(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6516609号
(P6516609)
(45)発行日　令和1年5月22日(2019.5.22)　(24)登録日　平成31年4月26日(2019.4.26)

(51)Int.Cl.　F I
G06T 7/254 (2017.01)　G06T 7/254 B

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21)出願番号　特願2015-144864(P2015-144864)
(22)出願日　平成27年7月22日(2015.7.22)
(65)公開番号　特開2017-27344(P2017-27344A)
(43)公開日　平成29年2月2日(2017.2.2)
審査請求日　平成30年2月13日(2018.2.13)

(73)特許権者　000208891
ＫＤＤＩ株式会社
東京都新宿区西新宿二丁目３番２号
(74)代理人　100092772
弁理士　阪本　清孝
(74)代理人　100119688
弁理士　田邊　壽二
(72)発明者　上野　智史
埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号
株式会社ＫＤＤＩ研究所内
(72)発明者　内藤　整
埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号
株式会社ＫＤＤＩ研究所内

審査官　真木　健彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】動物体検出装置及びその背景モデル構築方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
背景差分法による動物体の検出に用いる背景モデルの構築方法において、
背景画像から注目画素を順次に選択する手順と、
注目画素ごとに複数の放射方向へ画素探索を行い、特徴量差が所定の条件を満足する参照画素を放射方向ごとに登録する探索手順と、
注目画素ごとに前記参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築する手順とを含み、
前記探索手順では、特徴量差の符号値が正で差幅が第１閾値を超える正側参照画素、および特徴量差の符号値が負で差幅が第２閾値を超える負側参照画素を予定数ずつ探索することを特徴とする背景モデル構築方法。
【請求項２】
前記放射方向ごとに探索された参照画素の集合から、注目画素からの距離がより近い一部の正側参照画素及び負側参照画素を優先的に選択する手順を含み、
前記背景モデルを構築する手順は、前記選択された参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築することを特徴とする請求項１に記載の背景モデル構築方法。
【請求項３】
前記探索手順において予定数の参照画素を探索できなかったときに、不足数分の参照画素を異なる探索方法で探索する第２の探索手順を含むことを特徴とする請求項１または２

に記載の背景モデル構築方法。
【請求項４】
前記第２の探索手順は、前記不足数分の参照画素を、前記背景画像上でランダムに探索することを特徴とする請求項３に記載の背景モデル構築方法。
【請求項５】
前記第２の探索手順は、前記不足数分の参照画素を、前記放射方向とは異なる他の放射方向上で探索することを特徴とする請求項３に記載の背景モデル構築方法。
【請求項６】
前記第２の探索手順は、複数の背景画像の二次元配列を仮想し、前記不足数分の参照画素を、当該放射方向の延長線上で探索することを特徴とする請求項３に記載の背景モデル構築方法。
【請求項７】
入力フレームを背景モデルと比較して動物体を検出する動物体検出装置において、
背景画像から選択した注目画素ごとに複数の放射方向へ参照画素探索を行い、特徴量差が所定の条件を満足する参照画素を放射方向ごとに登録する探索手段と、
注目画素ごとに前記参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築する手段と、
入力フレームを前記背景モデルと比較し、対応する注目画素と各参照画素との特徴量差の符号値の類似度に基づいて動物体の画素を識別する手段とを具備し、
前記探索手段は、
特徴量差の符号値が正で差幅が第１閾値を超える予定数の正側参照画素を探索する正側探索手段と、
特徴量差の符号値が負で差幅が第２閾値を超える予定数の負側参照画素を探索する負側探索手段とを含むことを特徴とする動物体検出装置。
【請求項８】
前記放射方向ごとに探索された参照画素の集合から、注目画素からの距離がより近い一部の正側参照画素及び負側参照画素を優先的に選択する手段を更に具備し、
前記背景モデルを構築する手段は、前記選択された参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築することを特徴とする請求項７に記載の動物体検出装置。
【請求項９】
前記探索手段が予定数の参照画素を探索できなかったときに、不足数分の参照画素を異なる探索方法で探索する第２の探索手段を更に具備したことを特徴とする請求項７または８に記載の動物体検出装置。
【請求項１０】
前記第２の探索手段は、前記不足数分の参照画素を、前記背景画像上でランダムに探索することを特徴とする請求項９に記載の動物体検出装置。
【請求項１１】
前記第２の探索手段は、前記不足数分の参照画素を、前記放射方向とは異なる他の放射方向上で探索することを特徴とする請求項９に記載の動物体検出装置。
【請求項１２】
前記第２の探索手段は、複数の背景画像の二次元配列を仮想し、前記不足数分の参照画素を、当該放射方向の延長線上で探索することを特徴とする請求項９に記載の動物体検出装置。
【請求項１３】
背景画像の経時的な変動により前記特徴量差の符号値が変化しないように前記第１および第２閾値を決定する閾値決定手段を更に具備したことを特徴とする請求項７ないし１２のいずれかに記載の動物体検出装置。
【請求項１４】
前記背景画像が動画像であって、

