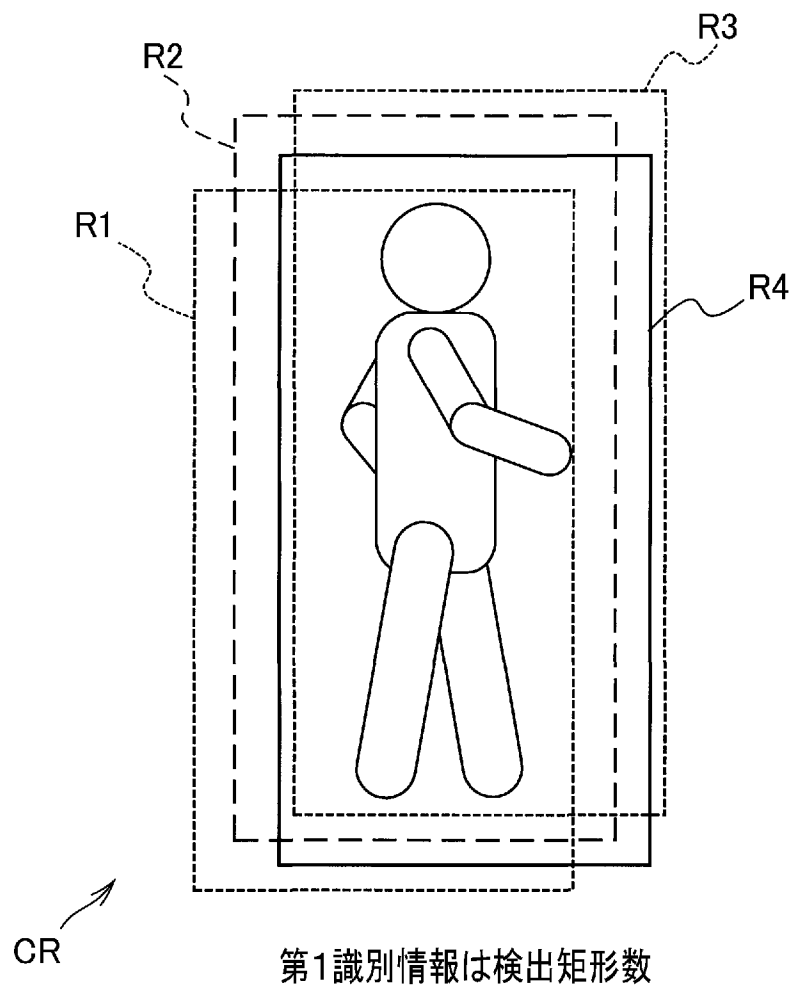
[図1]



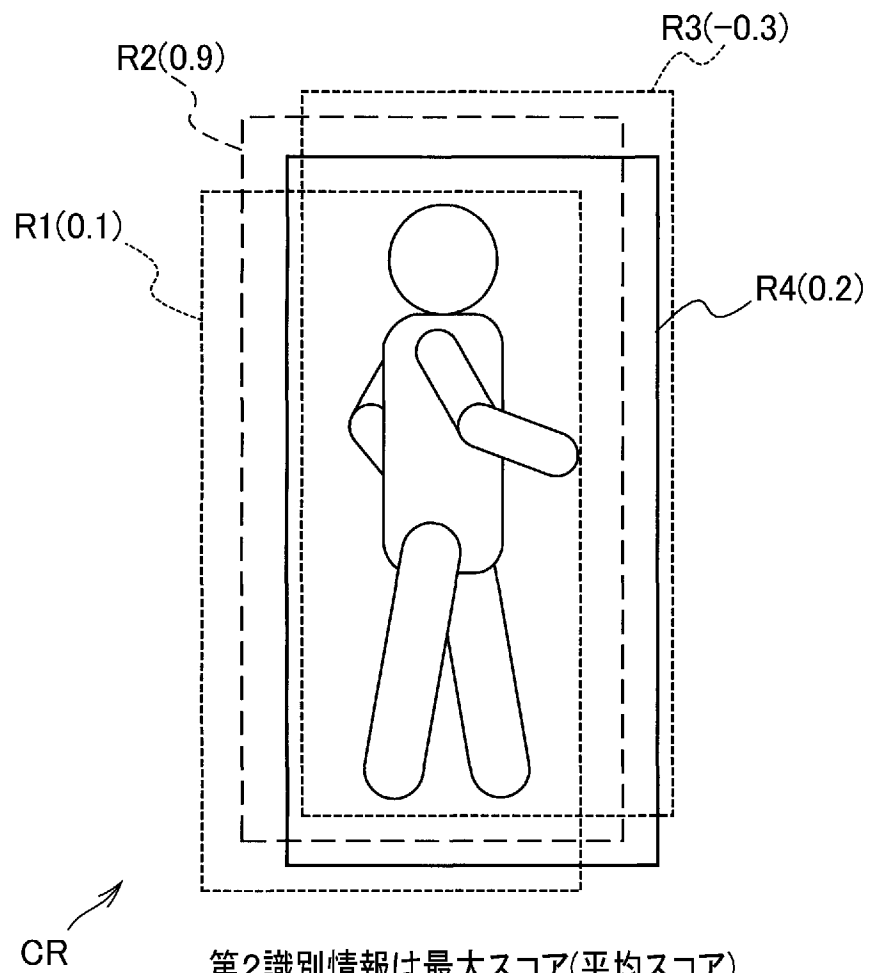
[図2]



