

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-154970

(P2023-154970A)

(43)公開日 令和5年10月20日(2023.10.20)

(51) 國際特許分類

FI

テーマコード（参考）

G O 6 T 7/246(2017.01)

G O 6 T 7/246

5 L 0 9 6

G O 6 T 7/292(2017.01)

G 0 6 T 7/292

G 0 6 V 20/52 (2022.01)

G 0 6 V 20/52

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全25頁)

(21)出願番号 特願2022-64647(P2022-64647)

(22)出願日 令和4年4月8日(2022.4.8)

(71)出願人	000001007
---------	-----------

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人	110003281
---------	-----------

弁理士法人大塚国際特許事務所

(72)発明者 内田 悠美子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

(72)発明者 御手洗 裕輔

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

Fターム (参考) 5L096 AA06 CA04 CA05 DA02

FA16 FA18 FA69 HA05

HA11 JA03

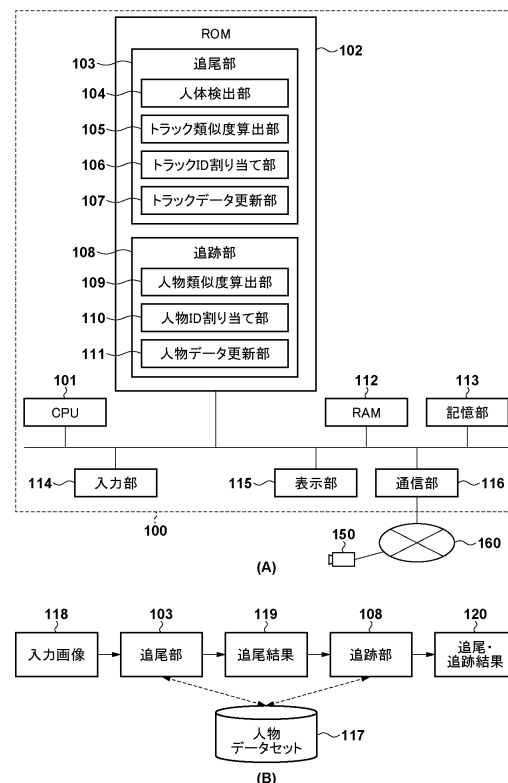
(54)【発明の名称】 物体追跡装置及びその方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 映像から得た物体の移動軌跡について、共存可能性を加味し、物体と移動軌跡とを対応づけることで、より高い精度で物体を追跡する。

【解決手段】 撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置であって、映像におけるフレーム内の物体を追尾し、物体の連続出現を表すトラックを得る追尾部と、追尾部による追尾で得たトラックIDを、物体を一意に識別するための物体IDに対応付けることで、各トラックIDがいずれの物体IDに属するかを表す追跡情報を生成する追跡部とを有する。ここで、追跡部は、既に存在する1以上の物体IDに対応付けられたトラックIDと、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、着目トラックがいずれかの物体IDに属するかを決定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置であって、

前記映像におけるフレーム内の前記物体を追跡し、物体の連続出現を表すトラックを得る追跡手段と、

ここで、前記追跡手段は、

前記映像における着目フレーム内の前記物体の領域を検出し、当該領域が前記着目フレームに対する前フレームで検出された領域のいずれにも後続する領域でない場合には前記着目フレームから検出した前記領域に新規なトラックIDを割り当て、

前記着目フレームから検出した前記領域が前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域である場合は、前記着目フレームから検出した前記領域に、前フレームの該当する領域と同じトラックIDを割り当てることで、同じ物体が連続して現れることを表すトラックを得る；

前記追跡手段による追跡で得たトラックIDを、物体を一意に識別するための物体IDに対応付けることで、各トラックIDがいずれの物体IDに属するかを表す追跡情報を生成する追跡手段とを有し、

前記追跡手段は、

既に存在する1以上の物体IDに対応付けられたトラックIDと、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、前記着目トラックがいずれかの物体IDに属するかを決定する

ことを特徴とする物体追跡装置。

【請求項 2】

前記追跡手段は、前記物体の領域の特徴量を抽出する抽出手段を有し、

前記追跡手段は、

前記着目フレームにおける物体の領域における特徴量、前記領域の位置及びサイズと、前記前フレームにおける物体の領域の特徴量、当該領域の位置及びサイズに基づき、前記着目フレームにおける前記領域が前記前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域であるか否かを判定し、

前記着目フレームにおける前記物体の領域の位置とサイズ、特徴量、及び、撮影時刻で構成される領域情報を、いずれかのトラックIDと対応づける

ことを特徴とする請求項 1 に記載の物体追跡装置。

【請求項 3】

前記追跡手段は、

既に存在する物体IDの1つを第1の物体IDと定義し、

当該第1の物体IDに対応付けられたトラックIDの中で、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと共存可能性があるトラックIDを第1のトラックID、共存可能性が無いトラックIDを第2のトラックIDと定義したとき、

前記第1のトラックIDについては、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと、前記第1のトラックIDに属する各トラックにおける特徴量に基づくとの類似度を、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似度とし、

前記第2のトラックIDについては、

前記着目トラックと、前記第2のトラックIDにおける共存可能性の無いトラックを除くトラックとの第1の類似度を求め、

前記第2のトラックIDに属する、共存可能性が無いトラックと、当該トラックと除くトラックとの第2の類似度を求め、

前記第1の類似度が前記第2の類似度より大きい場合は、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似度が0とし、

前記第1の類似度が前記第2の類似度以下の場合は、前記着目トラックと、前記第2のトラックIDにおける共存可能性があるトラックとの類似度を、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似として決定し、

前記追跡手段は、既に存在する物体IDそれぞれについての類似度から、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックがいずれの物体IDに属するかを決定することを特徴とする請求項2に記載の物体追跡装置。

【請求項4】

前記追跡手段は、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと前記既に存在する物体IDの中の各物体IDとの類似度の中で、閾値以上で、且つ、最大の類似度となる物体となる類似度の最大となる物体IDに、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックが属するものとして決定する

ことを特徴とする請求項3に記載の物体追跡装置。

【請求項5】

前記追跡手段は、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと前記既に存在する物体IDの中の各物体IDとの類似度の中に、前記閾値以上となるものが存在しなかった場合、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックに対して新規の物体IDを発番する

ことを特徴とする請求項4に記載の物体追跡装置。

【請求項6】

前記物体は、人間であることを特徴とする請求項1に記載の物体追跡装置。

【請求項7】

複数の撮像装置の設置位置と光軸方向及び画角に関する情報を記憶する記憶手段を有し

、

前記追尾手段は、各撮像装置からの映像ごとに追尾し、

前記追跡手段は、

前記記憶手段に記憶された情報が、前記複数の撮像装置による視野が重複していないことを示している場合には、各撮像装置で得たそれぞれの映像における同じ撮影時刻を含むトラックどうしは共存可能性が有るとして判定し、

前記記憶手段に記憶された情報が、前記複数の撮像装置による視野が重複していることを示している場合には、各撮像装置で得たそれぞれの映像における同じ撮影時刻を含むトラックどうしは共存可能性が無いとして判定する

ことを特徴とする請求項1に記載の物体追跡装置。

【請求項8】

撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置の制御方法であって

、

前記映像におけるフレーム内の前記物体を追尾し、物体の連続出現を表すトラックを得る追尾工程と、

ここで、前記追尾工程では、

前記映像における着目フレーム内の前記物体の領域を検出し、当該領域が前記着目フレームに対する前フレームで検出された領域のいずれにも後続する領域でない場合には前記着目フレームから検出した前記領域に新規なトラックIDを割り当て、

前記着目フレームから検出した前記領域が前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域である場合は、前記着目フレームから検出した前記領域に、前フレームの該当する領域と同じトラックIDを割り当てることで、同じ物体が連続して現れることを表すトラックを得る；

前記追尾工程による追尾で得たトラックIDを、物体を一意に識別するための物体IDに対応付けることで、各トラックIDがいずれの物体IDに属するかを表す追跡情報を生成する追跡工程とを有し、

前記追跡工程では、

既に存在する1以上の物体IDに対応付けられたトラックIDと、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、前記着目トラックがいずれかの物体IDに属するかを決定する

ことを特徴とする物体追跡装置の制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータに、請求項 8 に記載の制御方法が有する各工程を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、映像内の、物体の移動を追跡する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

1 台のカメラで撮影された映像内から、同一人物の移動軌跡を取得する技術として、人物追尾技術が広く普及している。一般的な人物追尾技術では、追尾対象の人物について長時間の隠れがある場合や、画面外への出入りがある場合には、移動軌跡が途切れるという問題がある。また、複数のカメラ映像に映っている人物の移動軌跡を取得することはできない。

10

【0003】

これらの課題を解決するために、1 台のカメラあるいは、複数台のカメラで得られた移動軌跡を解析し、同一人物と推定される移動軌跡を統合する技術についても開発が進んでいる。

【0004】

特許文献 1、特許文献 2 には、複数カメラから得られた移動軌跡に対して、矛盾のないように同一人物の移動軌跡を判定する手法が開示されている。特許文献 1 では、2 つの移動軌跡同士を順次統合することで、同一人物の移動軌跡群を生成している。考えられる統合パターンの内、同一カメラの移動軌跡が、同一時刻に複数存在する場合には、統合結果に矛盾が生じていると判定し、矛盾の解消処理をおこなう。矛盾解消処理では、類似度の低い移動軌跡同士から順に統合を解除する処理を、矛盾がなくなるまで繰り返す。

20

【0005】

特許文献 2 では、カメラ内での移動軌跡の統合を行ったうえで、カメラ間の移動軌跡の統合をおこなう。カメラ間の移動軌跡を統合する際に、特徴量が最も近い移動軌跡同士を単純に同じ人物として判定するのではなく、全体として組み合わせの整合性が取れるような対応付けをおこなっている。具体的には、カメラ内の移動軌跡の統合が正しく行われたという前提の下で、同じカメラに映る移動軌跡は、それぞれ同一人物として判定しないという制約を加えたクラスタリング手法を導入している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2019-185615 号公報

【特許文献 2】特許第 6833617 号公報

【特許文献 3】US 2017/0206431 公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】Simple online and realtime tracking with a deep association metric, Nicolai Wojke, Alex Bewley, and Dietrich Paulus, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp.3645-3649, 2017.

