

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6700929号
(P6700929)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月8日(2020.5.8)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232
GO3B 5/08 (2006.01)	GO3B 5/08
GO3B 15/00 (2006.01)	GO3B 15/00
GO6T 7/20 (2017.01)	GO6T 7/20
	HO4N 5/232 220

請求項の数 12 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-83590 (P2016-83590)
 (22) 出願日 平成28年4月19日 (2016.4.19)
 (65) 公開番号 特開2017-195458 (P2017-195458A)
 (43) 公開日 平成29年10月26日 (2017.10.26)
 審査請求日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(73) 特許権者 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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 優也
 (72) 発明者 春名 孝太
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 佐藤 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】動きベクトル検出装置、撮像装置、動きベクトル検出方法、プログラム、および、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するベクトル検出手段と、

角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報とに基づいて被写体の動きベクトルを算出する被写体ベクトル算出手段と、を有し、

前記被写体ベクトル算出手段は、

前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、

前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、

前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出

10

前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、

前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定することを特徴とする動きベクトル検出装置。

【請求項 2】

前記被写体ベクトル算出手段は、

前記度数分布における度数が第1の閾値を超える第1のベクトルが存在する場合、該第1のベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定し、

20

前記第1のベクトルが存在しない場合であって、前記度数が該第1の閾値よりも小さい第2の閾値を超える第2のベクトルが存在する場合、該第2のベクトルを前記被写体候補の動きベクトルとして決定する、ことを特徴とする請求項1に記載の動きベクトル検出装置。

【請求項3】

前記相関は、前記複数のフレーム画像の間における前記被写体候補の動きベクトルの変化の度合いであることを特徴とする請求項1または2に記載の動きベクトル検出装置。

【請求項4】

前記被写体ベクトル算出手段は、

前記被写体候補の動きベクトルと前記背景ベクトル領域の基準ベクトルとに基づいて被写体移動ベクトルを算出し、

前記複数のフレーム画像の間における前記被写体移動ベクトルの変化の度合いに基づいて、前記被写体候補の動きベクトルが前記被写体の動きベクトルであるか否かを判定する、ことを特徴とする請求項3に記載の動きベクトル検出装置。

【請求項5】

前記複数のフレーム画像は、少なくとも3つのフレーム画像を含み、

前記少なくとも3つのフレーム画像における前記被写体移動ベクトルの変化が一定である場合、該被写体移動ベクトルに対応する前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルであると決定することを特徴とする請求項4に記載の動きベクトル検出装置。

10

【請求項6】

前記被写体ベクトル算出手段は、前記複数のフレーム画像における、前記被写体候補の動きベクトルが検出された位置の密集度に基づいて、該被写体候補の動きベクトルが前記被写体の動きベクトルであるか否かを判定することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の動きベクトル検出装置。

【請求項7】

前記被写体ベクトル算出手段は、

前記複数のフレーム画像における前記度数分布を加算し、

加算された前記度数分布に基づいて、前記被写体候補の動きベクトルが前記被写体の動きベクトルであるか否かを判定する、ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の動きベクトル検出装置。

20

【請求項8】

前記角速度情報としてパンニング速度を検出する角速度検出手段を更に有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の動きベクトル検出装置。

【請求項9】

撮像光学系を介して形成された光学像を光電変換する撮像素子と、

前記撮像素子により異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するベクトル検出手段と、

角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報に基づいて被写体の動きベクトルを算出する被写体ベクトル算出手段と、を有し、

30

前記被写体ベクトル算出手段は、

前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、

前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、

前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し、

前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、

前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定することを特徴とする撮像装置。

40

50

【請求項 10】

異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトルを検出するステップと、
角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトルとに基づいて被写体の動
きベクトルを算出するステップと、を有し、

前記被写体の動きベクトルを算出するステップは、

前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、

前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、

前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し

、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域
とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、

前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を
満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定する
ステップを含むことを特徴とする動きベクトル検出方法。

【請求項 11】

異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するステップと

、角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報とに基づいて被写体
の動きベクトルを算出するステップと、をコンピュータに実行させるプログラムであって

、前記被写体の動きベクトルを算出するステップは、
前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、
前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、
前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し

、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域
とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、

前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を
満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定する
ステップを含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のプログラムを記憶していることを特徴とするコンピュータが読み取
 り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流し撮りアシストを実行可能な動きベクトル検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、移動被写体のスピード感を表現する撮影技術として、流し撮り撮影が知られ
 ている。流し撮り撮影は、ユーザが被写体の動きに合わせてカメラをパンニングしながら
 撮影を行うことにより、移動被写体を静止させた状態で背景を流すことで被写体のスピ
 デ感を表現する。流し撮り撮影においては、ユーザが被写体の動きに合わせてパンニング
 をする必要があるが、パンニング速度が速すぎたり遅すぎたりすることで被写体の移動速
 度とパンニング速度との間に差が生じると、被写体ブレが発生する場合がある。

【0003】

このような問題に対し、ユーザの流し撮り撮影の補助を行う技術（流し撮りアシスト）
 として、シフトレンズの移動により被写体の移動速度とパンニング速度との差を吸収する
 方法が知られている。特許文献 1 には、ジャイロセンサによるブレ検出と画像の動きベ
 クトルとに基づいて被写体を検出し、検出された被写体を画像中央に位置させるようにシフ

10

20

30

40

50

トレンズを移動させて流し撮り撮影を行う撮像装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-317848号公報

【発明の概要】

【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の撮像装置では、小さい被写体に関して十分な数の動きベクトルを検出することが難しいため、小さい被写体に対して流し撮りアシストが機能しない可能性がある。

10

【0006】

そこで本発明は、小さい被写体の動きベクトルを検出することが可能な動きベクトル検出装置、撮像装置、動きベクトル検出方法、プログラム、および、記憶媒体を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一側面としての動きベクトル検出装置は、異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するベクトル検出手段と、角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報に基づいて被写体の動きベクトルを算出する被写体ベクトル算出手段とを有し、前記被写体ベクトル算出手段は、前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定する。

20

【0008】

本発明の他の側面としての撮像装置は、撮像光学系を介して形成された光学像を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子により異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するベクトル検出手段と、角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報に基づいて被写体の動きベクトルを算出する被写体ベクトル算出手段とを有し、前記被写体ベクトル算出手段は、前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定する。