背景画像の画素ごとに特徴量の時系列変動を分析する手段と、
前記第１および第２閾値を、注目画素の時系列変動および各探索位置における画素の時系列変動の各変動成分のみによっては特徴量差が前記所定の条件を満足しないように設定する閾値設定手段とを更に具備したことを特徴とする請求項７ないし１３のいずれかの記載の動物体検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、固定カメラで撮影した映像から、背景画像を用いた背景差分法により動物体を精度よく検出する動物体検出装置及びその背景モデル構築方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
固定カメラ映像から撮像ノイズ、多少の照明変動および周期的に微小に移動する領域の影響を取り除いて動物体を精度よく検出する技術は、監視映像解析技術の前処理として非常に重要であり、人物行動解析や異常行動検出に利用できる。
【０００３】
固定カメラ映像から動物体を検出するために、映像の前後フレームの差分を動物体と認識する背景差分法が提案されており、この背景差分法を基本とする様々な動物体検出方法が考案されている。
【０００４】
このうち、撮像ノイズ、多少の照明変動および周期的に微小に移動する領域の影響といった課題をおよそ解決し、かつオンライン処理でありながら背景モデル保持のメモリ量を少なくできる方法が特許文献1および非特許文献1に開示されている。
【０００５】
これらの先行技術では、動物体が全く存在しない背景画像もしくはフレーム全体を通して考慮すると動物体がほとんど存在しない背景映像を元に背景モデルを作成し、動物体を検出したい入力フレームと背景モデルとの比較を行うことで動物体を検出できる。
【０００６】
背景モデルの生成方法は、特許文献1では、背景画像を2次元格子(大きさW×H)にみたて、背景画像の各画素（注目画素）に対して、上下左右および斜めの計８方向に対して画素探索を行う。そして、注目画素との明度の差の絶対値が閾値Tp以上の画素（参照画素）の位置および明度差の大小関係（正負）をそれぞれ求め、計8つの大小関係を符号値（8 bit）として算出する。ここで、閾値Tpは撮像ノイズ分布から決定される。
【０００７】
入力フレームからの動物体の検出は、前記背景モデルで生成した画素ごとの8方向の位置および明度差の符号値（8 bit）を入力フレームについても同様に算出し、明度差の符号値の一致率が閾値Tb以下の画素を動物体として検出することで行われる。閾値Tbは、参照画素数が「8」であれば「6」程度に設定される。
【０００８】
非特許文献1も基本方式はほぼ同様であるが、背景モデル構築時に背景映像を利用し、背景画像ごとに上記の処理を実施するのに加え、背景映像の全フレーム間を通して一定の明度差が生じる画素同士の位置のみを比較に利用することにより、より照明変動にロバストな動物体検出を実現している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００９】
【特許文献１】特開2003-141546号公報
【非特許文献】
【００１０】
【非特許文献１】岩田，佐藤，尾崎，坂上，"統計的リーチ特徴法に基づくロバスト背景

差分，"電子情報通信学会論文誌，D Vol．J92-D No．8 pp.1251-1259，2009．
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
上記の従来方式では、参照画素の算出手法に、注目画素との明度差の絶対値が閾値Tp以上であることを利用しているため、参照画素と注目画素との明度差の符号値に偏りがあると動物体検出の精度が低下するという技術課題があった。
【００１２】
ここで、明度差の符号値に偏りがあるとは、すべての参照画素の明度が注目画素より大きい場合（例えば、8bitの符号値に占める「0」を割合が高い）、またはすべての参照画素の明度が注目画素より小さい場合（例えば、8bitの符号値に占める「1」を割合が高い）を指す。
【００１３】
例えば、すべての参照画素の明度が注目画素より大きい場合、入力フレームにおいて注目画素の明度が小さくなる方向に変化しても明度の大小関係（明度差の正負）が変化しないので、本方式ではこれを動物体の画素として抽出できない。
【００１４】
同様に、すべての参照画素の明度が注目画素より小さい場合、入力フレームにおいて注目画素の明度が大きくなる方向に変化しても明度の大小関係が変化しないので、本方式ではこれを動物体の画素として抽出できない。
【００１５】
さらに、上記の従来方式では、背景画像もしくは映像から背景モデルを作成する際、各注目画像との明度差の所定の条件を満たす画素が探索方向上に存在しない場合（以下、例外条件と表現する場合もある）に動物体検出の精度が低下するという技術課題があった。
【００１６】
ここで、探索方向上に条件を満たす画素を探索できない場合とは、例えば図１１に「×」印で示したように、探索対象の注目画素Pが学習画面Vsの端部近傍に位置しているため、端部方向の探索範囲（距離）が短くなる場合、あるいは背景領域のテクスチャが少なく、明度差が生じにくい場合などであり、このような場合には、条件を満たす画素を見つけられない確率が高くなる。
【００１７】
図１２は、学習用の背景画像[同図(a)]と、当該背景画像において、所定の条件下で例外条件が発生したか否かを示した図[同図(b)]であり、例外条件の発生する画素が背景画像の端部に集中していることが判る。
【００１８】
このような技術課題に対して、特許文献１や非特許文献１は、(1) 走査方向上で極大値（差がTp未満）の画素を選択する、(2) 画面端の画素を強制的に利用する（以上、特許文献１）、あるいは当該方向の対象画素は存在しないこととして同方向の明度差の符号値の比較を実施しない、すなわち同方向の符号値判定結果は、どのような入力画素に対しても背景として扱う（以上、非特許文献１）ことで対処している。
【００１９】
しかしながら、閾値Tpが撮像ノイズ分布に基づき設定されていることに対して、上記例外条件の対応処理による判定は、明度差が閾値Tp未満の画素であっても強制的に選択されることになるので、動物体検出の条件としては明らかに緩やかな判定になっており、結果として動物体の誤検出や検出漏れにつながっていた。
【００２０】
さらに、屋内での人物領域検出を目的とした場合には、(1) 撮影範囲内であれば可能な限り画面中央と同様に精度よく動物体を検出したい、(2) 床面やテーブル面などテクスチャが少ない領域が存在するが可能な限りテクスチャが存在する場合と同様に精度よく動物体を検出したい、といったニーズがあり、改善が求められていた。

