

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-39580

(P2010-39580A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 6 T 7/20 (2006.01) G 0 6 T 7/20 B 5 L 0 9 6
G 0 6 T 7/00 (2006.01) G 0 6 T 7/00 3 0 0 D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-198913 (P2008-198913)	(71) 出願人	000108085
(22) 出願日	平成20年7月31日 (2008.7.31)		セコム株式会社
			東京都渋谷区神宮前一丁目5番1号
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100122965
			弁理士 水谷 好男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動物体追跡装置

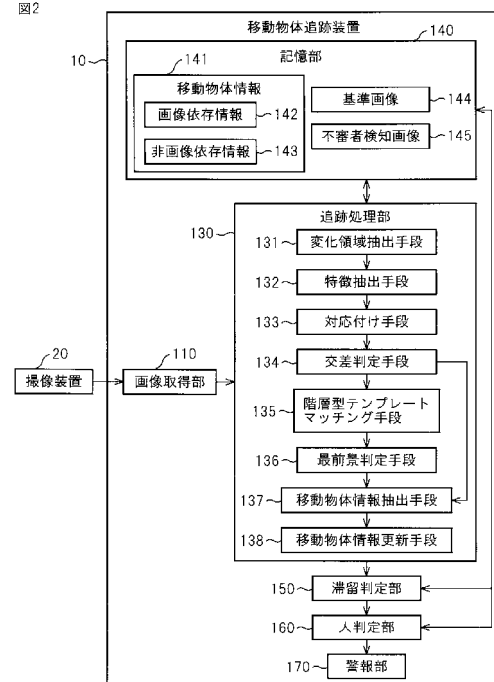
(57) 【要約】

【課題】複数の移動物体が交差した場合も正確に追跡でき且つ画像処理の負担が少ない移動物体追跡装置を提供すること。

【解決手段】本発明の移動物体追跡装置10は、変化領域を抽出する変化領域抽出手段131と、変化領域から特徴情報を抽出する特徴抽出手段132と、変化領域の特徴情報と移動物体情報141とを用いて変化領域と移動物体情報とを対応付ける対応付け手段133と、交差の有無を判定する交差判定手段134と、移動物体毎に、入力画像の変化領域から画像依存情報142と非画像依存情報143とを抽出する移動物体情報抽出手段137と、交差判定手段134にて交差ありと判定した変化領域に対応する移動物体情報については、少なくとも非画像依存情報143を更新し、交差なしと判定した変化領域に対応する移動物体情報については、画像依存情報142及び非画像依存情報143の両方を更新する移動物体情報更新手段138と、を具備する。

【選択図】図2

図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像を順次取得する画像入力部と、
移動物体ごとに追跡に使用する画像依存情報及び非画像依存情報を含む移動物体情報と、
移動物体が含まれていない基準画像とを記憶する記憶部と、
前記入力画像を順次画像処理して移動物体を画像上にて追跡する追跡処理部を具備する
移動物体追跡装置であって、
前記追跡処理部は、
前記基準画像と前記入力画像とを差分処理して変化領域を抽出する変化領域抽出手段と、
前記入力画像における前記変化領域から特徴情報を抽出する特徴抽出手段と、
前記変化領域の特徴情報と前記移動物体情報とを用いて前記変化領域と移動物体情報との
対応付けを行う対応付け手段と、
前記対応付け手段にて一つの変化領域に対し複数の移動物体情報が対応付く交差の有無
を判定する交差判定手段と、
移動物体ごとに、前記入力画像における変化領域から画像に依存した画像依存情報と画
像に依存しない非画像依存情報とを抽出する移動物体情報抽出手段と、
前記交差判定手段にて交差ありと判定した前記変化領域に対応する移動物体情報につい
ては、少なくとも前記移動物体情報抽出手段にて抽出した前記非画像依存情報を用いて前
記記憶部に記憶している前記非画像依存情報を更新し、前記交差判定手段にて交差なしと
判定した前記変化領域に対応する移動物体情報については、前記移動物体情報抽出手段に
て抽出した前記画像依存情報及び前記非画像依存情報の両方を用いて前記記憶部に記憶し
ている前記画像依存情報及び非画像依存情報の両方を更新する移動物体情報更新手段と、
を具備することを特徴とした移動物体追跡装置。

10

20

【請求項 2】

前記記憶部の画像依存情報には、前記移動物体情報のうち過去の移動物体情報が対応付
いた領域の画像をテンプレートとして含んでおり、
更に、
前記追跡処理部は、前記交差判定手段にて交差ありと判定した変化領域に対して、対応
付いた移動物体情報の前記テンプレートを用いてテンプレートマッチング処理を行うテン
プレートマッチング処理手段と、
前記テンプレートマッチング処理手段にてマッチングが取れた領域のうち最下位置ある
領域を最前景であると判定する最前景判定手段と、を具備し、
前記移動物体情報更新手段は、前記交差ありと判定した変化領域のうち、前記最前景で
あると判定された領域に対応する移動物体情報については、前記抽出した前記画像依存情
報及び非画像依存情報の両方を用いて前記記憶部に記憶している前記画像依存情報及び非
画像依存情報の両方を更新し、前記最前景でないとして判定された領域に対応する移動物体
情報については、前記抽出した前記非画像依存情報を用いて前記記憶部に記憶している前記
非画像依存情報のみを更新する請求項 1 に記載の移動物体追跡装置。

30

【請求項 3】

前記記憶部に記憶されている非画像依存情報には、前記移動物体情報のうち過去に移動
物体情報が対応付いた領域を含み、
前記移動物体情報抽出手段は、前記テンプレートマッチング処理にてマッチングが取れ
た領域であって、一時刻前における当該移動物体に対応する領域が画像端に接している領
域について、前記マッチングが取れた領域を移動方向と平行に当該変化領域の範囲内で拡
張する請求項 2 に記載の移動物体追跡装置。

40

【請求項 4】

前記対応付け手段は、前記記憶部に記憶している移動物体情報及び前記特徴情報から一
時刻前の移動物体と現時刻の変化領域との類似度を示した対応表を生成し、当該対応表に
おける類似度の総和が最大になるように変化領域と移動物体情報とを対応付ける請求項 1

50

乃至請求項 3 に記載の移動物体追跡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理において順次撮影される画像中の移動物体を追跡する移動物体追跡装置に関する。特に、カメラ付きインターホンなどのように、撮影される画像の中で複数の移動物体が頻繁に交差するためこれらの交差した複数の移動物体が一体化した一つの変化領域として抽出され、個々の移動物体として追跡し続けることが困難になると想定される状況における移動物体追跡装置に好適である。

【背景技術】

10

【0002】

例えば、移動物体追跡装置を実装したカメラ付きインターホンは、玄関のドアの横に設置され、移動物体追跡装置に接続されたカメラによって玄関前の監視領域を一定の時間間隔で連続的に撮影する。こうして撮影された画像中の移動物体を移動物体追跡装置が画像追跡することによって、玄関前にストーカーなどの不審人物がいないかを監視することができる。しかし、玄関前が道路や駐車場などの公共の場所に面している場合など、多数の人や車、自転車などが行き交い、撮影された画像中で複数の移動物体が頻繁に交差する場合がある。これらの交差した複数の移動物体は、画像の中で一体化した一つの変化領域として検出されてしまうため、個々の移動物体の位置が不明瞭になり、その後、個々の移動物体として正確に追跡し続けることが困難になるという問題がある。

20

【0003】

このような問題に対し、特許文献 1 では、撮影された画像中の移動物体を画像追跡している際に複数の移動物体が交差した場合、各移動物体のテンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行うことによって、交差した複数の移動物体の個々の位置を求めている。これによって、一体化した一つの変化領域を移動物体毎の領域に分割し、分割した個々の領域について個々の移動物体のテンプレートを更新することによって、複数の移動物体が画面の中で交差している間も追跡を継続する手法が示されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 013614 号明細書

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示された発明では、複数の移動物体が交差する場合、テンプレートマッチングによって分割した領域をそのまま用いてテンプレートを更新するため、後ろ側に存在する移動物体の一部が前側に存在する移動物体によって隠れ、当該部分が欠けたテンプレートが生成されてしまう。したがって、更新されたテンプレートは、次フレームにおいて移動物体を追跡するためのテンプレートとしての質が劣化し、画像追跡の精度が著しく低下する。また、複数の移動物体が交差する場合、後ろ側に存在する移動物体の一部が前側に存在する移動物体によって隠れていることを考慮して正確なテンプレートの更新を実行しようとする、非常に複雑な画像処理が必要となり、特にハードウェア資源が限られている動作環境において実現することは困難になる。

