

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6854629号  
(P6854629)

(45) 発行日 令和3年4月7日 (2021. 4. 7)

(24) 登録日 令和3年3月18日 (2021. 3. 18)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 T 7 / 2 0 ( 2 0 1 7 . 0 1 )

G O 6 T 7 / 2 0 1 0 0

H O 4 N 5 / 2 3 2 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

H O 4 N 5 / 2 3 2 2 9 0

請求項の数 11 (全 20 頁)

|           |                              |           |                     |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-228295 (P2016-228295) | (73) 特許権者 | 000001007           |
| (22) 出願日  | 平成28年11月24日 (2016. 11. 24)   |           | キヤノン株式会社            |
| (65) 公開番号 | 特開2018-84997 (P2018-84997A)  |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号   |
| (43) 公開日  | 平成30年5月31日 (2018. 5. 31)     | (74) 代理人  | 110003281           |
| 審査請求日     | 令和1年11月25日 (2019. 11. 25)    |           | 特許業務法人大塚国際特許事務所     |
|           |                              | (72) 発明者  | 西山 知宏               |
|           |                              |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ |
|           |                              |           | ヤノン株式会社内            |
|           |                              | 審査官       | 秦野 孝一郎              |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の画像及び該第1の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第1の集合と、第2の画像及び該第2の画像を前記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第2の集合と、を取得する取得手段と、

前記第2の集合に属する画像を画像サイズが小さい順に選択する選択手段と、

前記選択手段が今回選択した選択画像の各画素を、前記選択手段が前回選択した画像に対応するオプティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオプティカルフローに従って移動させた移動済み選択画像を生成する生成手段と、

前記第1の集合に属する画像のうち前記選択画像と同サイズの画像と前記移動済み選択画像との差分である第1の差分と、前記変換済みオプティカルフローと該変換済みオプティカルフローに対して平滑化処理を施した処理済みオプティカルフローとの差分である第2の差分と、に基づく評価値を極小化するオプティカルフローを、前記選択画像に対応するオプティカルフローとして求める計算手段と、

前記計算手段が求めた、前記第2の画像に対応するオプティカルフローを出力する出力手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記選択手段が前回選択した画像に対応するオプティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオプティカルフローは、前記選択手段が前回選択した画像に対

応するオプティカルフローの要素である動きベクトルの成分値、及び前記選択手段が前回選択した画像に対応するオプティカルフローのサイズ、を前記選択画像のサイズに応じて変換したオプティカルフローであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

第 1 の画像及び該第 1 の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 1 の集合と、第 2 の画像及び該第 2 の画像を前記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 2 の集合と、を取得する取得手段と、

前記第 2 の集合に属する画像を画像サイズが小さい順に選択する選択手段と、

前記選択手段が今回選択した選択画像の各画素を、前記選択手段が前回選択した画像に対応するオプティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオプティカルフローに従って移動させた移動済み選択画像を生成する生成手段と、

前記第 1 の集合に属する画像のうち前記選択画像と同サイズの画像と前記移動済み選択画像との差分である第 1 の差分と、前記変換済みオプティカルフローと前記第 1 の画像に対するオプティカルフローを前記選択画像のサイズに応じて変換してから平滑化処理を施した処理済みオプティカルフローとの差分である第 2 の差分と、に基づく評価値を極小化するオプティカルフローを、前記選択画像に対応するオプティカルフローとして求める計算手段と、

前記計算手段が求めた、前記第 2 の画像に対応するオプティカルフローを出力する出力手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

前記平滑化処理には、平均フィルタ、ジョイントバイラテラルフィルタ、メディアンフィルタ、何れかが用いられていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

更に、

前記出力手段が出力したオプティカルフローを用いて画像中のグローバルモーションを求め、該求めたグローバルモーションに基づいて画像をシフトする防振手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

更に、

前記出力手段が出力したオプティカルフローから複数のオプティカルフローを生成し、画像を該複数のオプティカルフローを用いてシフトした複数のシフト画像を生成し、該画像及び複数のシフト画像を合成する手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像のそれぞれは、複数台の撮像装置において同時刻、若しくは互いに異なる時刻に撮像された画像であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像のそれぞれは、単一の撮像装置において互いに異なる時刻に撮像された画像であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

画像処理装置が行う画像処理方法であって、

前記画像処理装置の取得手段が、第 1 の画像及び該第 1 の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 1 の集合と、第 2 の画像及び該第 2 の画像を前記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 2 の集合と、を取得する取得工程と、

前記画像処理装置の選択手段が、前記第 2 の集合に属する画像を画像サイズが小さい順

10

20

30

40

50

に選択する選択工程と、

前記画像処理装置の生成手段が、前記選択工程で今回選択した選択画像の各画素を、前記選択工程で前回選択した画像に対応するオブティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオブティカルフローに従って移動させた移動済み選択画像を生成する生成工程と、

前記画像処理装置の計算手段が、前記第 1 の集合に属する画像のうち前記選択画像と同サイズの画像と前記移動済み選択画像との差分である第 1 の差分と、前記変換済みオブティカルフローと該変換済みオブティカルフローに対して平滑化処理を施した処理済みオブティカルフローとの差分である第 2 の差分と、に基づく評価値を極小化するオブティカルフローを、前記選択画像に対応するオブティカルフローとして求める計算工程と、

10

前記画像処理装置の出力手段が、前記計算工程で求めた、前記第 2 の画像に対応するオブティカルフローを出力する出力工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 10】

画像処理装置が行う画像処理方法であって、

前記画像処理装置の取得手段が、第 1 の画像及び該第 1 の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 1 の集合と、第 2 の画像及び該第 2 の画像を前記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 2 の集合と、を取得する取得工程と、

前記画像処理装置の選択手段が、前記第 2 の集合に属する画像を画像サイズが小さい順に選択する選択工程と、

20

前記画像処理装置の生成手段が、前記選択工程で今回選択した選択画像の各画素を、前記選択工程で前回選択した画像に対応するオブティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオブティカルフローに従って移動させた移動済み選択画像を生成する生成工程と、

前記画像処理装置の計算手段が、前記第 1 の集合に属する画像のうち前記選択画像と同サイズの画像と前記移動済み選択画像との差分である第 1 の差分と、前記変換済みオブティカルフローと前記第 1 の画像に対するオブティカルフローを前記選択画像のサイズに応じて変換してから平滑化処理を施した処理済みオブティカルフローとの差分である第 2 の差分と、に基づく評価値を極小化するオブティカルフローを、前記選択画像に対応するオブティカルフローとして求める計算工程と、

30

前記画像処理装置の出力手段が、前記計算工程で求めた、前記第 2 の画像に対応するオブティカルフローを出力する出力工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 11】

コンピュータを、請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置の各手段として機能させるためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、画像間のオブティカルフローを求めるための技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、画像間の各画素の対応付けを行う技術の重要性が高まっている。対応とは、基準画像の画素と同一であるとみなす参照画像の画素との関係であり、二点の座標で表現できる。ステレオ画像や多視点画像を入力した場合は、画素の対応関係から被写体の奥行きを算出できるため、3次元画像処理に応用することも可能である。また、連続して撮像された画像（動画）を入力し、その対応関係を相対座標として表現すれば、それは動きベクトルとなる。画素ごとの動きベクトル（以下オブティカルフローと称する）を利用することによって、動体追跡、動画の防振などが可能となる。

50

## 【 0 0 0 3 】

オプティカルフローを取得する代表的な手法としては勾配法がある。勾配法では、画素の時空間の輝度変化の方向と大きさから、オプティカルフローを算出する。勾配法は大きく2種類に分けることができる。一つ目の勾配法では、着目画素の周辺の画素は同じ動きであると仮定し、着目画素を中心とするパッチ内の画素の平均的な時空間の輝度変化からオプティカルフローを算出する（以下、パッチベースの手法と呼称する）。二つ目の勾配法では、画素ごとに画像間の輝度差と、オプティカルフローの滑らかさを表す平滑化項を重みづけして加算し、すべての画素で総和をとったものをエネルギーとして、エネルギーを最適化する（以下、エネルギー最適化法と呼称する）。