30

【0009】

本発明の他の側面としての動きベクトル検出方法は、異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトルを検出するステップと、角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトルとに基づいて被写体の動きベクトルを算出するステップとを有し、前記被写体の動きベクトルを算出するステップは、前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定するステップを含む。

40

【0010】

50

本発明の他の側面としてのプログラムは、異なる時刻に得られた複数のフレーム画像から動きベクトル情報を検出するステップと、角速度検出手段にて検出された角速度情報と前記動きベクトル情報とに基づいて被写体の動きベクトルを算出するステップと、をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記被写体の動きベクトルを算出するステップは、前記角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し、前記動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて前記被写体の動きベクトルを検出し、前記被写体の動きベクトルが検出されない場合、前記度数分布と前記背景ベクトル領域とに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出し、前記被写体候補の動きベクトルに関する前記複数のフレーム画像の相関が所定の条件を満たす場合、前記被写体候補の動きベクトルを前記被写体の動きベクトルとして決定するステップを含む。

10

【0011】

本発明の他の側面としてのコンピュータが読み取り可能な記憶媒体は、前記プログラムを記憶している。

【0012】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、小さい被写体の動きベクトルを検出することが可能な動きベクトル検出装置、撮像装置、動きベクトル検出方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施例1における被写体の動きベクトルの算出方法を示すフローチャートである。

【図2】各実施例における動きベクトル検出装置のブロック図である。

【図3】各実施例における動きベクトルの算出方法の説明図である。

【図4】各実施例における背景ベクトル領域の算出方法の説明図である。

30

【図5】各実施例における被写体ベクトルおよび被写体候補ベクトルの算出方法の説明図である。

【図6】各実施例におけるフレーム間相関の判定方法の説明図である。

【図7】実施例2における被写体の動きベクトルの算出方法を示すフローチャートである。

【図8】実施例2における枠密集度の算出方法の説明図である。

【図9】実施例3における被写体の動きベクトルの算出方法を示すフローチャートである。

【図10】実施例3における度数分布の加算方法の説明図である。

【図11】実施例4における撮像装置の構成図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【実施例1】

【0016】

まず、図2を参照して、本発明の実施例1における動きベクトル検出装置について説明する。図2は、動きベクトル検出装置10(画像処理装置)のブロック図である。

【0017】

動きベクトル検出装置10は、角速度検出手段100、ベクトル検出手段102、および、被写体ベクトル算出手段104を有する。角速度検出手段100は、ジャイロセンサ

50

などの角速度センサを含み、撮像装置（カメラ）のパンニング速度（角速度情報101）を検出（算出）する。角速度情報101は、RAM（揮発性メモリ）などの記憶手段106に一時的に記憶される。記憶手段には、任意の期間に検出されたデータ（角速度情報101）の全てが記憶される。

【0018】

ベクトル検出手段102は、画面内（画像内）の動きベクトルを検出し、複数の撮影画像（例えば、連続して撮影された複数の画像）を比較して動きベクトル（ベクトル情報103）を検出（算出）する。ベクトル情報103は、RAM（揮発性メモリ）などの記憶手段106に一時的に記憶される。記憶手段には、任意の期間に検出されたデータ（ベクトル情報103）の全てが記憶される。

10

【0019】

被写体ベクトル算出手段104は、角速度情報101とベクトル情報103とに基づいて、被写体ベクトル（被写体ベクトル情報105）を算出する。被写体ベクトル情報105は、流し撮り撮影において、被写体の動きとカメラのパンニング動作（パンニング速度）とのずれを補正するために用いられる。

【0020】

次に、図3を参照して、ベクトル検出手段102により動きベクトル（ベクトル情報103）を検出する方法について説明する。図3は、本実施例における動きベクトルの検出方法の説明図である。

【0021】

図3（a）は、連続して撮影された複数の画像からブロックごとのベクトルを検出する方法を示している。まず、N-1フレームの参照ブロック31の座標を（x、y）とする。続いて、Nフレームの候補ブロック32の座標を、N-1フレームの参照ブロックの座標に対して（a、b）ずらした（x-a、y-b）とする。続いて、参照ブロックと候補ブロックとの画素値の差分をとり、その差分値の全てを足し合わせる。この値を相関値と呼ぶ。座標（a、b）を水平方向および垂直方向のそれぞれにおいて±12画素の範囲で1画素ずつずらしながら相関値を求め、相関値が0に最も近くなる座標（a、b）をベクトル（ベクトル情報103）とする。

20

【0022】

図3（b）は、参照ブロックの配置例を示している。本実施例では、 $8 \times 8 = 64$ 個のブロックを画像全体に配置した場合の例を示している。配置された複数の参照ブロックのそれぞれに関してベクトルが求められる。

30

【0023】

図3（c）は、図3（b）の複数の参照ブロックのうち、点線33で囲まれた 4×3 のブロックに関して、検出されたベクトルを矢印で示している。図3（c）のベクトルを示す矢印のうち、信頼性の高いベクトルを実線で示し、信頼性の低いベクトルを点線で示している。例えば、参照ブロックおよび候補ブロックがエッジなどの特徴のある画素値を含まなければ、いずれの座標で相関値を算出しても同じような値となる。このような場合、ベクトルを求めることができないか、または、求めたベクトルは信頼性の低い値となる。

【0024】

40

このため本実施例において、ベクトル検出手段102は、算出されたベクトルの信頼性が高いか否か（ベクトルがもっともらしいか否か）を示す信頼度を算出する信頼度算出手段を含んでもよい。また、ベクトル検出手段102は、ベクトル情報103に信頼度（信頼度に関する情報）を付帯させてもよい。本実施例において、ベクトル検出手段102は、以下の2つの場合に算出されたベクトルの信頼性は低いと判定する。一つは、コントラストが低いために相関値を得られなかった場合である。もう一つは、ブロックが高周波の画像であるために相関値を得られなかった場合である。ただし、本実施例はこれらに限定されず、ベクトルの信頼性の判定条件を追加または変更してもよい。

【0025】

次に、図1を参照して、被写体ベクトル算出手段104による被写体の動きベクトル（

50

被写体ベクトル情報 105) の算出方法について説明する。図 1 は、被写体の動きベクトルの算出方法(被写体ベクトル算出処理)のフローチャートである。

【0026】

まず、ステップ S100において、被写体ベクトル算出手段 104 は、背景ベクトル領域を算出する。背景ベクトル領域は、後述のステップ S101 にて作成されるベクトル度数分布に基づいて、いずれのベクトルが背景であるのかを判定するために用いられる情報である。背景ベクトル領域は、背景ベクトル領域の基準となるベクトル(基準ベクトル)に対して、ある幅を有して設定される。

