

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-147359

(P2024-147359A)

(43)公開日 令和6年10月16日(2024.10.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 23/60 (2023.01)	H 0 4 N 23/60 5 0 0	5 C 0 2 4
H 0 4 N 23/63 (2023.01)	H 0 4 N 23/63	5 C 1 2 2
H 0 4 N 25/707 (2023.01)	H 0 4 N 25/707	
H 0 4 N 25/77 (2023.01)	H 0 4 N 25/77	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2023-60319(P2023-60319)	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和5年4月3日(2023.4.3)	(74)代理人	110002860 弁理士法人秀和特許事務所
		(72)発明者	河口 修 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
		(72)発明者	芦田 純平 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
		Fターム(参考)	5C024 CY45 GX03 GX15 GY39 GY41 JX41 5C122 EA47 FH09 FH11 FH12 FK41 GA01 GA23 GC75

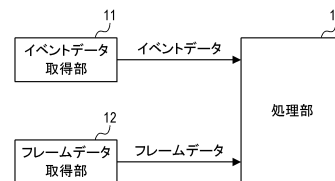
(54)【発明の名称】 画像処理装置、システム、画像処理方法、および機器

(57)【要約】

【課題】将来のフレームを高精度に予測することのできる技術を提供する。

【解決手段】本発明の画像処理装置は、所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第1フレームデータを取得する第1取得手段と、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第2取得手段と、前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、前記第1フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第1フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第2フレームデータを生成する生成手段とを有することを特徴とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する第 1 取得手段と、

前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第 2 取得手段と、

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、

前記第 1 フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する生成手段と
を有することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 取得手段は、前記所定の周期で前記被写体を撮像し、

前記第 2 取得手段は、前記画素値の変化を検出す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】

前記生成手段は、前記第 1 フレームデータと、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する前記イベントデータを用いて検出された前記被写体の動きとに基づいて、前記第 2 フレームデータを生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 フレームデータと前記第 2 フレームデータの差分が閾値よりも大きい場合に、前記第 1 フレームデータのうちの被写体の少なくとも一部の領域に対応する第 1 データと前記第 2 フレームデータのうちの被写体の少なくとも一部の領域に対応する第 2 データとの間の値を持つ第 3 データを用いて第 3 フレームデータを生成する第 2 生成手段をさらに有する

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 5】

前記第 3 データの値は、前記第 1 データの値と前記第 2 データの値との平均値であることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 6】

前記第 1 フレームデータと前記第 2 フレームデータの差分が閾値よりも大きい場合に、前記第 1 フレームデータのうちの被写体の一部の領域に対応する第 1 データと前記第 2 フレームデータのうちの前記一部の領域に対応する第 2 データとの間の値を持つ第 3 データを用いて第 3 フレームデータを生成する第 2 生成手段をさらに有する

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 7】

前記第 3 データの値は、前記第 1 データの値と前記第 2 データの値との平均値であることを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

撮像装置と表示装置を有し、

前記撮像装置は、

所定の周期で被写体を撮像することによって、前記被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する第 1 取得手段と、

前記被写体の画素値の変化を検出することによって、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第 2 取得手段と、

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、

前記第 1 フレームデータと、前記被写体の動きに関する動き情報とを前記撮像装置の

40

50

外部に送信する送信手段と
を有し、

前記表示装置は、

前記第 1 フレームデータと前記動き情報とを前記表示装置の外部から受信する受信手段と、

前記第 1 フレームデータと前記動き情報とから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する生成手段と、

前記第 2 フレームデータに基づいて映像を表示する表示手段と
を有する

ことを特徴とするシステム。

10

【請求項 9】

所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する工程と、

前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する工程と、

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する工程と、

前記第 1 フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する工程と

を有することを特徴とする画像処理方法。

20

【請求項 10】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置を有する機器であって、

前記画像処理装置に対応した光学装置、

前記画像処理装置を制御する制御装置、

前記画像処理装置から出力された信号を処理する処理装置、

前記画像処理装置で得られた情報を表示する表示装置、

前記画像処理装置で得られた情報を記憶する記憶装置、および、

前記画像処理装置で得られた情報に基づいて動作する機械装置、の少なくともいずれかをさらに有することを特徴とする機器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、システム、画像処理方法、および機器に関する。

【背景技術】

【0002】

仮想的に作られたコンテンツと現実世界とを融合するクロスリアリティ（以下、XRと記載）という技術がある。XRは、バーチャルリアリティ（以下、VRと記載）、オーグメンテッドリアリティ（以下、ARと記載）、ミックスドリアリティ（以下、MRと記載）、サブスティチュショナルリアリティ（以下、SRと記載）などの総称であり、仮想的に作られたコンテンツや環境と現実の感覚や空間とを融合させる技術全般を表す。

40

【0003】

XRが用いられているデバイスとして、ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDと記載）がある。HMDには光学シースルー方式とビデオシースルー方式がある。光学シースルー方式は、レンズ越しに眺めることのできる景色に、プリズムやハーフミラーといった光学系を用いて、電子的なディスプレイの映像を重ねる方式である。一方、ビデオシースルー方式は、HMDの正面に設置されたカメラで景色をリアルタイムに撮像してデジタル映像化し、景色の映像に仮想的に作られたデジタルコンテンツを合成することで、現実世界を拡張させる方式である。

【0004】

ビデオシースルー方式では、景色をデジタルデータ化した映像にデジタルコンテンツが

50

合成されるため、現実世界とデジタル情報の融合レベルが高いというメリットがある。しかし、ビデオシースルー方式では、VR酔いや映像酔いのような現象が発生しやすくなったり、移動物体を手で掴むといった動作が困難になったりする、というデメリットがある。これは、ビデオシースルー方式では、景色の撮像から表示までに、景色の映像にデジタルコンテンツを合成する処理の時間分の遅延が発生するからである。ビデオシースルー方式を使う上で重要なのは、HMD装着者の視線と一致した景色の映像を遅延なくディスプレイに表示することである。

