

(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2014-182759

(P2014-182759A)

(43) 公開日 平成26年9月29日(2014.9.29)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
G06T	7/20	(2006.01)	G06T	7/20	100	5C054
H04N	7/18	(2006.01)	G06T	7/20	B	5L096
			H04N	7/18	D	
			H04N	7/18	K	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-58603 (P2013-58603)
 (22) 出願日 平成25年3月21日 (2013. 3. 21)

(71) 出願人 506122327
 公立大学法人大阪市立大学
 大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号
 (74) 代理人 100156845
 弁理士 山田 威一郎
 (74) 代理人 100124039
 弁理士 立花 顕治
 (74) 代理人 100124431
 弁理士 田中 順也
 (74) 代理人 100112896
 弁理士 松井 宏記
 (74) 代理人 100179213
 弁理士 山下 未知子

最終頁に続く

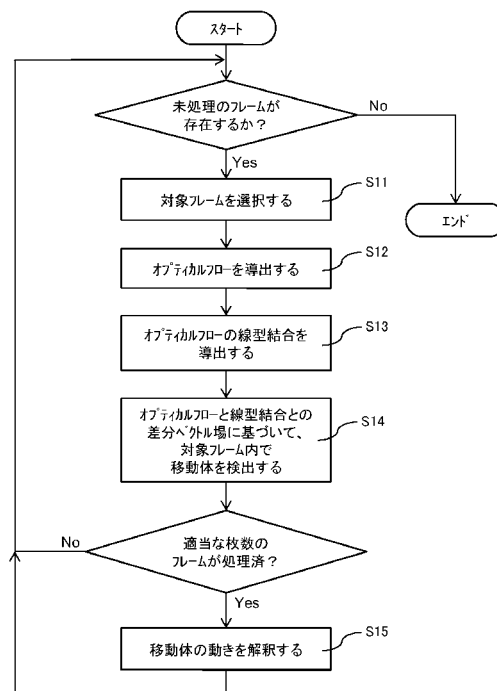
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理プログラム及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 移動している視点で撮影された動画のフレーム内で、移動体の存在する領域及び / 又は移動体の存在しない領域を正しく検出する。

【解決手段】 対象動画から、対象動画のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出する動き導出部と、対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似する近似部と、対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、対象動画のフレーム内で移動体の存在する領域及び / 又は移動体の存在しない領域を検出する領域検出部とが提供される。複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画から、テスト動画のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出する動き導出部と、

前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似する近似部と、

前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び / 又は移動体の存在しない領域を検出する領域検出部とを備え、

前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である、
画像処理装置。

10

【請求項 2】

前記テスト空間は、移動体が存在しない空間である、
請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記テスト動画像から前記複数の固有ベクトル場を導出し、前記複数の固有ベクトル場を前記複数の基準ベクトル場として設定する基準設定部
をさらに備える、
請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 4】

対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出するステップと、

前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似するステップと、

前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び / 又は移動体の存在しない領域を検出するステップと
をコンピュータに実行させ、

30

前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である、
画像処理プログラム。

【請求項 5】

対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出するステップと、

前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似するステップと、

前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び / 又は移動体の存在しない領域を検出するステップと
を備え、

40

前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である、
画像処理方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び／又は移動体の存在しない領域を検出する画像処理装置、画像処理プログラム及び画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、動画像に捉えられた人物や自動車等の移動体を検出するための技術として、動画像に含まれる特定のフレームを、予め用意されている移動体の背景のみを示すフレームや、同じ動画像に含まれる過去のフレーム等と比較する技術が公知である（特許文献1～3を参照）。言わば、これらの技術は、特定のフレーム内で比較対象となるフレームとの画素値の差分が大きい領域を、移動体の存在する領域として検出する技術である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-118039号公報

【特許文献2】特開2010-220042号公報

【特許文献3】特開2011-8750号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の従来の方法は、固定したカメラで撮影した動画像が対象とされる場合には上手く機能するが、移動しているカメラで撮影した動画像が対象とされる場合には上手く機能しない。なぜならば、動画像を撮影する視点（カメラ）が移動していると、その動画像のフレーム内において、移動体のみならず、移動体の背景も移動してしまうからである。そうすると、現実には静止している背景部分についても、比較対照となるフレームとの画素値の差分が大きくなってしまい、移動体の如く検出されてしまう結果となる。従って、従来の方法では、首振り式のカメラや、移動式のロボットに搭載されているカメラ等による動画像からは、正しく移動体を検出することができない。