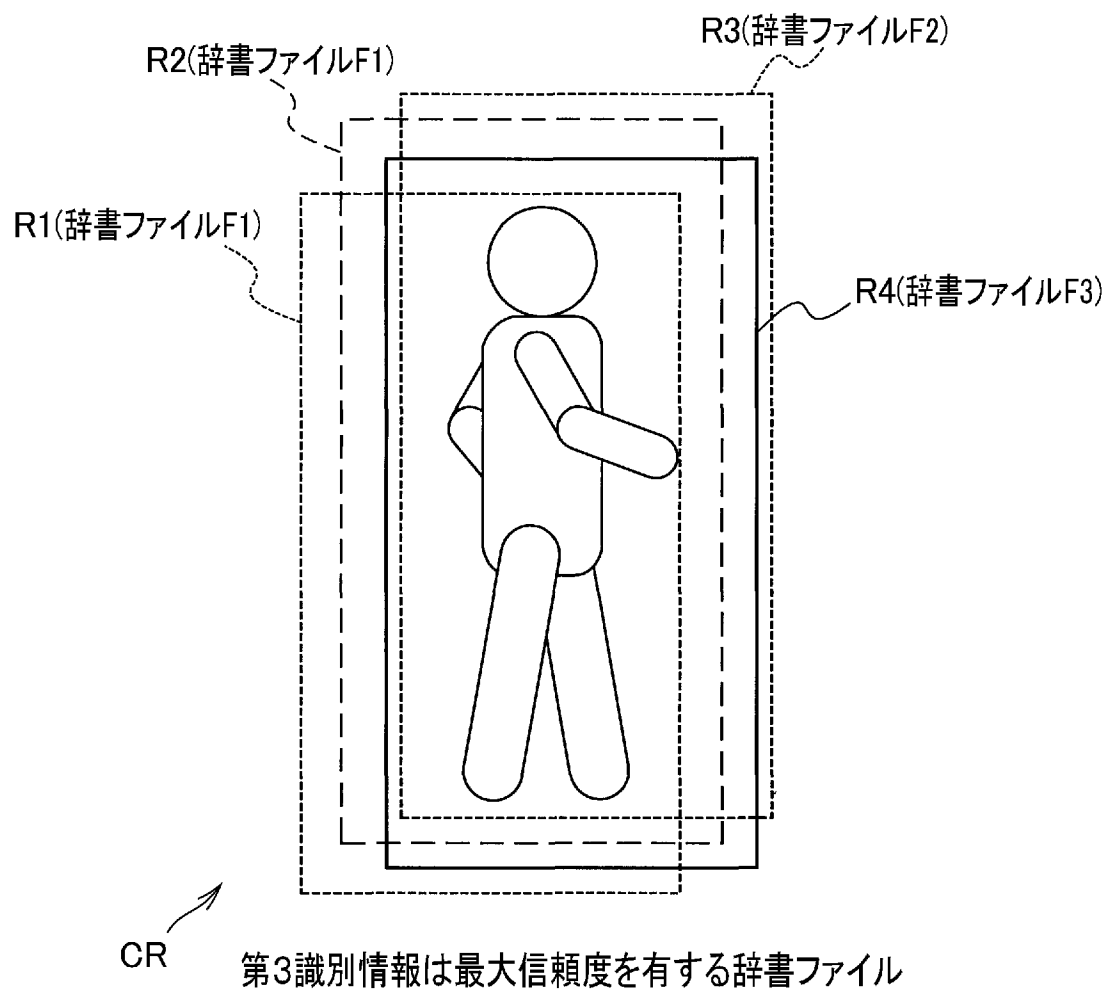
[図4]