【0005】

特許文献1には、2つのフレームから当該2つのフレームの間の動きベクトルを算出し、算出した動きベクトルから予測フレームを生成して、処理の遅延を抑制する技術が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-36357号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に開示の技術では、2つのフレームが得られるまで、動きベクトルを算出することができない。また、動きベクトルの算出頻度がフレームレートと同じとなる。これにより、2つのフレームの間における被写体の詳細な動きを考慮することができず、将来（未来）のフレームを高精度に予測することができない。高フレームレートで撮像を行えば、2つのフレームの間の撮像時刻の差は小さくなり、被写体の詳細な動きを考慮することが可能となるが、処理速度の高速化が必要となる。また、HMDといったデバイス上での処理だけでは処理速度が足りず、デバイスのスタンドアロン化が困難となる。さらに、一般的にフレームのデータ量は多いため、高フレームレートで撮像を行うと、撮像を行うCMOSなどの撮像素子（イメージセンサ）からフレームを処理する処理装置までの通信量が増してしまう。

20

【0008】

本発明は、将来のフレームを高精度に予測することのできる技術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】

【0009】

本発明の画像処理装置は、所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第1フレームデータを取得する第1取得手段と、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第2取得手段と、前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、前記第1フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第1フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第2フレームデータを生成する生成手段とを有することを特徴とする。

40

【0010】

本発明のシステムは、撮像装置と表示装置を有し、前記撮像装置は、所定の周期で被写体を撮像することによって、前記被写体の映像のフレームデータである第1フレームデータを取得する第1取得手段と、前記被写体の画素値の変化を検出することによって、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第2取得手段と、前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、前記第1フレームデータと、前記被写体の動きに関する動き情報とを前記撮像装置の外部に送信する送信手段とを有し、前記表示装置は、前記第1フレームデータと前記動き情報とを前記表示装置の外部から受信する受信手段と、前記第1フレームデータと前記動き情報とから、前

50

記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する生成手段と、前記第 2 フレームデータに基づいて映像を表示する表示手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明の画像処理方法は、所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する工程と、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する工程と、前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する工程と、前記第 1 フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する工程とを有することを特徴とする。

10

【 0 0 1 2 】

本発明の機器は、上述した画像処理装置を有する機器であって、前記画像処理装置に対応した光学装置、前記画像処理装置を制御する制御装置、前記画像処理装置から出力された信号を処理する処理装置、前記画像処理装置で得られた情報を表示する表示装置、前記画像処理装置で得られた情報を記憶する記憶装置、および、前記画像処理装置で得られた情報に基づいて動作する機械装置、の少なくともいずれかをさらに有することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、将来のフレームを高精度に予測することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 実施形態 1 に係る撮像装置の構成例を示す図である。

【 図 2 】 実施形態 1 に係るイベントデータ取得部の構成例を示す図である。

【 図 3 】 実施形態 1 に係るイベントデータ取得部の画素の構成例を示す図である。

【 図 4 】 実施形態 1 に係る処理部の構成例を示す図である。

【 図 5 】 実施形態 1 に係る処理部の処理の概略を示す図である。

【 図 6 】 実施形態 2 に係る処理部の構成例を示す図である。

【 図 7 】 実施形態 2 に係る処理部の処理の概略を示す図である。

30

【 図 8 】 実施形態 3 に係るビジョンシステムの構成例を示す図である。

【 図 9 】 実施形態 4 に係る機器の構成例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、図面を用いて本発明に係る実施形態を説明する。なお、以下で説明する各実施形態は、矛盾が生じない限り任意に組み合わせることができる。

【 0 0 1 6 】

< 実施形態 1 >

[撮像装置全体の説明]

図 1 を参照して、実施形態 1 に係る撮像装置の構成について説明する。実施形態 1 に係る撮像装置は、イベントデータ取得部 1 1、フレームデータ取得部 1 2、および処理部 1 3 を有する。

40

【 0 0 1 7 】

イベントデータ取得部 1 1 は、被写体の画素値の変化を検出することによって、画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する。フレームデータ取得部 1 2 は、被写体を撮像することによって、被写体の映像のフレームデータを取得する。処理部 1 3 は、イベントデータ取得部 1 1 からイベントデータを受け取り、イベントデータを用いて被写体の動きを検出することによって、被写体の動きの検出結果である動き情報を取得する。さらに、処理部 1 3 は、生成した動き情報と、フレームデータ取得部 1 2 が出力するフレームデータとから、フレームデータ取得部 1 2 が出力するフレームデータが対応する時刻

50

よりも後の時刻に対応する予測フレームデータを生成する。

【 0 0 1 8 】

フレームデータ取得部 1 2 は、フレームデータを取得するための撮像を、所定の周期（以下、フレーム周期と記載）で行う。イベントデータ取得部 1 1 は、フレーム周期よりも短い周期で画素値の変化を検出可能であり、フレーム周期よりも短い周期でイベントデータを取得可能である。そのため、処理部 1 3 は、イベントデータを用いてフレーム周期よりも短い周期で被写体の動きを検出可能であり、フレーム周期よりも短い周期で動き情報を取得可能である。処理部 1 3 は、フレーム周期よりも短い周期で、つまり高い時間分解能で被写体の動きを検出して得た動き情報を用いることによって、将来（未来）のフレームを高精度に予測することができる。具体的には、処理部 1 3 は、フレーム間における被写体の詳細な動きが反映された予測フレームデータを生成することができる。

10

【 0 0 1 9 】

映像（動画と解釈してもよい）を構成する複数の画像のそれぞれが、フレームである。フレーム同期信号が一度アクティブとなってから、次にアクティブとなるまでの期間が 1 フレームの期間であり、この 1 フレームの期間で生成される 1 枚の画像が 1 フレームである。一般的に、撮像素子（イメージセンサ）は、2 次元アレイ状（マトリクス状と解釈してもよい）に並べられた複数の画素、および複数の画素の各行を走査する垂直走査回路などを有する。フレーム同期信号は、垂直走査回路の動作開始タイミングを制御する信号である。或る画素行に着目し、その画素行の信号が読み出されてから、次にその画素行の信号が読み出されるまでの期間が 1 フレームの期間であり、その期間に生成される 1 枚の画像が 1 フレームである。フレームデータは、フレームの画像データである。

20

【 0 0 2 0 】

[イベントデータ取得部の説明]

図 2 を参照して、実施形態 1 に係るイベントデータ取得部 1 1 の回路構成について説明する。イベントデータ取得部 1 1 は、画素で検出した信号に所定の演算を行い、イベントデータを求める。イベントデータ取得部 1 1 は、イベント画素部 1 0 1 とイベント読み出し部 1 0 4 を有する。