## 【 0 0 0 4 】

パッチベースの手法の代表的なものには、非特許文献1に記載のLucas Kanade法（以下、LK法と呼称する）があり、特許文献1でも同様の考え方が用いられている。特許文献2では、エネルギー最適化法が用いられている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 0 6 / 0 7 5 3 9 4

【 特許文献 2 】 特開平 9 - 1 7 8 7 6 4 号 公 報

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 非特許文献 1 】 Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the algorithm Jean-Yves Bouguet [online] [retrieved on 2016-11-07] Retrieved from the Internet: <URL: [http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo\\_tracking.pdf](http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo_tracking.pdf)>

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献2に代表されるエネルギー最適化法では、エネルギー最適化のための反復計算が必要となり、演算量が増大するという課題がある。一方、非特許文献1に代表されるパッチベースの手法では、反復計算が不要なため、高速にオプティカルフローを推定できる。しかし、拘束条件が明確に考慮されていないため、正解値から外れたフローベクトルが推定される可能性が高くなり、推定が不安定になるという課題がある。

## 【 0 0 0 8 】

特許文献1の手法は、階層処理の中で、推定したオプティカルフローを平滑化するようにパッチベースの手法を改良したものである。このことにより、正解から外れたフローベクトルの出現を抑制できるが、テクスチャが少ない領域では、推定値が不安定になるという課題がある。

## 【 0 0 0 9 】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、少ない演算量で高精度にオプティカルフローを推定するための技術を提供する。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

本発明の一様態は、第1の画像及び該第1の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第1の集合と、第2の画像及び該第2の画像を前記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第2の集合と、を取得する取得手段と、前記第2の集合に属する画像を画像サイズが小さい順に選択する選択手段と、前記選択手段が今回選択した選択画像の各画素を、前記選択手段が前回選択した画像に対応するオプティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオプティカルフローに

10

20

30

40

50

従って移動させた移動済み選択画像を生成する生成手段と、前記第 1 の集合に属する画像のうち前記選択画像と同サイズの画像と前記移動済み選択画像との差分である第 1 の差分と、前記変換済みオプティカルフローと該変換済みオプティカルフローに対して平滑化処理を施した処理済みオプティカルフローとの差分である第 2 の差分と、に基づく評価値を極小化するオプティカルフローを、前記選択画像に対応するオプティカルフローとして求める計算手段と、前記計算手段が求めた、前記第 2 の画像に対応するオプティカルフローを出力する出力手段とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明の構成によれば、少ない演算量で高精度にオプティカルフローを推定することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】コンピュータ装置のハードウェア構成例を示すブロック図。

【図 2】オプティカルフローを説明する図。

【図 3】画像処理装置の機能構成例を示すブロック図。

【図 4】オプティカルフローを生成するための処理のフローチャート。

【図 5】画像処理装置の機能構成例を示すブロック図。

【図 6】オプティカルフローを生成するための処理のフローチャート。

【図 7】参考オプティカルフローを得るための処理について説明する図。

20

【図 8】画像処理装置の機能構成例を示すブロック図。

【図 9】画像処理装置の機能構成例を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照し、本発明の実施形態について説明する。なお、以下説明する実施形態は、本発明を具体的に実施した場合の一例を示すもので、特許請求の範囲に記載した構成の具体的な実施例の 1 つである。

【0014】

[ 第 1 の実施形態 ]

本実施形態では、次のような構成を有する画像処理装置の一例について説明する。この画像処理装置は、第 1 の画像及び該第 1 の画像を規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 1 の集合と、第 2 の画像及び該第 2 の画像を上記規定の縮小率で再帰的に縮小した複数の縮小画像を要素とする第 2 の集合と、を取得する。そして画像処理装置は、第 2 の集合に属する画像を画像サイズが小さい順に選択する。そして画像処理装置は、今回選択した選択画像の各画素を、前回選択した画像に対応するオプティカルフローを該選択画像のサイズに応じて変換した変換済みオプティカルフローに従って移動させた移動済み選択画像を生成する。そして画像処理装置は、第 1 の集合に属する画像のうち選択画像と同サイズの画像と移動済み選択画像との差分である第 1 の差分と、変換済みオプティカルフローと該変換済みオプティカルフローに対して平滑化処理を施した処理済みオプティカルフローとの差分である第 2 の差分と、に基づく評価値を極小化するオプティカルフローを、選択画像に対応するオプティカルフローとして求める（計算）。そして画像処理装置は、この計算により求めた、第 2 の画像に対応するオプティカルフローを出力する。

30

40

【0015】

先ず、本実施形態を含む以下の各実施形態において用いる様々な定義について説明する。以下の説明における「オプティカルフロー」（以下、OF と称する場合がある）とは、基準画像に対する対象画像の動きベクトルを画素毎に登録したマップ画像である。つまり、オプティカルフローは対象画像と同じ解像度（縦横の画素数）を有し、対象画像の各画素に対応するオプティカルフローの要素は二次元ベクトルとなっている。

【0016】

50

以下では、画像を $I$ と表記した場合、該画像上の画素位置 $(x, y)$ における画素値は $I(x, y)$ と表記する。オプティカルフローにおいて、基準画像 $I$ 上の画素位置 $(x, y)$ に対応する要素は $(u(x, y), v(x, y))$ と表記する。 $u(x, y)$ は、基準画像 $I$ の画素位置 $(x, y)$ に対応する動きベクトルの水平方向成分( $X$ 成分)を表し、 $v(x, y)$ は、基準画像 $I$ の画素位置 $(x, y)$ に対応する動きベクトルの垂直方向成分( $Y$ 成分)を表している。

#### 【0017】

オプティカルフローについて図2を例にとり説明する。図2では、画像201に対する画像202のオプティカルフローについて説明する。画像201は、人物203が移動しているシーンを撮像装置を動かしながら撮像した動画像中の $N$ ( $N$ は1以上の整数)フレーム目の画像であり、画像202は該動画像における $(N + N')$ ( $N'$ は1以上の整数)フレーム目の画像である。画像201及び画像202には被写体として人物203と家204とが含まれている。動きベクトル205は、画像201中の人物203から画像202中の人物203への動きベクトルを表しており、動きベクトル206は、画像201中の家204から画像202中の家204への動きベクトルを表している。一般的に、画像中の人物203(家204)の領域を構成するそれぞれの画素に対する動きベクトルは全く同じではないが、図2では説明を簡単にするために、オブジェクト内の各画素の動きベクトルは全て同じであるものとする。つまり図2では、画像201中の人物203の領域内の各画素の動きベクトルは全て動きベクトル205とし、画像201中の家204の領域内の各画素の動きベクトルは全てベクトル206としている。ここで、動きベクトル205の成分を $(10, 5)$ 、動きベクトル206の成分を $(-5, 0)$ とする。このとき、画像201上の画素位置 $(x, y)$ が人物203の領域に含まれている場合、画像201に対するオプティカルフローにおいて画素位置 $(x, y)$ に対応する要素 $(u(x, y), v(x, y)) = (10, 5)$ となる。また、画像201上の画素位置 $(x, y)$ が家204の領域に含まれている場合、画像201に対するオプティカルフローにおいて画素位置 $(x, y)$ に対応する要素 $(u(x, y), v(x, y)) = (-5, 0)$ となる。なお、画像201上の画素位置 $(x, y)$ が背景領域(人物203及び家204以外の領域)に含まれている場合、画像201に対するオプティカルフローにおいて画素位置 $(x, y)$ に対応する要素 $(u(x, y), v(x, y)) = (0, 0)$ とする。