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献 1 は、矛盾解消時に、2 つの移動軌跡同士の類似度のみを考慮するものである。このため、一人の人物の移動軌跡としての矛盾解消処理をおこなうことができない。特許文献 2 は、同一カメラ内の移動軌跡の統合が正しくおこなわれるということを前提としており、同一カメラ内での移動軌跡の統合の矛盾を解消することはできない。

50

【0009】

本発明は、上記のような問題点に鑑みなされたものであり、映像から得た対象物の移動軌跡について、共存可能性を加味し、対象物と移動軌跡とを対応づけることで、より高い精度で対象物を追跡する技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この課題を解決するため、例えば本発明の物体追跡装置は以下の構成を備える。すなわち、

撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置であって、

前記映像におけるフレーム内の前記物体を追跡し、物体の連続出現を表すトラックを得る追尾手段と、

ここで、前記追尾手段は、

前記映像における着目フレーム内の前記物体の領域を検出し、当該領域が前記着目フレームに対する前フレームで検出された領域のいずれにも後続する領域でない場合には前記着目フレームから検出した前記領域に新規なトラックIDを割り当て、

前記着目フレームから検出した前記領域が前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域である場合は、前記着目フレームから検出した前記領域に、前フレームの該当する領域と同じトラックIDを割り当てることで、同じ物体が連続して現れることを表すトラックを得る；

前記追尾手段による追尾で得たトラックIDを、物体を一意に識別するための物体IDに対応付けることで、各トラックIDがいずれの物体IDに属するかを表す追跡情報を生成する追跡手段とを有し、

前記追跡手段は、

既に存在する1以上の物体IDに対応付けれたトラックIDと、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、前記着目トラックがいずれかの物体IDに属するかを決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、映像から得た物体の移動軌跡について、共存可能性を加味し、物体と移動軌跡とを対応づけることで、より高い精度で物体を追跡することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本実施形態におけるシステム構成図。

【図2】追尾と追跡の概要図。

【図3】本発明におけるデータ形式の図。

【図4】トラックの割り当て結果の矛盾を説明する図。

【図5】第1の実施形態における全体処理のフローチャート。

【図6】第1の実施形態における人物類似度算出方法を示すフローチャート。

【図7】第1の実施形態のトラックの共存可能性判定方法の説明図。

【図8】第1の実施形態の類似度算出方法を示す図。

【図9】第1の実施形態における人物データ更新処理のフローチャート。

【図10】第2の実施形態における人物類似度算出方法のフローチャート。

【図11】第2の実施形態の類似度算出方法を示す図。

【図12】第4の実施形態における複数カメラ間での追跡処理の概要図。

【図13】第4の実施形態におけるトラックの共存可能性判定方法のフローチャート。

【図14】第4の実施形態におけるトラックの共存可能性判定方法の説明図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものでない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、

これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0014】

〔第1の実施形態〕

本実施形態で説明する人物追跡装置は、ネットワークカメラ等による撮影映像中の人物の移動軌跡を取得するものである。本実施形態では、1つのカメラ映像から、同一人物の移動軌跡を取得する例を説明する。

【0015】

本実施形態では、映像内の人物の短期的な移動軌跡を「トラック」と表現し、そのトラックを取得する処理を「追尾」と呼ぶ。また、同一人物同士の2つトラックをつなぎ合わせて1つのトラックを構成すること、並びに、人物の長期的な移動経路を取得する処理を「追跡」と呼ぶこととする。なお、追尾と追跡の違いの詳細については、図2を用いて後述する。

【0016】

図1(A)は、本実施形態における画像処理装置100のハードウェア構成図である。CPU101は、ROM102に格納されている制御プログラムを実行することにより、本装置全体の制御をおこなう。ROM102に格納されている制御プログラムは、大きく分けて、追尾部103と追跡部108で構成される。追尾部103は、トラックを取得する処理をおこなうプログラムであり、人体検出部104、トラック類似度算出部105、トラックID割り当て部106、トラックデータ更新部107で構成される。追跡部108は、トラックをつなぎ合わせた移動経路を取得する処理を行うプログラムであり、人物類似度算出部109、人物ID割り当て部110、人物データ更新部111で構成される。

【0017】

RAM112は、各種データを一時記憶する。また、RAM112は、CPU101が実行するプログラムを展開するためにも利用される。

【0018】

記憶部113は、本発明の処理で利用するデータ（後述する人物データセット等）を格納するものであり、追尾部103および追跡部108が利用するデータを格納する。記憶部113の媒体としては、HDD、フラッシュメモリ、各種光学メディアなどを用いることができる。

【0019】

入力部114は、キーボード、タッチパネル等で構成され、ユーザからの入力を受け付けるものであり、追跡の開始・終了等の指示を受け取ることができる。表示部115は、液晶ディスプレイ等で構成され、各種データや処理結果をユーザに表示することができる。

【0020】

また、通信部116は、外部装置と通信するためのインタフェースである。実施形態における通信部116は、ネットワーク160に接続するためのインタフェースである。また、通信部116の通信対象となる外部装置は、ネットワークカメラ150とする。なお、通信部116の通信形態は有線、無線の種類は問わない。また、ネットワークカメラ150は、1秒当たり例えば30フレームで撮像するものとする。また、通信部116は、ネットワークインタフェースではなく、外部のカメラにダイレクトに接続するインタフェース（例えばUSBインタフェース）であっても構わない。

【0021】

図1(B)は、本装置におけるデータフロー図である。まず、通信部116は、ネットワーク160を介し、ネットワークカメラ150が撮像した画像を、入力画像118として順次受信する。

【0022】

追尾部 130 は、入力画像 118、すなわち、ネットワークカメラ 150 からの映像内の物体が映っている領域を検出し、各検出領域に対して、トラック ID を付与する。この際、同じ人物が連続出現する場合には同じトラック ID を割り当てる。具体的には、追尾部 130 は、トラックのデータが格納されている人物データセット 117 を参照して、各検出領域をどのトラックに対応付けるのが適しているかを判定し、その結果を追尾結果 119 として出力する。追尾結果 119 は、人物データセット 117 へと追加される。

【0023】

なお、実施形態における追尾部 130 について更に詳しく説明すると、追尾部 130 は入力画像 118 における現フレーム内（もしくは着目フレーム内）に映っている人体を検出し（その過程で人体の特徴量が算出される）、その人体が映っている領域を示す枠（以降、検出枠と称する）を検出する。なお、実施形態における検出枠は人体が映っている領域の外接矩形とするが、外接矩形を予め設定された比率でリサイズした枠としても良い。また、現フレームから検出した、トラック ID を未割当状態の検出枠を着目検出枠と定義する。追跡部 130 は、人物データセット 117 に格納されている直前のフレームから検出された検出枠（複数存在し得る）の位置、サイズ、及び特徴量と、着目検出枠の位置、サイズ及び特徴量を引数とする類似度を求める。実施形態におけるネットワークカメラ 150 のフレームレートは 30 FPS としている。1 / 30 秒という短い期間で人間が移動できる距離や姿勢の変化は十分に小さいと考えてよい。故に、類似度を求める際の引き数として、検出枠の位置とサイズを含めるのは、合理的であると言える。ただし、演算に係る時間を短縮するためには、検出枠の位置とサイズのいずれかを省いても良い。さて、追跡部 130 は、直前のフレームの検出枠の中に閾値以上の類似度を持つ検出枠が存在した場合、その中の最大類似度を持つ検出枠に割り当てられたトラック ID に、着目検出枠が属するものとして決定する。このようにして、連続するフレーム間で同じ人物に対して同じ ID を割り当てることができる。なお、直前フレームから検出された検出枠の中に、閾値以上の類似度を持つ検出枠が 1 つも存在しない場合も起こり得る。この場合、追尾部 130 は、着目検出枠に対して新規なトラック番号を発番する。

【0024】

追跡部 108 は、追尾部 103 から、上記の追尾結果 119 を受け取る。そして、追跡部 108 は、追尾結果 119 に含まれるトラックに対して、人物を一意に識別するための人物 ID を付与した、追跡情報を生成する。人物データセット 117 には、トラックデータに加えて、人物の情報も格納されている。追跡部 108 は、各トラックをどの人物に対応付けるのが適しているかを判定し、その結果を追尾・追跡結果 120 を追跡情報として出力する。

【0025】

図 2 (A) に、1 つのカメラの映像における追尾の例を示す。画像 201 と画像 202 は、同一のカメラで撮影された連続した時刻の画像である。ここでは画像 202 が画像 201 よりも時間的に後に撮影された画像であるとする。画像 201、202 には、共に人物 203 と人物 204 が画像内に映っている。画像 201 の人物 203 a、人物 204 a に対応する検出領域として、それぞれ検出枠 205 a、検出枠 206 a が出力されている。同様に、画像 202 に映っている人物 203 b、人物 204 b に対応する検出領域として検出枠 205 b、検出枠 206 b が出力されている。追尾の処理は、これらの検出枠に対して、画像間で同一人物と推定される枠に同一のトラック ID を付与するものである。本例では、人物 203 に対応する検出枠 205 a と検出枠 205 b にトラック ID : 1 が付与されており、人物 204 に対応する検出枠 206 a と検出枠 206 b にトラック ID : 2 が付与されている。なお、本実施形態においては、人体の検出領域として矩形を用いている。矩形として単純なのは人体が示す領域の外接矩形、もしくは、その外接矩形を所定サイズ拡大した矩形としても良い。或いは、人体の検出領域として、より多くの頂点を持つ多角形や円形であってもよい。

【0026】

図 2 (B) に、1 つのカメラの映像において、1 人の人物を追尾および追跡した例を示

す。本例では、人物 207 が画面内を移動しており、それぞれ人物 207 a ~ 人物 207 c は別撮影時刻の人物 207 の出現位置を示している。

【0027】

まず、画面左端から移動してきた人物 207 a に対して追尾処理がおこなわれ、対応するトラック 208 a が取得される。この後、人物 207 は、遮蔽物 209 の後ろに隠れており、映像に映っていない状態となる。このように映像に映っていない状態が一定時間継続すると、トラックは途切れた状態となり、以降再度同一人物が出現したとしても、別トラックとして追尾される。追尾においては、複数の画像間で検出枠の出現位置の近さを考慮した対応付けをおこなうが、一定時間出現していない人物は再出現時に位置が離れる可能性が高く、対応付けが困難となるためである。