【 0 0 2 1 】

イベント画素部 1 0 1 は、一般的な撮像素子と同様に、2 次元アレイ状に並べられた複数の画素 $P(m, n)$ 1 0 3 を有する。 m は $0 \leq m < (M - 1)$ を満たす整数であり、 n は $0 \leq n < (N - 1)$ を満たす整数であり、 $M \times N$ がイベントデータ取得部 1 1 の画素数となる。なお、画素 1 0 3 の配置は 1 次元のラインセンサ状の配置やその他の配置であってもよく、特に限定されない。

30

【 0 0 2 2 】

複数の画素 1 0 3 のそれぞれは、入射光の光量の変化をイベントとして検出し、その検出結果であるイベント信号 E を出力することが可能であり、例えば図 3 に示す回路によって構成される。フォトダイオード 2 1 0 は、入射光の光量に応じた光電流 I_p を発生させる。対数 I/V 変換部 2 2 0 は、光電流 I_p を電位に変換するとともに、対数関数状の変換をかけて対数電位 V_l を求める。減算部 2 3 0 は対数電位 V_l と基準電位との差分 V_d を求める。比較部 2 4 0 は差分 V_d と所定の閾値とを比較する。閾値には正の閾値 T_1 と負の閾値 T_2 とがあり、差分 V_d が正の閾値 T_1 を上回った場合、もしくは負の閾値 T_2 を下回った場合にイベントとして検出される。時刻 t における画素 $P(x, y)$ のイベント信号 $E(x, y, t)$ は以下の式で表すことができる。

40

【 数 1 】

$$E(x, y, t) = \begin{cases} 1 & (V_d > T_1 \text{ の場合}) \\ -1 & (V_d < T_2 \text{ の場合}) \\ 0 & (\text{上記以外の場合}) \end{cases}$$

50

【 0 0 2 3 】

時刻 t の分解能は例えば $1 \mu s$ である。イベント信号 $E = 1$ は、明るくなる入射光量の変化が起こったこと、すなわち正イベントの発生を示し、イベント信号 $E = -1$ は、暗くなる入射光量の変化が起こったこと、すなわち負イベントの発生を示す。上述した式はイベント信号 E の表現の一例であり、正イベント、負イベント、イベントなしの各状態に対して、別の数値を割り当てたり、正イベントと負イベントを区別せず 1 種類のイベント信号として扱うなど、様々な表現を採用することができる。イベントは、通常の撮像素子で使われるフレーム同期信号とは無関係に（非同期に）、高い時間分解能で発生する。イベント信号 E はイベント読み出し部 104 へ送られる。イベントの発生時における対数電位 V_1 は、次の基準電位として用いられる。基準電位は、イベント読み出し部 104 から

10

【 0 0 2 4 】

イベント画素部 101 は、複数の画素 103 の行である画素行 102 ごとに、イベント読み出し部 104 に対してイベント信号 E の送信要求信号 Req を出力する。各画素行 102 からの送信要求信号 Req は、例えば、画素行 102 の少なくとも 1 つの画素 103 がイベントを検出した際、すなわちイベント信号 E が 1 または -1 となった際に出力される。イベント画素部 101 が画素行 102 ごとに送信要求信号 Req を出力するとしてもよい。イベント画素部 101 は、複数の画素 103 の列ごとに送信要求信号 Req を出力してもよい。イベント画素部 101 は、その他の領域（画素グループ）ごとに送信要求信号 Req を出力してもよく、例えば、所定数の列と所定数の行からなる矩形領域ごとに送信要求信号 Req を出力してもよい。

20

【 0 0 2 5 】

イベント読み出し部 104 は、イベント画素部 101 の各画素行 102 からの送信要求信号 Req を調停する調停部を有し、選択した画素行 102 の各画素 103 のイベント信号 E の読み出しを行う。画素 103 が保持しているイベント信号 E は、イベント読み出し部 104 によって読み出されると、0 にクリアされる。その後、イベント信号 E を読み出した画素行 102 に対してイベント読み出し部 104 から応答信号 Ack が返送され、当該画素行 102 の各画素 103 は、応答信号 Ack を受け取った時点の対数電位 V_1 を新たな基準電位としてイベント検出を再開する。

【 0 0 2 6 】

イベント読み出し部 104 によって読み出されたイベント信号 E は、イベントデータ取得部 11 の最終出力データ（イベントデータ）として用いられる。例えば、イベント読み出し部 104 は、イベントの極性（イベントの正負）、イベントに対応する座標値、イベント信号 E の読み出し時点のタイムスタンプを含むイベントデータを出力する。座標値とタイムスタンプはイベント読み出し部 104 で取得することができる。イベント読み出し部 104 は、例えば、イベント信号 E を読み出した画素 103 の行方向と列方向の位置を、イベントに対応する座標値として取得する。また、イベント読み出し部 104 は、例えば、不図示のタイマー回路を有し、イベント信号 E を読み出した時点のタイマーの出力値をタイムスタンプとして取得する。

30

【 0 0 2 7 】

なお、イベントデータ取得部 11 は、単層型センサであってもよいし、積層型センサであってもよい。イベントデータ取得部 11 が積層型センサである場合は、対数 I/V 変換部 220 内に 1 層目と 2 層目の境界（ $Cu-Cu$ 接合部）を設けてもよい。

40

【 0 0 2 8 】

[フレームデータ取得部の説明]

フレームデータ取得部 12 の構成について説明する。フレームデータ取得部 12 は、 $CMOS$ などの撮像素子から構成され、フォトダイオードに蓄積した電荷を読み出し、 A/D 変換を行い、フレームデータを得る。

【 0 0 2 9 】

[処理部の説明]

50

図 4 を参照して、実施形態 1 に係る処理部 1 3 の構成について説明する。処理部 1 3 は、動き検出部 1 3 1 とフレームデータ予測部 1 3 2 を有する。

【 0 0 3 0 】

動き検出部 1 3 1 は、イベントデータ取得部 1 1 が出力するイベントデータを用いて、被写体の動きの検出結果である動き情報を取得する。動き情報は、例えば、被写体の動きの種類と量を示す。動きの種類は、x 方向平行移動、y 方向平行移動、ヨー、ピッチ、ロール、ズームなどであり、動きの量は、動きの速度や加速度などである。

