

(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2010-2976
(P2010-2976A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
GO6T	7/20	(2006.01)	GO6T	7/20	A	5C054	
HO4N	7/18	(2006.01)	HO4N	7/18	D	5C084	
GO8B	13/196	(2006.01)	HO4N	7/18	K	5L096	
			GO8B	13/196			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-159076 (P2008-159076)	(71) 出願人	000108085
(22) 出願日	平成20年6月18日 (2008. 6. 18)		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	110000154
			特許業務法人はるか国際特許事務所
		(72) 発明者	黒川 高晴
			東京都三鷹市下連雀8丁目10番16号
			セコム株式会社内
		Fターム(参考)	5C054 FC01 FC12 FC14 FF06 GB13
			GB15 HA19
			5C084 AA02 AA08 BB04 CC16 DD12
			EE01 EE04 EE09 FF03 GG43
			GG78
			5L096 AA02 AA06 BA02 CA02 CA04
			EA27 FA35 FA69 FA76 FA77
			HA03 HA05 JA03 JA11

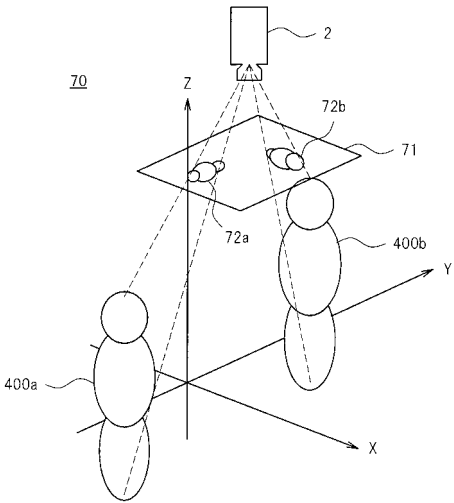
(54) 【発明の名称】 画像監視装置

(57) 【要約】

【課題】監視画像に現れる対象物の像を特定する画像監視装置において、対象物の移動により構成部分間で生じる隠蔽の状態が変化し、同じ対象物か否かの判定精度が低下する。

【解決手段】対象物を複数の構成部分毎の立体形状（部分モデル）からなる物体モデル400で表す。物体モデル400を仮想的に監視空間70に配置し、物体モデル400を撮像部2の撮像面71に投影して、部分モデルが投影される部分モデル可視領域を部分モデル毎に求める。監視画像から部分モデル可視領域に対応する部分を対象物の構成部分画像として抽出する。構成部分毎にその画像特徴量に基づいて監視画像間での類似度を求め、これを対象物について統合した統合類似度を算出し対象物の特定に用いる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

監視空間を透視投影した監視画像についての投影条件、及び監視対象となる対象物の複数の構成部分毎の立体形状を表す部分モデルと当該部分モデル相互の配置関係とで表される前記対象物の対象物モデルを記憶する記憶部と、

前記監視画像、及び前記対象物が存在し得る前記監視空間内の候補位置を入力され、前記候補位置に前記対象物モデルを所定の姿勢で仮想的に配置し、当該対象物モデルを前記投影条件に基づいて透視投影して、前記部分モデルが投影される部分モデル可視領域を前記部分モデル毎に求め、前記監視画像から前記部分モデル可視領域に対応する部分を前記対象物の構成部分画像として抽出する部分画像抽出手段と、

10

前記構成部分画像の所定の画像特徴から前記対象物の存在を判定する対象物判定手段と

、
を有することを特徴とする画像監視装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像監視装置において、

前記部分画像抽出手段は、前記複数の部分モデルのうちの任意の 1 つである特定部分モデルについて、当該特定部分モデルを単独で透視投影した単独投影領域、及び透視投影の投影線上、当該特定部分モデルより手前に位置する他の前記部分モデルを透視投影した領域である隠蔽領域を求め、前記単独投影領域から前記隠蔽領域との共通部分を除くことにより当該特定部分モデルの前記部分モデル可視領域を求めること、を特徴とする画像監視装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像監視装置において、

前記対象物判定手段は、参照時刻における前記対象物について得られている前記構成部分画像と関心時刻における前記候補位置に対応して得られた前記構成部分画像とを前記画像特徴について前記構成部分毎に比較し、その比較結果を前記複数の構成部分について統合して対象物類似度を算出し、当該対象物類似度が所定の判定基準を満たした場合に、前記関心時刻の前記候補位置に前記参照時刻の前記対象物が存在すると判定すること、を特徴とする画像監視装置。

【請求項 4】

30

請求項 3 に記載の画像監視装置において、

前記両時刻の少なくとも一方の時刻について、前記単独投影領域に占める前記部分モデル可視領域の比率を前記構成部分画像の非隠蔽度として算出する非隠蔽度算出手段をさらに有し、

前記対象物判定手段は、前記構成部分毎に、前記比較結果を前記非隠蔽度に応じた信頼度で重み付けし、重み付けされた前記比較結果を統合して前記対象物類似度を算出すること、

を特徴とする画像監視装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の画像監視装置において、

40

前記非隠蔽度算出手段は、前記参照時刻及び前記関心時刻の両時刻についてそれぞれ前記非隠蔽度を算出し、

前記対象物判定手段は、前記両時刻の前記非隠蔽度それぞれを変数とする所定の信頼度関数に基づいて前記信頼度を算出すること、

を特徴とする画像監視装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の画像監視装置において、

前記信頼度関数は、前記両時刻の前記非隠蔽度のうち小さい方に応じた関数値を与えること、を特徴とする画像監視装置。

【請求項 7】

50

請求項 5 に記載の画像監視装置において、

前記信頼度関数は、前記両時刻の前記非隠蔽度の差が大きい程、小さな関数値を与えること、を特徴とする画像監視装置。

【請求項 8】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像監視装置において、

前記対象物判定手段は、前記対象物について既に得られている前記構成部分画像と前記候補位置に対応して得られた前記構成部分画像とを前記画像特徴について前記構成部分毎に比較し、その比較結果を前記複数の構成部分について統合して対象物類似度を算出し、当該対象物類似度が所定の判定基準を満たした場合に、前記候補位置に前記対象物が存在すると判定すること、を特徴とする画像監視装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、監視空間を撮像した監視画像から対象物に関する画像を抽出する画像監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