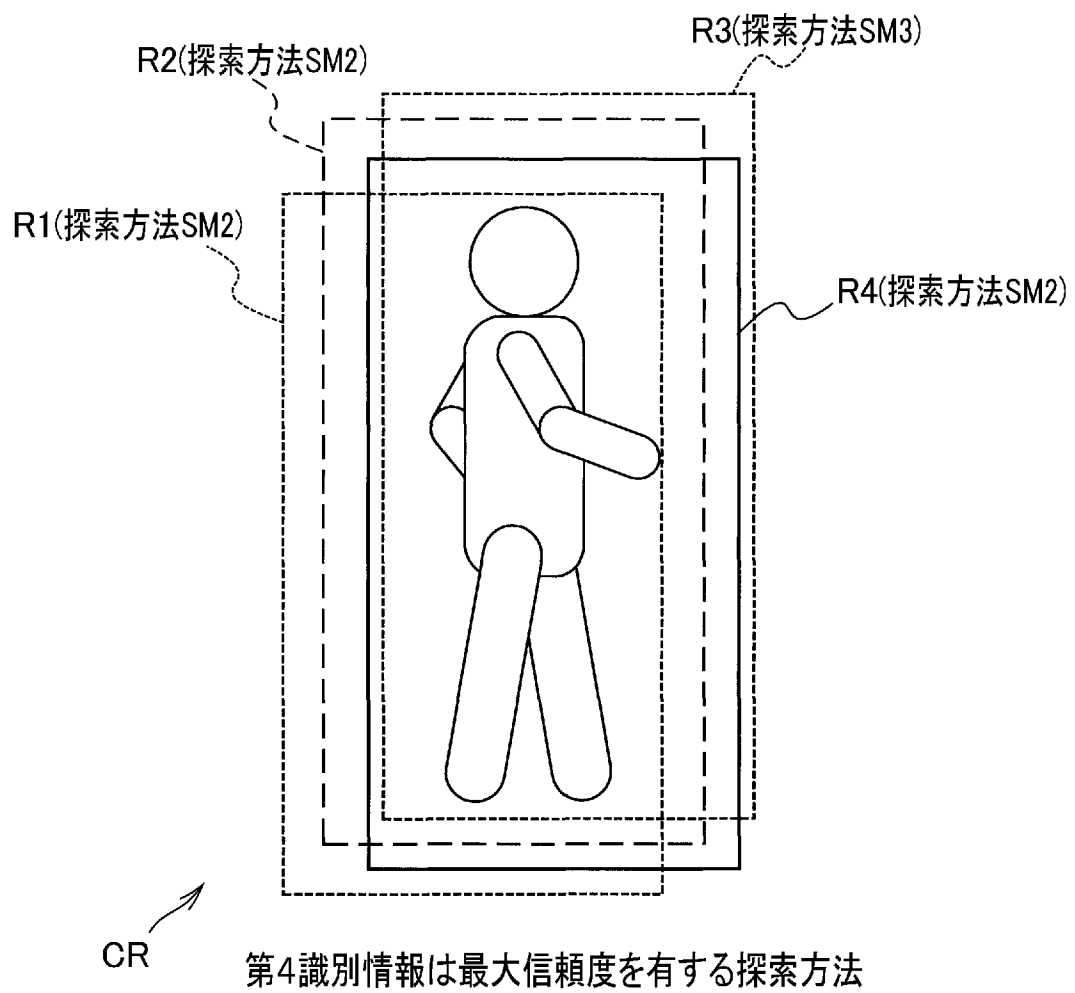
[図5]