40

【0006】

例えば、侵入者検知を目的とする画像監視装置よりも簡易なハードウェア構成での実現が求められるカメラ付インターホンなどにおいて、フレームレートを高くすることは現実的に困難である。例えば、1 秒 2 フレーム程度しか画像を取得し処理することができない場合、車などの移動速度が速い物体に関して、前時刻でのフレームにおいては画面内に一部または全部が映っていなかったが、現時刻のフレームにおいて他の移動物体と交差することも頻繁に起きる。このような場合、特許文献 1 に開示された発明は、前時刻のフレームにおける移動物体の全体像に基づいてテンプレートを分割するため、適切な追跡は不可能となる。

50

【 0 0 0 7 】

したがって、本発明の一つの目的は、上記問題点を解決することを課題とし、複数の移動物体が交差した場合にも正確に画像追跡できる移動物体追跡装置を提供することである。また、本発明の他の目的は、画像処理の負担が少ない移動物体追跡装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するため、本発明に係る移動物体追跡装置は、画像を順次取得する画像入力部と、移動物体ごとに追跡に使用する画像依存情報及び非画像依存情報を含む移動物体情報と、移動物体が含まれていない基準画像とを記憶する記憶部と、入力画像を順次画像処理して移動物体を画像上にて追跡する追跡処理部を具備する移動物体追跡装置であって、追跡処理部は、基準画像と入力画像とを差分処理して変化領域を抽出する変化領域抽出手段と、入力画像における変化領域から特徴情報を抽出する特徴抽出手段と、変化領域の特徴情報と移動物体情報とを用いて変化領域と移動物体情報との対応付けを行う対応付け手段と、対応付け手段にて一つの変化領域に対し複数の移動物体情報に対応付く交差の有無を判定する交差判定手段と、移動物体ごとに、入力画像における変化領域から画像に依存した画像依存情報と画像に依存しない非画像依存情報とを抽出する移動物体情報抽出手段と、交差判定手段にて交差ありと判定した変化領域に対応する移動物体情報については、少なくとも移動物体情報抽出手段にて抽出した非画像依存情報を用いて記憶部に記憶している非画像依存情報を更新し、交差判定手段にて交差なしと判定した変化領域に対応する移動物体情報については、移動物体情報抽出手段にて抽出した画像依存情報及び非画像依存情報の両方を用いて記憶部に記憶している画像依存情報及び非画像依存情報の両方を更新する移動物体情報更新手段と、を具備することを特徴とする。

10

20

【 0 0 0 9 】

本発明に係る移動物体追跡装置において、記憶部の画像依存情報には、移動物体情報のうち過去の移動物体情報に対応付いた領域の画像をテンプレートとして含んでおり、更に、追跡処理部は、交差判定手段にて交差ありと判定した変化領域に対して、対応付いた移動物体情報のテンプレートを用いてテンプレートマッチング処理を行うテンプレートマッチング処理手段と、テンプレートマッチング処理手段にてマッチングが取れた領域のうち最下位置ある領域を最前景であると判定する最前景判定手段と、を具備し、移動物体情報更新手段は、交差ありと判定した変化領域のうち、最前景であると判定された領域に対応する移動物体情報については、抽出した画像依存情報及び非画像依存情報の両方を用いて記憶部に記憶している画像依存情報及び非画像依存情報の両方を更新し、最前景でないと判定された領域に対応する移動物体情報については、抽出した非画像依存情報を用いて記憶部に記憶している非画像依存情報のみを更新してもよい。

30

【 0 0 1 0 】

本発明に係る移動物体追跡装置において、記憶部に記憶されている非画像依存情報には、移動物体情報のうち過去に移動物体情報に対応付いた領域を含み、移動物体情報抽出手段は、テンプレートマッチング処理にてマッチングが取れた領域であって、一時刻前における当該移動物体に対応する領域が画像端に接している領域について、マッチングが取れた領域を移動方向と平行に当該変化領域の範囲内で拡張してもよい。

40

【 0 0 1 1 】

本発明に係る移動物体追跡装置において、対応付け手段は、記憶部に記憶している移動物体情報及び特徴情報から一時刻前の移動物体と現時刻の変化領域との類似度を示した対応表を生成し、当該対応表における類似度の総和が最大になるように変化領域と移動物体情報とを対応付けてもよい。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明に依れば、順次撮影される画像において同時に複数の移動物体を追跡する際、他の移動物体の背後に位置すると判定された移動物体については、移動物体に関する情報の

50

一部についてのみ更新を行う。これによって、他の移動物体の背後に位置する移動物体に関して、手前に位置する移動物体に隠れて画像に映らない部分があるため精度が劣化する情報まで強制的に更新されることはない。したがって、移動物体に関する情報の質の劣化による画像追跡の精度の低下を防ぐことができる。このため、複数の移動物体が交差する状況下においても、各移動物体を精度良く追跡することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の好適な実施形態として、本発明に係る移動物体追跡装置を、カメラ付インターホンに実装した場合の一実施例に基づいて説明する。

【0014】

図1(a)は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置が実装されたカメラ付インターホンの設置例を示す図である。図1(a)の例で示すように、カメラ付インターホン2は、玄関ドア6の脇等の壁面7に設置されている。図1(b)に示すように、このカメラ付インターホン2に内蔵されたカメラは、光軸31を概略水平方向に向けて設置されており、玄関前の監視領域を連続的に撮影する。このカメラに接続された移動物体追跡装置は、カメラが連続的に撮影する画像を順次受け取りながら画像中の移動物体を追跡することによって、カメラの画角内に長時間滞留する不審人物などを検知する。

【0015】

図2は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置10が実装されたカメラ付インターホンの構成を示すブロック図である。図2に示すように、本発明の一実施形態に係る移動物体追跡装置10は、画像取得部110と、追跡処理部130と、記憶部140と、滞留判定部150と、人判定部160と、警報部170と、を有し、撮像装置20に接続されている。

【0016】

カメラ付インターホンに搭載されたカメラなどの撮像装置20は、所定の監視領域を所定の時間間隔で撮影し、撮影された画像を順次追跡処理部130に送る。以下、この所定時間で刻まれる時間の単位を時刻と称する。撮像装置20としては、例えば、CCD素子又はC-MOS素子等の撮像素子、光学系部品、A/D変換器等を含んで構成される内蔵カメラまたは外部カメラなどの公知のものを用いることができる。また、撮像装置20の解像度は、追跡対象などの具体的な用途に応じて、その解像度を選ぶことができ、例えばNTSC規格、SDTV規格またはHDTV規格を用いることができる。また、画像の撮像に用いる波長帯としては、可視光波長または赤外線波長などを、追跡対象などの具体的な用途に応じて選択されることが好ましい。

【0017】

画像取得部110は、撮像装置20から順次送られる画像信号を受け取るためのインターフェースであり、撮像装置20からSCSI、USB、LAN、専用ケーブル、配線などの有線又は無線を介して画像を受信する。画像取得部110は、撮像装置20から受信した画像を移動物体追跡装置10の各部へ送る。

【0018】

記憶部140は、各種プログラム及び各種データを記憶することができ、例えばRAMまたはROM、EPROMなどの半導体メモリ、ハードディスクなどの磁気記録媒体、CD-ROM、DVD-R/Wなどの光記録媒体などを用いて構成することができる。記憶部140は、画像取得部110、追跡処理部130、滞留判定部150、人判定部160及び警報部170と接続されており、各部からの要求に応じて各種プログラムや各種データなどを読み書きする。記憶部140は、移動物体情報141と、基準画像144と、不審者検知画像145と、を記憶する。

【0019】

移動物体情報141は、追跡中の移動物体ごとに記憶される単位時刻毎に取得された過去の移動物体に関する情報であり、移動物体の画像に依存する画像依存情報142と、移動物体の画像に依存しない非画像依存情報143と、を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