侵入者検知等のため、監視空間を撮像した監視画像から監視対象の対象物に関する画像を抽出し、その画像情報に基づいて対象物の検出や追跡を行う技術が知られている。下記特許文献 1 は、現フレームの物体候補領域と直前フレームの物体候補領域とが、それら領域の画像特徴量の類似度に基づいて同一の物体の画像を含むかを判定し、直前フレームの物体候補領域に対応付けられる現フレームの物体候補領域を求めることで移動物体の追跡を行う技術を開示している。

20

【特許文献 1】特開 2006 - 318064 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来は、各時刻の監視画像に現れる 1 つの対象物をひとまとまりの像、すなわち二次元画像として把握・抽出することが多い。その際、基本的には、対象物の立体的な構造は捨象されてしまう。その問題として、物体の移動によりカメラの撮影方向に対する物体の配置が変化すると、物体を構成する部分間で生じる隠蔽（オクルージョン）の状態が変化し、カメラが撮影した監視画像上にて物体の見え方が変わることがある。例えば、カメラで俯瞰撮影する場合、人物がカメラの下に近づくほど胴の一部が頭に隠され、また脚が胴に隠されるといように見え方が変化する。このような隠蔽状態の変化のため、従来技術においては、移動物体の追跡をする際に、監視画像の前後するフレームにそれぞれ現れる同一物体の像の類似度が低下し、フレーム間での対応付けが失敗して追跡が困難となり易い。特に、移動物体が複数同時に存在し得る監視空間内の追跡では、フレーム間にて他の移動物体との誤った対応付けが起こり易いことが顕著な問題となる。

30

【0004】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、隠蔽を考慮した対象物の画像抽出を可能とする画像監視装置を提供し、さらには、監視画像中における対象物の検出や追跡の精度の向上を可能とすることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る画像監視装置は、監視空間を透視投影した監視画像についての投影条件、及び監視対象となる対象物の複数の構成部分毎の立体形状を表す部分モデルと当該部分モデル相互の配置関係とで表される前記対象物の対象物モデルを記憶する記憶部と、前記監視画像、及び前記対象物が存在し得る前記監視空間内の候補位置を入力され、前記候補位置に前記対象物モデルを所定の姿勢で仮想的に配置し、当該対象物モデルを前記投影条件に基づいて透視投影して、前記部分モデルが投影される部分モデル可視領域を前記部分モ

50

デル毎に求め、前記監視画像から前記部分モデル可視領域に対応する部分を前記対象物の構成部分画像として抽出する部分画像抽出手段と、前記構成部分画像の所定の画像特徴から前記対象物の存在を判定する対象物判定手段と、を有する。

【0006】

本発明において、前記部分画像抽出手段は、前記複数の部分モデルのうちの任意の1つである特定部分モデルについて、当該特定部分モデルを単独で透視投影した単独投影領域、及び透視投影の投影線上、当該特定部分モデルより手前に位置する他の前記部分モデルを透視投影した領域である隠蔽領域を求め、前記単独投影領域から前記隠蔽領域との共通部分を除くことにより当該特定部分モデルの前記部分モデル可視領域を求める構成とすることができる。

10

【0007】

本発明に係る他の画像監視装置は、前記対象物判定手段が、参照時刻における前記対象物について得られている前記構成部分画像と関心時刻における前記候補位置に対応して得られた前記構成部分画像とを前記画像特徴について前記構成部分毎に比較し、その比較結果を前記複数の構成部分について統合して対象物類似度を算出し、当該対象物類似度が所定の判定基準を満たした場合に、前記関心時刻の前記候補位置に前記参照時刻の前記対象物が存在すると判定するものである。

【0008】

また、本発明に係るさらに他の画像監視装置は、前記両時刻の少なくとも一方の時刻について、前記単独投影領域に占める前記部分モデル可視領域の比率を前記構成部分画像の非隠蔽度として算出する非隠蔽度算出手段をさらに有し、前記対象物判定手段が、前記構成部分毎に、前記比較結果を前記非隠蔽度に応じた信頼度で重み付けし、重み付けされた前記比較結果を統合して前記対象物類似度を算出する。

20

【0009】

本発明に係る上記画像監視装置において、前記非隠蔽度算出手段は、前記参照時刻及び前記関心時刻の両時刻についてそれぞれ前記非隠蔽度を算出し、前記対象物判定手段は、前記両時刻の前記非隠蔽度それぞれを変数とする所定の信頼度関数に基づいて前記信頼度を算出する構成とすることができる。前記信頼度関数は、前記両時刻の前記非隠蔽度のうち小さい方に応じた関数値を与えるものとすることができる。また、前記信頼度関数は、前記両時刻の前記非隠蔽度の差が大きい程、小さな関数値を与えるものとすることができる。

30

【0010】

本発明に係る他の画像監視装置は、前記対象物判定手段が、前記対象物について既に得られている前記構成部分画像と前記候補位置に対応して得られた前記構成部分画像とを前記画像特徴について前記構成部分毎に比較し、その比較結果を前記複数の構成部分について統合して対象物類似度を算出し、当該対象物類似度が所定の判定基準を満たした場合に、前記候補位置に前記対象物が存在すると判定するものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、対象物の画像は、当該対象物の構成部分毎の画像（構成部分画像）として抽出され、構成部分画像は隠蔽部分を含まないように抽出される。対象物の2つの画像の類似度の判定は、当該2つの画像を構成する構成部分画像を構成部分毎に比較することにより行われる。当該比較では隠蔽の影響が分離・排除されるので、類似度判定の精度向上が図られ、ひいては移動物体の追跡の精度向上が図られる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）である移動物体追跡装置1について、図面に基づいて説明する。移動物体追跡装置1は、例えば、ビルのエントランスや金融機関のATMコーナー等の監視空間にて対象物として人を検出・追跡する。移動物体追跡装置1はさらに、その追跡結果に基づいて、例えば、長時間滞留する不審人物を検出し、

50

異常を報知する等の処理を行うように構成されている。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、実施形態に係る移動物体追跡装置 1 のブロック構成図である。移動物体追跡装置 1 は、撮像部 2、操作部 3、記憶部 4、制御部 5 及び出力部 6 を含んで構成される。