#### 【0018】

本実施形態では、単一の撮像装置において互いに異なる時刻に撮像された第1の画像及び第2の画像(第1の画像の撮像時刻は第2の撮像時刻よりも早い)を取得し、該第1の画像に対する該第2の画像のオプティカルフローを生成する。なお、第1の画像及び第2の画像は単一の撮像装置において互いに異なる時刻に撮像された画像に限らず、複数台の撮像装置において同時刻に撮像された画像であっても良いし、複数台の撮像装置において互いに異なる時刻に撮像された画像であっても良い。

#### 【0019】

次に、本実施形態に係る画像処理装置の機能構成例及びその動作について、画像処理装置の機能構成例を示すブロック図である図3、画像処理装置がオプティカルフローを生成するために行う処理のフローチャートを示す図4、を用いて説明する。なお、図面においてOFはオプティカルフローを表す。また、図4に示したフローチャートに従った処理は、1枚の画像に対するオプティカルフローを求めるための処理である。然るに、例えば、複数枚の画像のそれぞれについてオプティカルフローを求める場合には、該複数の画像のそれぞれについて図4のフローチャートに従った処理を行えばよい。

#### 【0020】

ステップS401では、画像データ取得部301は、上記の第1の画像及び第2の画像を取得する。以下では、2枚の画像のみを取得する場合について説明するが、複数枚の画像や動画像を取得しても構わない。画像が3枚以上ある場合や動画像の場合は、対象となる2枚の画像、もしくはフレームを選択して以降の処理を進める。

#### 【0021】

ステップS402では、画像縮小部302は、第1の画像 $I_1$ を縮小率 $scale\_factor$ （以下 $sf$ と呼称する： $0 < sf < 1$ ）に従って再帰的に縮小して複数枚の縮小画像を生成する。更に画像縮小部302は、第2の画像 $I_2$ を縮小率 $sf$ に従って再帰的に縮小して複数枚の縮小画像を生成する。具体的には、画像縮小部302は先ず、 $I_1$ 及び $I_2$ から生成する縮小画像の枚数である最大階層数（ $max\_lv$ ）を取得する。最大階層数 $max\_lv$ は予め画像処理装置100に設定されていたものであっても良いし、ユーザに入力させても良い。本実施形態では、 $I_1$ （ $I_2$ ）を縮小率 $sf$ に従って $max\_lv$ 回縮小した縮小画像のサイズ（縦及び／又は横サイズ）が $I_1$ （ $I_2$ ）のサイズ（縦及び／又は横サイズ）の5%以下となるまで縮小を行うものとした。然るにこの場合、以下の式1に示す如く、 $max\_lv = 5$ となる。

10

【0022】

【数1】

$$\log_{scale\_factor} 0.05 = \log_{0.5} 0.05 \approx 4.3$$

式1

【0023】

以下では、 $I_1$ を縮小率 $sf$ に従って $lv$ （ $lv$ は $0 \sim max\_lv$ を満たす整数）回縮小した縮小画像を $I_1[lv]$ と表記する。また、 $I_2$ を縮小率 $sf$ に従って $lv$ 回縮小した縮小画像を $I_2[lv]$ と表記する。つまり、 $I_1 = I_1[0]$ 、 $I_2 = I_2[0]$ である。 $I_1$ に対する $I_1[lv]$ の縮小率 $s$ （ $I_2$ に対する $I_2[lv]$ の縮小率 $s$ ）は以下の式2で表される。

20

【0024】

【数2】

$$s = sf^{lv}$$

式2

【0025】

つまり、 $I_1$ を縮小率 $s$ に従って縮小することで $I_1[lv]$ が得られ、 $I_2$ を縮小率 $s$ に従って縮小することで $I_2[lv]$ が得られる。以下では一例として、 $sf = 0.5$ であるものとするが、 $sf$ の値は0より大きく1未満であれば如何なる値であっても良い。なお、 $I_1[max\_lv]$ （ $I_2[max\_lv]$ ）のサイズは、画像間の動き検出対象の動きが大きいほど小さく設定すべきであるが、処理時間など様々な要素によって応じて最適な設定をすることが望ましい。また、画像の縮小処理の際には、バイキュービック法を用いても良いし、Lanczos 3-lobe法などの方法を用いてもよい。

30

【0026】

ステップS403では、制御部399は、変数 $lv$ の値に $max\_lv$ を設定する。以下では、 $I_1[lv]$ 及び $I_2[lv]$ を階層 $lv$ における画像、 $I_1[0]$ 及び $I_2[0]$ は最小階層における画像、 $I_1[max\_lv]$ 及び $I_2[max\_lv]$ は最大階層における画像と称する場合がある。

【0027】

ステップS404では、制御部399は、 $lv < max\_lv$ であるか否かを判断する。この判断の結果、 $lv < max\_lv$ であれば、処理はステップS405に進み、 $lv = max\_lv$ であれば、処理はステップS408に進む。

40

【0028】

ステップS408では、OF初期化部303は、階層 $max\_lv$ におけるオブティカルフローの全ての要素の値を0に初期化する。以下では、階層 $lv$ におけるオブティカルフローを $OF[lv]$ と表記する。 $OF[lv]$ の解像度は $I_1[lv]$ 、 $I_2[lv]$ の解像度と同じである。そして処理はステップS409に進む。

【0029】

一方、ステップS405でOF拡大部307は、最近求めたオブティカルフロー（ $OF[lv+1]$ ）の各要素の値（動きベクトルの成分値）を $1/sf$ 倍してから、該オブテ

50

ィカルフローの縦横サイズを  $1/sf$  倍に拡大した  $OF'[lv+1]$  を生成する。拡大では、RGB 画像の拡大において R、G、B それぞれの成分を独立して処理するのと同様に、動きベクトルの X 成分、Y 成分を独立して処理する。この拡大には、バイリニア補間を用いても良いし、バイキュービック法等の他の方法を採用しても良い。 $OF[lv+1]$  における要素  $u(x, y)$ 、 $v(x, y)$  と  $OF'[lv+1]$  における要素  $u'(x, y)$ 、 $v'(x, y)$  との関係を示す。

【0030】

【数3】

$$(u'(x, y), v'(x, y)) = \frac{1}{sf} (u(sf \times x, sf \times y), v(sf \times x, sf \times y)) \quad \text{式3}$$

10

【0031】

ステップ S406 では、画像変形部 305 は、 $I_2[0] \sim I_2[\max\_lv]$  のうち  $I_2[lv]$  を選択し、該選択した  $I_2[lv]$  内の各画素を、 $OF'[lv+1]$  に従って移動（ワーピング）させた画像  $I_{2w}[lv]$  を生成する。つまり、以下の式 4 に示す如く、 $I_2[lv]$  内の画素位置  $(x, y)$  における画素を、 $OF'[lv+1]$  内の  $u'(x, y)$ 、 $v'(x, y)$  によって規定される動きベクトルの方向に、該動きベクトルの長さだけ移動させた画像  $I_{2w}[lv]$  を生成する。

【0032】

【数4】

20

$$I_{2w}[lv](x, y) = I_2[lv](x + u'(x, y), y + v'(x, y))$$

式4

【0033】

ステップ S407 では、OF 平滑化部 304 は、ステップ S405 で生成したオプティカルフロー  $OF'[lv+1]$  に対して平滑化フィルタを適用して、平滑化処理済みのオプティカルフロー  $OF''[lv+1]$  を生成する。平滑化フィルタとしては、例えば、平均フィルタや、ジョイントバイラテラルフィルタなどを用いることができる。ジョイントバイラテラルフィルタを用いる場合は、 $I_1[lv]$  の画素値を参照することで、被写体境界の再現性を向上させることができる。また、メディアンフィルタなどの非線形フィルタを用いてもよい。つまり、オプティカルフロー  $OF'[lv+1]$  を平滑化できる手法であれば、如何なる手法を用いても構わない。本実施形態では、フィルタサイズが  $7 \times 7$  の平均フィルタを用いてオプティカルフロー  $OF'[lv+1]$  に対する平滑化処理を行うものとする。