10

【0028】

本例では、人物 207 b として同一人物が再出現しているが、追尾処理では、トラック 208 a とは異なるトラック 208 b として追尾されている。次に、人物 207 は画面外へと移動し、映像に映っていない状態となる。その後、人物 207 c として、再度画面内に出現し、対応するトラックがトラック 208 c として取得される。

【0029】

このように、追尾処理では、トラック 208 a ~ トラック 208 c の 3 つの独立したトラックが、同一人物の移動軌跡であるということは判定できない。

【0030】

追跡処理では、トラック 208 a ~ トラック 208 c を結合し、それらに同一人物であることを示す人物 ID を付与した情報を出力する。追跡処理では、人物の出現位置によらない外見的特徴に基づいて、トラックの結合をおこなうため、離れた時刻同士のトラックであっても同一人物であると判定することができる。

20

【0031】

次に、図 3 (A) 乃至 (D) を参照して、本実施形態におけるデータ仕様を説明する。図 3 (A) は、人物データセット 117 に含まれるトラックデータを示すものであり、追尾部 103 が参照・記録するものである。トラック ID 301 ごとに、検出枠リスト 302 と追尾継続中情報 303 が管理されている。検出枠リスト 302 には、複数の画像から取得された検出枠を、その検出枠の座標値（矩形の左上隅の座標）とサイズ（水平方向、垂直方向のサイズ）と、取得元の画像に対応する時刻情報、検出枠内の人物画像から取得された画像特徴量と共に記録する。なお、検出枠の四隅の座標を格納する場合には、サイズは不要となる（座標からサイズが算出できる）。また、ネットワークカメラ 150 のフレームレートが既知であり、ネットワークカメラ 150 による撮影を開始した時刻も既知であるのであれば、時刻情報の代わりにフレーム番号で管理するようにしても良い。追尾継続中情報 303 は、追尾が継続中か、遮蔽等によって途切れた状態かを示すものであり、一例としては継続中の場合に 1、途切れている場合に 0 とすることができる。

30

【0032】

図 3 (B) は、人物データセット 117 に含まれる人物データを示すものであり、追跡部 108 が参照・記録するものである。人物 ID 304 ごとに、対応するトラック ID リスト 305 が管理されている。例えば、人物 ID : 1 に着目すると、この人物は図 3 (A) のトラック ID 1, 3, 4 ... として出現していることを示している。

40

【0033】

図 3 (C) は、追尾結果 119 のデータを示すものである。1 つの画像に対して検出された検出枠 306 と、対応するトラック ID 307 が出力されている。

【0034】

図 3 (D) は、追尾・追跡結果 120 のデータを示すものである。追尾結果 119 のデータと同様に、検出枠 308 とトラック ID 309 を含み、各トラック ID 309 に対応する人物 ID 310 がさらに出力されている。ここで、人物 ID : -1 は、該当するトラックに対して人物 ID が未割当であることを示している。本実施形態においては、追跡処理は、1 つのトラック内に一定数以上の検出枠が蓄積されたタイミングで実行するものと

50

しており、一定数の検出枠が蓄積していない場合には、人物IDは未割当状態となる。

【0035】

また、各トラックID309に対応する人物ID310は、常に正しい値が付与されるとは限らない。前回以前の入力画像に対する人物IDの出力値と、今回の入力画像に対する人物IDの出力値に矛盾が生じることがあり、その場合にはトラックに対して前回までに割り当て済みの人物IDが訂正されて、未割当状態に戻ることがある。

【0036】

各トラックID309に対応する人物ID310の訂正があったか否かを示す情報を人物ID訂正情報311に出力している。一例としては、訂正なしの場合に0、訂正ありの場合に1を出力する。図3(D)の例では、トラックID:10のデータについて人物IDの訂正があり、未割当状態に戻ったことを示している。なお、人物IDの訂正が発生する具体事例については、図9を用いて後述する。

10

【0037】

図4を参照して、人物IDの割り当ての矛盾状態について説明する。図4の例は、人物1に、トラック401、トラック402およびトラック403が対応付けられていること、及び、人物2にトラック404およびトラック405が対応付けられていることを示している。

【0038】

これらのデータが人物データセット117に記憶されているとする。今、追跡部108が、トラック406がいずれの人物に対応するものかを判定する追跡処理を行う場合を考察する。ここで、トラック406が人物1に属すると仮定すると、期間407において、人物1に属する複数のトラック（図示の場合はトラック403，406）が存在することになる。同時刻に、同じ人物が1つの画面内に複数出現することは起き得ない。そのため、この仮定（トラック406に人物1の人物IDを割り当てること）には矛盾が含まれることになる。

20

【0039】

一方、トラック406が人物2に対応すると仮定した場合は、トラック406と、人物2に属するトラック（図示の場合はトラック404，405）との間には時間的な重複が生じないため、この仮定には矛盾は生じない。

【0040】

本実施形態では、同一人物に基づく複数のトラックの共存可能性を判定し、共存不可のトラックそれぞれに同一人物のIDに割り当てられないように処理の制御や、既存の割り当て結果の訂正をおこなう。

30

【0041】

次に、図5のフローチャートを参照して、実施形態における画像処理装置100のCPU101の処理手順を説明する。同図において、S501～S505が示す工程が追尾部103による処理に相当し、S506～S509の工程が追跡部108による処理に相当するものと理解されたい。

【0042】

まず、S501にて、CPU101は、本フローの処理対象となる入力画像118を通信部116介して、ネットワークカメラ150から受信する。そして、S502にて、CPU101は、入力画像118内に映っている人物の検出をおこない、人体領域に対応する検出枠を出力する。画像から人体領域を検出する手法は特に問わないが、一例を示すのであれば特許文献3に記載のCNN（Convolutional Neural Network）を適用した手法を用いることができる。

40

【0043】

S503にて、CPU101は、人物データセット117に含まれるトラックデータを参照し、S502で出力した検出枠と各トラックとの類似度を計算する。ここでは図3(B)に示すデータを参照し、トラックデータ内のトラックの内、追尾継続中情報303が1（継続中）のトラックのみが類似度の計算対象となる。具体的には、検出枠から抽出し

50

た画像特徴量と検出枠の座標値と、トラックデータ内のトラックの特徴量と座標値を用いて類似度を計算することができる。一例としては、非特許文献1に記載の手法を用いて検出枠からCNNで取得した特徴量と、トラックの移動軌跡からカルマンフィルタで推定した位置情報に基づく類似度を用いることができる。複数の検出枠が出力されている場合には、検出枠ごとに類似度を算出する。

【0044】

次に、S504にて、CPU101は、検出枠に対するトラックIDの割り当てをおこなう。一例としては、各検出枠と各トラックの類似度に基づくマトリックスを作成し、割り当て問題を解くことで、検出枠に対するトラックIDの割り当てをおこなうことができる。また、類似度に閾値を設け、所定以上の類似度のトラックが存在しなかった場合、CPU101は、対象のトラックに対して新規のトラックIDを発番する。このS504の出力結果が追尾結果119となる。割り当て方法の一例としては、非特許文献1記載のハンガリアン法を利用することができる。

10

【0045】

S505にて、CPU101は、人物データセット117に対して、トラックデータの更新をおこなう。具体的には、CPU101は、S504で得られたトラックIDの割り当て結果を、人物データセット117に追加する処理をおこなう。人物データセット117には、図3(A)に示すように、トラックデータがトラックID301ごとに格納されている。CPU101は、このテーブルに対して、本ステップにて、新たな検出枠の情報を追加する。また、CPU101は、一定期間に渡って検出枠の割り当てがなかったトラックについて、追尾継続中情報303を0(途切れ状態)に変更する。

20

【0046】

S506にて、CPU101は、追跡処理で人物IDを割り当てる対象となるトラックのリストを取得する。本実施形態においては、追跡処理は、1つのトラック内に所定数以上の検出枠が蓄積されたタイミングで、そのトラックに対して人物IDを割り当てるものとする。したがって、S506にて、CPU101は、追尾結果119に含まれる人物IDが未割当のトラックIDに対して、トラック内に所定の数の検出枠が蓄積されているかを判定する。そして、CPU101は、所定数以上の検出枠が蓄積されている人物ID未割当トラックを、今回の人物ID割り当て対象トラックとして決定する。

【0047】

S507にて、CPU101は、人物データセット117に含まれる人物データを参照し、S506で取得した人物ID割り当て対象トラックと、以前に出現した人物IDに含まれるトラック(単数とは限らない)との類似度を計算する。類似度の計算には、各トラック内の検出枠から取得した画像特徴量を利用することができる。なお、本ステップの詳細については、図6を参照して後述する。

30

【0048】

S508にて、CPU101は、S507で算出した類似度に基づいて、人物IDの割り当てをおこなう。人物IDの割り当て処理は、追尾時の処理と同様に、各トラックと各人物の類似度に基づくマトリックスを作成し、割り当て問題を解くことで、トラックに対する人物IDの割り当てをおこなうことができる。

40

【0049】

また、類似度に閾値を設け、所定以上の類似度の人物が存在しない場合には、CPU101は、新規の人物IDを発番する。そして、CPU101は、人物ID割り当て対象トラックを、その発番した人物IDに属するものとして登録する。

【0050】

S509にて、CPU101は、人物データセット117に対して、人物データの更新をおこなう。具体的には、S508でのトラックに対する人物IDの割り当て結果を、人物データセット117に追加する処理をおこなう。本ステップの詳細については、図9を参照して後述する。

【0051】

50

S 5 1 0にて、C P U 1 0 1は、次の画像入力があるか否かを判定し、入力がない場合には処理を終了し、入力がある場合には処理をS 5 0 1に戻し、上記処理を繰り返す。

【0 0 5 2】

次に図6のフローチャートを参照し、図5のS 5 0 7における、人物IDの未割当てトラックに対する既存の人物との類似度の算出処理を説明する。

【0 0 5 3】

S 6 0 1にて、C P U 1 0 1は、図5のS 5 0 6で取得した割り当て対象トラック（複数の場合もあり得る）の中から1つを選択する。ここで選択したトラックを第一のトラックと定義する。

【0 0 5 4】

次にS 6 0 2にて、C P U 1 0 1は、人物データセット1 1 7内に記録されている人物データから1つを選択する。ここで選択した人物を「第一の人物」と定義する。