20

【0005】

本発明は、移動している視点で撮影された動画像のフレーム内で、移動体の存在する領域及び／又は移動体の存在しない領域を正しく検出することが可能な画像処理装置、画像処理プログラム及び画像処理方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1観点に係る画像処理装置は、対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出する動き導出部と、前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似する近似部と、前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び／又は移動体の存在しない領域を検出する領域検出部とを備える。前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である。なお、対象ベクトル場とは、例えば、オブティカルフローの形式で表現される。

40

【0007】

ここでは、対象動画像から、対象ベクトル場が導出され、この対象ベクトル場が、複数の基準ベクトル場の線型結合として近似される。なお、対象ベクトル場とは、対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すベクトル場であり、言い換えると、対象動画像に捉えられている移動体の動きと、対象動画像を撮影する視点の動き（背景の動き）とを表すベクトル場である。また、複数の基準ベクトル場とは、互いに直交するベクトル場であって、具体的には、テスト動画像から対象ベクトル場と同様の方法でテストベクトル

50

場を複数導出した後、これらのテストベクトル場を主成分分析することで得られる主成分（固有ベクトル場）である。ここで、テスト動画像とは、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したものである。

【0008】

従って、理論上、以上のようなテスト動画像から得られる複数の基準ベクトル場を線型結合すれば、対象動画像を撮影するあらゆる視点の動きを表すベクトル場を作成することが可能になる。つまり、対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似したベクトル場（以下、近似ベクトル場）は、対象動画像を撮影する視点の動きを表す。従って、近似ベクトル場との差分をとることで、対象ベクトル場から視点の動きをキャンセルすることが可能となる。すなわち、対象ベクトル場と近似ベクトル場との差分とは、対象動画像に捉えられている移動体の動きを表すものになる。

10

【0009】

そこで、ここでは、対象ベクトル場が、近似ベクトル場と比較され、両ベクトル場の差分の大きい（小さい）成分に対応する領域が、移動体の存在する領域（移動体の存在しない背景領域）として検出される。従って、ここでは、移動している視点で撮影された動画像のフレーム内で、移動体の存在する領域及び／又は移動体の存在しない領域を正しく検出することができる。

【0010】

本発明の第2観点に係る画像処理装置は、第1観点に係る画像処理装置であって、前記テスト空間は、移動体が存在しない空間である。

20

【0011】

すなわち、ここでは、基準ベクトル場が、移動体が存在しない空間から導出される。従って、このような基準ベクトル場の線型結合である近似ベクトル場は、対象動画像を撮影する視点の動きをより正確に表すことができる。よって、移動体及び／又はその背景の検出精度が向上する。

【0012】

本発明の第3観点に係る画像処理装置は、第1観点又は第2観点に係る画像処理装置であって、前記テスト動画像から前記複数の固有ベクトル場を導出し、前記複数の固有ベクトル場を前記複数の基準ベクトル場として設定する基準設定部をさらに備える。

【0013】

移動体及び／又はその背景の検出精度は、対象動画像を撮影する視点の動き（背景の動き）を如何に正確に表すことができるかに依存するから、上述の基準ベクトル場の設定に依存する。さらに、移動体及び／又はその背景の検出精度を向上させる観点からは、対象動画像を撮影するカメラと、基準ベクトル場を用意するためのテスト動画像を撮影するカメラとは、同機種であることが好ましい。なぜならば、レンズの歪曲度等の両カメラの属性が相違すると、その分だけ対象動画像における視点の動きを基準ベクトル場の線型結合として正確に表すことが難しくなるからである。そこで、ここでは、テスト動画像から基準ベクトル場を設定する機能が提供されている。その結果、対象動画像を撮影するカメラに応じて、基準ベクトル場を設定することが可能となり、移動体及び／又はその背景の検出精度が向上させることができる。

30

40

【0014】

本発明の第4観点に係る画像処理プログラムは、対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出するステップと、前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似するステップと、前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び／又は移動体の存在しない領域を検出するステップとをコンピュータに実行させる。前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である。従って、ここでは