30

【0034】

ステップ S409 では、エネルギー関数生成部 306 は、 $I_1[lv]$  と  $I_{2w}[lv]$  との差分である第 1 の差分と、 $OF'[lv+1]$  と  $OF''[lv+1]$  との差分である第 2 の差分と、に基づく関数であるエネルギー関数を生成する。ステップ S409 における処理の詳細については後述する。

40

【0035】

ステップ S410 では、OF 算出部 308 は、ステップ S409 で生成したエネルギー関数を極小化するようなオプティカルフロー  $OF[lv]$  を生成する。ステップ S410 における処理の詳細については後述する。

【0036】

ステップ S411 では、制御部 399 は、変数  $lv$  の値が 0 であるか否かを判断する。この判断の結果、変数  $lv$  の値が 0 であれば、OF 算出部 308 は、ステップ S410 で生成したオプティカルフロー  $OF[0]$  を、画像  $I_1$  を基準とする画像  $I_2$  のオプティカ

50



ルフローとして出力する。OF 算出部 308 によるオブティカルフロー OF [ 0 ] の出力先については画像処理装置 100 内のメモリや外部のメモリ、外部の装置など、特定の出力先に限るものではない。そして図 4 のフローチャートに従った処理は終了する。

【 0037 】

一方、変数 1 v の値が 0 ではない場合には、処理はステップ S 412 に進む。ステップ S 412 では、制御部 399 は、変数 1 v の値を 1 つデクリメントし、その後、処理はステップ S 404 に進む。

【 0038 】

次に、上記のステップ S 409 における処理の詳細について説明する。エネルギー関数を最小化するようにオブティカルフローを推定する方法は、一般的に勾配法と呼ばれる。基本となるのはデータタームと呼ばれる項であり、データタームは以下の式で定義される。

10

【 0039 】

【数 5】

$$\rho(x, y) = f(I_1(x, y) - I_{2w}(x, y)) \quad \text{式 5}$$

【 0040 】

f は、 $I_1$  と  $I_{2w}$  との差分を求める関数であり、 $I_1$  と  $I_{2w}$  との差の絶対値を求める関数であっても良いし、 $I_1$  と  $I_{2w}$  との差の二乗を求める関数であっても良い。勾配法のエネルギー関数は主に 2 種類に分類することができる。

20

【 0041 】

一つ目は、データタームをあるパッチの範囲で総和をとったものをエネルギー関数と定義するタイプであり、以下の式 6 で定義される。以下、この手法をパッチベースの手法と呼称する。パッチベースの手法では、画素ごとに以下のエネルギー関数を最小にするオブティカルフローを算出する。

【 0042 】

【数 6】

$$E(x, y) = \sum_{(p, q) \in B} \rho(p, q) \quad \text{式 6}$$

30

【 0043 】

ここで、B は画素位置 (x, y) を中心としたパッチ領域を表しており、例えば 7 × 7 のパッチを考えた場合、p は x - 3 から x + 3 まで、q は y - 3 から y + 3 までの整数値をとる。この手法の利点は、として例えば差分 2 乗を採用した場合、最小となるオブティカルフローを解析的に求めることができる点である。一方で、推定されるオブティカルフローは正解から外れた値になることが多く、高精度に推定することが困難である。

【 0044 】

二つ目は、上記の問題を解決するために、拘束条件として、オブティカルフローを滑らかにするための平滑化項を追加する。エネルギー関数は以下の式で定義されることが多い。

40

【 0045 】

【数 7】

$$E = \sum_{(x, y)} [\lambda \rho(x, y) + g(\nabla u(x, y), \nabla v(x, y))] \quad \text{式 7}$$

【 0046 】

ここで、 $\lambda$  は適当な重み係数であり、 $u$ ,  $v$  はオブティカルフローの勾配である。

50

パッチベースの手法では、 $\nabla u$  はパッチ領域内の和をとっていたが、ここでは全体画素の和をとる。 $g$  は平滑化項であり、 $L_1$  ノルムや、 $L_2$  ノルムを用いることが多い。勾配は、例えば以下の式で算出される。

【 0 0 4 7 】

【数 8】

$$\nabla u(x, y) = (u(x+1, y) - u(x, y), u(x, y+1) - u(x, y))$$

$$\nabla v(x, y) = (v(x+1, y) - v(x, y), v(x, y+1) - v(x, y))$$

式 8

10

【 0 0 4 8 】

平滑化項を用いた手法では、式 7 で表されるような画像全体のエネルギー関数を最小化するように全ての画素のオプティカルフローを最適化する。以下、この手法をエネルギー最適化法と呼称する。エネルギー最適化法は、精度のよいオプティカルフローを求めることができる一方で、最適化を行うために反復計算が必要となり、演算量が増大するという課題がある。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、パッチベースの手法、エネルギー最適化法のそれぞれの問題点に鑑み、パッチベースの手法に擬似的な平滑化項を追加してエネルギー最適化法の考え方を取り入れつつ、パッチベースの手法とほぼ同等の演算量でオプティカルフローを推定する。本実施形態に係るエネルギー関数を以下の式 9 に示す。

20

【 0 0 5 0 】

【数 9】

$$E(x, y) = \sum_{(p, q) \in B} \rho(p, q) + \lambda \phi(x, y) \quad \text{式 9}$$

【 0 0 5 1 】

式 9 のエネルギー関数は、画素位置  $(x, y)$  に対するものである。なお、式 9 では  $\rho(p, q)$  についてはパッチ内の総和を計算していないが、 $\phi(x, y)$  と同様にパッチ内の総和を計算しても良い。式 9 における  $\rho(p, q)$ 、 $\phi(x, y)$  を、以下の式 10 に示す。

30

【 0 0 5 2 】

【数 10】

$$\rho(p, q) = [I_2[lv](p + u'(x, y) + du[lv](x, y), q + v'(x, y) + dv[lv](x, y)) - I_1[lv](p, q)]^2$$

$$\phi(x, y) = [u'(x, y) + du[lv](x, y) - u_{ave}(x, y)]^2 + [v'(x, y) + dv[lv](x, y) - v_{ave}(x, y)]^2$$

式 10

【 0 0 5 3 】

式 10 において  $p$ 、 $q$  は、画素位置  $(x, y)$  を中心とするパッチ領域内の  $x$  座標値、 $y$  座標値を示す。ステップ S 410 では、 $E(x, y)$  が極小（最小）となる  $du[lv](x, y)$ 、 $dv[lv](x, y)$  を、画像  $I_2[lv]$  に対応するオプティカルフローにおいて、画像  $I_2[lv]$  中の画素位置  $(x, y)$  に対する動きベクトルの  $X$  成分及び  $Y$  成分として求める。

40

【 0 0 5 4 】

$(p, q)$  は、画像  $I_{2w}[lv]$  中の画素位置  $(p, q)$  から  $du[lv](x, y)$ 、 $dv[lv](x, y)$  によって規定される動きベクトルの分だけ移動させた画素位置の画素値と、画像  $I_1[lv]$  中の画素位置  $(p, q)$  における画素値との差の二乗を表している。なお、 $\phi(x, y)$  は、差の二乗に限らず、差の絶対値等、「画像  $I_{2w}[lv]$

50

」中の画素位置 ( p , q ) から  $du[lv](x, y)$ 、 $dv[lv](x, y)$  によって規定される動きベクトルの分だけ移動させた画素位置の画素値と、画像  $I_1[lv]$  中の画素位置 ( p , q ) における画素値との差」を表す様々な式を適用しても構わない。