【 0 0 3 1 】

フレームデータ予測部 1 3 2 は、動き検出部 1 3 1 が出力する動き情報とフレームデータ取得部 1 2 が出力するフレームデータとから、予測フレームデータを生成する。

10

【 0 0 3 2 】

以下、図 5 を用いて、処理部 1 3 の処理について説明する。図 5 では右方向が時間の経過を示す。ここではフレームデータが 6 0 f p s、すなわち約 1 6 . 6 7 m s e c 周期でフレームデータ取得部 1 2 から出力されるものとするが、フレームデータ取得部 1 2 がフレームデータを出力するレート（フレームレート）や周期（フォーム周期）は特に限定されない。

【 0 0 3 3 】

動き検出部 1 3 1 は、フレームデータ取得部 1 2 によるフレームデータの出力とは非同期にイベントデータ取得部 1 1 が出力するイベントデータを用いて、オプティカルフローを算出する。オプティカルフローは、画素や領域ごとの動きを表すベクトル情報であり、所定の領域において所定の期間内に発生するイベントの発生位置の変化などに基づいて算出される。さらに、動き検出部 1 3 1 は、このオプティカルフローから動きの種類と量を算出する。イベントデータからオプティカルフローを算出する方法、およびオプティカルフローから動きの種類と量を算出する方法には、公知のアルゴリズムを用いることができる。なお、イベントデータから動きの種類と量を算出（取得）する方法は特に限定されず、例えば、オプティカルフローを算出せずに、イベントデータから直接、動きの種類と量を算出してよい。イベントデータから動きの種類と量を算出する方法として、いかなる方法を用いてもよい。ここでは、フレームデータ取得部 1 2 は、時刻 t にフレームデータを出力するとする。そして、動き検出部 1 3 1 は、時刻 t よりも後の時刻 $t + 3$ にイベントデータ取得部 1 1 が出力するイベントデータを用いて動きの種類と量を取得し、当該動きの種類と量を示す動き情報を生成するとする。具体的には、動き検出部 1 3 1 は、時刻 t から時刻 $t + 3$ までの期間にイベントデータ取得部 1 1 が出力するイベントデータを用いて動きの種類と量を取得し、当該動きの種類と量を示す動き情報を生成するとする。動き検出部 1 3 1 は、生成した動き情報をフレームデータ予測部 1 3 2 に出力する。なお、動き情報としてオプティカルフローが使用されてもよい。

20

30

【 0 0 3 4 】

フレームデータ予測部 1 3 2 は、動き検出部 1 3 1 が出力する動き情報と、フレームデータ取得部 1 2 が出力するフレームデータとを用いて、予測フレームデータを生成する。ここでは、フレームデータ予測部 1 3 2 は、時刻 t から時刻 $t + 3$ までの期間のイベントデータから生成された動き情報と、時刻 t のフレームデータとを用いて、予測フレームデータとして、時刻 $t + 4$ のフレームデータを生成するとする。この時点において、時刻 $t + 4$ のフレームデータは、まだ撮像されていない将来のフレームデータである。

40

【 0 0 3 5 】

動き検出部 1 3 1 が出力する動き情報は、時刻 t から時刻 $t + 3$ までの期間での動きを示すため、フレームデータ予測部 1 3 2 は、時刻 $t + 4$ のフレームデータを生成（予測）する際に、時刻 $t + 4$ までの期間での動きを予測する。例えば、フレームデータ予測部 1 3 2 は、時刻 t から時刻 $t + 3$ までの期間での動きを示す動き情報から、時刻 t から時刻 $t + 4$ までの期間での動きを示す動き情報を生成（予測）する。動き情報の予測方法は特に限定されないが、例えば、時間（期間の長さ）の比率を用いて、時刻 t から時刻 $t + 4$ までの期間での動きを示す動き情報として、時刻 t から時刻 $t + 3$ までの動きを $4 / 3$ 倍に延

50

長した動きを示す動き情報を生成することができる。そして、フレームデータ予測部 132 は、時刻 t から時刻 $t + 4$ までの期間での動きを示す動き情報と、時刻 t のフレームデータとを用いて、時刻 $t + 4$ の予測フレームデータを生成する。

【0036】

なお、フレームデータと動き情報から将来のフレームデータを予測する方法には、公知のアルゴリズムを用いることができる。フレームデータと動き情報から将来のフレームデータを予測する方法として、いかなる方法を用いてもよい。また、予測フレームデータの生成に際し、動きのある画素と動きのない画素との境界のアーティファクトを抑制するために、動きのある画素と動きのない画素との境界部分にフィルタ処理をかけるなど、処理を追加してもよい。

【0037】

以降、同様にして、動き検出部 131 は、時刻 $t + 4$ から時刻 $t + 7$ までの期間のイベントデータから動き情報を生成する。そして、フレームデータ予測部 132 は、時刻 $t + 4$ から時刻 $t + 7$ までの期間のイベントデータから生成された動き情報と、時刻 $t + 4$ の予測フレームデータとを用いて、時刻 $t + 8$ の予測フレームデータを生成する。このような処理が、フレームデータ取得部 12 が時刻 t のフレームデータの次のフレームデータを出力するまで繰り返される。ここでは、フレームデータ取得部 12 は、時刻 t のフレームデータの次のフレームデータを、時刻 $t + 16$ に出力するとする。

【0038】

フレームデータ取得部 12 が時刻 $t + 16$ のフレームデータ、すなわち時刻 t フレームデータの次のフレームデータを出力したときの、処理部 13 の処理について説明する。動き検出部 131 は、時刻 $t + 16$ から時刻 $t + 19$ の期間のイベントデータから動き情報を生成し、生成した動き情報をフレームデータ予測部 132 に出力する。フレームデータ予測部 132 は、時刻 $t + 16$ から時刻 $t + 19$ の期間のイベントデータから生成された動き情報と、フレームデータ取得部 12 が時刻 $t + 16$ に出力したフレームデータとを用いて、時刻 $t + 20$ の予測フレームデータを生成する。

【0039】

以上説明したように、実施形態 1 によれば、イベントデータを用いることによって、フレーム周期よりも短い周期で被写体の動きを検出することができる。そして、フレーム周期よりも短い周期で、つまり高い時間分解能で検出した被写体の動きを用いることによって、将来のフレームを高精度に予測することができる。