画像依存情報 1 4 2 は、例えば、移動物体の特徴情報やテンプレートを含み、移動物体の領域の入力画像に基づいて抽出される情報である。特徴情報とは、移動物体の特徴を表す情報であり、本実施例では、例えば、移動物体の画像の色ヒストグラムや面積などが含まれるが、画素値の平均や標準偏差、エッジ情報、テクスチャ情報などの他の特徴情報を含んでもよい。色ヒストグラムは、物体像内の色分布を表す特徴情報であり、例えば、変化領域内の各ピクセルの輝度値などの画素値を所定幅のビンごとに累積し、各累積値を全ピクセル数で割って正規化することによって計算される。本実施例において使用されるテンプレートは、一時刻前の入力画像において検出された移動物体のテンプレート画像であり、追跡中の移動物体が現時刻の入力画像のどこに位置するかを特定するためのテンプレートマッチングにおいて使用される。したがって、このテンプレートマッチングのためのテンプレートとして使用できるものであれば、多様な特徴ベクトル、固有ベクトルなどのいかなる形式のテンプレートでもよい。

【 0 0 2 1 】

非画像依存情報 1 4 3 は、例えば、一時刻前の入力画像における移動物体の領域、過去の予め定めた数（例えば 5 時刻分）の移動量、移動物体が画面中に現れてから経過した時間（以後存在時間と呼称する）などの移動物体の領域の入力画像に依存しない情報である。ここで、移動物体の領域とは、移動物体が入力画像において占める範囲であり、一般に、その形状と大きさと位置とによって表すことができる。本実施例では、領域として外接矩形を用いており、外接矩形の大きさ及び位置によって領域を特定することができるが、例えば、重心位置等を利用してもよい。

【 0 0 2 2 】

基準画像 1 4 4 は、変化領域を抽出するとき比較対象の基準となる画像であり、例えば、監視領域に移動物体が存在しないときの背景画像を前以って撮影しておき、記憶部 1 4 0 に記憶しておく。

【 0 0 2 3 】

不審者検知画像 1 4 5 は、画像における移動物体を追跡した結果、画面内に一定の時間以上居続ける移動物体を検知した際、この不審者と思われる移動物体の画像を記憶したものである。

【 0 0 2 4 】

追跡処理部 1 3 0 は、画像取得部 1 1 0 から順次受け取った画像を処理して画像中の移動物体を追跡する。追跡処理部 1 3 0 は、滞留判定部 1 5 0、人判定部 1 6 0 及び警報部 1 7 0 と同様に、記憶部 1 4 0 に記憶された処理手順を記述したプログラムを読み出して、CPU、DSP、MCU、ASIC、ASSP 等の処理装置で実行する。追跡処理部 1 3 0 は、画像取得部 1 1 0、記憶部 1 4 0、滞留判定部 1 5 0、人判定部 1 6 0 及び警報部 1 7 0 と接続されている。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、追跡処理部 1 3 0 は、変化領域抽出手段 1 3 1 と、特徴抽出手段 1 3 2 と、対応付け手段 1 3 3 と、交差判定手段 1 3 4 と、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 と、最前景判定手段 1 3 6 と、移動物体情報抽出手段 1 3 7 と、移動物体情報更新手段 1 3 8 と、を備える。

【 0 0 2 6 】

変化領域抽出手段 1 3 1 は、予め記憶部 1 4 0 に記憶しておいた移動物体が存在しない基準画像 1 4 4 と、撮像装置 2 0 が撮影し画像取得部 1 1 0 を介して受け取った画像（以下、入力画像という）と、の差分処理を行い、入力画像中の変化領域を抽出する。

【 0 0 2 7 】

特徴抽出手段 1 3 2 は、変化領域抽出手段 1 3 1 で抽出されたそれぞれの変化領域について、変化領域の入力画像から特徴情報を抽出し、対応付け手段 1 3 3 に渡す。

【 0 0 2 8 】

対応付け手段 1 3 3 は、特徴抽出手段 1 3 2 が抽出した各変化領域の特徴情報と記憶部

10

20

30

40

50

１４０に記憶された各移動物体の移動物体情報１４１とに基づいて、変化領域抽出手段１３１が抽出した各変化領域と当該変化領域に存在する最も可能性の高い移動物体とを対応付ける。

【００２９】

交差判定手段１３４は、対応付け手段１３３によっていずれの変化領域にも対応付けられなかった移動物体を、既に他の移動物体が対応付けられた変化領域に重ねて対応付くかを調べることで、変化領域において複数の移動物体が交差しているか否かを判定する。

【００３０】

階層型テンプレートマッチング手段１３５は、交差判定手段１３４による判定の結果、複数の交差する移動物体が対応付けられた変化領域において、テンプレート画像を用いたテンプレートマッチングによって、各移動物体の領域を検出する。階層型テンプレートマッチング手段１３５の詳細に関しては、後述する。

10

【００３１】

最前景判定手段１３６は、階層型テンプレートマッチング手段１３５にて検出された移動物体の領域の位置に基づいて、各変化領域において交差する複数の移動物体のうち最前景に位置する移動物体であるか、又は他の移動物体の背後に位置する移動物体であるかを判定する。

【００３２】

移動物体情報抽出手段１３７は、階層型テンプレートマッチング手段１３５にて検出された移動物体の領域に関する情報から画像に依存しない非画像依存情報１４３を抽出し、移動物体の領域の入力画像から画像に依存する画像依存情報１４２を抽出する。

20

【００３３】

移動物体情報更新手段１３８は、移動物体が他の移動物体と交差しているか否かに応じて、移動物体情報抽出手段１３７が抽出した画像依存情報１４２及び非画像依存情報１４３を用いて、記憶部１４０に記憶された移動物体の移動物体情報１４１を更新する。交差判定手段１３４によって変化領域に移動物体が一つしか存在しないと判定された場合、移動物体情報更新手段１３８は、移動物体情報１４１を全て更新する。また、交差判定手段１３４によって複数の移動物体が交差していると判定された場合、移動物体が最前景判定手段１３６によって最前景に位置すると判定されれば、移動物体情報１４１を全て更新する。しかし、移動物体が他の移動物体の背後にあると判定された場合は、移動物体情報１４１のうち非画像依存情報１４３のみを更新する。

30

【００３４】

滞留判定部１５０は、移動物体毎に記憶部１４０に記憶されている存在時間を調べ、予め定めた時間（例えば１分間）より長く画像中に存在していれば、それが人間か否かを調べるために当該移動物体の領域の情報を人判定部１６０に送る。

【００３５】

人判定部１６０は、滞留判定部１５０から送られた予め定めた時間より長く画面内に存在している移動物体が人間であるか否かを判定し、人間であると判定した場合は警報部１７０にその結果を送る。また、その時の画像を不審者検知画像１４５として記憶部１４０に記憶してもよい。

40

【００３６】

警報部１７０は、人判定部１６０から結果を受け取ると、ＬＥＤなどの警報ランプや警報ブザーなどによって、不審者を検知したことを利用者に知らせる。予め記憶されたメッセージをスピーカーなどを介して音声として流したりディスプレイ上に表示したりしてもよい。また、記憶部１４０に記憶された不審者検知画像１４５は、ディスプレイやプリンタなどの出力装置（図示せず）を介して出力することもできる。

【００３７】

[発明の動作]

図７は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置１０の動作フローを示すフローチャートである。図７を参照しながら、移動物体追跡装置１０の各部の動作の詳細に関して

50

説明する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 0 0 において、移動物体追跡装置 1 0 は、撮像装置 2 0 によって監視領域を撮像装置 2 0 の画角内に移動物体が存在しない状態で予め撮影した背景画像を基準画像 1 4 4 として記憶部 1 4 0 に記憶したり、追跡対象の移動物体に関する移動物体情報 1 4 1 を初期状態にしたりするなどの移動物体の追跡処理のための初期化を行う。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 2 0 0 において、移動物体追跡装置 1 0 は、予め規定された時間間隔で撮像装置 2 0 が撮影した画像を画像取得部 1 1 0 を介して受け取り、追跡処理部 1 3 0 へ渡す。こうして、移動物体追跡装置 1 0 は、撮像装置 2 0 から一定時間間隔で順次入力画像が送られる毎に、追跡処理部 1 3 0 によるステップ S 3 0 0 ~ S 1 4 0 0 の処理を繰り返す。

