

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7598796号
(P7598796)

(45)発行日 令和6年12月12日(2024.12.12)

(24)登録日 令和6年12月4日(2024.12.4)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T 7/246(2017.01) G 0 6 T 7/246

H 0 4 N 7/18 (2006.01) H 0 4 N 7/18 G

請求項の数 9 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-46090(P2021-46090)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和3年3月19日(2021.3.19)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-144895(P2022-144895 A)	(74)代理人	東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 110002147
(43)公開日	令和4年10月3日(2022.10.3)		弁理士法人酒井国際特許事務所
審査請求日	令和5年7月7日(2023.7.7)	(72)発明者	中尾 健太
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	杉本 喜一
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	飯尾 聡
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		審査官	秦野 孝一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 対象物検知装置、対象物検知方法及び対象物検知プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の時間間隔でフレームごとに画像を取得するカメラ部と、
前記カメラ部により取得した画像から複数の対象物を抽出する画像処理部と、
前記カメラ部により取得した時系列のフレームそれぞれから取得した画像より抽出した複数の対象物を比較する比較部と、

前記フレームの画像に含まれる対象物と、前記フレームよりも前のフレームの画像に含まれる対象物との位置関係に基づいた重み付け条件を記憶する記憶部と、

前記比較部の比較結果により得られる同一の対象物を特定するための複数のフレームに対して、前記記憶部の重み付け条件に基づいて前記複数のフレームの比較結果を修正した後、修正した比較結果を用いて、前記複数のフレームそれぞれの画像に含まれる同一の対象物を特定する特定部と、を含む対象物検知装置。

10

【請求項 2】

前記重み付け条件は、比較する対象物の距離に近いほど値が高くなる係数であり、
特定部は、比較結果に重み付け係数を乗算して、対象物が同一か否かを特定する請求項 1 に記載の対象物検知装置。

【請求項 3】

前記重み付け条件は、比較する対象物の距離の順番に対して固定値の係数が設定される請求項 2 に記載の対象物検知装置。

【請求項 4】

20

所定の時間間隔で画像を取得するカメラ部と、
取得した画像から対象物を抽出する画像処理部と、
前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物と、を比較する比較部と、
前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物との画像上の位置に基づいた重み付け条件を記憶する記憶部と、
前記比較部の比較結果を、前記重み付け条件に基づいて比較し、画像から抽出した対象物と一致する前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物を特定する特定部と、を含み、
前記重み付け条件は、比較する対象物の距離が近いほど値が高くなる係数であり、かつ、比較する対象物の距離の順番に対して固定値の係数が設定され、
特定部は、比較結果に重み付け係数を乗算して、対象物が同一か否かを特定する対象物検知装置。

10

【請求項 5】

前記比較部は、比較結果に基づいて、比較する対象物の関係性を算出し、
前記特定部は、関係性が高い対象物同士を同一対象物として特定する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の対象物検知装置。

【請求項 6】

前記重み付け条件は、比較部の比較結果の算出で使用した類似度の算出方法とは異なる類似度の算出方法で算出し、比較する対象物の類似度が近いほど値が高くなる係数であり、
特定部は、比較結果に重み付け係数を乗算して、対象物が同一か否かを特定する請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の対象物検知装置。

20

【請求項 7】

前記重み付け条件は、比較する対象物の距離が閾値以下の対象物に対して重み係数を算出する請求項 6 に記載の対象物検知装置。

【請求項 8】

所定の時間間隔でフレームごとに画像を取得し、
取得した画像から複数の対象物を抽出し、
取得した時系列のフレームそれぞれから取得した画像より抽出した複数の対象物を比較し、
前記フレームの画像に含まれる対象物と、前記フレームよりも前のフレームの画像に含まれる対象物との位置関係に基づいた重み付け条件を読み出し、
比較結果により得られる同一の対象物を特定するための複数のフレームに対して、前記重み付け条件に基づいて前記複数のフレームの比較結果を修正した後、修正した比較結果を用いて、前記複数のフレームそれぞれの画像に含まれる同一の対象物を特定する対象物検知方法。