【0040】

なお、イベントデータ取得部 11 とフレームデータ取得部 12 との 2 つのセンサを用いる例を説明したが、イベントデータとフレームデータの両方を取得可能な 1 つのハイブリッド型センサを用いてもよい。

【0041】

また、予測フレームデータを生成する画像処理装置が撮像装置である例を説明したが、予測フレームデータを生成する画像処理装置は撮像装置でなくてもよい。例えば、撮像装置とは別体の画像処理装置が、撮像装置からイベントデータとフレームデータを取得し、イベントデータを用いて被写体の動きを検出し、フレームデータと被写体の動きとから予測フレームデータを生成してもよい。

【0042】

<実施形態 2 >

実施形態 1 では、フレームデータと、イベントデータから生成した動き情報とを用いて、将来のフレームデータを予測する例を説明した。実施形態 2 では、予測が外れた場合のアーティファクトを抑制するために、実施形態 1 の方法で生成した予測フレームデータと、撮像したフレームデータ（以下、撮像フレームデータと記載）とから、中間フレームデータを生成する例を説明する。予測が外れた場合のアーティファクトは、例えば、映像における物体の形状の歪みや、映像における物体の動きと実際の動きとのずれなどである。中間フレームデータも予測フレームデータの種類であるが、以下では、実施形態 1 の方法

10

20

30

40

50

で生成された予測フレームデータのみを予測フレームデータと記載し、実施形態 1 の方法で生成された予測フレームデータと、中間フレームデータとを区別する。

【 0 0 4 3 】

実施形態 2 では、図 4 の処理部 1 3 は用いず、図 6 の処理部 2 3 を用いる。処理部 2 3 は、動き検出部 1 3 1、フレームデータ予測部 1 3 2、およびフレームデータ比較部 2 3 3 を有する。処理部 2 3 における動き検出部 1 3 1 とフレームデータ予測部 1 3 2 の処理については、実施形態 1 のものと同様であるため、説明は割愛する。

【 0 0 4 4 】

フレームデータ比較部 2 3 3 の動作について、図 7 を参照して説明する。フレームデータ比較部 2 3 3 は、フレームデータ取得部 1 2 が出力する撮像フレームデータと、フレームデータ予測部 1 3 2 が出力する予測フレームデータとを比較して、撮像フレームデータと予測フレームデータの差分が閾値よりも大きいかなかを判定する。

10

【 0 0 4 5 】

例えば、フレームデータ比較部 2 3 3 は、撮像フレームデータと、当該撮像フレームデータに対応する時刻に最も近い時刻に対応する予測フレームデータとを比較する。ここでは、フレームデータ比較部 2 3 3 は、同じ時刻に対応する撮像フレームデータと予測フレームデータを比較とする。具体的には、フレームデータ比較部 2 3 3 は、時刻 $t + 16$ の撮像フレームデータと時刻 $t + 16$ の予測フレームデータとを比較する。比較において、フレームデータ比較部 2 3 3 は、画素ごとに撮像フレームデータの値と予測フレームデータの値との差分を算出し、全画素の差分の積算値を、撮像フレームデータと予測フレームデータの差分として算出する。

20

【 0 0 4 6 】

上記積算値が閾値よりも大きい場合はフレームデータの予測が外れている場合である。時刻 $t + 16$ の撮像フレームデータと時刻 $t + 16$ の予測フレームデータとの差分である積算値が閾値よりも大きい場合には、時刻 $t + 16$ の予測フレームデータと時刻 $t + 20$ の予測フレームデータとの間で画像が滑らかに遷移しない。そこで、積算値が閾値よりも大きい場合には、フレームデータ比較部 2 3 3 は、中間フレームデータを生成して出力する。時刻 $t + 16$ の撮像フレームデータと時刻 $t + 16$ の予測フレームデータとの差分である積算値が閾値よりも大きい場合には、時刻 $t + 16$ の撮像フレームデータと時刻 $t + 16$ の予測フレームデータとから、時刻 $t + 16$ の中間フレームデータが生成される。積算値が閾値以下である場合には、フレームデータ比較部 2 3 3 は、フレームデータ予測部 1 3 2 が生成した予測フレームデータを出力する。時刻 $t + 16$ の撮像フレームデータと時刻 $t + 16$ の予測フレームデータとの差分である積算値が閾値以下である場合には、時刻 $t + 16$ の予測フレームデータが出力される。

30

【 0 0 4 7 】

フレームデータ比較部 2 3 3 は、例えば、画素ごとに撮像フレームデータの値と予測フレームデータの値との間の値（例えば平均値）を有するフレームデータを、中間フレームデータとして生成する。中間フレームデータは、被写体（画像と読み替えてもよい）の全領域に亘って、撮像フレームデータの値と予測フレームデータの値との間の値を有してもよいし、そうでなくてもよい。例えば、中間フレームデータのうちの被写体の一部の領域（例えば、撮像フレームデータと予測フレームデータの差分が大きい領域）に対応するデータのみ、撮像フレームデータの値と予測フレームデータの値との間の値を有してもよい。その場合には、中間フレームデータのうちの被写体の残りの領域に対応するデータは、撮像フレームデータの値と同じ値を有してもよいし、予測フレームデータの値と同じ値を有してもよい。中間フレームデータのうちの被写体の一部の領域（以下、部分領域と記載）に対応するデータを得る際に、撮像フレームデータのうちの使用するデータは、当該部分領域の場所と同じ場所の領域に対応するデータであってもよいし、そうでなくてもよい。同様に、中間フレームデータのうちの部分領域に対応するデータを得る際に、予測フレームデータのうちの使用するデータは、当該部分領域の場所と同じ場所の領域に対応するデータであってもよいし、そうでなくてもよい。中間フレームデータのうちの部分領域に

40

50

対応するデータを得る際に使用するデータに対応する領域の場所は、撮像フレームデータと予測フレームデータとで異なってもよい。

【0048】

なお、中間フレームデータを表示する場合には、予測フレームデータを表示する場合に比べ、中間フレームデータを生成する処理の時間だけ、フレームデータの表示が遅延する。しかし、そのような遅延は無視できる程度に短いため、大きな問題とはならない。