50

、第1観点と同様の効果を奏することができる。

【0015】

本発明の第5観点に係る画像処理方法は、対象動画像から、前記対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表す対象ベクトル場を導出するステップと、前記対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似するステップと、前記対象ベクトル場と前記線型結合との差分である差分ベクトル場の成分の大きさに応じて、前記対象動画像のフレーム内で移動体の存在する領域及び/又は移動体の存在しない領域を検出するステップとを備える。前記複数の基準ベクトル場は、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したテスト動画像から、前記テスト動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すテストベクトル場を複数導出した後、前記複数のテストベクトル場を主成分分析した結果の複数の固有ベクトル場である。従って、ここでは、第1観点と同様の効果を奏することができる。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、対象動画像から、対象ベクトル場が導出され、この対象ベクトル場が、複数の基準ベクトル場の線型結合として近似される。なお、対象ベクトル場とは、対象動画像のフレーム内の様々な局所領域の動きを表すベクトル場であり、言い換えると、対象動画像に捉えられている移動体の動きと、対象動画像を撮影する視点の動き（背景の動き）とを表すベクトル場である。また、複数の基準ベクトル場とは、互いに直交するベクトル場であって、具体的には、テスト動画像から対象ベクトル場と同様の方法でテストベクトル場を複数導出した後、これらのテストベクトル場を主成分分析することで得られる主成分（固有ベクトル場）である。ここで、テスト動画像とは、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したものである。

20

【0017】

従って、理論上、以上のようなテスト動画像から得られる複数の基準ベクトル場を線型結合すれば、対象動画像を撮影するあらゆる視点の動きを表すベクトル場を作成することが可能になる。つまり、対象ベクトル場を複数の基準ベクトル場の線型結合として近似したベクトル場（以下、近似ベクトル場）は、対象動画像を撮影する視点の動きを表す。従って、近似ベクトル場との差分をとることで、対象ベクトル場から視点の動きをキャンセルすることが可能となる。すなわち、対象ベクトル場と近似ベクトル場との差分とは、対象動画像に捉えられている移動体の動きを表すものになる。

30

【0018】

そこで、ここでは、対象ベクトル場が、近似ベクトル場と比較され、両ベクトル場の差分の大きい（小さい）成分に対応する領域が、移動体の存在する領域（移動体の存在しない背景領域）として検出される。従って、ここでは、移動している視点で撮影された動画像のフレーム内で、移動体の存在する領域及び/又は移動体の存在しない領域を正しく検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態に係る画像処理装置を含む見守りシステムの概略構成を示すブロック図。

40

【図2】学習処理の流れを示すフローチャート。

【図3】オプティカルフローの概念図。

【図4】認識処理の流れを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る画像処理装置、画像処理プログラム及び画像処理方法を、高齢者等の見守りシステムに適用した場合の一実施形態について説明する。

【0021】

< 1. 見守りシステムの構成 >

50

図 1 に示す見守りシステム 100 は、カメラ 3 と、カメラ 3 の遠隔に存在し、インターネットや LAN 等のネットワーク 6 を介してカメラ 3 に接続されている監視コンピュータ 1 とを有する。カメラ 3 は、高齢者等の見守りの対象が存在する空間に配置され、見守りの対象を撮影するとともに、撮影した動画像（以下、対象動画像）をネットワーク 6 を介して監視コンピュータ 1 にリアルタイムに送信する。この機能を実現するため、カメラ 3 には、外付け又は内蔵の通信装置 4 が付属されている。

【0022】

監視コンピュータ 1 は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置である。監視コンピュータ 1 には、CD-ROM、USBメモリ等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体 5 から、又はネットワーク 6 を介して別のコンピュータから、画像処理プログラム 2 がインストールされている。画像処理プログラム 2 は、本発明の一実施形態に係る画像処理プログラムであり、対象動画像から移動体、すなわち、高齢者等の見守りの対象を検出する機能を有するアプリケーションソフトウェアである。画像処理プログラム 2 は、監視コンピュータ 1 に後述する動作に含まれるステップを実行させる。

10

【0023】

本実施形態におけるカメラ 3 は、例えば、首振り式のカメラや、移動式のロボットに搭載されているカメラであり、対象動画像を撮影する視点が移動するカメラである。後述されるとおり、監視コンピュータ 1 に実装されている移動体を検出するためのアルゴリズムは、固定されているカメラで撮影した動画像を対象とする場合はもちろん、移動しているカメラで撮影した動画像を対象とする場合にも対応している。従って、監視コンピュータ 1 は、視点が移動するカメラ 3 で撮影された対象動画像においても、正しく移動体を検出することができる。

20

【0024】

監視コンピュータ 1 は、例えば、見守りの対象の異常を監視するサービスを提供する会社により管理されているサーバコンピュータである。この場合、このような会社の従業員が、見守りの対象を監視することもできるし、見守りの対象の家族等が、携帯電話やパーソナルコンピュータ等の機器をネットワーク 6 を介して監視コンピュータ 1 に接続することにより、外出先から見守りの対象を監視することも可能である。また、上記のようなサーバコンピュータを省略し、カメラ 3 から直接、見守りの対象の家族等が所有している携帯電話やパーソナルコンピュータ等の機器に対象動画像が送信されるようにしてもよい。この場合、このような携帯電話やパーソナルコンピュータ等の機器が、監視コンピュータ 1（本発明に係る画像処理装置）に相当する。