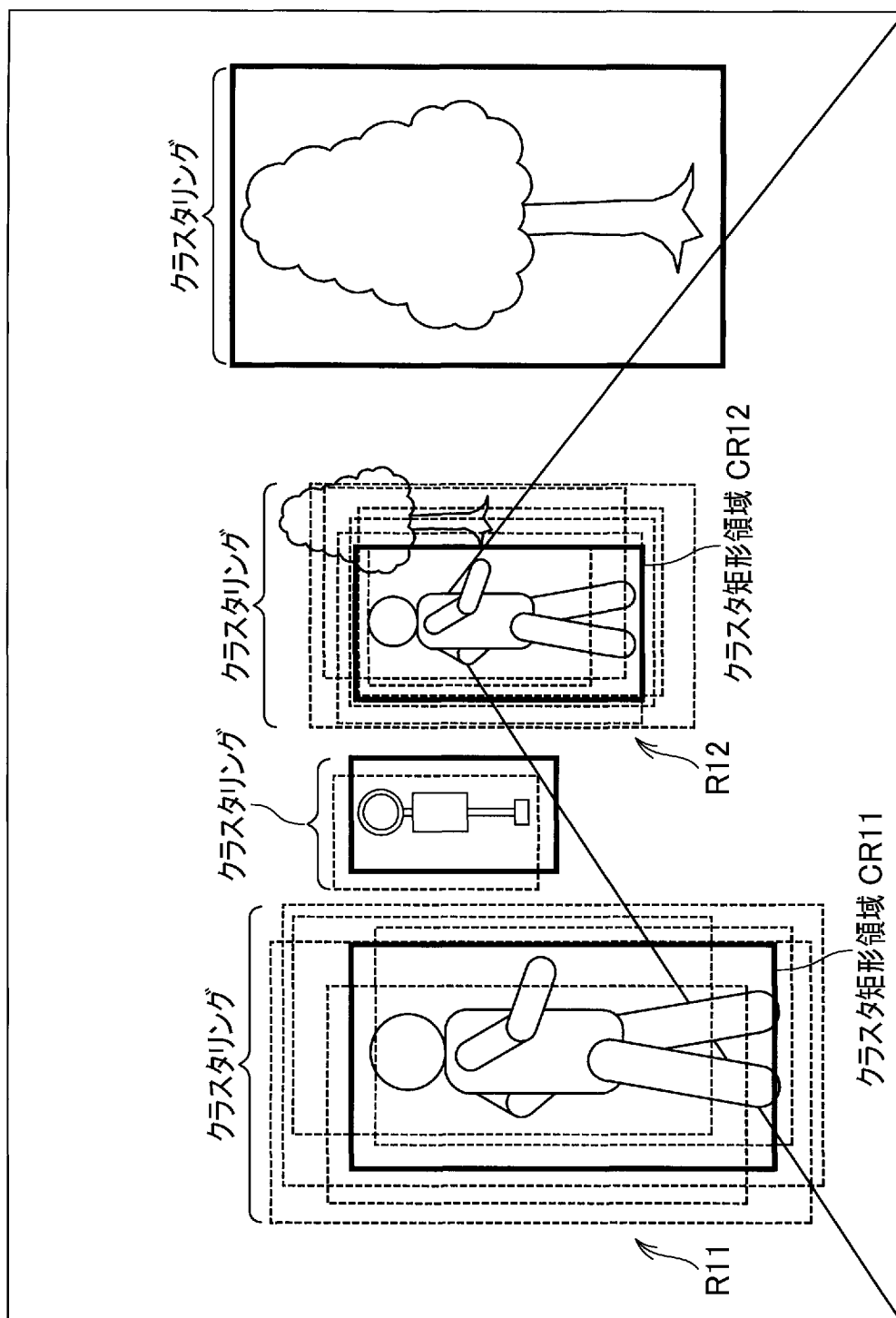
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