【００２１】
なお、非特許文献2のGMMを利用したオブジェクト抽出手法では、画素ごとにGMMが得られるが、オブジェクト内の多くの画素では背景画像と類似のGMMが得られるので、オブジェクトと背景画像との区別が難しい。
【００２２】
本発明の第１の目的は、上記の技術課題を解決し、入力画像から動体物を正確に検出できる動体物検出装置及びその背景モデル構築方法を提供することにある。
【００２３】
本発明の第２の目的は、例外処理の発生しやすい背景画像を用いた背景差分法による動物体検出においても、入力画像から動体物を正確に検出できる動体物検出装置及びその背景モデル構築方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００２４】
上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような構成を具備した点に特徴がある。
【００２５】
(1) 本発明の背景モデルの構築方法は、背景画像から注目画素を順次に選択する手順と、注目画素ごとに複数の放射方向へ画素探索を行い、特徴量差が所定の条件を満足する参照画素を放射方向ごとに登録する探索手順と、注目画素ごとに前記参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築する手順とを含み、探索手順では、特徴量差の符号値が正で差幅が第１閾値を超える正側参照画素、および特徴量差の符号値が負で差幅が第２閾値を超える負側参照画素を予定数ずつ探索するようにした。
【００２６】
(2) 本発明の動物体検出装置は、背景画像から選択した注目画素ごとに複数の放射方向へ参照画素探索を行い、特徴量差が所定の条件を満足する参照画素を放射方向ごとに登録する探索手段と、注目画素ごとに前記参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築する手段と、入力フレームを前記背景モデルと比較し、対応する注目画素と各参照画素との特徴量差の符号値の類似度に基づいて動物体の画素を識別する手段とを具備し、探索手段は、特徴量差の符号値が正で差幅が第１閾値を超える予定数の正側参照画素を探索する正側探索手段と、特徴量差の符号値が負で差幅が第２閾値を超える予定数の負側参照画素を探索する負側探索手段とを具備した。
【００２７】
(3) 前記放射方向ごとに探索された参照画素の集合から、注目画素からの距離がより近い一部の正側参照画素及び負側参照画素を優先的に選択し、これら選択された参照画素の位置及び当該注目画素との特徴量差の符号値を対応付けて背景モデルを構築するようにした。
【００２８】
(4) 予定数の参照画素を探索できなかったときに、不足数分の参照画素を異なる第２の探索方法で探索するようにした。
【００２９】
(5) 第２の探索方法では、不足数分の参照画素を、背景画像上でランダムに探索するようにした。
【００３０】
(6) 第２の探索方法では、不足数分の参照画素を、前記放射方向とは異なる他の放射方向上で探索するようにした。
【００３１】
(7) 第２の探索方法では、複数の背景画像の二次元配列を仮想し、不足数分の参照画素を、当該放射方向の延長線上で探索するようにした。
【００３２】

(8) 背景画像の経時的な変動により特徴量差の符号値が変化しないように第１および第２の閾値を決定するようにした。

【発明の効果】

【００３３】

本発明によれば、以下のような効果が達成される。

【００３４】

(1) 背景モデルを構築するために注目画素ごとに設定される複数の参照画素が、注目画素よりも特徴量の大きな参照画素および小さな参照画素のいずれをも含むので、注目画素が動物体であって、その特徴量が増側および減側のいずれか一方の側へのみ変化する場合でも、いずれかの参照画素との間で特徴量差の符号値が変化することになるので、当該画素を動物体の画素と認識できるようになる。

【００３５】

(2) 本発明の背景モデル構築方法によれば、少ない探索コストで、かつ極めて高い確率で、所定の条件を満足する予定数の参照画素を探索できる。したがって、画像の大部分の領域に対して従来の背景差分に基づく動物体検出性能を保持したまま、画面端近辺やテクスチャが少ない背景領域についても、撮像ノイズ、多少の照明変動、および周期的に微小に移動する領域の影響を除去して十分な動物体検出性能を維持できる背景モデルを構築できる。

【００３６】

(3) 注目画素ごとに複数の放射方向へ画素探索を行っても所定の条件を満足する予定数の参照画素を探索できないと、不足数分の参照画素が背景画像上でランダムに探索される。したがって、背景画像の画素分布に何らかの規則性があるなどして特定の放射方向に限った探索では閾値を上回る参照画素を見つけられない場合でも、高い確率で閾値を上回る参照画素を見つけられるようになる。