【 0 0 5 5 】

式 1 0 において ( x , y ) は、 $OP'[lv+1]$  における X 成分である  $u'(x, y)$  に  $du[lv](x, y)$  を加えたものと、 $OP''[lv+1]$  における X 成分である  $u_{ave}(x, y)$  と、の差の二乗と、 $OP'[lv+1]$  における Y 成分である  $v'(x, y)$  に  $dv[lv](x, y)$  を加えたものと、 $OP''[lv+1]$  における Y 成分である  $v_{ave}(x, y)$  と、の差の二乗と、の和を表している。なお、( ) は、差の二乗和に限らず、例えば、前者の差の絶対値と後者の差の絶対値との和であっても良い。

10

【 0 0 5 6 】

エネルギー関数に ( ) の項を加えることで、 $u_{ave}(x, y)$ 、 $v_{ave}(x, y)$  はもともとのオプティカルフローに比べて滑らかで、外れ値が抑制された結果となるので、 $u'$  と  $u_{ave}$  の値が乖離しないように推定値が算出され、この項が平滑化項としての役割を果たす。これは  $v$  についても同様である。

【 0 0 5 7 】

上記の式 9 において  $\alpha = 0$  の場合は、階層型の Lucas-Kanade 法に帰着する。ここで、上記の  $du$ 、 $dv$  が小さいとして、 $\alpha$  をテイラー展開すると、以下の式 1 1 が得られる。

20

【 0 0 5 8 】

【数 1 1】

$$\rho(p, q) \sim [I_{2_{xw}}[lv](p, q) du[lv](x, y) + I_{2_{yw}}[lv](p, q) dv[lv](x, y) + I_{2_w}[lv](p, q) - I_1[lv](p, q)]^2$$

式 1 1

【 0 0 5 9 】

ここで、 $I_{2_{xw}}$  は、式 4 における  $I_2$  の代わりに画像  $I_{2_w}$  の x 方向の 1 次偏微分画像、式 4 における  $I_{2_w}$  の代わりに  $I_{2_{xw}}$  を当てはめて計算されるものである。同様に、 $I_{2_{yw}}$  は、式 4 における  $I_2$  の代わりに画像  $I_{2_w}$  の y 方向の 1 次偏微分画像、式 4 における  $I_{2_w}$  の代わりに  $I_{2_{yw}}$  を当てはめて計算されるものである。画像  $I$  の 1 次偏微分は、例えば以下の式 1 2 で求めることが可能である。

30

【 0 0 6 0 】

【数 1 2】

$$I_x(x, y) = (I(x+1, y) - I(x-1, y)) / 2$$

$$I_y(x, y) = (I(x, y+1) - I(x, y-1)) / 2$$

式 1 2

40

【 0 0 6 1 】

それ以外にも、水平、垂直の Sobel フィルタなどを作用させて求めてもよい。求めるべき解析解  $du$ 、 $dv$  は以下の連立方程式を満たす。なお、式 1 4、1 5 は階層によらないため、階層表記は省いている。

【 0 0 6 2 】

【数 1 3】

$$A \begin{pmatrix} du \\ dv \end{pmatrix} = \mathbf{b}$$

式 1 3

【0 0 6 3】

【数 1 4】

$$A = \begin{pmatrix} \lambda + \sum I_{2xw}(p, q)^2 & \sum I_{2xw}(p, q) I_{2yw}(p, q) \\ \sum I_{2xw}(p, q) I_{2yw}(p, q) & \lambda + \sum I_{2yw}(p, q)^2 \end{pmatrix}$$

10

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} -\sum I_{2xw}(p, q) I_t(p, q) - \lambda \{u(x, y) - u_{ave}(x, y)\} \\ -\sum I_{2yw}(p, q) I_t(p, q) - \lambda \{v(x, y) - v_{ave}(x, y)\} \end{pmatrix}$$

20

式 1 4

【0 0 6 4】

【数 1 5】

$$I_t(x, y) \equiv I_{2w}(x, y) - I_1(x, y)$$

式 1 5

【0 0 6 5】

式 1 3 の両辺に A の逆行列をかけることで、 $du$ 、 $dv$  を求めることができる。このように、本実施形態によれば、前の階層のオプティカルフローに対して平滑化した結果と、算出するオプティカルフローとの差分が小さくなるようにエネルギーを極小化することで、演算量を増加させることなく、精度を向上させることができる。

30

【0 0 6 6】

〔第 2 の実施形態〕

以下では、第 1 の実施形態との差分について重点的に説明し、以下で特に触れない限りは第 1 の実施形態と同様であるものとする。第 1 の実施形態では、エネルギー関数に使用するオプティカルフローは、現階層  $1v$  よりも 1 つ上の階層 ( $1v + 1$ ) におけるオプティカルフローを使用した。これに対し、本実施形態では、現フレームよりも 1 つ前のフレームの画像について求めたオプティカルフローをエネルギー関数に使用する。以下では、現フレームの画像  $I_2$  に対するオプティカルフローを、該フレームよりも 1 フレーム前の画像  $I_1$  について求めたオプティカルフローを使用して求める例について説明する。

40

【0 0 6 7】

本実施形態に係る画像処理装置の機能構成例、画像  $I_2$  に対するオプティカルフローを求めるために画像処理装置 100 が行う処理について、図 5 のブロック図、図 6 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 5 において、図 3 に示した機能部と同じ機能部には同じ参照番号を付しており、該機能部に係る説明は省略する。また、図 6 のフローチャートにおいて、図 4 に示した処理ステップと同じ処理ステップには同じステップ番号を付しており、該処理ステップに係る説明は省略する。なお、図 6 に示したフローチャートに従った処理は、1 枚の画像に対するオプティカルフローを求めるための処理である。然るに

50

、例えば、複数枚の画像のそれぞれについてオプティカルフローを求める場合には、該複数の画像のそれぞれについて図6のフローチャートに従った処理を行えばよい。

【0068】

ステップS601では、OF変形部501は、画像 $I_1$ について過去に求めたオプティカルフローを、画像 $I_2$ のオプティカルフローを生成するためのエネルギー関数に使用する参考オプティカルフローに変換する。この変換方法には様々な方法が考えられる。

【0069】

例えば、画像 $I_1$ について求めたオプティカルフローは、画像 $I_1$ よりも1フレーム前の画像 $I_0$ に対する画像 $I_1$ のオプティカルフローであり、該オプティカルフローの要素は、画像 $I_0$ からの動きベクトルを表している。ここで、フレーム間の時間間隔が十分に短い場合、画像中のオブジェクトの動きは等速直線運動と見なせるため、画像 $I_1$ について求めたオプティカルフローの各要素を、該オプティカルフローの要素が示す動きベクトルに従って移動させたものを、上記の参考オプティカルフローとして使用することができる。この移動により、参考オプティカルフローには、動きベクトルが格納されない要素が存在する可能性があるため、そのような要素はフィルタ処理などによって周囲の動きベクトルから穴埋めする。

【0070】

なお、画像 $I_1$ を基準とした画像 $I_0$ のオプティカルフローが得られている場合には、このオプティカルフローの要素の符号を逆にしたものを上記の参考オプティカルフローとしても良い。

【0071】

参考オプティカルフローを得るための処理について、図7を例にとり説明する。画像701~703はそれぞれ画像 $I_0$ ~ $I_2$ であり、何れの画像にも人物203及び家204が含まれている。

【0072】

画像 $I_0$ を基準とした画像 $I_1$ における人物203の動きベクトル713を該動きベクトル713の分だけ移動させた動きベクトルを、画像 $I_1$ を基準とした画像 $I_2$ における人物203の動きベクトル707として求める。もし、画像 $I_1$ を基準とした画像 $I_0$ における人物203の動きベクトル705が得られている場合には、これを反転させたものを動きベクトル707としても良い。画像 $I_0$ を基準とした画像 $I_1$ における家204の動きベクトル704を該動きベクトル704の分だけ移動させた動きベクトルを、画像 $I_1$ を基準とした画像 $I_2$ における家204の動きベクトル708として求める。もし、画像 $I_1$ を基準とした画像 $I_0$ における家204の動きベクトル706が得られている場合には、これを反転させたものを動きベクトル708としても良い。このようにして求めた動きベクトル707、708が上記の参考オプティカルフローとなる。