【0 0 5 5】

S 6 0 3にて、C P U 1 0 1は、第一のトラックと、第一の人物に属する各トラックとの共存可能性を判定する。

【0 0 5 6】

ここで、図7（A），（B）を参照して、このS 6 0 3におけるトラックの共存可能性の判定処理の具体例を説明する。

【0 0 5 7】

図7（A）の例では、撮像画像のシーケンスにおいて、2つのトラック7 0 1とトラック7 0 2が存在した例を示している。

【0 0 5 8】

ここで、トラック7 0 1には、人物の検出枠7 0 1 a～検出枠7 0 1 dが含まれる。一方、トラック7 0 2には、検出枠7 0 2 a～検出枠7 0 2 dが含まれる。水平軸は各検出枠の出現時刻を示している。

【0 0 5 9】

ここで、トラック7 0 2について補足説明する。トラック7 0 2における検出枠7 0 2 bと7 0 2 cは時間に隣り合ったフレーム関係にはない。検出枠7 0 2 cに、検出枠7 0 2 a、7 0 2 bと同じトラックIDに割り当てられたのは、追跡部1 0 8による追跡処理の結果であると理解されたい（詳細後述）。また、後続する検出枠7 0 2 dが、検出枠7 0 2 cと同じトラックIDを持つようになったのは、追尾部1 0 3の追尾処理によるものである。

【0 0 6 0】

さて、図7（A）において、トラック7 0 1の検出枠7 0 1 bと、トラック7 0 2の検出枠7 0 2 c、トラック7 0 1の検出枠7 0 1 cとトラック7 0 2の検出枠7 0 2 dが同時刻に出現している。このため、トラック7 0 1とトラック7 0 2が同一人物であったと仮定すると、同時刻に、同じ人物が1つの画面内に複数出現することとなり、矛盾が生じる。したがって、図7（A）の場合、トラック7 0 1とトラック7 0 2は、同一人物としては共存できないと判定できる。つまり、C P U 1 0 1は、トラック7 0 1と7 0 2はそれぞれ別の人物の指し示している、と判定する。

【0 0 6 1】

図7（B）は、図7（A）と同様、撮像画像のシーケンスにおいて、トラック7 0 3とトラック7 0 4が存在した場合を示している。トラック7 0 3には、検出枠7 0 3 a～検出枠7 0 3 cが含まれ、トラック7 0 4には、検出枠7 0 4 a、検出枠7 0 4 bが含まれる。ここで、トラック7 0 3の検出枠7 0 3 bと7 0 3 cが隣接するフレームの関係でないこと、及び、トラック7 0 4の検出枠7 0 4 aと7 0 4 bが隣接するフレームの関係でないことは、図7（A）のトラック7 0 2と同じ理由と理解されたい。

【0 0 6 2】

さて、図7（B）の例では、トラック7 0 3とトラック7 0 4には、同時刻に出現している検出枠は無い。そのため、C P U 1 0 1は、トラック7 0 3とトラック7 0 4は、同

10

20

30

40

50

一人物として共存可能であると判定する。このように、2つのトラック内に含まれる検出枠の出現時刻を比較することで、トラックの共存可能性を判定することができる。

【0063】

なお、トラックの最初の出現時刻と最後の出現時刻に基づいて、トラックの出現期間を算出し、出現期間の重複がある場合にのみ、検出枠の同時刻判定処理を行うようにしてもよい。この場合には、検出枠の出現時刻の判定処理回数を削減することができる。

【0064】

図6の説明に戻って人物類似度算出処理の続きを説明する。

【0065】

S604にて、CPU101は、S603で共存可能性がないと判定されたトラック（第二のトラック）があるか否かを判定する。CPU101は、共存可能性がないと判定されたトラックが存在した場合はS606に、存在しないと判定した場合はS605に処理を進める。

【0066】

S605にて、CPU101は、第一のトラックと、第一の人物IDに属するトラック（1つとは限らない）との類似度を計算し、処理をS611に進める。

【0067】

例えば、人物IDを割り当て対象の第一のトラックが、図3（D）におけるトラックID：7のトラックであるとする。また、「第一の人物」が図3（B）の人物ID：1の人物であるとする。人物ID：1に属するトラックは、トラックID {1, 3, 4...} である。ここで、トラックID：7のトラックが、トラックID {1, 3, 4, ...} のいずれとも共存可能性があったと仮定する。この場合、CPU101は、第一の人物に属するトラックには、「第二のトラック」が存在しないと判定し、処理をS605に進める。そして、S605にて、CPU101は、トラックID：7の特徴量（feature8）と、トラックID {1, 3, 4...} が示す各トラックの特徴量との類似度を計算する。

【0068】

類似度を求める対象の2つのトラックのIDの組を {#1 : #2} として表すと、CPU101は、次の組の類似度を計算することになる。

{7 : 1}、{7 : 3}、{7 : 4}、...

【0069】

S606に処理が進むのは、第一の人物に属するトラックの中に、第一のトラックと共存可能性が無いトラックが存在した場合である。そこで、図8（A）、（B）を参照して、S606～S610の処理を説明する。

【0070】

図8（A）には、「第一のトラック」としてトラック801、「第一の人物」に属するトラックとして、トラック802～トラック804が示されている。このうち、トラック804は、トラック801と共存可能性のない「第二のトラック」である。

【0071】

S606にて、CPU101は、図8（A）に示すように、第一のトラック801と、「第一の人物」に属するトラックの内、第二のトラックを除いた各トラック（トラック802およびトラック803）との類似度をそれぞれ計算する。本処理を第一の類似度算出処理とし、得られたそれぞれの類似度の平均値を第一の類似度とする。先に示した類似度計算の対象の組の表記で示すと、CPU101は類似度 {801 : 802}、{801 : 803} を算出し、その平均値を第一の類似度とする。

【0072】

S607にて、CPU101は、図8（B）に示すように、第二のトラック804と、第一の人物内のトラックの内、第二のトラックを除いたトラック（トラック802およびトラック803）との類似度をそれぞれ計算する。本処理を第二の類似度算出処理とし、得られたそれぞれの類似度の平均値を第二の類似度とする。先に示した類似度計算の対象の組の表記で示すと、CPU101は類似度 {804 : 802}、{804 : 803} を

10

20

30

40

50

算出し、その平均値を第二の類似度とする。

【0073】

なお、本実施形態では、第一の類似度および第二の類似度として、複数の類似度の平均を用いるものとしたが、代わりに最大値、最小値、中央値等を用いてもよい。

【0074】

S608にて、CPU101は、第一の類似度と第二の類似度の値を比較する。そして、CPU101は、第二の類似度が第一の類似度とよりも大きい場合にはS609に、第二の類似度が第一の類似度以下である場合にはS610に処理を分岐する。

【0075】

S609に処理が進むのは、第一のトラックよりも第二のトラックの方が第一の人物への割り当てに適している場合である。それ故、CPU101は、第一のトラックが第一の人物に対して割り当てられることのないように、第一のトラックと第一の人物との類似度の値を0とする。なお、この場合の類似度として、0の代わりに無効値を示す値を用いてもよい。

10

【0076】

S610に処理が進むのは、第二の類似度が第一の類似度以下であった場合である。つまり、第二のトラックよりも第一のトラックの方が第一の人物への割り当てに適しているということになる。したがって、CPU101は、第一の類似度を、第一のトラックと第一の人物との類似度として決定し、第一の類似度が示す値に従った割り当て処理を可能とする。割り当て処理の結果、第一のトラックが第一の人物に割り当てられた場合には、共存可能性のない第一のトラックと第二のトラックが同一人物内に存在することになるが、その場合の矛盾解消処理については、図9を用いて後述する。

20

【0077】

上記のようにして、第一のトラックと、第一の人物との類似度計算を終えると、CPU101は処理をS611に進めることになる。

【0078】

S611にて、CPU101は、第一のトラックと、人物データセット117内のすべての人物との類似度の計算が終了したかを判定する。類似度計算の未完の人物が存在すると判定した場合は処理をS602に進める。例えば、図3(B)の上記処理で人物ID:1の人物を第一の人物としていた場合は、CPU101は、人物ID:2の人物を新「第一の人物」として、S602以降の処理を行う。

30

【0079】

S611にて、CPU101は、すべての人物に対する処理が終了したと判定した場合、処理をS612に進める。

【0080】

S612にて、すべての人物ID割り当て対象トラックについて類似度計算が終了したかを判定する。すべての割り当て対象トラックについて処理が完了していない場合にはS601へ戻り、次の割り当て対象トラックに対して処理を繰り返す。すべての割り当て対象トラックに対する処理が終了した場合には、図6のフローを終了する。

【0081】

次に図9のフローチャートを参照して、図5のS509の人物データ更新処理の詳細を説明する。このS509は、S508における人物IDの割り当て処理後に行われる点に注意されたい。説明を単純化するため、S508では、人物割り当て対象のトラックに対しては、共存可能性を問わずに、S507で求めた最も類似度の高いトラックを含む人物IDが割り当てられているものとして説明する。

40

【0082】

S901にて、CPU101は、人物ID割り当て対象トラック（第一のトラック）を1つ選択する。ここではすべての割り当て対象トラックについて、それぞれ1つの人物IDが割り当てられているものとする。

【0083】

50

S 9 0 2 にて、C P U 1 0 1 は、第一のトラックと、第一のトラックに割り当てられた人物 I D に対応する人物（第二の人物）に属する各トラックとの共存可能性があるかを判定する。共存可能性の判定方法は、図 6 の S 6 0 3 と同様である。

【 0 0 8 4 】

S 9 0 3 にて、C P U 1 0 1 は、S 9 0 2 において第二の人物に属するトラック内に共存可能性のないトラック（第三のトラック）があるか否かに従って処理を分岐する。第三のトラックがない場合、C P U 1 0 1 は S 9 0 5 へ処理を進め、第一のトラックを第二の人物に対応付けて登録する。

【 0 0 8 5 】

一方、S 9 0 3 にて、C P U 1 0 1 は、第三のトラックが存在すると判定した場合、処理を S 9 0 4 に進める。

【 0 0 8 6 】

図 6 の人物類似度算出処理で説明した通り、第一のトラックと第二の人物との類似度より、第三のトラックと第二の人物との類似度の方が高い場合には、第一のトラックが第二の人物に割り当てられることはない。このため、第一のトラックが第二の人物に割り当てられているということは、第一のトラックの方が、第三のトラックより第二の人物への割り当てに適しているということである。したがって、S 9 0 4 にて、C P U 1 0 1 は、第二の人物と第三のトラックを対応付ける情報を削除し、第三のトラックを人物 I D 未割当状態に設定する。そして、S 9 0 5 にて、C P U 1 0 1 は、第一のトラックを第二の人物に対応付けて登録する。第三のトラックについては、次フレームの追跡処理において再度人物 I D の割り当て処理をおこなってもよいし、人物 I D 未割当状態のままとしてもよい。