【００３７】

(4) 注目画素ごとに複数の放射方向へ画素探索を行っても所定の条件を満足する予定数の参照画素を探索できないと、複数の背景画像の二次元配列を仮想し、各探索方向を維持したまま探索範囲のみが拡張される。したがって、探索位置や参照画素を特定するためのパラメータを、絶対的又は注目画素を基準とした相対的なXY座標値ではなく、注目画素からの距離のみで管理できるため、探索時の消費メモリ量や探索時間といった探索コストを低減できるようになる。

【００３８】

(5) 本発明の動物体検出装置によれば、監視カメラの視野外から視野内に移動してくる人物が画面端に現れ始めたときから動物体として認識できるようになる。そのため、人物を画像内に現れた直後から背景差分処理により動物体候補領域として算出することが可能となるので、人物領域の検出速度および精度の向上が見込める。

【図面の簡単な説明】

【００３９】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る動物体検出装置の機能ブロック図である。

【図２】参照画素の探索方法を示した図である。

【図３】本発明の効果を説明するための図である。

【図４】本発明の第２の実施形態に係る動物体検出装置の機能ブロック図である。

【図５】第２探索部による参照画素の第１探索方法を示した図である。

【図６】第２探索部による参照画素の第２探索方法を示した図である。

【図７】第２探索部による参照画素の第３探索方法を示した図である。

【図８】本発明による背景モデルの構築手順を示したフローチャートである。

【図９】本発明の第３の実施形態に係る動物体検出装置の機能ブロック図（その１）である。

【図１０】本発明の第３の実施形態に係る動物体検出装置の機能ブロック図（その２）である。

【図１１】参照画素を見つけられない例外条件を説明するための図である。
【図１２】例外条件の発生状況を示した図である。
【発明を実施するための形態】
【００４０】
以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図１は、本発明の背景モデル構築方法を適用した動物体検出装置１の主要部の構成を示したブロック図であり、背景差分法による動物体検出に用いる背景モデルを予め構築し、フレーム単位で入力される画像Vinに背景モデルを適用することで動物体を検出する。
【００４１】
参照画素探索部１０は、正側探索部１０１および負側探索部１０２を含み、背景画像Vsの画素ごとに所定の規則で参照画素の候補を探索する。参照画素とは、背景画像Vsの注目した画素（注目画素）ごとに、当該注目画素との特徴量の大小関係が所定の条件を満足する画素であり、特徴量としては、明度やR，G，Bの各値を採用できる。
【００４２】
図２は、参照画素探索部１０による参照画素候補の探索手法の一例を示した図であり、背景画像Vsから選択した注目画素Pごとに、当該注目画素Pを始点として各放射方向（本実施形態では、上下左右および斜めの計８方向）へ画素探索を順次に実行する。
【００４３】
正側探索部１０１は、放射方向毎に注目画素Pの特徴量Tpと放射方向の各画素の特徴量Tijとを、当該注目画素Pとの距離が近い順に比較し、注目画素Pに対する特徴量差（Tij-Tp）が「正」となり、かつ差幅ΔTが最初に第１の閾値Tp_ref1以上となる画素を正側参照画素候補p1として登録する。
【００４４】
負側探索部１０２は、放射方向毎に注目画素Pの特徴量Tpと放射方向の各画素の特徴量Tijとを、当該注目画素との距離が近い順に比較し、注目画素に対する特徴量差（Tij-Tp）が「負」となり、かつ差幅ΔTが最初に第２の閾値Tp_ref2以上となる画素を負側参照画素候補p2として登録する。
【００４５】
したがって、本実施形態では8つの探索方向ごとに、正側参照画素候補p1および負側参照画素候補p2が一つずつ、計16個の参照画素候補が探索されることになる。なお、第１および第２の閾値Tp_ref1，Tp_ref2は同じ値であっても良いし、異なる値であっても良い。
【００４６】
参照画素選択部２０は、前記参照画素候補の一部を参照画素として選択する。本実施形態では、8つの正側参照画素候補p1を対象に注目画素Pからの距離を比較し、距離の短い上位４つの正側参照画素候補p1を参照画素として優先的に採用する。
【００４７】
同様に、８つの負側参照画素候補p2を対象に注目画素Pからの距離を比較し、距離の短い上位４つの負側参照画素候補p2を参照画素として優先的に採用する。その結果、本実施形態では計8個の参照画素が選択されることになる。
【００４８】
このとき、同一の探索方向から正側参照画素候補p1および負側参照画素候補p2のいずれもが選択されるようにしても良いし、あるいは一方のみが選択されるように制約を設けても良い。
【００４９】
背景モデル構築部３０は、前記参照画素選択部２０により選択された複数（ここでは、8個）の参照画素の位置および特徴量差の符号値（8 bit）に基づいて背景モデルMを構築する。
【００５０】
次いで、背景モデルMを用いた動物体検出について説明する。動物体検出装置１の入力画素符号値算出部４０は、入力画像Vinの画素（注目画素）ごとに、前記参照画素選択部

２０により選択された参照画素に対応する位置の各画素との特徴量差を求めて符号値を同様に算出する。

【００５１】

動物体識別部５０は、入力画像Vinの画素ごとに前記背景モデルMの対応画素との間で各参照画素の符号値を比較し、符号値の一致数が所定の閾値以下となる画素を動物体の画素に識別し、それ以外を背景画像の画素に識別する。