【 0 0 1 4 】

撮像部 2 は、監視カメラであり、監視空間内に設置され、監視空間を所定の時間間隔で撮影する。撮影された監視空間の監視画像は制御部 5 へ出力される。監視空間を X、Y、Z 軸からなる直交座標系で表し、鉛直上方を Z 軸の正方向に設定すると、XY 平面内での人の位置、移動を把握するため、撮像部 2 は基本的に人を俯瞰撮影可能な高さに設置され、例えば、本実施形態では撮像部 2 は、監視カメラの光軸を鉛直下方（Z 軸負方向）に向けて天井に設置される。

10

【 0 0 1 5 】

操作部 3 は、管理者が制御部 5 に対して各種設定を行うための入力手段であり、例えば、タッチパネルディスプレイ等のユーザインターフェース装置である。

【 0 0 1 6 】

記憶部 4 は、RAM、ROM、ハードディスク等の記憶装置であり、制御部 5 に接続される。記憶部 4 は、制御部 5 で使用されるプログラムやデータを記憶する。これに記憶されるデータには、物体情報 40 及びカメラパラメータ 42 が含まれる。

【 0 0 1 7 】

物体情報 40 は、監視空間内に検出された対象物毎の情報であり、物体モデル 400（対象物モデル）、画像特徴データ 402 及び移動軌跡 404 を含む。

20

【 0 0 1 8 】

物体モデル 400 は、対象物を構成する複数の構成部分毎の立体形状を表す部分モデルと、それら部分モデル相互の配置関係とを記述したデータである。移動物体追跡装置 1 が監視対象とする対象物は人であり、本実施形態では、例えば、人の構成部分として頭部、胴部、脚部の 3 つが設定される。また、各構成部分の立体形状を近似的に表す部分モデルとして、長軸が鉛直方向に設定され短軸が水平方向に設定された楕円を鉛直軸（Z 軸）の周りに回転させて得られる回転楕円体を用いる。図 2 は、XYZ 空間内での物体モデル 400 の模式図である。物体モデル 400 は、脚部の部分モデル 401L の下端を床面又は地表面等の基準面（Z = 0）に接地し、その脚部の部分モデル 401L の上に胴部、頭部の部分モデル 401B、401H を順に Z 軸方向に積み重ねた配置関係を有する。基準面から頭部中心までの高さ h、胴部の最大幅 w（胴部短軸直径）は対象物毎に設定する。高さ h に対する頭部中心から胴部中心までの長さ、頭部中心から脚部中心までの長さ、頭部長軸半径、胴部長軸半径及び脚部長軸半径それぞれの比と、幅 w に対する頭部短軸半径及び脚部短軸半径それぞれの比とは、各対象物に共通の値に設定する。このようにして部分モデル 401 の高さ及び幅が対象物毎に設定され、これにより、後述する各構成部分の画像抽出が対象物の体格差の影響を受けにくくなり、精度良い抽出処理が可能となる。なお、撮像部 2 との位置関係から、頭部は他の構成部分に隠蔽されにくく、監視画像に良好に現れることから、頭部中心を基準としている。

30

【 0 0 1 9 】

画像特徴データ 402 は、各対象物を特徴付ける情報であり、対象物の追跡処理において、前後する時刻の監視画像からそれぞれ抽出された対象物の像を同定するために用いられる。画像特徴データ 402 には、構成部分毎の画像特徴量が含まれる。当該画像特徴量は、追跡処理の過程で物体像に含まれる各構成部分の画像（構成部分画像）を分析することにより得られ、得られた画像特徴量が画像特徴データ 402 として対象物毎、及び構成部分毎に記憶部 4 に格納される。例えば、本実施形態では画像特徴量として色ヒストグラムを用いる。また、画像特徴量の分析元である構成部分画像の非隠蔽度 r_p （後述）を画像特徴データ 402 として、画像特徴量と対応付けて記憶部 4 に記憶してもよい。

40

【 0 0 2 0 】

移動軌跡 404 は、対象物毎の位置（物体位置）の履歴を表す情報である。物体位置は

50

頭部中心の三次元座標とする。

【0021】

カメラパラメータ42は、撮像部2が監視空間を透視投影した監視画像を撮影する際の投影条件に関する情報を含む。例えば、実際の監視空間における撮像部2の設置位置及び撮像方向といった外部パラメータ、撮像部2の焦点距離、画角、レンズ歪みその他のレンズ特性や、撮像素子の画素数といった内部パラメータを含む。実際に計測するなどして得られたこれらのパラメータが、移動物体追跡装置1の使用に際して予め操作部3から入力され、記憶部4に格納される。

【0022】

カメラパラメータ42は、監視空間に仮想的に置かれた物体モデル400を撮像部2の撮像面に投影する処理に用いられる。図3は、当該投影を説明する模式図である。例えば、公知のピンホールカメラモデル等のカメラモデルにカメラパラメータ42を適用して、監視空間の各位置を撮像部2の撮像面71に投影するための座標変換式を得ることができる。図3は、XYZ座標系で定義される監視空間70に物体モデル400a, 400bを仮想的に配置し、これら物体モデル400a, 400bを上記座標変換式により撮像部2の撮像面71に投影する様子を示しており、物体モデル400a, 400bはそれぞれ撮像面71上の二次元の投影像72a, 72bに変換される。

【0023】

制御部5は、DSP (Digital Signal Processor)、MCU (Micro Control Unit)等の演算装置を用いて構成され、記憶部4からプログラムを読み出して実行し、物体像抽出手段50、追跡手段52、異常判定手段54をとって機能する。追跡手段52は、位置予測手段520、部分画像抽出手段522、非隠蔽度算出手段524、対象物判定手段526及び物体情報更新手段528を含んで構成される。制御部5は、撮像部2から入力される監視画像を画像処理して物体像を抽出し、物体像を抽出された対象物を追跡する。そして、追跡の結果に基づいて不審者の検出等を行い、不審者を検出すると異常信号を出力部6へ出力する。

【0024】

物体像抽出手段50は、撮像部2により得られた監視画像から対象物の物体像を抽出し、抽出された物体像の情報を対象物判定手段526へ出力する。具体的には、物体像抽出手段50は、対象物が映っていないと判断する監視画像を背景画像に設定し、記憶部4に格納する。そして、物体像抽出手段50は、撮像部2から監視画像を入力されると、当該監視画像と背景画像との差分処理を行い、背景画像に存在しない像を検出し、検出した像のうち所定値以上の大きさを有する像を物体像として抽出する。ここで、所定値はノイズによる像を除去するための閾値であり、予め設定される。