【0027】

被写体ベクトル算出手段 104 は、角速度情報 101 をベクトルに変換することにより、背景ベクトル領域の基準となるベクトル(基準ベクトル)を算出する。また、背景ベクトル領域の幅は、角速度検出手段 100 とベクトル検出手段 102 との検出誤差、および、角速度情報 101 からベクトルへの変換誤差を考慮して算出される。なお背景ベクトル領域の幅は、所定の値(一定の値)を用いることができ、または、角速度情報 101 に応じて変化させてもよい。

【0028】

ここで、図 4 を参照して、角速度情報 101 をベクトルに変換する方法について説明する。図 4 は、背景ベクトル領域の算出方法(角速度情報をベクトルに変換する方法)の説明図である。図 4 では、角速度(角速度情報 101)が [deg/sec] の場合に、t 秒の間に背景が点 A から点 B へ移動し、それに応じて撮像素子(センサ)上に結像した背景像が点 A' から点 B' へ移動した状態を示している。

【0029】

まず、背景の移動角 $\angle AOB$ は、以下の式(1)のように表わされる。

【0030】

【数 1】

$$\angle AOB = \omega t \quad \dots \quad (1)$$

【0031】

背景の動きベクトルを v [pixel]、撮像素子の中心 O' と点 A' との距離を X_a [pixel]、焦点距離を f [mm]、撮像素子の画素ピッチを p [mm/pixel] とするとき、 $\angle A'OB'$ は以下の式(2)のように表わされる。

【0032】

【数 2】

$$\angle A'OB' = \arctan\left(\frac{X_a + vp}{f}\right) - \arctan\left(\frac{X_a}{f}\right) \quad \dots \quad (2)$$

【0033】

$\angle AOB$ と $\angle A'OB'$ とは互いに等しいため、背景の動きベクトル v [pixel] は、以下の式(3)のように表わされる。

【0034】

【数 3】

$$v = \frac{f^2 \tan(\omega t) + X_a^2 \tan(\omega t)}{f - X_a \tan(\omega t)} \times \frac{1}{p} \quad \dots \quad (3)$$

10

20

30

40

50

【0035】

式(3)を用いることにより、角速度(角速度情報101)からベクトル(背景の動きベクトル)を求めることができる。

【0036】

続いて、図1のステップS101において、被写体ベクトル算出手段104は、ベクトル検出手段102により検出されたベクトル情報103に基づいて、度数分布(ベクトル度数分布)を作成する。度数分布とは、縦軸に度数(頻度)、横軸に階級をとった統計グラフであり、階級が何回出現するかを示す分布である。

【0037】

本実施例では、64個の参照ブロックが配置されているため、度数分布の最大度数は64である。また、階級はベクトルを意味しており、最小値が-12[pixel]、最大値が+12[pixel]である。BINの数は、1BINあたり1[pixel]となるように、25とする。例えば、0番目のBINの度数は-12[pixel]以上-11[pixel]未満のベクトルが出現する頻度を意味する。なお、BINの数は、ベクトル検出手段102により算出されるベクトルの精度に応じて変化させてもよい。例えば、0.5[pixel]単位で検出される場合、0番目のBINに含まれるベクトルが-12.0[pixel]以上-11.5[pixel]未満となるように、BINの数を49としてもよい。

【0038】

続いて、ステップS102において、被写体ベクトル算出手段104は、背景ベクトル領域とベクトル度数分布とに基づいて、被写体ベクトル(被写体ベクトル情報)を検出(算出)する。

【0039】

ここで、図5(a)を参照して、被写体ベクトル算出手段104による被写体ベクトルの検出方法について説明する。図5(a)は、ベクトル度数分布と被写体ベクトル判定閾値との関係を示している。

【0040】

最も頻出度数の高いベクトルは背景ベクトル領域に含まれている。このため被写体ベクトル算出手段104は、このベクトルは背景のベクトルであると判定することができる。次に度数の高いベクトルに関しても同様である。

【0041】

図5(a)において、背景ベクトル領域に含まれないベクトルで最も頻出度数の高いベクトルを白抜きの棒グラフで示している。このベクトルの度数が被写体ベクトル判定閾値を超えている。このため被写体ベクトル算出手段104は、このベクトルを被写体ベクトルであると判定する。なお、図5(a)では、被写体ベクトル判定閾値を超えた度数を有するベクトルは一つしかないが、複数のベクトルが見つかった場合、最も度数の高いベクトルを被写体ベクトルであると判定してもよい。また、度数が同じ場合、0に近いベクトルを被写体ベクトルであると判定してもよい。

【0042】

続いて、図1のステップS103において、被写体ベクトル算出手段104は、ステップS102にて被写体ベクトルが検出されたか否かを判定する。被写体ベクトルが検出されている場合、被写体ベクトル算出処理を終了する。一方、被写体ベクトルが検出されていない場合、ステップS104に進む。ステップS104において、被写体ベクトル算出手段104は、背景ベクトル領域とベクトル度数分布とに基づいて、被写体候補ベクトルを検出する。

【0043】

ここで、図5(b)を参照して、被写体ベクトル算出手段104による被写体候補ベクトルの検出方法について説明する。図5(b)は、ベクトル度数分布と被写体候補ベクトル判定閾値との関係を示している。

【0044】

10

20

30

40

50

まず、被写体ベクトル算出手段 104 は、被写体ベクトルの検出処理と同様に、背景ベクトル領域に含まれるベクトルを背景ベクトルであると判定する。そして被写体ベクトル算出手段 104 は、残ったベクトルのうち、被写体候補ベクトル判定閾値を超える度数を有するベクトルを、被写体候補ベクトルであると判定する。本実施例において、被写体候補ベクトル判定閾値は、被写体ベクトル判定閾値よりも小さく、1 よりも大きい値であることが好ましい。これは、度数が 1 のベクトルは誤検出されたベクトルである可能性が高いためである。また被写体ベクトル算出手段 104 は、被写体候補ベクトル判定閾値を超えるベクトルの全てを被写体候補ベクトルと判定してもよく、または、度数の高いベクトルを優先的に選択してもよい。