【 0 0 8 7 】

次に、S 9 0 6 にて、C P U 1 0 1 は、すべての割り当て対象トラックについて処理が終了したかを判定する。C P U は、すべての割り当て対象トラックの処理が終了していないと判定した場合は、処理を S 9 0 1 に戻し、未処理の割り当て対象トラックについての処理を繰り返す。また、C P U 1 0 1 は、すべての割り当て対象トラックの処理が終了したと判定した場合は処理を S 9 0 7 へ進める。この S 9 0 7 にて、C P U 1 0 1 は、追尾・追跡結果 1 2 0 を出力する。追尾・追跡結果 1 2 0 としては、追尾の出力である検出枠と追尾 I D、人物 I D の対応付け情報に加えて、人物 I D 訂正情報 3 1 1 を出力する。人物 I D 訂正情報 3 1 1 は、S 9 0 4 において、第三のトラックを人物 I D 未割り当て状態に戻した場合に、第三のトラックの人物 I D が訂正されたことを示す情報である。一例としては、訂正ありの場合に 1、訂正なしの場合に 0 を出力することで、人物 I D の訂正有無を示すことができる。

【 0 0 8 8 】

なお、図 9 には記載していないが、一定期間トラックの出現がなかった人物については、人物データセット 1 1 7 内から対応する人物のデータおよび人物に対応づいたトラックのデータを削除するよう構成してもよい。

【 0 0 8 9 】

本実施形態によって、人物内に共存可能性のない複数のトラックが存在しないように、トラックに対する人物 I D の割り当てをおこなうことができる。人物内に割り当て対象トラックと共存可能性のないトラックが存在する場合には、共存可能性のないトラックを除いた人物内トラックとの類似度に基づいて、割り当て対象トラックが人物に割り当てられるべきかが判断することができる。一般に、人物の見え方に基づく特徴量を用いて、移動軌跡の統合をおこなう手法では、移動軌跡を人物に割り当てる際に、単純に最も類似度の高い人物への割り当てを行う。その場合、同時刻に同じ画面上に同一人物が複数存在するような矛盾した割り当て結果となってしまうことがある。しかしながら、本方式によって、人物全体に対して、共存可能性のない 2 つのトラックの内、どちらがより適しているかを効率的に判断することができる。

【 0 0 9 0 】

〔第２の実施形態〕

以下、本発明に係る第２の実施形態を説明する。本第２の実施形態では、人物ＩＤに属するトラック内に、共存可能性の無いトラックが２つ存在する場合の処理を説明する。本実施形態における装置構成、更には、類似度算出方法以外は、第１の実施形態と同様であるため、その説明については省略する。

〔００９１〕

図１０のフローチャートを参照し、本第２の実施形態における類似度算出処理の詳細を説明する。

〔００９２〕

Ｓ１００１にて、ＣＰＵ１０１は、Ｓ５０６で取得した割り当て対象トラックの中から、１つを選択する。ここで選択したトラックを第一のトラックと定義する。

10

〔００９３〕

次にＳ１００２にて、ＣＰＵ１０１は、人物データセット１１７内に記録されている人物データの１つを選択する。ここで選択した人物を第一の人物と定義する。

〔００９４〕

Ｓ１００３にて、ＣＰＵ１０１は、第一のトラックと、第一の人物に属する各トラックとの共存可能性を判定する。

〔００９５〕

Ｓ１００４にて、ＣＰＵ１０１は、第一の人物に属するトラック内に、第一のトラックと共存可能性がないトラック（第二のトラック、第四のトラック）があるか否かを判定する。ＣＰＵ１０１は、第二のトラック、第四のトラックが存在しないと判定した場合は処理をＳ１００５へ進め、第一のトラックと第一の人物内の各トラックとの類似度を計算する。

20

〔００９６〕

一方、Ｓ１００４にて、ＣＰＵ１０１が、第二のトラック（及び、更なる第四のトラック）が存在すると判定した場合、Ｓ１００６に処理を進める。

〔００９７〕

図１１（Ａ）乃至（Ｃ）を参照して、Ｓ１００６～Ｓ１０１１の処理を説明する。

〔００９８〕

図１１（Ａ）には、第一のトラックとしてトラック１１０１、第一の人物に属するトラックとして、トラック１１０２～トラック１１０４が示されている。このうち、トラック１１０３およびトラック１１０４のいずれもが、トラック１１０１と共存可能性のないトラックであり、それぞれ第二のトラック、第四のトラックに相当する。

30

〔００９９〕

Ｓ１００６にて、ＣＰＵ１０１は、では、図１１（Ａ）に示すように、第一のトラック１１０１と、第一の人物内のトラックの内、第二のトラック１１０３と第四のトラック１１０４を除いたトラック（トラック１１０２）との類似度をそれぞれ計算する。この処理を第一の類似度算出処理とし、得られた類似度の平均値を第一の類似度とする。図１１（Ａ）の場合、第一の人物に属するトラックから、第二、第四のトラックを除くと、トラック１１０２の１つとなるので、第一のトラック１１０１とトラック１１０２との類似度＝

40

〔０１００〕

Ｓ１００７にて、ＣＰＵ１０１は、図１１（Ｂ）に示すように、第二のトラック１１０３と、第一の人物に属するトラックのうち、第二のトラックを除いたトラック（トラック１１０２およびトラック１１０４）との類似度をそれぞれ計算する。本処理を第二の類似度算出処理とし、得られた類似度の平均値を第二の類似度とする。先に示した表記を用いると、ＣＰＵ１０１は類似度 { １１０３：１１０２ }、{ １１０３：１１０４ } を算出し、その平均値を第二の類似度とする。

〔０１０１〕

Ｓ１００８にて、ＣＰＵ１０１は、図１１（Ｃ）に示すように、第四のトラック１１０

50

4と、第一の人物に属するトラックの内、第四のトラックを除いたトラック（トラック1102およびトラック1103）との類似度をそれぞれ計算する。本処理を第三の類似度算出処理とし、得られた類似度の平均値を第三の類似度とする。先に示した表記を用いると、CPU101は類似度{1104:1102}、{1104:1103}を算出し、その平均値を第三の類似度とする。

【0102】

なお、第四のトラックが存在しない場合は、S1008の処理は行われず、第三の類似度も算出されない。

【0103】

S1009にて、CPU101は、第一の類似度と第二の類似度の比較、及び、第一の類似度と第三の類似度の値を比較して処理を分岐する。

10

【0104】

CPU101は、第一の類似度が、第二の類似度または第三の類似度（もし有れば）のいずれかより小さいと判定した場合、処理をS1010に進める。このケースでは、第一のトラックよりも、第二のトラックまたは第四のトラックの方が、第一の人物への割り当てに適しているということになる。したがって、CPU101は、第一のトラックが第一の人物に対して割り当てられることのないようにするため、第一のトラックと第一の人物との類似度の値を0とする。

【0105】

一方、S1009にて、CPU101が、第一の類似度が、第二の類似度および第三の類似度（もしあれば）以上であると判定した場合は、S1011へ処理を進める。このケースでは、第二のトラックおよび第四のトラックよりも第一のトラックの方が、第一の人物への割り当てに適しているということになる。したがって、CPU101は、第一の類似度を、第一のトラックと第一の人物との類似度として用い、類似度の値に従った割り当て処理を可能とする。

20

【0106】

S1012にて、CPU101は、第一のトラックと、人物データセット117内のすべての人物との類似度の計算が終了したかを判定する。CPU101は、全人物との類似度計算が終了していないと判定した場合はS1012に戻り、次の人物に対して処理を繰り返す。そして、CPU101は、すべての人物に対する処理が終了したと判定した場合は処理をS1013に進める。

30

【0107】

S1013にて、CPU101は、全ての人物ID割り当て対象トラックについて類似度計算が終了したかを判定する。CPU101は、人物ID割り当て対象トラックが存在すると判定した場合は処理をS1001へ戻し、次の割り当て対象トラックに対して処理を繰り返す。すべての割り当て対象トラックに対する処理が終了した場合には、本フローを終了する。

【0108】

本実施形態によって、一人の人物に属するトラック内に、人物IDを割り当て対象トラックと共存可能性のないトラックが2つ存在する場合にも、どのトラックがより人物への割り当てに適しているかを効率的に判断することができる。

40

【0109】

〔第3の実施形態〕

本実施形態によって、一人の人物に属するトラック内に、人物IDを割り当て対象トラックと共存可能性のないトラックが2つ存在する場合について説明した。本第3の実施形態では、共存可能性のないトラックがN個存在する場合の、一般化した類似度算出処理を説明する。装置構成、並びに、用語の意味が上記第1, 第2の実施形態と同じであるものとする。また、本第3の実施形態では、追尾、追跡の対象は人物に限らず、例えば車等の移動体であっても構わないので、追尾、追跡の対象を単に対象物と表記する。

【0110】

50

第3の実施形態における第一の類似度算出処理では、第一のトラックと、第一の対象物（第1、第2の実施形態の人物）に属するトラックのうち、共存可能性のないN個のトラックを除いたトラックとの類似度をそれぞれ計算し、各類似度の平均値を第一の類似度とする。

【0111】

第二の類似度算出処理では、CPU101は、第一の対象物に属する、共存可能性のないN個のトラックの内の第k番目のトラックと、第一の対象物に属するトラックの内、第k番目のトラックを除いたトラックとの類似度をそれぞれ計算する。そして、第k番目のトラックについて計算した各類似度の平均値を第k番目の類似度とする。N個の共存可能性のないトラックのすべてのkについて、同様に類似度を計算する。

10

【0112】

その上で、第一の類似度と第k番目の類似度を順次比較し、第一の類似度が、第k番目の類似度のいずれかより小さい場合には、第一のトラックと第一の対象物との類似度の値を0とする。一方、第一の類似度が第k番目の類似度以上である場合には、第一の類似度を、第一のトラックと第一の人物との類似度として用い、類似度の値に従った割り当て処理を可能とする。