【0025】

位置予測手段520は、移動軌跡404 (過去の物体位置) に等速運動モデル等の運動モデル、又はカルマンフィルタ等の予測フィルタを適用することにより、現時刻における物体位置を予測する。位置予測手段520は、運動モデル又は予測フィルタにより直接的に得られる現時刻の予測位置に加え、その周りに、運動の変化による予測の誤りを吸収するために複数の予測位置をさらに設定する。その際、中心の予測位置を最頻値とする正規分布等の確率関数を設定し、確率の高い領域ほど予測位置を密に分布させることが好ましい。なお、対象物は基準面に接地して立っているとの拘束条件から予測位置の高さには物体モデル400の高さhを設定する。

【0026】

部分画像抽出手段522は、移動軌跡404が既に得られている対象物については、位置予測手段520から入力される予測位置を対象物が存在し得る監視空間内の候補位置として、当該候補位置に、人が立っている姿勢に対応して定められている物体モデル400を仮想的に配置する。また、移動軌跡404がまだ記憶部4に記憶されていない新規の対象物については、物体像抽出手段50にて抽出された物体像の位置を候補位置として、ここに物体モデル400を仮想配置する。

10

20

30

40

50

【0027】

部分画像抽出手段522は、物体モデル400をカメラパラメータ42により与えられる投影条件に基づいて透視投影して、撮像面に部分モデル401H, 401B, 401Lが投影される領域をそれぞれ求める。ここで求める当該領域は、各部分モデルが監視画像に結像されて「視認」される領域、すなわち部分モデル可視領域であり、以下、当該領域を観測領域と称する。なお、透視投影は、上述の座標変換式を用いて行われる。部分画像抽出手段522は、監視画像から観測領域に対応する部分を対象物の構成部分画像として抽出する。

【0028】

図4は、観測領域を求める処理の説明図である。部分画像抽出手段522は各部分モデル401H, 401B, 401Lをそれぞれ単独で透視投影して単独投影領域を求める。単独投影領域は、他の部分モデルによる隠蔽の影響を受けないので、各部分モデルの全体の投影像（全体領域像）となる。図4に示すように、部分モデル401H, 401B, 401Lに対応して全体領域像80a, 80b, 80cが得られる。

【0029】

次に、複数の部分モデルそれぞれを1つずつ特定部分モデルとして選択し、当該特定部分モデルより撮像部2に近い、すなわち透視投影の投影線上、当該特定部分モデルより手前に位置する他の部分モデルを透視投影した領域を求める。この領域は、特定部分モデルの全体領域像を隠蔽し得る隠蔽領域を表す。具体的には、頭部の部分モデル401Hに対しては、それより投影線上手前の他の部分モデルはないので、隠蔽領域像は存在しない。一方、胸部の部分モデル401Bに対しては、頭部の部分モデル401Hが手前に位置するので、その投影像が胸部に対する隠蔽領域像81bとなる。また、脚部の部分モデル401Lに対しては、頭部、胸部の部分モデル401H, 401Bが手前に位置するので、それらの投影像が脚部に対する隠蔽領域像81cとなる。

【0030】

部分画像抽出手段522は、各特定部分モデルの全体領域像から隠蔽領域像との重複部分を除くことにより当該特定部分モデルの観測領域像を求める。その結果、頭部に対しては隠蔽を生じていない観測領域像82aが得られ、一方、胸部、脚部については楕円の一部が隠蔽された形状の観測領域像82b, 82cが得られる。ちなみに、観測領域像を求める処理は、全体領域像に含まれる画素を1、それ以外の画素を0とした二値画像と、隠蔽領域像に含まれる画素を0、それ以外の画素を1とした二値画像との論理積演算により行うことができ、その結果、観測領域像に含まれる画素が1、それ以外の画素が0である二値画像が得られる。

【0031】

なお、撮像部2との距離が近い部分モデルから順に特定部分モデルに設定し、その特定部分モデルについて全体領域像を投影し観測領域像を演算し終わると、当該特定部分モデルの全体領域像と隠蔽領域像との論理和を求め、これを次の特定部分モデルの隠蔽領域像として設定する構成とすることができ、これにより処理の効率化や各種像に対応した画像を保持するためのメモリの所要量の低減を図ることができる。例えば、頭部の観測領域像82aを求める処理が終わると、隠蔽領域像を格納するフレームメモリに頭部の全体領域像80aが格納され、これが次の処理対象となる胸部についての隠蔽領域像81bとして用いられる。さらに、胸部の観測領域像82bを求める処理が終わると、隠蔽領域像を格納するフレームメモリの内容が現在の隠蔽領域像81bと胸部の全体領域像80bとの論理和で書き換えられ、これが次の処理対象である脚部についての隠蔽領域像81cとなる。

【0032】

部分画像抽出手段522は、監視画像から、各構成部分の観測領域に対応する部分を抽出して構成部分画像を求め、1つの物体像を各構成部分毎の複数の構成部分画像に分ける。上述のように部分画像抽出手段522は、各構成部分と撮像部2との距離関係に基づき観測領域を演算することで、構成部分画像を求める際に、隠蔽状態を適切に考慮することができる。すなわち、部分画像抽出手段522は、構成部分間で隠蔽が生じる場合でも、

10

20

30

40

50

その隠蔽の影響を除去して、構成部分画像を精度良く抽出することができる。

【 0 0 3 3 】

上記では、対象物の一部が自身によって隠蔽される自己隠蔽（セルフ・オクルージョン）の影響が除去された部分画像を抽出する処理を説明したが、さらに、別の対象物について抽出された部分画像との関係を用いることによって物体間の隠蔽（インター・オクルージョン）の影響を除去することもできる。

【 0 0 3 4 】

すなわち、観測領域を求める処理において、処理対象としている対象物の隠蔽領域に加えて、処理対象としている対象物よりも手前に位置する別の対象物について求めた観測領域をも隠蔽領域とし、全体領域から隠蔽領域との重複部分を除いて観測領域を求める。