10

【 0 0 4 0 】

ステップ S 3 0 0 において、追跡処理部 1 3 0 は、変化領域抽出手段 1 3 1 によって、撮像装置 2 0 から新たに受け取った入力画像と記憶部 1 4 0 に記憶されている基準画像 1 4 4 との差分処理を行い、入力画像中の変化領域を抽出する。

【 0 0 4 1 】

変化領域抽出手段 1 3 1 は、撮像装置 2 0 が撮像し画像取得部 1 1 0 を介して受け取った入力画像と予め取得して記憶部 1 4 0 に記憶しておいた基準画像 1 4 4 とを比較し、差異のある領域を変化領域として抽出し、その結果を特徴抽出手段 1 3 2 に渡す。例えば、変化領域抽出手段 1 3 1 は、入力画像と基準画像 1 4 4 との対応する画素の画素値について差分処理を行い、一定以上の差分値がある画素群について 2 値化、ラベリングなどの方法を実行する。こうして、入力画像において基準画像 1 4 4 と異なる変化領域、すなわち、移動物体が存在すると推定される領域が抽出される。尚、画素値間の差分を求める方法については、公知の様々な方法を用いることができるため詳細についての説明は省略する。

20

【 0 0 4 2 】

ステップ S 4 0 0 において、追跡処理部 1 3 0 は、特徴抽出手段 1 3 2 によって、抽出された変化領域の入力画像において画像処理を行い、特徴情報を算出する。

【 0 0 4 3 】

特徴抽出手段 1 3 2 は、変化領域抽出手段 1 3 1 で抽出された変化領域について塊毎にグループ分けを行い、各グループにラベル（以後グループをラベルと呼称する）を付け、ラベル毎にその領域の入力画像から特徴情報を抽出する。

30

【 0 0 4 4 】

ステップ S 5 0 0 において、追跡処理部 1 3 0 は、対応付け手段 1 3 3 によって、記憶部 1 4 0 に記憶されている移動物体の移動物体情報 1 4 1 と特徴抽出手段 1 3 2 にて抽出された変化領域の特徴情報とに基づいて、移動物体と変化領域との対応付けを行う。

【 0 0 4 5 】

対応付け手段 1 3 3 は、記憶部 1 4 0 に記憶されている一時刻前の入力画像で検出された追跡対象の移動物体に関する移動物体情報 1 4 1 と特徴抽出手段 1 3 2 が現時刻の入力画像の各変化領域から抽出した特徴情報とから算出した類似度に基づいて、一時刻前に検出された移動物体のそれぞれが現時刻の入力画像のどの変化領域に存在する可能性が最も高いかを対応付ける。

40

【 0 0 4 6 】

図 3 は、一時刻前の入力画像における移動物体と現時刻の入力画像における変化領域との 1 対 1 対応付けの例を示す図である。図を参照しながら、本実施例における対応付け手段 1 3 3 による対応付けの例について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 3 は、図 3 (a) の一時刻前の入力画像において離れていた車両 8 0 1 と人間 8 0 2 とが図 3 (b) の現時刻の入力画像において交差する例を示す。図 3 (c) に示すように

50

、前時刻の入力画像では、変化領域 805、806、807 が抽出され、図 3 (e) に示すように、それぞれの変化領域に識別子 I D 1、I D 2、I D 3 を付与する。これに対して、図 3 (d) に示されるように、現時刻の入力画像では、車両 801 と人間 802 が交差して一体化した一つの変化領域 808 として抽出され、人間 803 は、単独の変化領域 809 として、車両 804 は単独の変化領域 810 として抽出される。図 3 (f) に示すように、これらの抽出された変化領域に、それぞれ、識別子 I D A、I D B、I D C を付与する。本実施例では、画像の左上端を原点として横方向に X 軸を縦方向に Y 軸を設定して領域を特定する。図 3 の例において、対応付け手段 133 は、個々の変化領域 I D A、I D B 及び I D C に対して、それぞれ、最も「対応度」の高い一時刻前の移動物体 802、803 及び新規移動物体 804 を対応付け、当該変化領域に存在する移動物体とする。どの変化領域にも対応付けられなかった一時刻前の移動物体 801 は、一時的にロスト状態（追跡不能状態）と判定する。

【0048】

ここで「対応度」とは一時刻前の移動物体と現時刻の変化領域とがどのくらい特徴が一致しているかを表す指標であり、一時刻前の移動物体の移動物体情報 141 と現時刻の変化領域の領域及び特徴情報との類似度に基づいて求められる。本実施例では、対応度の算出に当たって、移動物体の予測位置と現時刻の変化領域との重なり具合（位置類似度）、前時刻の移動物体の色ヒストグラムと現時刻の変化領域の色ヒストグラムとの類似度（色ヒストグラム類似度）、及び前時刻の移動物体の面積と現時刻の変化領域の面積との比（面積類似度）を、それぞれ、全く同じである場合は 1.0、何らかの共通点がある場合は 1.0 以下の正数、全く共通点がない場合は 0 となるように正規化して求め、次のように計算しているが、これに制限されず、多様な周知の方法を用いることができる。

【数 1】

$$\text{対応度} = w_p \times (\text{位置類似度}) + w_h \times (\text{色ヒストグラム類似度}) + w_a \times (\text{面積類似度})$$

ここで、各類似度の重み付け w_p 、 w_h 、 w_a は、3 種類の類似度の総和が 1 となるように予め定めた正数である。尚、各類似度の算出方法としては、多様な周知の方法を使用することができるので詳細な説明は省略する。

【0049】

移動物体の予測位置は、記憶部 140 に記憶されている非画像依存情報 143 である一時刻前の移動物体の領域と、同じく非画像依存情報 143 である過去の移動量から予測した予測移動速度とに基づいて計算される。本実施例では、前時刻と現時刻との間は各移動物体が等速運動を行っていると仮定し、前時刻の移動物体の領域の位置に予測移動速度を加算した位置を現時刻における移動物体の予測位置として採用している。予測移動速度は、記憶部 140 に記憶されている過去の移動量を 1 次 A R モデルによる予測法やカルマンフィルタ等の多様な予測方法を使って予測することができる。

【0050】

本実施例では、移動物体の予測位置及び現時刻の変化領域の位置、色ヒストグラム及び面積を使用して対応度を算出する方法を例示したが、他の特徴情報を使って対応度を定義してもよい。また、合成の際に相加平均、相乗平均など様々な方法で計算することができる。

【0051】

対応付け手段 133 は、前時刻の移動物体と現時刻の変化領域との間の対応度が求めたら新規出現の度合いとロストの度合いとを以下の手順で決定する。

(i) 前時刻の各移動物体の識別子を各行に対応させ、現時刻の各変化領域の識別子を各列に対応させて対応度を行列状に並べた対応度表を作成する。

(i i) 現時刻の各変化領域に対応する対応度表の列毎に対応度の最大値を求め、その最

大値を1.0から減じた値をその変化領域に移動物体が新規出現した度合いとし、各変化領域に対する新規出現の度合いを示す一行を対応度表に追加する。

(i i i) 前時刻の各移動物体に対応する対応度表の行毎に対応度の最大値を求め、その最大値を1.0から減じた値をその移動物体が現時刻の入力画像中から消えたロストの度合いとし、各移動物体に対するロストの度合いを示す一行を対応度表に追加する。

【 0 0 5 2 】

図 3 (h) は、このようにして作成された対応度表の一例を示す。対応付け手段 1 3 3 は、この対応度表から、ロストを表す列を例外として必ず一行につき一つのみ、新規出現を表す行を例外として必ず一行につき一つのみに対応度を選びながら、それらに対応度の総和が最大となるように前時刻の移動物体と現時刻の変化領域との対応付けを行う。この際、新規出現を表す一行及びロストを表す一行からは、複数の対応度を選んでよい。すなわち、追跡対象の移動物体のうちのいくつかを变化領域のうちのいくつかに 1 対 1 で対応付け、変化領域に対応付けられなかった移動物体はロスト状態であり、移動物体に対応付けられなかった変化領域には、移動物体が新規出現したと判定する。対応度表に基づいて対応度の和が最大になる対応付けの組み合わせを求めるのに、例えば、ハンガリー法などの最適化手法を利用することができる。尚、ハンガリー法の詳細については、例えば、定道宏著、「経営科学」、オーム社、1989年に記載されている。