【0045】

10

続いて、図 1 のステップ S105において、被写体ベクトル算出手段 104 は、被写体候補ベクトルが検出されたか否かを判定する。被写体候補ベクトルが検出されていない場合、被写体ベクトル算出手段を終了する。一方、被写体候補ベクトルが検出された場合、ステップ S106 に進む。ステップ S106において、被写体ベクトル算出手段 104 は、被写体候補ベクトルのフレーム間相関を判定する。

【0046】

ここで、図 6 (a) を参照して、被写体候補ベクトルのフレーム間相関を判定する方法について説明する。図 6 (a) は、被写体候補ベクトルのフレーム間相関の判定方法の説明図であり、3 フレーム分の被写体移動ベクトルと時間との関係を散布図で示している。図 6 (a)において、縦軸は移動ベクトルの移動量、横軸は時間をそれぞれ示している。

20

【0047】

まず、背景ベクトル領域の基準となるベクトル（基準ベクトル）を $V_{background}$ [pixel] 、被写体候補ベクトルを V_{object} [pixel] とする。被写体移動ベクトル V_{object} [pixel] は、以下の式 (4) のように表される。

【0048】

【数 4】

$$V_{object} = V_{diff} - V_{background} \dots \quad (4)$$

30

【0049】

式 (4) を用いて、時刻 t_N [sec] で検出された被写体候補ベクトルから算出された被写体移動ベクトルを $v[N][0]$ 、 $v[N][1]$ とする。同様に、時刻 t_{N-1} [sec]、 t_{N-2} [sec] で検出された被写体候補ベクトルにより算出された被写体移動ベクトルをそれぞれ、 $v[N-1][0]$ 、 $v[N-1][1]$ 、 $v[N-2][0]$ 、 $v[N-2][1]$ とする。なお、時刻 t_N と t_{N-1} の間隔、および、時刻 t_{N-1} と t_{N-2} の間隔は、フレームレートに応じて決定される。例えば、30 [fps] の場合、時刻の間隔は 33 [msec] となる。

【0050】

時刻 t_N で検出された被写体移動ベクトルから被写体ベクトルを判定する場合、時刻 t_{N-1} と時刻 t_{N-2} の被写体移動ベクトルを結ぶ直線状に t_N の被写体移動ベクトルがあるか否かにより判定することができる。これは、流し撮り撮影において、一般的な被写体の動きは直線状を一定に動くことが多いためであり、このような場合、被写体の角速度は被写体距離に応じて変化することが分かっている。その変化は一次関数ではないが、微小な時間で見ると一次関数とみなすことができる。すなわち、 $v[N][0]$ は、 $v[N-1][0]$ と $v[N-2][0]$ とを結ぶ直線上にあるため、 $v[N][0]$ は被写体（被写体ベクトル）であると判定される。一方、 $v[N][1]$ は $v[N-1][1]$ と $v[N-2][1]$ とを結ぶ直線上にはない。また、他の組み合わせに関しても $v[N][1]$ は直線上にないため、 $v[N][1]$ は被写体（被写体ベクトル）ではないと判定される。

40

50

【0051】

次に、図6(b)を参照して、被写体候補ベクトルのフレーム間相関を判定する方法について説明する。図6(b)は、被写体候補ベクトルのフレーム間相関の判定方法の説明図である。図6(b)において、 $v[N][0]$ が $v[N-1][0]$ と $v[N-2][0]$ とを結ぶ直線上にあり、 $v[N][1]$ が $v[N-1][1]$ と $v[N-2][1]$ とを結ぶ直線上にある場合を示している。このような場合、一意に被写体ベクトルを判定することができない。そこで、時刻 t_{N-1} での判定結果を利用して被写体ベクトルの判定を行う。例えば、時刻 t_{N-1} でのフレーム間相関判定において $v[N-1][0]$ が被写体ベクトルであると判定された場合、 $v[N-1][0]$ を含む直線上にある $v[N][0]$ を被写体ベクトルと判定する。

10

【0052】

また、 $v[N-1][0]$ と $v[N-1][1]$ とのいずれも被写体ベクトルと判定されていない場合、直線の傾きを利用して被写体ベクトルの判定を行う。すなわち、直線の傾きがより小さい直線を優先する。これにより、被写体ベクトルを誤検出した場合でもその影響を小さくすることができる。

【0053】

このように本実施例において、動きベクトル検出装置10は、ベクトル検出手段102および被写体ベクトル算出手段104を有する。ベクトル検出手段102は、異なる時刻に得られた複数のフレーム画像(連続したフレーム画像)から動きベクトル情報(動きベクトル情報103)を検出する。被写体ベクトル算出手段104は、角速度情報と動きベクトル情報に基づいて被写体の動きベクトルを算出する。また被写体ベクトル算出手段104は、被写体候補の動きベクトルに関する複数のフレーム画像の相関(相関判定結果)に基づいて、被写体候補の動きベクトルが被写体の動きベクトルであるか否かを判定する。

20

【0054】

好ましくは、被写体ベクトル算出手段104は、角速度情報に基づいて背景ベクトル領域を算出し(S100)、動きベクトル情報に基づいて度数分布を作成し(S101)、度数分布と背景ベクトル領域とにに基づいて被写体の動きベクトルを検出する(S102)。また被写体ベクトル算出手段104は、被写体の動きベクトルが検出されない場合、度数分布と背景ベクトル領域とにに基づいて被写体候補の動きベクトルを検出する(S104)。また被写体ベクトル算出手段104は、相関が所定の条件を満たす場合、被写体候補の動きベクトルを被写体の動きベクトルとして決定する(S106)。

30

【0055】

より好ましくは、被写体ベクトル算出手段104は、度数分布における度数が第1の閾値(被写体ベクトル判定閾値)を超える第1のベクトルが存在する場合、第1のベクトルを被写体の動きベクトルとして決定する。また被写体ベクトル算出手段104は、第1のベクトルが存在しない場合であって、度数が第1の閾値よりも小さい第2の閾値(被写体候補ベクトル判定閾値)を超える第2のベクトルが存在する場合、第2のベクトルを被写体候補の動きベクトルとして決定する。