10

【 0 0 3 5 】

非隠蔽度算出手段 5 2 4 は、各構成部分について、当該部分の全体領域の大きさに対する観測領域の大きさの比率を非隠蔽度 r_p （添え字 p は構成部分を区別する標識である）として算出する。すなわち、 r_p は構成部分の単独の像のうち監視画像上で観測できる部分の割合を表す。ここで、 r_p 算定に用いる全体領域の大きさ及び観測領域の大きさは、部分画像抽出手段 5 2 2 で求められた全体領域像、観測領域像に含まれる画素数を計数することで得られる。

【 0 0 3 6 】

対象物判定手段 5 2 6 は、先行する所定の参照時刻にて対象物について得られている構成部分画像と関心時刻における候補位置に対応して得られた構成部分画像とを画像特徴について構成部分毎に比較し、その比較結果を複数の構成部分について統合して統合類似度（対象物類似度）を算出する。そして、当該統合類似度が所定の判定基準を満たした場合に、現時刻の候補位置に参照時刻にて検出された対象物が存在すると判定する。すなわち、対象物判定手段 5 2 6 は前後する時刻間にて撮影された対象物が同じものであるか否かを判定する同定処理を行う。また、同定された物体像の位置を対象物の物体位置と定める。

20

【 0 0 3 7 】

具体的には、まず、対象物判定手段 5 2 6 は、部分画像抽出手段 5 2 2 により抽出された現時刻の構成部分画像から画像特徴量を抽出し、これと、記憶部 4 に画像特徴データ 4 0 2 として記憶されている一時刻前の画像特徴量とを構成部分毎に比較して構成部分毎の類似度 u_p を算出する。画像特徴データ 4 0 2 の色ヒストグラムを h_R 、現時刻の色ヒストグラムを h_I で表すと、例えば、次式で定義するように両者のユークリッド距離に - 1 を乗じた値を u_p として用いることができる。なお、 Σ は色ヒストグラムの全要素に関する総和を意味する。

30

$$u_p \equiv - \Sigma h_R - h_I^2 \quad \dots \dots \dots (1)$$

【 0 0 3 8 】

次に対象物判定手段 5 2 6 は、対象物毎に各構成部分の類似度 u_p を加算して各対象物についての統合類似度 U を算出する。そして、統合類似度 U を予め定めた閾値と比較し、 U が閾値以上であれば、現時刻に抽出された物体像が一時刻前の比較対象とした対象物と同一の対象物であると判定する。

40

【 0 0 3 9 】

構成部分毎の類似度 u_p は当該部分に関する画像部分のみを精度良く抽出した上述の構成部分画像を用いて算出されたものであるので、当該 u_p を統合して物体像の同定を行うことで、構成部分間で隠蔽が生じる場合であっても高精度の同定が可能となる。

【 0 0 4 0 】

ここで、類似度 u_p の信頼度は、各構成部分の隠蔽の大きさやその変化といった隠蔽状態の影響を受け得る。対象物判定手段 5 2 6 は、次式に示すように、構成部分毎に、類似度 u_p を非隠蔽度 r_p に応じた信頼度 g_p で重み付けし、重み付けされた構成部分毎の類似度を統合して統合類似度 U を算出するように構成できる。ここで次式の Σ は p についての総和、すなわち、構成部分（頭部、胴部、脚部）について合計することを意味する。こ

50

うすることで、信頼度が高い構成部分ほど同定に大きく寄与させることができ、物体像を高精度に同定できる。

$$U \equiv \sum g_p u_p \quad \dots \dots \dots (2)$$

【0041】

信頼度 g_p は非隠蔽度 r_p の関数として予め設定される。 g_p は、一時刻の物体像に関して算出された非隠蔽度 r_p のみを用いた関数で定義することもできるし、複数時刻の物体像に関して算出された非隠蔽度 r_p を用いた関数で定義することもできる。ここでは便宜的に前者を「静的な信頼度」、後者を「動的な信頼度」と称する。

【0042】

静的な信頼度 g_p の一例は、次式で定義される g_{1p} である。

$$g_{1p} \equiv \alpha r_p + \beta \quad (\text{但し、}\alpha > 0, \beta \geq 0) \quad \dots \dots \dots (3)$$

【0043】

また、静的な信頼度 g_p は r_p に対する他の増加関数とすることもできる。

【0044】

動的な信頼度 g_p の例は、現時刻（関心時刻）の非隠蔽度 $r_{p,t}$ と一時刻前（参照時刻）の非隠蔽度 $r_{p,t-1}$ との所定の信頼度関数 $f(r_{p,t}, r_{p,t-1})$ で定義されるものである。例えば、先行する時刻では構成部分の一部しか見えていなかったが、現時刻ではそのほとんどが見えているなど、前後する時刻間で構成部分の非隠蔽度 r_p は変化し得る。動的な信頼度は、この r_p の変化を考慮に入れた好適な統合類似度の決定を可能とする。

【0045】

信頼度関数 $f(r_{p,t}, r_{p,t-1})$ で定義される動的な信頼度として以下に4つの例 $g_{2p}, g_{3p}, g_{4p}, g_{5p}$ を示す。なお、(4)～(7)式において、 $\alpha > 0$ 、 $\beta \geq 0$ 、 $\varepsilon > 0$ である。これらは事前の実験を通じて適宜、設定される定数である。これらの定数は部位毎に異なる値を設定することもできる。ちなみに ε は分母が0となることによる発散を防止するための定数であり、基本的に微小値に設定できる。

$$g_{2p} \equiv \alpha \cdot \min(r_{p,t}, r_{p,t-1}) + \beta \quad \dots \dots \dots (4)$$

【0046】

この g_{2p} は、前後する時刻間にて物体像を同定する信頼性が、各時刻のうち信頼性の低い状態の方の影響を受け易いという考えに基づくものであり、両時刻における非隠蔽度 $r_{p,t}, r_{p,t-1}$ のうち小さい方に応じた値となる。

$$g_{3p} \equiv \alpha / (|r_{p,t-1} - r_{p,t}| + \varepsilon) + \beta \quad \dots \dots \dots (5)$$