30

【0025】

図 1 に示すとおり、監視コンピュータ 1 は、表示部 10、入力部 20、記憶部 30、制御部 40 および通信部 50 を有する。これらの部 10～50 は、互いにバス線 7 で接続されており、相互に通信可能である。本実施形態では、表示部 10 は、液晶ディスプレイ等で構成されており、適当な画面をユーザ（監視者）に対し表示するユーザーインターフェースである。また、入力部 20 は、マウスやキーボード、タッチパネル、操作ボタン等で構成されており、監視コンピュータ 1 に対するユーザ（監視者）からの操作を受け付けるユーザーインターフェースである。記憶部 30 は、ハードディスクやフラッシュメモリ等の不揮発性の記憶装置から構成されている。記憶部 30 内には、画像処理プログラム 2 が格納されている。通信部 50 は、監視コンピュータ 1 をネットワーク 6 に接続するほか、USBメモリやメモリカード、CD-ROM、外付けハードディスク、デジタルカメラなどの外部記憶装置との間でデータ通信を行う通信インターフェースである。

40

【0026】

制御部 40 は、CPU、ROM および RAM 等から構成されており、記憶部 30 内に格納されている画像処理プログラム 2 を読み出して実行することにより、仮想的に学習部 41、動き導出部 42、近似部 43、領域検出部 44 及び解釈部 45 として動作する。各部 41～45 の動作については、後述する。

【0027】

50

< 2 . 監視処理 >

以下、見守りシステム 100 により高齢者等の見守りの対象が監視される処理（以下、監視処理）の流れについて、詳細に説明する。監視処理は、主として、学習処理と、認識処理とにより構成される。学習処理は、基準ベクトル場のセットを学習する処理である。基準ベクトル場のセットは、対象動画像に捉えられたカメラ 3 の視点の動き（背景の動き）を評価するためのパラメータとなる。認識処理は、学習処理により設定された基準ベクトル場のセットを用いて、対象動画像に捉えられたカメラ 3 の視点の動きをキャンセルし、それにより、対象動画像に捉えられた移動体の動きを検出する処理である。また、認識処理では、移動体の動きの解釈も行われる。以下、学習処理について説明した後、認識処理について説明する。

10

【 0028 】

< 2 - 1 . 学習処理 >

学習処理は、図 2 に示すフローチャートのとおり実行される。まず、カメラ 3 により、テスト動画像が撮影される（ステップ S 1）。テスト動画像は、基準ベクトル場のセットの算出の元となる動画像である。なお、このとき使用されるカメラは、必ずしも認識処理で対象動画像を撮影するために使用されるカメラ 3 そのものである必要はなく、さらに、カメラ 3 と同じ機種のカメラである必要もない。しかしながら、学習処理では、カメラ 3 そのものか、又はカメラ 3 と同じ機種のカメラが使用されることが好ましい。なぜならば、レンズの歪曲度等の属性の異なるカメラにより撮影された動画像どうしは、カメラを全く同じように移動させながら、全く同一の風景を撮影したとしても、相違することになる。従って、認識処理で使用されるカメラと、学習処理で使用されるカメラとが相違すると、その分だけ、学習処理で導出されたパラメータを用いる認識処理での認識の精度が低下するからである。

20

【 0029 】

また、ステップ S 1 で撮影される空間（以下、テスト空間）は、認識処理でカメラ 3 が見守る空間と同じである必要はない。なぜならば、後述するアルゴリズムから明らかとなり、学習処理は、認識処理で見守られる空間の模様や明るさ等の図形のパターンを学習する処理ではなく、カメラ 3 の視点の動きのパターンを表現するための基準ベクトル場のセットを学習する処理だからである。また、ステップ S 1 では、カメラ 3 の視点を様々な方向に移動させながら、テスト空間が撮影される。これは、学習処理で学習される基準ベクトル場のセットが、カメラ 3 のあらゆる視点の動きのパターンを表現することが可能なようにするためである。

30

【 0030 】

さらに、ステップ S 1 で撮影されるテスト空間は、移動体が存在しない空間とされることが好ましい。なぜならば、既に述べたとおり、学習処理で学習されるのは、対象動画像に含まれるカメラ 3 の視点の動きを評価するためのパラメータだからである。従って、このようなパラメータの算出の基礎となるテスト動画像には、移動体の動きが反映されておらず、カメラ 3 の視点の動きのみが反映されていることが好ましい。