【0056】

40

好ましくは、被写体候補の動きベクトルに関する複数のフレーム画像の相関は、複数のフレーム画像の間における被写体候補の動きベクトルの変化の度合いである。より好ましくは、被写体ベクトル算出手段104は、被写体候補の動きベクトルと背景ベクトル領域の基準ベクトルとにに基づいて被写体移動ベクトル(v_{object})を算出する。そして被写体ベクトル算出手段104は、複数のフレーム画像の間における被写体移動ベクトルの変化の度合いで、被写体候補の動きベクトルが被写体の動きベクトルであるか否かを判定する。より好ましくは、複数のフレーム画像は、少なくとも3つのフレーム画像(N-2フレーム、N-1フレーム、Nフレーム)を含む。少なくとも3つのフレーム画像における被写体移動ベクトルの変化が一定である場合、被写体移動ベクトルに対応する被写体候補の動きベクトルを被写体の動きベクトルであると決定する。ここで、被写体

50

移動ベクトルの変化が一定である場合とは、図 6 (a) を参照して説明したように、例えば 3 つのフレーム画像の間で被写体移動ベクトルが直線上に位置する場合である。また、一定とは厳密な意味で一定である場合に限定されるものではなく、実質的に一定であると評価できる範囲内 (すなわち略一定) であればよい。また、複数の被写体候補の動きベクトルがある場合、その中で一定に最も近いと評価されるものを被写体の動きベクトルであると判定してもよい。

【 0 0 5 7 】

本実施例では、被写体候補ベクトルからフレーム間の相関を用いて被写体ベクトルか否かを判定する。これにより、小さい被写体でも被写体の動きベクトルを算出することが可能な動きベクトル検出装置を提供することができる。

10

【実施例 2】

【 0 0 5 8 】

次に、本発明の実施例 2 における動きベクトル検出装置について説明する。実施例 1 では、被写体候補ベクトルからフレーム間の相関を用いて被写体ベクトルか否かを判定することにより、被写体の動きベクトルを算出する。しかしながら、この方法では、場合によつては、被写体ベクトルを判定することができない。以下、この場合について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 8 は、本実施例における枠密集度の算出方法の説明図である。図 8 では、 $v[N][0]$ が $v[N-1][0]$ と $v[N-2][1]$ とを結ぶ直線上にあり、 $v[N][1]$ が $v[N-1][0]$ と $v[N-2][0]$ とを結ぶ直線上にある。また、二つの直線の傾き (傾きの絶対値) は略同一である。本実施例では、ベクトル検出手段 102 の参照ブロックの密集度 (枠密集度) を用いて、被写体候補ベクトルを判定する。

20

【 0 0 6 0 】

図 7 を参照して、被写体ベクトル算出手段 104 による被写体の動きベクトル (被写体ベクトル情報 105) の算出方法について説明する。図 7 は、被写体の動きベクトルの算出方法 (被写体ベクトル算出処理) のフローチャートである。なお、図 7 のフローチャートにおいて、ステップ S201、S202 以外のステップは、図 1 を参照して説明した実施例 1 と同様であるため、それらの説明については省略する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S106 にてフレーム間相関判定処理が行われると、ステップ S201 に進む。ステップ S201 において、被写体ベクトル算出手段 104 は、ステップ S106 のフレーム間相関判定処理により 2 つ以上の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであると判定されたか否か (すなわち、複数の被写体候補が存在するか否か) を判定する。1 つの被写体候補ベクトルのみが被写体ベクトルと判定されたか、または、全ての被写体候補ベクトルが被写体ベクトルではないと判定された場合、被写体ベクトル算出処理を終了する。一方、2 つ以上の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであると判定された場合、ステップ S202 に進む。ステップ S202 において、被写体ベクトル算出手段 104 は、枠密集度に基づいて被写体ベクトルか否かを判定する。

30

【 0 0 6 2 】

ここで、図 8 を参照して、枠密集度を用いて被写体ベクトルか否かを判定する方法について説明する。図 8 は、被写体ベクトルであると判定された被写体移動ベクトルの散布図、および、それぞれのベクトルが検出された参照ブロックの位置を示している。

40

【 0 0 6 3 】

小さい被写体の場合、被写体ベクトルが検出される参照ブロックは小さい範囲に集中する。このため、参照ブロック間の距離を算出し、その平均値を密集度とすると、密集度が小さい場合に被写体の可能性が高いと判定することができる。

【 0 0 6 4 】

ベクトル $v[N][1]$ が算出された参照ブロックを a、b、c とし、参照ブロック a と参照ブロック b との間の距離を $L_{a,b} [pixel]$ 、参照ブロック a と参照ブロック c と間の距離を $L_{a,c} [pixel]$ とする。このとき、密集度 ρ_1 は、以下の式 (5)

50

のように表される。

【0065】

【数5】

$$\rho_1 = \frac{L_{ab} + L_{ac}}{2} \dots \quad (5)$$

10

【0066】

同様に、ベクトル $v[N][0]$ が算出された各参照ブロック間の距離から密集度 ρ_0 を算出する。そして、密集度 ρ_1 と密集度 ρ_0 とを比較をすると、 $\rho_0 < \rho_1$ となる。このため被写体ベクトル算出手段 104 は、 $v[N][0]$ が被写体ベクトルであると判定する。

【0067】

このように本実施例において、被写体ベクトル算出手段 104 は、複数のフレーム画像における、被写体候補の動きベクトルが検出された位置の密集度（枠密集度）に基づいて、被写体候補の動きベクトルが被写体の動きベクトルであるか否かを判定する。これにより、フレーム間相關判定で複数の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであると判定された場合でも、動きベクトルを算出することが可能な動きベクトル検出装置を提供することができる。

20

【実施例3】

【0068】

次に、本発明の実施例 3 における動きベクトル検出装置について説明する。実施例 1 では、被写体候補ベクトルからフレーム間の相関を用いて被写体ベクトルか否かを判定することにより、被写体の動きベクトルを算出する。また実施例 2 では、フレーム間の相関を用いて被写体ベクトルか否かを判定した際に複数の被写体ベクトルが検出された場合、枠密集度を用いて被写体ベクトルか否かを判定することにより、被写体の動きベクトルを算出する。しかしながら、これらの方法は、被写体候補ベクトルが検出されていない場合には処理が行われない。すなわち、被写体ベクトルが被写体候補ベクトル判定閾値を下回る場合、被写体の動きベクトルを算出することができない。そこで本実施例では、被写体候補ベクトルが検出されていない場合、度数分布を加算することにより被写体ベクトルを検出する。