30

【請求項 9】

所定の時間間隔でフレームごとに画像を取得し、
取得した画像から複数の対象物を抽出し、
取得した時系列のフレームそれぞれから取得した画像より抽出した複数の対象物を比較し、
前記フレームの画像に含まれる対象物と、前記フレームよりも前のフレームの画像に含まれる対象物との位置関係に基づいた重み付け条件を読み出し、
比較結果により得られる同一の対象物を特定するための複数のフレームに対して、前記重み付け条件に基づいて前記複数のフレームの比較結果を修正した後、修正した比較結果を用いて、前記複数のフレームそれぞれの画像に含まれる同一の対象物を特定する処理をコンピュータに実行させる対象物検知プログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、対象物検知装置、対象物検知方法及び対象物検知プログラムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

カメラ等で取得した画像を解析して、画像に含まれる対象物を検出する対象物検知装置がある。対象物検知装置では、複数の対象物を検出し、それぞれ対象物を追跡する装置がある。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 には、撮像された画像から物体を検出し、検出結果を出力する複数の検出手段と、複数の検出手段の夫々によって出力された、複数の検出結果に基づいて、共通座標系で表現された物体の位置情報を算出する統合追跡手段と、を備え、統合追跡手段は、算出された共通座標系の物体の位置情報を出力し、検出手段は、共通座標系の物体の位置情報を、物体の検出対象となる画像を出力するカメラ固有の個別座標系で表現された位置情報に変換して、個別座標系で物体を追跡し、個別座標系で表現された位置情報に基づいて物体を検出し、個別座標系で表現された位置情報に基づいて検出された物体の位置情報を、共通座標系で表現された位置情報に変換する、物体追跡システムが記載されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 文献 】 特開 2 0 2 0 - 1 0 7 3 4 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

20

ここで、複数の対象物が似ている場合や、比較対象の前の画像から形状が大きく変化した場合、同一対象物を適切に判定できず、異なる対象物を同一対象物と検出したり、同一対象物を異なる対象物として検出したりする可能性がある。

【 0 0 0 6 】

本開示の少なくとも一実施形態は、上記課題を解決するために、対象物を識別し、同一の対象物の関連付けを高い精度で行うことができる対象物検知装置、対象物検知方法及び対象物検知プログラムを提供することを課題とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本開示は、所定の時間間隔で画像を取得するカメラ部と、取得した画像から対象物を抽出する画像処理部と、前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物と、を比較する比較部と、前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物との画像上の位置に基づいた重み付け条件を記憶する記憶部と、前記比較部の比較結果を、前記重み付け条件に基づいて比較し、画像から抽出した対象物と一致する前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物を特定する特定部と、を含む対象物検知装置を提供する。

30

【 0 0 0 8 】

また、本開示は、所定の時間間隔で画像を取得し、取得した画像から対象物を抽出し、前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物と、を比較し、記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物との画像上の位置に基づいた重み付け条件を読み出し、前記比較部の比較結果を、前記重み付け条件に基づいて比較し、画像から抽出した対象物と一致する前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物を特定する対象物検知方法を提供する。

40

【 0 0 0 9 】

また、本開示は、所定の時間間隔で画像を取得し、取得した画像から対象物を抽出し、前記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物と、を比較し、記画像から抽出した対象物と、前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物との画像上の位置に基づいた重み付け条件を読み出し、前記比較部の比較結果を、前記重み付け条件に基づいて比較し、画像から抽出した対象物と一致する前記画像よりも前のフレームの画像で抽出した対象物を特定する処理をコンピュータに実行させる対象

50

物検知プログラムを提供する。

【発明の効果】

【0010】

上記構成とすることで、対象物を識別し、同一の対象物の関連付けを高い精度で行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、対象物検知装置の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、対象物検知装置の処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】図3は、処理対象の画像の一例を模式的に示す説明図である。

10

【図4】図4は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【図5】図5は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【図6】図6は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【図7】図7は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【図8】図8は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本開示に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能であり、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせることも可能である。

20

【0013】

<対象物検知装置>

図1は、対象物検知装置の一例を示すブロック図である。本実施形態に係る対象物検知装置10は、画像を取得し、取得した画像から対象物を検知する。対象物検知装置10は、所定時間単位で取得した画像に対して、対象物の検知を繰り返し、異なる時刻（異なるフレーム）の画像に含まれる対象物のうち、異なる時刻（異なるフレーム）の画像に含まれる対象物のうち、同一の対象物を特定する。対象物検知装置10は、例えば、車両や飛行体等の移動体や、建造物に設置される。また、対象物は、特に限定されず、人間、機械、犬、猫、車両、植物等、種々の分類の物体を対象とすることができる。