【 0031 】

続くステップ S 2 では、ステップ S 1 で撮影されたテスト動画像が、カメラ 3 から監視コンピュータ 1 に受け渡される。なお、このとき、テスト動画像は、カメラ 3 から監視コンピュータ 1 へネットワーク 6 を介して送信されてもよいし、USB メモリ等の外部記憶装置を介して受け渡されてもよい。或いは、カメラ 3 を直接監視コンピュータ 1 へ接続することで受け渡されてもよい。

40

【 0032 】

次に、ステップ S 3 では、学習部 4 1 が、ステップ S 2 のテスト動画像から、時々刻々のオプティカルフロー $D(t)$ を導出する（ t は、時刻）。オプティカルフロー $D(t)$ とは、図 3 に示すように、テスト動画像の時刻 t に対応するフレーム内の各点 p_{ij} にその点 p_{ij} の動きを表すベクトル $d_{ij}(t)$ を割り当てたものである（ $i = 1, 2, \dots, I$ 、かつ、 $j = 1, 2, \dots, J$ ）。ここで、点 p_{ij} とは、テスト動画像のフレーム上

50

に等間隔に並べられた点の格子状の配列のうち、上から i 番目で左から j 番目の点である。また、ベクトル $d_{ij}(t)$ は、テスト動画像の時刻 t に対応するフレームが存在する 2 次元空間内での 2 次元ベクトルである。さらに、ベクトル $d_{ij}(t)$ は、テスト動画像の時刻 t における点 p_{ij} に対応する 1 又は複数個の画素が、時刻 t から時刻 $t + \Delta t$ の間に移動した移動量で表され、テスト動画像の時刻 t 及び時刻 $t + \Delta t$ に対応するフレームの画素値に基づいて算出される。

【0033】

すなわち、オプティカルフロー $D(t)$ とは、テスト動画像の時刻 t に対応するフレーム内の様々な局所領域の動きを表すベクトル場であり、以下の数 1 のとおり表される。

【数 1】

$$D(t) = \begin{pmatrix} d_{11}(t) & d_{12}(t) & \cdots & d_{1J}(t) \\ d_{21}(t) & \ddots & & d_{2J}(t) \\ \vdots & & \ddots & \\ d_{I1}(t) & d_{I2}(t) & \cdots & d_{IJ}(t) \end{pmatrix}$$

なお、このようなオプティカルフロー $D(t)$ の具体的な算出方法については、勾配法やブロックマッチング法等の様々な方法が公知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0034】

続いて、ステップ S 4 では、学習部 4 1 は、ステップ S 3 で導出された多数のオプティカルフロー $D(t)$ を主成分分析することにより、 K 個の固有ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K を導出する (K は、2 以上の整数)。そして、学習部 4 1 は、これら K 個の固有ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K を基準ベクトル場のセットとして、記憶部 3 0 内に保存する。なお、 K の値、すなわち、主成分分析により算出される固有ベクトル場の数は、最大で $I \times J$ 個であるが、 $I \times J$ 個の全ての固有ベクトル場が算出される必要はない。 K の値は、例えば、予め定められている定数値 (例えば、100) であってもよいし、第 1 主成分である固有ベクトル場 M_1 、第 2 主成分である固有ベクトル場 M_2 と順に算出してゆきながら、寄与率が所定のパーセントを超えた段階で打ち切るようにしてもよい。なお、 K 個の基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K は、互いに直交するベクトル場である。また、ステップ S 4 が終了すると、学習処理は終了する。

【0035】

ここで、既に述べたとおり、基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K とは、テスト動画像から導出される多数のオプティカルフロー $D(t)$ から抽出される主成分である。また、テスト動画像とは、カメラ 3 の視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影したものである。従って、以上のような基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K を線型結合すれば、カメラ 3 のあらゆる視点の動きを表すベクトル場を作成することが可能になる。

【0036】

< 2 - 2 . 認識処理 >

続いて、図 4 を参照しつつ、学習処理後の認識処理について説明する。まず、認識処理と並行して、カメラ 3 により、時々刻々、認識処理の対象となる対象動画像が撮影される。対象動画像に含まれるフレームは、時々刻々、カメラ 3 から監視コンピュータ 1 へネットワーク 6 を介して送信され、記憶部 3 0 内に順次格納されてゆく。そして、記憶部 3 0 内に一定量のフレームが蓄積されると、図 4 に示す認識処理が開始される。

【0037】

認識処理では、図 4 に示すとおり、記憶部 3 0 内に格納されている対象動画像の各フレームに対し、ステップ S 1 1 ~ S 1 4 が繰り返し実行される。まず、ステップ S 1 1 では、その後のステップ S 1 2 ~ S 1 4 の処理の対象として、記憶部 3 0 内に格納されている