30

【0069】

図 9 を参照して、被写体ベクトル算出手段 104 による被写体の動きベクトル（被写体ベクトル情報 105）の算出方法について説明する。図 9 は、被写体の動きベクトルの算出方法（被写体ベクトル算出処理）のフローチャートである。なお、図 9 のフローチャートにおいて、ステップ S301 ~ S304 以外のステップは、図 7 を参照して説明した実施例 2 と同様であるため、それらの説明については省略する。

40

【0070】

ステップ S301において、被写体ベクトル算出手段 104 は、被写体候補ベクトルを検出したか否かを判定する。被写体候補ベクトルが検出されている場合、ステップ S106 に進む。ステップ S106 において、被写体ベクトル算出手段 104 はフレーム間の相関を用いて被写体ベクトルの判定を行う。そしてステップ S302 において、被写体ベクトル算出手段 104 は、ステップ S106 のフレーム間相關判定処理の結果、1 つ以上の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであるか否かを判定する。1 つ以上の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであると判定された場合、ステップ S201 に進む。ステップ S201 において、被写体ベクトル算出手段 104 は、ステップ S106 のフレーム間相關判定処理の結果、2 つ以上の被写体候補ベクトルが被写体ベクトルであるか否かを判定す

50

る。

【0071】

一方、ステップS301にて被写体候補ベクトルが検出されていない場合、または、ステップS302にて全ての被写体候補ベクトルが被写体ベクトルではないと判定された場合、ステップS303に進む。ステップS303において、被写体ベクトル算出手段104は、度数分布の加算処理を行う。

【0072】

ここで、図10を参照して、被写体ベクトル算出手段104による度数分布の加算方法について説明する。図10は、度数分布の加算方法の説明図である。図10(a)はN-1フレームの度数分布、図10(b)はN-1フレームの度数分布、図10(c)はN-1フレームの度数分布とNフレームの度数分布とを加算して得られた度数分布の例をそれぞれ示している。

【0073】

実施例1にて説明したように、被写体の角速度は、微小な時間で見ると一次関数とみなせる。また、小さい被写体は、被写体距離が遠いか広角で撮影している場合に現れることが多い。このような場合、一般的に被写体の角速度は小さくなるため、微小な時間で見ると角速度は一定であるとみなせる。このため、背景ベクトルの位置を揃えて複数のフレームの度数分布を加算することにより、被写体ベクトルの度数を増加させることができる。

【0074】

図10(a)と図10(b)とを比較すると、N-1フレームの背景ベクトルは、Nフレームの背景ベクトルに対して右にずれている。このため、Nフレームの背景ベクトルと一致するようにN-1フレームの度数分布の全体を左にずらす。このときの度数分布を図10(a)中に点線で示している。続いて、ずらしたN-1フレームの度数分布とNフレームの度数分布とを加算する。図10(c)に示されるように、加算後の度数分布では、被写体ベクトルの度数は増加し、ノイズ成分の度数は増加していない。これは、被写体の角速度が一定であるとした場合、被写体ベクトルと背景ベクトルとの距離はフレーム間で同じになるためである。

【0075】

最後に、ステップS304において、被写体ベクトル算出手段104は、加算後の度数分布を用いて被写体ベクトルを検出する。

【0076】

このように本実施例において、被写体ベクトル算出手段104は、複数のフレーム画像における度数分布を加算し、加算された度数分布に基づいて、被写体候補の動きベクトルが被写体の動きベクトルであるか否かを判定する。これにより、被写体候補ベクトルが検出されない場合でも、動きベクトルを算出することが可能な動きベクトル検出装置を提供することができる。

【実施例4】

【0077】

次に、図11を参照して、本発明の実施例4における撮像装置について説明する。図11は、本実施例における撮像装置200(一眼レフカメラ)の構成図である。

【0078】

レンズ鏡筒210(レンズ装置)は、撮像光学系201(シフトレンズなどを含むレンズ群)を有する。カメラ本体220(撮像装置本体)は、クイックリターンミラー203、焦点板204、ペンタダハプリズム205、および、接眼レンズ206などを備えて構成されている。クイックリターンミラー203は、撮像光学系201を介して形成された光束を上方に反射する。焦点板204は、撮像光学系201の像形成位置に配置されている。ペンタダハプリズム205は、焦点板204に形成された逆像を正立像に変換する。ユーラは、その正立像を、接眼レンズ206を介して観察することができる。撮像素子207は、CCDセンサやCMOSセンサなどの光電変換素子を有し、撮像光学系201を介して形成された光学像(被写体像)を光電変換して画像データを出力する。撮影時には

10

20

30

40

50

、クイックリターンミラー 203 が光路から退避して、撮像光学系 201 により撮像面（撮像素子 207 の面）上に像（光学像）が形成される。

【0079】

カメラ本体 220 には、上述の各実施例の動きベクトル検出装置 10（画像処理装置）が設けられている。本実施例において、動きベクトル検出装置 10 は、少なくとも一つのプロセッサまたは回路が、動きベクトル検出装置 10 の各部の機能を実行するように構成されればよい。また、動きベクトル検出装置 10 をカメラ本体 220 ではなくレンズ鏡筒 210 に設けてもよく、または、動きベクトル検出装置 10 の機能をカメラ本体 220 側とレンズ鏡筒 210 側とで分担してもよい。

【0080】

なお本実施例において、レンズ鏡筒 210 は、カメラ本体 220 と着脱可能に構成された交換レンズであるが、本実施例はレンズ鏡筒 210 とカメラ本体 220 とが一体的に構成された撮像装置にも適用可能である。またレンズ鏡筒 210 は、クイックリターンミラーのないミラーレスの一眼レフカメラ（ミラーレスカメラ）にも適用することができる。

【0081】

（その他の実施例）

本発明は、上述の実施例の 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。

【0082】

各実施例によれば、小さい被写体の動きベクトルを検出することが可能な動きベクトル検出装置、撮像装置、動きベクトル検出方法、プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。