10

【 0 0 5 3 】

図 3 (h) の対応度表においては、円で囲まれた対応度が選択される。したがって、図 3 の例では、変化領域 I D A と I D 2 (人間)、変化領域 I D B と I D 3 (人間) が対応付き、I D 1 (車両) は一旦ロストと判定される (但し後述の交差判定手段 1 3 4 でその判定は修正される)。変化領域 I D C は、新規移動物体が出現したと判定される。

20

【 0 0 5 4 】

ステップ S 6 0 0 において、追跡処理部 1 3 0 は、交差判定手段 1 3 4 によって、対応付け手段 1 3 3 によってロストと判定された移動物体のうち、他の移動物体と交差して一体化した変化領域に存在する可能性のある移動物体を当該変化領域に対応付ける。

【 0 0 5 5 】

交差判定手段 1 3 4 は、対応付け手段 1 3 3 によってロストと判定された各移動物体の予測位置の外接矩形が、現時刻の各変化領域の外接矩形と重なっているか否かを調べる。交差判定手段 1 3 4 は、一旦ロストと判定された移動物体の外接矩形と重なっている変化領域の外接矩形が存在した場合は、移動物体が他の移動物体と交差した状態で一体化した変化領域として抽出されていると判定する。そして、移動物体を当該変化領域に存在する移動物体として対応付ける。こうして、交差判定手段 1 3 4 は、ロストと判定された移動物体と変化領域との対応関係を構築する。尚、一つの移動物体が複数の変化領域と重なっている場合、交差判定手段 1 3 4 は、最も重なりが大きい変化領域にこの移動物体に対応付ける。

30

【 0 0 5 6 】

図 3 を参照しながら、交差判定手段 1 3 4 の処理を説明する。図 3 (f) 中の破線で示した外接矩形の領域は、前時刻の移動物体 I D 1、I D 2 及び I D 3 の現時刻における予測位置を表す。分かりやすくするため、図 3 (f) の矩形情報のみを取り出したものを図 3 (g) に示す。ここで、実線で示した矩形 R A、R B 及び R C は、それぞれ、現時刻の変化領域の外接矩形 I D A、I D B 及び I D C を表し、破線で示した矩形 R 1、R 2 及び R 3 は、それぞれ、移動物体 I D 1、I D 2 及び I D 3 の現時刻における予測位置の外接矩形を表す。図 3 の例において、交差判定手段 1 3 4 は、移動物体 I D 1 が一旦ロストと判定されたが、その予測位置の外接矩形 R 1 が、既に移動物体 I D 2 と対応付けられている変化領域 I D A の外接矩形 R A と重なっているため、移動物体 I D 1 も移動物体 I D 2 と共に I D A に対応付ける。

40

【 0 0 5 7 】

ステップ S 7 0 0 において、追跡処理部 1 3 0 は、交差判定手段 1 3 4 によって複数の交差する移動物体が存在すると判定された各変化領域に関して (ステップ S 7 5 0 の Y e

50

s)、階層型テンプレートマッチング手段135によってその変化領域に存在する移動物体の領域を特定する。

【0058】

ステップS800において、階層型テンプレートマッチング手段135は、交差判定手段134が各変化領域に存在すると判定した複数の交差する移動物体の領域を、移動物体毎にテンプレートマッチングによって抽出し、抽出した領域を現時刻の入力画像における移動物体の領域とし、必要があれば抽出した領域の修正を行う。尚、階層型テンプレートマッチング手段135の詳細に関しては、後述する。

【0059】

ステップS900において、追跡処理部130は、移動物体情報抽出手段137によって、階層型テンプレートマッチング手段135が特定した移動物体の領域とその領域の入力画像に基づいて、移動物体情報を抽出する。

10

【0060】

移動物体情報抽出手段137は、階層型テンプレートマッチング手段135が特定した移動物体の領域に基づいて、移動物体の領域や移動量などの非画像依存情報を抽出する。また、移動物体情報抽出手段137は、移動物体の領域の入力画像から、移動物体の画像の色ヒストグラム、面積などの特徴情報を含む画像依存情報を抽出する。尚、移動物体が変化領域において他の交差する移動物体の背後に位置する場合は、画像依存情報の精度が劣化する可能性があるので、画像依存情報は抽出しなくてもよい。

【0061】

20

ステップS1000において、追跡処理部130は、移動物体情報更新手段138によって、移動物体情報抽出手段137が抽出した移動物体情報に基づいて移動物体情報141を更新する。

【0062】

移動物体情報更新手段138は、交差判定手段134の処理結果に基づいて移動物体が他の移動物体と交差しているか否かを判定し、他の移動物体が交差している場合は、最前景判定手段136によって当該移動物体が最前景に位置するか否かを判定し、その結果に従って記憶部140に記憶されている移動物体の移動物体情報141の全て又は一部を更新する。

【0063】

30

最前景判定手段136は、変化領域において複数の移動物体が交差している場合、階層型テンプレートマッチング手段135によって抽出された各移動物体の領域の下端が最も下に位置する移動物体を最前景に位置すると判定する。

【0064】

図1及び図5を参照しながら、本実施形態における移動物体の前後関係の判定方法について説明する。図1(a)に示すように、本実施例では、本発明に係る移動物体追跡装置を玄関脇のカメラ付インターホンに適用した場合を想定している。カメラ付インターホンは、通常、人間の手が届く範囲の高さに設置され、搭載されるカメラは、地面とほぼ平行な方向すなわち概略水平方向に向けられる。

【0065】

40

図1(b)に示す例では、移動物体である人間3と車両4が、カメラが撮影する光軸方向31とほぼ平行な概略水平平面の地面上30にカメラからみて前後に並んでおり、人間3の方が車両4よりカメラに近い位置にいる。したがって、カメラが撮影した画像の中では、人間3が手前に、車両4が人間3の背後に映る。車両4の一部は、人間3と交差してその背後に映るため、人間3の陰に隠れて見えない。この場合、カメラ側から見て手前に位置する人間の下端と撮影可能な範囲の下端との間の距離36の撮影可能な範囲全体34に対する比の方が、後側に位置する車両の下端と撮影可能な範囲の下端との間の距離37の撮影可能な範囲全体35に対する比より小さいため、撮影された画像において手前にいる人間の下端の方が後側にある車両の下端より下に位置する。したがって、本実施例だけでなく多くの場合において、撮影された物体の前後関係を判定するのにこの方法を適用す

50

ることができる。

【 0 0 6 6 】

図 5 は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置 1 0 における前後関係判定処理を示す図である。ここでは、図 3 (b) の場合に前後判定を行った場合の例が示されている。図 5 (a) は変化領域抽出手段 1 3 1 によって抽出された変化領域 1 0 0 1 を表し、図 5 (b) は、図 4 (a) のテンプレート画像 T 1 及び T 2 を用いてテンプレートマッチングを行った結果抽出された領域の外接矩形 1 0 0 2 及び 1 0 0 3 を表す。人間のマッチング位置の矩形 1 0 0 3 の下端の方が車両のマッチング位置の矩形 1 0 0 2 の下端より下に位置するため、人間の方が車両よりも前面に位置すると判定する。こうして、このマッチング位置に配置されるテンプレート画像 T 2 と変化領域とが重なる部分を現時刻での人間の領域として抽出する。残る車両の位置は、5 (a) の元々の変化領域図 1 0 0 1 から人間の領域を取り除いた領域 1 0 0 4 (図 5 (c)) に対して再度テンプレートマッチングを実施して決定する。

10

【 0 0 6 7 】

移動物体情報更新手段 1 3 8 は、移動物体が変化領域に一つしか存在しない場合、移動物体情報 1 4 1 の全てを更新する。また、移動物体が変化領域において他の移動物体と交差している場合、移動物体が最前景に位置すれば、移動物体情報 1 4 1 の全てを更新する。しかし、移動物体が他の移動物体の背後に位置する場合は、移動物体情報 1 4 1 のうちの非画像依存情報 1 4 3 のみを更新し、画像依存情報 1 4 2 は更新しない。