【００５２】

このような動物体検出装置１は、汎用のコンピュータやサーバに、上述の各機能を実現するアプリケーション（プログラム）を実装することで構成できる。あるいは、アプリケーションの一部がハードウェア化またはROM化された専用機や単能機とし構成しても良い。

【００５３】

図３は、入力画像Vinのフレーム[同図(a)]に対する従来技術による動物体の検出結果[同図(b)]と本実施形態の動物体検出結果[同図(c)]とを示した図であり、本実施形態では、被写体の明度値が小さい場合における動物体の欠損が解消されていることがわかる。

【００５４】

このように、本実施形態によれば、背景モデルを構築するために注目画素ごとに設定される複数の参照画素が、注目画素よりも特徴量の大きな参照画素および小さな参照画素のいずれをも含むので、注目画素が動物体であって、その特徴量が増側および減側のいずれか一方の側へのみ変化する場合でも、いずれかの参照画素との間で特徴量差の符号値が変化することになるので、当該画素を動物体の画素と認識できるようになる。

【００５５】

図４は、本発明の第２実施形態の構成を示した機能ブロック図であり、前記と同一の符号は同一または同等部分を表しているので、その説明は省略する。

【００５６】

本実施形態では、前記（第１）正側探索部１０１および（第１）負側探索部１０２が探索範囲内で参照画素候補を探索できなかった場合に、参照画素を異なる探索方法で探索する第２正側探索部１０３および第２負側探索部１０４を設けた点に特徴がある。

【００５７】

前記第１正側探索部１０１および第１負側探索部１０２は、注目画素ごとに放射方向へ背景画像Vsの端部まで探索を行っても特徴量差が所定の条件を満足する参照画素を探索できない場合に、それぞれ第２正側探索部１０３および第２負側探索部１０４へ、不足する参照画素の探索を各第２探索部１０３，１０４へ依頼する。

【００５８】

第２正側探索部１０３は、前記依頼された不足数分の参照画素を前記各放射方向以外から探索し、注目画素に対する特徴量差（Tij-Tp）が「正」となり、かつ特徴量差の幅ΔTが最初に第１の閾値Tp_ref1以上となる画素を正側参照画素候補p1として追加登録する。

【００５９】

同様に、第２負側探索部１０４は、前記依頼された不足数分の参照画素を前記各放射方向以外から探索し、注目画素に対する特徴量差（Tij-Tp）が「負」となり、かつ特徴量差の幅ΔTが最初に第２の閾値Tp_ref2以上となる画素を負側参照画素候補p2として追加登録する。

【００６０】

図５は、前記各第２探索部１０３，１０４による第１の探索方法を模式的に示した図であり、前記と同一の符号は同一又は同等部分を表している。

【００６１】

図示の例では、注目画素Pを中心に上、左および左上の計３方向については、正側参照画素候補p1および負側参照画素候補p2をいずれも探索できている。これに対して、他の探索方向に関しては、画像端部までの距離が短く、主に探索範囲が狭いことが原因で、正側参照画素候補p1および負側参照画素候補p2の少なくとも一方を探索できていない。

【００６２】
そこで、各第２探索部１０３，１０４は背景画像Vsの全領域を対象に画像探索をランダムに実施する。そして、特徴量差が各条件を満足する画素を参照画素候補p1，p2として追加する。このような参照画素候補のランダム探索は、各第１探索部１０１，１０２が探索できなかった参照画素数分だけ、それぞれ繰り返される。
【００６３】
なお、参照画素候補p1，p2をランダムに探索する方法は上記に限定されるものではなく、図６に示した第２の探索方法のように、注目画素Pを中心とする放射方向を、前記依頼された不足数分だけランダムに追加し、当該各放射方向上で画像探索を実施するようにしても良い。
【００６４】
本探索手法によれば、参照画素がランダムに探索されるので、背景画像の画素分布に何らかの規則性があるなどして特定の放射方向に限った探索では閾値を上回る参照画素を見つけられない場合でも、高い確率で閾値を上回る参照画素を見つけられるようになる。
【００６５】
図７は、前記各第２探索部１０３，１０４による第３の探索方法を模式的に示した図であり、前記と同一の符号は同一又は同等部分を表している。
【００６６】
本実施形態では、複数の同一の背景画像Vsを二次元にタイル状に配列した探索範囲を仮想する。そして、注目画素ごとに前記各第１探索部１０１，１０２により参照画素を探索できなかった放射方向の延長線上で、背景画像間の境界を無視して参照画素の探索を実行し、探索できた画素の各背景画像Vsにおける対応画素を参照画素に追加する。
【００６７】
本探索手法によれば、各探索方向を維持したまま探索範囲のみを拡張できるので、探索位置や参照画素を特定するためのパラメータを、絶対的又は注目画素Pを基準とした相対的なXY座標値ではなく、注目画素Pからの距離のみで管理できる。したがって、探索時の消費メモリ量や探索時間といった探索コストを低減できるようになる。
【００６８】
図８は、前記第２実施形態における背景モデルMの構築手順を示したフローチャートであり、フレーム単位で入力される画像Vinごとに繰り返される。
【００６９】
ステップS１では、背景画像Vsが取得される。ステップS２では、背景画像Vsから一つの画素が選択されて今回の注目画素Pとされる。ステップS３では、当該注目画素Pについて予定数（本実施形態では、8つの探索方向から計16個）の参照画像候補が前記各第１探索部１０１，１０２により探索される。
【００７０】
ステップS４では、今回の注目画素Pに関して予定数の参照画像を探索できたか否かが判定される。ここで、例外条件の発生により予定数の参照画素を探索できていなければステップS５へ進み、不足数分の参照画像が前記各第２探索部１０３，１０４により探索される。
【００７１】
なお、各第２探索部１０３，１０４によっても予定数の参照画素を探索できない注目画素については、明度値のGMMを作成し、そのモデルに従って動物体を検出するようにしても良い。
【００７２】
ステップS６では、前記探索された多数の参照画素候補の中から、動物体検出の精度および計算コストの観点から、その一部を参照画素として選択する。本実施形態では、正側参照画素候補p1の集合および負側参照画素候補p2の集合のそれぞれから、注目画素Pからの距離が近い上位４つずつを選択して参照画素に設定する。
【００７３】