30

【0014】

図1に示すように対象物検知装置10は、カメラ部12と、処理部14と、記憶部16と、を含む。対象物検知装置10は、さらに、入力部、出力部、通信部等を備えてもよい。ここで、出力部としては、画像の解析結果を表示させるディスプレイや、検出結果に基づいて、警告を出力するスピーカ、発光装置、ディスプレイ等である。

【0015】

カメラ部12は、撮影領域に含まれる画像を取得する。カメラ部12は、所定時間の間隔で画像をする。カメラ部12は、所定のフレームレートで連続して画像を取得しても、所定の操作をトリガーとして画像を取得してもよい。

40

【0016】

処理部14は、CPU(Central Processing Unit)やGPU(Graphics Processing Unit)等の集積回路(プロセッサ)と、作業領域となるメモリとを含み、これらのハードウェア資源を用いて各種プログラムを実行することによって各種処理を実行する。具体的に、処理部14は、記憶部16に記憶されているプログラムを読み出してメモリに展開し、メモリに展開されたプログラムに含まれる命令をプロセッサに実行させることで、各種処理を実行する。処理部14は、画像処理部30と、比較部32と、特定部34と、を含む。処理部14の各部の説明の前に記憶部16について説明する。

【0017】

50

記憶部 16 は、磁気記憶装置や半導体記憶装置等の不揮発性を有する記憶装置からなり、各種のプログラムおよびデータを記憶する。記憶部 16 は、検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、処理データ 42 と、を含む。

【0018】

また、記憶部 16 に記憶されるデータとしては、処理データ 42 が含まれる。処理データ 42 は、カメラ部 12 に取得した画像データ、画像データから抽出した対象物の位置、大きさ、比較結果等が含まれる。処理データ 42 には、対象物の位置毎に分類して保管してもよい。また、処理データ 42 は、一部を加工したデータを含めてもよい。また、記憶部 16 には、各プログラムの処理条件等が記憶される。

【0019】

記憶部 16 に記憶されるプログラムとしては、検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、がある。検知プログラム 36 は、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 の動作を統括し、対象物の検知処理を実行する。検知プログラム 36 は、画像から対象物を検知し、比較し、それぞれの対象物を特定する処理を実行する。

【0020】

画像処理プログラム 38 は、カメラ部 12 で取得した画像に対して画像処理を実行し、画像に含まれる対象物を抽出する。画像処理プログラム 38 としては、種々のプログラムを用いることができるが、深層学習モデルで対象物の抽出を学習した学習済みプログラムを用いることができる。深層学習モデルとしては、R - CNN (Regions with Convolutional Neural Networks) や YOLO (You Only Look Once)、SSD (Single Shot multibox Detector) 等、いわゆるアンカーと言われるバウンディングボックスを画像に対して設定し、設定に基づいたアンカー内の特徴量を処理することで、画像に対象物が含まれているかを検出する深層学習モデルを用いることができる。画像処理プログラム 38 は、パターンマッチング等で、対象物を抽出してもよい。画像処理プログラム 38 は、対象物を抽出した位置を示す領域の情報と、領域内の特徴を示す情報を算出する。画像処理プログラム 38 は、抽出した情報を処理データ 42 に記憶させる。

【0021】

比較プログラム 40 は、対象物を抽出した結果をフレーム間で比較し、フレーム間で同じ対象物を抽出しているかを特定し、それぞれの対象物の同一性を特定する。

【0022】

記憶部 16 は、記録媒体に記録された検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、を読み込むことで、検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、がインストールされてもよいし、ネットワーク上で提供される検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、を読み込むことで、検知プログラム 36 と、画像処理プログラム 38 と、比較プログラム 40 と、がインストールされてもよい。

【0023】

演算部 16 の各部の機能について説明する。演算部 16 の各部は、記憶部 16 に記憶されるプログラムを処理することで機能を実行する。画像処理部 30 は、画像処理プログラム 38 を処理して実行される。画像処理部 30 は、上述したようにカメラ部 12 で撮影した画像から対象物を抽出する。

【0024】

比較部 32 は、比較プログラム 38 の処理を実行することで実現する。比較部 32 は、画像処理部 30 で処理した情報を画像のフレーム間で比較し、比較結果の情報を出力する。比較部 32 は、比較したフレーム間の関係性を算出する。関係性は、本実施形態では 0 から 1 の値で算出され、1 に近いほど関係性が高い、つまり同一の対象物である可能性が高いと算出した結果となる。なお、関係性の値の範囲は一例であり、1 以上となるようにしても、マイナスとなるようにしてもよい。ここで、比較部 32 は、領域内の画像のパタ