【0113】

本第3の実施形態によって、人物内に割り当て対象トラックと共存可能性のないトラックが複数存在する場合にも、どのトラックがより人物への割り当てに適しているかを効率的に判断することができる。

20

【0114】

〔第4の実施形態〕

以下、本発明の第4の実施形態を説明する。上記の第1～第3の実施形態は、追跡処理において1つのカメラ内映像からトラックをつなぎ合わせるものであったが、本第4の実施形態は、複数のカメラ映像内のトラックをつなぎ合わせるものである。本実施形態においては、トラックの共存可能性判定方法以外の装置構成や用語は第1の実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

【0115】

図12は、2つのカメラの映像において、1人の人物を追尾および追跡した例を示す。そして、記憶部113には、2つのカメラの設置位置、及び、撮影光軸の方向、並びに、画角等に関する情報が記憶されているものとする。

30

【0116】

本例では、画像1201と画像1202はそれぞれ異なるカメラの映像である。人物1203が第1、第2のカメラの視野範囲間を移動しており、人物1203a～人物1203bは別時刻の人物1203の出現位置を示している。

【0117】

まず、第1のカメラが撮像する画像1201の画面左端から移動してきた人物1203aに対して追尾処理がおこなわれ、対応するトラック1204aが取得される。この後、人物1203は、第1のカメラの撮影範囲の外に移動し、映像に映っていない状態となる。このため、トラックは途切れた状態となり、以降、再度同一人物が出現したとしても、別トラックとして追尾される。

40

【0118】

人物1203は、その後、第2のカメラの撮影範囲内に入り、画像1202に人物1203bとして出現し、対応するトラックとして、トラック1204bが取得されている。追跡処理では、トラック1204aとトラック1204bを結合し、それらに同一人物であることを示す人物IDを付与した情報を出力する。

【0119】

なお、本図では、画像1201と画像1202は、異なる場所を映すカメラの映像となっているが、同一の場所を別角度から撮影する視野重複のあるカメラを用いることもできる。

50

【0120】

図13を用いて、本第4の実施形態における共存可能性の判定処理について説明する。S1301にて、CPU101は、判定対象となる2つのトラックについて、出現期間重複があるかを判定する。ここでは、各トラックに対応づいた最初の検出枠の出現時刻と最後の検出枠の出現時刻の間をトラックの出現期間とする。CPU101は、出現期間に重複がないと判定した場合は処理をS1306に進め、共存可能性ありと判定する。

【0121】

S1301にて、CPUは出現期間に重複があると判定した場合、処理をS1302へ進める。このS1302にて、CPU101は、判定対象の2つのトラックが同一カメラから得られたものか否かを判定する。CPU101は、2つのトラックが同一カメラから得られたトラックであると判定した場合、S1303に処理を進め、それぞれのトラックが同時刻に出現している検出枠を含むか否かを判定する。CPU101は、2つのトラック内に同時刻に出現している検出枠があると判定した場合は、S1304に処理を進め、共存可能性なしと判定する。一方、CPU101は、2つのトラック内に同時刻に出現している検出枠がないと判定した場合は、S1305に処理を進め、共存可能性ありと判定する。S1303～S1305の処理は、第1の実施形態における共存可能性判定方法と同一である。

【0122】

S1302にて、CPU101は、2つのトラックが別々のカメラで撮影して得たトラックであると判定した場合、S1307に処理を進める。このS1307にて、CPU101は、2つのトラックの取得元の2つのカメラ間に視野重複があるか否かを判定する。各カメラ間の視野重複の判定は、先に説明したように記憶部113に予めユーザが入力した各カメラの設置位置、光軸方向、画角等の情報に基づいて行うことができる。視野重複がある場合、同一の期間に同一人物がそれぞれ別のカメラに映ることも考えられる。そのため、CPU101は、S1308にて、共存可能性ありと判定する。一方、2つのカメラ間で視野重複がないと判定した場合は、異なる場所を映しているカメラに同一人物が同一期間に出現することはない。そのため、CPU101は、S1309にて、共存可能性なしと判定する。

【0123】

図14(A)，(B)を参照して、に共存可能性判定処理の具体例を示す。図14(A)は、同一のカメラAから取得されたトラック1401とトラック1402が同一人物として共存できるか判定する例である。トラック1401には、検出枠1401a～検出枠1401bが含まれ、トラック1402には、検出枠1402a～検出枠1402cが含まれる。この場合には、同一カメラ内において、検出枠1401aと検出枠1402bが同時刻に出現しているため、共存可能性なしと判定される。

【0124】

図14(B)は、カメラAで取得されたトラック1403と、カメラBから取得されたトラック1404が同一人物のとして共存できるか判定する例である。トラック1403には、検出枠1403a～検出枠1403bが含まれ、トラック1404には、検出枠1404a～検出枠1404cが含まれる。この例では、トラック1403とトラック1404は出現期間に重複が生じている。このため、カメラAとカメラBに視野重複がある場合には、共存可能性ありと判定できる。一方、カメラAとカメラBに視野重複がない場合には、共存可能性なしと判定される。

【0125】

上記は2つのカメラの例であったが、3つ以上のカメラの場合であっても、共存可能性を判定することができ、共存可能性のないトラックが同一人物に割り当てられることがないように制御することができる。

【0126】

(その他の実施形態)

図7(B)に示す例において、より高度な共存可能性判定方法を導入してもよい。第1

10

20

30

40

50

の実施形態では、トラック 703 とトラック 704 には、同一時刻に出現している検出枠がないため、同一人物内に共存可能であると判定した。しかし、トラック 703 とトラック 704 の出現期間には重複があり、仮にトラック 703 とトラック 704 が同一人物である場合には、同一カメラのごく近い時刻において一人の人物が 2 つのトラックに分かれて追尾されたことになる。追尾時には出現位置の近さ、画像特徴の類似性などを基に追尾 ID の割り当てをおこなうため、部分的な遮蔽などで特徴量の類似度が下がる場合などに、同一人物であっても別トラックとして追尾されてしまうことがある。しかし、トラック 703 とトラック 704 の検出枠の位置やサイズや特徴量の類似度が大きく異なる場合には、同一人物であるとは考えにくい。したがって、トラック同士の出現期間に重複があるが、同時刻に出現する検出枠がない場合には、トラック同士の検出枠の位置、サイズ、特徴量の類似度を計算し、類似度が所定以下の場合には、共存可能性なしと判定してもよい。

10

【0127】

なお、本実施形態では追尾・追跡の対象を人物としたが、車両、動物などの他の移動体に適用し、同一物体の移動軌跡を取得することもできる。この場合には、人物類似度算出部を物体類似度算出部、人物 ID 割り当て部を物体 ID 割り当て部、人物データ更新部を物体データ更新部、人物データセットを物体データセットにそれぞれ置き換えることで、人物の代わりに一般的な物体追跡をおこなうことができる。

【0128】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

20

【0129】

本明細書の開示は、以下の物体追跡装置、方法及びプログラムを含む。

(項目 1)

撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置であって、

前記映像におけるフレーム内の前記物体を追跡し、物体の連続出現を表すトラックを得る追尾手段と、

30

ここで、前記追尾手段は、

前記映像における着目フレーム内の前記物体の領域を検出し、当該領域が前記着目フレームに対する前フレームで検出された領域のいずれにも後続する領域でない場合には前記着目フレームから検出した前記領域に新規なトラック ID を割り当て、

前記着目フレームから検出した前記領域が前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域である場合は、前記着目フレームから検出した前記領域に、前フレームの該当する領域と同じトラック ID を割り当てることで、同じ物体が連続して現れることを表すトラックを得る；

前記追尾手段による追尾で得たトラック ID を、物体を一意に識別するための物体 ID に対応付けることで、各トラック ID がいずれの物体 ID に属するかを表す追跡情報を生成する追跡手段とを有し、

40

前記追跡手段は、

既に存在する 1 以上の物体 ID に対応付けられたトラック ID と、物体 ID に対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、前記着目トラックがいずれかの物体 ID に属するかを決定する

ことを特徴とする物体追跡装置。

(項目 2)

前記追尾手段は、前記物体の領域の特徴量を抽出する抽出手段を有し、

前記追尾手段は、

前記着目フレームにおける物体の領域における特徴量、前記領域の位置及びサイズと

50

、前記前フレームにおける物体の領域の特微量、当該領域の位置及びサイズに基づき、前記着目フレームにおける前記領域が前記前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域であるか否かを判定し、

前記着目フレームにおける前記物体の領域の位置とサイズ、特微量、及び、撮影時刻で構成される領域情報を、いずれかのトラックIDと対応づける

ことを特徴とする項目1に記載の物体追跡装置。

(項目3)

前記追跡手段は、

既に存在する物体IDの1つを第1の物体IDと定義し、

当該第1の物体IDに対応付けられたトラックIDの中で、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと共存可能性があるトラックIDを第1のトラックID、共存可能性が無いトラックIDを第2のトラックIDと定義したとき、

前記第1のトラックIDについては、物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと、前記第1のトラックIDに属する各トラックにおける特微量に基づくとの類似度を、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似度とし、

前記第2のトラックIDについては、

前記着目トラックと、前記第2のトラックIDにおける共存可能性の無いトラックを除くトラックとの第1の類似度を求め、

前記第2のトラックIDに属する、共存可能性が無いトラックと、当該トラックと除くトラックとの第2の類似度を求め、

前記第1の類似度が前記第2の類似度より大きい場合は、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似性が0とし、

前記第1の類似度が前記第2の類似度以下の場合は、前記着目トラックと、前記第2のトラックIDにおける共存可能性があるトラックとの類似度を、前記着目トラックと前記第1の物体IDとの類似として決定し、

前記追跡手段は、既に存在する物体IDそれぞれについての類似度から、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックがいずれの物体IDに属するかを決定する

ことを特徴とする項目2に記載の物体追跡装置。

(項目4)

前記追跡手段は、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと前記既に存在する物体IDの中の各物体IDとの類似度の中で、閾値以上で、且つ、最大の類似度となる物体となる類似度の最大となる物体IDに、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックが属するものとして決定する

ことを特徴とする項目3に記載の物体追跡装置。

(項目5)

前記追跡手段は、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックと前記既に存在する物体IDの中の各物体IDとの類似度の中に、前記閾値以上となるものが存在しなかった場合、前記物体IDに対応付けが行われていない着目トラックに対して新規の物体IDを発番する