【0049】

また、フレームデータ比較部233による処理は、フレームデータ取得部12が出力する全ての撮像フレームデータに対して実施してもよいし、一部の撮像フレームデータに対してのみ実施してもよい。例えば、数フレームに1回の頻度で処理を実施してもよい。撮像フレームデータの複雑度に応じて、処理を実施するか否かを切り替えてもよい。撮像フレームデータの複雑度の算出方法は特に限定されないが、例えば、撮像フレームデータの平均画素値を算出し、各画素値と平均値の差分の積算値に基づいて、撮像フレームデータの複雑度を算出することができる。イベントデータから検出した動きの複雑度に基づいて、撮像フレームデータの複雑度を算出することもできる。

10

【0050】

以上説明したように、実施形態2によれば、フレームデータの予測が外れている場合に中間フレームデータが生成されるため、そのような場合であっても滑らかな画像の遷移を実現することができる。

【0051】

20

<実施形態3>

実施形態3では、撮像装置と表示装置を用いたシステムの例を説明する。図8を参照して、実施形態3に係るビジョンシステムの構成について説明する。実施形態3に係るビジョンシステムは、撮像装置31と表示装置32を含む。

【0052】

撮像装置31は、イベントセンサ部311、フレームセンサ部312、および送信部313を有する。イベントセンサ部311は、実施形態1におけるイベントデータ取得部11の機能と動き検出部131の機能とを有する。フレームセンサ部312の処理は、実施形態1におけるフレームデータ取得部12の処理と同様である。送信部313は、イベントセンサ部311が出力する動き情報とフレームセンサ部312が出力するフレームデータとを受け取り、撮像装置31の外部に送信する。

30

【0053】

表示装置32は、受信部321、フレームデータ予測部322、および表示部323を有する。受信部321は、撮像装置31の送信部313から出力されたフレームデータと動き情報を表示装置32の外部から受信し、受信したフレームデータと動き情報をフレームデータ予測部322に出力する。フレームデータ予測部322の処理は実施形態1におけるフレームデータ予測部132の処理と同様である。フレームデータ予測部322は、受信部321が出力する動き情報とフレームデータを用いて予測フレームデータを生成し、生成した予測フレームデータを表示部323に出力する。表示部323は、フレームデータ予測部322から出力された予測フレームデータに基づいて映像を表示する。

40

【0054】

以上説明したように、実施形態3によれば、実施形態1と同様に、将来のフレームを高精度に予測することができる。さらに、撮像装置31が動き情報とフレームデータを送信し、表示装置32がそれらを用いて予測フレームデータを生成する。これにより、撮像装置31から表示装置32に予測フレームデータを順次送信する場合に比べ、撮像装置31と表示装置32の間の通信量を低減することができる。

【0055】

なお、撮像装置31が動き情報を生成する例を説明したが、動き情報を生成する装置は撮像装置31でなくてもよい。例えば、撮像装置31から表示装置32にイベントデータが送信され、表示装置32においてイベントデータから動き情報が生成されてもよい。そ

50

のような構成でも、撮像装置 3 1 から表示装置 3 2 に予測フレームデータを順次送信する場合に比べ、撮像装置 3 1 と表示装置 3 2 の間の通信量を低減することができる。

【 0 0 5 6 】

< 実施形態 4 >

実施形態 4 には、実施形態 1, 2 のいずれも適用可能である。図 9 は本実施形態の半導体装置 9 3 0 を備えた機器 9 1 9 1 を説明する模式図である。半導体装置 9 3 0 は、実施形態 1, 2 で説明した撮像装置（画像処理装置）のいずれか、あるいは複数の実施形態を組み合わせた撮像装置（画像処理装置）とすることができる。半導体装置 9 3 0 を備える機器 9 1 9 1 について詳細に説明する。半導体装置 9 3 0 は、上述のように、半導体層を有する半導体デバイス 9 1 0 のほかに、半導体デバイス 9 1 0 を収容するパッケージ 9 2 0 を含むことができる。パッケージ 9 2 0 は、半導体デバイス 9 1 0 が固定された基体と、半導体デバイス 9 1 0 に対向するガラスなどの蓋体と、を含むことができる。パッケージ 9 2 0 は、さらに、基体に設けられた端子と半導体デバイス 9 1 0 に設けられた端子とを接続するボンディングワイヤやパンプなどの接合部材を含むことができる。

10

【 0 0 5 7 】

機器 9 1 9 1 は、光学装置 9 4 0、制御装置 9 5 0、処理装置 9 6 0、表示装置 9 7 0、記憶装置 9 8 0、機械装置 9 9 0 の少なくともいずれかを備えることができる。光学装置 9 4 0 は、半導体装置 9 3 0 に対応する。光学装置 9 4 0 は、例えばレンズやシャッター、ミラーである。制御装置 9 5 0 は、半導体装置 9 3 0 を制御する。制御装置 9 5 0 は、例えば A S I C などの半導体装置である。

20

【 0 0 5 8 】

処理装置 9 6 0 は、半導体装置 9 3 0 から出力された信号を処理する。処理装置 9 6 0 は、A F E（アナログフロントエンド）あるいは D F E（デジタルフロントエンド）を構成するための、C P U や A S I C などの半導体装置である。表示装置 9 7 0 は、半導体装置 9 3 0 で得られた情報（画像）を表示する、E L 表示装置や液晶表示装置である。記憶装置 9 8 0 は、半導体装置 9 3 0 で得られた情報（画像）を記憶する、磁気デバイスや半導体デバイスである。記憶装置 9 8 0 は、S R A M や D R A M などの揮発性メモリ、あるいは、フラッシュメモリやハードディスクドライブなどの不揮発性メモリである。

【 0 0 5 9 】

機械装置 9 9 0 は、モーターやエンジンなどの可動部あるいは推進部を有する。機器 9 1 9 1 では、半導体装置 9 3 0 から出力された信号を表示装置 9 7 0 に表示したり、機器 9 1 9 1 が備える通信装置（不図示）によって外部に送信したりする。そのために、機器 9 1 9 1 は、半導体装置 9 3 0 が有する記憶回路や演算回路とは別に、記憶装置 9 8 0 や処理装置 9 6 0 をさらに備えることが好ましい。機械装置 9 9 0 は、半導体装置 9 3 0 から出力された信号に基づいて制御されてもよい。