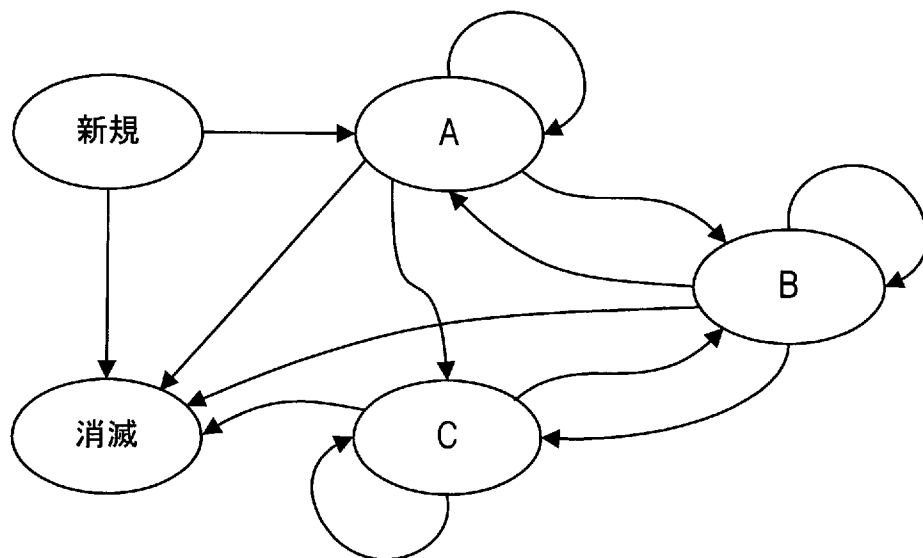
前回の 追跡状態	今回の 追跡状態	追跡状態A	追跡状態B	追跡状態C	消滅
新追跡状態		$N > TH1$			検出矩形数 $\leq TH1$
追跡状態A		$(N > TH2) \ \&\& \ (AS > TH3) \ \&\& \ (F=F3)$	$(N \leq TH2) \ \ (AS > TH3) \ \ (F=F3)$	対応クラスタ矩形なし	
追跡状態B		$(N > TH4) \ \&\& \ (AS > TH5)$	対応クラスタ矩形あり	対応クラスタ矩形なし	状態B or Cが 5フレーム連続
追跡状態C			対応クラスタ矩形あり	対応クラスタ矩形なし	状態Cが 2フレーム連続