【0073】

図6に戻って、次にステップS602では、OF平滑化部304は、ステップS601で生成した参考オプティカルフローに対して、第1の実施形態で説明したオプティカルフローに対する平滑化処理を行う。

【0074】

ステップS603では、OF縮小部502は、ステップS602で平滑化処理を施した参考オプティカルフローの各要素の値を $s f^{1/v}$ 倍してから、該参考オプティカルフローの縦横サイズを $s f^{1/v}$ 倍に縮小したオプティカルフローを生成する。

【0075】

そして以降は、ステップS603で生成したオプティカルフローの $u(x, y)$ 、 $v(x, y)$ を $u_{ave}(x, y)$ 、 $v_{ave}(x, y)$ として使用してエネルギー関数を構成する以外は第1の実施形態と同様である。なお、図6のフローチャートでは、全ての階層について、ステップS603で生成したオプティカルフローの $u(x, y)$ 、 $v(x, y)$ を $u_{ave}(x, y)$ 、 $v_{ave}(x, y)$ として使用してエネルギー関数を構成している。しかし、特定の階層、例えば、最終回層以外の階層については第1の実施形態と

10

20

30

40

50

同様にしてエネルギー関数を構成し、最終階層については、ステップ S 6 0 3 で生成したオプティカルフローの  $u(x, y)$ 、 $v(x, y)$  を  $u_{ave}(x, y)$ 、 $v_{ave}(x, y)$  として使用してエネルギー関数を構成しても良い。

【0076】

なお、第1の実施形態と同様に、前の階層のオプティカルフローを平滑化した結果をエネルギー関数に追加してもよい。ステップ S 6 0 3 で生成したオプティカルフローの  $u(x, y)$ 、 $v(x, y)$  のそれぞれを  $u_{ave1}(x, y)$ 、 $v_{ave1}(x, y)$ 、OP "[ 1 v + 1 ]" における X 成分、Y 成分のそれぞれを  $u_{ave2}(x, y)$ 、 $v_{ave2}(x, y)$  とすると、エネルギー関数は以下ようになる。

【0077】

【数16】

$$E(x, y) = \sum_{(p, q) \in B} \rho(p, q) + \lambda_1 \phi_1(x, y) + \lambda_2 \phi_2(x, y) \quad \text{式 1 6}$$

【0078】

【数17】

$$\begin{aligned} \phi_1(x, y) &= [u'(x, y) + du[lv](x, y) - u_{ave1}(x, y)]^2 + [v'(x, y) + dv[lv](x, y) - v_{ave1}(x, y)]^2 \\ \phi_2(x, y) &= [u'(x, y) + du[lv](x, y) - u_{ave2}(x, y)]^2 + [v'(x, y) + dv[lv](x, y) - v_{ave2}(x, y)]^2 \end{aligned}$$

式 1 7

【0079】

なお、式 1 6 では  $\phi_1(x, y)$ 、 $\phi_2(x, y)$  についてはパッチ内の総和を計算していないが、 $\phi_1(x, y)$ 、 $\phi_2(x, y)$  と同様にパッチ内の総和を計算しても良い。本実施形態によれば、オプティカルフローの時間的な連続性も考慮しつつ、演算量を抑えて高精度にオプティカルフローを算出することができる。なお、図 4、6 に示した全てのステップは上記の説明の通り上から順に実行されることに限らず、一部の処理ステップで順番を入れ替えても良いし、一部の処理ステップを並列に実行しても良い。

【0080】

【第3の実施形態】

第1、2の実施形態で説明したオプティカルフローの生成処理によって生成されたオプティカルフローは様々な用途に装用できる。オプティカルフローを算出することで、動いている被写体の特定や、カメラが動いている方向を推定することができる。このことにより、被写体の追跡や動画の防振など様々な用途に適用することが可能である。また、撮影した画像や動画に対し、映像効果を付与することも可能である。例えば、撮影した画像に対して、オプティカルフローの方向にブラーを付けることで、動きのある被写体を強調した躍動感のある画像を生成することができる。以下では、動画の防振と、ある特定のフレームに対して動きに基づいたブラーを付与する場合について説明する。

【0081】

動画の防振にオプティカルフローを用いる画像処理装置の機能構成例について、図 8 のブロック図を用いて説明する。図 8 の画像処理装置 8 0 0 は、上記の画像処理装置 1 0 0 内に納められた装置であっても良い。

【0082】

OF データ取得部 8 0 1 は、上記の画像処理装置 1 0 0 が生成して出力したオプティカルフローを取得する。OF データ取得部 8 0 1 によるオプティカルフローの取得方法については特定の取得方法に限らない。例えば、画像処理装置 1 0 0 から無線若しくは有線のネットワーク、若しくは有線と無線の組み合わせによるネットワークを介してオプティカルフローを取得しても良いし、外部の記憶装置に格納されているオプティカルフローを取得しても良い。

【0083】

10

20

30

40

50

算出部 802 は、OF データ取得部 801 が取得したオプティカルフローを用いてグローバルモーションを算出する。グローバルモーションとは、画像全体に対して最も支配的な動きの方向であり、一つのベクトルで表される。グローバルモーションは、例えばオプティカルフローのヒストグラムを生成して最頻値を取得することにより算出することが可能である。なお、画像全体の動きを算出することができれば、別の手法で算出しても構わない。

#### 【0084】

平滑部 803 は、グローバルモーションの時間方向の高周波成分を除去する。これは、時間方向に対する、動画の振動を除去するためである。例えば、時間方向にフーリエ変換して高周波を除去したり、時間方向に平滑化フィルタを作用させることで実現することができる。

10

#### 【0085】

防振部 804 は、各時刻のグローバルモーションに基づいて、画像データ取得部 805 が取得する各フレームの画像のうち対応する時刻の画像を電子的にシフトして位置合わせする。

#### 【0086】

次に、動きに基づいたブラーを付与する画像処理装置の機能構成例について、図 9 のブロック図を用いて説明する。図 9 の画像処理装置 900 は、上記の画像処理装置 100 内に納められた装置であっても良い。図 9 において図 8 と同じ機能部には同じ参照番号を付しており、該機能部に係る説明は省略する。なお、以下では処理対象の画像を画像 1 とし

20

#### 【0087】

画像変形部 901 は、 $k = 1 \sim n - 1$  としたとき、OF データ取得部 801 が取得したオプティカルフロー内の各要素（動きベクトルの成分）を  $k / n$  倍した動きベクトルを用いて、式 4 に従って画像 1 をシフトしたシフト画像を生成する。例えば、 $n = 10$  とすると、 $k = 1 \sim 9$  に対して、 $n - 1$  枚分のシフトしたシフト画像を生成する。画像合成部 902 は、 $n - 1$  枚の変形画像と画像 1 とを画素毎に合成した合成画像を生成し、該合成画像の各画素の画素値を  $n$  で除算することにより、ブラーが付与された画像を生成する。動きの大きな被写体ほどオプティカルフローベクトルが大きくなり、静止している被写体は、オプティカルフローベクトルが 0 になるため、動きが大きいくほどブラーが発生した画像が生成される。本実施形態では、 $n$  として固定値を用いたが、画像中のオプティカルフローの長さの最大値から決めてもよい。例えば、オプティカルフローの長さの最大値が  $50 \text{ pix}$  であれば、 $n = 50$  とする。また、ユーザーがブラーの強度を指定できる場合は、強度に応じてオプティカルフローをリスケールし、同様の処理を行ってもよい。例えば、ブラーの効果を強くする場合は、元のオプティカルフローを何倍かして処理を行えばよい。本実施形態によれば、オプティカルフローを用いることで、カメラ機能を高速化・高精度化したり、映像効果を付与することが可能になる。また、異なる撮像装置で同一時刻に撮影された画像の場合は、オプティカルフローから被写体の奥行きを算出することも可能である。