30

【 0 0 6 0 】

また、機器 9 1 9 1 は、撮影機能を有する情報端末（例えばスマートフォンやウェアラブル端末）やカメラ（例えばレンズ交換式カメラ、コンパクトカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ）などの電子機器に適する。カメラにおける機械装置 9 9 0 はズーミングや合焦、シャッター動作のために光学装置 9 4 0 の部品を駆動することができる。あるいは、カメラにおける機械装置 9 9 0 は防振動作のために半導体装置 9 3 0 を移動することができる。

40

【 0 0 6 1 】

また、機器 9 1 9 1 は、車両や船舶、飛行体などの輸送機器であり得る。輸送機器における機械装置 9 9 0 は移動装置として用いられうる。輸送機器としての機器 9 1 9 1 は、半導体装置 9 3 0 を輸送するものや、撮影機能により運転（操縦）の補助および/または自動化を行うものに好適である。運転（操縦）の補助および/または自動化のための処理装置 9 6 0 は、半導体装置 9 3 0 で得られた情報に基づいて移動装置としての機械装置 9 9 0 を操作するための処理を行うことができる。あるいは、機器 9 1 9 1 は内視鏡などの医療機器や、測距センサなどの計測機器、電子顕微鏡のような分析機器、複写機などの事

50

務機器、ロボットなどの産業機器であってもよい。

【0062】

上述した実施形態4によれば、良好な画素特性を得ることが可能となる。従って、半導体装置930の価値を高めることができる。ここでいう価値を高めることには、機能の追加、性能の向上、特性の向上、信頼性の向上、製造歩留まりの向上、環境負荷の低減、コストダウン、小型化、軽量化の少なくともいずれかが該当する。

【0063】

従って、実施形態4に係る半導体装置930を機器9191に用いれば、機器の価値をも向上することができる。例えば、半導体装置930を輸送機器に搭載して、輸送機器の外部の撮影や外部環境の測定を行う際に優れた性能を得ることができる。よって、輸送機器の製造、販売を行う上で、実施形態4に係る半導体装置930を輸送機器へ搭載することを決定することは、輸送機器自体の性能を高める上で有利である。特に、半導体装置930で得られた情報を用いて輸送機器の運転支援および/または自動運転を行う輸送機器に半導体装置930は好適である。

【0064】

以上、説明した各実施例形態は、技術思想を逸脱しない範囲において適宜変更が可能である。なお、本明細書の開示内容は、本明細書に記載したことのみならず、本明細書および本明細書に添付した図面から把握可能な全ての事項を含む。また本明細書の開示内容は、本明細書に記載した概念の補集合を含んでいる。すなわち、本明細書に例えば「AはBよりも大きい」旨の記載があれば、「AはBよりも大きくない」旨の記載を省略しても、本明細書は「AはBよりも大きくない」旨を開示しているといえる。なぜなら、「AはBよりも大きい」旨を記載している場合には、「AはBよりも大きくない」場合を考慮していることが前提だからである。

【0065】

本実施形態の開示は、以下の構成を含む。

(構成1)

所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第1フレームデータを取得する第1取得手段と、

前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第2取得手段と、

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、

前記第1フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第1フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第2フレームデータを生成する生成手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

(構成2)

前記第1取得手段は、前記所定の周期で前記被写体を撮像し、

前記第2取得手段は、前記画素値の変化を検出することを特徴とする構成1に記載の画像処理装置。

(構成3)

前記生成手段は、前記第1フレームデータと、前記第1フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する前記イベントデータを用いて検出された前記被写体の動きとに基づいて、前記第2フレームデータを生成することを特徴とする構成1または2に記載の画像処理装置。

(構成4)

前記第1フレームデータと前記第2フレームデータの差分が閾値よりも大きい場合に、前記第1フレームデータのうちの被写体の少なくとも一部の領域に対応する第1データと前記第2フレームデータのうちの被写体の少なくとも一部の領域に対応する第2データとの間の値を持つ第3データを用いて第3フレームデータを生成する第2生成手段をさらに有する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする構成 1 ~ 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

(構成 5)

前記第 3 データの値は、前記第 1 データの値と前記第 2 データの値との平均値であることを特徴とする構成 4 に記載の画像処理装置。

(構成 6)

前記第 1 フレームデータと前記第 2 フレームデータの差分が閾値よりも大きい場合に、前記第 1 フレームデータのうちの被写体の一部の領域に対応する第 1 データと前記第 2 フレームデータのうちの前記一部の領域に対応する第 2 データとの間の値を持つ第 3 データを用いて第 3 フレームデータを生成する第 2 生成手段をさらに有することを特徴とする構成 1 ~ 3 に記載の画像処理装置。

10

(構成 7)

前記第 3 データの値は、前記第 1 データの値と前記第 2 データの値との平均値であることを特徴とする構成 6 に記載の画像処理装置。

(構成 8)

撮像装置と表示装置を有し、

前記撮像装置は、

所定の周期で被写体を撮像することによって、前記被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する第 1 取得手段と、

前記被写体の画素値の変化を検出することによって、前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する第 2 取得手段と、

20

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する検出手段と、

前記第 1 フレームデータと、前記被写体の動きに関する動き情報とを前記撮像装置の外部に送信する送信手段と

を有し、

前記表示装置は、

前記第 1 フレームデータと前記動き情報とを前記表示装置の外部から受信する受信手段と、

前記第 1 フレームデータと前記動き情報とから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する生成手段と、

30

前記第 2 フレームデータに基づいて映像を表示する表示手段とを有する

ことを特徴とするシステム。

(構成 9)

所定の周期で被写体の映像のフレームデータである第 1 フレームデータを取得する工程と、

前記所定の周期よりも短い周期で取得可能なデータであって、前記被写体の画素値の変化の検出結果であるイベントデータを取得する工程と、

前記イベントデータを用いて、前記所定の周期よりも短い周期で前記被写体の動きを検出する工程と、

40

前記第 1 フレームデータと前記被写体の動きとから、前記第 1 フレームデータが対応する時刻よりも後の時刻に対応する第 2 フレームデータを生成する工程と

を有することを特徴とする画像処理方法。

(構成 10)