N : 検出矩形数

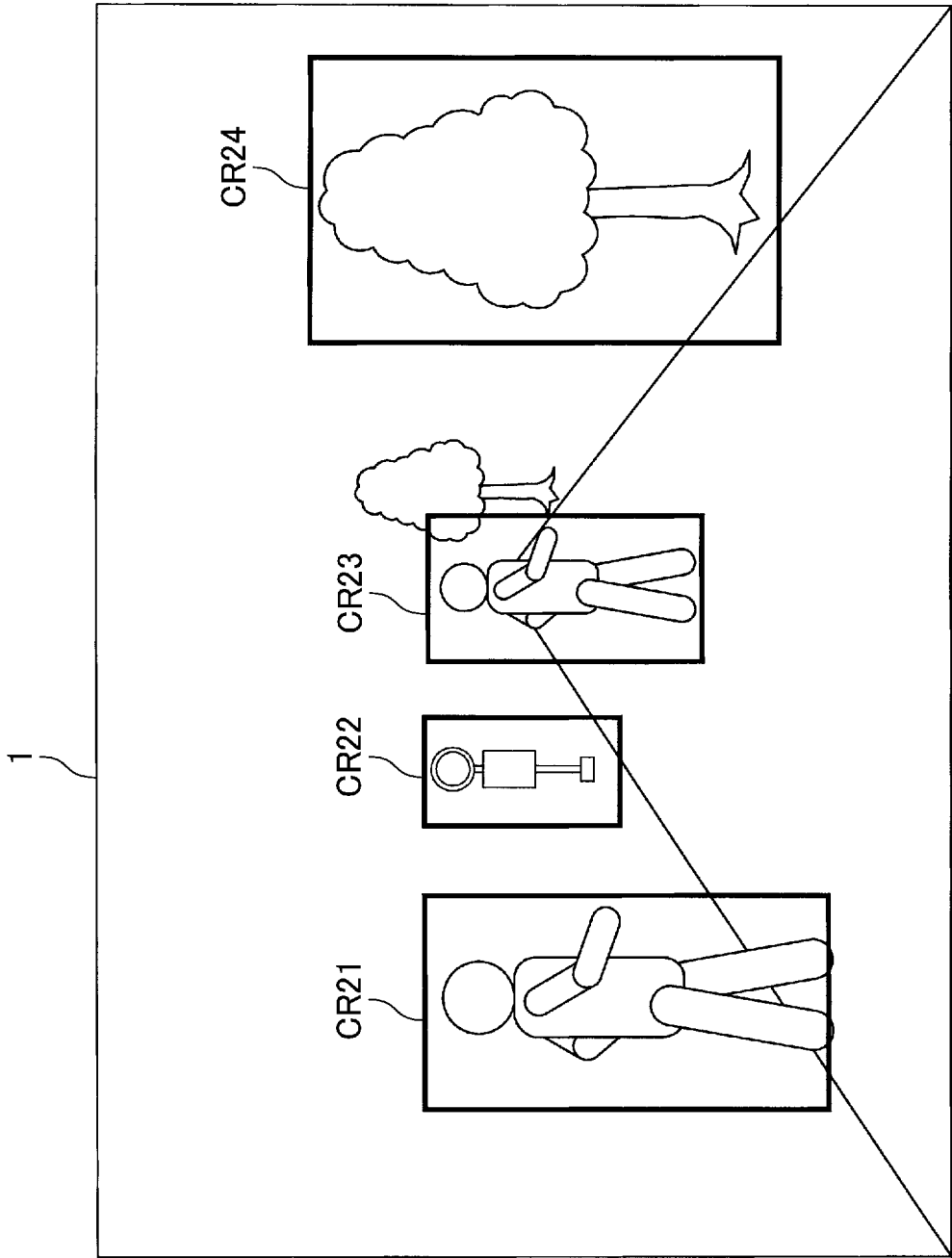
AS : 平均スコア

F : 最大の信頼度を有する辞書ファイル

[図10]



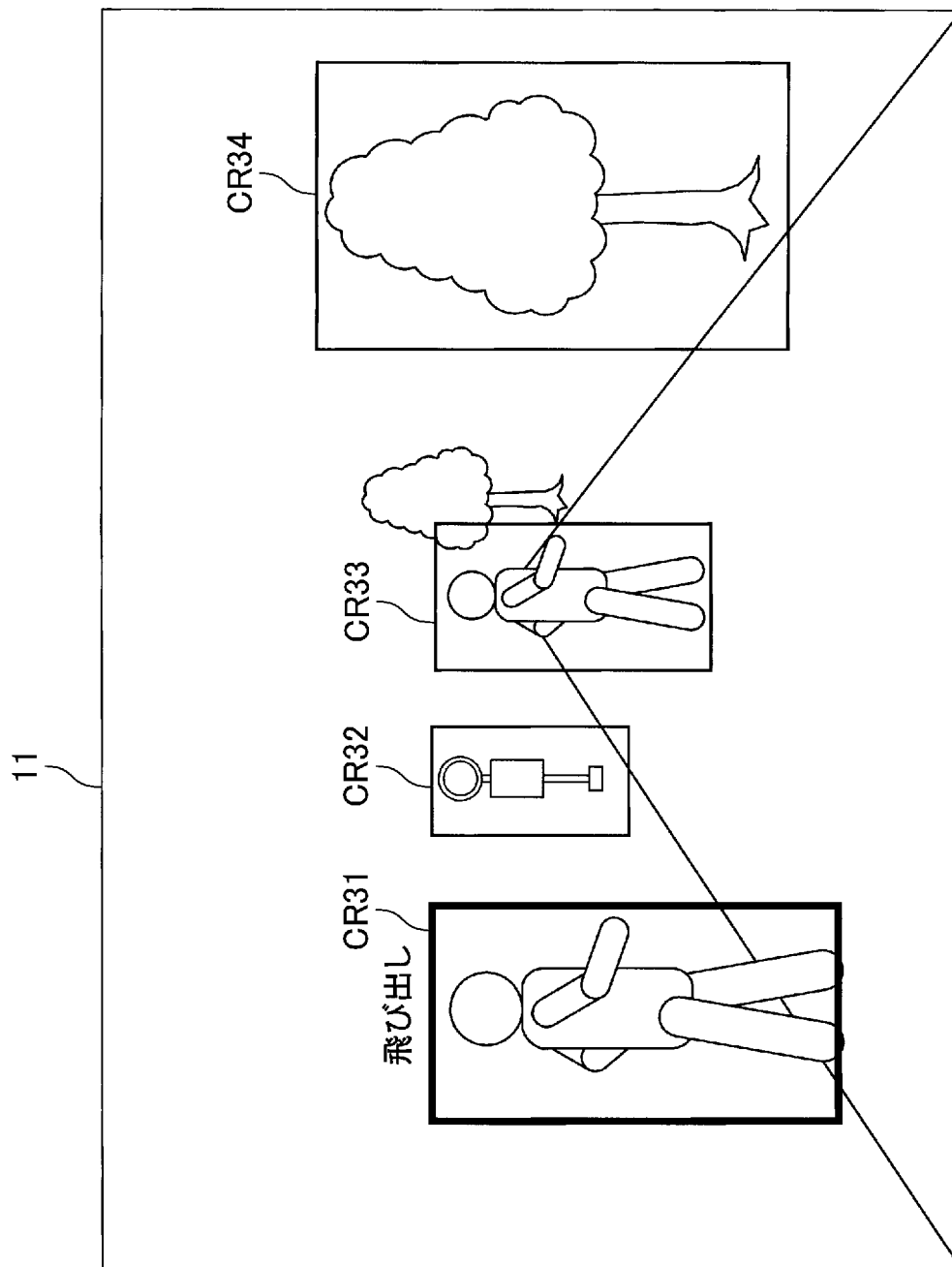
[図11]