10

20

30

40

50

ーンマッチングや、領域の変化量、フィルタ処理によって得られる特徴量等の情報に基づいて関係性を算出する。

【 0 0 2 5 】

特定部 3 4 は、比較プログラム 3 8 の処理を実行することで実現する。特定部 3 4 は、予め設定されている重み付け条件に基づいてフレーム間の対象物と対象物のそれぞれの組み合わせに対して、重み付け係数を算出する。特定部 3 4 は、比較部 3 2 で算出した比較対象のフレーム間の対象物の関係性を、重み付け係数で補正する。特定部 3 4 は、補正したフレーム間の対象物の関係性に基づいて、フレーム間で同じ対象物（同一被写体）を特定する。

【 0 0 2 6 】

重み付け条件は、例えば、対象物の距離、つまり、前のフレームの対象物の位置と、後のフレームの対象物の位置との差に基づいて、重み付け係数を決定する方法がある。本実施形態の重み付け係数は、0 から 1 の値である。なお、重み付け係数の範囲は一例であり、1 以上となるようにしても、マイナスとなるようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

次に、図 2 から図 5 を用いて、対象物検知装置 1 0 の処理の一例を説明する。図 2 は、対象物検知装置の処理の一例を示すフローチャートである。図 3 は、処理対象の画像の一例を模式的に示す説明図である。図 4 は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。図 5 は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。以下では、対象物を人間とした場合で説明する。

【 0 0 2 8 】

対象物検知装置 1 0 は、画像データを取得する（ステップ S 1 2 ）。具体的には、図 3 に示す画像 1 0 0 を取得する。画像 1 0 0 は、人物 1 0 2、1 0 4、1 0 6 の三人が含まれる画像である。

【 0 0 2 9 】

対象物検知装置 1 0 は、対象物の抽出を行う（ステップ S 1 4 ）。具体的には、対象物検知装置 1 0 は、画像 1 0 0 の場合、画像 1 0 0 に対して処理を実行し、人物 1 0 2 が表示される領域 1 1 2、人物 1 0 4 が表示される領域 1 1 4、人物 1 0 6 が表示される領域 1 1 6 を抽出する。

【 0 0 3 0 】

対象物検知装置 1 0 は、比較対象の画像データの対象物の情報を取得する（ステップ S 1 6 ）。対象物検知装置 1 0 は、対象物を抽出した画像よりも前に処理を行った画像、つまり該当画像のフレームよりも前のフレームの画像での対象物の抽出結果の情報を取得する。具体的には、図 4 に示すように、フレーム t の画像 1 2 4 の対象物 1 2 6 a、1 2 6 b、1 2 6 c を抽出している場合、画像 1 2 4 前のフレーム t - 1 の画像 1 2 0 から抽出した画像 1 2 0 の対象物 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c の情報を取得する。

【 0 0 3 1 】

対象物検知装置 1 0 は、画像データ間の対象物の位置等を比較する（ステップ S 1 8 ）。対象物検知装置 1 0 は、画像データ間の対象物の位置や形状を比較することで、図 5 示す関係性行列 1 3 0 を算出する。本実施形態の場合、画像内に 3 つの対象物を検出している。この場合、関係性行列 1 3 0 は、フレーム t - 1 の対象物 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c のそれぞれと、フレーム t の対象物 1 2 6 a、1 2 6 b、1 2 6 c のそれぞれの関係値を算出する。関係値は、領域の大きさや位置、領域に含まれる画像の一致度等で算出される類似度である。

【 0 0 3 2 】

対象物検知装置 1 0 は、比較結果に対して、重み付け処理を実行する（ステップ S 2 0 ）。図 5 の処理は、対象物の距離に応じて重み付けを行う。重み付け処理を実行することで、関係性行列 1 3 0 を関係性行列（修正後の関係性行列）1 3 2 に変換する。具体体には、フレーム t - 1 の画像 1 2 0 の検知結果の位置に対し、フレーム t の画像 1 2 4 の検知結果それぞれの画像中の位置（ $X1_t$, $Y1_t$ ）・・・（ XN_t , YN_t ）との距離 $D1$ ・・・ DN