10

20

30

40

50

未処理のフレームのうち、最も過去の時刻 t に撮影されたフレーム（以下、対象フレーム）が選択される。

【0038】

続いて、ステップ S 1 2 では、動き導出部 4 2 が、対象フレームに対応する時刻 t のオブティカルフロー $E(t)$ を導出する。オブティカルフロー $E(t)$ は、テスト動画像の代わりに対象動画像を対象として、オブティカルフロー $D(t)$ と同様の方法で導出される。すなわち、オブティカルフロー $E(t)$ とは、図 3 に示すように、対象フレーム内の各点 p_{ij} にその点 p_{ij} の動きを表すベクトル $e_{ij}(t)$ を割り当てたものである（ $i = 1, 2, \dots, I$ 、かつ、 $j = 1, 2, \dots, J$ ）。また、ベクトル $e_{ij}(t)$ は、対象フレームが存在する 2 次元空間内での 2 次元ベクトルである。さらに、ベクトル $e_{ij}(t)$ は、対象動画像の時刻 t における点 p_{ij} に対応する 1 又は複数個の画素が、時刻 t から時刻 $t + \Delta t$ の間に移動した移動量で表され、対象動画像の時刻 t 及び時刻 $t + \Delta t$ に対応するフレームの画素値に基づいて算出される。

10

【0039】

すなわち、オブティカルフロー $E(t)$ とは、対象フレーム内の様々な局所領域の動きを表すベクトル場であり、以下の数 2 のとおり表される。また、オブティカルフロー $E(t)$ とは、時刻 t から時刻 $t + \Delta t$ の間の移動体の動きと、カメラ 3 の視点の動き、すなわち、移動体の背景の動きとを表すベクトル場である。

【数 2】

$$E(t) = \begin{pmatrix} e_{11}(t) & e_{12}(t) & \cdots & e_{1J}(t) \\ e_{21}(t) & \ddots & & e_{2J}(t) \\ \vdots & & \ddots & \\ e_{I1}(t) & e_{I2}(t) & \cdots & e_{IJ}(t) \end{pmatrix}$$

20

【0040】

次に、ステップ S 1 3 では、近似部 4 3 が、最小二乗法等の方法により、ステップ S 1 2 で導出されたオブティカルフロー $E(t)$ を、記憶部 3 0 内に格納されている基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K の線型結合として近似する。以下、この線型結合を表すベクトル場を $E'(t)$ と表す。このとき、ベクトル場 $E'(t)$ は、 K 個の係数 $a_1(t), a_2(t), \dots, a_K(t)$ を用いて、以下の数 3 のように表される。従って、ステップ S 1 3 は、 K 個の係数 $a_1(t), a_2(t), \dots, a_K(t)$ を算出するステップである。

30

【数 3】

$$E'(t) = a_1(t)M_1 + a_2(t)M_2 + \cdots + a_K(t)M_K$$

【0041】

ここで、既に述べたとおり、カメラ 3 の視点の動きは、基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K の線型結合として表すことが可能である。従って、オブティカルフロー $E(t)$ を基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K の線型結合として近似したベクトル場 $E'(t)$ は、時刻 t から時刻 $t + \Delta t$ の間のカメラ 3 の視点の動きを表していることになる。

40

【0042】

次に、ステップ S 1 4 では、領域検出部 4 4 が、オブティカルフロー $E(t)$ とベクトル場 $E'(t)$ との差分である差分ベクトル場 $F(t) = E(t) - E'(t)$ を導出する。なお、ここでは、オブティカルフロー $E(t)$ からカメラ 3 の視点の動きを表すベクトル場 $E'(t)$ を引くことで、オブティカルフロー $E(t)$ からカメラ 3 の視点の動きをキャンセルしている。すなわち、差分ベクトル場 $F(t)$ は、時刻 t から時刻 $t + \Delta t$

50

の間の移動体の動きを表すものとなる。

【0043】

続けて、領域検出部44は、差分ベクトル場 $F(t)$ の各成分となるベクトル $f_{ij}(t)$ の大きさを判断する($i = 1, 2, \dots, I$ 、かつ、 $j = 1, 2, \dots, J$)。そして、領域検出部44は、所定値よりも大きさの大きいベクトル $f_{ij}(t)$ に対応する点 p_{ij} を検出し、このような点 p_{ij} を、時刻 t の対象フレーム内で移動体の存在する領域として認識する。また、領域検出部44は、対象フレーム内で移動体の存在する領域を示す情報を記憶部30内に格納する。