ステップS７では、背景画像のすべての画素について予定数の参照画素探索が完了したか否かが判定される。完了していなければステップS２へ戻り、注目画素を切り替えて上記の各処理が繰り返される。ステップS８では、各参照画素の位置および符号値の集合として背景モデルMが構築される。

【００７４】

なお、上記の実施形態では、注目画素Pごとに正側参照画素p1および負側参照画素p2が同数ずつ選択されるものとして説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、正側参照画素p1および負側参照画素p2が、少なくとも動物体の判定閾値よりも多い数だけ選択されていれば、その個数は同数でなくても良い。

【００７５】

すなわち、８個の参照画素のうち符号値の一致する参照画素が６個未満のときに同物体の画素と判定するのであれば、正側参照画素p1および負側参照画素p2が少なくとも３個ずつ含まれるようにすることが望ましい。

【００７６】

次いで、上記の背景モデルMを用いた動物体検出について説明する。動物体検出装置１の入力画素符号値算出部４０は、入力画像Vinの各画素に注目し、前記参照画素探索部１０により背景画像Vsの各注目画素について探索された参照画素に対応する各画素から特徴量を求めて符号値を同様に算出する。

【００７７】

動物体識別部５０は、入力画像Vinの画素ごとに前記背景モデルMの対応画素との間で各参照画素の符号値を比較し、符号値の一致数が所定の閾値以下となる画素を動物体の画素に識別し、それ以外を背景画像の画素に識別する。

【００７８】

図９，１０は、本発明の第３実施形態の構成を示した機能ブロック図であり、前記と同一の符号は同一または同等部分を表しているので、その説明は省略する。

【００７９】

上記の各実施形態では、背景画像の明度等が経時的に変動しない場合を想定していた。しかしながら、背景画像の各画素の特徴量が動物体の存否とは無関係に経時的に変動する条件下では、閾値の設定如何によっては、動物体以外の画素領域でも特徴量の変化が閾値を超えてしまい、動物体の画素と誤認される可能性を否定できない。

【００８０】

そこで、本実施形態では背景画像Vsが動画で提供されると、各画素の特徴量の経時的な変動を分析し、前記第１閾値Tp_ref1および第２閾値Tp_ref2を注目画素ごとに最適化する閾値決定部６０を設けた点に特徴がある。

【００８１】

閾値決定部６０において、背景映像分析部６０１は、背景映像の画素ごとに特徴量の経時的な変動を分析する。正側および負側の各閾値設定部６０２，６０３は、背景映像における各画素の特徴量変動が動物体判定に影響を与えないように、前記各画素の特徴量変動を考慮して、探索対象の画素ごとに第１および第２閾値Tp_ref1，Tp_ref2を設定する。

【００８２】

本実施形態では、注目画素の時系列変動および各探索位置における画素の時系列変動の各変動成分のみによっては、その特徴量差が当該画素を参照画素として採用する条件を満たさないように、第１および第２閾値Tp_ref1，Tp_ref2が設定される。

【００８３】

例えば、ある注目画素Pの特徴量がTp±ΔTpの範囲で変動し、各探索位置における画素pijの特徴量がTij±ΔTijの範囲で変動するのであれば、当該画素pijを参照画素（候補）として採用する各閾値Tp_ref1 ，Tp_ref2は、ΔTp+ΔTijよりも大きくすることが望ましい。