【 0 0 6 8 】

20

このように、移動物体情報更新手段 1 3 8 は、変化領域において他の移動物体と交差し他の移動物体の背後に位置する移動物体に対して、例えば、色ヒストグラム及び面積などの特徴情報やテンプレート画像などの画像データに依存する画像依存情報 1 4 2 を取って更新しない。これらの画像依存情報 1 4 2 に関しては、前時刻の値をそのまま引き継いで次時刻の入力画像における移動物体の追跡処理で使用する。こうすることによって、背後の移動物体の画像の一部が前の移動物体によって隠れてしまうため、背後の移動物体の領域全体の画像に基づいて画像依存情報 1 4 2 を更新するとかえって精度が劣化してしまうのを防止する。こうして、このような情報の更新の精度を上げるため前面の移動物体によって隠れた領域を解析したりフレームレートを高くしたりするなどの複雑で高度な処理をしなくとも、移動物体の画像追跡に十分な精度の情報を維持することができる。

30

【 0 0 6 9 】

しかし、移動物体情報更新手段 1 3 8 は、例えば、移動物体の領域や移動量などの画像データに依存しない非画像依存情報 1 4 3 に関しては、背後の移動物体についても更新を行う。移動物体の一部が前面の移動物体に隠れた場合、背後の移動物体の領域全体に基づいてこれらの情報を更新しても情報の精度にあまり影響を与えないからである。このような非画像依存情報 1 4 3 は、次時刻の入力画像における移動物体の追跡処理における判定基準として有用である。

【 0 0 7 0 】

一方、移動物体情報更新手段 1 3 8 は、移動物体が変化領域に一つしか存在しない場合、又は他の移動物体と交差するが最前景に位置する場合、非画像依存情報 1 4 3 だけでなく、色ヒストグラム及び面積などの特徴情報やテンプレート画像などを含む画像依存情報 1 4 2 も更新する。この場合、移動物体はその一部が他の移動物体の陰に隠れることなく移動物体の領域全体の画像が全て得られるため、正しい画像依存情報 1 4 2 が抽出されるからである。

40

【 0 0 7 1 】

図 4 は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置 1 0 におけるテンプレート画像の更新の例を示す図である。図 3 及び図 4 を参照しながら、移動物体が交差している場合のテンプレート画像 1 4 2 の更新について説明する。

【 0 0 7 2 】

図 3 (a) に示すように、車両 8 0 1 及び人間 8 0 2 が離れて画像に映っている場合、

50

それぞれのテンプレート画像は、図4(a)のT1及びT2となる。次時刻において、図3(b)に示すように、車両801及び人間802は、画像中で交差している。この場合、移動物体情報更新手段138は、人間802が他の移動物体の車両801と交差しているが最前景に位置するため、人間802のテンプレート画像を図4(b)のT2'で示すように更新する。一方、車両801は、その一部が人間802の背面に隠れて全体が見えないため、移動物体情報更新手段138は、車両801のテンプレート画像の更新は行わず、前時刻のテンプレート画像T1をそのまま用いる。したがって、車両801のテンプレート画像の精度の劣化を防ぐことができる。

【0073】

ステップS1005において、追跡処理部130は、追跡が成功した移動物体に対して記憶部140に記憶されている追跡成功回数を1回増やす。逆に追跡に失敗して見失った場合は、追跡成功回数を0にリセットする。移動物体が画面外に出たと判定された場合、追跡処理部130は、この移動物体に関する移動物体情報141を記憶部140から消去する。

10

【0074】

ステップS1100において、移動物体追跡装置10は、追跡処理部130が追跡に成功した移動物体について、滞留判定部150によって、予め定めた時間より長く画像中に存在しているか否かを判定する。

【0075】

滞留判定部150は、例えば、移動物体の追跡成功回数が予め定めた回数よりも多いか否かを判定することによって、当該移動物体が予め定めた時間より長く画像中に存在し続けているか否かを判定する。また、滞留判定部150は、現時刻に取得された入力画像中に存在する移動物体について存在時間を更新し、この存在時間を記憶部140に記憶しておき、移動物体が長時間存在しているか否かの判定に使用してもよい。

20

【0076】

移動物体が予め定めた時間より長く画像中に存在している場合(ステップS1100でYesの場合)、ステップS1200において、移動物体追跡装置10は、人判定部160によってこの移動物体が人であるか否かを判定する。

【0077】

人判定部160は、滞留判定部150によって予め定めた時間より長く画面内に存在すると判定された移動物体が人間であるか否かを判定し、人間であると判定した場合は警報部170にその結果を出力する(S1300)。そして、その移動物体の画像を不審者検知画像145として記憶部140に記憶する。また、例えば、不審者が滞留した時間帯など他の情報と一緒に記憶部140に記憶してもよい。さらに、例えば、室内に設置されたインターホンの親機において利用者がスイッチボタンやタッチパネルなどの入力装置を介してこれらの情報の表示を要求したとき、ディスプレイなどの出力装置を介して記憶部140に記憶された情報を表示してもよい。

30

【0078】

人判定部160において移動物体が人間であるか否かを判定する方法には、周知の様々な方法を使用することが可能である。例えば、P. Viola、M. Jones & D. Snow、「動作パターン及び外観パターンによる歩行者の検出(Detecting Pedestrians Using Patterns of Motion and Appearance)」、IEEE International Conference on Computer Vision, p.734, Oct, 2003に記載されているように、予め撮影した様々な外観の人間の画像を使用してAdaBoostによって学習したHaar-Like特徴に基づくカスケード型識別器によって実現できる。

40

【0079】

移動物体が人間であると判定されたる場合(ステップS1200でYesの場合)、ステップS1300において、移動物体追跡装置10は、警報部170によって、ユーザーに光や音等で警告し、記憶部140に記憶されている不審者検知画像145を外部の機器、例えば室内に設置されるインターホン親機のモニターなどに表示する。

50

【 0 0 8 0 】

図 8 は、本発明の一実施形態である移動物体追跡装置 1 0 における階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 の動作フローを示すフローチャートである。図 8 を参照しながら、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 の動作の詳細について説明する。

【 0 0 8 1 】

階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、処理対象の変化領域に存在すると対応付けられた各移動物体について、ステップ S 8 0 1 ~ 8 0 6 の処理を繰り返す。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 8 0 1 において、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、交差判定手段 1 3 4 によって処理対象の変化領域に対応付けられた各移動物体について、それぞれのテンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行い、変化領域中で最も一致する位置を抽出する。テンプレートマッチングの指標としては、変化領域とテンプレート画像の対応する画素間の画素値に対する正規化相関、差分絶対値和及び差分二乗和などの様々な指標を利用することができる。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 8 0 3 において、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、テンプレートマッチングによって抽出された各移動物体の位置に基づいて前後関係を判定し、最前景に位置する移動物体を特定する。本実施例では、前述の最前景判定手段 1 3 6 と同様に、移動物体の領域の下端が下の方に位置する移動物体を前側に位置すると判定する。ここで、ステップ S 8 0 1 ~ 8 0 6 の初回のループにおいて最前景と判定された移動物体を記憶部 1 4 0 に記憶しておき、最前景判定手段 1 3 6 の判定に利用してもよい。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 8 0 5 において、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、マッチング位置に配置した最前景に位置する移動物体のテンプレート画像と変化領域とが重なる部分を移動物体の現時刻の入力画像における新たな領域とし、当該領域を変化領域から取り除く。

【 0 0 8 5 】

階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、最前景に位置しない残りの移動物体について、ステップ S 8 0 1 からステップ S 8 0 6 までの一連の処理を繰り返し、最前景の移動物体から順に変化領域に存在する移動物体の個数分繰り返すことによって、各移動物体の領域が抽出される。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 8 0 7 において、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、変化領域に存在する全ての移動物体の領域を特定した後、どの移動物体にも対応付かなかった残りの変化領域の割合が予め定めた割合以上か否かを判定する。予め定めた割合以下であった場合（ステップ S 8 0 7 で N o の場合）、残りの領域は、距離的に最も近い移動物体に対応付けられる。

【 0 0 8 7 】

逆に予め定めた割合以上の変化領域が残った場合（ステップ S 8 0 7 で Y e s の場合）、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、前時刻の移動物体の中で画面端に接しているものが存在するか否かを検証する（ステップ S 8 0 8 ）。前時刻で画面端に接する移動物体が存在しない場合（ステップ S 8 0 8 で N o の場合）、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、残りの変化領域を全て新規出現の移動物体として対応付ける（ステップ S 8 1 1 ）。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 8 0 8 において、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、変化領域の中から時刻の経過によって形状が変化する可能性のある移動物体を特定し、その特定された移動物体の領域を修正する。例えば、階層型テンプレートマッチング手段 1 3 5 は、変化領域に対応する移動物体のうちで前時刻の取得画像において画面端に接しているものが存在するか否かを判定する。画面端に接しているものが存在する場合（ステップ S 8 0 8