【0044】

以上のステップS11~S14が繰り返されることにより、時々刻々のオプティカルフロー $E(t)$ 及びベクトル場 $E'(t)$ が導出されるとともに、時々刻々のフレーム内の移動体の位置が検出される。図4に示すとおり、解釈部45は、適当な枚数のフレーム分の、移動体の存在する領域を示す情報が記憶部30内に蓄積される度に、対象動画像に捉えられた移動体の動きを解釈する(ステップS15)。また、解釈部45は、必要に応じて、その解釈の結果を表示部10及び通信部50を介して出力する。なお、移動体の動きを解釈するためのアルゴリズムとしては、様々なものが考えられるが、例えば、対象動画像から移動体として検出される見守りの対象となる高齢者等に何らかの異常が起こっていないか(適切な時間に起きて、活動しているか等)を判断することが考えられる。

【0045】

図4に示す認識処理は、以上のステップを記憶部30内から未処理のフレームがなくなるまで繰り返した後、終了する。

【0046】

<3.特徴>

上記実施形態では、対象動画像から、オプティカルフロー $E(t)$ が導出され、このオプティカルフロー $E(t)$ が、基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K の線型結合として近似される。なお、オプティカルフロー $E(t)$ とは、対象動画像に捉えられている移動体の動きと、対象動画像を撮影するカメラ3の視点の動き(背景の動き)を表すベクトル場である。また、基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K とは、テスト動画像からオプティカルフロー $E(t)$ と同様の方法で多数のオプティカルフロー $D(t)$ を導出した後、これらのオプティカルフロー $D(t)$ を主成分分析することで得られる固有ベクトル場である。ここで、テスト動画像とは、視点を様々な方向に移動させながらテスト空間を撮影した動画像である。

【0047】

従って、理論上、以上のようなテスト動画像から得られる基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K を線型結合すれば、対象動画像を撮影するあらゆる視点の動きを表すベクトル場を作成することができる。つまり、オプティカルフロー $E(t)$ を基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K の線型結合として近似したベクトル場 $E'(t)$ とは、対象動画像を撮影する視点の動きを表す。そうすると、オプティカルフロー $E(t)$ とベクトル場 $E'(t)$ との差分である差分ベクトル場 $F(t)$ とは、対象動画像に捉えられている移動体の動きを表すものになる。

【0048】

そこで、上記実施形態では、オプティカルフロー $E(t)$ が、ベクトル場 $E'(t)$ と比較され、両ベクトル場の差分の大きい成分に対応する領域が、移動体の存在する領域として検出される。従って、ここでは、移動している視点で撮影された動画像のフレーム内で、移動体の存在する領域及び/又は移動体の存在しない領域を正しく検出することができる。

【0049】

また、上記実施形態では、学習処理により設定される基準ベクトル場 M_1, M_2, \dots, M_K は、カメラ3の視点の動きのパターンを表現するためのパラメータであり、認識処理で見守られる空間の模様や明るさ等の図形のパターンに依存しない。従って、背景技術

10

20

30

40

50

の欄で述べたような従来の背景差分法とは異なり、カメラ3が見守る空間毎、さらには、カメラ3の位置及び角度毎に背景を示すフレームを用意しておく必要もなく、認識処理に先立つパラメータの学習が容易になる。

【0050】

< 4 . 変形例 >

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。例えば、以下の変更が可能である。また、以下の変形例の要旨は、適宜組み合わせることができる。

【0051】

< 4 - 1 >

上記実施形態に係る移動体を検出する機能は、移動体とその背景とを区別する機能であるから、この機能は、移動体の背景を検出するのにも適用することができる。従って、背景に注目しているのであれば背景を検出すればよいし、移動体及び背景の両方に注目しているのであれば両方を検出すればよい。このことは、以下の変形例においても同様である。

10

【0052】

< 4 - 2 >

上記実施形態に係る移動体を検出する機能は、高齢者等の見守りシステムだけでなく、移動体を検出することが必要になる様々なシステムの中で利用することができる。例えば、防犯カメラシステムに利用し、住居内への不審者（移動体）の侵入を監視することもできる。また、特定の追跡対象（移動体）をカメラの搭載された移動式のロボットが追跡する追跡システムに利用し、このロボットが追跡対象の位置を把握できるようにしてもよい。