【００８４】

本実施形態によれば、背景映像の各画素の特徴量が経時的に変動する場合でも、入力映

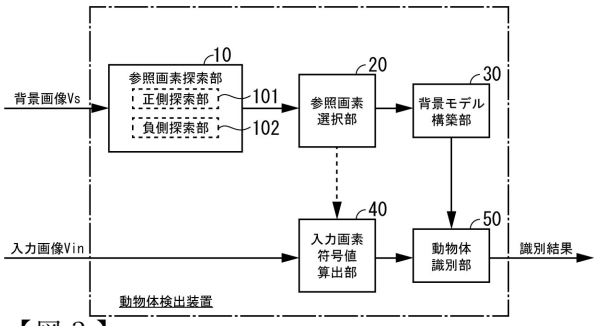
像の各画素が動画像であるか否かを正確に認識できるようになる。

【符号の説明】

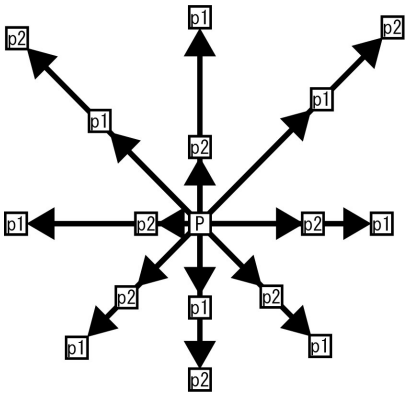
【００８５】

１０…参照画素探索部，２０…参照画素選択部，３０…背景モデル構築部，４０…入力画素符号値算出部，５０…動物体識別部，６０…閾値決定部，１０１…第１正側探索部，１０２…第１負側探索部，１０３…第２正側探索部，１０４…第２負側探索部，６０１…背景映像分析部，６０２…正側閾値設定部，６０３…負側閾値設定部

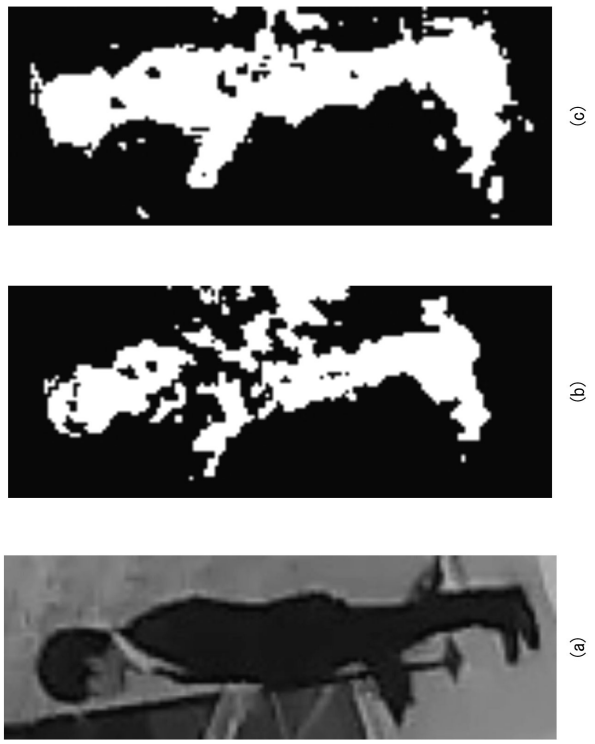
【図１】



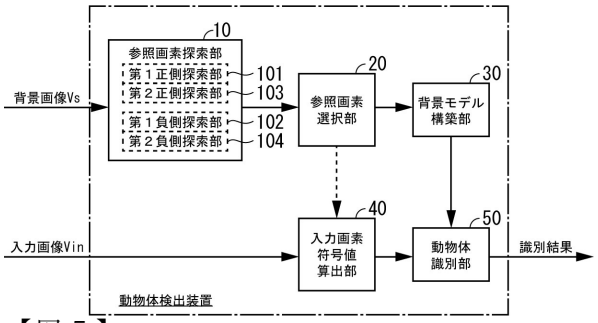
【図２】



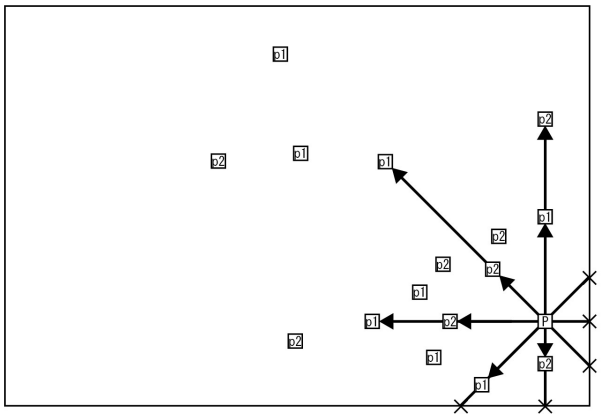
【図３】



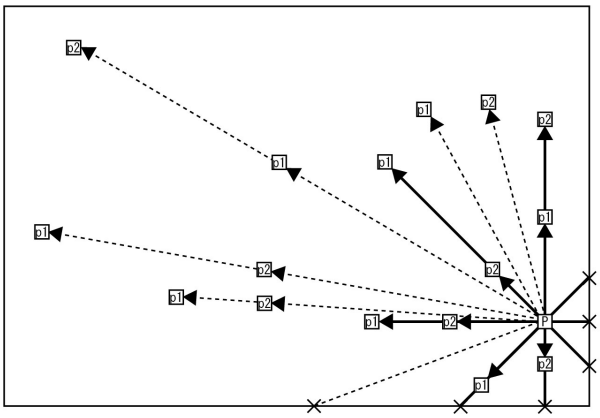
【図４】


10
参照画素探索部
第１正側探索部
第２正側探索部
第１負側探索部
第２負側探索部
101
103
102
104
20
参照画素選択部
30
背景モデル構築部
背景画像Vs
40
入力画素符号値算出部
50
動物体識別部
入力画像Vin
識別結果
動物体検出装置