10

20

30

40

50

を算出する。次に、距離 $D1 \cdots DN$ を小さい順（つまり距離が近い順）に並べて、予め設定した重み係数を順に割り付ける。重み付け係数は、最も近い距離の関係が 1.0 、遠い距離の関係が 0.0 となるよう比例で割り付ける。対象物検知装置 10 は、算出した重み係数を該当する組み合わせの関係値（類似度）に乗算する。

【0033】

対象物検知装置 10 は、算出結果に基づいて対象物の同一性を特定する（ステップ $S22$ ）。対象物検知装置 10 は、算出した関係性行列 132 に基づいて、対象物の対応関係を特定する。図4及び図5に示す例の場合、算出後の関係値の和が最も高くなる組み合わせに基づいて同一の対象物を特定する。具体的には、関係値が 0.7 となる対象物同士を同一の対象物とする。

【0034】

対象物検知装置 10 は、画像から抽出した対象物同士を比較した関係値に対して、さらに重みづけ条件に基づいて、重み付け係数を算出し、関係値を補正することで、画像に含まれる対象物の同一性をより高い精度で特定することができる。また、対象物検知装置 10 は、画像中に複数の似た対象物が存在して関係値が高くなる場合でも、各フレームにおける位置情報を用いて関係値を修正することで、対応付けの精度を向上させることが可能になる。対象物検知装置 10 は、重み付け条件に基づいた処理を実行し、各フレームの検知結果を対応付けするための類似度算出をロバストにすることで、似通った対象物同士や距離が近く隠れや姿勢変化が発生する場合でも正確に対応付けることが可能となり、安定した対象物追跡が可能となる。

【0035】

また、本実施形態のように、対象物の距離に基づいて重み付け係数を算出することで、フレーム間の移動可能な範囲での類似性を評価することができる。これにより、上述したように対象物に類似性がある場合でも、同一対象物の特定の精度を高くすることができる。

【0036】

ここで、重み付け条件は、比較する対象物の距離の順番に対して固定値の係数を設定してもよい。例えば、一番近い対象物に 1 、次に近い対象物に 0.5 、それ以降の対象物は 0 を割り付けてもよい。これにより、重み付け係数の算出の演算負荷を低減することができる。また、重み付け条件は、あらかじめ定める距離のしきい値以上の距離を重み 0 にし、それ以外には重みの変化なしとしてもよい。これにより、フレーム間で想定される範囲に移動している対象物を評価対象とし、それ以上移動していないと生じない位置の対象物を同一と検出することを防止できる。

【0037】

また、重み付け条件は、前フレームの検知結果に対して、それまでの追跡結果からカルマンフィルタ等で現フレームでの位置を予測し、その予測位置と現フレームの各検知結果の位置から距離を算出して同様に重み付けしてもよい。このように、前のフレームの実際の位置ではなく、予測位置を起点として、距離を評価してもよい。

【0038】

図4及び図5は、関係値が閾値以上であるので、2つの画像にそれぞれ含まれる対象物が1対1で対応し、同じ対象物が含まれる2つの画像と特定したが、画像に含まれる対象物が増減する場合や、前のフレームの画像に対して、1つの対象物が無くなり、別の対象物が追加される場合もある。

【0039】

また、距離に基づいて、重み付け係数を算出する場合、相対的な移動状況に基づいて、距離に対する重み付け係数の割り当てを調整することが好ましい。例えば、対象物検知装置が移動体に搭載されている場合、移動体の移動速度に基づいて重み付け条件を変更することが好ましい。例えば、移動体が高速移動している場合、画像上での距離が長くても、重み付け係数が高くなる条件とする。対象物の想定される移動速度に基づいても同様の設定とできる。これにより、対象物が同一かをより高い精度で特定でき、適切な追跡を行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

ここで、重み付け条件を対象物の距離としたが、重み付け条件はこれに限定されない。重みづけ条件は、対象物の類似度に基づいて設定してもよい。図 6 は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。図 7 は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。図 6 及び図 7 は、一定範囲内の距離に対象物がある場合、距離が条件を満たす対象物に対して類似度に基づいた重みづけ係数を設定し、それ以外の対象物の関係の値には、重み付けを行わない（係数を 1 として補正しない）処理である。