[図12]

時刻	1	2	3	4	5	6	7
状態	新規	A	A	B	C	A	A

[図13]



[図14]

時刻	1	2	3	4	5	6	7
状態	新規	A	A	B	C	A	A
飛び出し 情報	飛び出し		飛び出し			飛び出し	飛び出し

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/20(2006.01)i, B60R21/00(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)

G06T7/20, B60R21/00, G08G1/16, H04N7/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-008189 A (Hitachi, Ltd., Secom Co., Ltd.), 12 January 2001 (12.01.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2010-117952 A (Masafumi HAGIWARA, Koito Industries, Ltd.), 27 May 2010 (27.05.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2014-067117 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 17 April 2014 (17.04.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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
17 July 2015 (17.07.15)

Date of mailing of the international search report
28 July 2015 (28.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069187

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 8284258 B1 (A. Enis CETIN et al.), 09 October 2012 (09.10.2012), entire text; all drawings & US 8866910 B1	1-12
A	US 6826292 B1 (Hai TAO et al.), 30 November 2004 (30.11.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	Shunsuke KAMIJO, "Behavior Understandings by Postures and Trajectories in Railway Station ", Gazo Labo, 10 March 2013 (10.03.2013), vol.24, no.3, pages 51 to 59	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/20(2006.01)i, B60R21/00(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. G06T7/20, B60R21/00, G08G1/16, H04N7/18

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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）

JSTPlus (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-008189 A（株式会社日立製作所、セコム株式会社） 2001.01.12, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2010-117952 A（萩原 将文、小糸工業株式会社）2010.05.27, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2014-067117 A（大日本印刷株式会社）2014.04.17, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12

☒ 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

17.07.2015

国際調査報告の発送日

28.07.2015

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）

佐田 宏史

5 H

4189

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 8284258 B1 (A. Enis CETIN et al.) 2012.10.09, 全文、全図 & US 8866910 B1	1-12
A	US 6826292 B1 (Hai TAO et al.) 2004.11.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
A	上條 俊介, “駅構内における姿勢・位置情報に基づいた行動把握 フレームワーク”, 画像ラボ, 2013.03.10, Vol.24, No.3, pp.51-59	1-12