構成 1 ~ 7 のいずれかに記載の画像処理装置を有する機器であって、

前記画像処理装置に対応した光学装置、

前記画像処理装置を制御する制御装置、

前記画像処理装置から出力された信号を処理する処理装置、

前記画像処理装置で得られた情報を表示する表示装置、

50

前記画像処理装置で得られた情報を記憶する記憶装置、および、
 前記画像処理装置で得られた情報に基づいて動作する機械装置、の少なくともいずれかをさらに有することを特徴とする機器。

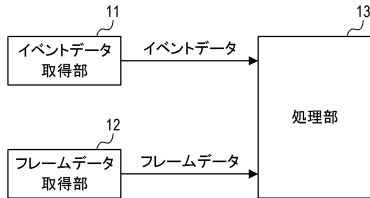
【符号の説明】

【0066】

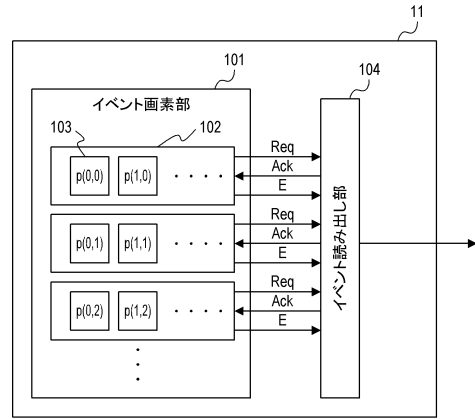
- 11 : イベントデータ取得部 12 : フレームデータ取得部
- 13 : 処理部 131 : 動き検出部 132 : フレームデータ予測部

【図面】

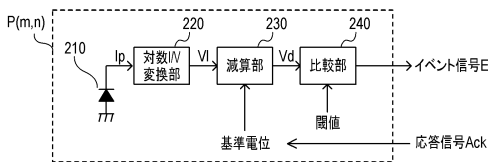
【図1】



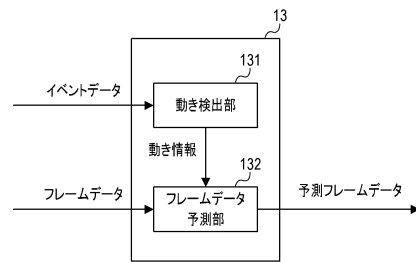
【図2】



【図3】



【図4】

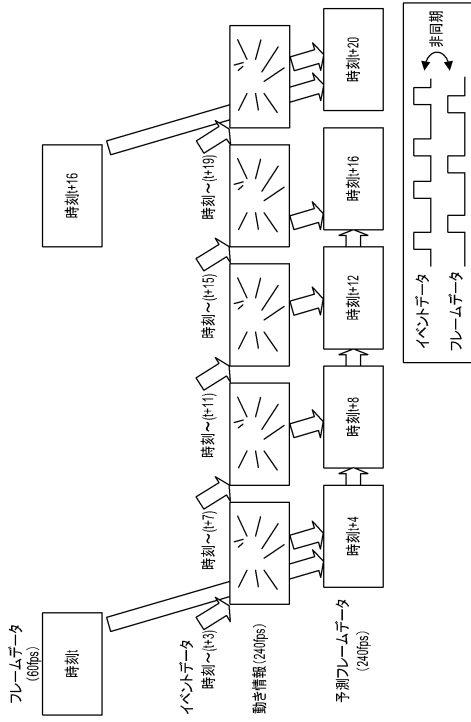


30

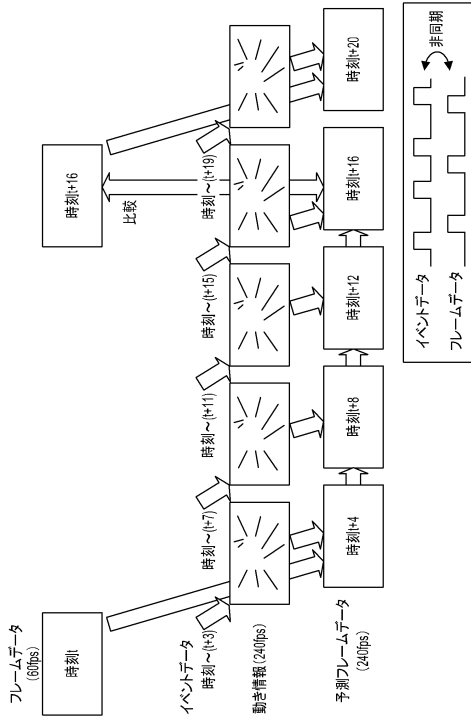
40

50

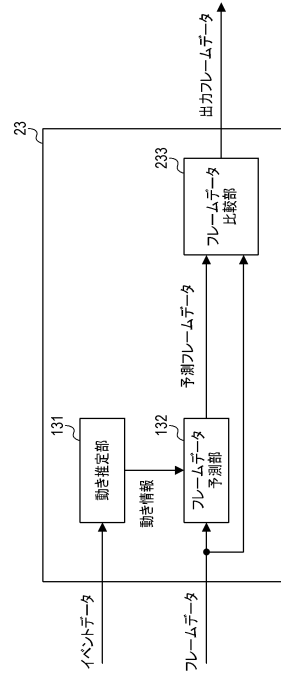
【図 5】



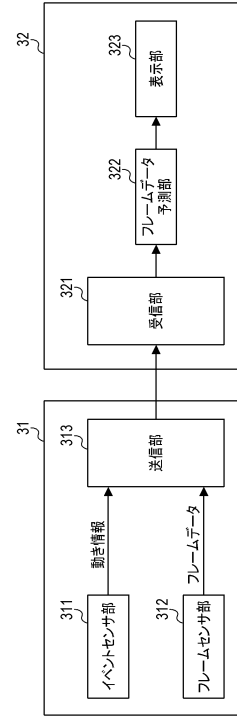
【図 7】



【図 6】



【図 8】



10

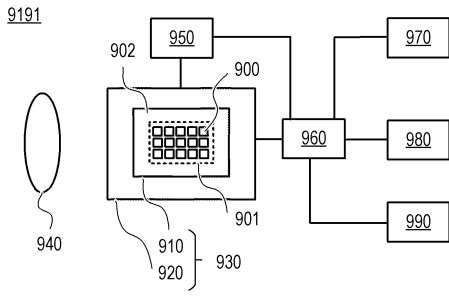
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50