【 0 0 4 1 】

対象物検知装置 1 0 は、図 6 に示すように、画像 1 4 0 で対象物 1 4 2 a、1 4 2 b、1 4 2 c の情報を取得した後、画像 1 4 0 より後のフレーム（現フレーム）の画像 1 4 4 の対象物 1 4 6 a、1 4 6 b、1 4 6 c を抽出している。

10

【 0 0 4 2 】

次に、対象物検知装置 1 0 は、画像データ間の対象物の位置や形状を比較することで、図 7 示す関係性行列 1 4 8 を算出する。本実施形態の場合、画像内に 3 つの対象物を検出している。この場合、関係性行列 1 4 8 は、前のフレームの対象物 1 4 2 a、1 4 2 b、1 4 2 c のそれぞれと、後のフレームの対象物 1 4 6 a、1 4 6 b、1 4 6 c のそれぞれの関係値を算出する。また、前のフレームの検知結果 A_{t-1} に対して最大類似度となる後のフレームの検知結果 A_t と、その最大類似度との差がしきい値以下となる類似度を持つ検知結果 $B_t \cdots N_t$ を抽出する。

【 0 0 4 3 】

次に、対象物検知装置 1 0 は、抽出された後フレームの検知結果に対し、 A_{t-1} の画像中の位置（ X_{1t-1} 、 Y_{1t-1} ）との距離がしきい値以下となる検知結果のみを選択する。図 7 に示す関係性行列 1 4 8 は、対象物 1 4 2 a と対象物 1 4 6 a、対象物 1 4 2 a と対象物 1 4 6 b、対象物 1 4 2 b と対象物 1 4 6 a、対象物 1 4 2 b と対象物 1 4 6 b、の 4 つの組み合わせを抽出する。

20

【 0 0 4 4 】

次に、対象物検知装置 1 0 は、抽出した対象物の組み合わせに対して、後のフレームの各検知結果と、前のフレームの検知結果 A_{t-1} で、新たに類似度算出処理を行い、類似度を更新する。ここで、選択した組み合わせに対して使用する専用の類似度算出処理は、例えば顔認証などで使用される $S i a m R P N (* 4)$ など一部特徴の隠れや変化にロバストな深層学習ネットワークを使用する。つまり、比較部で関係性行列の算出を行った関係値の算出とは異なる類似度の算出処理を用いる。対象物検知装置 1 0 は、算出した 1 以下の重み付け係数を対象の組み合わせに乗算して、関係性行列 1 4 9 を算出する。新たな類似度の算出方法は、比較部で関係性行列の算出を行った関係値の算出よりも処理負荷が高く、精度が高い方法である。

30

【 0 0 4 5 】

次に、対象物検知装置 1 0 は、算出した関係性行列 1 4 9 に基づいて、前のフレームの対象物と後のフレームの対象物のうち、同一となる対象物の組み合わせを特定する。

【 0 0 4 6 】

対象物検知装置 1 0 は、算出した関係性行列に対して、さらに類似度に基づいて重み付け処理を行うことで、検出精度を高くすることができる。

40

【 0 0 4 7 】

対象物検知装置 1 0 は、本実施形態のように、距離が近い対象物を抽出し、抽出した対象物間に対してのみ類似度の算出を行うことで、処理負荷の増加も抑制できる。類似度の検出精度が高い処理は、一般的に、ロバスト性を向上させるために処理層を深くして多くの特徴量を用いて判定を行う。このため、処理負荷が高く多くの対象物同士の類似度算出全てに採用するとリアルタイム性が低下してしまう。つまり、最初の関係性行列に適用すると処理負荷が大きくなる。本実施形態の対象物検知装置 1 0 は、最初の類似度算出は対象物検知で使用する軽量な特徴量を用いて行い、特定の関係を満たす対象の組み合わせのみに、より正確な類似度算出処理を適用する。これにより、画像中の位置が近く似た対

50

象物であっても正確な類似度算出が可能になる。

【0048】

対象物検知装置10は、2つのフレーム間の比較に限定されず、3つ以上のフレームの比較に基づいて、重み付け条件を設定してもよい。図8は、比較部及び特定部の処理の一例を説明するための説明図である。

【0049】

図8は、フレーム $t-1$ の画像170、フレーム t の画像150、フレーム $t+1$ の画像154、フレーム $t+2$ の画像158を時系列で取得した場合である。画像170、150、154、158は、それぞれ2つの対象物を検出する。画像170は、対象物172a、172bが抽出される。画像150は、対象物152a、152bが抽出される。画像154は、対象物156a、156bが抽出される。画像158は、対象物159a、159bが抽出される。