【0047】

この g_{3p} は、前後する時刻間にて物体像を同定する信頼性が、見え方の変化の大きさに影響されるという考えに基づくものであり、非隠蔽度 $r_{p,t}$ と $r_{p,t-1}$ との差が大きいほど小さな値となる。

$$g_{4p} \equiv \alpha (r_{p,t-1} + r_{p,t}) / (|r_{p,t-1} - r_{p,t}| + \varepsilon) + \beta \quad \dots \dots \dots (6)$$

【0048】

この g_{4p} は、 g_{3p} の右辺第1項の $|r_{p,t-1} - r_{p,t}|$ を $(r_{p,t-1} + r_{p,t})$ で正規化したものである。見え方の変化の大きさが同程度であっても、非隠蔽部分の面積が小さいほど変化の影響が大きい。信頼度 g_{4p} では g_{3p} において非隠蔽部分の面積の違いにより生じる格差を是正できる。

$$g_{5p} \equiv \alpha \cdot \min(r_{p,t}, r_{p,t-1}) / (|r_{p,t-1} - r_{p,t}| + \varepsilon) + \beta \quad \dots \dots \dots (7)$$

【0049】

この g_{5p} は、 g_{2p} と g_{3p} とを融合させたものであり、前後する時刻の物体像を同定する信頼性は、信頼性の低い側に影響されるし、見え方の変化の大きさにも影響されるという考えに基づくものである。 g_{5p} は、非隠蔽度 $r_{p,t}, r_{p,t-1}$ のうち小さい方に応じた値となる一方、非隠蔽度 $r_{p,t}, r_{p,t-1}$ の差が大きいほど大きな値

10

20

30

40

50

となる。例えば、本実施形態では、この g_{5p} を用いて統合類似度を算出する。

【0050】

物体情報更新手段528は、新たに検出された対象物について物体情報40を作成し、また、既に検出されている対象物についての物体情報40を更新する。具体的には、新規物体の登録処理では、物体像抽出手段50により抽出された物体像の中に、対象物判定手段526により判定された物体位置のいずれにも存在しない物体像があるとき、新たな物体情報40を作成する。その際、当該物体像内に複数の探索位置を設定し、各探索位置に物体モデル400の全身を投影し、投影像と物体像との形状を比較する。形状の比較は、物体モデル400の高さ及び幅を、標準的な対象物の高さ及び幅を基準とする所定範囲内で複数設定する。比較の結果、最も形状が一致した場合の探索位置を新規物体の物体位置であると定め、当該対象物の物体情報40の移動軌跡404の初期値として記憶部4に格納する。対象物は基準面に接地しているとの拘束条件があるため上記物体位置は三次元空間中に一意に定まる。また、そのときの高さ h 及び幅 w を有する物体モデル400を当該対象物の物体情報40に格納する。さらに、物体情報更新手段528は、決定された物体位置及び物体モデル400を部分画像抽出手段522に与える。部分画像抽出手段522は与えられた物体位置及び物体モデル400に基づいて、各構成部分画像を抽出し、それに基づいて対象物判定手段526が画像特徴量を、また非隠蔽度算出手段524が非隠蔽度 r_p を求める。物体情報更新手段528は、この画像特徴量及び非隠蔽度 r_p を、当該対象物の物体モデル400を構成する画像特徴データ402として記憶部4に格納する。

10

【0051】

既存物体の追跡処理では、部分画像抽出手段522により抽出された構成部分画像に基づいて対象物判定手段526が前後時刻間での対象物の同定を行う。物体情報更新手段528は、同定された構成部分画像について得られる画像特徴量及び非隠蔽度 r_p で、同定された対象物の画像特徴データ402を更新する。また、同定された対象物の代表位置(頭部中心)を同定された対象物の移動軌跡404に追加する。

20

【0052】

一方、現在の監視画像の物体像の中に、先行時刻で検出されていた物体像に対応するものを同定できなかった場合には、当該先行時刻の物体像は監視空間から消失した物体として取り扱われ、物体情報更新手段528は当該消失物体の物体情報40を記憶部4から削除する。

30

【0053】

異常判定手段54は、記憶部4に記憶されている移動軌跡404を分析して、例えば、監視空間に長期間滞留している対象物が存在すれば、これを不審者の存在等の異常と判定して出力部6へ異常信号を出力する。具体的には、移動軌跡404のそれぞれに含まれる物体位置の数を計数して、所定数以上(例えば、10分間相当以上)の物体位置を含む移動軌跡404があれば異常と判定する。

【0054】

出力部6は、センタ装置等の外部装置と通信線により接続され、外部装置へ異常信号を送信する。

【0055】

次に移動物体追跡装置1の動作を説明する。図5は、移動物体追跡装置1における物体追跡処理の概略のフロー図である。

40

【0056】

監視空間が無人であることを確認して管理者が電源を投入すると、移動物体追跡装置1の各部、各手段が動作を開始し、所定の初期化が行われる(S10)。このとき、制御部5は撮像部2からの監視画像を背景画像として記憶部4に記憶させる。

【0057】

続いて、制御部5は記憶部4にカメラパラメータ42が設定されているかを確認し(S15)、設定されていなければ管理者による操作部3からのカメラパラメータ42の入力を受け付け、入力されたカメラパラメータ42を記憶部4に格納する(S20)。その後

50

、撮像部 2 から制御部 5 へ監視画像が新たに入力されるたびに S 2 5 ~ S 7 5 の一連の処理が繰り返される。

【 0 0 5 8 】

まず、制御部 5 は撮像部 2 が新たに撮像した監視画像を取得し (S 2 5)、制御部 5 の物体像抽出手段 5 0 は取得された監視画像を、記憶部 4 に記憶されている背景画像と比較して物体像 (人物像) を抽出する (S 3 0)。

【 0 0 5 9 】

続く物体位置判定処理において制御部 5 の追跡手段 5 2 は、監視画像中に画像特徴データ 4 0 2 が表す物体の像を同定することにより、画像特徴データ 4 0 2 が表す物体の現在位置を判定する (S 3 5)。物体位置判定処理の詳細については後述する。

10

【 0 0 6 0 】

物体位置判定処理が終わると制御部 5 の物体情報更新手段 5 2 8 は、新規物体があるかどうかを確認する (S 4 0)。すなわち、物体情報更新手段 5 2 8 は処理 S 3 0 にて抽出された物体像の中に、処理 S 3 5 にて判定された物体位置のいずれにも存在しない物体像があれば、当該物体像を新規出現した物体の像として新たな物体情報 4 0 を作成する (S 4 5)。