30

#### 【0088】

40

#### [ 第 4 の実施形態 ]

図 3, 5 に示した画像処理装置 100 を構成する各機能部は何れもハードウェアで実装しても良いが、ソフトウェア（コンピュータプログラム）で実装しても良い。後者の場合、このコンピュータプログラムを実行可能なプロセッサを有するコンピュータ装置は、上記の画像処理装置 100 に適用することができる。画像処理装置 100 に適用可能なコンピュータ装置のハードウェア構成例について、図 1 のブロック図を用いて説明する。

#### 【0089】

CPU 101 は、RAM 102 や ROM 103 に格納されているコンピュータプログラムやデータを用いて各種の処理を実行する。これにより CPU 101 は、コンピュータ装置全体の動作制御を行うと共に、画像処理装置 100 が行うものとして上述した各処理を

50

実行若しくは制御する。

【0090】

RAM 102は、ROM 103や記憶部104からロードされたコンピュータプログラムやデータを格納するためのエリアを有する。更にRAM 102は、CPU 101が各種の処理を実行する際に用いるワークエリアを有する。このようにRAM 102は、各種のエリアを適宜提供することができる。ROM 103には、書き換え不要の設定データやブートプログラムなどが格納されている。

【0091】

記憶部104は、ハードディスクドライブ装置に代表される大容量情報記憶装置である。記憶部104には、OS（オペレーティングシステム）や、画像処理装置100が行うものとして上述した各処理をCPU 101に実行させるためのコンピュータプログラムやデータが保存されている。記憶部104に保存されているコンピュータプログラムには、図3、5に示した各機能部の機能をCPU 101に実行させるためのコンピュータプログラムが含まれている。また、記憶部104に保存されているデータには、上記の説明において既知の情報として説明したものや、処理対象となる画像や動画のデータが含まれている。記憶部104に保存されているコンピュータプログラムやデータは、CPU 101による制御に従って適宜RAM 102にロードされ、CPU 101による処理対象となる。

10

【0092】

なお、記憶部104としては、ハードディスクドライブ装置以外にも、CD-ROMやDVD-ROM等の記憶媒体から情報を読み取る機器、フラッシュメモリ、USBメモリなどのメモリ装置を適用することもできる。

20

【0093】

出力インターフェース106には表示装置109が接続されている。表示装置109は、CRTや液晶画面、プロジェクタ装置などにより構成されており、CPU 101による処理結果を画像や文字などでもって表示もしくは投影することができる。

【0094】

CPU 101、RAM 102、ROM 103、記憶部104、出力インターフェース106は何れもバス107に接続されている。なお、図1に示した構成は、画像処理装置100に適用可能なコンピュータ装置の構成の一例に過ぎない。

30

【0095】

また、図8、9に示した画像処理装置800、900の各機能部についても同様で、何れもハードウェアで実装しても良いが、ソフトウェア（コンピュータプログラム）で実装しても良い。後者の場合、このコンピュータプログラムを実行可能なプロセッサを有するコンピュータ装置は、上記の画像処理装置800、900として機能するので、このコンピュータ装置に図1に示した構成を適用可能であることはいうまでもない。また、画像処理装置800や画像処理装置900を画像処理装置100内に納めた場合には、図1のコンピュータ装置は、画像処理装置800や画像処理装置900の機能をも実現することになる。

【0096】

40

（その他の実施例）

本発明は、上述の実施形態の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。

【符号の説明】

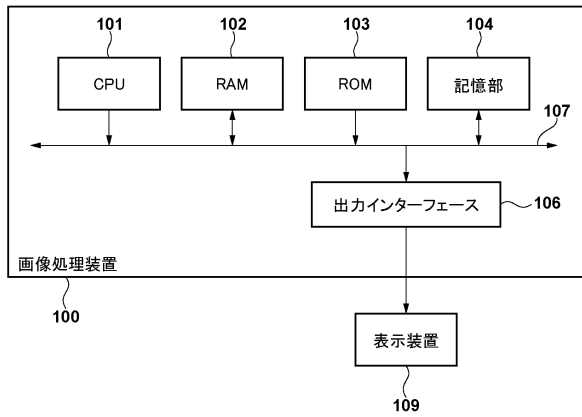
【0097】

301：画像データ取得部 302：画像縮小部 303：OF初期化部 304：OF平滑化部 305：画像変形部 306：エネルギー関数生成部 307：OF拡大部 308：OF算出部