【0083】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【0084】

10 ベクトル検出装置

102 ベクトル検出手段

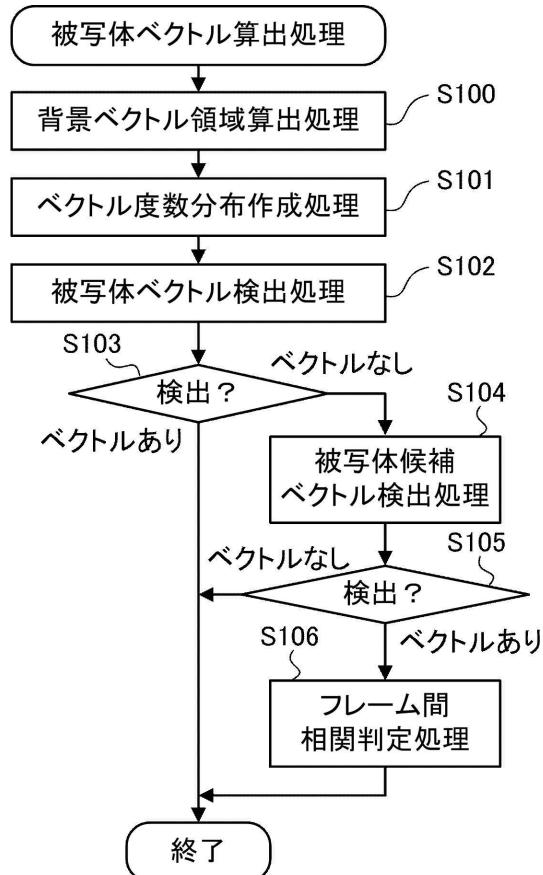
104 被写体ベクトル算出手段

10

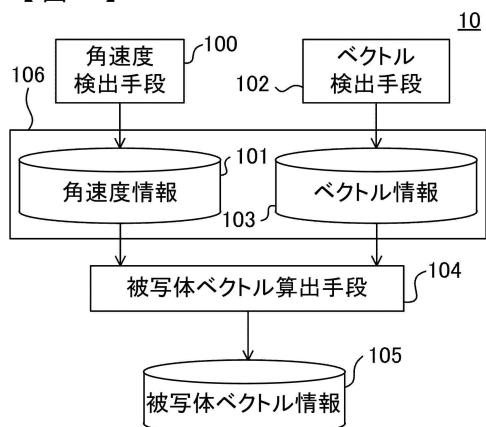
20

30

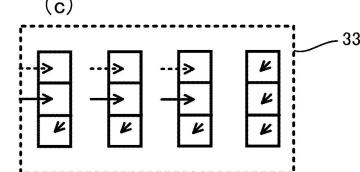
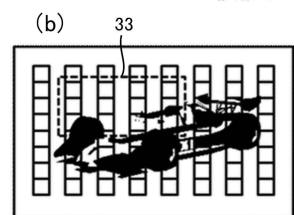
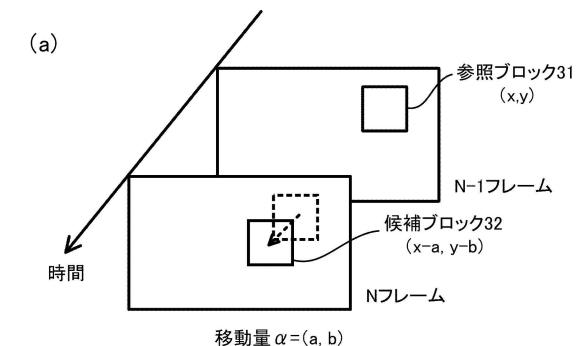
【図1】