【 0 0 6 1 】

続いて、物体情報更新手段 5 2 8 は、物体情報 4 0 の更新を行う (S 5 0)。すなわち、処理 S 3 5 にて物体位置が判定された物体情報 4 0 があれば、当該物体情報 4 0 の画像特徴データ 4 0 2 を後述する図 6 の処理 S 3 6 2 で算出される画像特徴量に更新し、移動軌跡 4 0 4 に図 6 の処理 S 3 7 2 にて判定された物体位置を追加する。

20

【 0 0 6 2 】

また、物体情報更新手段 5 2 8 は、処理 S 4 5 にて新たな物体情報 4 0 が作成されていれば、当該物体情報 4 0 を記憶部 4 に格納し、一方、処理 S 3 5 にて物体位置が判定されなかった物体情報 4 0 があれば、それを記憶部 4 から削除する。

【 0 0 6 3 】

全物体が消失している、すなわち監視空間に対象物が存在しない場合 (S 5 5 にて Y E S)、物体像抽出手段 5 0 は記憶部 4 に記憶されている背景画像を現在の監視画像により更新する (S 6 0)。その後、制御部 5 は処理を S 2 5 へ戻す。

【 0 0 6 4 】

一方、監視空間に対象物が存在する場合 (S 5 5 にて N O) には、異常判定手段 5 4 は、更新された移動軌跡 4 0 4 を分析して異常な移動軌跡 4 0 4 を有する対象物が存在するか否かを判定する (S 6 5)。異常があると判定した場合 (S 7 0 にて Y E S)、異常判定手段 5 4 は、異常判定された対象物の位置及び監視画像を含む異常信号を含む異常信号を出力部 6 へ出力する (S 7 5)。この処理 S 7 5 は、異常が判定されない場合 (S 7 0 にて N O) にはスキップされる。

30

【 0 0 6 5 】

異常信号を受け取った出力部 6 は、当該信号をセンタ装置へ送信する。センタ装置は異常信号に含まれる情報を表示して監視員へ異常を報知し、表示を見た監視員は不審者の排除などの対処を行い、制御部 5 は処理を S 2 5 へ戻す。

40

【 0 0 6 6 】

図 6 は物体位置判定処理の概略のフロー図であり、これを用いて当該処理を説明する。制御部 5 の位置予測手段 5 2 0 は、対象物の移動軌跡 4 0 4 から当該対象物の現在位置を予測して、各対象物それぞれについて複数の予測位置を設定する (S 3 5 0)。

【 0 0 6 7 】

追跡手段 5 2 は各対象物の予測位置 (分布の中心位置) と撮像部 2 との距離を求め、求めた距離が近い対象物から順に処理対象に設定し (S 3 5 2)、処理対象の対象物について処理 S 3 5 4 ~ S 3 7 4 を行う。

【 0 0 6 8 】

処理 S 3 5 4 ~ S 3 7 4 は、処理対象として選択された対象物の複数の予測位置につい

50

てのループ処理となっており、予測位置が順次設定され（S354）、当該設定された予測位置に関して処理S356～S374が行われる。

【0069】

まず、制御部5の部分画像抽出手段522は処理対象の予測位置に物体モデル400を配置した仮想空間を撮像部2の撮像面に投影し、さらに、既に求められている対象物の観測領域を用いることにより各構成部分の構成部分画像を抽出する（S356）。部分画像抽出手段522は、処理対象としている対象物について処理S356にて演算される各構成部分の全体領域及び観測領域を、現時刻の処理が完了するまで、記憶部4に一時記憶させる。

【0070】

次に、制御部5の非隠蔽度算出手段524は各構成部分の観測領域の面積（画素数）を全体領域の面積で除して、各構成部分の非隠蔽度 $r_{p,t}$ を算出する（S358）。

【0071】

続いて、制御部5の対象物判定手段526は処理S358にて算出された現時刻の非隠蔽度 $r_{p,t}$ 、及び画像特徴データ402として記憶されている前時刻の非隠蔽度 $r_{p,t-1}$ を（7）式に代入して信頼度 g_{5p} を算出する（S360）。また、対象物判定手段526は、処理S356にて抽出された各構成部分画像から画像特徴量を抽出し（S362）、抽出された画像特徴量と、記憶部4に記憶されている画像特徴データ402の画像特徴量とを構成部分毎に比較して、構成部分毎の類似度 u_p を算出する（S364）。そして、処理S360にて得られた信頼度 g_{5p} と、処理S364にて得られた各構成部分の類似度 u_p とを（2）式に代入して統合類似度 U を算出する（S366）。

【0072】

対象物判定手段526は、処理対象の対象物に設定された複数の予測位置全てについて統合類似度 U を算出すると（S368にてYES）、これらの統合類似度のうち最大のものが、予め設定された基準値以上であるか否かを判定する（S370）。基準値以上であれば最大の統合類似度を与える予測位置に存在する画像情報を処理対象とする物体の像と同定し、当該予測位置を処理対象の対象物の物体位置と判定する（S372）。一方、基準値未満であれば処理対象の対象物を同定せず、処理対象の対象物を消失させる処理を行い、物体位置は不明と判定する（S374）。

【0073】

以上の処理S354～S374を全ての対象物について終わると（S376にてYES）、制御部5は処理を図5に示した処理S40へ戻す。

【0074】

上述の実施形態では、撮像部2は対象物を上方から撮影する配置としたが、下方から撮影する配置とすることもできる。この場合、撮像部2に近い構成部分が、脚部、胴部、頭部の順であると設定して、基本的に上記実施形態と同様に構成することができる。

【0075】

また、撮像部2が対象物の側方から撮影するなど、対象物の高さによって上記順序が変動する場合、各構成部分と撮像部2との距離関係を、物体モデル400に基づき個別に算出して、当該順序を判定することができる。

【0076】

画像特徴量は色ヒストグラムに限られず、例えば、輝度ヒストグラム、エッジ強度のヒストグラム、エッジ方向のヒストグラム、又はテクスチャなど種々の画像特徴量を採用することができる。さらには2以上の画像特徴量を組み合わせても良い。