20

【0053】

< 4 - 3 >

上記実施形態に係る移動体を検出する機能をはじめ、監視コンピュータ1に実装されている機能を、カメラ3に搭載してもよい。この場合、カメラ3の内蔵のメモリ（好ましくは、データの消去ができないメモリ）に、予めカメラ3に適した基準ベクトル場のセットを記憶させておくようにすることで、上述の学習処理を省略することができる。また、この例に限らず、基準ベクトル場のセットを予め保持している場合や、何らかの方法で後に取得可能であれば、画像処理プログラム2から、上述の学習処理を実行する機能を省略することができる。

30

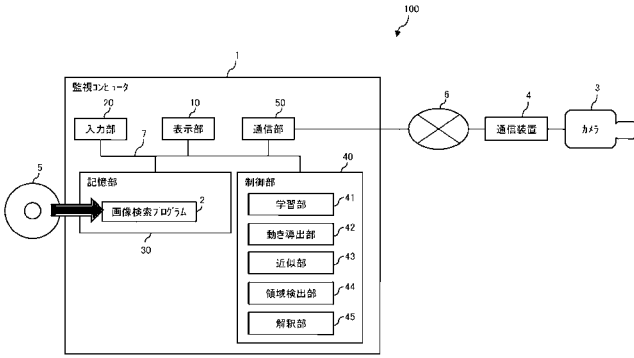
【符号の説明】

【0054】

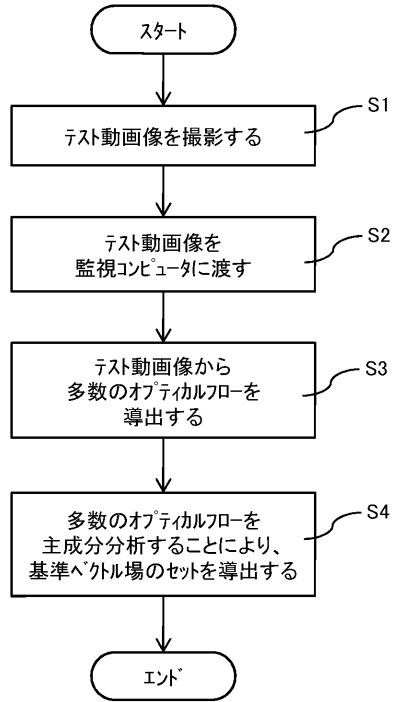
- 1 監視コンピュータ（画像処理装置）
- 2 画像処理プログラム
- 60 カメラ
- 41 学習部
- 42 動き導出部
- 43 近似部
- 44 領域検出部

40

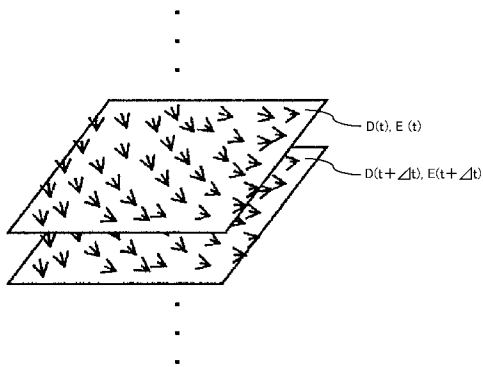
【図1】



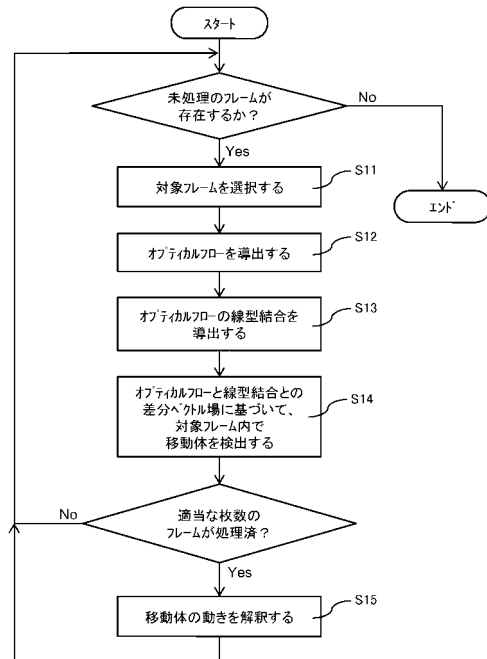
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 鳥生 隆
大阪市住吉区杉本3-3-138 公立大学法人大阪市立大学内
- (72)発明者 濱 裕光
大阪市住吉区杉本3-3-138 公立大学法人大阪市立大学内
- (72)発明者 ティ ティ ズイン
大阪市住吉区杉本3-3-138 公立大学法人大阪市立大学内
- Fターム(参考) 5C054 CC02 FC12 FC13 FE13 FE19 HA19
5L096 CA04 HA04 HA05 KA04