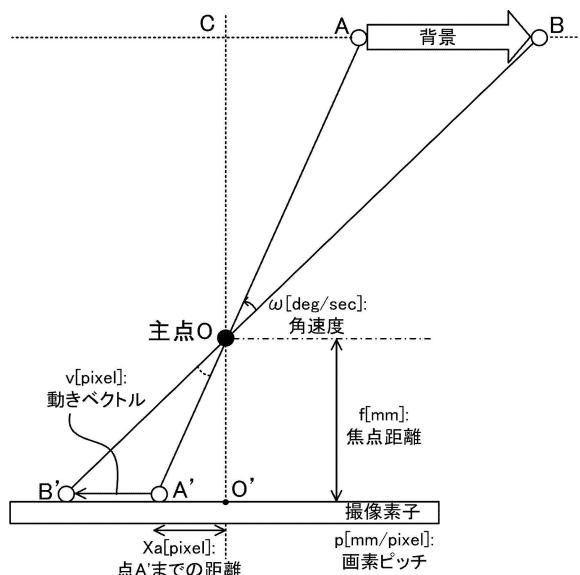
【図2】



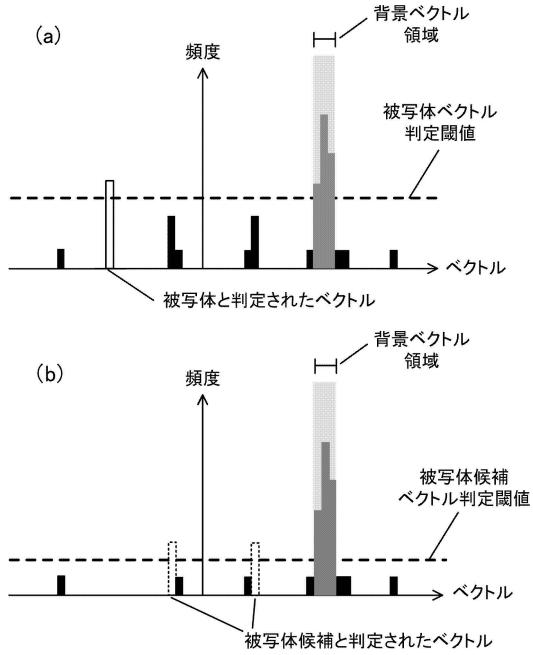
【図3】



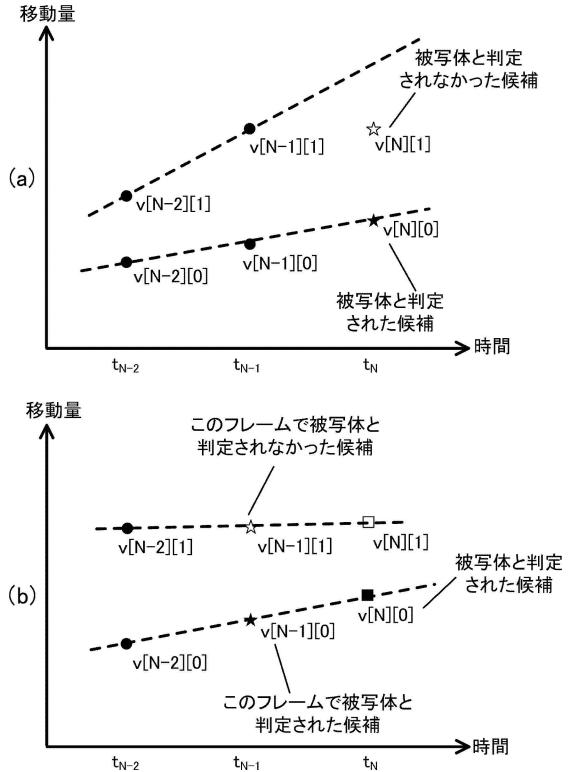
【図4】



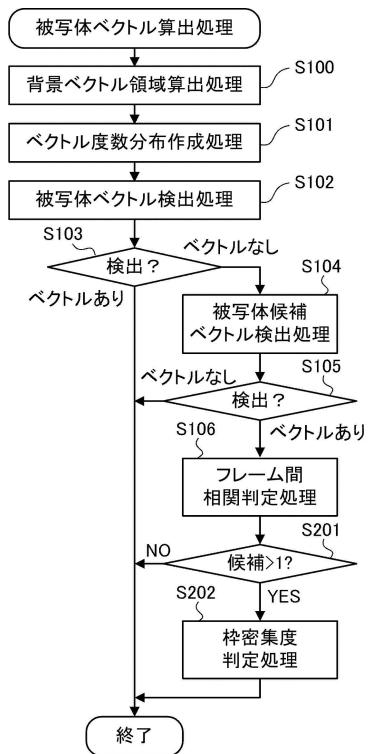
【図5】



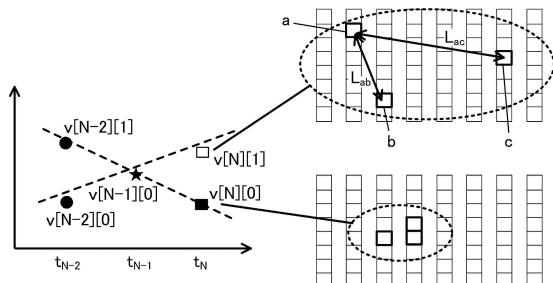
【図6】



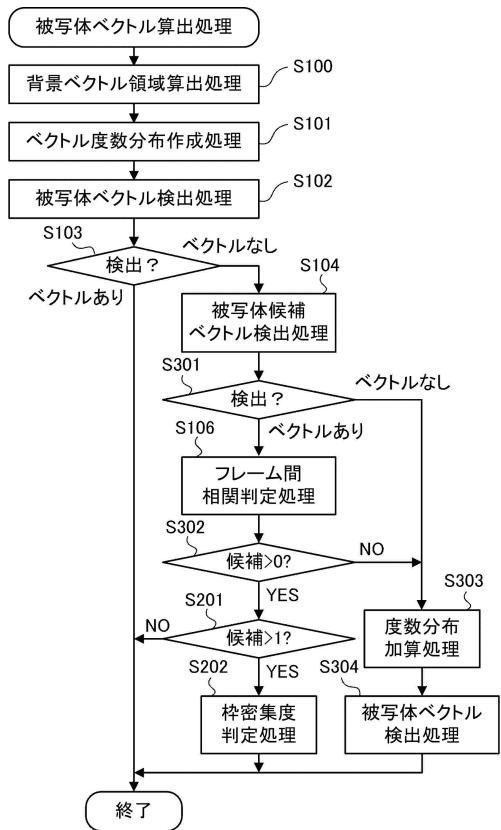
【図7】



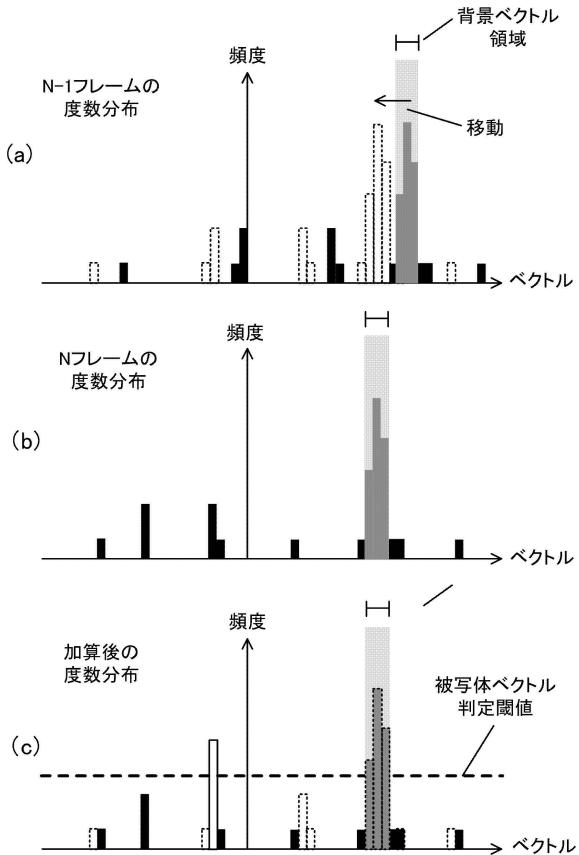
【図8】



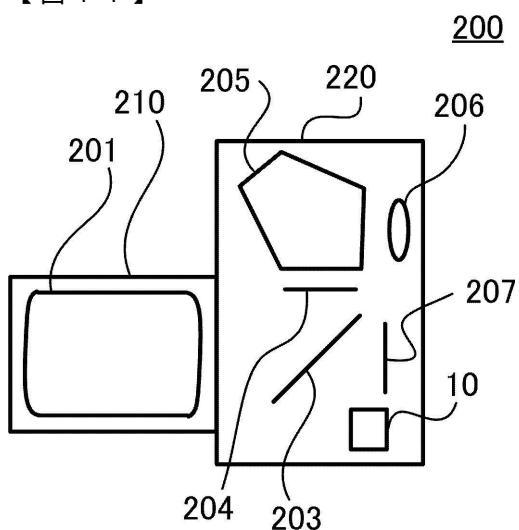
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 04N 5/232 480

(56)参考文献 特開2006-317848(JP, A)
特開2015-111746(JP, A)
特開2004-310595(JP, A)
特開平05-328190(JP, A)
特開2015-012480(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04N 5 / 232
G 03B 5 / 08
G 03B 15 / 00
G 06T 7 / 20