ことを特徴とする項目4に記載の物体追跡装置。

(項目6)

前記物体は、人間であることを特徴とする項目1に記載の物体追跡装置。

(項目7)

複数の撮像装置の設置位置と光軸方向及び画角に関する情報を記憶する記憶手段を有し、

前記追尾手段は、各撮像装置からの映像ごとに追尾し、

前記追跡手段は、

前記記憶手段に記憶された情報が、前記複数の撮像装置による視野が重複していないことを示している場合には、各撮像装置で得たそれぞれの映像における同じ撮影時刻を含むトラックどうしは共存可能性が有るとして判定し、

10

20

30

40

50

前記記憶手段に記憶された情報が、前記複数の撮像装置による視野が重複していることを示している場合には、各撮像装置で得たそれぞれの映像における同じ撮影時刻を含むトラックどうしは共存可能性が無いとして判定する

ことを特徴とする項目 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の物体追跡装置。

(項目 8)

撮像装置より得た映像中の対象となる物体を追跡する物体追跡装置の制御方法であって、
前記映像におけるフレーム内の前記物体を追尾し、物体の連続出現を表すトラックを得る追尾工程と、

ここで、前記追尾工程では、

前記映像における着目フレーム内の前記物体の領域を検出し、当該領域が前記着目フレームに対する前フレームで検出された領域のいずれにも後続する領域でない場合には前記着目フレームから検出した前記領域に新規なトラック ID を割り当て、

前記着目フレームから検出した前記領域が前フレームで検出された領域のいずれかに後続する領域である場合は、前記着目フレームから検出した前記領域に、前フレームの該当する領域と同じトラック ID を割り当てることで、同じ物体が連続して現れることを表すトラックを得る；

前記追尾工程による追尾で得たトラック ID を、物体を一意に識別するための物体 ID に対応付けることで、各トラック ID がいずれの物体 ID に属するかを表す追跡情報を生成する追跡工程とを有し、

前記追跡工程では、

既に存在する 1 以上の物体 ID に対応付けられたトラック ID と、物体 ID に対応付けが行われていない着目トラックとの間で撮影時刻に関する共存可能性に基づき、前記着目トラックがいずれかの物体 ID に属するかを決定する

ことを特徴とする物体追跡装置の制御方法。

(項目 9)

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータに、項目 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

【0130】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【符号の説明】

【0131】

101…CPU、102…ROM、103…追尾部、104…人体検出部、105…トラック類似度算出部、106…トラック ID 割り当て部、107…トラックデータ更新部、108…追跡部、109…人物類似度算出部、110…人物 ID 割り当て部、111…人物データ更新部、112…RAM、113…記憶部、114…入力部、115…表示部、116…通信部

10

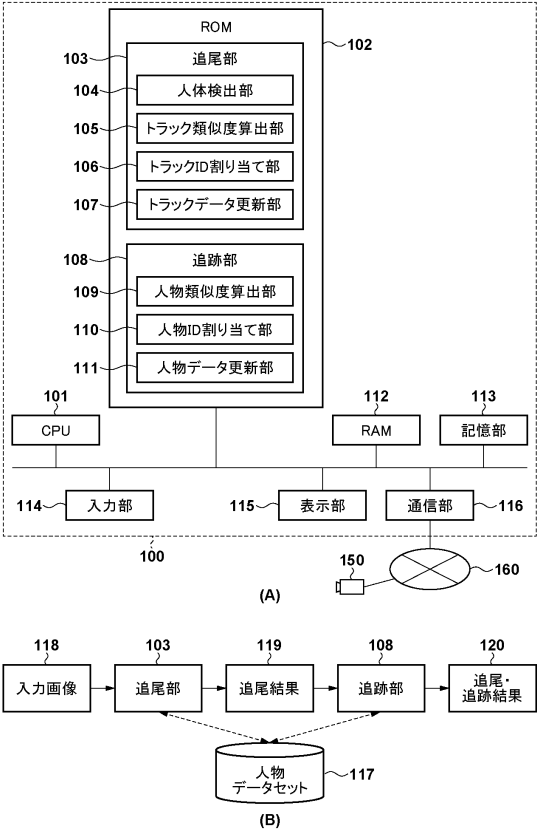
20

30

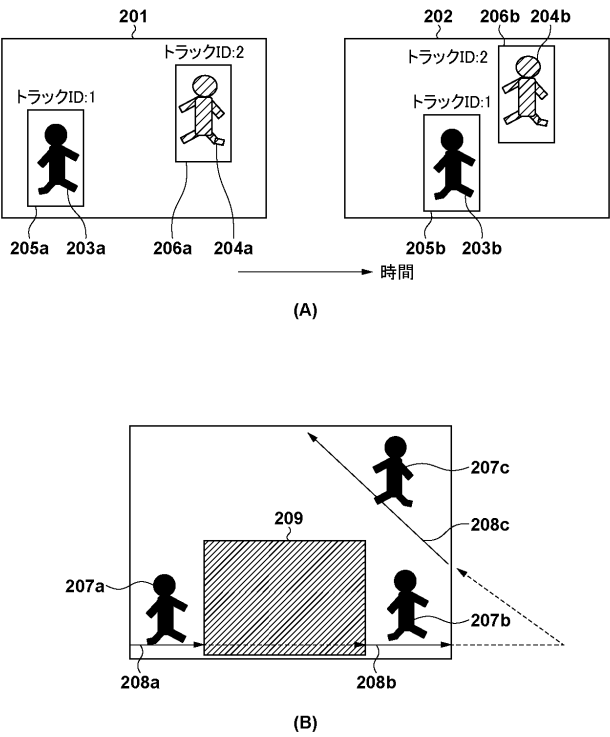
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】

301 トラックID	302 検出枠リスト	303 追尾継続中情報
1	[x1, y1, w1, h1, feature1, time1] [x2, y2, w2, h2, feature2, time2] [x3, y3, w3, h3, feature3, time3] :	1
2	[x4, y4, w4, h4, feature4, time1] [x5, y5, w5, h5, feature5, time3] [x6, y6, w6, h6, feature6, time4] :	0
3	:	

(A)

304 人物ID	305 トラックIDリスト	306 検出枠	307 トラックID
1	1, 3, 4...	[x7, y7, w7, h7, feature7, time5]	1
2	2, 6...	[x8, y8, w8, h8, feature8, time5]	7
3	:	[x9, y9, w9, h9, feature9, time5]	10

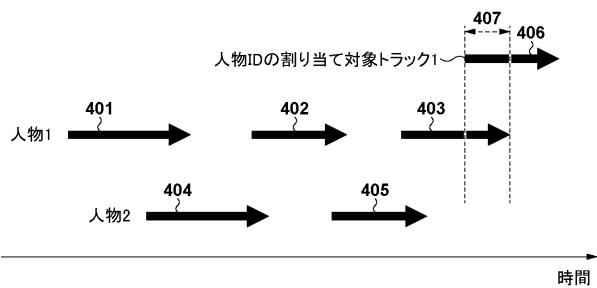
(B)

(C)

308 検出枠	309 トラックID	310 人物ID	311 人物ID訂正情報
[x7, y7, w7, h7, feature7, time5]	1	1	0
[x8, y8, w8, h8, feature8, time5]	7	-1	0
[x9, y9, w9, h9, feature9, time5]	10	-1	1

(D)