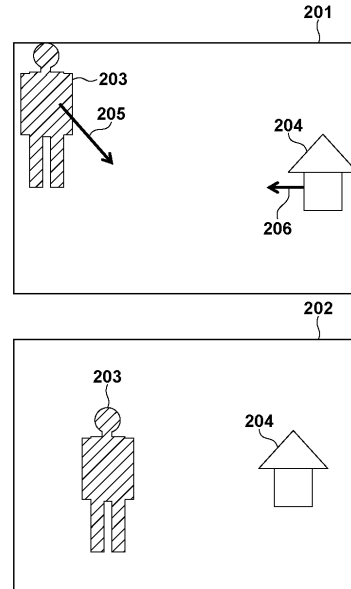
50



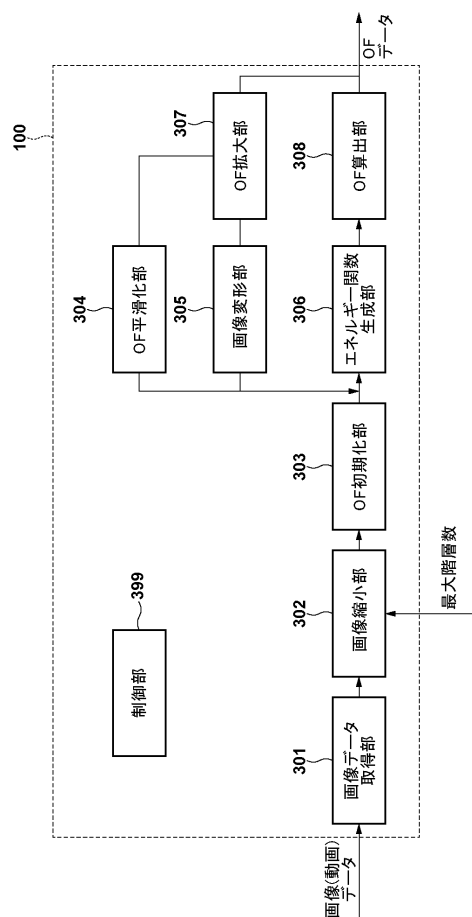
【図 1】



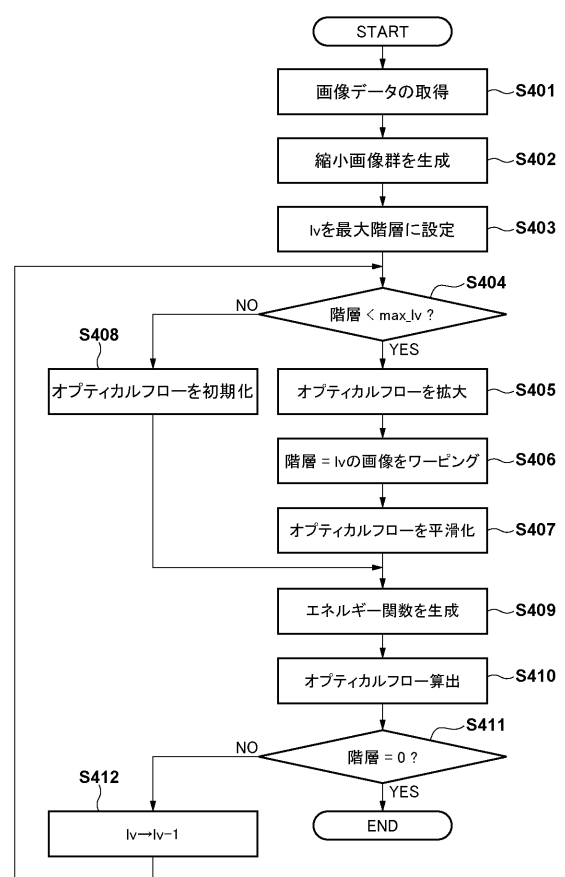
【図 2】



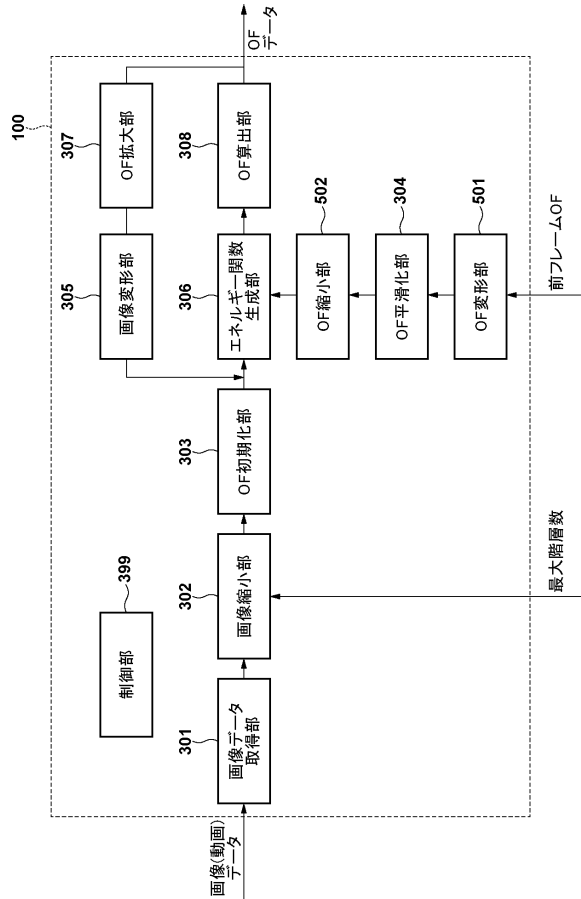
【図 3】



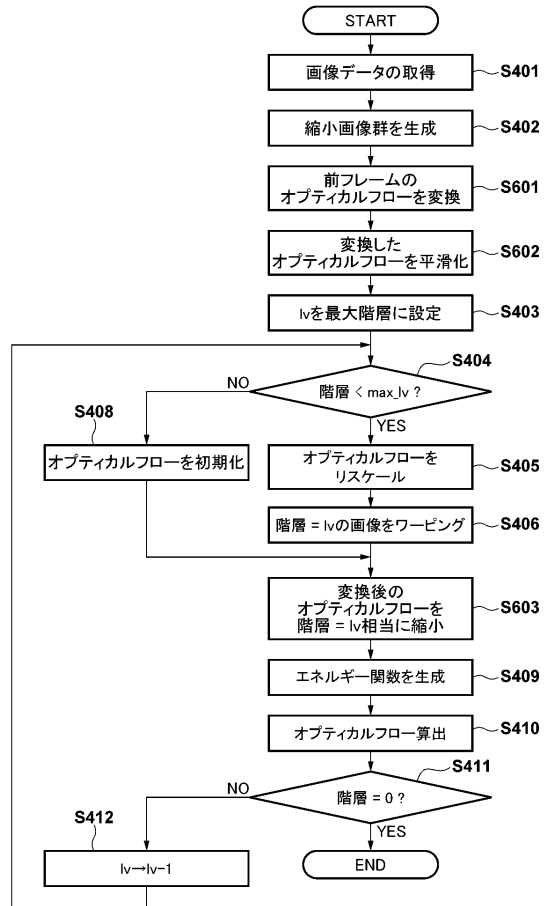
【図 4】



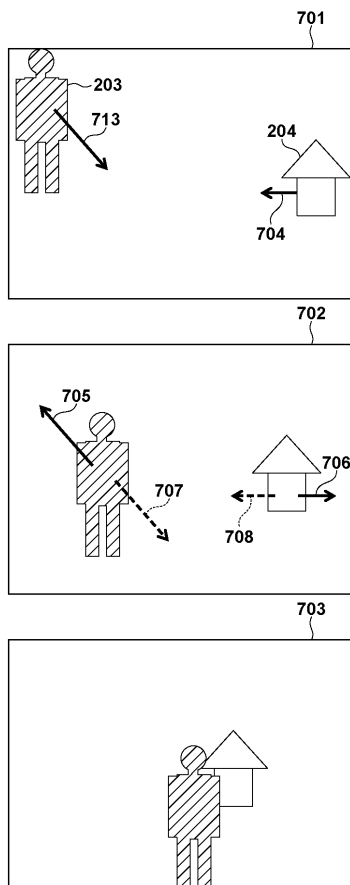
【図 5】



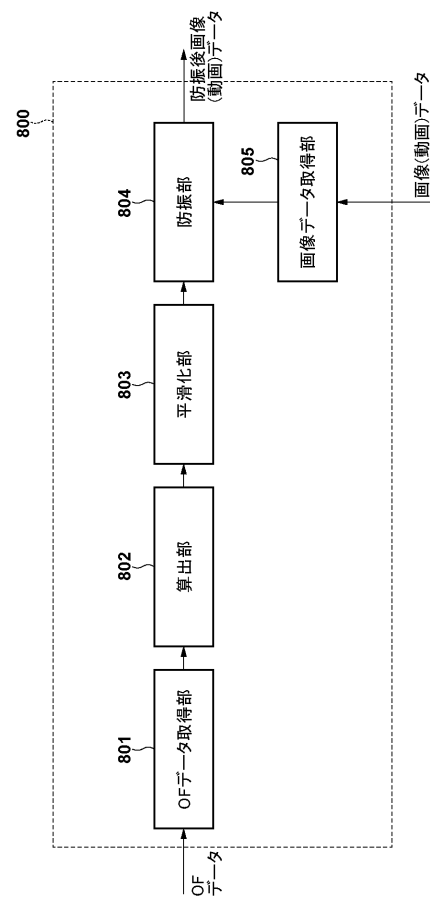
【図 6】



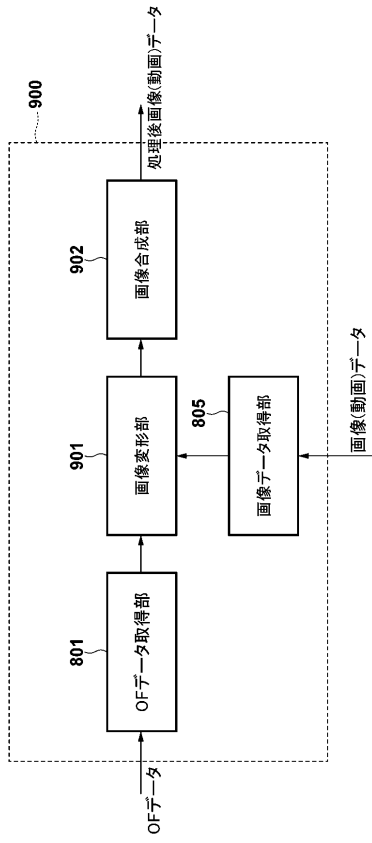
【図 7】



【図 8】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2012-506092(JP,A)  
特表2005-506626(JP,A)  
特開2003-67752(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|      |               |
|------|---------------|
| G06T | 7/00 - 7/90   |
| H04N | 5/222 - 5/257 |