10

【0050】

対象物検知装置10は、フレーム t の画像150とその前のフレーム $t-1$ の画像170に基づいて、関係性行列162を算出する。関係性行列162は、フレーム $t-1$ の画像170に含まれる対象物172a、172bと、フレーム t の画像150に含まれる対象物152a、152bとの関係性を示す行列となる。対象物検知装置10は、フレーム $t-1$ の検知結果 A_{t-1} に対して最大類似度となるフレーム t の検知結果 A_t と、その最大類似度との差がしきい値以下となる類似度を持つ検知結果 $B_t \cdots N_t$ が存在すれば、それらは一旦 A_{t-1} に対して仮対応付けを行う。関係性行列162は、各項目の類似度が0.7または0.65となり、対象物152a、152bと対象物172a、172bとの組み合わせを確定できない。この場合、関係性行列162を仮対応付けとする。対象物検知装置10は、仮対応付けした結果 $A_t \cdots N_t$ に、 A_{t-1} の特徴量も記憶させる。

20

【0051】

フレーム $t+1$ とフレーム t の画像に基づいて、関係性行列164を算出する。関係性行列164は、対象物156aと対象物152aの類似度が0.6、対象物156bと対象物152bの類似度が、0.5となり、他の欄の0.2、0.3に対して、有意な差があるため、対象物の同一性を判定できる。

【0052】

また、対象物検知装置10は、フレーム $t+1$ の画像の処理を行う場合、検知結果 $A_{t+1} \cdots N_{t+1}$ との類似度を算出する際、 A_{t-1} とも類似度を算出する。つまり、フレーム $t-1$ の画像とフレーム $t+1$ の画像の類似度も算出する。ここで、 $A_{t+1} \cdots N_{t+1}$ のいずれか（例えば A_{t+1} ）が、 $A_t \cdots N_t$ との類似度よりも A_{t-1} との類似度の方が高かった場合、 A_{t+1} は A_{t-1} と同一対象物と判定し、 $A_t \cdots N_t$ と A_{t-1} の仮対応付けを解消する。この際仮対応付けされている A_t の類似度を消去する。図8に示すように、画像154の対象物156a、156bと、フレーム $t-1$ の画像170に含まれる対象物172a、172bとの比較を行う。図8に示す例では、対象物172aと対象物156aの一致度が0.8となり、対象物172bと対象物156bの一致度が0.7となる。この結果と、対象物159aと対象物152aの類似度が0.6、対象物159bと対象物152bの類似度が、0.5との結果に基づいて、対象物172aと対象物152aが同一と判定し、対象物172bと対象物152bが同一と判定する。この結果を関係性行列164に反映させ、仮対応付けを解消する。

30

40

【0053】

対象物検知装置10は、次のフレーム $t+2$ とフレーム $t+1$ の画像の対応付けを行い、関係性行列166を算出する。関係性行列166は、対象物の距離が所定距離以上となるので、類似度の差が大きくなり精度が高くなる。

【0054】

このように、複数のフレーム間での類似度の算出処理を行うことで、フレーム間での同一の対象物の特定の精度を高くすることができる。例えば、似ている対象物が一時的に両方隠れ、あるいは姿勢変化が発生した場合でも、仮対応付けとし、直前の特徴量を記憶し

50

ておき、隠れや姿勢変化がなくなった時点のフレームとの類似度を用いて補正を行うことで、正しい対応付けが可能となる。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- 1 0 対象物検知装置
- 1 2 カメラ部
- 1 4 処理部
- 1 6 記憶部
- 3 0 画像処理部
- 3 2 比較部
- 3 4 特定部
- 3 6 検出プログラム
- 3 8 画像処理プログラム
- 4 0 比較プログラム
- 4 2 処理データ