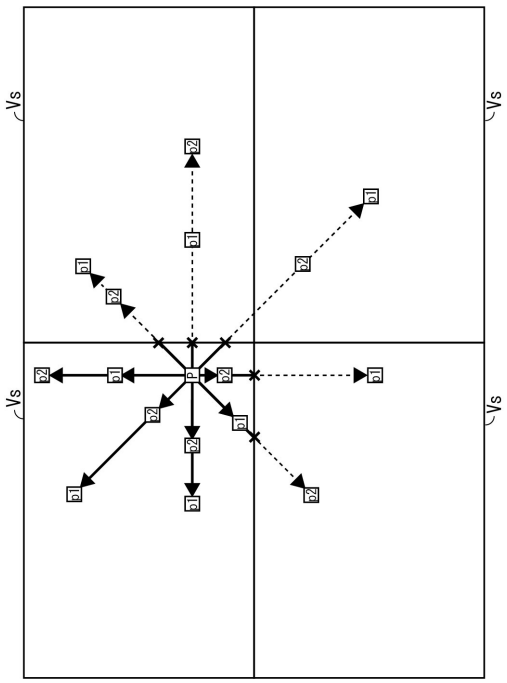
【図５】


p1
p2
P

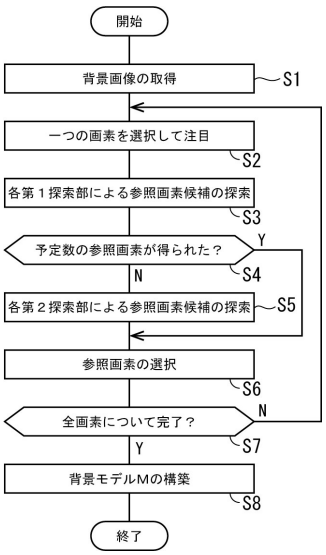
【図６】


p1
p2
P

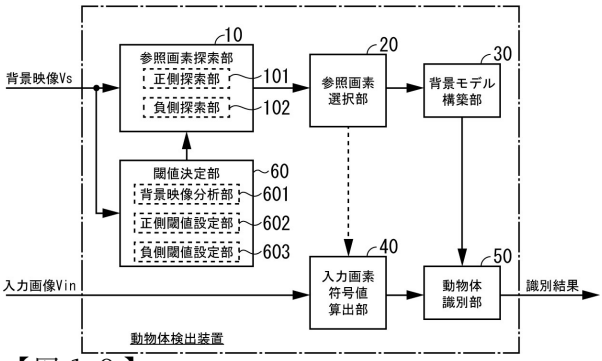
【図７】


Vs
Vs
Vs
Vs
p1
p2
P

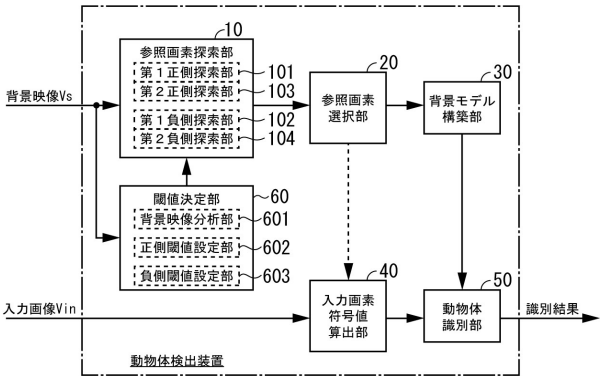
【図８】


開始
背景画像の取得
S1
一つの画素を選択して注目
S2
各第１探索部による参照画素候補の探索
S3
予定数の参照画素が得られた？
Y
N
S4
各第２探索部による参照画素候補の探索
S5
参照画素の選択
S6
全画素について完了？
N
Y
S7
背景モデルMの構築
S8
終了

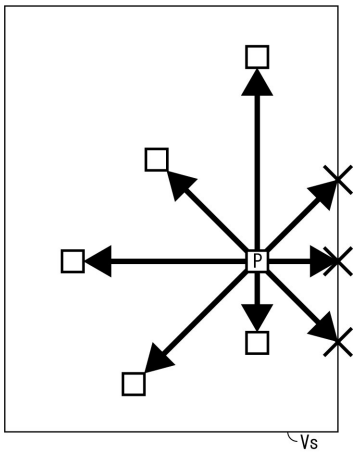
【図９】



【図１０】



【図１１】



【図１２】

(a)



背景画像

(b)



白：例外条件発生なしの画素
黒：例外条件発生画像

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００７－２４１４７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４１５４６（ＪＰ，Ａ）
岩田 健司，統計的リーチ特徴法に基づくロバスト背景差分，電子情報通信学会論文誌 （Ｊ９２－Ｄ） 第８号，日本，社団法人電子情報通信学会，２００９年 ８月 １日，Vol.J92-D No.8，P.1251-1259，ISSN 1880-4535
佐藤 雄隆，Ｂｉ－ｐｏｌａｒ Ｒａｄｉａｌ Ｒｅａｃｈ Ｃｏｒｒｅｌａｔｉｏｎによるロバスト背景差分，電子情報通信学会技術研究報告 Ｖｏｌ．１０４ Ｎｏ．７４１，日本，社団法人電子情報通信学会，２００５年 ３月１０日，PRMU2004-224 (2005-3)，P.73-78，ISSN 0913-5685

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０６Ｔ ７／００ － ７／２９２