で Yes の場合)、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、当該移動物体のマッチング結果を移動方向に平行な方向に変化領域内で拡張する(ステップ S809)。尚、前時刻で複数の移動物体が画面端に接している場合は、前面の物体から順に領域を拡張する。こうして、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、前時刻において移動物体全体が画面内に映っていなかったために対応付かなかったと思われる移動物体の領域を残った変化領域から対応付けることができる。

【0089】

このように、前時刻で画面端に接している移動物体が画面内に進入してくる方向に移動している場合、現時刻では前時刻で画面外にあった部分まで撮影されていると考えられるため、前時刻で見えなかった部分は見えていた部分に対して移動方向と逆の方向に続いて 10
いると考える。こうして、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、当該移動物体のテンプレートマッチング後の領域を移動方向の逆の方向に拡張して領域の修正を行う。尚、本実施例では、カメラ付インターホンのように撮像装置 20 は略水平方向に向くように設置されていると想定している。したがって、移動方向を水平方向と限定してもさほど問題はない。

【0090】

図 6 は、前時刻の入力画像において画面端に接する移動物体が存在する場合の領域修正の例を示す図である。図 6 を参照しながら、前時刻において画面端に接している移動物体が現時刻で他の移動物体と交差する場合の移動物体領域の修正処理について説明する。

【0091】

図 6 (a) に示すように、前時刻において車両 901 の画像は画面左端に接しており一部分しか見えず、人間 902 は全身が見えており、図 6 (c) に示すように、現時刻において車両 901 と人間 902 とが交差して重なっている例について考える。前時刻における変化領域は、図 6 (b) に示す通りであり、それぞれ ID4、ID5 という識別子が与えられている。また、図 6 (d) に示すように、現時刻では、交差によって車両 901 と人間 902 が一体化されて一つの変化領域 ID6 として抽出される。したがって、テンプレートマッチングによって各移動物体の領域を特定し、特定された領域を変化領域から抽出する必要がある。しかしながら、前時刻において移動物体は交差状態ではないため、図 6 (a) の車両 901 及び人間 902 のテンプレート画像は、それぞれ、図 6 (e) の T4 及び図 6 (f) の T5 に示す通りである。このように、前時刻の入力画像において車両 901 は一部しか映っておらず、車両 901 のテンプレート画像として、図 6 (e) の T4 が記憶されている。したがって、このテンプレート画像 T4 を用いたテンプレートマッチングの結果、図 6 (g) に示すように、人間 902 は ID5' に、車両 901 は ID4' 30
に対応付けられ、ID6' が残ってしまう。しかしながら、車両が前時刻で画面左端に接しており、画面右方向に移動しているため、車両の領域 ID4' を左右方向に拡張することによって最終的には ID6' が車両の領域に含まれる。

【0092】

以上の処理を行った後、まだ変化領域が予め定めた閾値以上残っている場合(ステップ S810 で Yes の場合)、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、ステップ S811 において残った領域を新規出現の移動物体の領域として対応付ける。 40

【0093】

この新規出現の移動物体に関して、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、特定された領域やその領域の入力画像に基づいて新規移動物体の移動物体情報を抽出して記憶部 140 に記憶する。尚、変化領域の残りが予め定めた割合以下であった場合、階層型テンプレートマッチング手段 135 は、距離(例えばマハラノビス距離等)的に最も近い移動物体にこの変化領域の残りを対応付ける。

【0094】

本発明によれば、画像中の複数の移動物体を追跡する際、交差する複数の移動物体を撮影するカメラに対する前後位置を判断して、後ろ側に位置する移動物体については、テンプレート画像のように画像に依存する情報の更新を敢えて行わない。したがって、複数の 50

移動物体が画像中で交差する際、後ろ側に位置する移動物体のテンプレート画像が、前側に位置する移動物体に隠れて見えない部分があるにもかかわらず強制的に更新されるため、テンプレートとしての質が劣化してしまうことに起因する画像追跡の精度の低下を防ぐことができる。このため、複数の移動物体が頻繁に交差する状況においても、各移動物体を精度良く追跡することができる。したがって、例えば、カメラ付きインターホンなどのハードウェア資源が限られた動作環境に適用した場合でも、インターホンの前に長時間居続ける不審者（ストーカーなど）を的確に検出することができる。

【 0 0 9 5 】

また、入力画像における位置関係に基づいて、すなわち、入力画像において移動物体の下端が下に位置する方が前に位置すると判定することによって、移動物体の前後関係の判定が簡単に行われる。特に、カメラを概略水平方向に向けざるを得ないカメラ付きインターホンに本発明を適用することで、玄関前に長時間居続ける不審者（ストーカー）を精度良く検出できる。さらに、前時刻に取得されたフレームにおいては画面端に映ったため画面内に一部または全部が映っていなかった移動物体が現時刻のフレームにおいて他の移動物体と交差する場合についても、その領域を更新することによって、より正確な画像追跡が行われる。また、現入力画像における各変化領域に対して最前景に位置する可能性の最も高い移動物体を対応付けることによって、交差判定などの処理が容易になる。

【 0 0 9 6 】

上記のように、すべての移動物体に対して更新する非画像依存情報と他の移動物体の背後に位置する移動物体に対して更新を行わない画像依存情報とに関しては、本実施例に制限される必要はない。追跡対象の移動物体の特性、撮影する撮像装置の性能、撮影場所の状況、画像処理の動作環境などに応じて更新の精度を考慮し、他の移動物体の背後に位置する移動物体に対して更新を行わない情報を適切に選定することができる。他の移動物体の背後に位置する移動物体に関する情報について全く更新を行わない場合もある。

【 0 0 9 7 】

本実施例では、本発明のカメラ付きインターホンなどのハードウェア資源が制限された環境においても交差する各移動物体を精度良く追跡することができるという利点を説明するため、カメラ付きインターホンにおける例について説明したが、本発明は本実施例に限定されない。他の限られたハードウェア資源を有する環境においても有効である。また、追跡する移動物体の特性、画像の撮影条件、その他の状況に応じて、豊富なハードウェア資源を有する高性能の画像処理環境においても、本発明が同様の効果をもたらす場合がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置が実装されたカメラ付インターホンの設置例を示す図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置が実装されたカメラ付インターホンの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 一時刻前の入力画像における移動物体と現時刻の入力画像における変化領域との 1 対 1 対応付けの例を示す図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置におけるテンプレート画像の更新の例を示す図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置における前後関係判定処理を示す図である。

【 図 6 】 前時刻の入力画像において画面端に接する移動物体が存在する場合の領域修正の例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置の動作フローを示すフローチャートである。

【 図 8 】 本発明の一実施形態である移動物体追跡装置における階層型テンプレートマッチングの動作フローを示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0099】

- 10 移動物体追跡装置
- 20 撮像装置
- 110 画像取得部
- 130 追跡処理部
- 131 変化領域抽出手段
- 132 特徴抽出手段
- 133 対応付け手段
- 134 交差判定手段
- 135 階層型テンプレートマッチング手段
- 136 最前景判定手段
- 137 移動物体情報抽出手段
- 138 移動物体情報更新手段
- 140 記憶部
- 141 移動物体情報
- 142 画像依存情報
- 143 非画像依存情報
- 144 基準画像
- 145 不審者検知画像
- 150 滞留判定部
- 160 人判定部
- 170 警報部

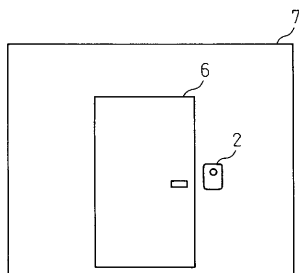
10

20

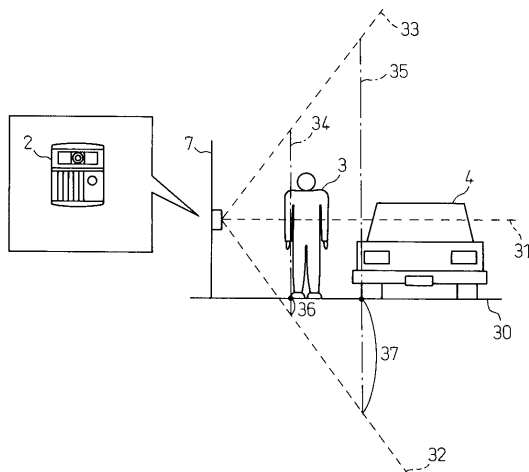
【図1】

図1

(a)