10

20

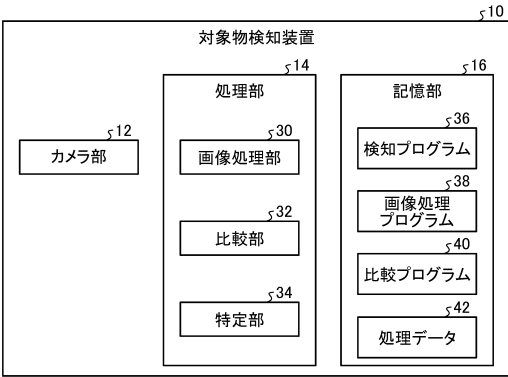
30

40

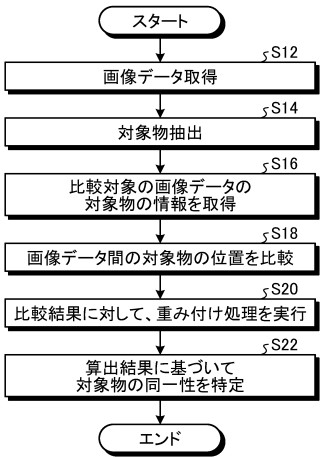
50

【図面】

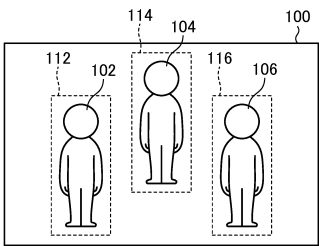
【図 1】



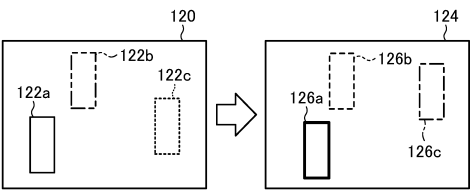
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

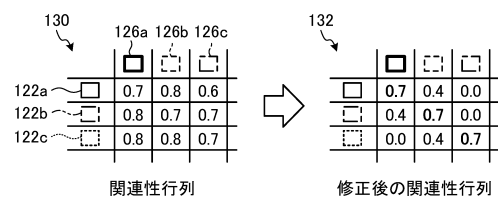
20

30

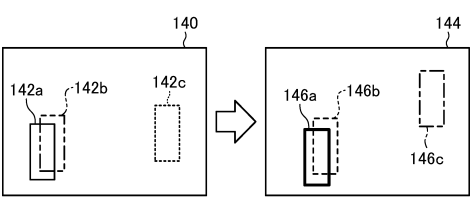
40

50

【図 5】

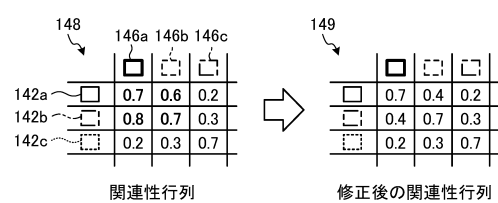


【図 6】

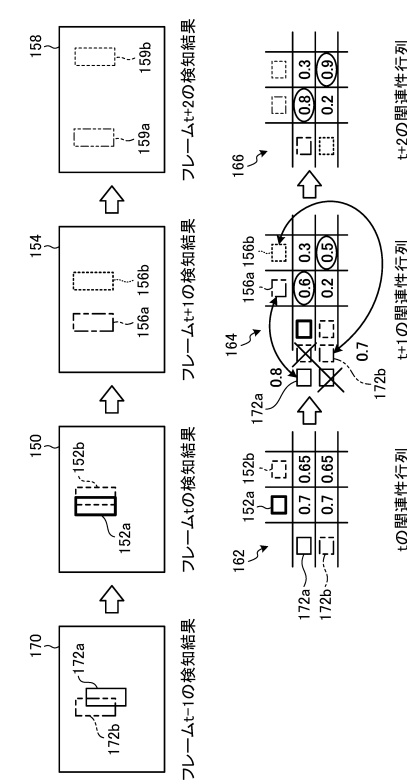


10

【図 7】



【図 8】



20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 3 3 5 7 3 (J P , A)
 特開 2 0 2 0 - 1 7 7 6 7 6 (J P , A)
 Jiang Dan Yu Yuan , A Multi-object Motion-tracking Method for Video Surveillance , Eighth
 ACIS International Conference on Software Engineering , 米国 , IEEE , 2007年07月30日 ,
 pp.402-405 , <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4287540>
 富安 史陽、平山 高嗣、間瀬 健二 , K a l m a n - F i l t e r 予測を用いた特徴点マッ
 チングと M e a n - S h i f t を組合せた粗密探索に基づく特徴点追跡 , 画像電子学会誌
 , 日本 , 一般社団法人画像電子学会 , 2014年10月22日 , 第43巻 , p.318-329

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 G 0 6 T 7 / 2 4 6
 H 0 4 N 7 / 1 8