【図 4】



10

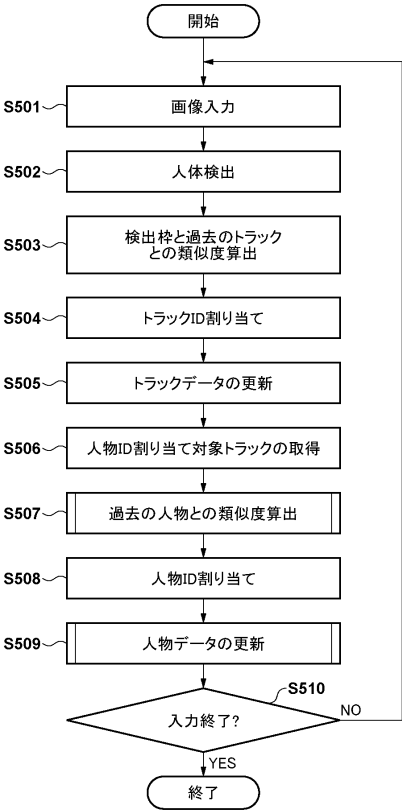
20

30

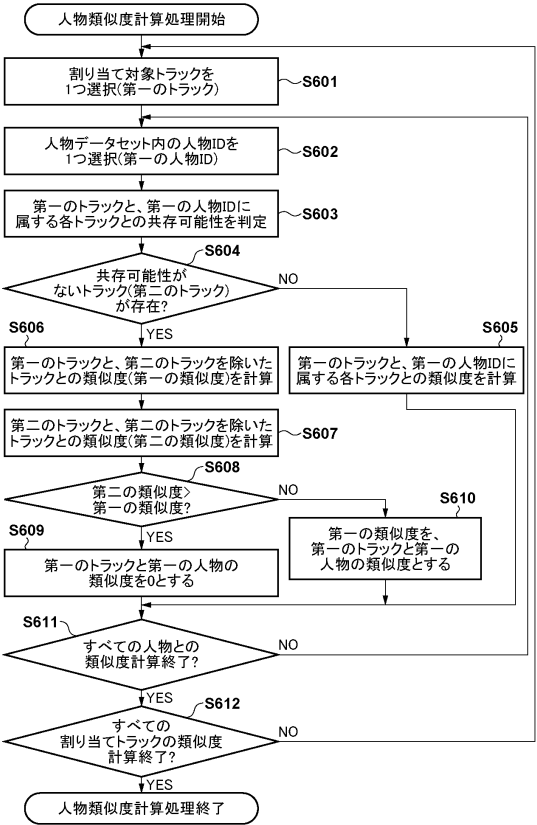
40

50

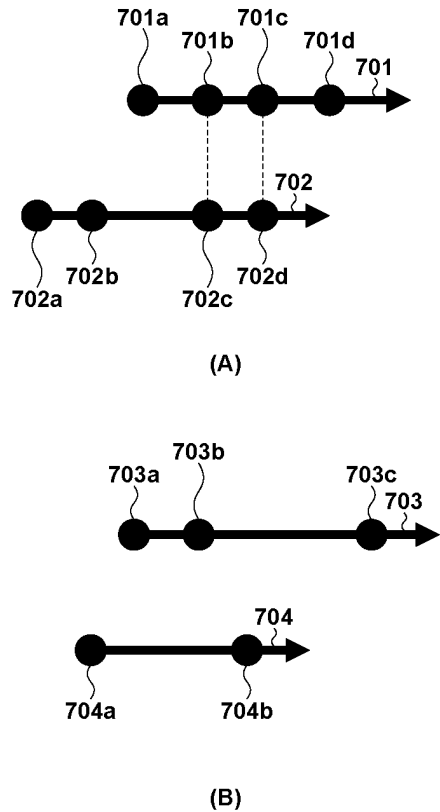
【図 5】



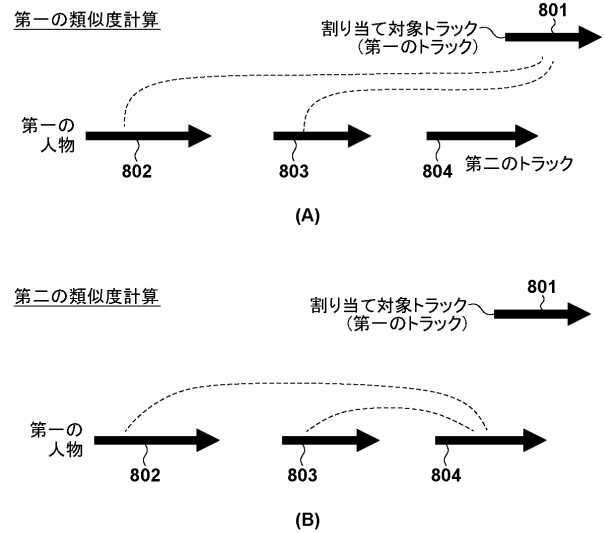
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

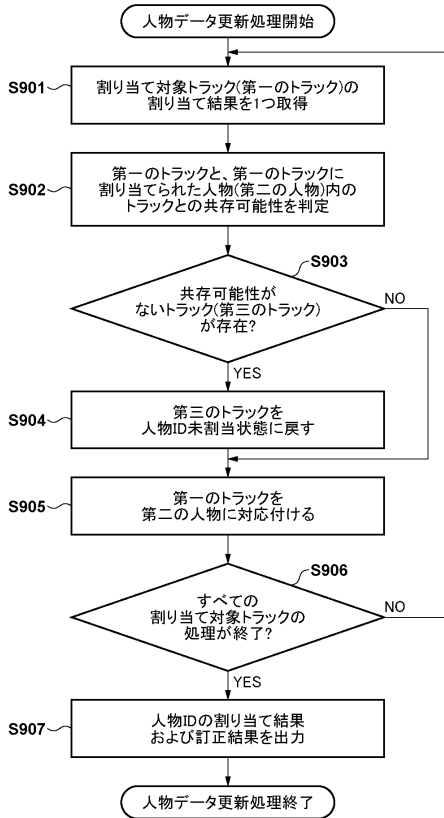
20

30

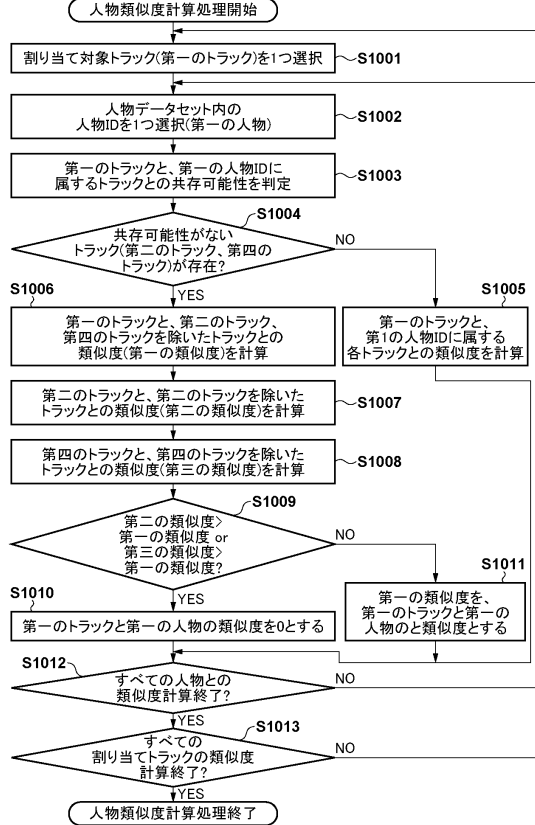
40

50

【図 9】

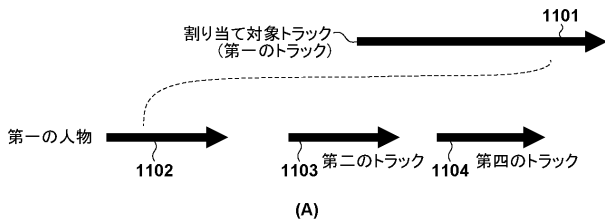


【図 10】

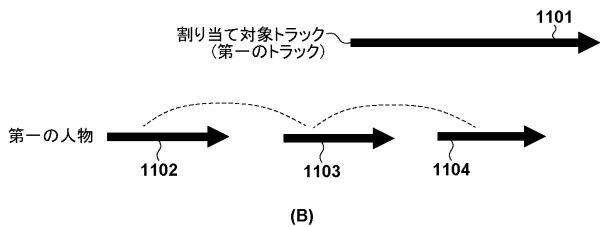


【図 11】

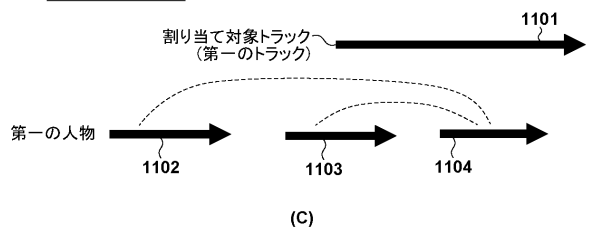
第一の類似度計算



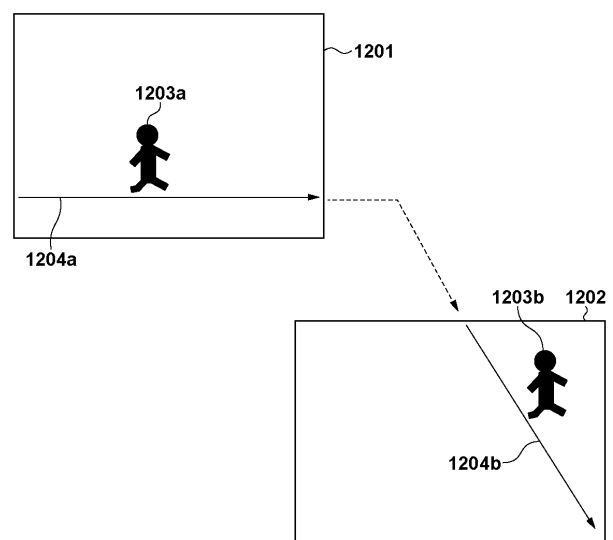
第二の類似度計算



第三の類似度計算



【図 12】



10

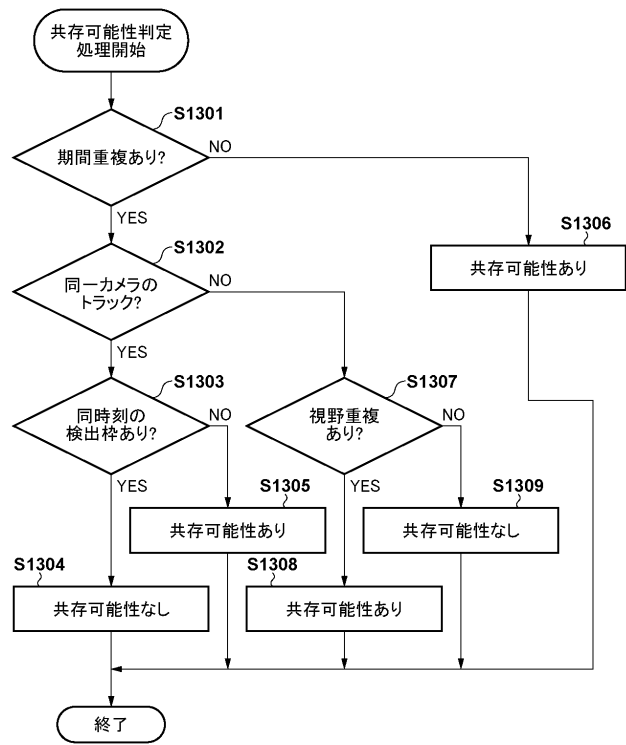
20

30

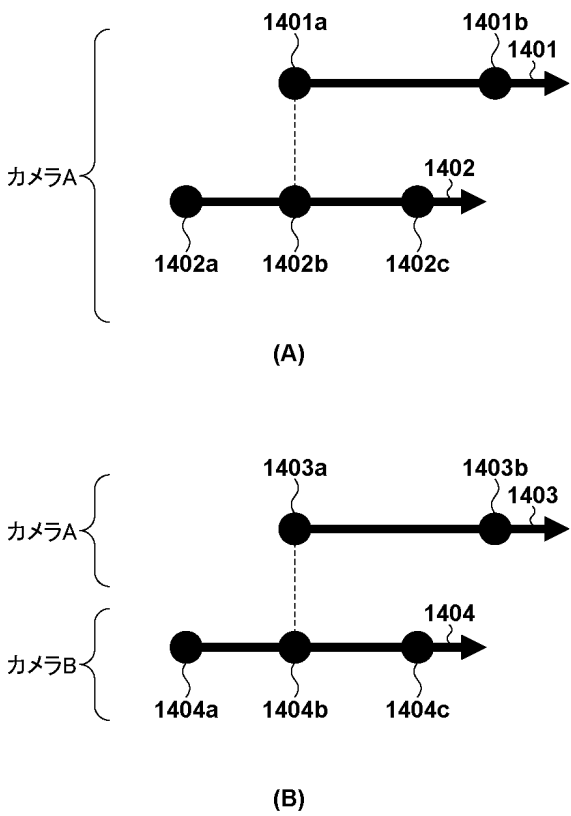
40

50

【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50