【0077】

以上の実施形態では移動物体追跡装置1に本発明を適用した例を説明したが、本発明は物体追跡に限らず、例えば、蓄積されている1又は複数の監視画像の中から対象物を探し出す検索に用いることもできる。その場合、カメラパラメータ42及び画像特徴データ402、物体モデル400を記憶部4に記憶させておき、検索対象の監視画像の全領域に亘り複数の位置を設定し、当該位置から構成部分画像を抽出して画像特徴データ402との

10

20

30

40

50

同定を探索的に行う。この場合、探索範囲を全領域とせず、操作部 3 等により予め設定された領域としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図 1】本発明の実施形態に係る移動物体追跡装置のブロック構成図である。

【図 2】X Y Z 空間内の物体モデルの模式図である。

【図 3】監視空間に仮想的に置かれた物体モデルを撮像部の撮像面に投影する処理を説明する模式図である。

【図 4】観測領域を求める処理の説明図である。

【図 5】移動物体追跡装置における物体追跡処理の概略のフロー図である。

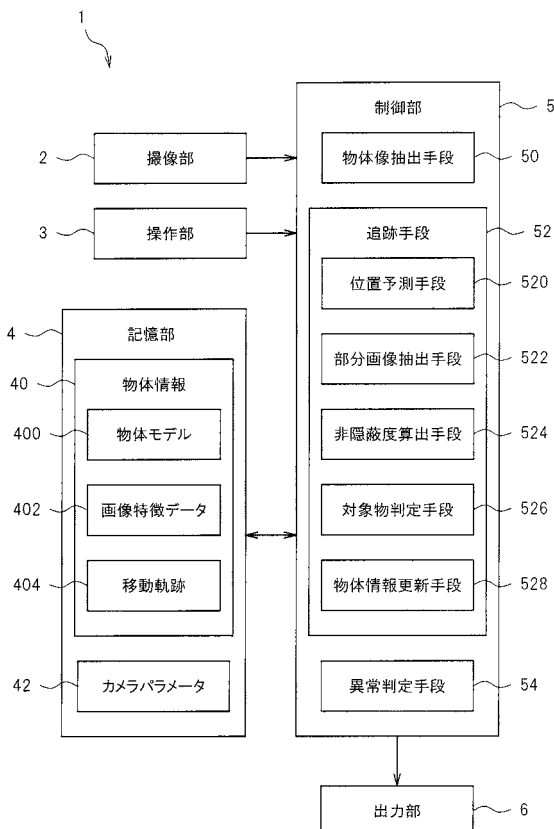
【図 6】物体位置判定処理の概略のフロー図である。

【符号の説明】

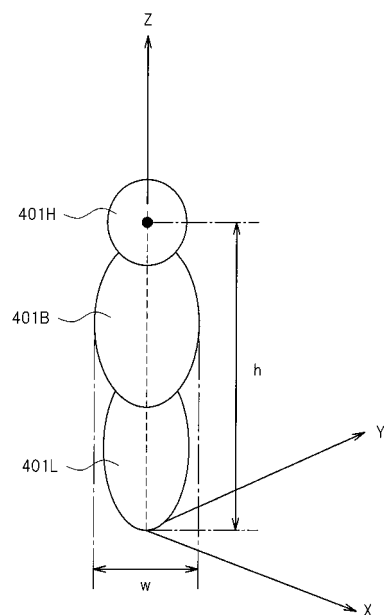
【0079】

1 移動物体追跡装置、2 撮像部、3 操作部、4 記憶部、5 制御部、6 出力部、40 物体情報、42 カメラパラメータ、50 物体像抽出手段、52 追跡手段、54 異常判定手段、400 物体モデル、402 画像特徴データ、404 移動軌跡、520 位置予測手段、522 部分画像抽出手段、524 非隠蔽度算出手段、526 対象物判定手段、528 物体情報更新手段。

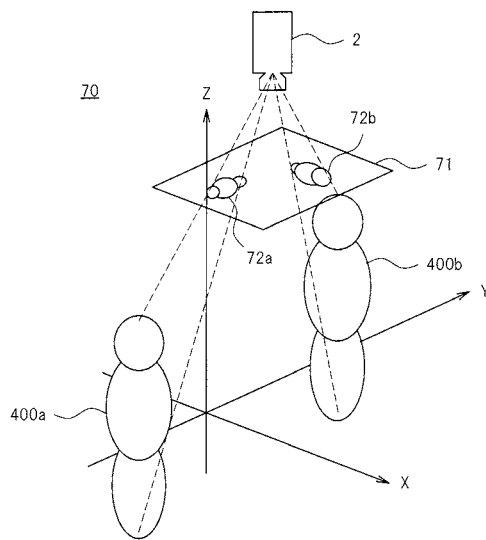
【図 1】



【図 2】



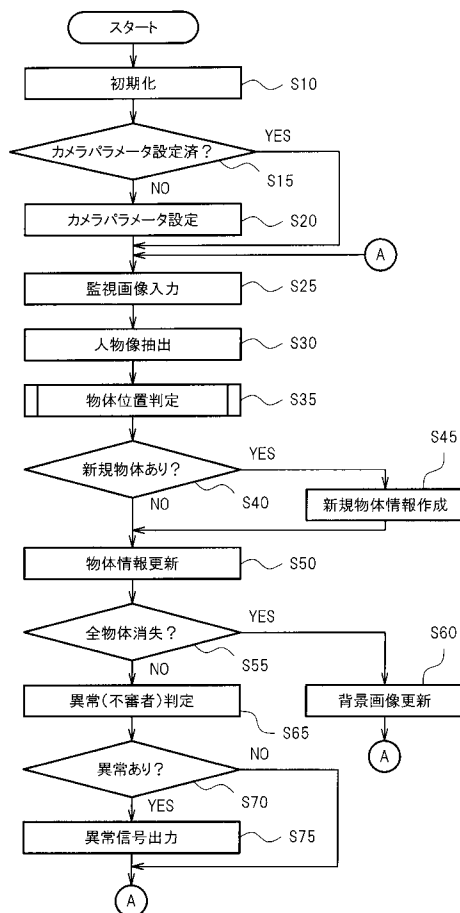
【図 3】



【図 4】

部位 投影像	頭部	胸部	脚部
全体領域像	80a	80b	80c
隠蔽領域像		81b	81c
観測領域像	82a	82b	82c

【図 5】



【図 6】