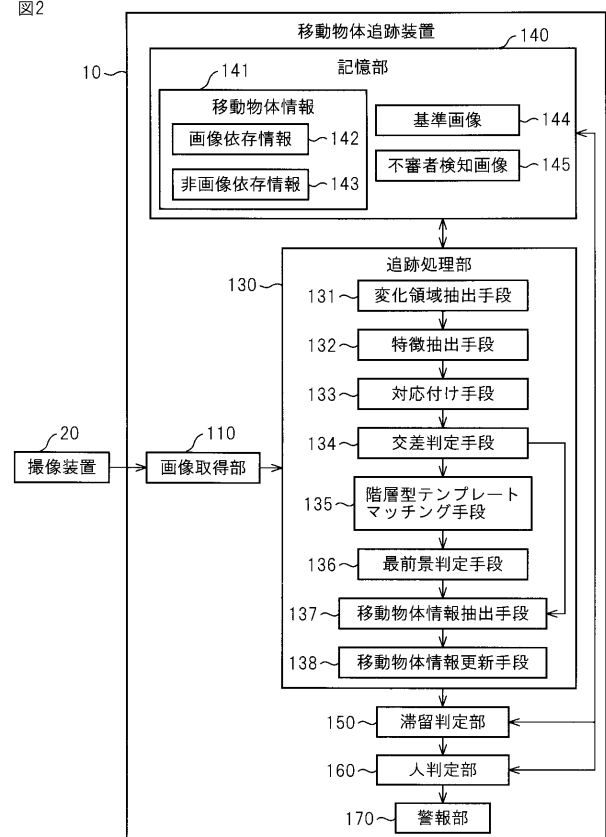


(b)



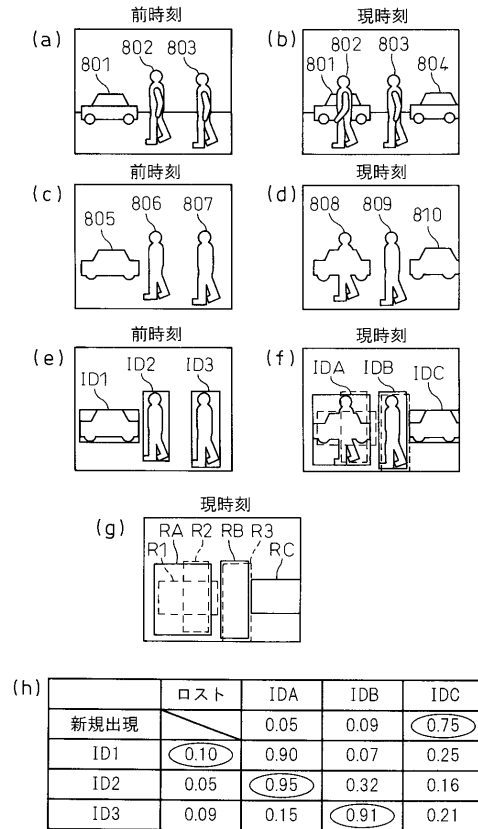
【図2】

図2



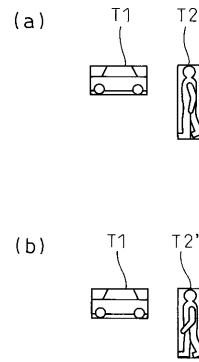
【図 3】

図 3



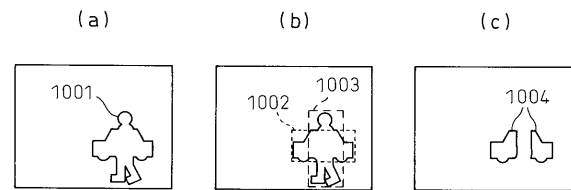
【図 4】

図 4



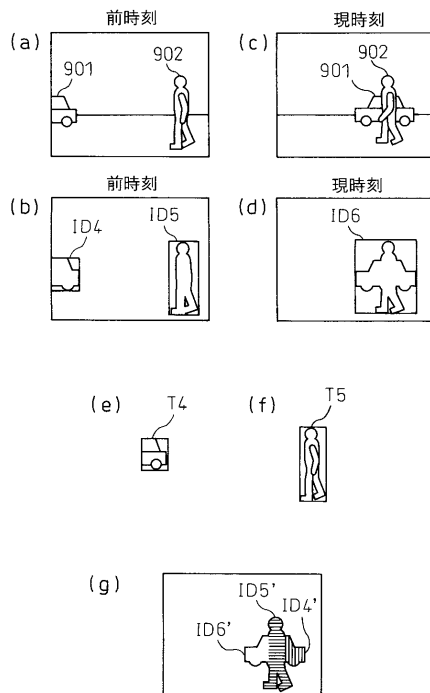
【図 5】

図 5



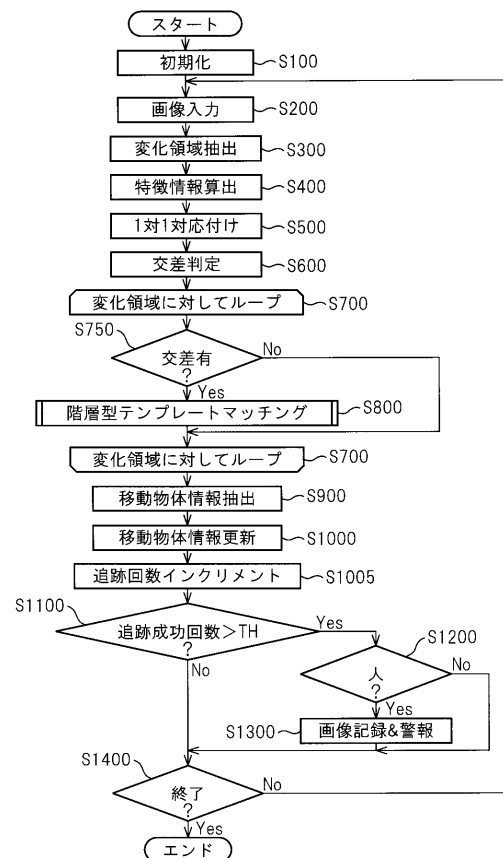
【図 6】

図 6



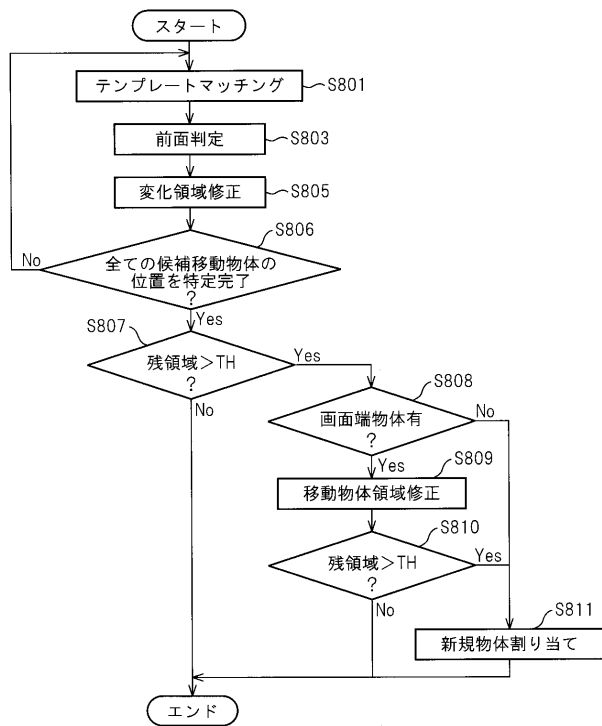
【図 7】

図 7



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 森下 陽介

東京都三鷹市下連雀 8 - 1 0 - 1 6 セコム株式会社内

(72)発明者 池田 賢二

東京都三鷹市下連雀 8 - 1 0 - 1 6 セコム株式会社内

F ターム(参考) 5L096 AA06 BA02 CA02 CA04 FA59 FA69 GA08 HA03 HA05 JA09